การกำหนดปริมาณและรอบการให้น้ำชลประทานในการปลูกอ้อย โดยใช้โปรแกรม CROPWAT ในจังหวัดชลบุรี

นายสัญชัย หุ่นดี

มีนาคม 2548

เอกสารวิชาการฉบับที่ 0822-04-10-48

ส่วนวิจัยและวินิจฉัยคุณภาพดิน

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน

บทนำ

ข้อจำกัดสำคัญในการปลูกพืชให้ได้ผลผลิตสูงสุดนอกเหนือไปจากความเหมาะสมของดิน คือความเหมาะสมของสภาวะภูมิอากาศและลักษณะทางพันธุกรรมของพืช องค์ประกอบของภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ แรงลม พลังงานแสงอาทิตย์ ล้วนแล้วแต่มีผลกระทบต่อการใช้น้ำในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช เป็นที่ทราบดีว่า ปริมาณน้ำฝนมักมีไม่พอให้พืชได้ใช้ตลอดฤดูการเจริญเติบโต ดังนั้นการจัดการให้พืชได้น้ำตรงตามความต้องการทั้งปริมาณ เวลาที่เหมาะสม และสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของดิน พืช และน้ำ เป็นวิธีการสำคัญในการลดข้อจำกัดดังกล่าว การศึกษาวิจัยเพื่อสร้างคำแนะนำการให้น้ำในการปลูกอ้อย ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศเป็นวิธีการเพิ่มผลผลิตอย่างหนึ่งโดยไม่ต้องเพิ่มพื้นที่ทำการเกษตร

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการน้ำ เพื่อการปลูกอ้อยในบริเวณแหล่งปลูกของจังหวัดชลบุรีที่สามารถจัดการให้น้ำได้ โดยได้นำข้อมูลภูมิอากาศในพื้นที่ปลูกมาร่วมพิจารณาด้วย และได้กำหนดเป็นคำแนะนำซึ่งเกษตรกรสามารถนำไปพิจารณาเป็นแนวทางปฏิบัติได้ ในการวิจัยได้ทำการศึกษาหาปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละชุดดินของพื้นที่ปลูกอ้อย จังหวัดชลบุรี จำนวน 23 ชุดดิน ในการวิจัยสามารถสรุปเป็นตารางการจัดการน้ำชลประทาน กำหนดเป็นปริมาณน้ำที่ต้องให้แก่อ้อยในแต่ละครั้งเป็นมิลลิเมตร และลูกบาศก์เมตร เกษตรกรสามารถนำไปปรับให้สอดคล้องกับเครื่องสูบน้ำ หรืออุปกรณ์ในการให้น้ำได้ทันที โดยได้นำโปรแกรม CROPWAT มาใช้ประโยชน์ในการจัดการข้อมูล และการหาปริมาณน้ำที่พืชใช้เป็นประโยชน์ได้ โดยวิธีของ K.E.SAXTON ซึ่งไม่ต้องเก็บตัวอย่างดิน ทำให้ประหยัดเวลาแรงงาน งบประมาณในการวิจัยและสามารถจัดทำคำแนะนำการให้น้ำชลประทาน ในการปลูกพืชเศรษฐกิจแก่เกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สารบัญ

	หน้า
1. คำนำ	1
2. วัตถุประสงค์	1
3. ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	2
4. การตรวจเอกสาร	2
5. อุปกรณ์และขั้นตอนการดำเนินงาน	12
6. ผลการวิจัย	19
6.1 ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ของชุดดินต่างๆ ในจังหวัดชลบุรี	19
6.2 อัตราการแทรกซึมน้ำต่อวัน และความลึกของรากอ้อยที่ปลูกในชุดดินต่างๆ	20
6.3 การจำลองรอบการให้น้ำชลประทานแก่อ้อย	21
6.4 การคาดคะเนผลผลิตอ้อยบนชุดดินต่างๆ เปรียบเทียบระหว่างการให้น้ำชลประทาน และไม่ให้น้ำชลประทาน โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช	23
7. สรุป	24
8. เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์กับเนื้อดิน และปริมาณชิ้นส่วนหยาบแต่ละชนิด 7

ตารางที่ 2 แสดงประเภทของเนื้อดิน ข้อดี ข้อเสีย ของเนื้อดินแต่ละกลุ่ม 8

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลนำเข้าทั้งหมดของข้อมูลภูมิอากาศ และผลจากการคำนวณของโปรแกรม CROPWAT 14

ตารางที่ 4 แสดงค่าการระเหยน้ำของพืช ปริมาณน้ำฝนทั้งหมดรายเดือน มีหน่วยเป็น มม. และปริมาณฝนใช้การรายเดือน 16

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ และอัตราการแทรกซึมน้ำฝนสูงสุดของชุดดินต่างๆ 19

ตารางที่ 6 แสดงอัตราการแทรกซึมน้ำต่อวัน และความลึกของรากอ้อยที่ปลูกบนชุดดินต่างๆ 20

ตารางที่ 7 แสดงรอบการให้น้ำชลประทานอ้อยที่ปลูกบนชุดดินต่างๆ ปริมาณการให้น้ำต่อครั้ง และปริมาณน้ำสุทธิ (ลูกบาศก์เมตร/ ไร่) 21

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนครั้งในการให้น้ำ รอบการให้น้ำ และปริมาณการใช้น้ำชลประทานอ้อยที่ปลูกบนดินที่มีชั้นขนาดอนุภาคดินต่างๆ 22

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนครั้งในการให้น้ำ รอบการให้น้ำ และปริมาณการใช้น้ำชลประทานอ้อยตามชนิดของเนื้อดินที่ปลูก 22

ตารางที่ 10 แสดงการคาดคะเนผลผลิตอ้อยบนชุดดินต่างๆเปรียบเทียบระหว่างการให้น้ำชลประทาน และไม่ให้น้ำชลประทานโดยใช้โปรแกรม DSSAT V.3.5 23

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1	แสดงชุดดินในจังหวัดชลบุรี	28
ภาพที่ 2	แสดงพื้นที่ปลูกอ้อยในจังหวัดชลบุรี	29
ภาพที่ 3	แสดงตารางสามเหลี่ยมกำหนดเนื้อดิน (Soil Texture Triangle) ของ K.E. SAXTON	30

การกำหนดปริมาณและรอบการให้น้ำชลประทานในการปลูกอ้อย โดยใช้โปรแกรม CROPWAT ในจังหวัดชลบุรี

1. คำนำ

การปลูกพืชของเกษตรกรบนดินที่มีความแตกต่างกันในด้านสมบัติดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านกายภาพ ซึ่งต้องมีการเก็บตัวอย่างดิน เพื่อวิเคราะห์ในห้องทดลองให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน และกำหนดเป็นตารางการชลประทาน ณ พื้นที่นั้น เนื่องจากดินที่มีสมบัติแตกต่างกันต้องการการจัดการในการให้น้ำแตกต่างกัน ถึงแม้จะมีหลักการเดียวกัน คือการให้น้ำพืชเท่ากับปริมาณที่พืชดูดใช้หรือสูญเสียไปจากคายระเหยเริ่มจากจุดพิกัดบนของความเป็นประโยชน์ถึงพิกัดล่างของการชลประทาน ซึ่งหมายถึงไม่ต้องรอให้ถึงจุดเหี่ยวถาวร การศึกษาวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เช่นอนุภาคเนื้อดิน ความหนาแน่นรวม ความลึกของดิน ความลึกของรากพืช ระยะการเจริญเติบโตของพืช อินทรียวัตถุในดิน ปริมาณชิ้นส่วนหยาบในหน้าตัดดิน รวมถึงภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าการระเหย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด พลังงานแสงอาทิตย์ และแรงลม เป็นต้น ซึ่งล้วนแล้วแต่มีผลกระทบต่อการจัดการน้ำ แต่การจัดหาข้อมูลเหล่านี้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ใช้เวลามากและต้องการบุคลากรที่มีความรู้ ในขณะที่ผลที่ได้มีความผันแปรสูงจากเจ้าหน้าที่หรือเครื่องมือ ในการจัดเก็บและเครื่องมือในห้องทดลอง จากการที่มีผลการวิจัยและรายงานจำนวนมากซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์อย่างสูงของปริมาณน้ำในดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำกับเนื้อดิน ดังนั้นการสร้างคำแนะนำบนพื้นฐานการจำแนกดินซึ่งใช้ข้อมูลดินในระดับชุดดินเป็นตัวแทนโดยมิได้ระบุพื้นที่เฉพาะ เจาะจง จึงทำให้การวิจัยเพื่อสร้างคำแนะนำในการให้น้ำพืชเศรษฐกิจที่ปลูกบนชุดดินต่างๆ ที่มีข้อมูลภูมิอากาศครอบคลุมพื้นที่อยู่ด้วย สามารถทำได้รวดเร็ว เสียค่าใช้จ่ายน้อย และให้ความแม่นยำสูงเมื่อเทียบเคียงกับผลการวิจัยอื่นๆ

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลพื้นฐานจากชุดดิน ตัวแทนในระดับชุดดิน และข้อมูลภูมิอากาศในพื้นที่ปลูกเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองระบบการให้น้ำ ระบบดังกล่าวคือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำการคำนวณ และจัดการกับข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดความเสี่ยงในการให้น้ำของเกษตรกรและนำไปสู่การผลิตที่มีต้นทุนต่ำ อันเป็นความต้องการของเกษตรกรทุกคน

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อหาปริมาณน้ำที่พืชใช้เป็นประโยชน์ได้ (Available Water Capacity) จากความแตกต่างของเนื้อดิน เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในโปรแกรม CROPWAT

2.2 เพื่อกำหนดปริมาณน้ำชลประทานในการปลูกอ้อย และรอบการให้น้ำที่ตรงตามความต้องการของพืช ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CROPWAT

2.3 เพื่อทำการเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากชุดดินต่างๆ ระหว่างการไม่ให้น้ำชลประทานและการให้น้ำชลประทานโดยใช้โปรแกรม DSSAT V.3.5

3. ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ตุลาคม 2547 – มิถุนายน 2548

สถานที่ดำเนินการ ส่วนวิจัยและวินิจฉัยคุณภาพดิน สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน

4. การตรวจเอกสาร

4.1 ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน

น้ำในดินที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ได้เรียกว่า น้ำที่เป็นประโยชน์ (Available Water) เป็นปริมาณน้ำที่อยู่ระหว่างจุดพิกัดบนกับจุดพิกัดล่าง สำหรับจุดพิกัดบน (Upper Limit) หมายถึงความชื้นที่เหลือหลัง จากทำการให้น้ำแก่ดินจนเปียก แล้วปล่อยให้มีการระบายออกจากดินเป็นเวลา 2-3 วัน จากผลการศึกษาดินในเขตร้อนพบว่าความชื้นที่จุดนี้ส่วนใหญ่มีค่าพลังงานกำกับก้อนดินที่ -0.1 ถึง -0.2 $x10^5$Pa เดิมเคยเรียกความชื้นในระดับนี้ว่า ความจุความชื้นสนาม (Field Capacity) ส่วนจุดพิกัดล่าง (Lower Limit) หมายถึงค่าความชื้นของดินในบริเวณรากพืชที่หนาแน่นขณะที่พืชแสดงอาการเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point) เป็นความชื้นที่พืชดูดจากดินไม่ทันกับอัตราสูญเสียน้ำโดยกระบวนการคายน้ำ เป็นความชื้นที่พลังงานกำกับก้อนดินมีค่า $-15x10^5$Pa การกำหนดค่าความชื้นนี้เป็นจุดพิกัดล่างเป็นการกำหนดจากสมบัติของดินอย่างเดียว (สุนทรี, 2529)

ในการประเมินปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ สามารถประเมินได้จากคุณสมบัติต่างๆ ของดิน คือชั้นขนาดอนุภาคดิน (Particle Size Class) ชิ้นส่วนหยาบ (Coarse Fragment) ความหนาแน่นรวม (Bulk Density) แร่ดินเหนียว (Clay Mineral) และอื่นๆ (Baumer, 1992; Grossman, 1994; USDA& NRCS , 1999)

