ภาคผนวก ก

รูปภาพประกอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ ก.1 เนื้อมะม่วงที่ปั่นของมะม่วงแก้ว ตลับนาก พิมเสนมัน ฟ้าลั่น และแรด

รูปที่ ก.2 เพกตินชนิด rapid set ที่ใช้ในการทดลอง

ลิขสิ ...ใหม่
Copyri ...versity
All ...ved

รูปที่ ก.3 พิมพ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์มะม่วงกวน

รูปที่ ก.4 **ผลิตภัณฑ์มะม่วงกวนที่ขึ้นรูปแล้ว**

ลิขสิ ...ใหม่
Copyri ...versity
All ...ved

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1. วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.1 การวัดสีระบบ Hunter Lab โดยเครื่องวัดสี Minolta Camera

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- เครื่องวัดสี (Minolta Camera ; Chroma Meter : CR-310, Japan)

วิธีการวัด

การวัดสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta Camera โดยวัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab) ค่าสี L เป็นค่าความสว่าง (Lightness), a เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness/Greeness) และ b เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (Yellowness/Blueness)

เมื่อ L คือ ค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a คือ ค่าสีแดง เมื่อ a มีค่าบวก เป็นสีแดง

เมื่อ a มีค่าลบ เป็นสีเขียว

b คือ ค่าสีเหลือง เมื่อ b มีค่าบวก เป็นสีเหลือง

เมื่อ b มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน

ก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน (White blank ; L = 97.67 , a = -0.18 , b = 1.84) แล้วจึงทำการวัดสีตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โดยนำตัวอย่างมะม่วงสุกใส่ภาชนะ (Petri dish) และรองพื้นด้วยกระดาษสีขาว ส่วนตัวอย่างมะม่วงกวนใช้ตัวอย่างที่ขึ้นรูปแล้วทำการวัด โดยวัด 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

1.2 การวัด Creep โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyser)

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- เครื่องมือวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyser ; Stable Micro System : TA.XT2i, England)

วิธีการวัด

นำตัวอย่างมะม่วงกวนที่มีขนาดเท่ากัน วัด creep ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyser) โดยใช้วิธีในการทดสอบเป็น stress relaxation ในการวัด กำหนดค่าตัวแปรโดยจะให้แรงกดคงที่ 1 นิวตัน ความเร็วก่อนการทดสอบ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วในการทดสอบเป็น 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และความเร็วหลังการทดสอบเป็น 10 มิลลิเมตรต่อวินาที ใช้เวลาในการทดสอบ 3600 วินาทีโดยให้แรงคงที่ 1800 วินาทีและถอนแรง 1800 วินาที ใช้หัววัดเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ตัวอย่างมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง2.6 เซนติเมตรและความสูง 1 เซนติเมตร จะได้ค่าการเปลี่ยนแปลงความสูงของตัวอย่างซึ่งแสดงในรูปกราฟระหว่างการเปลี่ยนแปลงเป็นร้อยละ กับเวลาเป็นวินาที ทดลอง 3 ซ้ำ บันทึกผล นำกราฟที่ได้หาค่าตัวแปรต่อไป

วิธีปรับมาตรฐาน

1. เข้าโปรแกรมเลือก TA setting ปรับมาตรฐานน้ำหนักโดยใช้ตุ้มน้ำหนัก 10 กิโลกรัม
2. เลือก TA setting ปรับมาตรฐานความสูงโดยกำหนดให้สูงกว่าตัวอย่างจากงานวิจัยนี้ ตัวอย่างสูง 1 เซนติเมตรจึงกำหนดเป็น 20 เซนติเมตร

2. วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble solid) ด้วย Hand refractometer

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Hand refractometer ; ATAGO, Japan) Brix 0~32 และ 58~90

วิธีการวิเคราะห์

ใส่ตัวอย่างบนช่องใส่ตัวอย่างปิดฝา อ่านค่าจากเครื่อง บันทึกผล ก่อนใช้งานต้องปรับมาตรฐาน และระหว่างการใช้งานต้องล้างเครื่องให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นก่อนทำการวัดตัวอย่างต่อไป

วิธีปรับมาตรฐาน

การปรับมาตรฐาน (Calibration) ของเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Hand refractometer) โดยถ้าเป็น Brix 0~32 ปรับมาตรฐานด้วยน้ำกลั่นให้เท่ากับ 0 ถ้าเป็น Brix 58~90 เตรียมน้ำเชื่อมเพื่อใช้ปรับมาตรฐาน 2 ค่า คือ 30 ^{0}brix และ 60 ^{0}brix โดยค่า 30 ^{0}brix ใช้ปรับมาตรฐานเครื่องในช่วง Brix 0~32 และ Brix 28~60 และ ค่า 60 ^{0}brix ใช้ปรับมาตรฐานเครื่องในช่วง Brix 28~60 และ Brix 58~90

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH-meter

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Microprocessor pH-meter ; WTW : pH 537, Germany)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างมะม่วงสุก 10 กรัมผสมกับน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่างโดยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter) ซึ่งมีการปรับค่ามาตรฐานวัดโดยใช้ Glass electrode จุ่มลงในสารละลายตัวอย่างแช่ไว้ประมาณ 5 วินาที อ่านค่าที่ได้และบันทึกผล ส่วนตัวอย่างมะม่วงกวนชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ปั่นให้ละเอียดผสมกับน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร แล้วทำเช่นเดียวกับในมะม่วงสุก

วิธีปรับค่ามาตรฐาน

ปรับค่ามาตรฐานด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.00 และ 4.00 ตามลำดับ

2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด (Total titrable acidity,%) AOAC (1995)

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Microprocessor pH-meter ; WTW : pH 537, Germany)

สารเคมีที่ใช้

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างมะม่วงสุก 10 กรัมผสมกับน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร ไตเตรตตัวอย่างกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์ที่ผ่านการ Standardized กับสารละลายโปแตสเซียมไฮโดรเจนธาเลต (KHP) ความเข้มข้น 0.05 โมล่าร์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สุดท้ายให้มีค่า 8.10 ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter) บันทึกปริมาตรที่ไตเตรตได้ คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิก ส่วนตัวอย่างมะม่วงกวนชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ปั่นให้ละเอียดผสมกับน้ำกลั่น แล้วทำเช่นเดียวกับในมะม่วงสุก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการคำนวณปริมาณกรด

ปริมาณกรด (%) = (ปริมาตร NaOH ที่ไตเตรตได้ × 0.067 × ความเข้มข้นของ NaOH × 100) / น้ำหนักมะม่วงเทียบเป็นน้ำหนักแห้ง (g)

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์ ปริมาณ 1 มิลลิลิตรทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับกรดมาลิก 0.067 กรัม

2.4 การวิเคราะห์หาค่ากัมมันตภาพน้ำ (a_w) ด้วยเครื่องวัด Water Activity Meter

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- ตลับพลาสติก (a_w box)
- เครื่องวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพน้ำ (Water Activity Meter ; AquaLab : CX 3TE, USA)

วิธีการวัด

ใส่ตัวอย่างมะม่วงสุกหรือมะม่วงกวนที่สับละเอียดแล้วในตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w box) ปริมาณของตัวอย่างไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของตลับ แล้วนำไปใส่ในเครื่องวิเคราะห์ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Water Activity Meter) หมุนปุ่มจากตำแหน่งเปิดไปตำแหน่งอ่านเครื่องเริ่มวัดค่า เมื่อเครื่องวัดเสร็จจะมีสัญญาณเตือน บันทึกค่า ทำการวัด 3 ครั้ง นำมาหาค่าเฉลี่ย ก่อนทำต้องมีการปรับค่ามาตรฐานโดยใช้สารละลายมาตรฐานก่อน

2.5 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมด โดยวิธี Lane&Eynon AOAC (2000)

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- ชุดวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมด โดยวิธี Lane&Eynon
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath ; Gallenkamp, England)
- กระดาษกรองเบอร์ 4

การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์

1. ชั่งตัวอย่างมะม่วงสุก 10 กรัม มะม่วงกวน 2 กรัมปั่นให้ละเอียดละลายด้วยน้ำกลั่นพอประมาณ เติมสารละลาย Carrez I & II อย่างละ 5 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน ปรับปริมาตรให้ครบ 200 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นใน volumetric flask ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. กรองตัวอย่างผ่านกระดาษกรอง Wathman เบอร์ 4 นำสารละลายที่กรองใส่บิวเรต ขนาด 50 มิลลิลิตร

3. ปิเปตสารละลาย fehling no.1 และ 2 อย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ในฟาสค์ 250 มิลลิลิตร ใส่ glass bead ลงไป 8 – 10 เม็ดกันฟาสค์แตก ต้มสารละลายในฟลาสค์ให้เดือดบนเตาไฟฟ้า เติมเมธิลินบลูอินดิเคตอร์ 2 - 3 หยดในฟลาสค์ ปล่อยสารละลายตัวอย่างจากบิวเรตลงไปก่อนถึงจุดยุติประมาณ 1 – 2 มิลลิลิตร

