

โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการ ระบบให้น้ำพืชอินทรีย์แบบใช้ความดัน*

ชมพูนุช กุลเกตุวงศ์¹⁾ วินัย กล้าจริง²⁾ และ ทรงวุฒิ แสงจันทร์²⁾

- ¹⁾ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
- ²⁾ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

Email: kajeab_99@hotmail.com

บทคัดย่อ

การให้น้ำพืชแบบใช้ความดันเป็นวิธีที่สามารถควบคุมปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นพืชได้ การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการระบบให้น้ำพืชแบบใช้ความดัน เพื่ออำนวยความสะดวกในการคำนวณหาขนาดอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบน้ำ และหาเวลาให้น้ำที่เหมาะสมกับความต้องการใช้น้ำของพืช เป็นการลดและประหยัดทรัพยากรน้ำไม่ให้เกิดการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้สามารถทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ได้ทำการทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้ผลลัพธ์เวลาที่ประมวลผลได้ นำไปใช้ให้น้ำด้วยวิธีไมโครสปริงเกอร์แก่พืชอินทรีย์ พบว่าพืชที่ปลูกมีอัตราการเจริญเติบโตดีและสม่ำเสมอว่าการปลูกโดยทั่วไป

คำสำคัญ : โปรแกรมคอมพิวเตอร์, การให้น้ำพืชอินทรีย์แบบใช้ความดัน

* รับผิดชอบฉบับเมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม 2549 และได้รับบทความฉบับแก้ไขเมื่อวันที่ 11 ตุลาคม 2549

A Computer Program for the Management of a Pressurized Irrigation System for Organic Plants *

Chompoonud Kulketwong¹⁾ Vinai Klajring²⁾ and Songvoot Sangchan²⁾

¹⁾ Graduate student, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

²⁾ Assistance Professor, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

Email: kajeab_99@hotmail.com

ABSTRACT

Pressurized irrigation of plants is a method which can control the amount of water for plants. The designing of a computer program for the management of a pressurized irrigation system for plants was done to calculate the size of equipment needed and to know the appropriate times to satisfy needs for water. This conserves water and lowers waste water. This computer program can be operated on a personal computer with Microsoft Windows. The computer program was tested using the time result which had been formulated for micro-sprinkler irrigation. It was found that the plants grown in this study had a higher growth rate and a steadier growing state than normal planting.

Keywords : computer program, pressurized irrigation system

* Original manuscript submitted: July 21, 2005 and Final manuscript received: October 11, 2006

บทนำ

การให้น้ำพืชอินทรีย์แบบใช้ความดันจำเป็นที่จะต้องมียุทธวิธี เพื่อให้น้ำไหลผ่านภายในท่อ และออกสู่หัวจ่ายน้ำ อาจมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องกรองน้ำสำหรับการเพิ่มความดันให้แก่ระบบ จะทำให้การกระจายตัวของเม็ต้นน้ำสม่ำเสมอมากขึ้น แต่เนื่องจากการลงทุนและค่าติดตั้งมีราคาค่อนข้างสูง การใช้งานจึงจำกัดขอบเขตเพียงพืชที่มีราคาแพง ผลไม้ พืชที่ต้องการการดูแลอย่างมากและพืชที่ปลูกภายในโรงเรือน การปลูกพืชในที่โล่งแจ้งไม่นิยมใช้เพราะเม็ต้นน้ำที่ออกมาจากหัวจ่ายจะเกิดการระเหย ก่อนตกกระทบพืชได้ง่าย แต่ข้อดีของการให้น้ำแบบนี้คือสามารถควบคุมปริมาณน้ำที่ต้องการได้และให้น้ำได้เฉพาะจุด ไม่สูญเสียน้ำสิ้นเปลือง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการระบบให้น้ำพืชอินทรีย์แบบใช้ความดัน พัฒนาขึ้นเพื่อแนะนำวิธีการการใช้น้ำของเกษตรกร โดยเน้นการนำไปใช้งานกับวิธีให้น้ำแบบประหยัดเช่นไมโครสปริงเกอร์และไมโครสเปรย์ และวิธีให้น้ำเฉพาะจุดคือน้ำหยด ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถออกแบบระบบให้น้ำได้อย่างถูกต้อง และให้น้ำเหมาะสมกับความต้องของต้นพืช ทำให้ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำและทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ระบบการให้น้ำพืชอินทรีย์แบบใช้ความดัน