4.2 ปริมาณน้ำในดิน

ในการชลประทาน นิยมให้ค่าปริมาณน้ำในรูปความสูงของน้ำ และปริมาณน้ำเก็บกัก ความสูงของน้ำจะวัดเป็นค่าสำหรับชั้นดินแต่ละชั้น ซึ่งมักเป็นชั้นที่เก็บตัวอย่างดินมาวัดความชื้น ปริมาณน้ำในดินแต่ละชั้นความลึกจะมีค่าความสูงไม่เท่ากัน แต่เมื่อรวมค่าความสูงของน้ำของดินแต่ละชั้นเข้าด้วยกันก็จะได้ค่าปริมาณน้ำเก็บกักตลอดหน้าตัดความลึกของดิน ความสูงของชั้นน้ำและปริมาณน้ำเก็บกักแสดงด้วยสมการ ดังนี้ (สุนทรี, 2536)

ความสูงของชั้นน้ำ $dw = \theta_v \times db$ (เมตร)

dw = ความสูงของชั้นน้ำ (เมตร)

θ_v = ปริมาณน้ำเชิงปริมาตรต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (Vw /Area)

db = ความลึกของชั้นดินที่ต้องการทราบค่าปริมาณน้ำในดิน

ปริมาณน้ำที่เก็บกัก S = $\sum$idw

S = ค่ารวมความสูงของชั้นน้ำของดิน

4.3 ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินและการกำหนดรอบการชลประทาน

หลักการชลประทานคือ การจัดหาน้ำให้พืชตรงกับความต้องการใช้น้ำของพืชนั้น ค่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ของดินเป็นข้อมูลการให้น้ำ ดินที่มีความจุน้ำที่เป็นประโยชน์มากจะเก็บน้ำไว้ได้ในปริมาณสูง แต่น้ำที่มีอยู่ในดินทั้งหมดนี้ ในการชลประทานจะคำนึงถึงเฉพาะน้ำที่อยู่ในช่วงความลึกจากผิวดินถึงสุดเขตรากพืชเท่านั้น น้ำที่อยู่ต่ำลงไปจะถือว่ารากพืชดูดขึ้นมาใช้ไม่ได้ หากมีการให้น้ำจนไหลเลยเขตรากพืช จะถือว่าเป็นการสิ้นเปลือง และเนื่องจากว่าน้ำในช่วงของความจุที่เป็นประโยชน์ต่อพืชนี้มีระดับความเป็นประโยชน์ไม่เท่ากัน จึงให้พืชใช้เฉพาะส่วนที่เป็นประโยชน์สูงเท่านั้น ปริมาณน้ำที่ให้พืชใช้มีหลักการคำนวณดังนี้

4.3.1 หาค่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดิน

θ_{AWC} = $\theta_{UL} - \theta_{LL}$

θ_{AWC} = ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

θ_{UL} = สัดส่วนน้ำเชิงปริมาตรที่พิกัดบน

θ_{LL} = สัดส่วนน้ำเชิงปริมาตรที่พิกัดล่าง

ถ้าค่าที่วัดได้เป็นค่าสัดส่วนน้ำเชิงมวล ต้องวัดค่าความหนาแน่นรวมของดิน เพื่อคำนวณค่าเป็นสัดส่วนน้ำเชิงปริมาตร ค่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ไม่จำเป็นต้องเท่ากันทุกชั้นดิน

4.3.2 แปลงค่าสัดส่วนน้ำเชิงปริมาตรเป็นปริมาณน้ำเก็บกักในเขตรากพืช โดยให้ค่า θ_{AWC} ของดินแต่ละชั้นคูณกับความหนาของชั้นดินนั้นๆ ซึ่งจะให้ค่าเป็นความสูงของน้ำที่เป็นประโยชน์ ปริมาณน้ำเก็บกักจะเป็นผลรวมของความสูงของน้ำทุกชั้นจากผิวดินจนถึงสุดเขตรากพืช ความสูงของชั้นน้ำที่เป็นประโยชน์ สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$dw = \frac{Pw \times As \times D}{100}$$

เมื่อ dw = ความสูงของน้ำ (นิ้วหรือซม.)

Pw = ความชื้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของดินแห้ง

As = ความถ่วงจำเพาะปรากฏของดิน = BD. / w

w = 1 กรัม / ลบ.ซม.

ฉะนั้น As = BD. (Bulk density)

D = ความลึกของเขตรากพืช (ซม.)

4.3.3 ปริมาณน้ำที่ให้พืชใช้จะไม่ใช้ทั้งหมดของค่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ พบว่าสำหรับพืชไร่ทั่วไปจะให้พืชใช้ 1/3 ถึง 1/2 (33.50 - 50%) ของความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ ส่วนพืชผักอาจใช้ได้เพียง 1/5 (20%) ของความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ หากมีการศึกษาเฉพาะดินจะกำหนดค่าพิกัดล่างของ

การชลประทานไว้ที่ความชื้นที่มีระดับความเป็นประโยชน์ตกลงจนมีค่าต่ำมาก ดังนั้นปริมาณน้ำที่ให้พืชใช้คือจากพิกัดบนของความเป็นประโยชน์ถึงพิกัดล่างของการชลประทาน หลังจากพืชใช้น้ำส่วนนี้หมดแล้วจะเพิ่มน้ำเข้าไปในดินใหม่ หากสัดส่วนของความจุน้ำที่ให้พืชใช้เทียบกับความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ทั้งหมดมีค่าต่ำ หมายความว่าต้องมีการชลประทานบ่อยครั้ง เพื่อเพิ่มเติมน้ำให้ดินจนเต็มความจุน้ำ เพื่อที่ว่าพืชจะได้ใช้น้ำที่มีระดับความเป็นประโยชน์สูงอยู่เสมอ

4.3.4 การชลประทานครั้งต่อไปจะกระทำเมื่อพืชใช้น้ำจำนวนดังกล่าวหมดไปแล้ว ซึ่งอัตราการระเหยน้ำของพืชจะมีค่าเท่าใดขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ และช่วงการเจริญเติบโตของพืช เช่น มีค่า 2 - 3 มม.ต่อวัน ในช่วงที่มีการเสียน้ำน้อย จนถึง 8 - 9 มม.ต่อวัน ในช่วงที่มีอากาศร้อนและแห้งจัด สมมุติว่าพืชมีอัตราการใช้น้ำ 3 มม.ต่อวัน สำหรับพืชไร่ ประมาณเวลาที่ให้พืชใช้จะหมดในช่วง 6 - 8 วัน และพืชผักใน 3 วัน ซึ่งคือช่วงเวลาของรอบการชลประทาน ส่วนปริมาณน้ำที่ชลประทานคือ เท่ากับปริมาณน้ำที่พืชใช้หมดไปในช่วงเวลาดังกล่าว (สุนทรี, 2536)

4.4 ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ได้ ตามประเภทของเนื้อดิน (Soil texture)

K.E.Saxton et al., (1985) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของศักย์ของน้ำในดิน และสัมประสิทธิ์การนำน้ำกับน้ำในดินว่าเป็นเรื่องจำเป็นที่ผู้ที่ทำงานด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ การชลประทาน การระบายน้ำ และการผลิตพืชจะต้องทราบ เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำกักเก็บและปริมาณน้ำที่ต้องให้แก่พืช แต่จากการที่พลังงานศักย์ของน้ำในดินกับสัมประสิทธิ์การนำน้ำมีความผันแปรมาก และมีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรงกับปริมาณน้ำในดินที่มีเนื้อดินแตกต่างกันไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาความสัมพันธ์นี้เป็นกิจกรรมที่ค่อนข้างยากและมีค่าใช้จ่ายสูง มักไม่มีความถูกต้องในการปฏิบัติ และไม่สามารถทำให้เสร็จได้ในระยะเวลาอันสั้น แต่จากประสบการณ์ของนักวิทยาศาสตร์ทางดินจำนวนมาก ได้พบว่า เนื้อดินมีความสัมพันธ์อย่างเด่นชัดกับความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินที่ใช้ในการเกษตร ประกอบกับเนื้อดินเป็นข้อมูลที่หาได้ง่าย และตรวจสอบได้ด้วยวิธีที่ไม่สลับซับซ้อนจึงใช้เป็นข้อมูลหลัก เพื่อนำเข้าในสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อการประเมินคุณสมบัติเรื่องน้ำในดิน โดยเฉพาะปริมาณน้ำที่พืชใช้เป็นประโยชน์ได้ (Available Water Capacity) ได้ทันที

ดังนั้นการประเมินค่าดังกล่าวจากเนื้อดิน ก็สามารถทำได้อย่างดี รวมทั้งได้มีการศึกษา และพัฒนา การใช้วิธีทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดินกับพลังงานศักย์ของน้ำในดิน และสัมประสิทธิ์การนำน้ำจากฐานข้อมูลดินจำนวนมาก การศึกษาเรื่องนี้ได้ขยายผลไป โดยการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ และแบบจำลอง เพื่อการประเมินค่าและพบว่าใช้งานได้อย่างดีเยี่ยม และได้ทำการการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคาดคะเนกับค่าที่วัดจริงสามารถทำได้อย่างดีมาก

4.1.1 ความสัมพันธ์ของเนื้อดินกับปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน

ดินทรายขนาดปานกลาง (Medium sand)	5.1% หรือ 0.9 นิ้วต่อความลึกของดิน 1 ฟุต หรือ 75.0 มม. / ม.

ดินทรายขนาดละเอียด (Fine sand)	6.2% หรือ 1.1 นิ้วต่อความลึกของดิน 1 ฟุต หรือ 91.7 มม. / ม.
ดินร่วนปนทราย (Sandy loam)	7.9% หรือ 1.4 นิ้วต่อความลึกของดิน 1 ฟุต หรือ 116.7 มม. / ม.
ดินร่วนปนทรายละเอียด (Fine sandy loam)	10.2% หรือ 2.0 นิ้วต่อความลึกของดิน 1 ฟุต หรือ 166.7 มม. / ม.
ดินร่วน (Loam)	11.3% หรือ 2.0 นิ้วต่อความลึกของดิน 1 ฟุต หรือ 166.7 มม. / ม.
ดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt loam)	11.9% หรือ 2.1 นิ้วต่อความลึกของดิน 1 ฟุต หรือ 175.0 มม. / ม.
ดินร่วนปนดินเหนียว (Clay loam)	11.3% หรือ 2.0 นิ้วต่อความลึกของดิน 1 ฟุต หรือ 166.7 มม. / ม.
ดินเหนียว (Clay)	12.5% หรือ 2.4 นิ้วต่อความลึกของดิน 1 ฟุต หรือ 200.0 มม. / ม.

ที่มา: (USDA,1955)

4.4.2 ความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์กับเนื้อดิน

	ความสูงของน้ำ มม. /ความลึกของดิน ม.
เนื้อดินหยาบมาก (Very coarse texture)	
ดินทรายหยาบมาก (very coarse sands)	65 มม. / ม.
เนื้อดินหยาบ (Coarse texture)	
ดินทรายหยาบ ดินทรายละเอียด และดินทรายปนดินร่วน (coarse sands, fine sands and loamy sands)	105 มม. / ม.
เนื้อดินหยาบปานกลาง (Moderate coarse texture)	
ดินร่วนปนทราย และดินร่วนปนทรายละเอียด (sandy loams and Fine sandy loams)	150 มม. / ม.

เนื้อดินขนาดปานกลาง

(Medium texture)

ดินร่วนปนทรายละเอียดมาก ดินร่วน และดินร่วนปนทรายแป้ง

(very fine sandy loams , loams , silt loams) 195 มม. / ม.

เนื้อดินละเอียดปานกลาง

(**Moderate fine texture)**

ดินร่วนปนดินเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และดินร่วนเหนียวปนทราย

(clay loams , silty clay loams and sandy clay loams) 210 มม. / ม.

เนื้อดินละเอียด

(Fine texture)

ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง และดินเหนียว

sandy clays , silty clays , clays 210 มม. / ม.

ดินพีท และดินมัค

(Peats and Mucks) 250 มม. / ม.

ที่มา: SCS. National Engineering Handbook, 1964

4.4.3 ความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์กับเนื้อดิน และปริมาณชิ้นส่วนหยาบแต่ละชนิด (ดังตารางที่ 1)

<u>ตารางที่</u> 1 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์กับเนื้อดิน และปริมาณชิ้นส่วนหยาบแต่ละชนิด (มม./ม.)

