

การศึกษาหาปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาว ของสถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 4  
จังหวัดสุพรรณบุรี (พ.ศ. 2558)

A study on consumptive use of Yard long bean at Irrigation Water  
Management Research Station 4 Suphanburi province (2015)

ฐิตนนท์ หงส์โชติธนวัต<sup>1</sup>, ณัฐพัชร์ วงษ์ศุภลักษณ์<sup>1</sup>

Thitanont Hongchotitanawadi<sup>1</sup>, Natthapat Wongsupaluk<sup>1</sup>

บทคัดย่อ

การศึกษาหาปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาวนี้ได้ทำการศึกษาในถังวัดปริมาณการใช้น้ำของพีช (Lysimeter) แบบระบายน้ำ (Percolation) เพื่อใช้วัดความแตกต่างกันระหว่างปริมาณน้ำที่เติมเข้าไปกับที่ระบายออกทางกันถัง โดยดำเนินการที่สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 4 (สามชุก) อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ตั้งแต่วันที่ 14 มีนาคม 2558 ถึงวันที่ 29 พฤษภาคม 2558 รวมระยะเวลาดำเนินการ 77 วัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำของพีช (ET) ปริมาณการใช้น้ำของพีชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) ค่าสัมประสิทธิ์แบบเบ็ดเสร็จ ( $K_p$ ) และค่าสัมประสิทธิ์พีช ( $K_c$ )

ผลการศึกษาปรากฏว่าปริมาณการใช้น้ำ (ET) ของถั่วฝักยาวตลอดอายุรวมเท่ากับ 231.44 มิลลิเมตร หรือเท่ากับ 370.30 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เฉลี่ยวันละ 3.01 มิลลิเมตรหรือเท่ากับ 4.81 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์ของสภาพวัดการระเหยเบ็ดเสร็จ ( $K_p$ ) เฉลี่ยตลอดการทดลอง 0.65 มีปริมาณการใช้น้ำของพีชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) วิธีการ Modified Penman, Penman Monteith, Pan Method, Blaney - Criddle, Radiation, และ Hargreaves เฉลี่ยเท่ากับ 5.30, 4.36, 3.19, 3.84, 4.71 และ 5.07 มิลลิเมตรต่อวันตามลำดับ มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop coefficient,  $K_c$ ) สมการ Modified Penman, Penman Monteith, Pan Method, Blaney - Criddle, Radiation, และ Hargreaves เฉลี่ยเท่ากับ 0.57, 0.69, 0.77, 0.78, 0.64 และ 0.59 ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** ค่าสัมประสิทธิ์พีช, ค่าสัมประสิทธิ์ของสภาพวัดการระเหยเบ็ดเสร็จ, ปริมาณการใช้น้ำ, ปริมาณการใช้น้ำของพีชอ้างอิง, ถั่วฝักยาว

<sup>1</sup> ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน กรุงเทพฯ 10300  
Irrigation Water Management Division, Bureau of Water Management and Hydrology,  
Royal Irrigation Department, Bangkok, 10300

### Abstract

This study on consumptive use of Yard long bean was conducted in lysimeter tank , percolation type for different measured to add and drainage water. Since 14 March 2015 – 29 May 2015 which is 77 days in total at Irrigation Water Management Experiment Station 4 (Samchuk) , Amphoe Samchuk , Suphanburi Province. The objective was study Evapotranspiration (ET) , Reference Crop Evapotranspiration ( $ET_o$ ) , Crop coefficient ( $K_c$ ) and ( $K'_p$ )

The result of this study has shown that throughout the growing period total of consumptive use was 231.44 millimetre or 370.30 cubicmeter per rai , and average per day was 3.01 millimetre or 4.81 cubicmeter per rai per day. Overall Pan Coefficient ( $K'_p$ ) average 0.65, the reference crop evapotranspiration ( $ET_o$ ) estimated Modified Penman , Penman Monteith , Pan Method , Blaney Criddle , Radiation and Hargreaves average per day was 5.30, 4.36, 3.19, 3.84, 4.71 and 5.07 millimetre per day respectively., and crop coefficient ( $K_c$ ) estimated Modified Penman , Penman Monteith , Pan Method , Blaney Criddle , Radiation and Hargreaves average per day average was 0.57, 0.69, 0.77, 0.78, 0.64 and 0.59 respectively.

---

**Keywords:** Crop coefficient ( $K_c$ ), Evapotranspiration (ET), evapotranspiration ( $ET_o$ ) ,long bean

## คำนำ

ถั่วฝักยาวเป็นพืชผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญพืชหนึ่งของประเทศไทย จัดเป็นพืชผักในตระกูลถั่วที่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่ช่วงที่ปลูกให้ผลผลิตดีที่สุดตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤศจิกายน ถั่วฝักยาวนอกจากจะสามารถใช้ปรุงอาหารและบริโภคสดแล้วยังเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในด้านอุตสาหกรรมบรรจุกระป๋องและแช่แข็งสำหรับส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศอีกด้วย นอกจากนี้เป็นพืชผักที่นิยมบริโภคภายในประเทศแล้วยังเป็นที่นิยมบริโภคมากในบางประเทศทางทวีปเอเชีย เช่น ประเทศฮ่องกง สิงคโปร์ เป็นต้น และบางประเทศทางทวีปยุโรป ดังนั้นจึงนับได้ว่าเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคทั้งภายในและภายนอกประเทศ นอกจากนี้แล้วยังจัดเป็นพืชที่สามารถช่วยปรับปรุงบำรุงดินที่ดีพืชหนึ่ง

สำหรับการศึกษาวิจัยปริมาณน้ำใช้ของถั่วฝักยาวนั้นได้มีการศึกษาวิจัยมานานมากแล้วตามสถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานต่างๆ สังกัดส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา และได้รับรวบรวมข้อมูลจัดทำเป็นเอกสารวิชาการตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2533 และทำเป็นฉบับปรับปรุงใหม่ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2537 แต่ปัจจุบันสภาพภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่เพิ่มสูงขึ้นหรือที่เรียกว่าสภาวะโลกร้อน ดังนั้นค่าต่างๆ จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาอาจจะคลาดเคลื่อนกับสภาวะการณ์ในปัจจุบัน ฉะนั้นจึงมีแนวความคิดว่าควรดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อหาค่าต่างๆ ของถั่วฝักยาวขึ้นใหม่ เพื่อจะได้นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและก่อให้เกิดประสิทธิภาพสำหรับการบริหารจัดการน้ำชลประทานตลอดจนสามารถใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัยอื่นๆ ต่อไป

## อุปกรณ์

ถัง Lysimeter แบบบ Percolation ดัดแปลง อุปกรณ์ในการให้น้ำ เช่น บั้วรดน้ำ และกระบอกตวงน้ำเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการเกษตร เครื่องมือตรวจวัดข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา เทปสายวัดความสูงต้น. ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมี. สารกำจัดศัตรูพืช เมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาว เครื่องชั่งน้ำหนัก และ ป้ายโครงการ

## วิธีการดำเนินการ

### 1 สถานที่ดำเนินการ

ทำการทดลองที่สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 4 (สามชุก) จังหวัดสุพรรณบุรี เส้นรุ้งที่  $13^{\circ} 57' 09''$  เหนือ เส้นแวงที่  $99^{\circ} 58' 02''$  ตะวันออก อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลาง 7.80 เมตร ดินในแปลงทดลองมีลักษณะเป็นดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีคุณสมบัติทางเคมีที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร ดังนี้ pH 6.7-7.2 ความชื้นที่จุดความชื้นชลประทาน (Field capacity) 23.4-28.5 % และความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (Wilting point) 15.6-18.2 %

### 2 การใช้น้ำของถั่วฝักยาว (Evapotranspiration;ET)

ใช้ถัง Lysimeter Percolation แบบดัดแปลง ซึ่งประกอบด้วยถังปลูกพืช 8 ใบ แต่ละถังมีขนาด  $0.6 \times 0.6 \times 0.6$  เมตร ทุกถังจะมีที่ระบายน้ำต่อไปยังถังใต้ดินของแต่ละถัง ซึ่งมีขนาด  $1.0 \times 1.0 \times 1.0$  เมตร เพื่อ