การออกแบบระบบให้น้ำพืชอินทรีย์แบบใช้ความดันในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แบ่งตามลักษณะและรูปแบบของหัวจ่ายน้ำออกเป็น 3 แบบได้แก่

1. ไมโครสปริงเกอร์ เป็นหัวจ่ายน้ำที่ให้น้ำผ่านท่อไมโครทิวที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ไปกระทบกับหัวเหวี่ยงที่หมุนรอบตัวเอง เกิดเป็นเม็ต้นน้ำกระจายออกไปรอบๆ หัวจ่ายน้ำ เหมาะสำหรับพืชที่ปลูกชิดกัน ไม้ผล ไม้ยืนต้นและพืชผัก
2. ไมโครสเปรย์ เป็นหัวจ่ายน้ำที่พ่นเม็ต้นน้ำออกมาเป็นฝอยละเอียดผสมกับสายน้ำขนาดเล็ก เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการลดการฟุ้งกระจาย เช่นแปลงผักภายในโรงเรือน ไม่เหมาะกับการใช้กลางแจ้ง เนื่องจากเม็ต้นน้ำจะถูกระแสลมพัดพาได้ง่าย
3. น้ำหยด เป็นหัวจ่ายน้ำที่ให้น้ำออกมาในปริมาณน้อย ลักษณะเป็นหยด เหมาะสำหรับการปลูกพืชระยะสั้น พืชผัก ไม่เหมาะกับไม้ผล เพราะลงทุนสูง จำเป็นต้องมียุทธวิธีสำหรับกรองน้ำเพิ่มขึ้น และอายุการใช้งานสั้น หัวจ่ายน้ำอาจเกิดการอุดตันได้ง่าย

ทฤษฎีสำหรับการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. ปริมาณการใช้น้ำของพืช

ปริมาณการใช้น้ำของพืชเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการออกแบบ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้และความถี่ของการให้น้ำ เป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ ซึ่งประกอบด้วยการคายน้ำและการระเหย ซึ่งหาได้จากสมการที่ 1

$$ET_C = ET_p \times K_C \quad (1)$$

โดยที่ ET_C คือปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน) ET_p คือปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงในแต่ละจังหวัด (มิลลิเมตรต่อวัน) K_C คือค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

2. ระยะเวลาที่ต้องให้น้ำพืช

ระยะเวลาสำหรับการให้น้ำพืชแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดนั้นๆ อัตราการจ่ายน้ำของหัวจ่ายน้ำที่เลือกใช้ รอบเวรการให้น้ำหรือช่วงระยะห่างของการให้น้ำแต่ละครั้งเช่น ให้น้ำทุกวัน สองวันต่อครั้ง ซึ่งสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$I_{\text{int}} = \frac{q_{\text{input}}}{ET_C} \quad (2)$$

โดยที่ I_{int} คือรอบเวรการให้น้ำ (วัน) ถ้ามีเศษเหลือให้ปัดลง q_{input} คือปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นพืช (มิลลิเมตร)

$$H_{\text{period}} = \frac{\left(\frac{ET_C \times I_{\text{int}}}{\frac{E_s}{100}} \right) \times \left(\pi \left(\frac{dis_{\text{tree}}}{2} \right)^2 \times B \right)}{Q_{\text{emitter}}} \quad (3)$$

โดยที่ H_{period} คือจำนวนชั่วโมงให้น้ำในแต่ละรอบเวรของการให้น้ำแบบไมโครสปริงเกลอร์หรือไมโครสเปร์ย์ (ชั่วโมง) ถ้ามีเศษให้ปัดขึ้น E_s คือประสิทธิภาพของระบบ dis_{tree} คือระยะห่างระหว่างต้น (เมตร) B คือเปอร์เซ็นต์พื้นที่ทรงพุ่มประมาณ 60-80 เปอร์เซ็นต์ Q_{emitter} คือปริมาณการจ่ายน้ำของหัวไมโครสปริงเกลอร์หรือไมโครสเปร์ย์ (ลิตรต่อชั่วโมง)

$$H_{\text{period}} = \frac{WHC \times 0.25D \times \left(\pi \left(\frac{WD}{2} \right)^2 \right) \times C \times \left(\frac{100}{E_a} \right)}{Q_{\text{emitter}}} \quad (4)$$