4. ต้มสารละลายในฟลาสค์ให้เดือด เติมเมธิลีนบลูอินดิเคเตอร์ แล้วจึงทำการไตเตรทจนได้ตะกอนสีส้มแดง บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรต

5. นำไปเทียบหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในสารละลายตัวอย่างจากตาราง และคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชั่น (D1)

การวิเคราะห์น้ำตาล non – reduce

1. ปิเปตสารละลายที่กรองได้จากการหาน้ำตาลรีดิวซ์มาจำนวน 50 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask เติมสารกรดเกลือ 10 มิลลิลิตร

2. นำไปแช่ใน water bath ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว ปรับส่วนผสมให้สภาพเป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 นอร์มอล แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ได้สารละลายตัวอย่างหลังการอินเวอร์ชั่น

3. ทำการไตเตรทเช่นเดียวกับการวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์ บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรต นำไปเทียบหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์หลังอินเวอร์ชั่น (D2)

เปอร์เซ็นต์น้ำตาลซูโครส (S) = เปอร์เซ็นต์ของผลต่าง (D2 – D1) x 0.95

วิธีการคำนวณ

การหาค่าน้ำตาลทั้งหมด : เปอร์เซ็นต์น้ำตาลทั้งหมด = D1 + S

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

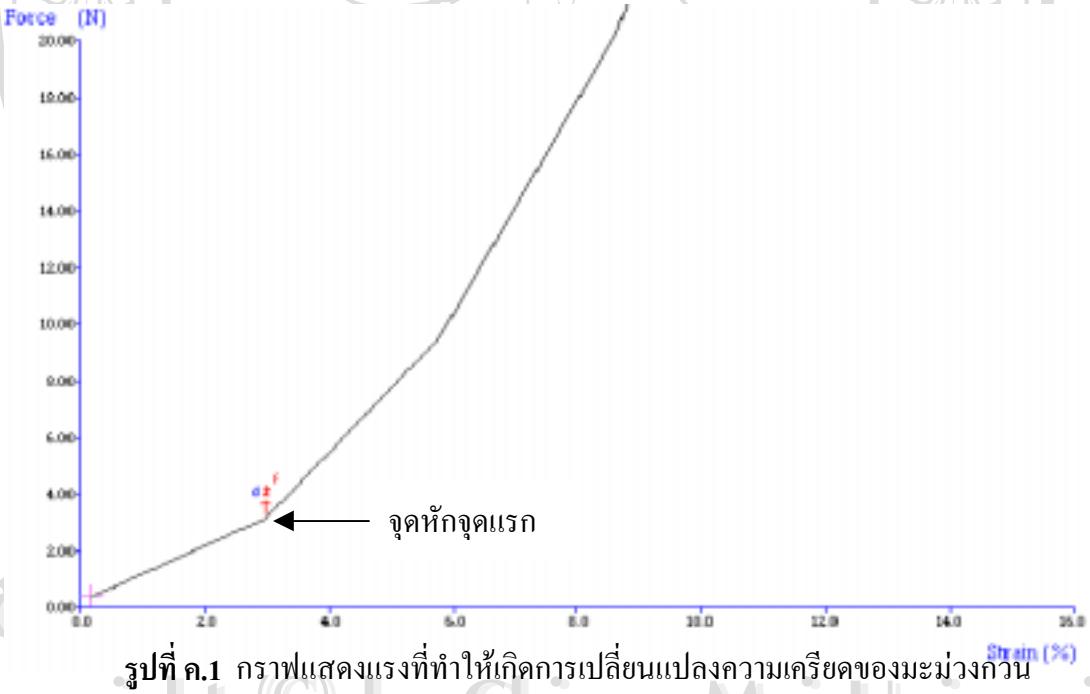
แรงในการทดสอบและการหาแบบจำลองที่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดสอบแรงที่ทำให้แตก (Rupture test)

เป็นการหาแรงในการที่ใช้ในการทดสอบตัวอย่าง เนื่องจากตัวอย่างแต่ละชนิดสามารถรับแรงได้ไม่เท่ากัน ก่อนทำการทดสอบ creep จึงต้องหาแรงที่ไม่ทำให้โครงสร้างเปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยมีวิธีการ คือ

1. นำตัวอย่างที่จะใช้ทดสอบโดยนำตัวอย่างที่แตกต่างกันมาก เช่น แข็งที่สุดและนิ่มที่สุด ทำการทดลองก่อน
2. เข้าโปรแกรม rupture test กำหนดให้กดลงไปโดยให้ %strain เปลี่ยนไป 75%
3. พิจารณารูปกราฟที่ได้ โดยพิจารณาจุดที่มีการหักจุดแรก ซึ่งมีค่าประมาณ 3 นิวตัน ดังรูปที่ ค-1 เป็นจุดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงใช้แรงที่น้อยกว่า คือ เลือกใช้แรงที่ 1 นิวตันซึ่งเป็นแรงที่ไม่ทำให้โครงสร้างมะม่วงกวนเปลี่ยนแปลงและเมื่อถอนแรงแล้วทำให้มะม่วงกวนคืนรูปสู่สภาพเดิมได้



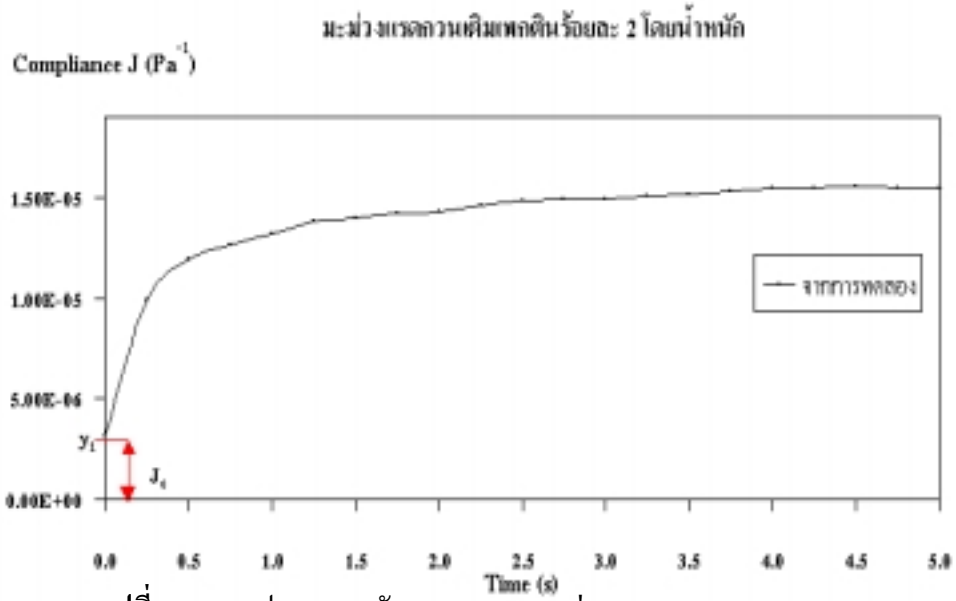
รูปที่ ค.1 กราฟแสดงแรงที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเครียดของมะม่วงกวน

หมายเหตุ : การทดสอบแรงที่ทำให้แตกนี้ทดสอบด้วยเครื่อง Texture analyse ; TA.XT2i.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

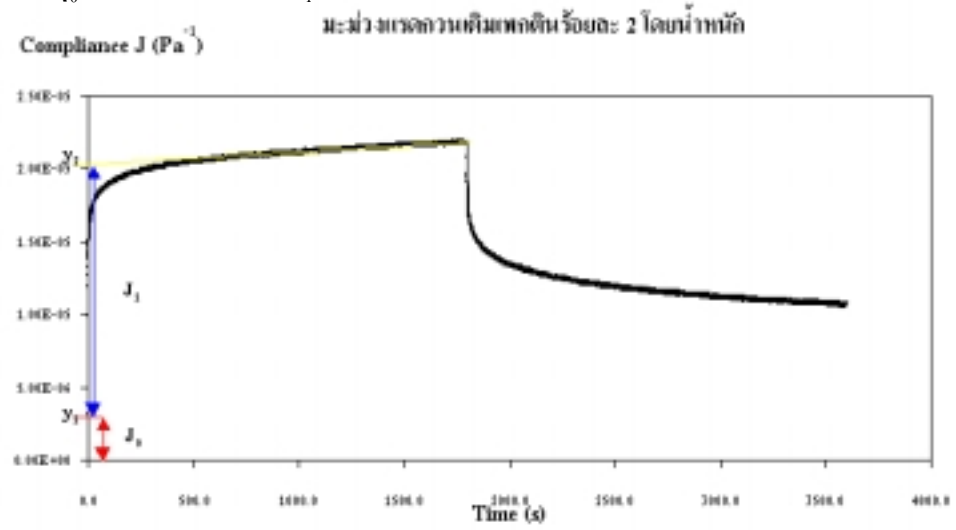
การหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม

