

อัตราการคายระเหยและการเจริญเติบโต ภายใต้สภาพแปลงนา
ในระยะเต็มเต็มเมล็ด ของข้าวขาวดอกมะลิ 105
Evapotranspiration and growth under field conditions during
the grain filling stage of KMDL 105 rice

เกริก ปั่นเหน่งเพชร (Krirk Pannangpetch)¹

นิมิตร วรสูต (Nimitr Vorasoot)²

บทคัดย่อ

ได้ทำการวัดอัตราการคายระเหยจากแปลงนาโดยวิธี Bowen ratio energy balance พร้อมกับวัดอัตราการเจริญเติบโตพืชในช่วงการเจริญเติบโตของเมล็ด และนำผลการวัดภาคสนามไปตรวจสอบผลการประเมินอัตราการคายระเหยตามวิธีการของ FAO Penman-Monteith และ Priestley and Taylor และผลการประเมินการเจริญเติบโตข้าวโดยการใช้หลักการของ radiation use efficiency ผลการตรวจสอบชี้ว่าสามารถใช้วิธีการของ FAO Penman-Monteith ในการประเมินอัตราการคายระเหยได้ เช่นเดียวกันกับการใช้วิธีการของ Priestley-Taylor สำหรับการประเมินการเจริญเติบโตข้าวพบว่าวิธีการที่ใช้ประเมินค่าการเจริญเติบโตข้าวต่ำกว่าค่าที่เป็นจริง แต่วิธีการดังกล่าวมีความไวที่สามารถประเมินการฟื้นตัวของข้าวหลังการขาดน้ำได้

Abstract

Experiments were conducted to measure the evapotranspiration rate of paddy using Bowen Ratio Energy Balance and growth of rice during the grain filling stage. The measured data was used to validate the estimates of evapotranspirational rate by the FAO Penman-Monteith and Priestley and Taylor equations, and the estimates of rice growth using the Radiation Use Efficiency approach. The results showed good agreement between measured and estimated evapotranspirational rates obtained from both FAO Penman-Monteith and Priestley-Taylor equations. Although growth of rice was slightly underestimated, the approach was sufficiently sensitive and capable of revealing the recovery of rice from water stress.

คำสำคัญ: การคายระเหย การเจริญเติบโต ข้าว

Keywords: evapotranspiration, growth, rice

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

การผลิตข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่เป็นการผลิตโดยอาศัยน้ำฝน มีความเสี่ยงสูง อันเนื่องมาจากความแปรปรวนของฝนทั้งในแง่ของ ปริมาณและการกระจายตัว (Patanothai, 1997) เมื่อ ประกอบกับความหลากหลายของดินและลักษณะ สันฐานของพื้นที่จึงเป็นระบบการผลิตที่ซับซ้อน กระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและสังเคราะห์แนวทางเพิ่ม ประสิทธิภาพการผลิตจึงต้องประมวลข้อมูลเป็นจำนวนมาก หลากหลายมิติ ปัจจุบันได้มีการนำแบบจำลองการ เจริญเติบโตของพืช (Crop model) และเทคโนโลยี สารสนเทศ (GIS) มาใช้เป็นเครื่องมือช่วย เพื่อให้ สามารถวิเคราะห์ศักยภาพการผลิตของพื้นที่ วิเคราะห์ หาปัญหาหลัก ประเมินความเสี่ยง ทดสอบสมมุติฐาน แนวทางการแก้ไขปัญหา ตลอดจนกำหนดเขตการผลิต ได้อย่างเป็นระบบ

ในการใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช สำหรับการปลูกข้าวในสภาพนาข้าวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำเป็นต้องใช้แบบจำลองที่สามารถวิเคราะห์ การเจริญเติบโตของข้าวได้ในภาวะที่มีข้อจำกัดของน้ำ แบบจำลองที่มีขีดความสามารถดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็น แบบจำลองที่มีรายละเอียดสูง อย่างเช่น Campbell (1991); Goudriaan (1977); Thornley (1998); Feddes และคณะ (1978); Ritchie (1998); หรือแบบ เรียบง่าย อย่างเช่น Keulen and Wolf (1986); Sinclair และคณะ (1987); Stroosnijder (1982) และวิธีการ ของ FAO (Allen และคณะ 1998) ต่างต้องอาศัยข้อมูล พื้นฐานความสัมพันธ์ของความชื้นดิน อัตราการคายน้ำ ของพืช และอัตราการเจริญเติบโตของพืชทั้งสิ้น ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวจะแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะของสรีระและสันฐานของพืช หากข้อมูลที่ใช้ เป็นตัวป้อนในแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อน ผลที่ได้ จากการประเมินโดยใช้แบบจำลองก็จะผิดพลาดด้วย

จากการศึกษาโดยใช้ lysimeter (เกริก และ นิมิตร 2546) พบว่าความสัมพันธ์ของอัตราการคายระ เหยน้ำสัมพันธ์กับความชื้นดินที่วัดในรูปของ pF สามารถ