โดยที่ H_{period} คือจำนวนชั่วโมงการให้น้ำในแต่ละรอบเวรของการให้น้ำแบบน้ำหยด (ชั่วโมง) ถ้ามีเศษให้ปัดขึ้น WHC คือความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (มิลลิเมตรน้ำต่อเซนติเมตรดิน) D คือความลึกของรากพืช (เซนติเมตร) WD คือเส้นผ่านศูนย์กลางวงเปียก (เมตร) C คือเปอร์เซ็นต์ที่ยอมให้พืชเอาไปใช้ได้ประมาณ 40-60 เปอร์เซ็นต์ E_a คือประสิทธิภาพการให้น้ำ 85-95 เปอร์เซ็นต์ Q_{emitter} คือปริมาณการจ่ายน้ำของหัวน้ำหยด (ลิตรต่อชั่วโมง)

$$WD = 1.2 + 0.10Q_{emitter} \quad (4.1)$$

$$WD = 0.7 + 0.11Q_{emitter} \quad (4.2)$$

$$WD = 0.3 + 0.12Q_{emitter} \quad (4.3)$$

โดยที่สมการที่ (4.1) สำหรับพื้นที่ที่เป็นดินละเอียดจำพวกดินเหนียว สมการที่ (4.2) สำหรับดินร่วน และสมการที่ (4.3) สำหรับดินหยาบเช่นดินทราย

$$Z = \frac{H_{period} \times I_{int}}{H_{work}} \quad (5)$$

โดยที่ Z คือจำนวนโซนให้น้ำที่แบ่งได้ (โซน) H_{work} คือจำนวนชั่วโมงการทำงานจริง (ชั่วโมง)

3. ขนาดอุปกรณ์ให้น้ำพืช

อุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบให้น้ำแบบใช้ความดันที่สำคัญได้แก่ท่อต่างๆและเครื่องสูบน้ำ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$Q_{lateral} = \frac{N_{emitter} \times Q_{emitter}}{1000} \quad (6)$$

โดยที่ $Q_{lateral}$ คืออัตราการไหลภายในท่อย่อย (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง) $N_{emitter}$ คือจำนวนหัวจ่ายน้ำ (หัว) $Q_{emitter}$ คือปริมาณการไหลของหัวจ่ายน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)

$$Q_{submain} = N_{lateral} \times Q_{lateral} \quad (7)$$

โดยที่ $Q_{submain}$ คืออัตราการไหลภายในท่อประธานย่อย (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง) $N_{lateral}$ คือจำนวนท่อย่อย (เส้น)

$$Q_{main} = N_{submain} \times Q_{submain} \quad (8)$$

โดยที่ Q_{main} คืออัตราการไหลภายในท่อประธาน (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง) $N_{submain}$ คือจำนวนท่อประธานย่อย (เส้น)

$$Q_{pump} = Q_{main} \times 1.1 \quad (9)$$

โดยที่ Q_{pump} คืออัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง) โดยเผื่อค่าความปลอดภัย (Safety factor) อีก 10 เปอร์เซ็นต์

$$H = (H_{L_{emitter}} + H_{L_{lateral}} H_{L_{submain}} + H_{L_{main}} + 0.1H_{equipment} + H_{Head-control} + H_{el}) \times 1.2 \quad (10)$$

โดยที่ H คือแรงดันที่ต้องการของเครื่องสูบน้ำ (เมตร) $H_{L_{emitter}}$ คือความดันใช้งานจากหัวปล่อยน้ำ (เมตร) $H_{L_{lateral}}$ คือความดันที่สูญเสียภายในท่อแขนง (เมตร) $H_{L_{submain}}$ คือความดันที่สูญเสียภายในท่อประธานย่อย (เมตร) $H_{L_{main}}$ คือความดันที่สูญเสียภายในท่อประธาน (เมตร) $H_{equipment}$ คือค่าการสูญเสียรวมภายในท่อทั้งหมด (เมตร) $H_{Head-control}$ คือความดันที่สูญเสียใน Head Control อยู่ในช่วงระหว่าง 5-10 เมตร H_{el} คือความดันที่สูญเสียจากระดับผิวน้ำถึงตัวเครื่องสูบน้ำ (Elevation head) (เมตร) โดยเพิ่มค่าสูญเสียที่จะเกิดขึ้นภายในหน้าของ head รวมทั้งหมดอีก 20 เปอร์เซ็นต์

$$H_L = \frac{H_{pipe} \times l_{pipe}}{100} \quad (11)$$

โดยที่ H_L คือค่าการสูญเสียความดันเนื่องจากแรงเสียดทาน (เมตร) H_{pipe} คือเปอร์เซ็นต์การสูญเสียแรงดันภายในท่อซึ่งสามารถหาได้จากแผนภูมิค่าการสูญเสียแรงดันภายในท่อ l_{pipe} คือความยาวท่อ (เมตร)