ขั้นที่ 1 พิจารณากราฟ creep compliance ที่ได้ หาค่า J_0 จากจุดเริ่มต้นของกราฟโดยเส้นกราฟจะสูงขึ้นเป็นเส้นตรง จุดที่สูงที่สุดที่เวลา $t = 0$ โดยที่ไม่มีเส้นกราฟแยกออกมาและจุดที่ตัดแกน y_1 นั้น คือ ค่า $J_0 = 3.15 \times 10^{-6}$ ดังรูปที่ ค.2



รูปที่ ค.2 กราฟแสดงจุดตัด y_1 และการหาค่า J_0

ขั้นที่ 2 หาค่า η_0 จากความชัน (slope) โดยความชันเท่ากับ 1/ η_0 และลากเส้นความชันตัดแกน y เป็นจุดตัด y_2 นำไปหาค่า compliance J_1 ซึ่งเป็นค่าจุดตัด y_2 ลบจุดตัด y_1 ดังรูปที่ ค.3 ซึ่งได้ค่า $\eta_0 = 9.40 \times 10^{8}$ และ $J_1 = 1.69 \times 10^{-5}$



รูปที่ ค.3 กราฟแสดงจุดตัด y_2 และการหาค่า J_1

ขั้นที่ 3 หาค่า λ_1 จากสมการที่ได้จากการแก้ปัญหาของสมการที่ (11) ในบทที่ 2 ของการค้นคว้าแบบอิสระนี้ ซึ่งจะได้สมการการหาค่า λ_1 เป็น

$$\lambda_1 = \frac{-t}{\ln(1 - J/J_1)}$$

โดย ค่า J เป็นค่า compliance J ที่เวลาใดๆ ซึ่งได้จากการทดลอง และได้ค่า $\lambda_1 = 13.19$ จากนั้นแทนค่า J_0 η_0 J_1 และ λ_1 ในสมการแบบจำลองของแมกซ์เวลล์ แบบจำลองเคลวิน และแบบจำลอง 4 องค์ประกอบ ตามสมการข้างล่างนี้

สมการแมกซ์เวลล์ : $$J = f(t) = J_0 + \frac{t}{\eta_0}$$

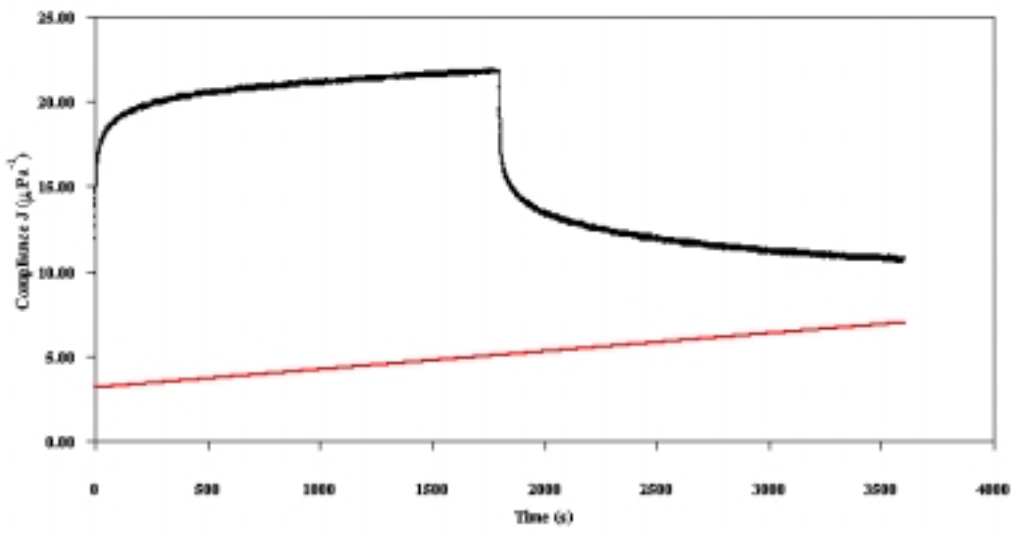
สมการเคลวิน : $$J = f(t) = J_1\left(1 - \exp\left(\frac{-t}{\lambda_1}\right)\right)$$

สมการ 4 องค์ประกอบ : $$J = f(t) = J_0 + J_1\left(1 - \exp\left(\frac{-t}{\lambda_1}\right)\right) + \frac{t}{\eta_0}$$

จากนั้น plot กราฟที่ได้จากสมการเปรียบเทียบกับกราฟที่ได้จากการทดลองจริงดังรูปที่ ค.4 – ค.6 ตามลำดับ

สมการจากแบบจำลองแมกซ์เวลล์และกราฟเปรียบเทียบเป็น :

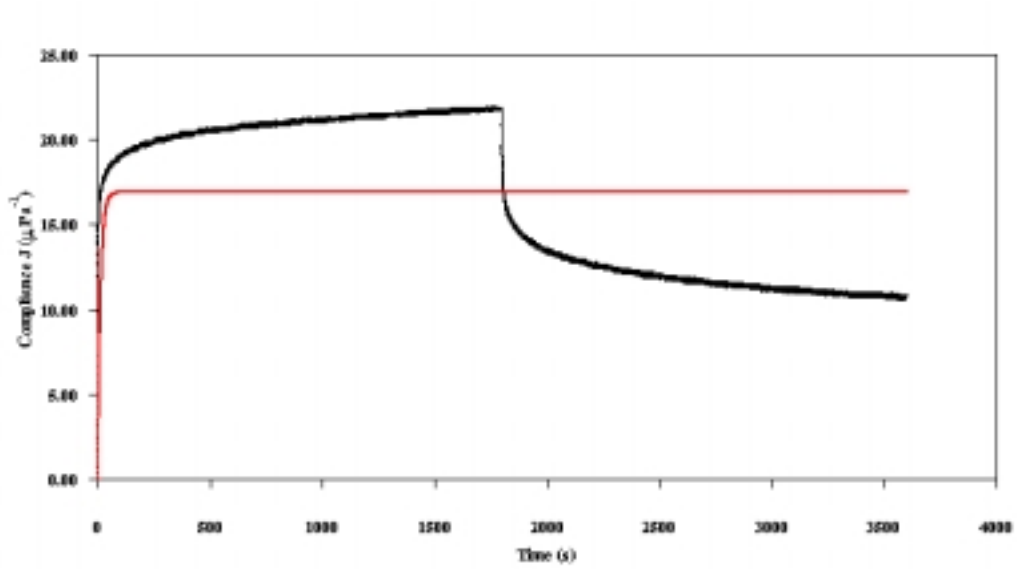
$$J = 3.15\times10^{-6} + t / 9.40\times10^{8}$$



รูปที่ ค.4 การเปรียบเทียบกราฟ creep จากการทดลองและแบบจำลองแมกซ์เวลล์

สมการจากแบบจำลองเคลวินและมีกราฟเปรียบเทียบเป็น :

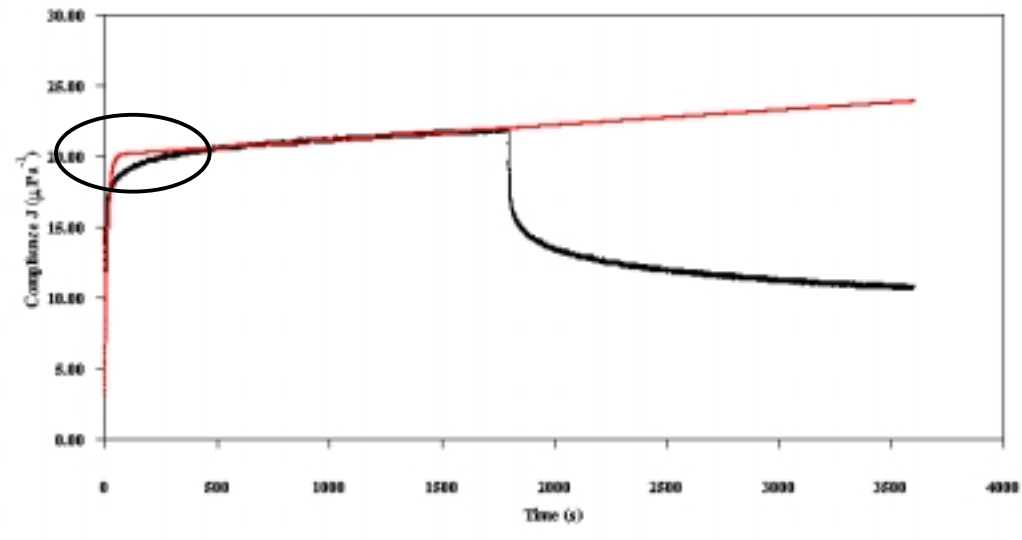
$$J = 1.69\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/13.19)})$$