รองรับปริมาณน้ำที่เหลือจากความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ก่อนปลูกพืชจะทำการ ให้น้ำเพื่อทำให้ ความชื้นในดินถึงจุดความชลประทาน การคำนวณปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาวคำนวณได้จาก (วิบูลย์ ,2526)

$$\text{การใช้น้ำของถั่วฝักยาว} = \text{ปริมาณน้ำฝน} + \text{ปริมาณน้ำที่ให้} - \text{ปริมาณน้ำระบาย}$$

### 3 การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration,ET<sub>o</sub>)

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจาก 6 สมการ ได้แก่ Penman Monteith,Modified Penman Method,Hargreaves Method,Pan Evaporation Method, Blaney Criddle และ Radiation Method โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเกษตรของสถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 4 (สามชุก) จังหวัด สุพรรณบุรี และใช้โปรแกรม MR Quick (นฤพล และคณะ,2554) ในการคำนวณค่า ET<sub>o</sub> ทั้ง 6 สูตร

### 4 ค่าสัมประสิทธิ์ (Crop Coefficient;K<sub>c</sub>)

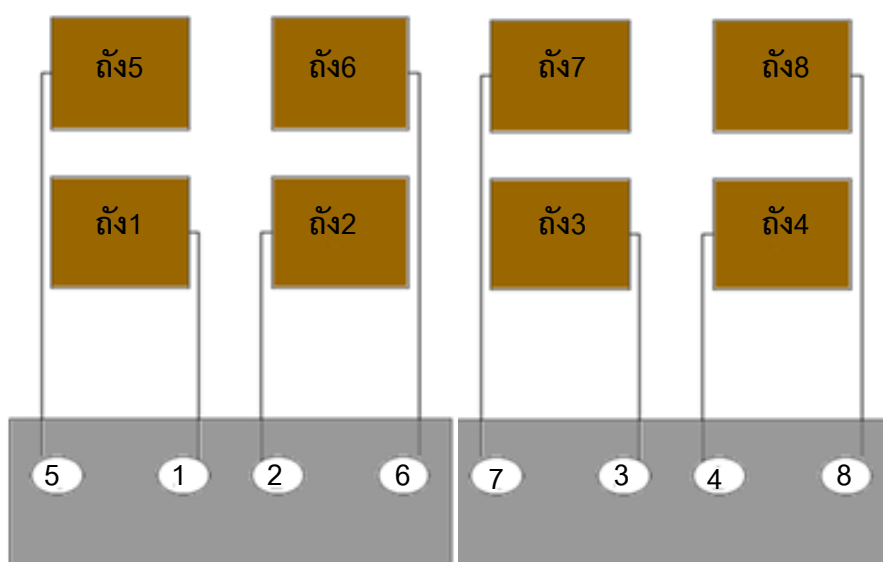
คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว (Crop Coefficient;K<sub>c</sub>) หมายถึง ค่าคงที่ของ พืชที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาว (ET) ที่ทำการทดลองและตรวจวัดได้จากถัง วัดการใช้น้ำ (Lysimeter) กับผลการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) จากสูตรใดสูตรหนึ่ง โดย อยู่ในรูปสมการ

$$K_c = \frac{ET}{ET_o}$$

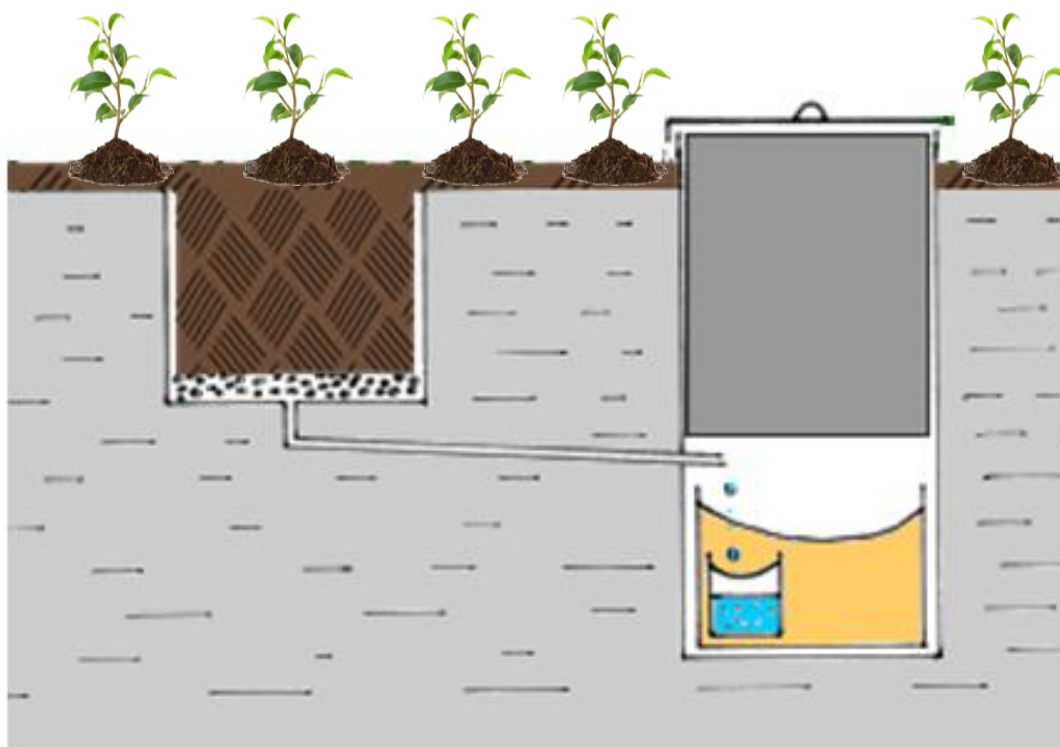
เมื่อ ET คือปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาว (Evapotranspiration or ET)

K<sub>c</sub> คือค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว (Crop Coefficient or K<sub>c</sub>)

ET<sub>o</sub>คือปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration or ET<sub>o</sub>)



ภาพที่ 1 แสดงแผนผังถัง Lysimeter Percolation type



ภาพที่ 2 แสดงภาพตัดตามขวางของถัง Lysimeter Percolation type

#### 4 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ การปลูกและการปฏิบัติดูแลรักษา

4.1 เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ คือ ความสามารถในการดูดซับน้ำของดิน ความหนาแน่นดิน และคุณสมบัติทางเคมีของดิน

4.2 ขุดพลิกดิน ตากแดดอย่างน้อย 2 สัปดาห์ นำดินใส่ถังตามลำดับชั้นดินเดิม ทิ้งไว้เป็นเวลา 2 เดือน

4.3 ทำการให้น้ำจนมีน้ำระบายออก ทิ้งไว้ 2-3 วัน จนน้ำหยุดระบายเพื่อให้ความชื้นของดินในถังปลูกพืชอยู่ที่ความชื้นชลประทาน (field capacity)

4.4 ทำการปลูกถั่วฝักยาว ใช้ระยะปลูก 30x50 เซนติเมตร ขุดหลุมลึกประมาณ 5-6 นิ้ว หยอดเมล็ดลงหลุมปลูก ประมาณ 3-4 เมล็ดต่อหลุม กลบดินลงหลุมประมาณ 5 เซนติเมตร แล้วรดน้ำช่วยองก 50 มิลลิเมตรต่อถัง (น้ำส่วนนี้นำมาคิดในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำ) ประมาณ 1 อาทิตย์ เมล็ดจะเริ่มงอกให้เห็นยอดอ่อน เมื่อมีใบจริงประมาณ 3-4 ใบ ให้ถอนแยกให้เหลือไว้ 1 ต้นต่อหลุม

4.5 ทำการปักค้ำโดยใช้ไม้ไผ่ที่มีความยาวประมาณ 2.5-3 เมตร ระยะเวลาใส่ค้ำถั่วฝักยาวจะเริ่มใส่หลังจากงอกแล้วประมาณ 15-20 วัน โดยจับต้นถั่วฝักยาวให้พันเลื้อยขึ้นค้ำในลักษณะทวนเข็มนาฬิกา เนื่องจากเป็นวิธีที่ทำให้ลำต้นแข็งแรงและโตไวที่สุด

4.6 การใส่ปุ๋ยถั่วฝักยาว ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ซึ่งเหมาะสำหรับดินเหนียว โดยทำการใส่ปุ๋ยเมื่อต้นถั่วฝักยาวอายุประมาณ 15 วัน โดยพรวนดินแล้วโรยปุ๋ยรอบๆต้น ให้ห่างจากต้นประมาณ 10 เซนติเมตร