เนื้อดิน	ดินในเขตอบอุ่นไม่มีชิ้นส่วนหยาบ	ดินในเขตร้อนชื้น					
		ชิ้นส่วนหยาบ <10%	ชิ้นส่วนหยาบ 10-25%	ชิ้นส่วนหยาบ 25-50%	ชิ้นส่วนหยาบ 50-70%	ชิ้นส่วนหยาบ 70-90%	ชิ้นส่วนหยาบ >90%
coS	80	70	60	50	40	20	10
S	90	80	70	60	40	20	10
fS	110	100	90	70	50	30	10
vfS	200	180	160	140	90	50	20
LcoS	80	70	60	50	40	20	10
LS	120	110	100	80	50	30	10
LfS	140	130	110	90	60	40	10
LvfS	200	180	160	140	90	50	20
coSL	120	110	100	80	50	30	10
SL	150	130	120	100	70	40	10
fSL	170	150	140	110	80	50	20
vfSL	200	180	160	130	90	50	20
L	170	160	140	110	80	50	20
SiL	190	170	150	130	90	50	20
coSCL	140	120	110	90	60	40	10
SCL	150	140	130	100	70	40	10
fSCL	170	150	140	110	80	50	20
CL	150	130	120	100	70	40	10
SiCL	170	150	140	110	80	50	20
SC	110	100	90	70	50	30	10
fSC	130	120	110	90	60	40	10
SiC	160	140	130	110	70	40	10
C	140	130	120	90	60	40	10

ที่มา: Pidgean J D, 1972

4.5 เนื้อดินและคุณสมบัติของเนื้อดินที่เกี่ยวข้องกับการให้น้ำพืช

4.5.1 ประเภทของเนื้อดิน ข้อดี ข้อเสีย ของเนื้อดินแต่ละกลุ่ม (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงประเภทของเนื้อดิน ข้อดี ข้อเสีย ของเนื้อดินแต่ละกลุ่ม

กลุ่มของเนื้อดิน	ประเภทของเนื้อดิน		คุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการให้น้ำพืช	
	ชื่อเนื้อดิน	ตัวย่อ	ข้อดี	ข้อเสีย
1. ดินเนื้อหยาบ	Sand Loamy Sand	S LS	1.ไถพรวนง่าย	1. อุ้มน้ำและธาตุอาหารได้น้อย 2. ระบายน้ำเร็วเกินไป
2. ดินร่วน	Sandy Loam Loam Silt Loam Silt Sandy Clay Loam Clay Loam	SL L SiL Si SCL CL	1.ไถพรวนง่าย 2. อุ้มน้ำและธาตุอาหารได้มากพอสมควร 3. ระบายน้ำและอากาศดีพอสมควร 4. เหมาะแก่การปลูกพืช	1. ธาตุอาหารถูกชะล้างได้ง่าย 2. ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ
3. ดินเนื้อละเอียด	Silty Clay Loam Sandy Clay Silty Clay Clay	SiCL SC SiC C	1. อุ้มน้ำและธาตุอาหารได้มาก 2. ความอุดมสมบูรณ์ของดินสูง	1. ระบายน้ำและอากาศไม่ดี 2. ไถพรวนยาก

ที่มา: ดิเรกและคณะ, 2543

4.5.2 อัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดิน

ดินทราย	> 20	(มม./ชม.)
ดินร่วนปนทราย	10 – 20	(มม./ชม.)
ดินร่วน	5 – 10	(มม./ชม.)
ดินเหนียว	1- 5	(มม./ชม.)

ที่มา: สมเจตน์ , 2526

4.5.3 ความสัมพันธ์ของอัตราการแทรกซึมน้ำกับเนื้อดิน

เนื้อดิน	ค่าตัวแทน (ซม./ชม.)	ช่วงพิสัยของค่าตัวแทน (ซม./ชม.)
Sand	5	2 - 25
Sandy loam	2	1 - 8
Loam	1	0.1 - 2
Clay loam	0.8	0.03 - 0.5
Clay	0.1	<0.01 - 0.8

ที่มา: Israelsen and Hansen, 1982

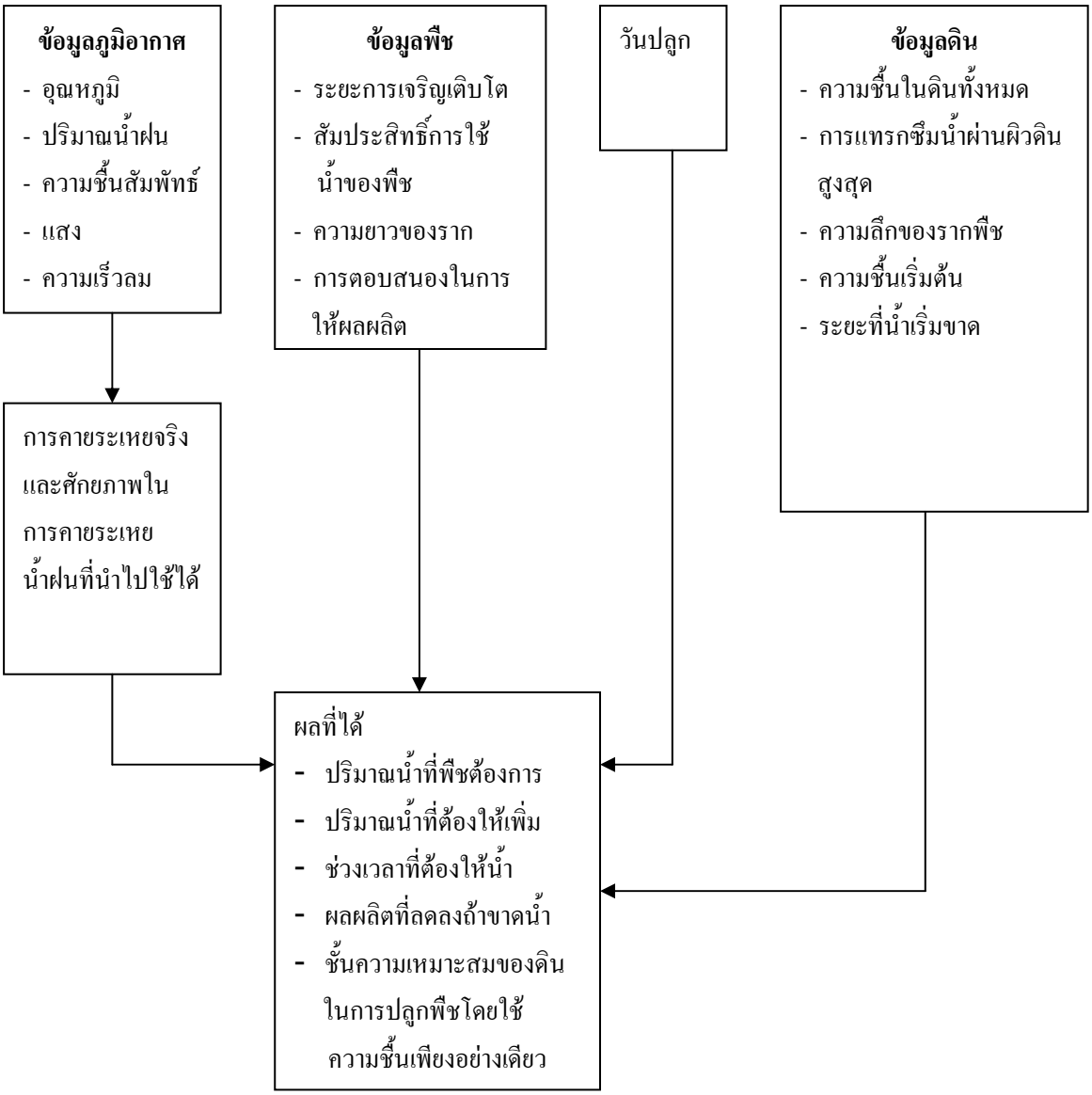
4.6 คุณสมบัติของพืชที่เกี่ยวข้องกับการให้น้ำ

- อัตราการใช้น้ำสูงสุดของอ้อย 6 - 8 มม.ต่อวัน
- ความลึกของรากอ้อย 0.60 - 1.25 เมตร
- ช่วงวิกฤติของอ้อย ระยะแตกหน่อและลำต้นยืดตัว
- ให้น้ำเมื่อความชื้นเหลืออยู่ 50 - 60 %
- ปริมาณการใช้น้ำของอ้อยตลอดฤดูการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 887.4 มม.หรือ 1,420 – 3,136 ลูกบาศก์เมตร/ ไร่

4.7 โปรแกรม CROPWAT

ปริมาณน้ำและรอบการให้น้ำชลประทานสำหรับอ้อย คำนวณได้จากโปรแกรม CROPWAT ที่พัฒนาขึ้นมาโดย FAO เมื่อปี 2531 สามารถใช้งานได้กับคอมพิวเตอร์ระดับ PC เพื่อหาความต้องการน้ำของพืช (Crop Water Requirement) บนชุดดินต่างๆ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลร่วมในการจัดชั้นความเหมาะสมของดินในระบบ FAO ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Moisture Availability) และปริมาณน้ำที่ต้องการเพิ่มเติม (Irrigation Requirement) ให้แก่พืช เพื่อให้ดินอยู่ในสภาพความชื้นที่พืชต้องการ และจัดชั้นความเหมาะสมของดิน/ที่ดิน ที่อาศัยความชื้นเป็นส่วนร่วมในการประเมินความเหมาะสมของที่ดิน โดยคำนวณจากข้อมูล ภูมิอากาศ พืชและดิน สรุปได้จากผังการทำงานของโปรแกรม CROPWAT

แสดงผังการทำงานของโปรแกรม CROPWAT



ที่มา : ผริดา คุณีพงษ์ และคณะ 2538

การคำนวณปริมาณน้ำและรอบการให้น้ำของอ้อย โดยโปรแกรม CROPWAT ฐานข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ คือ

4.7.1 ข้อมูลด้านภูมิอากาศ (Climatic Data) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช คือ

- อุณหภูมิ (Temperature) ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ในแต่ละเดือน

- ความชื้น (Humidity) เป็นความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ซึ่งหมายถึง ปริมาณน้ำในอากาศ (Vapour Pressure) ในขณะนั้นเปรียบเทียบกับน้ำในอากาศที่อิ่มตัว

- ความเร็วลม (Wind Speed) ได้แก่ ความเร็วรายวันของลม
- ปริมาณน้ำฝน (Rain) ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน
- แสง (Radiation) ได้แก่ ความเข้มของแสง ณ บริเวณที่ปลูกพืชวัดได้โดย Solarimeter หรือความยาวของช่วงแสงใน 1 วัน (Daily Sunshine Duration)

4.7.2 ข้อมูลด้านพืช (Plant Data) ได้แก่

- ช่วงอายุของการเจริญเติบโต (Crop Development Stage) ในรอบ 1 ปี
- สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient : Kc)
- ความยาวของรากพืช (Rooting Depth)
- ระดับการขาดน้ำ (Depletion Level)
- การตอบสนองต่อการขาดน้ำของพืช (Yield Response Factors)

4.7.3 ข้อมูลด้านดิน (Soil Data) ได้แก่

- ปริมาณน้ำในดินแต่ละชนิดที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Total Available Soil Moisture : TAM)
- อัตราการแทรกซึมน้ำผ่านผิวดินสูงสุด (Maximum Rain Infiltration Rate)
- ชั้นของดินที่จำกัดต่อการหยั่งลึกของรากพืช (Root Restricting Soil Layer)
- ปริมาณความชื้นดินที่เริ่มขาด (Initial Soil Moisture Depletion)
- ปริมาณความชื้นดินที่พืชใช้ได้ทั้งหมด (Initial Soil Moisture)

4.8 กฎเกณฑ์กำหนดในการคำนวณ (Scheduling Criteria) ดังนี้

4.8.1 กำหนดให้มีการให้น้ำเมื่อปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ (Available Soil Moisture) ลดลงกี่เปอร์เซ็นต์หรือกำหนดรอบของการให้น้ำเป็นจำนวนวัน

4.8.2 กำหนดให้มีการให้น้ำเป็นปริมาณกี่เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ได้ทันที (Readily Available Soil Moisture โดยค่าปรกติกำหนดไว้ที่ 100 เปอร์เซ็นต์

4.8.3 กำหนดวันเริ่มให้น้ำเป็นวันใดก็ได้ตลอดฤดูปลูก โดยค่าปรกติกำหนดไว้ที่ วันแรกของวันปลูกของแต่ละชนิดพืช