รูปที่ ค.5 การเปรียบเทียบกราฟ creep จากการทดลองและแบบจำลองเคลวิน

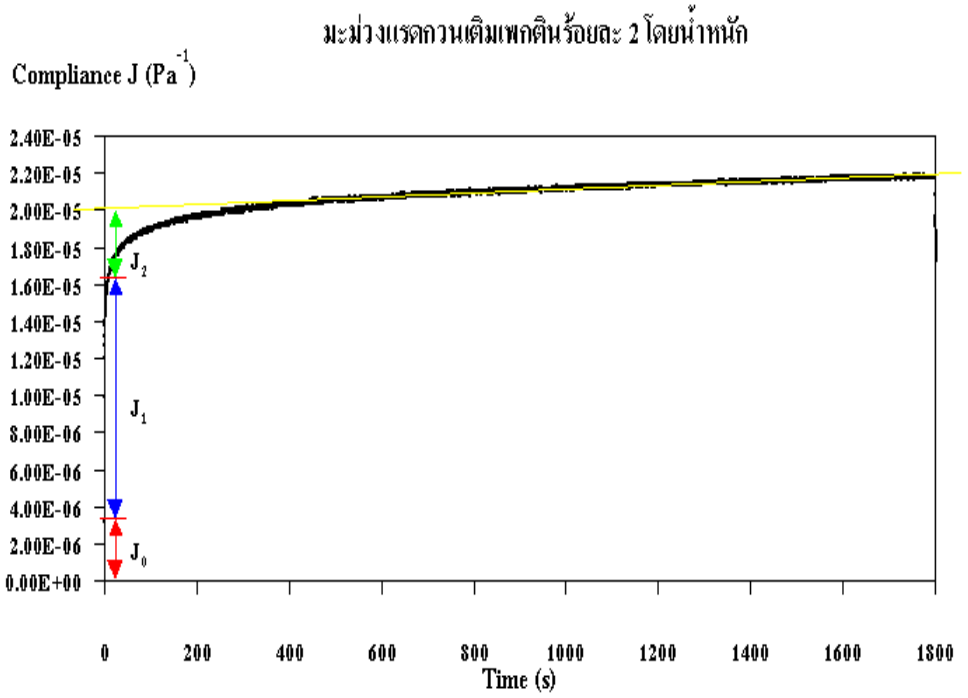
สมการจากแบบจำลอง 4 องค์ประกอบและมีกราฟเปรียบเทียบเป็น :

$$J = 3.15\times10^{-6} + 1.69\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/13.19)}) + t / 9.40\times10^{8}$$



รูปที่ ค.6 การเปรียบเทียบกราฟ creep จากการทดลองและแบบจำลอง 4 องค์ประกอบ

ขั้นที่ 4 ในกรณีหาเป็นแบบจำลอง 6 องค์ประกอบจึงหาค่า J_2 และ λ_2 โดยหาเหมือน J_1 และ λ_1 ดังรูปที่ ค.4 ซึ่งมีค่า $J_1 = 1.39 \times 10^{-5}$ $J_2 = 3.00 \times 10^{-6}$ $\lambda_1 = 0.37$ และ $\lambda_2 = 113.02$



รูปที่ ค.7 กราฟแสดงการหาค่าของ J_0 J_1 และ J_2

สมการ 6 องค์ประกอบ : $$J = f(t) = J_0 + J_1\left(1 - \exp\left[\frac{-t}{\lambda_1}\right]\right) + J_2\left(1 - \exp\left[\frac{-t}{\lambda_2}\right]\right) + \frac{t}{\eta_0}$$

จากนั้นแทนค่าคงที่ทางวิสโคอิลาสติกแต่ละตัวในสมการแบบจำลอง 6 องค์ประกอบแล้วลอง plot โดยการแทนค่าที่เวลา 0 ถึง 3600 วินาที เปรียบเทียบกราฟจากสมการกับกราฟจากผลการทดลองจริง ถ้ามีรูปแบบที่สอดคล้องกันพอดีก็จะเป็นจำลองที่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์มะม่วงกวน 5 สายพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์ของมะม่วงกวนทั้ง 5 สายพันธุ์

มะม่วงแก้วกวน

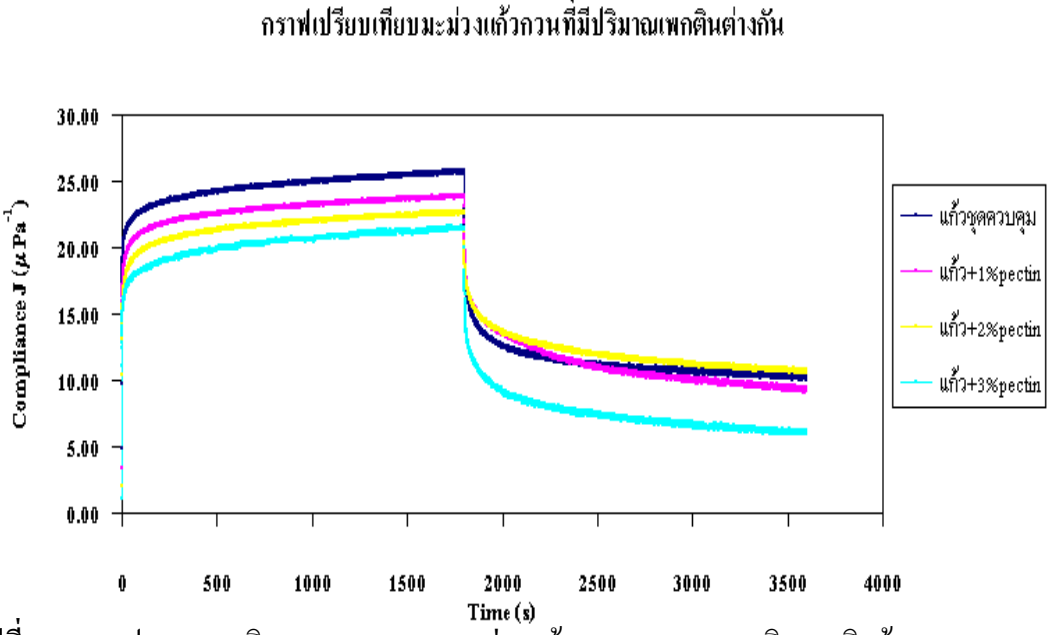
กราฟรวมของมะม่วงแก้วกวนที่มีปริมาณเพกตินที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ดังรูปที่ ง.1 และสมการแบบจำลอง 6 องค์ประกอบของแต่ละระดับเพกติน โดยเรียงลำดับจาก ชุดควบคุม มะม่วงกวนที่เติมเพกตินร้อยละ 1 2 และ 3 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ แสดงได้ดังนี้

$$J = 4.87\times10^{-6} + 1.06\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/0.69)}) + 3.00\times10^{-6}\,(1 - e^{(-t/143.53)}) + t/1.00\times10^{9}$$

$$J = 3.33\times10^{-6} + 1.49\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/0.38)}) + 4.00\times10^{-6}\,(1 - e^{(-t/98.32)}) + t/1.01\times10^{9}$$

$$J = 2.06\times10^{-6} + 1.49\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/0.32)}) + 4.10\times10^{-6}\,(1 - e^{(-t/116.61)}) + t/1.17\times10^{9}$$

$$J = 1.08\times10^{-6} + 1.49\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/0.23)}) + 3.40\times10^{-6}\,(1 - e^{(-t/110.70)}) + t/8.14\times10^{8}$$



รูปที่ ง.1 กราฟแสดงพฤติกรรม creep ของมะม่วงแก้วกวนชุดควบคุม เติมเพกตินร้อยละ 1 2 และ 3 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

มะม่วงตลับนาก

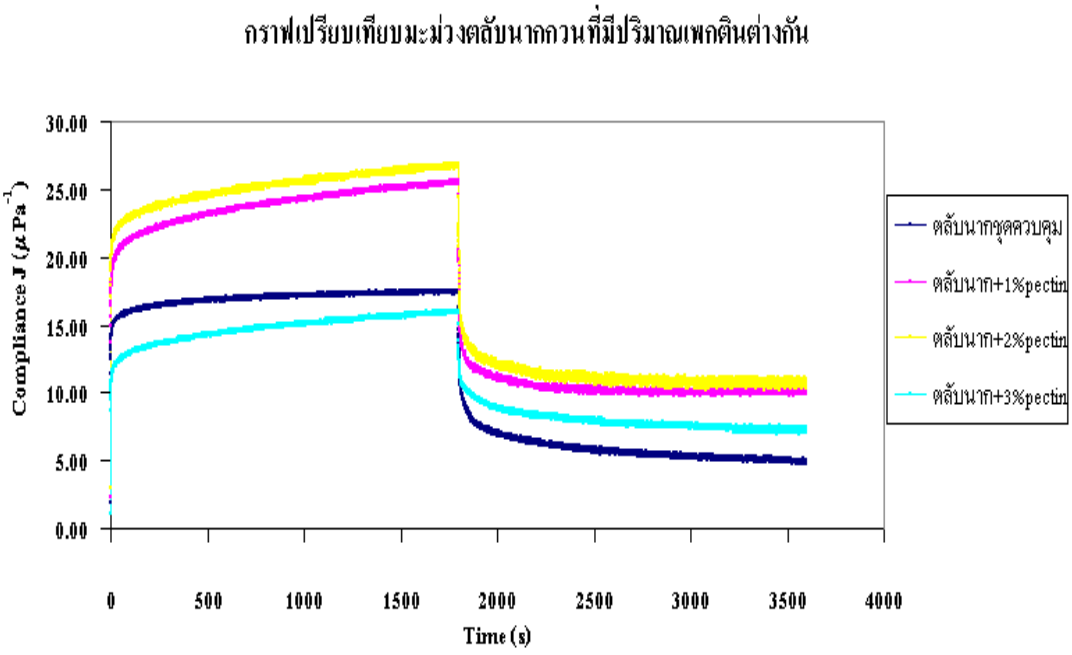
กราฟรวมของมะม่วงตลับนากกวนที่มีปริมาณเพกตินที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ดังรูปที่ ง.2 และสมการแบบจำลอง 6 องค์ประกอบของแต่ละระดับเพกตินโดยเรียงลำดับจาก ชุดควบคุม มะม่วงกวนที่เติมเพกตินร้อยละ 1 2 และ 3 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ แสดงดังนี้