4.7 การกำจัดวัชพืช หลังจากปลูกไปแล้วประมาณ 10-15 วัน หรือก่อนที่จะปักค้ำ

## 5 การบันทึกและรวบรวมข้อมูล

5.1 บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำที่ให้แก่พืช และน้ำที่ระบายออก ข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช เก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากสถานีตรวจอากาศเกษตรที่มีเครื่องมือมาตรฐาน และเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของผลผลิตเมื่อสิ้นสุดการศึกษา

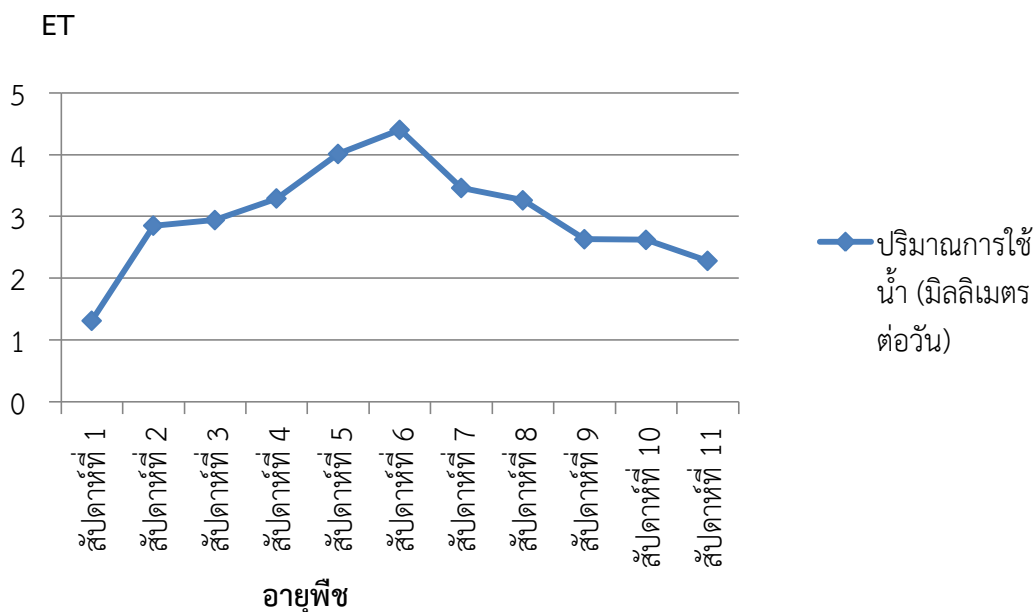
5.2 คำนวณปริมาณน้ำทั้งหมดที่พืชได้รับ หาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว (Crop Coefficient :  $K_C$ ) ปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาว (Evapotranspiration : ET) ค่าสัมประสิทธิ์ของภาควัดการระเหยเบ็ดเสร็จ (Overall Pan Coefficient :  $K'_p$ ) และค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิง (reference crop evapotranspiration :  $ET_0$ ) ของถั่วฝักยาววิเคราะห์ผลและสรุปพร้อมจัดทำรายงาน

## ผลการวิจัย

การทดลองนี้ ได้กำหนดส่งน้ำชลประทานถึง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 เมื่อความชื้นชลประทานลดลง 25 เปอร์เซ็นต์ pac. ปรากฏว่า การเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน และมีผลการทดลองดังนี้

### 1. ปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาว (Evapotranspiration, ET)

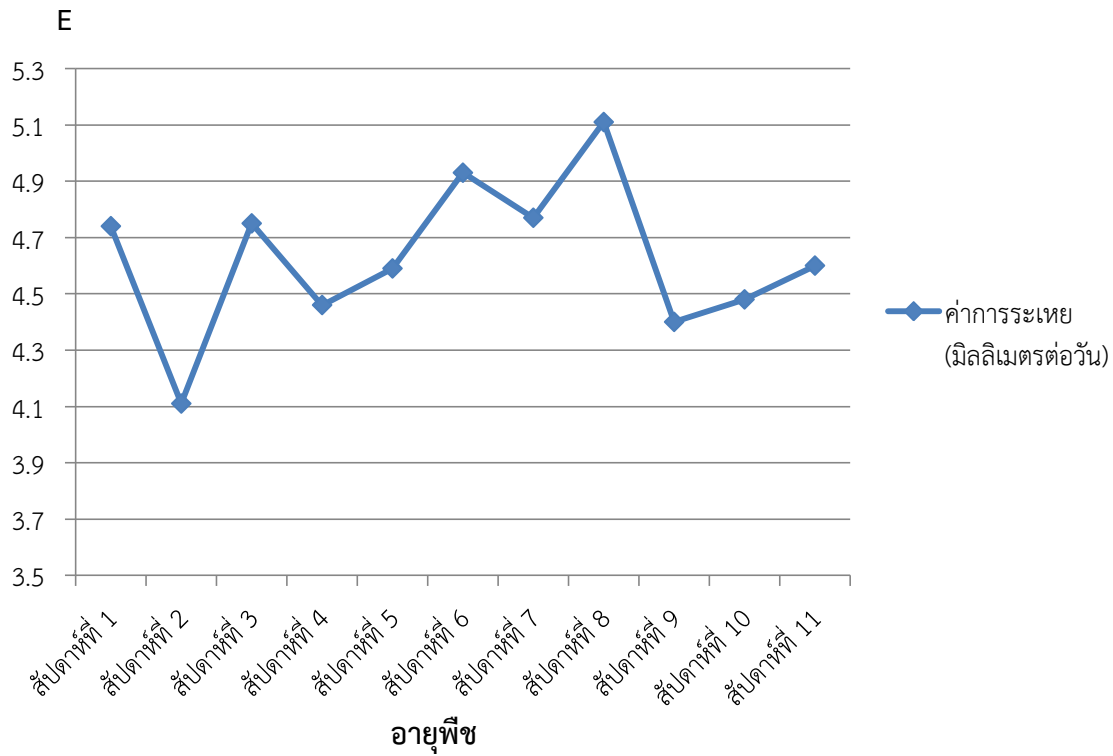
จากตารางที่ 1 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาว ตั้งแต่ปลูก 14 มีนาคม 2558 จนถึงเก็บเกี่ยว 29 พฤษภาคม 2558 รวม 77 วัน โดยมีการวัดค่าการใช้น้ำของถั่วฝักยาวจากถัง Lysimeter แบบ Percolation type และการเก็บตัวอย่างดินหาปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดินโดยใช้วิธี Gravimetric โดยทราบความชื้นในดินที่จุดความชื้นชลประทาน (Field capacity) และที่จุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point) ดังกล่าวแล้วข้างต้น พบว่า ค่าปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาว ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต อายุ 1 - 2 สัปดาห์ มีค่าค่อนข้างต่ำ และจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ จนถึงอายุ 5 - 6 สัปดาห์ และลดลงในสัปดาห์ที่ 7 - 10 ซึ่งเป็นช่วงที่เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยมีค่า ปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาว ในช่วงวันที่ 14 - 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 9.19 มิลลิเมตร 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 19.98 มิลลิเมตร 28 มีนาคม 2558 - 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 20.60 มิลลิเมตร 4 - 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 23.05 มิลลิเมตร 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 28.10 มิลลิเมตร 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 30.81 มิลลิเมตร 25 เมษายน 2558 - 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 24.19 มิลลิเมตร 2 - 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 22.83 มิลลิเมตร 9 - 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 18.43 มิลลิเมตร 16 - 22 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 18.31 มิลลิเมตร และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 15.95 มิลลิเมตร เฉลี่ยต่อวัน 1.31, 2.85, 2.94, 3.29, 4.01, 4.40, 3.46, 3.26, 2.63, 2.62, และ 2.28 ตามลำดับ ส่วนค่าปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาว ตลอดอายุรวม 231.44 มิลลิเมตร เฉลี่ย 3.00 มิลลิเมตรต่อวัน ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการใช้น้ำ (ET) กับอายุของถั่วฝักยาว ได้แสดงไว้ในภาพที่ 3