บรรยายได้โดยสมการเส้นตรง แต่ค่าประสิทธิภาพการ ใช้น้ำไม่คงที่ โดยค่าประสิทธิภาพลดลงในภาวะที่พืชขาด น้ำ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องหาความสัมพันธ์ระหว่าง การคายน้ำต่อการคายน้ำและการสังเคราะห์แสงพืชแยก จากกัน การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ วัดหาอัตราการ คายระเหย และการเจริญเติบโตของข้าวที่ปลูกภายใต้ สภาพแปลงที่ความชื้นดินไม่คงที่ และใช้ข้อมูลดังกล่าว ในการทดสอบวิธีการที่ใช้ในการประเมินอัตราการคาย น้ำและการเจริญเติบโตพืชภายใต้สภาพแปลงนา

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่แปลงสถานีทดลองข้าว จังหวัดขอนแก่น ได้เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 10 ซม. โดยใช้ core ขนาด 100 ลบ.ซม. จำนวน 16 ตัวอย่าง เพื่อวัดคุณสมบัติทางกายภาพของดินคือ เนื้อดินโดยวิธี pipette ความหนาแน่นดินโดยวิธี core method ความ หนาแน่นอนุภาคโดยใช้ pycnometer ในการหาปริมาตร อนุภาค และความชื้นดินที่ pF เท่ากับ 1, 2, 2.7, 3, และ 4 โดยวิธี hanging column และ pressure plate ผลที่ได้จากการวัดได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ได้เริ่มทำการวัดอัตราการคายระเหย ในวันที่ 16 ตุลาคม 2546 ซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้นของการเต็มเมล็ด และเริ่มเก็บตัวอย่างพืชครั้งแรกในวันที่ 26 ตุลาคม 2546 ไปจนถึงวันที่ 14 พฤศจิกายนเมื่อพืชแก่ตัว

การวัดอัตราการคายระเหยภาคสนาม

ทำการวัดอัตราการคายระเหยตามวิธีการ Bowen ratio energy balance โดยกำหนดการทำงานของ ระบบและการเก็บข้อมูลไว้ดังนี้ วัดความต่างของ อุณหภูมิอากาศ ΔT ที่ความสูง 10 และ 110 ซม. จาก ยอดพืชโดยการใช้ thermocouple type E (chromel-constantan) ส่วนความต่างความดันไอน้ำ Δe ในอากาศ ที่ตำแหน่งดังกล่าววัดโดย aspirated psychrometer ซึ่งอุณหภูมิของ wet และ dry bulb วัดโดยการใช้ thermocouple type E เช่นเดียวกัน ในการวัดนี้ได้ใช้

aspirated psychrometer เพียงชุดเดียวเพื่อขจัด systematic sensor errors แต่ใช้พัดลมดูดอากาศจากตำแหน่งทั้ง 2 และเป่าผ่าน psychrometer สลับกัน ตำแหน่งละ 2 นาทีหมุนเวียนตลอด 24 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 2 นาทีนั้น 40 วินาทีแรกเป็นช่วงที่ปล่อยให้ระบบปรับตัว จึงยังไม่ทำการเก็บข้อมูล หลังจากนั้นจะเก็บค่าอุณหภูมิของ wet และ dry bulb ทุก ๆ วินาทีไปจนครบ 80 วินาที ก่อนที่จะทำการสลับการ sample อากาศจากอีกตำแหน่งหนึ่ง เมื่อครบ 10 รอบของการวัด (20 นาที) จึงหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและและความดันไอน้ำที่ตำแหน่งทั้ง 2 ดังนั้นในแต่ละวันจะมีค่าเฉลี่ยราย 20 นาทีของแต่ละค่ารวม 72 ค่าต่อวัน ตรวจวัดและบันทึกค่าพลังงานรังสีสุทธิทุกวินาที และเมื่อครบ 20 นาทีจะนำค่าที่วัดทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยราย 20 นาที ดังนั้นในแต่ละวันจะมีค่าเฉลี่ยราย 20 นาที 72 ค่า ในการตรวจวัดค่าพลังงานรังสีสุทธิ R_n ไม่ได้มีการปรับแก้ความเบี่ยงเบนอันเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมแต่ใช้การปรับแก้แบบเฉลี่ย วัดอัตราการถ่ายเทพลังงานความร้อนที่ความลึก 5 ซม. จากผิวดิน ทุกวินาที โดยใช้ soil heat flux plate และเมื่อครบ 20 นาทีจะนำค่าที่วัดทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยราย 20 นาที เช่นเดียวกันกับการวัดค่าพลังงานรังสีสุทธิ การวัดค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวดินที่ความลึก 5 ซม. ใช้ thermocouple type T (copper constantan) วัด 4 ตำแหน่ง และเชื่อมต่อสาย thermocouple ทั้ง 4 เข้าด้วยกันแบบขนาน ในช่วง 20 นาทีนั้น จะทำการวัดอุณหภูมิผิวดินทุก ๆ วินาทีเฉพาะช่วง 5 นาทีสุดท้ายเท่านั้น จากนั้นนำค่าดังกล่าวไปหาเป็นค่าเฉลี่ยและนำไปประเมินหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวดินราย 20 นาที ทำการวัดค่าความชื้นดินในช่วงความลึก 0-12 ซม. จากผิวดิน อาทิตย์ละ 3 ครั้ง เป็นการวัดโดยใช้คนวัดโดยใช้ time domain reflectometer พร้อมไปกับวัดระดับน้ำเหนือผิวดิน จากนั้นนำค่าที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามมาคำนวณหาอัตราการคายระเหย E ตามสมการของ energy balance