$$J = 1.86\times10^{-6} + 1.31\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/0.19)}) + 1.65\times10^{-6}\,(1 - e^{(-t/133.97)}) + t/2.34\times10^{9}$$

$$J = 2.27\times10^{-6} + 1.75\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/0.23)}) + 3.05\times10^{-6}\,(1 - e^{(-t/203.01)}) + t/6.32\times10^{8}$$

$$J = 2.96\times10^{-6} + 1.84\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/0.17)}) + 2.40\times10^{-6}\,(1 - e^{(-t/150.48)}) + t/5.53\times10^{8}$$

$$J = 1.14\times10^{-6} + 1.05\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/0.19)}) + 2.10\times10^{-6}\,(1 - e^{(-t/141.06)}) + t/7.33\times10^{8}$$



รูปที่ ง.2 กราฟแสดงพฤติกรรม creep ของมะม่วงตลับนากกวนชุดควบคุม เติมเพกตินร้อยละ 1 2 และ 3 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

มะม่วงพิมเสนมัน

กราฟผลรวมของมะม่วงพิมเสนมันกวนที่มีปริมาณเพกตินที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ดังรูปที่ ง.3 และสมการแบบจำลอง 6 องค์ประกอบของแต่ละระดับเพกตินโดยเรียงลำดับจาก ชุดควบคุม มะม่วงกวนที่เติมเพกตินร้อยละ 1 2 และ 3 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ แสดงได้ดังนี้

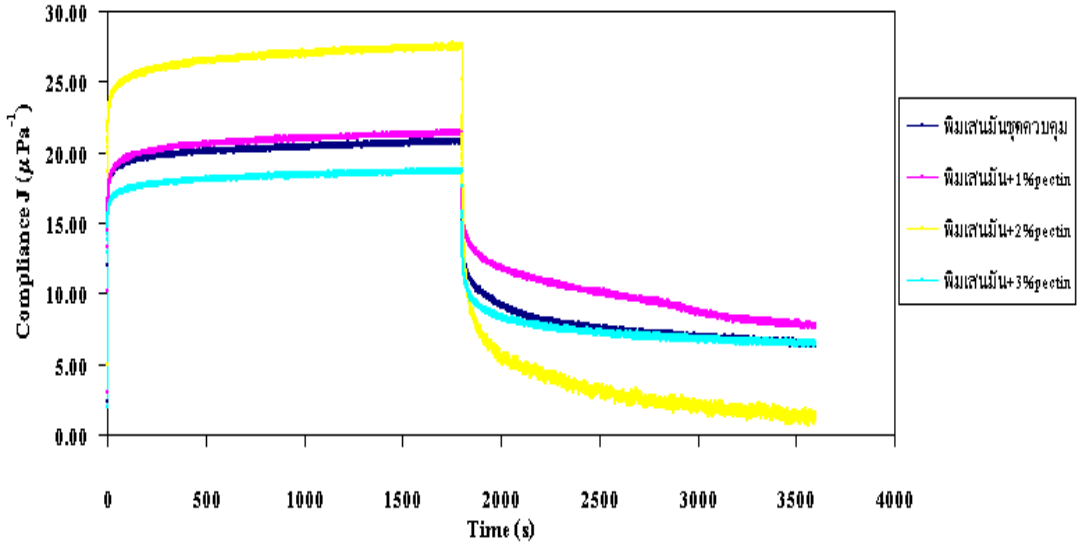
$$J = 2.29\times10^{-6} + 1.57\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/0.25)}) + 1.90\times10^{-6}\,(1 - e^{(-t/119.35)}) + t / 1.88\times10^{9}$$

$$J = 2.96\times10^{-6} + 1.51\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/0.37)}) + 2.30\times10^{-6}\,(1 - e^{(-t/122.02)}) + t / 1.82\times10^{9}$$

$$J = 4.97\times10^{-6} + 1.87\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/0.33)}) + 2.50\times10^{-6}\,(1 - e^{(-t/132.47)}) + t / 1.33\times10^{9}$$

$$J = 1.96\times10^{-6} + 1.45\times10^{-5}\,(1 - e^{(-t/0.18)}) + 1.50\times10^{-6}\,(1 - e^{(-t/130.03)}) + t / 2.35\times10^{9}$$

กราฟเปรียบเทียบมะม่วงพิมเสนมันกวนที่มีปริมาณเพกตินต่างกัน



รูปที่ ง.3 กราฟแสดงพฤติกรรม creep ของมะม่วงพิมเสนมันกวนชุดควบคุม เติมเพกตินร้อยละ 1 2 และ 3 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

ค่าตัวแปรทางวิสโคอิลาสติกของมะม่วงฟ้าลั่นกวน แสดงดังตารางที่ ง.1 และความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มปริมาณเพกตินกับค่าตัวแปรต่างๆ ของแบบจำลองแสดงดังตารางที่ ง.2

ตารางที่ ง.1 แสดงค่าตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลอง 6 องค์ประกอบของมะม่วงพิมเสนมันกวนที่มีปริมาณเพกตินร้อยละ 1 2 3 โดยน้ำหนัก และชุดควบคุม

ปริมาณเพกติน	ค่าตัวแปรทางสมบัติวิสโคอิลาสติก (viscoelastic parameter)			
	J_0 (μPa^{-1})	E_0 (MPa)	η_0 (GP)	J_{PD} (μPa^{-1})
ชุดควบคุม	2.29 $^{c}\pm$ 0.03	0.44 $^{b}\pm$ 0.01	1.88 $\pm$ 0.06	6.52 $^{c}\pm$ 0.26
ร้อยละ 1 (w/w)	2.96 $^{b}\pm$ 0.12	0.34 $^{c}\pm$ 0.01	1.82 $\pm$ 0.25	7.75 $^{a}\pm$ 0.30
ร้อยละ 2 (w/w)	4.97 $^{a}\pm$ 0.02	0.20 $^{d}\pm$ 0.00	1.33 $\pm$ 0.01	1.05 $^{a}\pm$ 0.06
ร้อยละ 3(w/w)	1.96 $^{d}\pm$ 0.04	0.51 $^{a}\pm$ 0.01	2.35 $\pm$ 1.74	6.53 $^{b}\pm$ 0.25

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ง.2 ความสัมพันธ์ของปริมาณเพกตินและค่าตัวแปรทางวิสโคอิลาสติกมะม่วงพิมเสนมันกวน

y	สมการ regression	ค่า R^2
$J_0 (Pa^{-1})$	$J_0 = 1.04\times10^{-7}$*เพกติน + 2.89×10^{-6}	$R^2 = 0.01$
$E_0 (Pa)$	$E_0 = 7.89\times10^{3}$*เพกติน + 3.60×10^{5}	$R^2 = 0.01$
$\eta_0 (P)$	$\eta_0 = 9.21\times10^{-7}$*เพกติน + 1.71×10^{9}	$R^2 = 0.08$
$J_{PD} (Pa^{-1})$	$J_{PD} = -6.67\times10^{-7}$*เพกติน + 6.47×10^{-6}	$R^2 = 0.08$