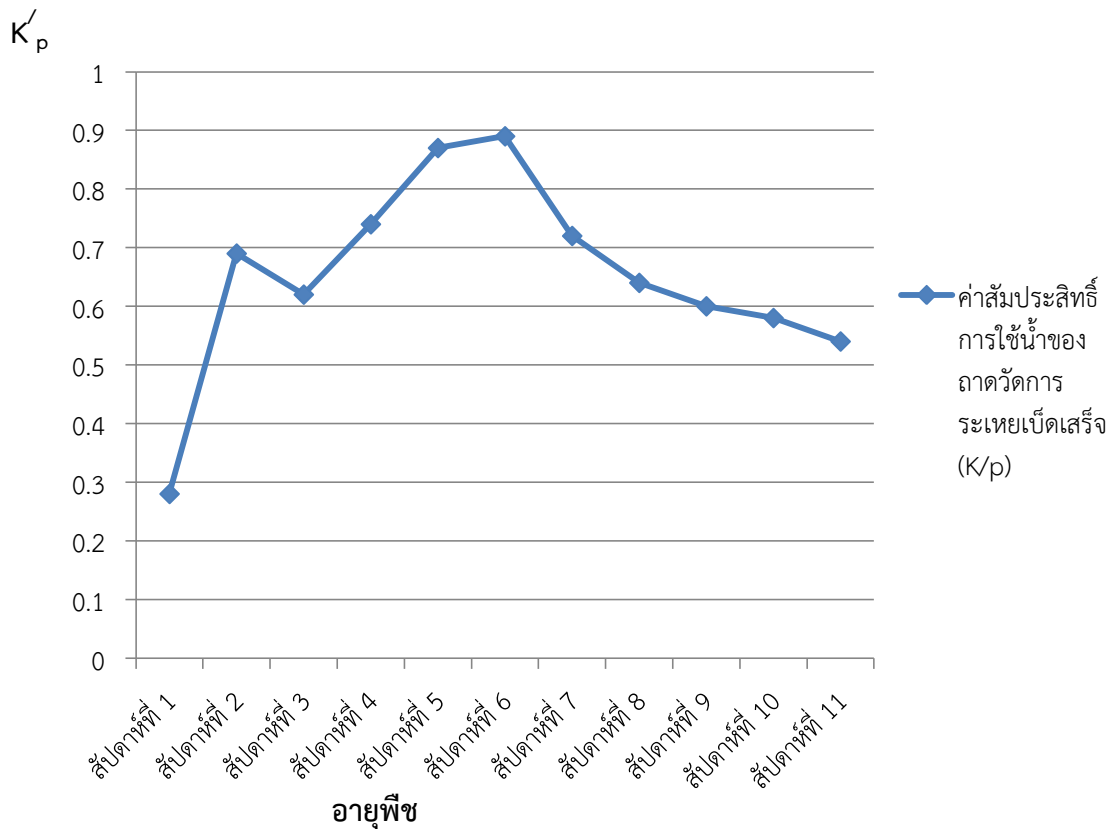
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาวจากถ่วงวัดการใช้น้ำกับอายุของถั่วฝักยาว

## 2. ค่าสัมประสิทธิ์ของถ่วงวัดการระเหยเบ็ดเสร็จ ( $K_p$ ) ของถั่วฝักยาว

จากตารางที่ 6 แสดงค่าการระเหยจากถ่วงวัด Class-A pan ตั้งแต่ปลูก 14 มีนาคม 2558 จนถึงเก็บเกี่ยว 29 พฤษภาคม 2558 พบว่า มีค่าการระเหยตลอดการทดลอง เท่ากับ 354.04 มิลลิเมตร โดยมีการระเหยในแต่ละช่วงดังนี้ ช่วงวันที่ 14 – 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 33.17 มิลลิเมตร 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 28.77 มิลลิเมตร 28 มีนาคม 2558 – 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 33.27 มิลลิเมตร 4 – 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 31.22 มิลลิเมตร 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 32.14 มิลลิเมตร 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 34.54 มิลลิเมตร 25 เมษายน 2558 – 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 33.39 มิลลิเมตร 2 – 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 35.74 มิลลิเมตร 9 – 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 30.78 มิลลิเมตร 16 – 22 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 31.34 มิลลิเมตร และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 29.68 มิลลิเมตร เฉลี่ยต่อวัน 4.74, 4.11, 4.75, 4.46, 4.59, 4.93, 4.77, 5.11, 4.40, 4.48, และ 4.60 ตามลำดับ จากตารางที่ 6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของถ่วงวัดการระเหยเบ็ดเสร็จ ( $K_p$ ) ของถั่วฝักยาว โดยใช้ค่าการใช้น้ำของถั่วฝักยาว (ET) เปรียบเทียบกับค่าการระเหยจากถ่วงวัดการระเหย (E) เฉลี่ยเป็น มิลลิเมตรต่อวัน ตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว พบว่า ถั่วฝักยาว มีค่าการใช้น้ำ เฉลี่ย 3.00 มิลลิเมตรต่อวัน มีค่า  $K_p$  เท่ากับ 0.65 ซึ่งพบว่าในช่วงแรกของการเจริญเติบโตมีค่าต่ำ แล้วค่อยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงสัปดาห์ที่ 6 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 0.89 แล้วจากนั้นค่าค่อยๆ ลดลงต่ำอีกครั้งในช่วงเกี่ยวเก็บผลผลิต ในภาพที่ 5



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการระเหยกับอายุของถั่วฝักยาว



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของถั่วฝักยาวกับอายุของถั่วฝักยาว



### 3. ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration)

#### 3.1 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) สมการ Modified - Penman

การคำนวณ หาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) โดยวิธีการของ Modified Penman ตั้งแต่อายุ 1 สัปดาห์ จนถึงอายุ 11 สัปดาห์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 ค่า ET<sub>o</sub> โดยมีค่าในแต่ละช่วงดังนี้ ช่วงวันที่ 14 - 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 38.87 มิลลิเมตร 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 30.95 มิลลิเมตร 28 มีนาคม 2558 - 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 41.12 มิลลิเมตร 4 - 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 38.06 มิลลิเมตร 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 35.73 มิลลิเมตร 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 38.96 มิลลิเมตร 25 เมษายน 2558 - 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 38.04 มิลลิเมตร 2 - 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 40.06 มิลลิเมตร 9 - 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 33.18 มิลลิเมตร 16 - 22 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 38.46 มิลลิเมตร และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 34.85 มิลลิเมตร เฉลี่ยต่อวัน 5.55, 4.42, 5.87, 5.44, 5.10, 5.57, 5.43, 5.72, 4.74, 5.49, และ 4.98 ตามลำดับซึ่งค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) โดยสมการของ Modified Penman ตลอดอายุของถั่วฝักยาว เฉลี่ย 5.30 มิลลิเมตรต่อวัน

#### 3.2 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) สมการ Penman - Monteith

การคำนวณหาค่า ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) โดยวิธีการของ Penman - Monteith ตั้งแต่อายุ 1 สัปดาห์ จนถึงอายุ 11 สัปดาห์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 ค่า ET<sub>o</sub> โดยมีค่าในแต่ละช่วงดังนี้ ช่วงวันที่ 14 - 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 31.19 มิลลิเมตร 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 25.46 มิลลิเมตร 28 มีนาคม 2558 - 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 33.75 มิลลิเมตร 4 - 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 31.14 มิลลิเมตร 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 28.82 มิลลิเมตร 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 32.03 มิลลิเมตร 25 เมษายน 2558 - 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 31.63 มิลลิเมตร 2 - 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 32.78 มิลลิเมตร 9 - 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 28.04 มิลลิเมตร 16 - 22 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 31.97 มิลลิเมตร และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 29.11 มิลลิเมตร เฉลี่ยต่อวัน 4.46, 3.64, 4.82, 4.45, 4.12, 4.58, 4.52, 4.68, 4.01, 4.57, และ 4.16 ตามลำดับซึ่งค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) โดยสมการของ Penman - Monteith ตลอดอายุของถั่วฝักยาว เฉลี่ย 4.36 มิลลิเมตรต่อวัน