ผลการคำนวณของโปรแกรม CROPWAT จะแสดงถึงความต้องการน้ำของพืชเป็นช่วงระยะตามที่ต้องการหรือตลอดฤดูการปลูกพืชและสามารถกำหนดรอบการให้น้ำที่ไม่กระทบต่อผลผลิต และกำหนดตารางการให้น้ำเป็นอัตรา มิลลิเมตรหรือลูกบาศก์เมตร/ไร่ ในแต่ละรอบการให้น้ำ ซึ่งเกษตรกรจะนำไปกำหนดการทำงานของเครื่องสูบน้ำหรืออุปกรณ์อื่นที่ใช้ในการให้น้ำได้ทันที

4.9 แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT V.3.5

คือระบบช่วยการตัดสินใจเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร (Decision Support System for

Agro-technology Transfer) ได้ถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะตอบคำถามประเภท “What if” ซึ่งมักจะถูกถามบ่อยครั้งจากผู้กำหนดนโยบายและแม้กระทั่งเกษตรกร โดยเกี่ยวโยงไปถึงการ เกษตรที่มั่นคงบนพื้นฐานทางเศรษฐกิจ และการใช้ทรัพยากรอย่างปลอดภัย บนพื้นฐานของการอนุรักษ์การเกษตรยั่งยืนซึ่งมีความต้องการเครื่องมือ (Tools) ที่สามารถให้คำตอบได้ในอนาคต ระบบช่วยการตัดสินใจจะช่วยตัดสินทางเลือกในปัจจุบันเพื่อให้ได้ผลที่จะตามมาไม่เพียงแต่ในปีหน้า แต่สามารถบ่งบอกถึงผลในอนาคตได้ถึง 10, 25, 50 ปี หรือมากกว่านั้นในอนาคต (IBSNAT, 1989)

โปรแกรม DSSAT V.3.5 ประกอบไปด้วย ระบบจัดการฐานข้อมูล ระบบจัดการแบบจำลองพืช และระบบการใช้งาน โดยระบบจัดการฐานข้อมูลจะประกอบไปด้วย ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป เช่น สถานที่ทดลอง ความหมายโค้ดต่างๆ และข้อมูลนักวิจัย และสถาบันต่างๆ ข้อมูลงานทดลองพืช ข้อมูลพืช ข้อมูลดิน ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลโรคแมลง ข้อมูลเศรษฐศาสตร์ ส่วนระบบจัดการแบบจำลองประกอบด้วยแบบจำลองพืชอาหาร ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่างและมิลเลท แบบจำลองข้าวโพดเป็นต้นแบบในการพัฒนาแบบจำลองพืชอื่นๆ แบบจำลองแบบนี้ได้รับการออกแบบให้มีการคำนวณการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักพืช และการเจริญเติบโตเป็นรายวัน สามารถคำนวณการเปลี่ยนแปลงของน้ำในดิน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงธาตุไนโตรเจน แบบจำลองพืชตระกูลถั่วได้แก่ ถั่วเหลือง และถั่วลิสง ส่วนพืชหัวได้แก่ มันสำปะหลัง มันเทศ และเผือก (Aroids) สำหรับระบบการใช้งานแบ่งเป็นการจำลองการปลูกพืชรายฤดู (Seasonal Analysis) และการจำลองการผลิตอย่างต่อเนื่อง (Tsuji et al., 1994)

5. อุปกรณ์และขั้นตอนการดำเนินงาน

5.1 อุปกรณ์

5.1.1 ตารางสามเหลี่ยมกำหนดเนื้อดิน (Soil Texture Triangle) ของ K.E.Saxton

5.1.2 แบบจำลองการปลูกพืช **CROPWAT**

5.1.3 **DSSAT V. 3.5** หรือระบบช่วยการตัดสินใจของเกษตรกร (Decision Support System for Agro- technology Transfer)

5.1.4 ข้อมูลดิน ชุดดินตัวแทน (Typifying Pedon) จำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน 2546

5.1.5 คอมพิวเตอร์ และซอฟแวร์

5.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

5.2.1 การใช้ตารางสามเหลี่ยมกำหนดเนื้อดิน (Soil Texture Triangle) ของ K.E.Saxton หาปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ (AWC) และค่าอัตราการแทรกซึมน้ำฝนสูงสุด (Maximum Rain Infiltration rate)

1) คำนวณปริมาณเป็นเปอร์เซ็นต์ของอนุภาค ทราย ดินเหนียว และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนหยาบภายในความลึก 60 ซม. ของชุดดินตัวแทน (Typifying Pedon) 23 ชุดดิน

2) นำเข้าสมการตารางสามเหลี่ยมกำหนดเนื้อดิน (Soil Texture Triangle) ของ K.E.Saxton เพื่อหาปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ (AWC) และค่าอัตราการแทรกซึมน้ำฝนสูงสุด (Maximum Rain Infiltration Rate) ซึ่งมีค่าเท่ากับสภาพการนำน้ำในขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturation Hydraulic Conductivity) ซึ่งจำเป็นต้องนำเข้าในฐานข้อมูลดิน (Soil Data File) ต่อไป

5.2.2 เตรียมข้อมูลนำเข้าสู่โปรแกรม CROPWAT ในการคำนวณหาความต้องการน้ำของพืช (Crop Water Requirement) และการกำหนดตารางการชลประทานต้องมีข้อมูลนำเข้าได้แก่

1) ข้อมูลภูมิอากาศ (Climate Data)

ข้อมูลภูมิอากาศที่นำเข้าสู่โปรแกรม CROPWAT ในครั้งนี้ เป็นข้อมูลภูมิอากาศของจังหวัดชลบุรี เฉลี่ย 30 ปี (พ.ศ.2514 - 2543) ของกองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา 2544 (ตารางที่ 3)

1.1) ETo (Reference Crop Evapotranspiration) คือ ปริมาณการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (เทียบกับพืชตระกูลหญ้า) หรือปริมาณการใช้น้ำของพืช หมายถึง ปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ ซึ่งปริมาณน้ำดังกล่าวประกอบด้วย การระเหย (Evaporation = E เป็นน้ำที่ระเหยจากผิวดินรอบๆ ต้นพืช และจากน้ำที่เกาะตามใบพืช) และการคายน้ำ (Transpiration = T เป็นน้ำที่พืชนำไปใช้ได้จริงๆ จากการดูดของรากพืช เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ ของพืช แล้วคายออกมาในรูปไอน้ำสู่บรรยากาศ) โดยมีตัวแปรที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืช คือ สภาพดิน พืช สภาพภูมิอากาศรอบๆ ต้นพืช และการจัดการ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อเมตร

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง สามารถนำไปใช้ในการประเมินหาปริมาณการใช้น้ำของพืชหรือการคายระเหยน้ำของพืชได้ ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ ประกอบด้วยการระเหยน้ำจากผิวดิน (Evaporation) ในบริเวณนั้น และการคายน้ำ (Transpiration) ของพืช หลังจากรากพืชดูดน้ำจากดินไปใช้ในกระบวนการต่างๆ ของพืชในที่สุดก็ถูกคายออกทางใบสู่บรรยากาศในสถานะไอน้ำ

การหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีการวัดโดยตรงนั้น มีข้อจำกัดคือให้ข้อมูลที่ถูกต้องกับสภาพพื้นที่ที่ทำการตรวจวัดเท่านั้น จึงได้คิดค้นหาวิธีการตามหลักการที่ว่าปริมาณการใช้น้ำของพืชจะต้องขึ้นอยู่กับภูมิอากาศเพียงอย่างเดียวเท่านั้น พบว่า พืชตระกูลหญ้าเป็นพืชที่มีคุณสมบัติครบถ้วนที่สุดที่สามารถใช้เป็นพืชอ้างอิงได้ในการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอื่นๆ

โปรแกรม CROPWAT จะทำการคำนวณค่า ETo ตามวิธีการของ FAO Penman-Monteith โดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศเป็นข้อมูลนำเข้าในการคำนวณ ซึ่งสมการการคำนวณมีดังนี้

$$ETo = c\,[\,W.Rn + (1-W)\,f(u)\,(ea - ed)\,]$$

ETo = reference crop evapotranspiration in mm/day

W = temperature – related weighting factor

Rn = net radiation in equivalent evaporation in mm/day

f(u) = wind-related function

(ea-ed) = difference between the saturation vapour pressure at mean air temp. and the mean actual vapour pressure of the air, both in mbar.

c = adjustment factor to compensate for the effect of day and night weather conditions

ที่มา: (Doorenbos, J.FAO., 1984)

ผลการคำนวณของโปรแกรม CROPWAT จากข้อมูลภูมิอากาศ จังหวัดชลบุรี ตามวิธีการของ FAO Penman-Monteith จะได้ค่า Solar Radiation ที่มีหน่วยเป็นเม็กกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน ($MJ/m^2/day$) และค่า ETo มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรต่อวัน (mm/day)ในแต่ละเดือนตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลนำเข้าทั้งหมดของข้อมูลภูมิอากาศจังหวัดชลบุรี และผลลัพธ์จากการคำนวณของโปรแกรมCROPWAT ที่ได้ค่า Solar Radiation และ ETo ในแต่ละเดือน

Month	MaxTemp (deg.C)	MiniTemp (deg.C)	Humidity (%)	Wind Spd. (Km/d)	SunShine (Hours)	Solar Rad. (MJ/m2/d)	ETo (mm/d)
January	31.3	20.1	69.0	190.0	8.4	18.9	4.55
February	32.1	22.4	74.0	207.0	8.0	19.8	4.82
March	33.2	24.2	74.0	216.0	8.1	21.4	5.35
April	34.1	25.4	74.0	225.0	7.6	21.3	5.55
May	33.3	25.4	77.0	181.0	5.8	18.3	4.69
June	32.5	25.6	76.0	216.0	5.4	17.5	4.64
July	31.9	25.0	77.0	199.0	5.3	17.4	4.44
August	31.6	24.9	78.0	199.0	4.7	16.6	4.26
September	31.2	24.4	81.0	164.0	4.8	16.5	3.94
October	31.3	23.8	82.0	147.0	6.1	17.4	3.93
November	31.1	22.1	76.0	190.0	7.4	17.8	4.19
December	31.0	20.3	70.0	199.0	8.4	18.3	4.41
Average	32.0	23.6	75.7	194.4	6.7	18.4	4.56

1.2) ค่าฝนใช้การ (Effective Rainfall)

นำเข้าข้อมูลค่าการระเหยน้ำของพืช (ETo) และปริมาณน้ำฝนทั้งหมดรายเดือน (Total Monthly Rainfall) มีหน่วยเป็น มม. และปริมาณฝนใช้การรายเดือน (ตารางที่ 4)

ข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณฝนที่ตกในแต่ละเดือน เพื่อการคำนวณหาค่าประมาณฝนที่พืชนำ ไปใช้ประโยชน์ได้ (Effective rain) คำนวณได้จากโปรแกรม CROPWAT ตามวิธีการของ USDA Soil Conservation Service Method (default) วิธีการนี้ได้กำหนดค่ามาตรฐานของสมการไว้เป็นค่าตัวเลขคงที่ที่จะผันแปรกับค่าเฉลี่ยประมาณน้ำฝนทั้งหมดที่เป็นรายเดือนจากสถานีวัดอากาศ สมการการคำนวณของโปรแกรม มีดังนี้

สมการที่ 1 ปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 250 มม./เดือน

$$P_{eff} = P_{tot} (125 – 0.2 P_{tot})/125$$

สมการที่ 2 ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 250 มม./เดือน

$$P_{eff} = 125 + 0.1 P_{tot}$$

P_{eff} = Effective rainfall

P_{tot} = Total rainfall

สำหรับปริมาณฝนตกของจังหวัดชลบุรี อยู่ในกรณีข้อที่ (1) ที่ปริมาณฝนตกทั้งหมดน้อยกว่า 250 มิลลิเมตร แสดงตัวอย่างการคำนวณเดือนมกราคมดังนี้ (ส่วนเดือนอื่นแสดงผลลัพธ์การคำนวณในตาราง)

$$\text{Effective rainfall} = \frac{13(125 – 0.2 \times 13)}{125}$$

$$= 12.73 \text{ มม./ด.}$$

ที่มา : Martin. S., 1992

<u>ตารางที่</u> 4 แสดงค่าการระเหยน้ำของพืช มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/วัน ปริมาณน้ำฝนทั้งหมดรายเดือน มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/เดือน และปริมาณฝนใช้การรายเดือน มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/เดือน