$$\lambda E = \frac{R_n - G}{1 + \beta} \quad \text{และ} \quad \beta = \gamma \frac{\Delta T}{\Delta e}$$

ซึ่ง λ คือค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนแฝงของการระเหย β Bowen ratio γ ค่า psychrometric constant และ G ซึ่งเป็นผลรวมของค่าการเปลี่ยนแปลงของพลังงานที่สะสมในน้ำเหนือผิวดิน พลังงานที่สะสมในดินที่ระดับความลึก 0-5 ซม. และอัตราการถ่ายเทพลังงานความร้อนออกจากชั้นดินที่ความลึก 5 ซม. ความจุพลังงานความร้อน heat capacity ของดินจะขึ้นกับความชื้นดินในขณะนั้น ๆ และค่าความจุพลังงานความร้อนของดินแห้ง ซึ่งกำหนดให้มีค่าเป็น $840 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ R_n คือพลังงานรังสีสุทธิ ΔT คือความต่างของอุณหภูมิอากาศ และ Δe คือความต่างความดันไอน้ำในอากาศ ข้อมูลดิบของอัตราการคายระเหยจะปะปนด้วยความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถเป็นไปได้อย่างทฤษฎี ซึ่งเกิดจากการขยายตัวของความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากการรวมตัวของความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นในบางภาวะ กรณีดังกล่าวจะเกิดในช่วงกลางคืน ที่ค่าของ $R_n - G$ จะต่ำทำให้ค่าของ β เข้าใกล้ -1 และในช่วงที่พระอาทิตย์จะเริ่มตกซึ่งทิศทางของการถ่ายเทความร้อนจะเปลี่ยนจากพื้นสู่อากาศไปเป็นตรงกันข้ามและการเคลื่อนที่ของอากาศบริเวณเหนือพืชสามารถ oscillation ได้มาก อย่างไรก็ตามความถี่ของการเกิดความคลาดเคลื่อนดังกล่าวค่อนข้างต่ำและมักจะเกิดภายใต้ภาวะที่มีอัตราการคายระเหยต่ำ ดังนั้นข้อมูลที่ให้ผลลัพธ์ที่ไม่สามารถเป็นไปได้ในเชิงทฤษฎีจึงถูกกรองออก เงื่อนไขที่ใช้ในการตรวจสอบและกรองข้อมูลสรุปสั้น ๆ ได้ดังนี้

1. เมื่อ $R_n - G \sim 0$, ค่า $\beta < -1.25$ หรือ $\beta > -0.75$ เท่านั้น
2. เมื่อ $R_n - G \neq 0$
 - 2.1. เมื่อ $R_n - G > 0$ และ $H \geq 0$
และหาก $R_n - G > H$ เสมอ, $\beta > 0$
 - 2.2. เมื่อ $R_n - G > 0$ และ $H < 0$, $-1 < \beta < 0$
 - 2.3. เมื่อ $R_n - G < 0$ และ $H > 0$, $-1 < \beta < 0$
 - 2.4. เมื่อ $R_n - G < 0$ และ $H \leq 0$, $\beta > 0$ หรือ $\beta < -1$

การประเมินอัตราการคายระเหย

สมการที่ใช้ประเมินการคายระเหยน้ำ ET โดยวิธี FAO Penman-Monteith และ Priestley-Taylor (Allen et al. 1998) ในการประเมินอัตราการคายระเหยโดยใช้สมการทั้งสอง ได้ใช้ข้อมูลฟ้าอากาศพื้นฐานที่บันทึกไว้โดยสถานีทดลองพืชไร่ จังหวัดขอนแก่น และแปลงทดลอง ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ข้อมูลที่บันทึกไว้ประกอบด้วยพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดรายวัน ความชื้นอากาศ ความเร็วลม และปริมาณฝน การคำนวณค่า R_n เป็นไปตามวิธีการของ FAO และอนุโลมให้ G มีค่าเป็น 0 ส่วน ค่าสัมประสิทธิ์ของ Priestley-Taylor กำหนดให้มีค่า 1.26 ความสูงต้นข้าว h เท่ากับ 1.2 ม. สำหรับค่าดัชนีพื้นที่ใบได้ใช้ค่าที่ได้จากการวัดการเจริญเติบโตพืช ค่าความต้านทานใบได้กำหนดให้มีค่า 150 m s^{-1} ในวันที่เริ่มทำการประเมินและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็น 500 m s^{-1} เมื่อเก็บเกี่ยว

การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว

ทำการเก็บตัวอย่างข้าวส่วนเหนือดินในแปลงนา บริเวณที่ได้ทำการวัดอัตราการคายระเหย โดยเก็บตัวอย่างทุกๆ สัปดาห์ เริ่มจากวันที่ 26 ตุลาคม ไปจนถึง 19 พฤศจิกายน แต่ละครั้งทำการเก็บ 3 ซ้ำพื้นที่ๆ ใช้เก็บตัวอย่างรวมทั้งหมด 3 ตร.ม. จากนั้นจึงนำตัวอย่างมาแยกส่วนเป็น ใบ กาบใบ และรวง แล้วนำไปอบเพื่อหาน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วน

การประเมินการเจริญเติบโตพืช

สมการที่ใช้ในการประเมินอัตราการเจริญเติบโตพืช $\Delta w/\Delta t$ ได้สร้างตามแนวคิดของ Monteith (1977) ซึ่งสามารถสรุปเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\frac{\Delta w}{\Delta t} = f(d, L, \theta) \epsilon_{RU} (1 - e^{-kL}) PAR$$

PAR คือ Photosynthetically Active Radiation ซึ่งมีค่า $\sim 1/2$ ของค่าพลังงานรังสีดวงอาทิตย์รายวัน $\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ϵ_{RU} คือสัมประสิทธิ์การใช้แสงในการสร้างมวลชีวของพืช k คือสัมประสิทธิ์การรับแสงของใบ L คือดัชนีพื้นที่ใบ และ $f(d, L, \theta)$ คือฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของพืชและอิทธิพลจากสภาวะพืชและสภาพแวดล้อมอื่นๆ ฟังก์ชันดังกล่าวได้กำหนดไว้ในรูปของความต้านทานสัมพัทธ์ดังนี้

$$f(d, L, \theta_s) = \frac{r_a + r_l^{op}}{r_a + r_l}$$

ซึ่ง r_l^{op} คือค่าความต้านทานใบในภาวะที่พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้เต็มตามศักยภาพ และ r_l คือค่าความต้านทานใบภายใต้สภาวะพืชและสภาพแวดล้อมในขณะนั้นๆ และ r_a คือความต้านทานเชิง aerodynamic ต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซ

การประเมินการเจริญเติบโตของรวงข้าวหอมมะลิในช่วงการเต็มเต็มเมล็ดโดยสมการดังกล่าวได้ใช้ข้อมูลพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ และความเร็วลม ที่ได้บันทึกไว้โดยสถานีทดลองพืชไร่ จังหวัดขอนแก่น และแปลงทดลอง ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นซึ่งมีรายละเอียดดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว ส่วนค่าของ h L และ r_l ใช้ค่าเดียวกันกับค่าที่ได้ใช้ในการประเมินอัตราการคายระเหย โดยกำหนดให้ r_l^{op} มีค่า 150 m s^{-1} ในวันที่เริ่มทำการประเมิน ส่วนค่าของ $K = 0.7$ (เกริก ยังไม่ตีพิมพ์ และ Bouman et al. 2001) และค่าของ $\epsilon_{RU} = 0.3$ (Sheehy, 2000 และ ประภา 2546)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

อัตราการคายระเหยภาคสนาม

อัตราการคายระเหยที่ได้รับการกรองข้อมูลโดยใช้เงื่อนไขดังกล่าวได้แสดงในภาพที่ 1 อัตราการคายระเหยสูงสุดเกิดขึ้นในช่วงเที่ยงวัน และอัตราการคายระเหยในช่วงเช้าจะมีความแปรปรวนน้อยกว่าช่วงบ่าย การกลั่นตัวของไอน้ำอาจเกิดขึ้นได้บ้างเล็กน้อยในช่วงกลางคืน