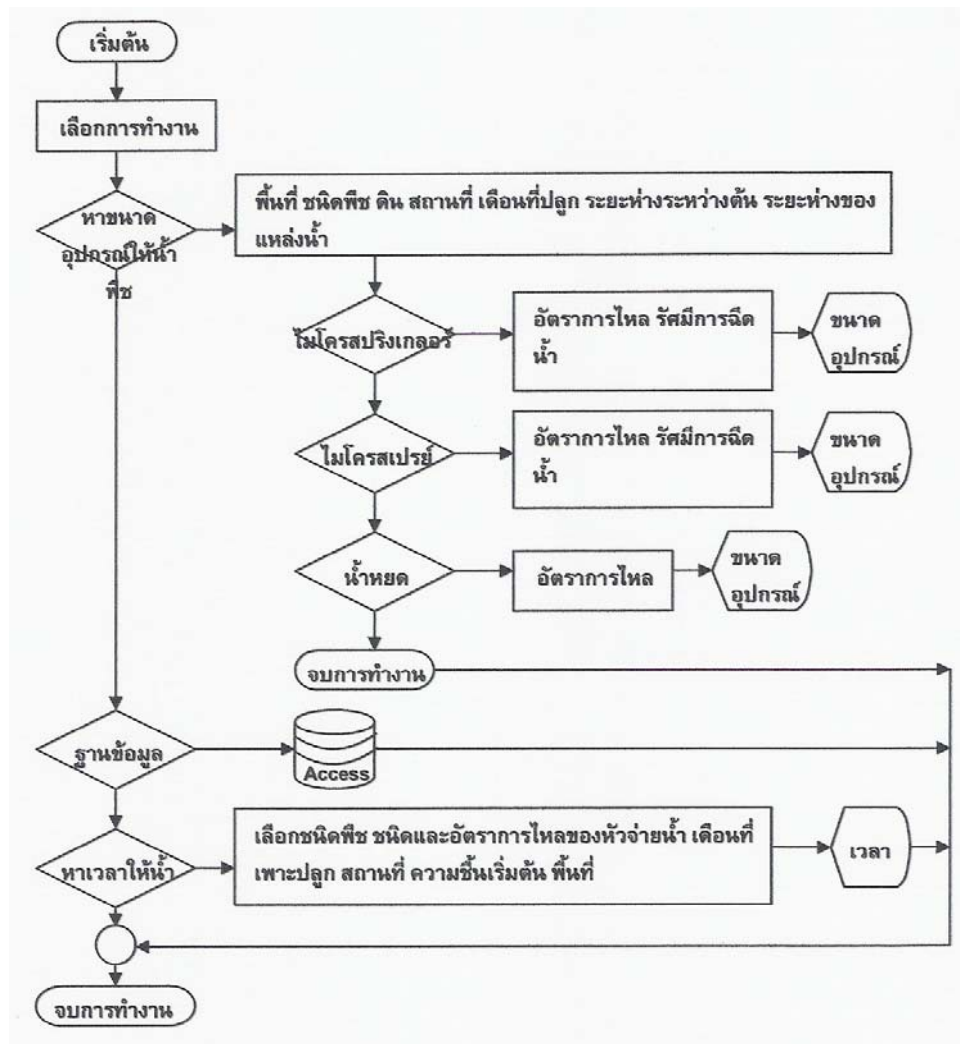
$$H_{L_{new}} = F \times H_L \quad (12)$$

โดยที่ $H_{L_{new}}$ คือค่าการสูญเสียความดันเนื่องจากแรงเสียดทาน (ที่ปรับแก้แล้ว) (เมตร) F คือค่าปรับแก้ในท่อแขนงและท่อประธานย่อย

การทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. ส่วนประกอบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์พัฒนาขึ้นโดยใช้ Visual Basic 6.0 เพื่อให้สามารถใช้งานได้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยส่วนหลัก 4 ส่วนคือ ส่วนหน้าแรกของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ผู้ใช้งานต้องป้อนข้อมูลเพื่อเชื่อมต่อการทำงานในส่วนที่สอง ซึ่งเป็นการคำนวณหาขนาดอุปกรณ์ของระบบให้น้ำวิธีไมโครสปริงเกลอร์ ไมโครสเปร์ย์และน้ำหยด ส่วนที่สามเป็นฐานข้อมูลเชื่อมต่อกับโปรแกรม Microsoft Access และส่วนสุดท้ายเป็นการคำนวณหาเวลาให้น้ำของพืช ดังแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงแผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2. การใช้งานโปรแกรมสำหรับหาระยะเวลาให้น้ำพืช