Month	ETo (mm/d)	Total Rainfall (mm/month)	Effective Rain (mm/month)
January	4.55	13.0	12.7
February	4.82	22.0	21.2
March	5.35	41.0	38.3
April	5.55	78.0	68.3
May	4.69	166.0	121.9
June	4.64	119.0	96.3
July	4.44	168.0	122.8
August	4.26	166.0	121.9
September	3.94	302.0	155.2
October	3.93	230.0	145.4
November	4.19	64.0	57.4
December	4.41	10.0	9.8
Total (mm./y.)	1,669.91	1,379.0	971.2

2) ข้อมูลพืช (Crop Data) นำเข้าข้อมูล ชนิดพืช วันปลูก เดือน ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient: Kc) เป็นค่าแสดงถึงการใช้น้ำของพืชแต่ละช่วงการเจริญเติบโตตลอดจนข้อมูลของพืชแสดงจำนวนวันในการเจริญเติบโตในแต่ละช่วง (Stage Days) ความลึกของราก (Root Depth) มีหน่วยเป็นเมตร ค่าแสดงปริมาณน้ำที่ต้องให้เมื่อปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ลดลง (Depletion) และค่าแสดงปัจจัยการตอบสนองในการสร้างผลผลิตพืช (Ky Values)

Sugarcane Crop Data

Growth Stages	Initial	Development	Mid	Late	Total
Stage Lengths [Days]	30	60	150	60	300
Crop Coefficients (Kc)	0.40	>>>	1.25	0.75	
Rooting Depths [m]	1.00	>>>	1.50	1.50	
Depletion Levels (P)	0.60	>>>	0.60	0.60	
Yield Factors (Ky)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

3) ข้อมูลดิน (Soil Data) นำเข้าข้อมูลดิน (จำนวน 23 ชุดดิน)ได้แก่ ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์(Available Water Capacity) มีหน่วยเป็น มม./ม. อัตราการแทรกซึมลงของน้ำฝนในหน้าตัดดินสูงสุด(Maximum Rain Infiltration Rate) มีหน่วย เป็น มม./วัน จะเท่ากับค่า Saturation hydraulic conductivity ซึ่งมีหน่วยเป็น ซม./ชม. คูณด้วย 10x24 ที่ได้จากการใช้ตารางสามเหลี่ยมกำหนดเนื้อดิน (Soil Texture Triangle) ของ KE.Saxton และ ค่าความลึกของรากพืชที่ลงไปได้ในแต่ละชุดดินมีหน่วยเป็นเมตร (Maximum Rooting Depth) ซึ่งพิจารณาจากความลึกของชั้นดินที่สามารถไถพรวนได้ ถือว่าเป็นความลึกสูงสุดต่อการหยั่งลึกของรากพืช และความลึกของรากอ้อยอยู่ระหว่าง 0.60-1.25 เมตร ซึ่งเมื่อนำไปคูณกับปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ (Available Water Capacity) จะมีค่าเท่ากับ ปริมาณน้ำในดินแต่ละชนิดที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรือปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ทั้งหมด (Total available soil moisture : TAM)

5.2.3 การกำหนดกฎเกณฑ์ในการคำนวณที่ใช้ในโปรแกรมของ CROPWAT

1) กำหนดให้มีการให้น้ำเมื่อความชื้นที่เป็นประโยชน์ทันที (Readily Available Soil Moisture) ลดลง 50 % หรือเท่ากับ (Total Available Soil Moisture: TAM) คูณ ค่าความชื้นที่พร่องลงไป (P: Depletion) ซึ่งกำหนดไว้ในแฟ้มข้อมูลพืช (*. CRO) และจะแตกต่างกันไปแต่ละพืช

2) กำหนดให้มีการเติมน้ำให้ถึงระดับ 100 % ของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชทันที (Readily Available Soil Moisture) เพื่อรักษาระดับให้คงที่ พร้อมทั้งรักษาระดับปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ทั้งหมด (Total Available Soil Moisture) ซึ่งมีค่าเท่ากับความชื้นที่พิกัดบนของความชื้นที่เป็นประโยชน์ ***ลบ*** ความชื้นที่พิกัดล่างของความชื้นที่เป็นประโยชน์ *คูณ* ความลึกของรากพืช

3) กำหนดให้มีการเริ่มการให้น้ำในวันแรกของวันปลูกแต่ละพืช

4) กำหนดค่า Angstrom’s coefficients a = 0.29 และค่าAngstrom’s coefficients b=0.42

5) การคำนวณ ปริมาณน้ำชลประทานจาก Net Irr.(mm) เป็นลูกบาศก์เมตร / ไร่

Net Irr. (mm) x 1,600 m^2 / 1,000 = Net Irr. ($m.^3$) / rai

5.2.4 ทำการจำลองปริมาณน้ำ และรอบการให้น้ำเพื่อการชลประทานสำหรับอ้อย โดยโปรแกรม CROPWAT ซึ่งใช้ข้อมูลที่นำเข้าไว้แล้วทีละชุดดินจนครบ 23 ชุดดิน ซึ่งผลที่ได้นำมาพิจารณาและวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้และจัดลงในตารางที่ 7, 8, และ9

5.2.5 การเตรียมข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม DSSAT V.3.5 ข้อมูลที่ต้องการ (Minimum Data set) ได้แก่ข้อมูลดิน ข้อมูลภูมิอากาศ และข้อมูลพืช จากฐานข้อมูลของส่วนวิจัยและวินิจฉัยคุณภาพดิน

5.2.6 ทำการจำลองการปลูกอ้อยโดยใช้ โปรแกรม DSSAT V.3.5 จำลองในสภาพการใช้น้ำฝนอย่างเดียวซึ่งมีโอกาสขาดน้ำ เปรียบเทียบกับสภาพมีการให้น้ำชลประทาน ซึ่งได้ข้อมูลมาจากการกำหนดของโปรแกรม CROPWAT ซึ่งจากการจำลองการปลูกอ้อยดังกล่าวได้ผลผลิตดังตารางที่ 10

5.2.7 จัดทำรายงาน

6. ผลการวิจัย

6.1 ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ของชุดดินต่างๆ ที่พบในจังหวัดชลบุรี

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดินกับปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ โดยใช้โปรแกรม CROPWAT พบว่าปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ผันแปรไปตามเนื้อดิน โดยชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายจะมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์น้อย และเพิ่มมากขึ้นในชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วน ดินร่วนปนดินเหนียว ที่มีชิ้นส่วนหยาบปะปนอยู่มาก ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนปนดินเหนียว ดินเหนียว และดินเหนียวปนทรายแป้งตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ และอัตราการแทรกซึมน้ำฝนสูงสุดของชุดดินต่างๆ

สภาพพื้นที่	ชุดดิน	เนื้อดินเฉลี่ยที่ความลึก 0-60ซม.	เปอร์เซ็นต์ทราย	เปอร์เซ็นต์ดินเหนียว	อัตราการแทรกซึมน้ำ (ซม./ชม.)	ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ มม./ม.
ที่ดอน	หัวหิน (Hh)	ดินทราย : S	97.50	1.25	21.20	59
	พัทยา (Py)	ดินทรายปนดินร่วน : LS	88.20	1.95	12.25	76
	ระยอง (Ry)	ดินทราย : S	99.20	0.30	22.54	56
	บ้านทอน (Bh)	ดินทราย : S	96.83	0.73	19.95	60
	สัตหีบ (Sh)	ดินทราย : S	81.14	3.50	7.72	88
ที่ลุ่ม	บ้านบึง (Bbg)	ดินทรายปนดินร่วน : LS	83.00	2.80	9.26	85
ที่ดอน	หุบกะพง (Hg)	ดินทรายปนดินร่วน : LS	75.40	4.30	6.71	101
ที่ดอน	มาบบอน (Mb)	ดินร่วนปนทราย : SL	65.29	19.09	0.79	100
	ดอนไร่ (Dr)	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	61.56	23.93	0.45	96
	โคราช (Kt)	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	59.40	24.45	0.47	101
	ศรีราชา (Sr)	ดินร่วนปนทราย : SL	61.84	24.50	0.41	95
	วาริน (Wn)	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	53.06	23.40	0.55	111
ที่ลุ่ม	ชลบุรี (Cb)	ดินร่วนปนทราย : SL	64.60.	11.63	1.01	105
ที่ดอน	ท่ายาง (Ty)	ดินร่วน : L	50.93	15.00	1.41	64
	แม่ริม (Mr)	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	58.00	23.75	0.52	72
	กบินทร์บุรี(Kb)	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	38.87	28.92	0.35	81
ที่ดอน	เชียงคาน (Ch)	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	35.95	37.19	0.23	111
	มวกเหล็ก (Ml)	ดินเหนียว : C	15.63	57.86	0.20	140
	ทับกวาง (Tw)	ดินเหนียวปนทรายแป้ง : SiC	13.44	43.68	0.27	161
	ปากช่อง (Pc)	ดินเหนียว : C	5.14	72.14	0.39	130
	บ้านจ้อง (Bg)	ดินเหนียว : C	35.15	43.11	0.17	126
	วังสะพุง (Ws)	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	31.85	29.06	0.42	146
	หนองมด (Nm)	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	34.10	34.15	0.28	137

6.2 อัตราการแทรกซึมน้ำต่อวัน และความลึกของรากอ้อยที่ปลูกในชุดดินต่างๆ

อัตราการแทรกซึมน้ำต่อวันจะผันแปรไปตามชั้นขนาดอนุภาคดิน และเนื้อดิน คือชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายจะมีอัตราการแทรกซึมน้ำมากกว่าชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนปนดินเหนียว ดินเหนียว และดินเหนียวปนทรายแป้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

<u>ตารางที่</u> 6 อัตราการแทรกซึมน้ำต่อวัน และความลึกของรากอ้อยที่ปลูกในชุดดินต่างๆ

ชั้นขนาดอนุภาคดิน	สภาพพื้นที่	ชุดดิน	เนื้อดิน	ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ (มม./ม).	อัตราการแทรกซึมน้ำ (มม./วัน)	ความลึกสุดของรากอ้อย (ม.)
ดินทราย	ที่ดอน	หัวหิน (Hh)	ดินทราย : S	59	300	0.60
		พัทยา (Py)	ดินทรายปนดินร่วน : LS	76	300	0.60
		ระยอง (Ry)	ดินทราย : S	56	300	0.60
		บ้านทอน (Bh)	ดินทราย : S	60	300	0.60
		สัตหีบ (Sh)	ดินทราย : S	88	300	0.60
	ที่ลุ่ม	บ้านบึง (Bbg)	ดินทรายปนดินร่วน : LS	85	300	0.60
ดินร่วนหยาบ	ที่ดอน	หุบกะพง (Hg)	ดินทรายปนดินร่วน : LS	101	300	0.60
ดินร่วนละเอียด	ที่ดอน	มาบบอน (Mb)	ดินร่วนปนทราย : SL	100	190	0.60
		ดอนไร่ (Dr)	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	96	108	1.00
		โคราช (Kt)	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	101	113	1.00
		ศรีราชา (Sr)	ดินร่วนปนทราย : SL	95	98	1.00
		วาริน (Wn)	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	111	132	1.00
	ที่ลุ่ม	ชลบุรี (Cb)	ดินร่วนปนทราย : SL	105	242	0.60
ดินร่วนปนกรวด	ที่ดอน	ท่ายาง (Ty)	ดินร่วน : L	64	300	0.60
		แม่ริม (Mr)	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	72	125	0.60
		กบินทร์บุรี(Kb)	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	81	84	0.60
ดินเหนียวปนกรวด	ที่ดอน	เชียงคาน(Ch)	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	111	55	0.60
		มวกเหล็ก(Ml)	ดินเหนียว : C	140	48	0.60
		ทับกวาง(Tw)	ดินเหนียวปนทรายแป้ง : SiC	161	65	1.00
ดินเหนียวละเอียด	ที่ดอน	ปากช่อง(Pc)	ดินเหนียว : C	130	94	1.00
		บ้านจ้อง(Bg)	ดินเหนียว : C	120	41	1.00
		วังสะพุง (Ws)	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	146	101	1.00
		หนองมด(Nm)	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	137	67	1.00