มะม่วงฟ้าลั่น

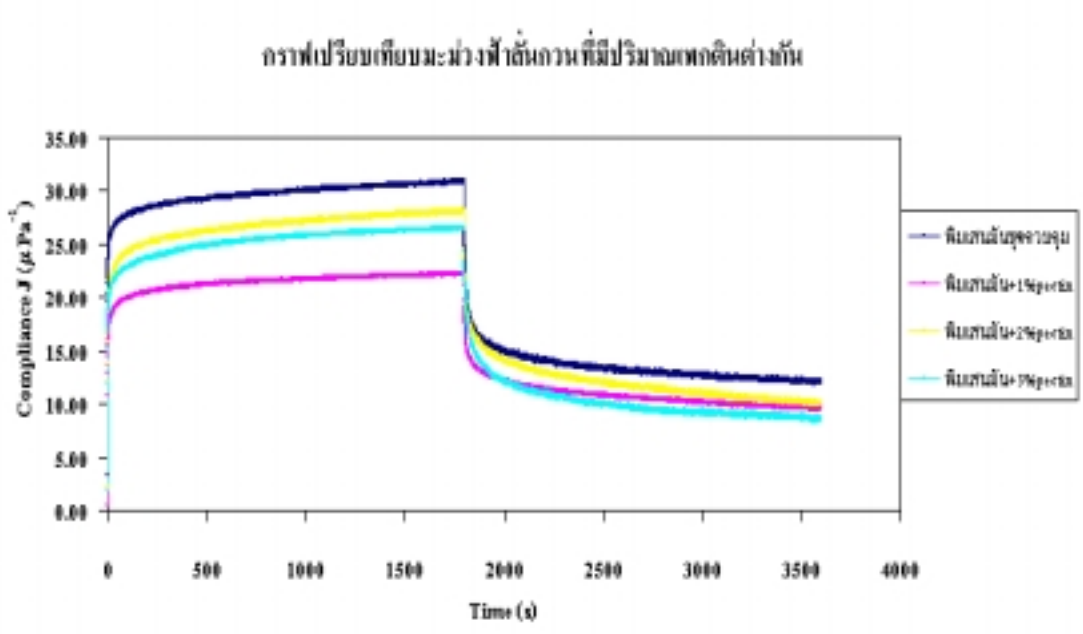
กราฟรวมของมะม่วงฟ้าลั่นกวนที่มีปริมาณเพกตินที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ดังรูปที่ ง.4 และสมการแบบจำลอง 6 องค์ประกอบของแต่ละระดับเพกตินโดยเรียงลำดับจาก ชุดควบคุม มะม่วงกวนที่เติมเพกตินร้อยละ 1 2 และ 3 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ แสดงได้ดังนี้

$$J = 3.30\times10^{-6} + 2.23\times10^{-5}(1 - e^{(-t/0.32)}) + 3.10\times10^{-6}(1 - e^{(-t/112.26)}) + t/8.19\times10^{8}$$

$$J = 4.80\times10^{-7} + 1.75\times10^{-5}(1 - e^{(-t/0.26)}) + 2.80\times10^{-6}(1 - e^{(-t/95.33)}) + t/1.18\times10^{9}$$

$$J = 2.19\times10^{-6} + 1.90\times10^{-5}(1 - e^{(-t/0.32)}) + 4.50\times10^{-6}(1 - e^{(-t/117.62)}) + t/7.03\times10^{8}$$

$$J = 1.86\times10^{-6} + 1.91\times10^{-5}(1 - e^{(-t/0.33)}) + 4.00\times10^{-6}(1 - e^{(-t/214.07)}) + t/1.21\times10^{9}$$



รูปที่ ง.4 กราฟแสดงพฤติกรรม creep ของมะม่วงฟ้าลั่นกวนชุดควบคุม เติมเพกตินร้อยละ 1 2 และ 3 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

ค่าตัวแปรทางวิสโคอิลาสติกของมะม่วงฟ้าลั่นกวน แสดงดังตารางที่ ง.3 และความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มปริมาณเพกตินกับค่าตัวแปรต่างๆ ของแบบจำลองแสดงดังตารางที่ ง.4

ตารางที่ ง.3 แสดงค่าตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลอง 6 องค์ประกอบของมะม่วงฟ้าลั่นกวนที่มีปริมาณเพกตินร้อยละ 1 2 3 โดยน้ำหนัก และชุดควบคุม

ปริมาณเพกติน	ค่าตัวแปรทางสมบัติวิสโคอิลาสติก (viscoelastic parameter)			
	J_0 (μPa^{-1})	E_0 (MPa)	η_0 (GP)	J_{PD} (μPa^{-1})
ชุดควบคุม	$3.30^{a} \pm 0.07$	$0.30^{d} \pm 0.01$	$0.82^{b} \pm 0.04$	$12.10^{a} \pm 0.63$
ร้อยละ 1 (w/w)	$0.49^{d} \pm 0.01$	$2.08^{a} \pm 0.01$	$1.18^{a} \pm 0.15$	$9.61^{bc} \pm 0.43$
ร้อยละ 2 (w/w)	$2.19^{b} \pm 0.03$	$0.46^{c} \pm 0.01$	$0.70^{b} \pm 0.01$	$10.10^{b} \pm 0.76$
ร้อยละ 3(w/w)	$1.86^{c} \pm 0.01$	$0.54^{b} \pm 0.00$	$1.21^{a} \pm 0.06$	$8.64^{c} \pm 0.70$

ตารางที่ ง.4 ความสัมพันธ์ของปริมาณเพกตินและค่าตัวแปรทางวิสโคอิลาสติกมะม่วงฟ้าลั่นกวน

y	สมการ regression	ค่า R^2
J_0 (Pa^{-1})	$J_0 = -2.60\times10^{-7}$*เพกติน $+ 2.35\times10^{-6}$	$R^2 = 0.08$
E_0 (Pa)	$E_0 = -9.24\times10^{4}$*เพกติน $+ 9.84\times10^{5}$	$R^2 = 0.02$
η_0 (P)	$\eta_0 = 7.08\times10^{7}$*เพกติน $+ 8.73$	$R^2 = 0.13$
J_{PD} (Pa^{-1})	$J_{PD} = -9.96\times10^{-7}$*เพกติน $+ 1.16\times10^{-5}$	$R^2 = 0.77$

มะม่วงแรด

กราฟรวมของมะม่วงแรดกวนที่มีปริมาณเพกตินที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ดังรูปที่ ง.5 และสมการแบบจำลอง 6 องค์ประกอบของแต่ละระดับเพกตินโดยเรียงลำดับจาก ชุดควบคุม มะม่วงกวนที่เติมเพกตินร้อยละ 1 2 และ 3 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ แสดงได้ดังนี้

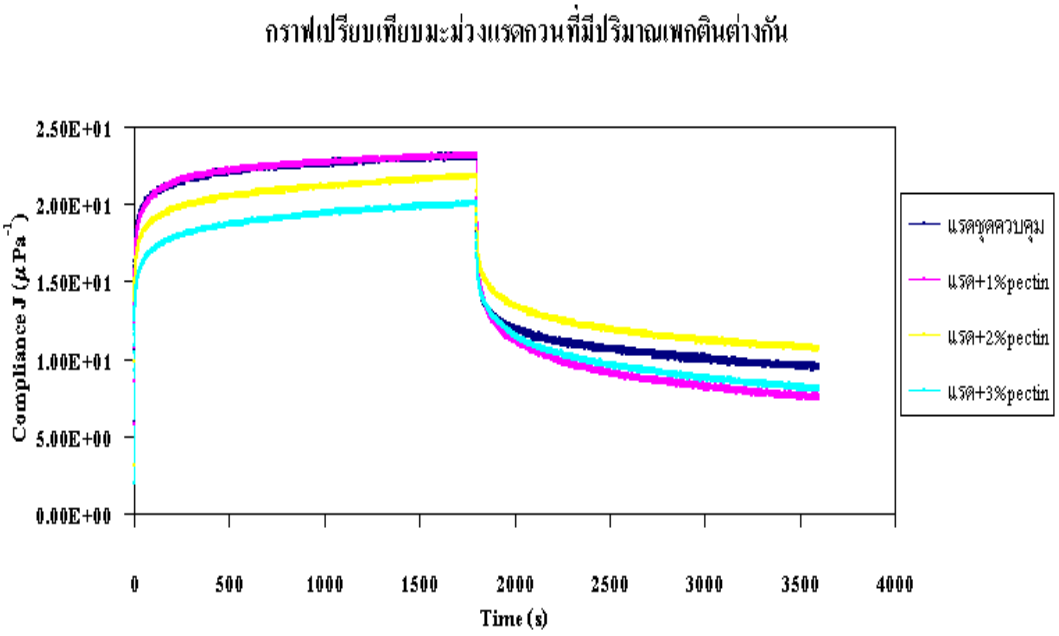
$$J = 5.87\times10^{-6} + 1.26\times10^{-5}(1 - e^{(-t/0.55)}) + 3.30\times10^{-6}(1 - e^{(-t/125.85)}) + t/1.26\times10^{9}$$

$$J = 5.84\times10^{-6} + 1.19\times10^{-5}(1 - e^{(-t/0.93)}) + 4.30\times10^{-6}(1 - e^{(-t/120.29)}) + t/1.51\times10^{9}$$

$$J = 3.15\times10^{-6} + 1.39\times10^{-5}(1 - e^{(-t/0.37)}) + 3.00\times10^{-6}(1 - e^{(-t/113.02)}) + t/9.40\times10^{8}$$

$$J = 1.94\times10^{-6} + 1.29\times10^{-5}(1 - e^{(-t/0.30)}) + 3.40\times10^{-6}(1 - e^{(-t/116.78)}) + t/9.04\times10^{8}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ ง.5 กราฟแสดงพฤติกรรม creep ของมะม่วงแรดกวนชุดควบคุม เติมเพกตินร้อยละ 1 2 และ 3 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