เมื่อนำอัตราการคายระเหยรายชั่วโมงมาบูรณาการเป็นปริมาณการคายระเหยรายวัน ดังแสดงในภาพที่ 2 อัตราการคายระเหยน้ำจะสูงในช่วงแรกโดยมีค่าการคายระเหยประมาณ $5 \text{ mm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ และลดลงอย่างต่อเนื่อง แทบจะเป็นเส้นตรงจนถึงวันที่ 2 พฤศจิกายน ซึ่งความชื้นดินลดลงเหลือ 15% โดยปริมาตรและค่าชลศักย์ในดินต่ำกว่า 1 MPa ในวันต่อมาเมื่อมีการให้น้ำจนระดับน้ำสูงเหนือผิวดินประมาณ 5 ซม. พบว่าอัตราการคายน้ำเพิ่มสูงขึ้นบ้าง แต่โดยรวมแล้วการให้น้ำดังกล่าวทำให้ข้าวสามารถรักษาสถานะที่เป็นอยู่ได้เท่านั้น แต่อัตราการคายระเหยไม่สามารถฟื้นกลับได้สมบูรณ์เหมือนเดิม ดังที่ได้พบในการทดลองโดยการใช้ lysimeter (เกริก และ นิมิตร 2546) ข้อมูลการคายระเหยที่ได้จากการวัดในนาชาวนี้จะใช้เป็นข้อมูลทำการตรวจสอบการประเมินผลการคายน้ำโดยวิธีการของ FAO Penman-Monteith และของ Priestly and Taylor

ผลการประเมินอัตราการคายระเหย

ผลการประเมินอัตราการคายระเหยรายวันโดยสมการ FAO Penman-Monteith ได้แสดงไว้ใน ภาพที่ 3ก พร้อมกับผลที่ได้จากการวัดภาคสนาม และข้าวสมการ FAO Penman-Monteith สามารถประเมินการคายระเหยน้ำภายใต้สภาพที่มีการแปรเปลี่ยนทั้งในแง่ของพืชและสภาพแวดล้อมได้ดี จะสังเกตได้ว่าในช่วงเริ่มแรกของการวัดนั้น อัตราการคายระเหยจะถูกกำหนดโดยอิทธิพลจากรังสีสุทธิ (ภาพที่ 3ข) แต่เมื่อผ่านเข้าสู่สัปดาห์ที่ 2 เมื่ออัตราการคายระเหยลดลง อิทธิพลจากรังสีสุทธิจะมีระดับใกล้เคียงกับความดันไอน้ำของอากาศและเป็นเช่นนั้นไปจนสิ้นสุดการทดลองแม้ว่าจะมีการให้น้ำอีกก็ตาม

เมื่อตรวจสอบความสามารถของสมการ FAO Penman-Monteith และ Priestley-Taylor พบว่าค่าที่ได้จากการประเมินมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับค่าจากการวัด (ภาพที่ 4ก และ 4ข) โดยมีค่า coefficient of determination เท่ากับ 0.69 และ 0.64 ตามลำดับและอาจสรุปได้ว่าสามารถใช้สมการทั้ง 2 ในการ

ประเมินอัตราการคายระเหยได้ดี อย่างไรก็ตามความสามารถของสมการ Priestly and Taylor นั้นควรได้รับการตรวจสอบภายใต้สภาพที่ดินมีความชื้นสูง และเมื่อพืชมีอายุน้อยซึ่งใบส่วนใหญ่จะยัง active

เนื่องจากค่าพลังงานรังสีสุทธิเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมที่สำคัญต่ออัตราการคายน้ำจึงทำการตรวจสอบผลการประเมินค่าพลังงานรังสีสุทธิตามวิธีการของ FAO และพบว่าค่าประเมินมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าที่ได้จากการวัด (ภาพที่ 5) ถึงแม้ว่าค่า coefficient of determination ยังค่อนข้างต่ำ

การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว

ผลการวัดการเจริญเติบโต (ภาพที่ 6ก) พบว่าในช่วง 2 สัปดาห์แรก น้ำหนักทรงเพิ่มขึ้นแบบ exponential และหลังจากนั้นจะมีน้ำหนักคงที่ ต่างจากน้ำหนักของกาบใบรวมก้านรวง และ ใบ ที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง เห็นได้ชัดในกรณีของกาบใบในช่วงสัปดาห์สุดท้าย การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลทำให้น้ำหนักของส่วนเหนือดินทั้งหมดค่อนข้างคงที่ในช่วง 2 สัปดาห์แรก จากนั้นจะลดลงอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงของดรชพื้นที่พื้นที่ใบ (ภาพที่ 6ข) เป็นไปในแบบที่คล้ายคลึงกับน้ำหนักพืช โดยดรชพื้นที่พื้นที่ใบจะลดลงอย่างต่อเนื่องแบบเส้นตรงจากค่า 2.1 ที่วันที่ 24 ตุลาคม เป็น 0.8 ที่วันที่ 13 พฤศจิกายน

การประเมินการเจริญเติบโตพืช

ผลจากการประเมินเบื้องต้นชี้ว่าสมการที่ใช้กันนั้นสามารถจำลองภาวะการเจริญเติบโตของพืชในระดับที่ยอมรับได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถจำลองการตอบสนองต่อการให้น้ำได้อย่างชัดเจน ซึ่งปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้การปลูกอาศัยน้ำฝน อย่างไรก็ตามผลการทดลองชี้ว่าการประเมินการเติบโตของรวงข้าวหอมมะลิที่จังหวัดขอนแก่นยังต่ำกว่าที่เป็นจริงประมาณ 20% ความคลาดเคลื่อนนี้จะได้รับการตรวจสอบเพิ่มเติมในปี 2548