6.3 การจำลองรอบการให้น้ำชลประทานแก่อ้อย และปริมาณการให้น้ำต่อครั้ง

ผลจากการจำลองรอบการให้น้ำชลประทานอ้อยที่ปลูกบนชุดดินต่างๆ พบว่าในชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายมีจำนวนครั้งในการให้น้ำสูงสุด คือสูงกว่าชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนปนดินเหนียว ดินเหนียว และดินเหนียวปนทรายแป้ง ตามลำดับ สำหรับรอบการให้น้ำพบว่าดินทรายมีรอบการให้น้ำ 3-5 วัน และค่อยๆ ห่างขึ้นตามเนื้อดินที่มีเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามลำดับ ส่วนจำนวนน้ำต่อครั้ง ในชุดดินที่เป็นดินทรายให้ปริมาณน้อยกว่าและเพิ่มขึ้นตามเนื้อดินที่มีเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำสุทธิ ชุดดินที่เป็นดินทรายใช้ปริมาณน้ำสุทธิสูงสุดและค่อยลดลงตามเนื้อดินที่มีเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามลำดับ (ตารางที่ 7)

จำนวนครั้งในการให้น้ำเป็นผลการคำนวนจากโปรแกรมCROPWATทั้งหมดในสภาพน้ำฝนซึ่งได้กำหนดไว้ในข้อมูลดินให้มีการให้น้ำทันทีที่ความชื้นที่เป็นประโยชน์ทั้งหมดลดลง 50% และกำหนดให้ตารางการให้น้ำที่คำนวนออกมาผลผลิตไม่ลดลงจากการขาดน้ำ ซึ่งในบางช่วงที่มีฝนตกเพียงพอก็จะไม่ต้องให้น้ำ คือไม่เท่ากับรอบการให้น้ำในตารางเสมอไป ซึ่งจะสามารถดูได้จากผลการคำนวณในภาคผนวก

<u>ตารางที่</u> 7 แสดงรอบการให้น้ำชลประทานอ้อยที่ปลูกบนชุดดินต่างๆ ปริมาณการให้น้ำต่อครั้ง และปริมาณน้ำสุทธิ (ลูกบาศก์เมตร/ ไร่) ตลอดช่วงการเจริญเติบโตถึงวันเก็บเกี่ยว

ชั้นขนาดอนุภาคดิน	ชุดดิน	เนื้อดิน	จำนวนครั้งในการให้น้ำ	รอบการให้น้ำ (วัน)	ปริมาณน้ำต่อครั้ง (ลบ.ม./ไร่)	ปริมาณน้ำสุทธิ (ลบ.ม./ไร่)
ดินทราย	หัวหิน (Hh)	ดินทราย : S	59	3-5	24-32	1,640
	พัทยา (Py)	ดินทรายปนดินร่วน : LS	59	3-5	15-18	1,552
	ระยอง (Ry)	ดินทราย : S	60	3-5	24-32	1,640
	บ้านทอน (Bh)	ดินทราย : S	60	3-5	21-27	1,535
	สัตหีบ (Sh)	ดินทราย: S	61	3-5	21-27	1,535
	บ้านบึง (Bbg)	ดินทรายปนดินร่วน : LS	61	3-5	21-27	1,535
ดินร่วนหยาบ	หุบกะพง (Hg)	ดินทรายปนดินร่วน : LS	33	5-7	40-47	1,391
ดินร่วนละเอียด	มาบบอน (Mb)	ดินร่วนปนทราย : SL	30	5-7	41-48	1,276
	ดอนไร่ (Dr)	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	25	5-7	42-49	1,104
	โคราช (Kt)	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	25	5-7	42-49	1,104
	ศรีราชา (Sr)	ดินร่วนปนทราย : SL	18	6-8	48-53	892
	วาริน (Wn)	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	12	9-12	70-88	908
	ชลบุรี (Cb)	ดินร่วนปนทราย : SL	18	6-8	46-52	894
ดินร่วนปนกรวด	ท่ายาง (Ty)	ดินร่วน : L	18	6-8	33-52	879
	แม่ริม (Mr)	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	15	7-9	35-60	820
	กบินทร์บุรี (Kb)	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	20	7-9	40-49	909
ดินเหนียวปนกรวด	เชียงคาน (Ch)	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	18	6-8	47-52	894
	มวกเหล็ก (Ml)	ดินเหนียว : C	17	6-8	47-53	860
	ทับกวาง (Tw)	ดินเหนียวปนทรายแป้ง : SiC	11	9-12	78-100	907
ดินเหนียวละเอียด	ปากช่อง (Pc)	ดินเหนียว : C	13	8-10	63-76	879
	บ้านจ้อง (Bg)	ดินเหนียว : C	15	6-9	52-60	842
	วังสะพุง (Ws)	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	12	9-12	70-86	909
	หนองมด (Nm)	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	8	12-15	82-106	806

โดยสรุป จำนวนครั้งในการให้น้ำ รอบการให้น้ำชลประทาน และปริมาณการให้น้ำชลประทานอ้อยที่ปลูกบนดินที่มีชั้นขนาดอนุภาคดินต่างๆ พบว่าชั้นขนาดอนุภาคดินที่เป็น ดินทราย ดินร่วนหยาบ ดินร่วนปนกรวด ดินร่วนละเอียด ดินเหนียวปนกรวด และดินเหนียวละเอียด จำนวนครั้งในการให้น้ำเรียงจากมากไปหาน้อยคือ 59-61, 33, 15-20, 12-30, 11-18, และ 8-15 ครั้งตามลำดับ ในขณะที่รอบการให้น้ำและปริมาณน้ำต่อครั้งเรียงจากน้อยไปหามาก ส่วนปริมาณน้ำสุทธิเรียงจากมากไปหาน้อย (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนครั้งในการให้น้ำ รอบการให้น้ำ และปริมาณการให้น้ำชลประทาน อ้อยที่ปลูกบนดินที่มีชั้นขนาดอนุภาคดินต่างๆ

ชั้นขนาดอนุภาคดิน	จำนวนครั้งในการให้น้ำ	รอบการให้น้ำ (วัน)	ปริมาณน้ำต่อครั้ง (ลบ.ม./ไร่)	ปริมาณน้ำสุทธิ (ลบ.ม./ไร่)
ดินทราย	59-61	3-5	15-32	1,535-1,640
ดินร่วนหยาบ	33	5-7	40-47	1,391
ดินร่วนปนกรวด	15-20	6-9	33-60	820-909
ดินร่วนละเอียด	12-30	5-12	41-88	879-1,104
ดินเหนียวปนกรวด	11-18	6-12	57-68	860-907
ดินเหนียวละเอียด	8-15	6-15	63-76	842-879

สำหรับการคำนวณหาจำนวนครั้งในการให้น้ำ รอบการให้น้ำชลประทาน และปริมาณการให้น้ำอ้อยตามชนิดของเนื้อดินที่ปลูกสรุปได้ตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนครั้งในการให้น้ำ รอบการให้น้ำชลประทานและปริมาณการให้น้ำอ้อยตามชนิดของเนื้อดินที่ปลูก

เนื้อดิน	จำนวนครั้งในการให้น้ำ	รอบการให้น้ำ (วัน)	ปริมาณน้ำต่อครั้ง (ลบ.ม./ไร่)	ปริมาณน้ำสุทธิ (ลบ.ม./ไร่)
ดินทราย : S	59-61	3-5	21-32	1,535-1,640
ดินทรายปนดินร่วน : LS	33-61	3-7	25-31	1,391-1,552
ดินร่วนปนทราย : SL	18-30	5-8	41-53	892-1,276
ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	12-25	5-9	35-88	820-1,104
ดินร่วน : L	18	6-8	33-52	879
ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	8-20	8-11	59-71	806-909
ดินเหนียวปนทรายแป้ง : SiC	11	9-12	78-100	907
ดินเหนียว : C	12-17	7-10	58-69	842-909

6.4 การคาดคะเนผลผลิตอ้อยบนชุดดินต่างๆ เปรียบเทียบระหว่างการให้น้ำชลประทาน และไม่ให้น้ำชลประทาน โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช

พบว่าผลผลิตลำต้นที่ได้จากการให้น้ำชลประทานสูงกว่าไม่ให้น้ำชลประทานในทุกชุดดิน (ตารางที่ 10) ถ้าให้น้ำชลประทานผลผลิตที่ปลูกในพวกดินทรายที่ดอนให้ผลผลิตเฉลี่ย 6,420 กก./ไร่ ถ้าไม่ให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 3,414 กก./ไร่ ส่วนที่ลุ่ม ถ้าให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 7,261 กก./ไร่ ถ้าไม่ให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 4,629 กก./ไร่ พวกดินร่วนหยาบที่ดอนถ้าให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 8,831 กก./ไร่ ถ้าไม่ให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 5,804 กก./ไร่ พวกดินร่วนละเอียดที่ดอนถ้าให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 8,438 กก./ไร่ ถ้าไม่ให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 5,400 กก./ไร่ ส่วนที่ลุ่ม ถ้าให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 8,474 กก./ไร่ ถ้าไม่ให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 5,537 กก./ไร่ พวกดินร่วนปนกรวดที่ดอนถ้าให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 7,781 กก./ไร่ ถ้าไม่ให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 4,796 กก./ไร่ พวกดินเหนียวปนกรวดที่ดอน ถ้าให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 6,895 กก./ไร่ ถ้าไม่ให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 4,113 กก./ไร่ พวกดินเหนียวละเอียดที่ดอน ถ้าให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 7,612 กก./ไร่ ถ้าไม่ให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตเฉลี่ย 4,573 กก./ไร่

ตารางที่ 10 แสดงการคาดคะเนผลผลิตอ้อยบนชุดดินต่างๆเปรียบเทียบระหว่างการให้น้ำชลประทานและไม่ให้น้ำชลประทาน ด้วยโปรแกรม DSSAT V.3.5

ชั้นขนาดอนุภาคดิน	สภาพพื้นที่	ชุดดิน	เนื้อดิน	กลุ่มชุดดิน	ผลผลิตอ้อยไม่ให้น้ำชลประทาน (กก./ไร่)	ผลผลิตอ้อยให้น้ำชลประทาน (กก./ไร่)
ดินทราย	ที่ดอน	หัวหิน	ดินทราย : S	43	2,627	4,581
		พัทยา	ดินทรายปนดินร่วน : LS	43	3,516	6,721
		ระยอง	ดินทราย : S	43	3,152	6,048
		บ้านทอน	ดินทราย : S	42	3,747	7,278
		สัตหีบ	ดินทราย : S	43	4,026	7,473
			เฉลี่ย		**3,414**	**6,420**
	ที่ลุ่ม	บ้านบึง	ดินทรายปนดินร่วน : LS	24	4,629	7,261
ดินร่วนหยาบ	ที่ดอน	หุบกะพง	ดินทรายปนดินร่วน : LS	40	5,804	8,831
ดินร่วนละเอียด	ที่ดอน	มาบบอน	ดินร่วนปนทราย : SL	35	4,952	8,298
		ดอนไร่	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	35	5,068	8,390
		โคราช	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	35	6,367	8,873
		ศรีราชา	ดินร่วนปนทราย : SL	36	5,153	8,379
		วาริน	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	35	5,461	8,249
			เฉลี่ย		**5,400**	**8,438**
	ที่ลุ่ม	ชลบุรี	ดินร่วนปนทราย : SL	18	5,537	8,474

<u>ตารางที่</u> 10 (ต่อ)

ชั้นขนาดอนุภาคดิน	สภาพพื้นที่	ชุดดิน	เนื้อดิน	กลุ่มชุดดิน	ผลผลิตอ้อยไม่ให้น้ำชลประทาน (กก./ไร่)	ผลผลิตอ้อยให้น้ำชลประทาน (กก./ไร่)
ดินร่วนปนกรวด	ที่ดอน	ท่ายาง	ดินร่วน : L	48	4,343	7,519
		แม่ริม	ดินร่วนเหนียวปนทราย : SCL	48	4,871	7,832
		กบินทร์บุรี	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	46	4,432	7,298
			เฉลี่ย		**4,796**	**7,781**
ดินเหนียวปนกรวด	ที่ดอน	เชียงคาน	ดินร่วนปนดิน เหนียว : CL	46	3,819	6,660
		มวกเหล็ก	ดินเหนียว : C	47	4,271	7,324
		ทับกวาง	ดินเหนียวปนทรายแป้ง : SiC	55	4,249	6,702
			เฉลี่ย		**4,113**	**6,895**
ดินเหนียวละเอียด	ที่ดอน	ปากช่อง	ดินเหนียว : C	29	4,317	6,864
		บ้านจ้อง	ดินเหนียว : C	29	4,845	7,890
		วังสะพุง	ดินเหนียว : C	55	4,184	7,428
		หนองมด	ดินร่วนปนดินเหนียว : CL	29	4,946	8,264
			เฉลี่ย		**4,573**	**7,612**