#### 3.3 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) สมการ Pan Method

การคำนวณหาค่า ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) โดยวิธีการของ Pan Method ตั้งแต่อายุ 1 สัปดาห์ จนถึงอายุ 11 สัปดาห์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 ค่า ET<sub>o</sub> โดยมีค่าในแต่ละช่วงดังนี้ ช่วงวันที่ 14 - 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 28.21 มิลลิเมตร 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 24.43 มิลลิเมตร 28 มีนาคม 2558 - 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 28.28 มิลลิเมตร 4 - 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 26.53 มิลลิเมตร 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 27.30 มิลลิเมตร 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 29.33 มิลลิเมตร 25 เมษายน 2558 - 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 28.35 มิลลิเมตร 2 - 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 30.38 มิลลิเมตร 9 - 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 26.18 มิลลิเมตร 16 - 22 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 26.67 มิลลิเมตร และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 25.20 มิลลิเมตร เฉลี่ยต่อวัน 4.03, 3.49, 4.04, 3.79, 3.90, 4.19, 4.05, 4.34, 3.74, 3.81, และ 3.60 ตามลำดับซึ่งค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) โดยสมการของ Pan Method ตลอดอายุของถั่วฝักยาว เฉลี่ย 3.91 มิลลิเมตรต่อวัน

### 3.4 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) สมการ Blaney Criddle

การคำนวณหาค่า ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) โดยวิธีการของ Blaney Criddle ตั้งแต่อายุ 1 สัปดาห์ จนถึงอายุ 11 สัปดาห์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 ค่า ET<sub>o</sub> โดยมีค่าในแต่ละช่วงดังนี้ ช่วงวันที่ 14 - 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 25.53 มิลลิเมตร 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 23.75 มิลลิเมตร 28 มีนาคม 2558 - 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 25.81 มิลลิเมตร 4 - 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 26.53 มิลลิเมตร 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 25.63 มิลลิเมตร 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 26.74 มิลลิเมตร 25 เมษายน 2558 - 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 27.03 มิลลิเมตร 2 - 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 29.78 มิลลิเมตร 9 - 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 28.79 มิลลิเมตร 16 - 22 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 28.35 มิลลิเมตร และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 27.89 มิลลิเมตร เฉลี่ยต่อวัน 3.65, 3.39, 3.69, 3.79, 3.66, 3.82, 3.86, 4.25, 4.11, 4.05, และ 3.98 ตามลำดับซึ่งค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) โดยสมการของ Blaney Criddle ตลอดอายุของถั่วฝักยาว เฉลี่ย 3.84 มิลลิเมตรต่อวัน

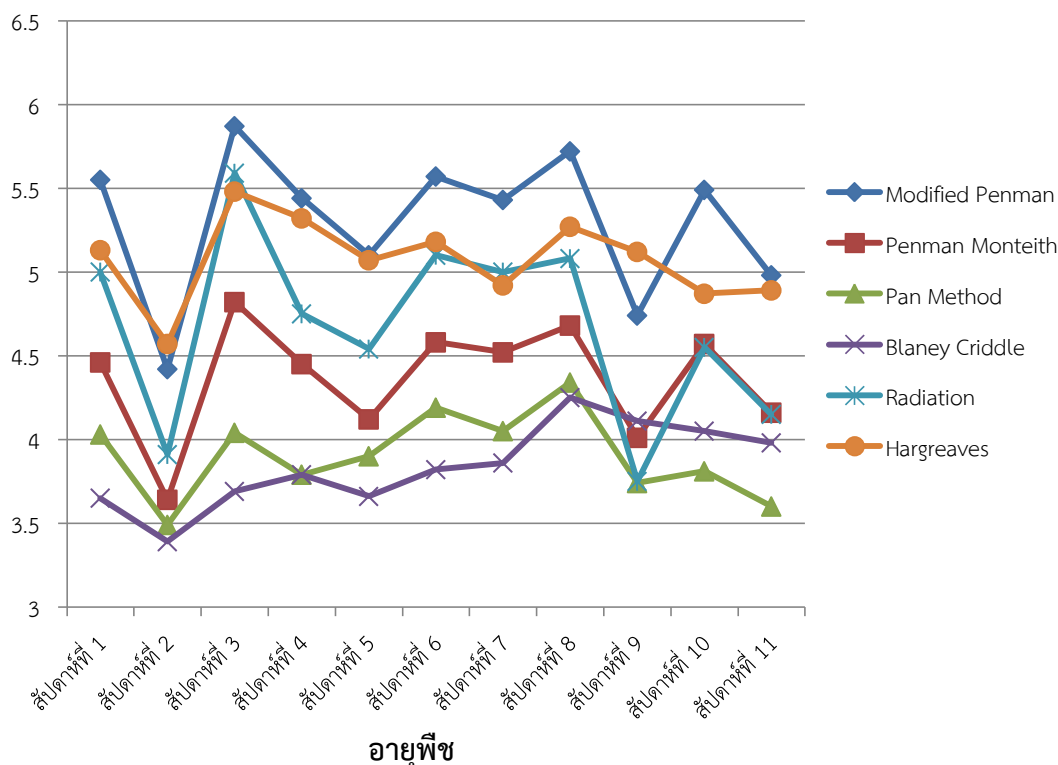
### 3.5 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) สมการ Radiation

การคำนวณหาค่า ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) โดยวิธีการของ Radiation ตั้งแต่อายุ 1 สัปดาห์ จนถึงอายุ 11 สัปดาห์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 ค่า ET<sub>o</sub> โดยมีค่าในแต่ละช่วงดังนี้ ช่วงวันที่ 14 - 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 34.98 มิลลิเมตร 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 27.37 มิลลิเมตร 28 มีนาคม 2558 - 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 39.16 มิลลิเมตร 4 - 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 34.62 มิลลิเมตร 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 31.80 มิลลิเมตร 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 35.73 มิลลิเมตร 25 เมษายน 2558 - 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 35.01 มิลลิเมตร 2 - 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 35.57 มิลลิเมตร 9 - 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 27.63 มิลลิเมตร 16 - 22 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 31.87 มิลลิเมตร และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 29.02 มิลลิเมตร เฉลี่ยต่อวัน 5.00, 3.91, 5.59, 4.95, 4.54, 5.10, 5.00, 5.08, 3.95, 4.55, และ 4.15 ตามลำดับซึ่งค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) โดยสมการของ Radiation ตลอดอายุของถั่วฝักยาว เฉลี่ย 4.71 มิลลิเมตรต่อวัน

### 3.6 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) สมการ Hargreaves

การคำนวณหาค่า ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) โดยวิธีการของ Hargreaves ตั้งแต่อายุ 1 สัปดาห์ จนถึงอายุ 11 สัปดาห์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 ค่า ET<sub>o</sub> โดยมีค่าในแต่ละช่วงดังนี้ ช่วงวันที่ 14 - 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 35.91 มิลลิเมตร 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 32.00 มิลลิเมตร 28 มีนาคม 2558 - 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 38.37 มิลลิเมตร 4 - 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 37.25 มิลลิเมตร 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 35.48 มิลลิเมตร 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 36.25 มิลลิเมตร 25 เมษายน 2558 - 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 34.46 มิลลิเมตร 2 - 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 36.92 มิลลิเมตร 9 - 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 35.81 มิลลิเมตร 16 - 22 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 34.07 มิลลิเมตร และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 34.24 มิลลิเมตร เฉลี่ยต่อวัน 5.13, 4.57, 5.48, 5.32, 5.07, 5.18, 4.92, 5.27, 5.12, 4.87, และ 4.89 ตามลำดับซึ่งค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) โดยสมการของ Hargreaves ตลอดอายุของถั่วฝักยาว เฉลี่ย 5.07 มิลลิเมตรต่อวัน

## ET<sub>o</sub> (มิลลิเมตรต่อวัน)



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration ET<sub>o</sub>) กับอายุของถั่วฝักยาว

### 4. ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว K<sub>c</sub> (ET / ET<sub>o</sub>)

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาวจากสูตรต่างๆ ดังนี้

#### 4.1 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว สมการ Modified Penman

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว ซึ่งคำนวณโดยใช้ค่าปริมาณการใช้น้ำ (ET)หารด้วย ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) ที่ได้จากสมการของ Modified Penman แสดงไว้ในตารางที่ 8 พบว่า ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาวค่อนข้างต่ำ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 5 - 6 และเริ่มลดลงในสัปดาห์ที่ 7 ไปจนถึงเก็บเกี่ยว โดยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาวเฉลี่ย ดังนี้ ช่วงวันที่ 14 - 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 0.24 , 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 0.64, 28 มีนาคม 2558 - 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.50, 4 - 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.60, 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.79, 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.79, 25 เมษายน 2558 - 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.64, 2 - 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.57, 9 - 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.55, 16 - 22 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.48 และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.46 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว สมการ Modified Penman เฉลี่ย เท่ากับ 0.57