ผลการทดลองครั้งนี้ชี้ว่าสามารถใช้วิธีการของ FAO Penman-Monteith ในการประเมินอัตราการคายระเหยน้ำในสภาพแปลงนาได้ เช่นเดียวกันกับการใช้วิธีการของ Priestley-Taylor สำหรับการประเมินการเจริญเติบโตข้าวพบว่าวิธีการ radiation use efficiency approach ประเมินค่าการเจริญเติบโตข้าวต่ำกว่าค่าที่เป็นจริง แต่วิธีการดังกล่าวมีความไวที่สามารถประเมินการฟื้นตัวของข้าวหลังการขาดน้ำได้

เอกสารอ้างอิง

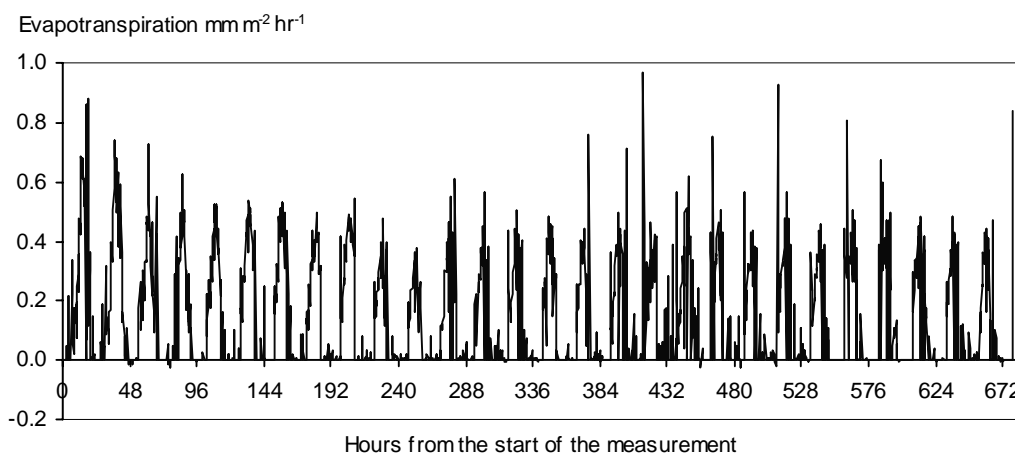
- เกริก ปั้นแห่งเพชร และ นิมิตร วรสุด. 2546 รายงานการวิจัย หมวดเงินอุดหนุนทั่วไป มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีงบประมาณ 2546 ความสัมพันธ์ของความชื้นดินต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำและอัตราการเจริญเติบโตของข้าวชาวดอกมะลิ 105 Relations of soil water, water use efficiency and growth of rice KMDL 105. ปรภภา ธารเนตร. 2546 อิทธิพลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการกระจายตัวของไนโตรเจนในพุ่มใบและการเจริญเติบโตของข้าวชาวดอกมะลิ 105 วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2545 ISBN 974-435-322-8
- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes. and M. Smith. 1998. **Crop evaporation: Guidelines for computing crop water requirement.** FAO irrigation and drainage paper, No. 56. Rome, Italy.
- Bouman B.A.M., M.J. Kropff, T.P. Tuong, M.C.S. Wopereis, H.F.M. ten Berg. and H.H. van Laar. 2001. **Oryza2000: Modelling lowland rice.** IRRI, Phillipines.
- Campbell, G.S. 1991. Simulation of water uptake by plant roots. In J. Hanks and J.T. Ritchie (eds.) **Modelling plant and soil systems,** Number 31, Agronomy Series, American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., and Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Feddes, R.A., P.J. Kowalik. and H. Zaradny. 1978. **Simulation of field water use and crop yield.** Simulation Monographs, Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Goudriaan, J. 1977. **Crop micrometeorology: A simulation study.** Simulation Monograph, Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Keulen, H. van. and J. Wolf (Eds). 1986. **Modelling of agricultural production: weather, soils and crops.** Simulation Monographs. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Monteith, J.L. 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. **Philos. Trans. R. Soc. London,** B281:277-294.
- Ritchie, J.T. 1998. Soil water balance and plant water stress. In G.Y. Tsuji, G. Hoogenboom. and P.K. Thornton (eds), **Understanding options for agricultural production.** Kluwer Academic Press, Dordrecht.
- Sheehy, J.E. 2000. Limits to yield for C3 and C4 rice: an agronomist's view. In: J.E. Sheehy, P.L. Mitchell. and B. Hardy (eds.) **Redesigning rice photosynthesis to increase yield,** IRRI, Phillipines.
- Sinclair, T.R., R.C. Michow, M.M. Ludlow, G.J. Leach, R.J. Lawn. and M.A. Foale. 1987. Field and model analysis of the effect of water deficits on carbon and nitrogen accumulation by soybean, cowpea and black gram. **Field Crops Res.,** 17, 121-140.