7. สรุป

การวิจัยเพื่อสร้างคำแนะนำเป็นแนวทางในการจัดการให้น้ำชลประทานในการปลูกอ้อย พื้นที่จังหวัดชลบุรีในระดับชุดดินจำนวน 23 ชุดดิน ได้นำข้อมูลดินมาใช้ในการคำนวณ และนำเข้าแบบจำลองแทนการเก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์ในห้องทดลอง จากการที่พบว่าผลวิเคราะห์ดินที่ต้องใช้ในการคำนวณเพื่อจัดการให้น้ำนั้นมีความสัมพันธ์กับเนื้อดินและลักษณะอื่นๆ ที่ประกอบในหน้าตัดดินอย่างสูง ดังนั้นการนำข้อมูลดินในระดับชุดดินมาใช้ประกอบกับข้อมูลภูมิอากาศระยะยาว 30 ปีของ จังหวัดชลบุรี ซึ่งประกอบไปด้วย ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ แรงลม พลังงานแสงอาทิตย์ ค่าระเหยอ้างอิง พิกัดที่ตั้งของสถานีตรวจอากาศเพื่อคำนวณมุมของดวงอาทิตย์ที่กระทำต่อผิวโลก ตลอดจนข้อมูลช่วงระยะเวลาในการเจริญเติบโตของอ้อย และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ทำให้สามารถใช้แบบจำลองทำการคำนวณปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดินเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการสร้างคำแนะนำการให้น้ำแก่อ้อยที่ปลูกบนชุดดินต่างๆ พร้อมทั้งได้คาดคะเนผลผลิตอ้อยที่ปลูกบนชุดดินต่างๆเพื่อให้ทราบถึงศักยภาพในการให้ผลผลิตอ้อยของแต่ละชุดดิน สำหรับใช้ประกอบการพิจารณาในการตัดสินใจว่าควรปลูกในชุดดินใด โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช DSSAT V.3.5 ในการวิจัยได้จัดทำตารางแสดงปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในแต่ละชุดดินที่ได้จากการคาดคะเน กำกับด้วยเนื้อดิน และทำการเปรียบเทียบทางสถิติกับปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์จากเนื้อดินเดียวกันที่ได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ของชุดดินต่างๆ ที่พบในจังหวัดชลบุรี จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดิน กับปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ โดยใช้โปรแกรม CROPWAT พบว่าปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ผันแปรไปตามเนื้อดิน โดยชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายจะมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์น้อย และเพิ่มมากขึ้นในชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วน ดินร่วนปนดินเหนียวที่มีชิ้นส่วนหยาบปะปนอยู่มาก ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนปนดินเหนียว ดินเหนียว และ ดินเหนียวปนทรายแป้งตามลำดับ

อัตราการแทรกซึมน้ำต่อวันจะผันแปรไปตามชั้นขนาดอนุภาคดิน และ เนื้อดิน คือชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายจะมีอัตราการแทรกซึมน้ำมากกว่าชุดดินที่มีเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวสูงกว่า เช่นชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนปนดินเหนียว ดินเหนียว และ ดินเหนียวปนทรายแป้ง ตามลำดับ

การจำลองรอบการให้น้ำชลประทานแก่อ้อย ผลจากการจำลองรอบการให้น้ำชลประทานอ้อยที่ปลูกบนชุดดินต่างๆ และปริมาณการให้น้ำต่อครั้งพบว่าในชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายมีจำนวนครั้งในการให้น้ำสูงสุด คือสูงกว่าชุดดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนปนดินเหนียว ดินเหนียว และดินเหนียวปนทรายแป้ง ตามลำดับ สำหรับรอบการให้น้ำพบว่าดินทรายมีรอบการให้น้ำ 3-5 วัน และค่อยๆห่างขึ้นตามเนื้อดินที่มีเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามลำดับส่วนจำนวนน้ำต่อครั้ง ในชุดดินที่เป็นดินทรายให้ปริมาณน้อยกว่า และเพิ่มขึ้นตามเนื้อดินที่มีเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำสุทธิ ชุดดินที่เป็นดินทรายใช้ปริมาณน้ำสุทธิสูงสุด และค่อยลดลงตามเนื้อดินที่มีเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามลำดับ

การคาดคะเนผลผลิตอ้อยบนชุดดินต่างๆเปรียบเทียบระหว่างการให้น้ำชลประทาน และไม่ให้น้ำชลประทาน โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช พบว่าผลผลิตลำต้นที่ได้จากการให้น้ำชลประทานสูงกว่าไม่ให้น้ำชลประทานในทุกชุดดิน

ในการสร้างคำแนะนำการให้น้ำพืชเฉพาะพื้นที่ซึ่งเคยต้องมีการเก็บตัวอย่างดิน ณ. พื้นที่นั้นเพื่อส่งวิเคราะห์แล้วจึงนำข้อมูลมาคำนวณ เพื่อหาอัตราการให้น้ำแต่จากการที่พบว่า ปริมาณน้ำในดินและผลวิเคราะห์ดินที่ใช้ในการคำนวณน้ำเพื่อการชลประทานมีความสัมพันธ์กับเนื้อดินอย่างสูง ดังนั้นคำแนะนำในการให้น้ำไม่ว่าเฉพาะพื้นที่หรือคำแนะนำในการให้น้ำที่ระบุเป็นชุดดินไม่น่าจะมีความแตกต่างกันเพราะดินที่จำแนกเป็นชุดดิน จะมีผลวิเคราะห์ทางกายภาพแสดงปริมาณเป็นเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบเนื้อดินและลักษณะอื่นๆ เช่นชิ้นส่วนหยาบ (Coarse Fragment) หรือปริมาณและระดับความลึกของรากพืชอยู่แล้ว

ดังนั้นในแนวคิดของนักสำรวจดินหรือผู้ที่มีความรู้ทางการสำรวจดินในระบบอนุกรมวิธานดิน เพียงแต่ทำการเจาะทดสอบว่าเป็นชุดดินใดก็สามารถนำผลวิเคราะห์ทางกายภาพของชุดดินนั้นๆมาทำการคำนวณด้วยแบบจำลองในการให้น้ำ ก็สามารถสร้างคำแนะนำเป็นตารางการให้น้ำชลประทานได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดงบประมาณและบุคลากรเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดหาข้อมูลในแบบเดิม การใช้แบบจำลองในการคำนวณการให้น้ำจึงเป็นทางเลือกอย่างหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ

สำหรับเกษตรกรเพียงแต่ตรวจสอบว่าพื้นที่ให้น้ำของตนเองมีเนื้อดินอะไร โดยไม่มีความจำเป็นที่ต้องทราบชุดดินแต่อย่างใดหรืออาจใช้ประกอบกับแผนที่ดินในมาตราส่วนที่ละเอียดพอที่จะกำหนดบริเวณพื้นที่ได้ ร่วมกับรายงานแสดงลักษณะหน้าตัดของดิน (Profile Description) ว่าตรงหรือใกล้เคียงกับลักษณะหน้าตัดดินในพื้นที่หรือไม่ ก็สามารถใช้คำแนะนำได้

8. เอกสารอ้างอิง

ดิเรก ทองอร่าม วิทยา ตั้งก่อสกุล นาวี จิรชีวี อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2543. การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช จัดพิมพ์โดย หจก.มิตรเกษตรการตลาดและโฆษณา. 428 น.

สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2536. บทปฏิบัติการปฐพีวิทยามูลฐาน.ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 133 น.

สุนทรี อัครธนกุล. 2529. หลักการปฐพีฟิสิกส์.ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 198 น.

สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2526. คู่มือการปฏิบัติการในไร่นา. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Derek Clarke, Martin Smith, and Khaled El - Askari. 1998. CropWat. Land and Water Development Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Rome , Italy.

Gordon Tsuji , Goro Uehara , and Sharon Balas.1994. Overview of Input and Output Files Used by Crops Models DSSAT V.3 International benchmark sites Network for agrotechnology Transfer University of Hawaii.

Israelsen O. W., and Hansen V. E.1962. Irrigation principles and practices . Third Edition. Wiley, Chichester.

IBSNAT 1989. Decision Support System for Agrotechnology Transfer, Symposium proceedings International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer, Dept. of Agronomy and Soil Science College of Tropical Agriculture and Human Resources University of Hawaii

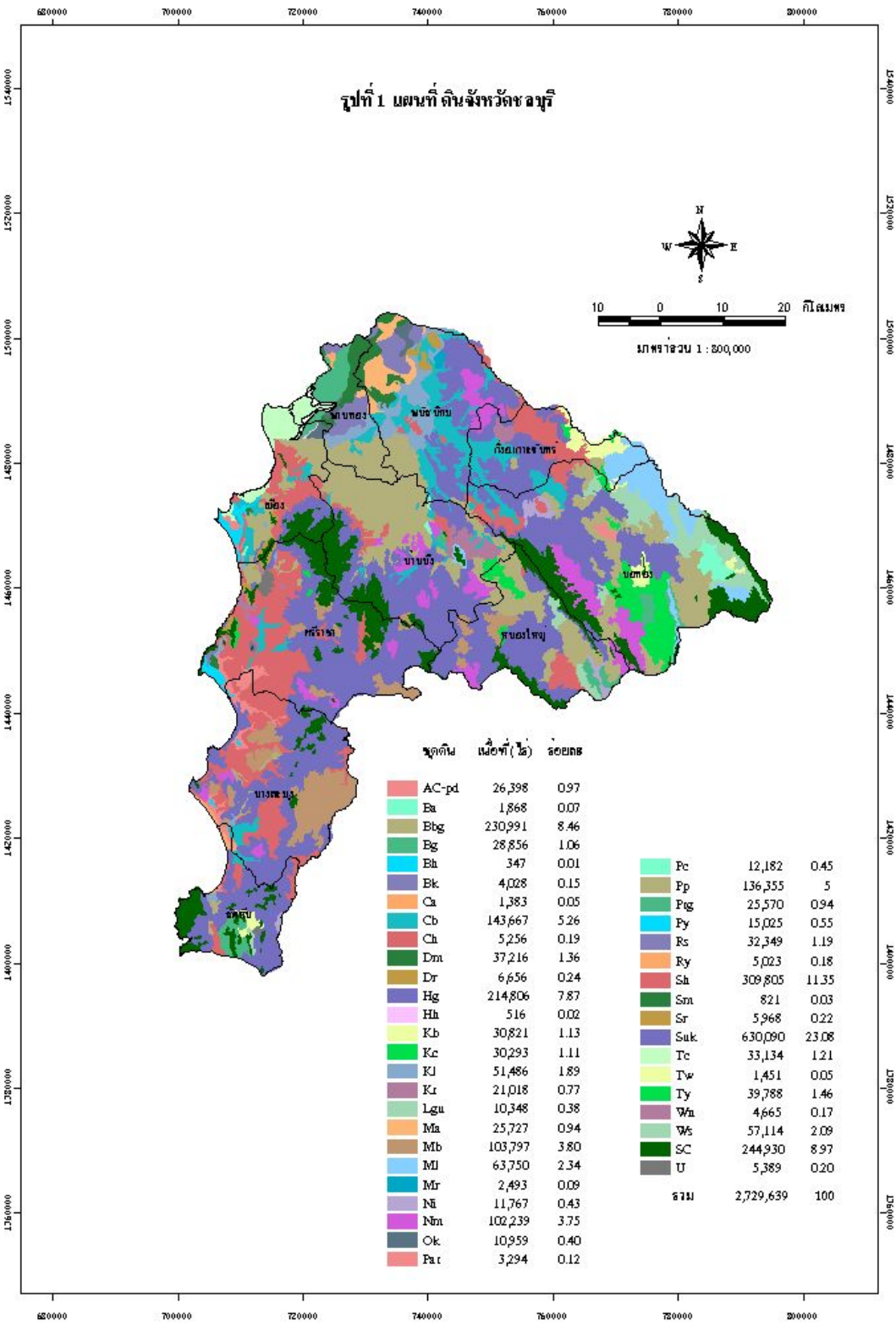
K.E.Saxton, W.J.Rawls, J.S.Romberger, and R.I.Papendick. 1986. Estimating Generalized Soil water Characteristics from Texture. *Soil Sci.Soc.Amer.J.* 50(4): 1031 – 1036 p.