#### 4.2 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว วิธีการของ Penman Monteith

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว ซึ่งคำนวณโดยใช้ค่าปริมาณการใช้น้ำ (ET)หารด้วย ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) ที่ได้จากวิธีการของ Penman Monteith แสดงไว้ในตารางที่ 8 พบว่า ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาวค่อนข้างต่ำ แต่มี

แนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 5 และเริ่มลดลงในสัปดาห์ที่ 6 ไปจนถึงเกือบเกี่ยว โดยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาวเฉลี่ย ดังนี้ ช่วงวันที่ 14 – 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 0.29 , 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 0.78, 28 มีนาคม 2558 – 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.61, 4 – 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.74, 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.97, 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.96, 25 เมษายน 2558 – 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.77, 2 – 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.70, 9 – 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.66, 16 – 22 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.57 และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.55 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว สมการ Penman Monteith เฉลี่ย เท่ากับ 0.69

#### 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว วิธีการของ Pan Method

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว ซึ่งคำนวณโดยใช้ค่าปริมาณการใช้น้ำ (ET)หารด้วย ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>a</sub>) ที่ได้จากวิธีการของ Pan Method แสดงไว้ในตารางที่ 8 พบว่า ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาวค่อนข้างต่ำ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 6 และเริ่มลดลงในสัปดาห์ที่ 7 ไปจนถึงเกือบเกี่ยว โดยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาวเฉลี่ย ดังนี้ ช่วงวันที่ 14 – 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 0.33 , 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 0.82, 28 มีนาคม 2558 – 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.73, 4 – 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.87, 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 1.03, 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 1.05, 25 เมษายน 2558 – 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.85, 2 – 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.75, 9 – 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.70, 16 – 22 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.69 และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.63 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว สมการ Pan Method เฉลี่ย เท่ากับ 0.77

#### 4.4 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว วิธีการของ Blaney Criddle

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว ซึ่งคำนวณโดยใช้ค่าปริมาณการใช้น้ำ (ET)หารด้วย ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>a</sub>) ที่ได้จากวิธีการของ Blaney Criddle แสดงไว้ในตารางที่ 8 พบว่า ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาวค่อนข้างต่ำ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 6 และเริ่มลดลงในสัปดาห์ที่ 7 ไปจนถึงเกือบเกี่ยว โดยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาวเฉลี่ย ดังนี้ ช่วงวันที่ 14 – 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 0.36 , 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 0.84, 28 มีนาคม 2558 – 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.80, 4 – 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.87, 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 1.10, 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 1.15, 25 เมษายน 2558 – 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.90, 2 – 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.77, 9 – 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.64, 16 – 22 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.65 และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.57 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว สมการ Blaney Criddle เฉลี่ย เท่ากับ 0.78

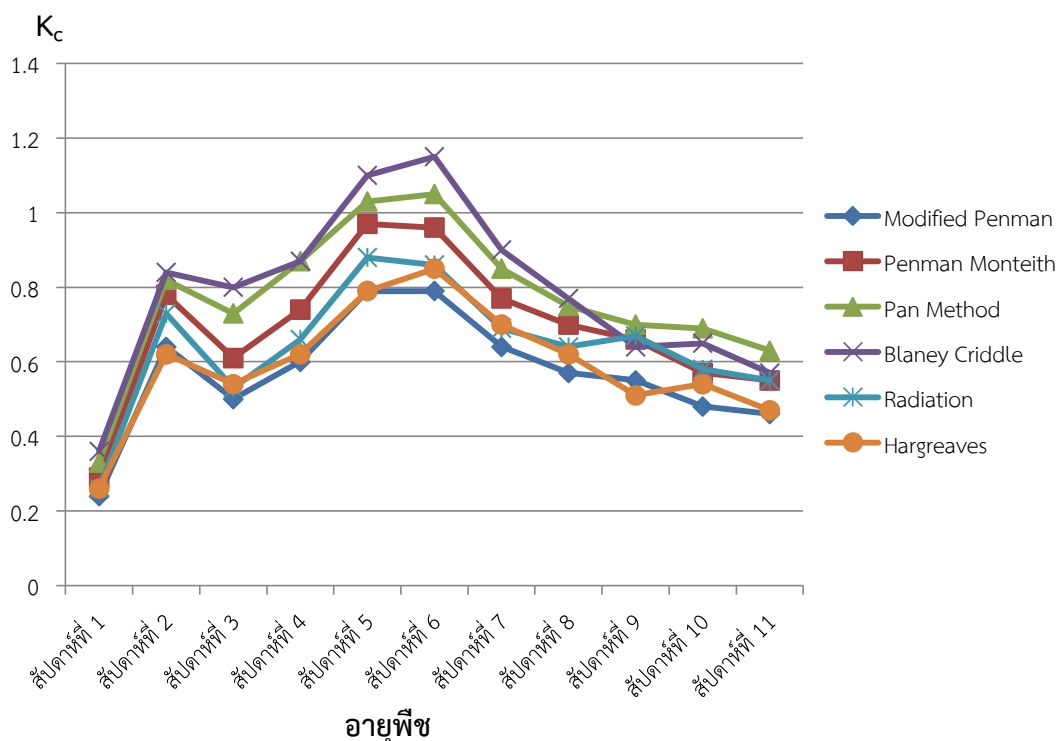
#### 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว วิธีการของ Radiation

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว ซึ่งคำนวณโดยใช้ค่าปริมาณการใช้น้ำ (ET)หารด้วย ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>a</sub>) ที่ได้จากวิธีการของ Radiation แสดงไว้ในตารางที่ 8 พบว่า ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาวค่อนข้างต่ำ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 5 และเริ่มลดลงในสัปดาห์ที่ 6 ไปจนถึงเกือบเกี่ยว โดยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาวเฉลี่ย ดังนี้ ช่วงวันที่ 14 – 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 0.26 , 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 0.73, 28 มีนาคม 2558 – 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.53, 4 – 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.66, 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.88, 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.86, 25 เมษายน 2558 – 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.69, 2 – 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.64, 9 – 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.67, 16 – 22

พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.58 และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.55 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว สมการ Radiation เฉลี่ย เท่ากับ 0.64

#### 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว วิธีการของ Hargreaves

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว ซึ่งคำนวณโดยใช้ค่าปริมาณการใช้น้ำ (ET)หารด้วย ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ( $ET_0$ ) ที่ได้จากวิธีการของ Hargreaves แสดงไว้ในตารางที่ 8 พบว่า ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาวค่อนข้างต่ำ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 6 และเริ่มลดลงในสัปดาห์ที่ 7 ไปจนถึงเก็บเกี่ยว โดยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาวเฉลี่ย ดังนี้ ช่วงวันที่ 14 - 20 มีนาคม 2558 เท่ากับ 0.26 , 21 - 27 มีนาคม 2558 เท่ากับ 0.62, 28 มีนาคม 2558 - 3 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.54, 4 - 10 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.62, 11 - 17 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.79, 18 - 24 เมษายน 2558 เท่ากับ 0.85, 25 เมษายน 2558 - 1 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.70, 2 - 8 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.62, 9 - 15 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.51, 16 - 22 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.54 และ 23 - 29 พฤษภาคม 2558 เท่ากับ 0.47 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว สมการ Hargreaves เฉลี่ย เท่ากับ 0.59



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่วฝักยาว  $K_c$  กับอายุของถั่วฝักยาว

ปัญหาสำคัญที่พบและอาจมีผลต่อการคำนวณค่าการใช้น้ำของพืช หรือค่าการคายระเหย คือมีฝนตกในปริมาณมากในช่วงของการเจริญเติบโตของถั่วฝักยาว ซึ่งมากกว่าที่ดินจะอุ้มน้ำไว้ได้ (excess water) และน่าจะเป็นค่าที่มากกว่าความเป็นจริง (over estimate) ทำให้ค่า  $K_c$  สูงขึ้นมากในทุกสมการ

### 5. การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วฝักยาว

ถั่วฝักยาวมีองค์ประกอบของผลผลิตในแต่ละถึงใกล้เคียงกัน ตารางที่ 9 ความยาวของฝักในถึงที่ 1 - 8 มีความยาวฝัก เฉลี่ย 38.38 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางของฝัก เฉลี่ย 0.82 เซนติเมตร จำนวนฝักต่อต้น เฉลี่ย 14.03 ฝักต่อต้น น้ำหนักผลผลิตต่อถึง เฉลี่ย 0.38 กิโลกรัมต่อถึง และน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย 1,676 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตของถั่วฝักยาว