Stroosnijder, L. 1982. Simulation of soil water balance. In Penning de Vries. and H.H. Laar (eds.), **Simulation of plant growth and crop production**. Simulation Monographs, Pudoc, Wageningen, The Netherlands.

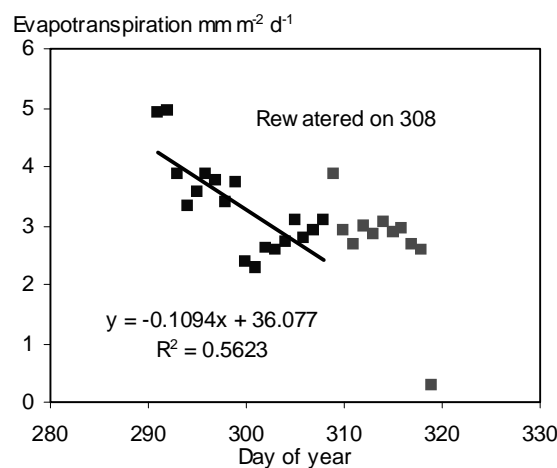
Thornley, J.H.M. 1998. **Grassland dynamics: An Ecosystem simulation model**. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพของดินที่แปลงทดลอง

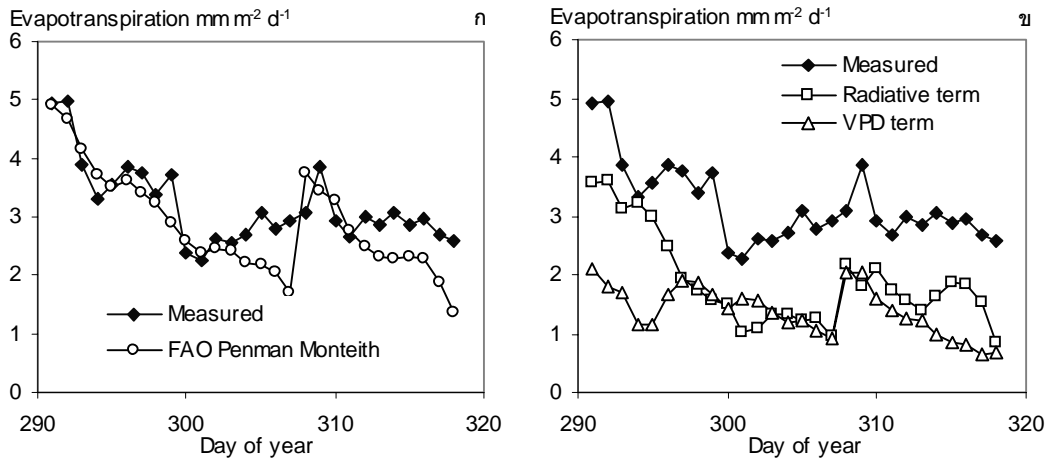
Sand	% Texture		Density g/ml	Volumetric soil water content %						
	Silk	Clay		Bulk	Particle	pF1	pF2	pF2.7	pF3	pF4
44.78	34.83	20.39	Loam	1.53	2.62	24.14	23.58	18.26	17.47	16.45



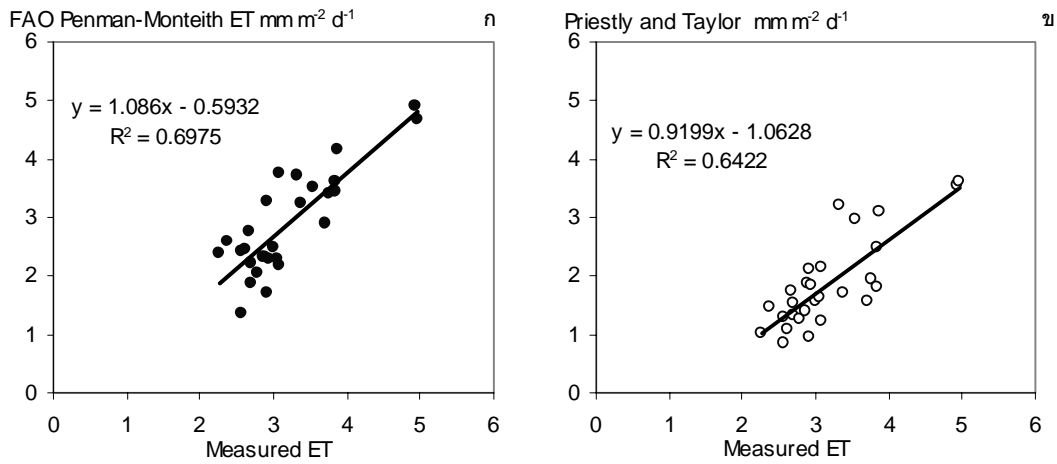
ภาพที่ 1 อัตราการคายระเหยน้ำรายชั่วโมงของข้าวชาวดอกมะลิ 105 ที่จังหวัดขอนแก่น