ค่าตัวแปรทางวิสโคอิลาสติกของมะม่วงแรดกวน แสดงดังตารางที่ ง.11 และความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มปริมาณเพกตินกับค่าตัวแปรต่างๆ ของแบบจำลองแสดงดังตารางที่ ง.12

ตารางที่ ง.5 แสดงค่าตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลอง 6 องค์ประกอบของมะม่วงแรดกวนที่มีปริมาณเพกตินร้อยละ 1 2 3 โดยน้ำหนัก และชุดควบคุม

ปริมาณเพกติน	ค่าตัวแปรทางสมบัติวิสโคอิลาสติก (viscoelastic parameter)			
	J_0 (μPa^{-1})	E_0 (MPa)	η_0 (GP)	J_{PD} (μPa^{-1})
ชุดควบคุม	$5.87^{a} \pm 0.02$	$0.17^{d} \pm 0.00$	$1.26^{b} \pm 0.06$	$9.53^{b} \pm 0.32$
ร้อยละ 1 (w/w)	$5.84^{a} \pm 0.04$	$0.17^{a} \pm 0.00$	$1.51^{a} \pm 0.15$	$7.41^{c} \pm 0.36$
ร้อยละ 2 (w/w)	$3.15^{b} \pm 0.03$	$0.32^{c} \pm 0.00$	$0.94^{c} \pm 0.06$	$10.80^{a} \pm 058$
ร้อยละ 3(w/w)	$1.94^{c} \pm 0.09$	$0.52^{b} \pm 0.02$	$0.90^{c} \pm 0.01$	$8.04^{c} \pm 0.35$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ง.6 ความสัมพันธ์ของปริมาณเพกตินและค่าตัวแปรทางวิสโคอิลาสติกมะม่วงแรดกวน

y	สมการ regression	ค่า R^2
J_0 (Pa^{-1})	$J_0 = -1.45\times10^{-6}$*เพกติน + 6.37×10^{-6}	$R^2 = 0.890$
E_0 (Pa)	$E_0 = 1.19\times10^{5}$*เพกติน + 1.16×10^{5}	$R^2 = 0.87$
η_0 (P)	$\eta_0 = -1.65\times10^{8}$*เพกติน + 1.40×10^{9}	$R^2 = 0.55$
J_{PD} (Pa^{-1})	$J_{PD} = -1.09\times10^{-7}$*เพกติน + 9.11×10^{-6}	$R^2 = 0.01$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

รายงานข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา เดือน ธันวาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รายงานข้อมูลอุตุนิยมวิทยาประจำเดือน ธันวาคม 2545 (2002)

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

สูงจากระดับน้ำทะเล 312.0 เมตร

วันที่	ความกดอากาศ			อุณหภูมิ (°ซ)			ความชื้น (%)			ฝน	น้ำระเหย	แสงแดด	ลมเฉลี่ย		หมายเหตุ
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	(มม)	(มม)	(ชม.)	ทิศ	กำลัง	
1	1013.1	1007.9	1010.9	30.7	21.6	25.4	96	59	83	0.0	2.70	8.8	190	3.0	
2	1014.1	1009.6	1011.8	30.3	20.7	24.7	97	63	84	0.0	3.10	6.9	360	1.0	จำนวนวันที่มี
3	1014.9	1009.3	1012.5	30.7	20.8	25.1	97	60	81	0.0	2.22	8.6	020	3.0	ฝนตก วัน
4	1015.0	1008.9	1012.2	31.5	21.4	25.3	96	63	82	0.0	4.48	8.6	270	3.0	
5	1014.0	1009.6	1012.0	31.6	21.4	25.5	94	61	81	0.0	4.65	7.6	280	2.0	กำลังลมหน่วย
6	1014.4	1009.3	1012.0	30.5	21.4	25.3	95	65	84	0.0	2.17	7.2	360	1.0	เป็น กม./ชม.
7	1014.3	1009.3	1011.9	31.5	21.3	25.4	97	61	82	0.0	2.98	8.1	020	2.0	
8	1014.9	1009.2	1012.4	31.6	20.8	25.3	96	57	82	0.0	2.82	8.7	340	2.0	
9	1016.5	1011.2	1014.3	29.1	20.8	23.7	97	70	88	61.9	-	6.8	210	8.0	
10	1016.9	1012.3	1014.8	25.5	20.6	22.8	98	81	91	T	1.43	0.0	240	6.0	
11	1018.0	1013.8	1016.0	27.3	21.8	23.8	98	68	86	0.1	0.87	5.2	200	6.0	
12	1020.0	1015.1	1017.7	28.8	20.2	24.1	99	62	84	0.0	4.30	7.6	130	2.0	
13	1019.9	1015.5	1018.1	28.6	21.4	24.4	94	61	81	0.0	3.32	7.2	10	3.0	
14	1019.6	1013.8	1017.1	28.5	19.9	23.4	98	64	83	0.0	2.33	8.4	180	3.0	
15	1018.7	1012.9	1016.1	28.0	18.5	22.8	98	61	83	0.0	3.98	8.7	180	3.0	
16	1018.1	1011.7	1014.9	28.3	18.3	22.6	98	62	86	0.0	3.22	6.7	220	2.0	
17	1016.1	1010.4	1013.2	29.1	19.0	22.9	98	56	85	0.0	2.15	7.1	210	4.0	
18	1014.8	1008.1	1011.7	29.2	18.1	22.3	99	52	82	0.0	3.37	7.4	280	4.0	
19	1013.8	1007.5	1010.9	28.7	15.4	20.8	97	35	77	0.0	2.81	8.7	0	0.0	
20	1013.1	1006.5	1010.1	27.6	14.1	19.6	98	54	79	0.0	3.36	8.5	250	2.0	
21	1014.1	1008.2	1011.2	28.8	13.7	19.5	98	32	74	0.0	2.89	8.8	360	1.0	
22	1015.3	1009.7	1012.7	28.1	13.1	19.2	95	37	74	0.0	3.79	8.7	360	2.0	
23	1017.2	1010.4	1013.7	27.5	12.7	19.0	95	51	78	0.0	2.14	7.6	0	0.0	
24	1016.2	1011.5	1013.6	26.8	17.7	20.8	96	62	82	0.0	2.28	1.1	010	1.0	
25	1014.8	1007.9	1011.9	28.8	17.5	21.9	98	64	85	53.6	-	5.5	200	5.0	
26	1013.1	1007.9	1010.5	27.7	18.5	22.1	99	57	86	0.7	2.19	5.7	010	6.0	
27	1014.5	1008.0	1011.3	26.6	15.9	20.9	95	60	83	0.0	3.32	8.2	200	4.0	
28	1014.2	1008.6	1011.7	26.2	19.1	22.1	96	66	82	0.0	2.48	6.7	170	7.0	
29	1015.9	1011.0	1013.4	24.9	18.8	21.6	96	74	86	0.0	1.45	1.8	230	3.0	
30	1016.1	1009.9	1013.3	28.1	18.5	22.2	98	61	87	0.0	1.90	5.9	130	2.0	
31	1015.1	1009.5	1012.7	27.8	18.6	22.8	95	66	85	0.0	2.23	6.9	180	3.0	
รวม	31486.6	31314.4	31406.8	888.4	581.6	707.2	3001.0	1845.0	2565.3	116.3	80.9	213.7		94.0	
เฉลี่ย	1015.7	1010.1	1013.1	28.7	18.8	22.8	96.8	59.5	82.8	3.75	2.8	6.9		3.0	

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

รายงานข้อมูลอุตุนิยมวิทยาประจำเดือน มกราคม พ.ศ.2546 (ค.ศ.2003)