ตัวอย่าง ต้องการปลูกพืชอินทรีย์ได้แก่คะน้า ด้วยวิธีไม่โครสปริงเกอร์ในช่วงเดือนธันวาคม โดยมีพื้นที่เพาะปลูกขนาด 1x1 ตารางเมตร จำนวน 12 แปลง

การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ไม่โครสปริงเกอร์

1. เปิดโปรแกรม กรอกข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ความกว้าง-ยาวของพื้นที่ และระยะห่างจากแหล่งน้ำ เลือกจังหวัดที่เป็นสถานที่ปลูก เดือนที่ต้องการเพาะปลูก ชนิดพืชและอายุพืชที่นำมาปลูก ชนิดดิน และระยะห่างระหว่างต้นและแถว (รูปที่ 2)
2. คลิกปุ่มไม่โครสปริงเกอร์

3. จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมาให้เลือกอัตราการไหลและรัศมีการฉีดน้ำ จากนั้นคลิกปุ่มตรวจสอบเพื่อให้โปรแกรมคำนวณจำนวนหัวจ่ายน้ำที่ใช้
4. คลิกปุ่มคำนวณ เพื่อหาขนาดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งระบบน้ำ (รูปที่ 3)

รูปที่ 2 แสดงหน้าต่างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ตัวจ่ายน้ำ	
ปริมาณการให้น้ำ	40 ลิตรต่อชั่วโมง
อัตราการจ่ายน้ำ	0.50 เมตร
จำนวนต้นพืช	20 ต้นต่อ 1 ตัวจ่าย
จำนวนตัวจ่ายน้ำทั้งหมด	1 ชิ้น
ตรวจสอบการใช้งานของตัวจ่ายน้ำ	

ท่อและอุปกรณ์	
ขนาดท่อประธาน	0 นิ้ว
ขนาดท่อประธานที่ต่อเข้ากับเครื่องสูบน้ำ	0 นิ้ว
ความยาวท่อประธาน	1.5 เมตร
ขนาดท่อประธานย่อย	0 นิ้ว
ความยาวท่อประธานย่อย	.8 เมตร
ขนาดท่อแยก	16 มิลลิเมตร
ความยาวท่อแยกต่อแถว	1.5 เมตร
ความยาวท่อแยกทั้งหมด	6 เมตร
เครื่องสูบน้ำ	5 แรงม้า
คำนวณ	

รูปที่ 3 แสดงผลการคำนวณหาขนาดอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบน้ำแบบไมโครสปริงเกลอร์

การคำนวณหาเวลาให้น้ำแก่พืช

จากหน้าต่างแรกจะเห็นส่วนด้านขวามีปุ่มกรอกข้อมูลใหม่ เพื่อลบข้อมูลที่กรอกในหน้าต่าง ปุ่มการควบคุมการให้น้ำพืช สำหรับหาเวลาที่เหมาะสมของพืชกับระบบการให้น้ำที่ได้เลือกไว้ ปุ่มฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลและเชื่อมต่อกับ Microsoft Access และปุ่มออกจากระบบ สำหรับปิดโปรแกรม

1. คลิกปุ่มการควบคุมการให้น้ำพืช
2. กรอกข้อมูลพื้นที่และความชื้นเริ่มต้นและเลือกชนิดพืช จังหวัดที่เป็นสถานที่ปลูก เดือนที่ต้องการปลูกและระบบให้น้ำพร้อมอัตราการไหล
3. คลิกปุ่มคำนวณระยะเวลาเปิดน้ำ
4. จะปรากฏเวลาที่ช่องระยะเวลาเปิดน้ำ ในรูปที่ 4