ถึงที่	ความยาวฝัก (เซนติเมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลางฝัก (เซนติเมตร)	จำนวนฝัก ต่อต้น(ฝัก)	น้ำหนักฝักสด ต่อถึง (กิโลกรัม)	น้ำหนักฝัก สดต่อไร่ (กิโลกรัม)	หมายเหตุ
1	38.28	0.81	16.50	0.59	1,638.67	
2	32.40	0.78	11.00	0.28	1,221.33	
3	34.89	0.78	13.00	0.39	1,741.33	
4	46.54	0.83	16.00	0.29	1,275.55	
5	41.18	0.86	12.50	0.41	1,820.89	
6	37.80	0.79	13.00	0.26	1,164.00	
7	36.71	0.88	12.50	0.37	1,658.67	
8	39.20	0.82	17.75	0.43	1,887.56	
เฉลี่ย	38.38	0.82	14.03	0.38	1,551.00	

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาวตลอดอายุจากการตรวจวัดในถังวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชและค่าสัมประสิทธิ์แบบเบ็ดเสร็จ

ถังปลูก พืช	ระยะเวลาดำเนินการ	รวม (วัน)	รวมปริมาณน้ำที่แต่ละถังได้รับ (มิลลิเมตร)			รวมปริมาณน้ำระบายที่ ไหลออกต่อถัง : มิลลิเมตร (2)	ปริมาณการใช้น้ำ (ET) (มิลลิเมตร)		รวมการระเหย ของน้ำตลอด ระยะเวลา ดำเนินการ (E) : มิลลิเมตร	K <sub>p</sub> (ET/E)
			น้ำชล ประทาน	น้ำฝน	รวม (1)		ตลอดอายุ (1) - (2)	เฉลี่ยต่อวัน		
ถัง1	14 มี.ค.58 – 29 พ.ค.58	77	374.27	531.80	906.07	691.30	214.77	2.79	354.04	0.61
ถัง2	14 มี.ค.58 – 29 พ.ค.58	77	379.08	531.80	910.88	667.74	243.14	3.16	354.04	0.69
ถัง3	14 มี.ค.58 – 29 พ.ค.58	77	387.11	531.80	918.91	675.20	243.71	3.17	354.04	0.69
ถัง4	14 มี.ค.58 – 29 พ.ค.58	77	368.21	531.80	900.01	669.74	230.27	2.99	354.04	0.65
ถัง5	14 มี.ค.58 – 29 พ.ค.58	77	366.88	531.80	898.68	669.59	229.09	2.98	354.04	0.65
ถัง6	14 มี.ค.58 – 29 พ.ค.58	77	369.24	531.80	901.04	682.31	218.73	2.84	354.04	0.62
ถัง7	14 มี.ค.58 – 29 พ.ค.58	77	372.46	531.80	904.26	673.16	231.10	3.00	354.04	0.65
ถัง8	14 มี.ค.58 – 29 พ.ค.58	77	384.97	531.80	916.77	676.10	240.67	3.13	354.04	0.68
เฉลี่ย		77	375.29	531.80	907.09	675.64	231.44	3.01	354.04	0.65

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณการใช้น้ำของกล้วยฝักยาวจากการตรวจวัดในถังวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชและค่าสัมประสิทธิ์แบบเบ็ดเสร็จแบ่งตามช่วงรายสัปดาห์

ช่วง สัปดาห์ ที่	ระยะเวลา ดำเนินการ	รวม (วัน)	ปริมาณน้ำที่แต่ละถังได้รับ เฉลี่ย : มิลลิเมตร			ปริมาณน้ำระบาย เฉลี่ย : มิลลิเมตร (2)	ปริมาณการใช้น้ำ(ET) : มิลลิเมตร		รวมการระเหย ของน้ำตลอดช่วง (E) : มิลลิเมตร	ค่าการระเหย เฉลี่ย (มิลลิเมตร ต่อวัน)	K <sub>p</sub> (ET/E)
			น้ำ ชลประทาน	น้ำฝน	รวม (1)		ตลอดช่วง เดือน (1) - (2)	เฉลี่ย ต่อวัน			
1	14มี.ค.58-20มี.ค.58	7	108.32	-	108.32	99.13	9.19	1.31	33.17	4.74	0.28
2	21มี.ค.58-27มี.ค.58	7	-	48.50	48.50	28.52	19.98	2.85	28.77	4.11	0.69
3	28มี.ค.58-3เม.ย.58	7	14.95	74.30	89.25	68.65	20.6	2.94	33.27	4.75	0.62
4	4เม.ย.58-10เม.ย.58	7	47.43	10.40	57.83	34.78	23.05	3.29	31.22	4.46	0.74
5	11เม.ย.58-17เม.ย.58	7	-	83.30	83.30	55.20	28.10	4.01	32.14	4.59	0.87
6	18เม.ย.58-24เม.ย.58	7	13.95	36.40	50.35	19.54	30.81	4.40	34.54	4.93	0.89
7	25เม.ย.58 -1พ.ค.58	7	-	59.30	59.30	35.11	24.19	3.46	33.39	4.77	0.72
8	2พ.ค.58-8พ.ค.58	7	46.52	-	46.52	23.69	22.83	3.26	35.74	5.11	0.64
9	9พ.ค.58-15พ.ค.58	7	43.59	177.6	221.19	202.76	18.43	2.63	30.78	4.40	0.60
10	16พ.ค.58-22พ.ค.58	7	16.96	3.30	20.26	1.95	18.31	2.62	31.34	4.48	0.58
11	23พ.ค.58-29พ.ค.58	7	83.57	38.70	122.27	106.32	15.95	2.28	29.68	4.24	0.54
รวม/เฉลี่ย		77	375.29	531.80	907.09	671.08	231.44	3.00	354.04	4.60	0.65



ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของข้าวฟ่างหวานจากการตรวจวัดในถังวัดปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET) และวิธีการคำนวณจากสูตรโดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (ET<sub>o</sub>) แบ่งตามช่วงสัปดาห์

ช่วง สัปดาห์ ที่	ระยะเวลา ดำเนินการ	รวม (วัน)	ปริมาณการใช้น้ำของข้าวฟ่างหวาน (มิลลิเมตร)													
			ตรวจวัดในถังวัด ปริมาณการใช้น้ำ ของพืช (Lysimeter) : ET		วิธีการคำนวณจากสูตรฯ (ET <sub>o</sub> )											
					Modified Penman		Penman Monteith		Pan Method		Blaney Criddle		Radiation		Hargreaves	
					ตลอด ช่วง สัปดาห์	ต่อวัน	ตลอด ช่วง สัปดาห์	ต่อวัน	ตลอด ช่วง สัปดาห์	ต่อวัน	ตลอด ช่วง สัปดาห์	ต่อวัน	ตลอด ช่วง สัปดาห์	ต่อ วัน	ตลอด ช่วง สัปดาห์	ต่อวัน
1	14มี.ค.58-20มี.ค.58	7	9.19	1.31	38.87	5.55	31.19	4.46	28.21	4.03	25.53	3.65	34.98	5.00	35.91	5.13
2	21มี.ค.58-27มี.ค.58	7	19.98	2.85	30.95	4.42	25.46	3.64	24.43	3.49	23.75	3.39	27.37	3.91	32.00	4.57
3	28มี.ค.58-3เม.ย.58	7	20.6	2.94	41.12	5.87	33.75	4.82	28.28	4.04	25.81	3.69	39.16	5.59	38.37	5.48
4	4เม.ย.58-10เม.ย.58	7	23.05	3.29	38.06	5.44	31.14	4.45	26.53	3.79	26.53	3.79	34.62	4.95	37.25	5.32
5	11เม.ย.58-17เม.ย.58	7	28.10	4.01	35.73	5.10	28.82	4.12	27.30	3.90	25.63	3.66	31.80	4.54	35.48	5.07
6	18เม.ย.58-24เม.ย.58	7	30.81	4.40	38.96	5.57	32.03	4.58	29.33	4.19	26.74	3.82	35.73	5.10	36.25	5.18
7	25เม.ย.58 -1พ.ค.58	7	24.19	3.46	38.04	5.43	31.63	4.52	28.35	4.05	27.03	3.86	35.01	5.00	34.46	4.92
8	2พ.ค.58-8พ.ค.58	7	22.83	3.26	40.06	5.72	32.78	4.68	30.38	4.34	29.78	4.25	35.57	5.08	36.92	5.27
9	9พ.ค.58-15พ.ค.58	7	18.43	2.63	33.18	4.74	28.04	4.01	26.18	3.74	28.79	4.11	27.63	3.95	35.81	5.12
10	16พ.ค.58-22พ.ค.58	7	18.31	2.62	38.46	5.49	31.97	4.57	26.67	3.81	28.35	4.05	31.87	4.55	34.07	4.87
11	23พ.ค.58-29พ.ค.58	7	15.95	2.28	34.85	4.98	29.11	4.16	25.20	3.60	27.89	3.98	29.02	4.15	34.24	4.89
รวม/เฉลี่ย			231.44	3.00	37.11	5.30	30.54	4.36	27.35	3.91	26.89	3.84	32.98	4.71	35.52	5.07