Pidgeon J D. 1972. The measurement and prediction of available water capacity of ferallitic soils in Uganda. J Soil Sci. 23, 431-441 p.

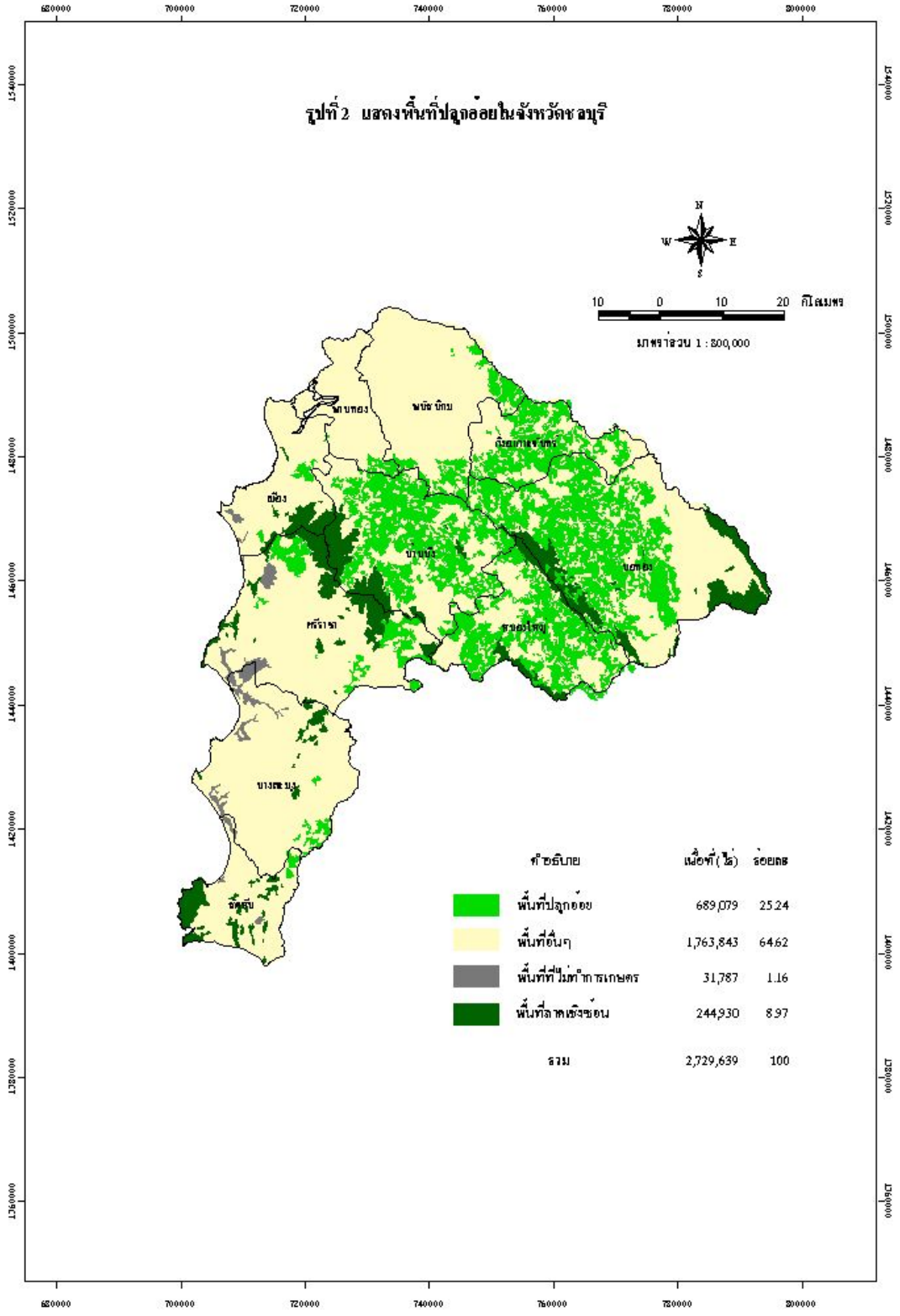
Soil conservation service .1964. Irrigation. Soil - Plant - Water Relationships .National engineering Handbook section 15 ,United Department of Agriculture. 72 p.

Soil Survey staff. 1999. Keys to Soil Taxonomy, USDA, NRCS 2 nd Edition Agri.Handbook No. 430. 869 p.

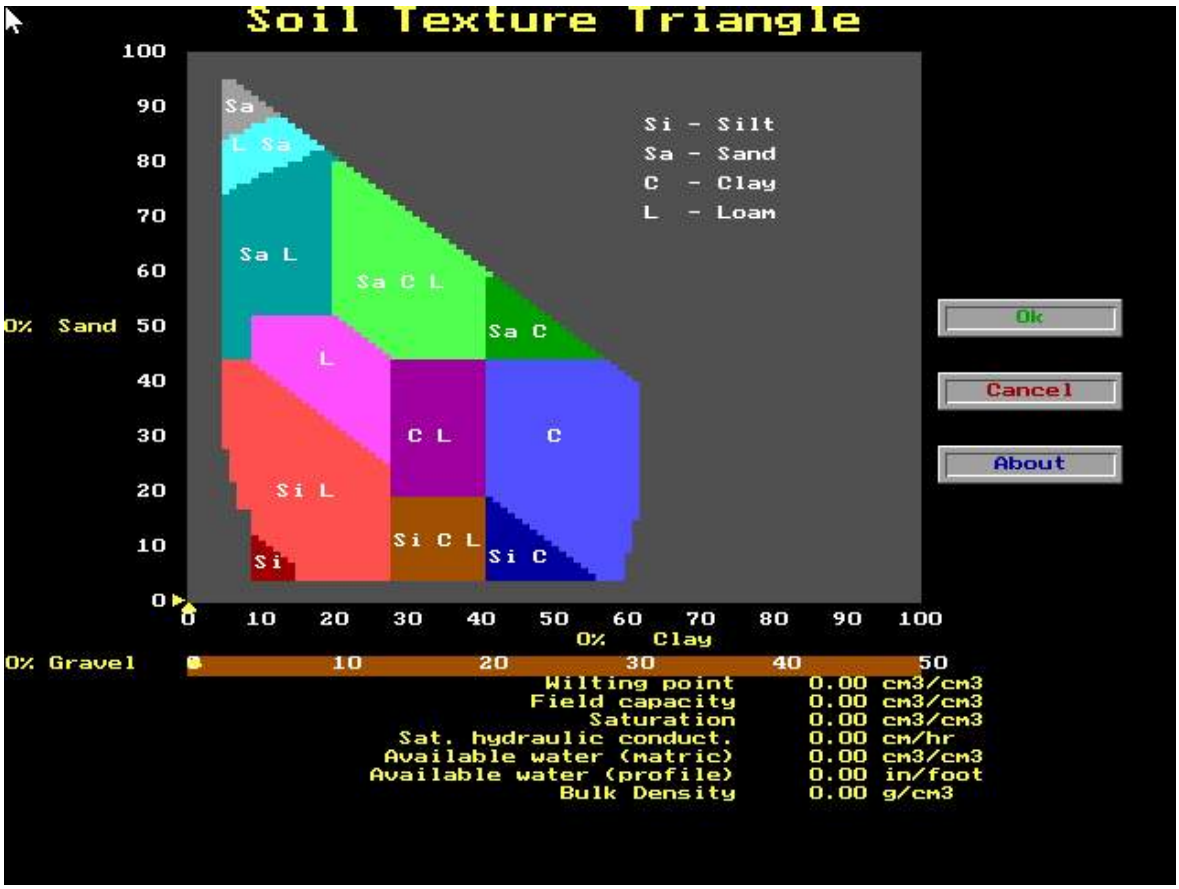
U.S. Department of Agriculture. 1995. Soil Survey Laboratory Information Manual. Soil Survey Investigations Report No. 45 version 1.0 : 49-61



ชุดดิน	เนื้อที่ (ไร่)	ร้อยละ
AC-pd	26,398	0.97
Ba	1,868	0.07
Bbg	230,991	8.46
Bg	28,856	1.06
Bh	347	0.01
Bk	4,028	0.15
Ca	1,383	0.05
Cb	143,667	5.26
Ch	5,256	0.19
Dm	37,216	1.36
Dr	6,656	0.24
Hg	214,806	7.87
Hh	516	0.02
Kb	30,821	1.13
Kc	30,293	1.11
Kl	51,486	1.89
Kr	21,018	0.77
Lgu	10,348	0.38
Ma	25,727	0.94
Mb	103,797	3.80
Ml	63,750	2.34
Mr	2,493	0.09
Ni	11,767	0.43
Nm	102,239	3.75
Ok	10,959	0.40
Pa	3,294	0.12
Pc	12,182	0.45
Pp	136,355	5
Ptg	25,570	0.94
Py	15,025	0.55
Rs	32,349	1.19
Ry	5,023	0.18
Sh	309,805	11.35
Sm	821	0.03
Sr	5,968	0.22
Suk	630,090	23.08
Tc	33,134	1.21
Tw	1,451	0.05
Ty	39,788	1.46
Wn	4,665	0.17
Ws	57,114	2.09
SC	244,930	8.97
U	5,389	0.20
รวม	2,729,639	100


รูปที่ 2 แสดงพื้นที่ปลูกอ้อยในจังหวัดชลบุรี
N
W
E
S
10 0 10 20 กิโลเมตร
มาตราส่วน 1 : 800,000
พนัสนิคม
บางละมุง
ศรีราชา
ชลบุรี
คำอธิบาย
เนื้อที่(ไร่)
ร้อยละ
พื้นที่ปลูกอ้อย 689,079 25.24
พื้นที่อื่นๆ 1,763,843 64.62
พื้นที่ที่ไม่ทำการเกษตร 31,787 1.16
พื้นที่ลาดเชิงซ้อน 244,930 8.97
รวม 2,729,639 100

รูปที่ 3 แสดงตารางสามเหลี่ยมกำหนดเนื้อดินของ K.E. SAXTON



จากโปรแกรม เมื่อนำค่า % Sand, % Clay และ % Gravel (ในกรณีที่ดินมีเนื้อกรวด) มาเข้า Model ก็จะได้ค่า Wilting point, Field capacity Saturation, Sat hydraulic conduct, Available water และค่า Bulk Density

ภาคผนวก

เงื่อนไขในการใช้โปรแกรม CROPWAT จำลองปริมาณน้ำ รอบการให้น้ำ และวิธีการใช้ตารางแสดงความต้องการน้ำของอ้อยที่ปลูกบนชุดดินต่างๆ ใน จ.ชลบุรี

1) กำหนดวันปลูก 30 เมษายน และทำการคำนวณวันที่ต้องให้น้ำและปริมาณน้ำที่พืชต้องการ
2) กำหนดประสิทธิภาพการชลประทาน 70 %
3) กำหนดทำการให้น้ำเมื่อ น้ำที่เป็นประโยชน์ทันที (Readily Soil Moisture Depletion Occurs) หรือปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ทั้งหมด (Total Available Soil Moisture) ลดลง 50% ซึ่งได้กำหนดลงไว้ในข้อมูลดิน (Soil Data) ในโปรแกรม CROPWAT
4) ปริมาณการให้น้ำแต่ละครั้งเท่ากับ 100 % ของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ทันที

คำอธิบายคำศัพท์ย่อ

TAM	=	Total Available Soil Moisture	ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ทั้งหมด
RAM	=	Readily Available Moisture	ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ได้ทันที
ETc	=	Evapotranspiration Crop	การคายระเหยน้ำจากพืช
ETm	=	Evapotranspiration Maximum	การคายระเหยน้ำสูงสุด
SMD	=	Soil Moisture Deficit	ปริมาณความชื้นในดินที่ขาด
Interv	=	Interval	ช่วงระยะการให้น้ำชลประทาน
Net Irr.	=	Net Irrigation	ปริมาณน้ำชลประทานสุทธิ
Lost Irr.	=	Lost Irrigation	ปริมาณน้ำสูญเสียในการชลประทาน