ฐานข้อมูล

1. คลิกปุ่มฐานข้อมูล

- โปรแกรมจะแสดงข้อความสำหรับให้ป้อนรหัสผ่านตามที่ได้ตั้งไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ใช้งานทั่วไปเข้าถึงฐานข้อมูลได้ เนื่องจากข้อมูลในส่วนนี้มีความสำคัญมากในการคำนวณ
- เมื่อรหัสผ่านถูกต้องโปรแกรมจะแสดงดังรูปที่ 5 แต่ถ้ากรอกรหัสผิด โปรแกรมจะให้กรอกรหัสใหม่อีกครั้ง ในรูปที่ 5 ส่วนที่เป็นจังหวัดให้เลือกภาค ใส่ชื่อจังหวัดที่ต้องการกรอกข้อมูล ชองเดือนต่างๆ นั้นใส่ค่าการใช้ น้ำของพืชอ้างอิง ส่วนข้อมูลพืชให้กรอกชื่อพืช อายุของพืช และค่าสัมประสิทธิ์พืช ซึ่งค่านี้จะขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของพืชเท่านั้น ระยะห่างระหว่างต้นและแถวให้ใส่ชนิดพืช ระยะห่างระหว่างต้นและแถวเพื่อใช้ในการคำนวณกรณีที่ไม้ได้เพาะปลูกล่วงหน้า หัวจ่ายน้ำให้กรอกรายละเอียดของหัวจ่ายน้ำและอัตราการไหล

รูปที่ 4 แสดงผลการคำนวณหาระยะเวลาให้น้ำพืช

3. ผลการทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เมื่อใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณหาขนาดอุปกรณ์และทำการติดตั้งแปลงทดลอง จากนั้นได้ทำการทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยให้โปรแกรมคำนวณหาเวลาที่เหมาะสำหรับการให้น้ำพืชอินทรีย์ ซึ่งให้น้ำด้วยวิธีไมโครสปริงเกลอร์เป็นระยะเวลา 1 เดือน หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่า พืช

อินทรีย์ที่ได้มีน้ำหนักลำต้นเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการให้น้ำโดยไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ว่าหลังการเก็บเกี่ยว พืชอินทรีย์ที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นจะมีลักษณะลำต้นใหญ่ ไม่แคระแกรน ความสูงและน้ำหนักมากกว่าพืชอินทรีย์ที่ปลูกโดยไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ค่าเฉลี่ยของผลผลิตพืชอินทรีย์หลังการเก็บเกี่ยว	ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณหาเวลาให้น้ำ			ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์		
	การทดลอง 1	การทดลอง 2	การทดลอง 3	การทดลอง 1	การทดลอง 2	การทดลอง 3
น้ำหนักลำต้น (กรัม)	60.72	78.68	103.20	48.00	50.50	55.19
ความสูงลำต้น (ซ.ม.)	12.00	13.73	14.98	11.4	9.5	11.6

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักและความสูงของพืชอินทรีย์

รูปที่ 5 แสดงลักษณะการเก็บข้อมูลภายในฐานข้อมูล

สรุป

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการระบบให้น้ำพืชอินทรีย์แบบใช้ความดัน ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นด้วย Visual Basic 6.0 นี้สามารถนำมาช่วยอำนวยความสะดวกในการออกแบบขนาดอุปกรณ์ของระบบให้น้ำพืช และหาเวลาสำหรับการให้น้ำพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการทดลองใช้งานจริงพบว่าผู้ใช้งานสามารถคำนวณขนาดอุปกรณ์และนำมาประเมินหาราคาค่าติดตั้งอย่างคร่าวๆ ได้ และระยะเวลาที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประมวลได้เมื่อนำไปใช้เปิดปิดระบบให้น้ำ จะสามารถควบคุมปริมาณน้ำที่ต้องให้และให้น้ำได้ตรงตามความต้องการของพืช ส่งผลให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีและสม่ำเสมอ โดยที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวสามารถใช้ได้กับพืชเกือบแทบทุกชนิดนอกเหนือจากพืชอินทรีย์ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. **คู่มือการออกแบบระบบการให้น้ำพืชระดับพื้นฐานสำหรับไม้ผล**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. **ระบบการให้น้ำพืช**. ชัยนาท: ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชัยนาท (จักรกลเกษตร).
- ดิเรก ทองอร่าม, วิทยา ตั้งก่อสกุล, นาวี จิระชีวี และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2545. **การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ฐานการพิมพ์.
- นาวี จิระชีวี. 2548. **การออกแบบระบบให้น้ำ ฉบับชาวสวน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เจริญรัฐการพิมพ์.
- วิบูลย์ บุญยโรกุล. 2526. **หลักการชลประทาน**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เอเชีย.
- B.G. Leib and T.V. Elliott. **Washington irrigation scheduling expert (WISE) software**. [Online]. Available from: <http://index.prosser.wsu.edu>.
- M.A. Helal, M.L. Nasr, M.A. Rady. 1989. Computer aided design of water delivery system. **International Commission on Irrigation and Drainage**: 101-112
- Tim Hess. 1996. A microcomputer scheduling program for supplementary irrigation. **Computer and Electronics in Agriculture**. 15, 3: 233-243.