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของถั่วฝักยาว ( $K_c$ ) ด้วยวิธีการคำนวณจากสูตรต่างๆ แบ่งตามช่วงรายสัปดาห์

ช่วง เดือน ที่	ระยะเวลา ดำเนินการ	รวม (วัน)	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ ( $K_c$ ) หรือ $ET/ET_0$					
			Modified Penman	Penman Monteith	Pan Method	Blaney Criddle	Radiation	Hargreaves
1	14มี.ค.58-20มี.ค.58	7	0.24	0.29	0.33	0.36	0.26	0.26
2	21มี.ค.58-27มี.ค.58	7	0.64	0.78	0.82	0.84	0.73	0.62
3	28มี.ค.58-3เม.ย.58	7	0.50	0.61	0.73	0.80	0.53	0.54
4	4เม.ย.58-10เม.ย.58	7	0.60	0.74	0.87	0.87	0.66	0.62
5	11เม.ย.58-17เม.ย.58	7	0.79	0.97	1.03	1.10	0.88	0.79
6	18เม.ย.58-24เม.ย.58	7	0.79	0.96	1.05	1.15	0.86	0.85
7	25เม.ย.58 -1พ.ค.58	7	0.64	0.77	0.85	0.90	0.69	0.70
8	2พ.ค.58-8พ.ค.58	7	0.57	0.70	0.75	0.77	0.64	0.62
9	9พ.ค.58-15พ.ค.58	7	0.55	0.66	0.70	0.64	0.67	0.51
10	16พ.ค.58-22พ.ค.58	7	0.48	0.57	0.69	0.65	0.58	0.54
11	23พ.ค.58-29พ.ค.58	7	0.46	0.55	0.63	0.57	0.55	0.47
รวม/เฉลี่ย			0.57	0.69	0.77	0.78	0.64	0.59

## ข้อวิจารณ์

จากผลการทดลอง ค่าการใช้น้ำของถั่วฝักยาว (Evapotranspiration, ET) โดยใช้ถัง Lysimeter แบบ percolation type พบว่า ถั่วฝักยาวใช้น้ำเพื่อการเจริญเติบโตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงอายุ 3 เดือน หลังจากนั้นการใช้น้ำของถั่วฝักยาวมีแนวโน้มลดลง เพราะเป็นช่วงการเจริญเติบโตเต็มที่ จากการทดลอง พบว่า พืชมีการใช้น้ำน้อยที่สุดเมื่อเริ่มเพาะปลูก และจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ จนกระทั่งมากที่สุดเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่ ประมาณช่วงออกดอกจนกระทั่งการพัฒนาของหัว และจะเริ่มลดลงจนถึงเก็บเกี่ยว

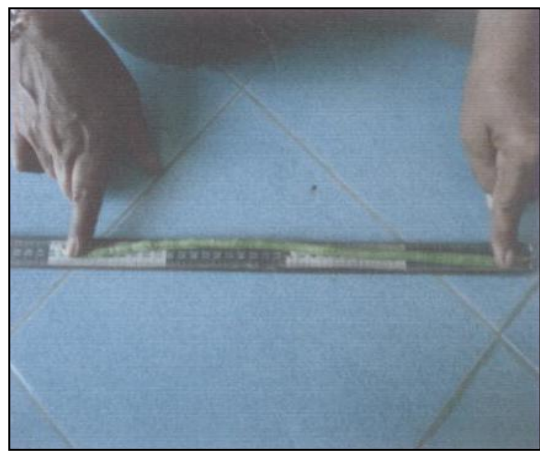
## บทสรุป

การศึกษาปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาว เริ่มดำเนินการ ตั้งแต่วันที่ 14 มีนาคม 2558 ถึง 29 พฤษภาคม 2558 รวมอายุ 77 วัน สรุปผลการทดลองได้ดังนี้ ปริมาณการใช้น้ำที่คำนวณได้จากถัง Lysimeter ตลอดการทดลอง เท่ากับ 231.44 มิลลิเมตร เฉลี่ย 3.01 มิลลิเมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์ของสภาพวัดการระเหยเบ็ดเสร็จ ( $K_p$ ) เฉลี่ยตลอดการทดลอง 0.65 มีปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration  $ET_o$ ) วิธีการของ Modified Penman, Penman Monteith, Pan Method, Blaney - Criddle, Radiation, และ Hargreaves เฉลี่ยเท่ากับ 5.30, 4.36, 3.19, 3.84, 4.71 และ 5.07 มิลลิเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop coefficient,  $K_c$ ) สมการ Modified Penman, Penman Monteith, Pan Method, Blaney - Criddle, Radiation, และ Hargreaves เฉลี่ยเท่ากับ 0.57, 0.69, 0.77, 0.78, 0.64 และ 0.59

ส่วนด้านองค์ประกอบผลผลิตถั่วฝักยาว จากการทดลองครั้งนี้ พบว่า ถั่วฝักยาวมีองค์ประกอบของผลผลิตในแต่ละถึงใกล้เคียงกัน ตารางที่ 9 ความยาวของฝักในถังที่ 1 - 8 มีความยาวฝัก เฉลี่ย 38.38 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางของฝัก เฉลี่ย 0.82 เซนติเมตร จำนวนฝักต่อต้น เฉลี่ย 14.03 ฝักต่อต้น น้ำหนักผลผลิตต่อถัง เฉลี่ย 0.38 กิโลกรัมต่อถัง และน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย 1,551 กิโลกรัมต่อไร่

## ข้อเสนอแนะ

1. แปลงการทดลองควรมีการสร้างโรงเรือนให้ถัง Lysimeter เพื่อป้องกันปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในถัง Lysimeter
2. ปริมาณการใช้น้ำของถั่วฝักยาวที่ศึกษาเป็นปริมาณการใช้น้ำโดยตรง ถ้าหากมีการทดลองในสภาพแปลงทดลอง จะสามารถคิดรวมปริมาณน้ำที่สูญเสียไปในทางอื่นๆ เช่นการซึมลึก (Percolation loss) การไหลบ่าออกจากแปลง (Run off) เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประกอบการในการวางแผนการชลประทานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
3. ข้อมูลที่ได้ในครั้งนี้ สามารถใช้ประกอบในการวางแผนการทดลองเรื่อง การใช้น้ำที่เหมาะสม ช่วงเวลาการให้น้ำที่เหมาะสม การทดสอบการให้น้ำ และการสาธิตการให้น้ำของถั่วฝักยาว และนำไปใช้ประกอบในการวางแผนการใช้น้ำชลประทานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
4. งานวิจัยเรื่องนี้ควรหาค่าปริมาณการใช้น้ำในพื้นที่อื่นๆในประเทศไทย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ ต่อไป



ภาพที่ 8 แสดงการปลูกถั่วฝักยาวในถัง Lysimeter และการเก็บข้อมูลผลผลิต

## เอกสารอ้างอิง

วิบูลย์ บุญยชโรกุล.2526.หลักการชลประทาน.ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ.274 หน้า

นฤพล สีตบุตร มัณฑนา สุจริต วราลักษณ์ งามสมจิตร ศุภชัย รุ่งศรี ทองเปลว กองจันทร์ สุวัฒน์  
พาหุสุวัฒน์ โฉม สิริโรจน ประคุณหังสิต สุจิน จริญญาศักดิ์ อีระพล ตั้งสมบุญ. 2554. โปรแกรม  
คำนวณค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>o</sub>) จากข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตร. คู่มือการ  
ใช้งานโปรแกรม