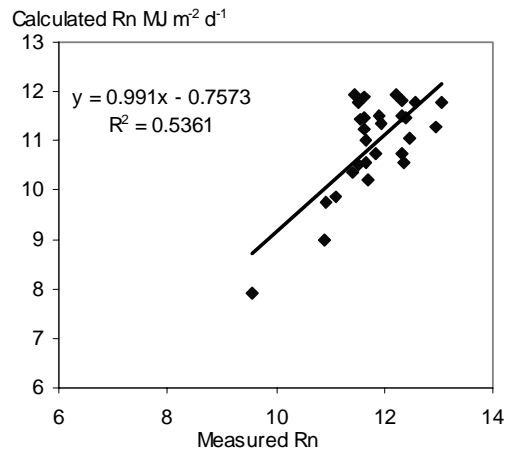
ภาพที่ 2 อัตราการคายระเหยน้ำรายวันจากวันที่ 17 ตุลาคม ถึง 14 พฤศจิกายน 2547



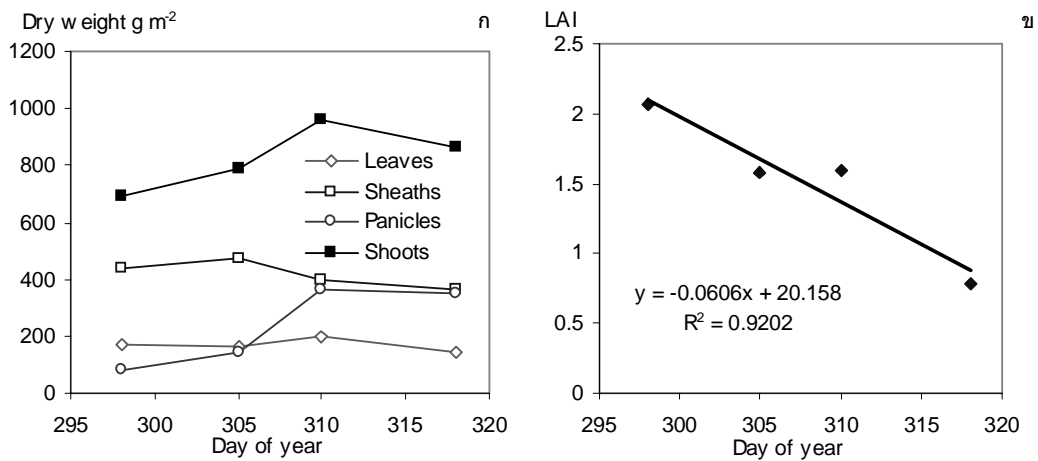
ภาพที่ 3 เปรียบเทียบอัตราการคายระเหยจากการวัดภาคสนามและค่าที่ได้จากการประเมินโดยสมการ Penman-Monteith (ก) และเปรียบเทียบอัตราการคายระเหยจากการวัดภาคสนามกับค่าประเมินอันเนื่องมาจากรังสีสุทธิและความดันไอน้ำในอากาศ (ข)



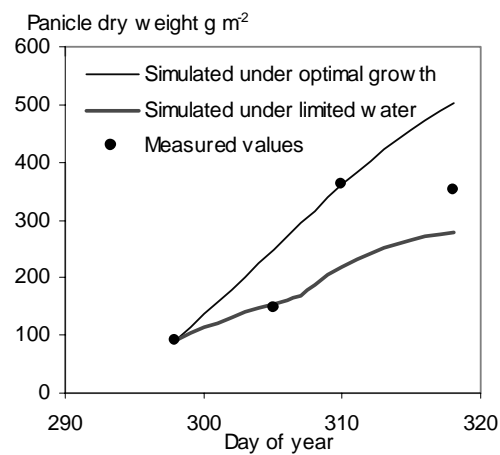
ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการคายระเหยจากการวัดและค่าประเมินโดยสมการ FAO Penman-Monteith (ก) และค่าประเมินโดยสมการ Priestley and Taylor (ข)



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานรังสีสุทธิที่ได้จากการวัดภาคสนามและค่าประเมินตามวิธีการของ FAO



ภาพที่ 6 น้ำหนักแห้งของ ใบ กาบใบ รวง และส่วนเหนือดินทั้งหมด (ก) และดรรชนีพื้นที่ใบ (ข) ของข้าวชาวดอกมะลิ



ภาพที่ 7 ผลการประเมินน้ำหนักแห้งรวงของข้าวชาวดอกมะลิที่จังหวัดขอนแก่น ปี 2547