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาลาดหนือ

สูงจากระดับน้ำทะเล 312.0 เมตร

วันที่	ความกดอากาศ			อุณหภูมิ (ซ)			ความชื้น (%)			ฝน	น้ำระเหย	แสงแดด	ลมเฉลี่ย		หมายเหตุ
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	(มม)	(มม)	(ชม.)	ทิศ	กำลัง	
1	1014.6	1011.7	1013.21	24.3	20.1	22.1	99	84	93	5.4	0.80	0.8	360	2	
2	1016.2	1013.5	1014.65	24.7	21.5	22.9	99	84	93	0.8	0.71	0.2	250	4	กำลังลมเป็น
3	1018.0	1012.5	1015.51	30.3	20.2	24.1	96	61	82	T	3.81	7.2	020	5	กม./ชม.
4	1017.4	1011.6	1014.71	27.8	20.8	23.7	99	65	85	0.0	2.64	6.3	240	5	
5	1016.1	1013.4	1014.57	22.3	20.5	21.3	99	86	93	11.4	1.56	0.0	200	6	
6	1016.7	1011.8	1014.58	28.8	19.0	22.8	98	60	85	0.0	1.71	7.1	050	3	จำนวนวันที่มี
7	1017.8	1012.1	1015.40	27.6	18.4	22.4	97	59	82	0.0	3.20	7.4	230	5	ฝนตก 4 วัน
8	1017.3	1011.8	1014.54	27.7	19.1	22.7	95	57	82	0.0	3.27	7.2	190	2	
9	1017.6	1011.8	1014.70	29.1	17.0	22.0	97	52	81	0.0	1.95	8.7	010	1	
10	1017.3	1011.6	1014.86	28.1	17.4	22.0	97	50	79	0.0	3.13	8.5	270	1	
11	1017.8	1012.6	1015.40	27.2	17.0	21.8	96	50	78	0.0	4.42	8.6	230	5	
12	1018.8	1013.5	1016.10	27.1	16.4	21.2	96	51	78	0.0	2.78	8.6	220	4	
13	1017.5	1012.6	1015.53	27.4	15.6	20.6	96	51	80	0.0	3.70	8.7	270	3	
14	1018.5	1012.2	1015.34	27.4	15.5	20.7	97	54	81	0.0	1.56	8.7	270	2	
15	1018.6	1013.6	1016.04	27.9	16.3	21.2	95	51	79	0.0	3.37	8.6	280	2	
16	1019.0	1014.3	1016.61	27.0	16.2	20.9	98	54	80	0.0	2.98	7.2	สงบ	0	
17	1020.1	1014.4	1017.28	26.8	14.4	19.9	98	56	83	0.0	2.60	7.4	280	2	
18	1020.7	1014.5	1017.80	27.6	14.8	20.2	97	54	82	0.0	3.17	8.8	สงบ	0	
19	1019.4	1012.7	1016.34	28.4	15.0	21.1	98	50	81	0.0	2.17	8.7	280	1	
20	1016.8	1010.5	1014.06	28.7	15.0	20.3	98	45	79	0.0	2.91	8.7	สงบ	0	
21	1015.1	1008.7	1012.34	27.4	14.8	20.0	97	45	78	0.0	2.50	8.6	200	1	
22	1014.0	1007.8	1011.19	27.2	13.3	19.4	97	42	75	0.0	3.89	8.7	190	1	
23	1013.4	1007.0	1010.35	26.5	13.8	19.2	97	42	74	0.0	3.94	8.7	150	1	
24	1012.1	1006.8	1009.32	27.5	13.0	19.0	95	44	76	0.0	1.96	8.6	160	1	
25	1014.0	1007.8	1011.05	28.4	13.5	19.2	97	35	76	0.0	4.05	8.7	130	1	
26	1014.7	1008.7	1011.83	28.4	12.5	19.1	98	35	73	0.0	3.22	8.9	160	1	
27	1017.2	1009.8	1013.30	29.3	13.0	19.9	97	39	74	0.0	3.21	9.0	220	1	
28	1017.9	1011.6	1014.43	29.0	14.4	20.9	96	49	78	0.0	3.62	8.9	180	1	
29	1017.2	1011.1	1014.03	28.7	17.4	22.0	97	48	78	0.0	1.78	8.5	180	2	
30	1017.1	1011.0	1014.24	28.8	17.3	21.9	97	46	78	0.0	2.37	8.1	220	2	
31	1017.6	1011.2	1014.53	29.7	16.0	21.8	99	42	76	0.0	4.92	8.7	280	3	
รวม	31526.5	31354.2	31443.84	857.1	509.2	656.3	3012	1641	2491	17.6	87.90	232.8	-	-	
เฉลี่ย	1017.0	1011.4	1014.3	27.6	16.4	21.2	97.2	52.9	80.4	0.6	2.8	7.5		2.2	

ฝ่ายสารสนเทศอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาลาดหนือ

โทร 0-5320-9802

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายงานข้อมูลอุตุนิยมวิทยาประจำเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2546 (ค.ศ.2003)

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ — สูงจากระดับน้ำทะเล 312.0 เมตร

วันที่	ความกดอากาศ			อุณหภูมิ (ซ)			ความชื้น (%)			ฝน	น้ำระเหย	แสงแดด	ลมเฉลี่ย		หมายเหตุ
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	(มม)	(มม)	(ชม.)	ทิศ	กำลัง	
1	1017.9	1012.1	1015.38	31.3	15.0	21.9	95	40	73	0.0	2.94	9.0	000	0	
2	1018.2	1011.1	1015.26	32.1	15.4	22.5	96	45	75	0.0	4.10	9.0	190	1	กำลังลมเป็น
3	1016.7	1010.0	1013.77	32.0	16.7	23.2	98	42	76	0.0	3.96	8.9	210	1	กม./ชม.
4	1017.4	1012.3	1014.80	29.9	17.6	23.3	96	52	76	0.0	3.31	8.8	180	3	
5	1018.4	1013.2	1015.77	28.2	20.0	23.3	92	52	75	0.0	4.14	7.1	170	6	
6	1018.7	1013.5	1015.88	23.8	16.7	21.3	86	62	75	0.0	2.24	0.2	210	6	จำนวนวันที่มี
7	1015.8	1009.0	1013.09	28.3	15.0	20.1	97	50	78	0.0	3.33	8.7	200	5	ฝนตก 0 วัน
8	1014.4	1008.4	1011.46	29.1	15.4	21.3	97	41	74	0.0	2.62	9.1	190	3	
9	1015.2	1007.9	1011.57	30.6	15.4	22.0	96	37	70	0.0	4.91	9.1	350	2	
10	1015.4	1008.8	1012.17	30.0	15.0	21.6	93	42	73	0.0	3.27	9.0	280	1	
11	1014.4	1008.1	1011.58	33.6	17.1	24.1	95	43	72	0.0	3.42	9.0	360	1	
12	1013.8	1006.6	1010.43	32.4	18.8	25.4	94	50	72	0.0	4.76	9.1	180	4	
13	1013.3	1006.5	1010.04	33.0	19.3	25.4	95	46	71	0.0	1.67	9.8	190	6	
14	1014.6	1007.4	1011.17	32.4	18.5	24.8	92	45	72	0.0	5.56	9.5	160	3	
15	1014.9	1008.0	1011.68	33.4	18.2	24.6	96	46	72	0.0	3.74	10.1	350	3	
16	1014.9	1007.7	1011.77	32.4	15.7	23.2	94	31	64	0.0	3.90	10.4	040	2	
17	1015.1	1008.3	1012.04	31.9	14.8	22.2	89	27	62	0.0	4.80	10.4	220	1	
18	1015.1	1009.1	1012.24	31.6	15.0	22.6	90	35	64	0.0	3.70	10.2	330	1	
19	1015.2	1008.8	1011.80	32.9	15.6	23.0	91	26	64	0.0	5.03	10.1	0	0	
20	1013.8	1007.4	1010.97	32.8	15.9	23.3	91	32	65	0.0	3.93	10.3	200	1	
21	1014.5	1008.3	1011.50	33.6	16.7	24.0	89	26	63	0.0	4.43	10.3	230	1	
22	1013.9	1007.5	1011.18	33.9	16.4	24.2	92	33	64	0.0	4.89	10.1	220	1	
23	1014.0	1007.4	1010.84	33.5	14.7	23.5	90	25	57	0.0	4.49	10.3	180	2	
24	1013.4	1006.4	1010.21	33.8	14.7	23.7	88	31	58	0.0	5.46	10.3	190	4	
25	1012.4	1005.6	1009.50	33.6	15.4	23.8	90	33	61	0.0	5.05	10.1	210	2	
26	1013.2	1005.8	1009.43	34.3	15.8	24.2	88	28	60	0.0	4.54	10.3	150	3	
27	1014.4	1006.8	1010.66	34.0	14.2	23.5	84	30	56	0.0	4.29	10.5	020	1	
28	1014.2	1007.0	1010.67	33.9	14.3	23.4	82	25	55	0.0	6.64	10.3	060	3	
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
รวม	28423.3	28238.8	28336.9	892.3	453.3	649.5	2576	1075	1896	0.0	115.12	260.0	-	-	
เฉลี่ย	1015.1	1008.5	1012.0	31.9	16.2	23.2	92.0	38.4	67.7	0.00	4.1	9.3		2.4	

ฝ่ายสารสนเทศอุตุนิยมวิทยา
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
โทร. 0-5320-3802

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวอุทัยวรรณ ฉัตรธง
วัน เดือน ปีเกิด	2 มิถุนายน 2519
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดาราวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2536 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2540
ประสบการณ์	ปี 2541 ตำแหน่ง ซุปเปอร์ไวเซอร์ร้านแบคแคนยอน สาขาดอนเมือง กรุงเทพฯ ปี 2541 – 2544 ตำแหน่ง Senior Staff บริษัท นิเด็ค อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด สาขานิคมอุตสาหกรรมโรจนะ พระนครศรีอยุธยา ปี 2544 ฝึกงานกลุ่มงานอาหาร ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์เชียงใหม่ เชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved