

ระบบการให้น้ำแก่พืชทางใต้ผิวดินโดยใช้ดินเผารูพรุนในพื้นที่ดินทับถมจากแผ่นดินถล่ม

สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ ^{a,*}, ชัยธำรง พงศ์พัฒนศิริ ^b และ สาธิต จีณะสอน ^a

Subsoil Micro Irrigation System Made of the Porous Ceramics for Plants Grown in Landslide Area

Sukthai Pongpatanasiri ^{a,*}, Chaitamlong Pongpatanasiri ^b And Sathit Cheenasorn ^a

^aสำนักวิชาพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ พะเยา อ.เมือง จ.พะเยา 56000

^bภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

^aSchool of Energy and Environment, Naresuan University Phayao, Phayao 56000, Thailand.

^bIndustrial Engineering Department, Naresuan University, Phisanulok 65000, Thailand.

*Corresponding author. E-mail address: sukthaip@nu.ac.th (S. Pongpatanasiri)

Received 14 September 2009; accepted 15 December 2009

บทคัดย่อ

จากเหตุการณ์อุทกภัยและแผ่นดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ ได้ส่งผลให้พื้นที่การเกษตรในอำเภอท่าปลาบางส่วนถูกทับถมด้วยหิน และดินชั้นล่างจากภูเขา ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช ดังนั้นจึงเล็งเห็นว่าการจัดการระบบชลประทานเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ดังกล่าวได้ ในการวิจัยครั้งนี้จึงประยุกต์ใช้ระบบการให้น้ำแก่พืชใต้ผิวดิน (subsoil irrigation system, SIS) โดยใช้ดินเผาที่มีความพรุนตัวสูงที่สามารถควบคุมการให้น้ำและปุ๋ยแบบช้าๆ โดยตรงบริเวณรากพืช ซึ่งจากการคัดเลือกส่วนผสมและทดสอบประสิทธิภาพวัสดุ โดยใช้ดินเผา สูตรที่ 1 (F1) และสูตรที่ 2 (F2) ที่มีค่าการหดตัวหลังการเผา 5.00% และ 8.00% ของความยาวเริ่มต้น ค่าความแข็งแรง 51.00 kg/cm² และ 45.00 kg/cm² ความสามารถในการอุ้มน้ำ 27.00% และ 45.00% ของน้ำหนักเริ่มต้น และมีขนาดรูพรุนประมาณ 01.26 µm และ 02.48 µm ตามลำดับ โดยได้ออกแบบดินเผารูพรุนเป็นทรงกลมและทรงวงแหวน หลังจากนั้นได้นำไปทดลองปลูกฟักทอง (*Cucurbita moschata* Duchesne) พบว่าปริมาณการให้น้ำในแต่ละวันคิดเป็นสัดส่วนของระบบ SIS นั้นเฉลี่ยน้อยกว่าการให้น้ำแบบปกติ (conventional irrigation system, CIS) คือ 1 : 2.15 เท่า และน้ำหนักต้นสดของระบบ SIS มีค่าเฉลี่ยมากกว่าการให้น้ำแบบปกติคือ 3.00 kg และ 2.35 kg ตามลำดับ จำนวนผลเฉลี่ยต่อต้นของการให้น้ำด้วยระบบ CIS มีจำนวนที่น้อยกว่าระบบ SIS 1.18 เท่า และจากการทดสอบค่าความแข็งของหน้าดินหลังปลูกพบว่าในแปลงที่มีการให้น้ำด้วยระบบ CIS มีค่าความแข็ง (140.95 kPa) สูงกว่าระบบการให้น้ำใต้ผิวดิน (48.16 kPa) ถึง 3:1 เท่า และจากการทดสอบปลูกพริก (*Capsicum frutescens* Linn.) พบว่าการเจริญเติบโตของพริกทางด้านความสูง และความกว้างทรงพุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 และปริมาณการให้น้ำต่อต้นในแต่ละวันโดยเฉลี่ยของระบบ SIS น้อยกว่าระบบ CIS คิดเป็นสัดส่วนประมาณ 1:2.4 เท่า และจากการทดสอบค่าความแข็งของผิวดินพบว่าการให้น้ำด้วยระบบ SIS (125.15 kPa) มีค่าความแข็งต่ำกว่าระบบ CIS (463.76 kPa). ฉะนั้นการให้น้ำด้วยระบบ SIS โดยใช้ดินเผารูพรุนไม่เพียงแต่ช่วยประหยัดการใช้น้ำแต่ยังลดปัญหาการแน่นทึบของดินได้อีกด้วย

คำสำคัญ: ระบบการให้น้ำใต้ผิวดิน; การให้น้ำแบบประหยัด; ดินเผารูพรุน; การผลิตพืช; พื้นที่แผ่นดินถล่ม

Abstract

Because of flood and soil erosion incident in Uttaradit, agricultural areas in Amphur Tha-Pha have been covered with substantial amounts of pebbles and soils, thus made the areas unsuitable for crop production. It is possible that a proper irrigation management may increase an opportunity for crop production in the post-flooding areas. As a result, this project aims at the possible application of a subsoil irrigation system (SIS) using porous ceramics which slowly release water and fertilizers directly to the plant root zone. The porous ceramics are made of a mixture of ingredients which are elaborately tested to provide desirable properties. The outcomes are porous ceramics (Formula 1 and Formula 2) which have percentage of shrinkage after burning of 5.00% and 8.00% by size and the hardness of 51.00 kg/cm² and 45.00 kg/cm², respectively. The water absorption abilities are 27.00% and 45.00% by weight with pore size diameter around 1.26 µm and 2.48 µm, respectively. This research was designed the porous ceramics both ball type and ring type. Subsequently, these porous ceramics are used to grow pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne) and it is found that daily water-use by the SIS is less than the conventional irrigation system (CIS) as evident from the calculated ratio of 1:2.15. The fresh weight of plants under the SIS is higher than those under the CIS with average fresh weight of 3.00 kg and 2.35 kg, respectively. Fruit number per plant under the CIS is 1.18 folds times of those under the SIS. Averaged soil hardness of the field which receives the CIS (140.95 kPa) is higher than those of the SIS (48.16 kPa). For the growth of chili (*Capsicum frutescens* Linn.), the results showed that plant height and canopy width were significantly different ($P > 0.05$) among the treatments. The averaged daily water-use of the SIS was lower than those of the CIS and can be calculated to a ratio of around 1:2.4. Averaged soil hardness of the field which receives the SIS (125.15 kPa) is lower than those of the CIS (463.76 kPa). The results suggested that the SIS was not only reduces the amount of water provision but also reduces a problem of high soil density.

Keywords: Subsoil irrigation system; Micro irrigation; Porous ceramic; Plant production; Landslide area

บทนำ

ในปี พ.ศ. 2549 ได้เกิดเหตุการณ์อุทกภัยและแผ่นดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์โดยมีสาเหตุมาจากฝนตกหนัก การเกาะตัวของเม็ดดินไม่ดีแต่สามารถอุ้มน้ำได้มาก แต่ดินด้านชั้นล่างยังคงแห้งอยู่ และเมื่อดินอุ้มน้ำไม่ไหวก็เกิดการทรุดตัวลงและเลื่อนตัวแยกออกจากกันเกิด การเคลื่อนที่ของมวลดินตามลาดเขาด้วยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้เศษหินและดินชั้นล่างจากภูเขาไหลตามน้ำมาทับถมพื้นที่ การเกษตรบางส่วนในอำเภอท่าปลาและอำเภอลับแล เป็นผลให้สภาพดินไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการปรับปรุงพื้นที่ เพื่อให้สามารถกลับมาทำการเกษตรได้ตามปกติ ดังนั้นจึงเล็งเห็นว่าการจัดการระบบชลประทานที่มีประสิทธิภาพนั้น เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ดังกล่าวได้ จึงให้ความสำคัญต่อวัสดุทางเลือก เช่น วัสดุที่มีความพรุนตัวสูง (porosity) และมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ที่สามารถให้น้ำแก่พืชอย่างช้า ๆ (slow release) และเพียงพอ เพราะพืชผักบางชนิดต้องการใช้น้ำตลอดฤดูกาลเพาะปลูกเพียง 300 ถึง 650 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เท่านั้น (ดิเรก, 2545) จากงานวิจัยของสุขทัย (2544) ที่ได้ประดิษฐ์ดินเผาที่มีความพรุนตัวสูงที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำ (porous ceramics) แบบใหม่ที่สามารถให้น้ำด้วยระบบอัตโนมัติ และทำการทดสอบประสิทธิภาพการให้น้ำได้ผิวดินแก่พืชแบบประหยัดน้ำ ซึ่งเป็นแนวทางการปรับปรุงการจัดการ (management approach) และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำในระบบการผลิตพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการให้น้ำแก่พืชอย่างมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ โดยเฉพาะในพื้นที่ประสบปัญหาเรื่องดิน เช่น พื้นที่ดินเค็ม พื้นที่ดินทราย พื้นที่ลาดชันและพื้นที่ดินที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ เป็นต้น ในงานวิจัยครั้งนี้จึงประยุกต์ใช้ระบบการให้น้ำได้ผิวดินโดยใช้ดินเผาพรุนในการปลูกพืชที่สามารถควบคุมการให้น้ำแบบช้า ๆ โดยตรงบริเวณรากพืช ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการให้น้ำ เพื่อเพิ่มผลผลิตและศักยภาพการใช้ประโยชน์พื้นที่การเกษตร และแก้ปัญหาดินไปพร้อม ๆ กัน เช่น การสูญเสียน้ำจากการระเหยของดิน (soil evaporation) การอุ้มน้ำของดินในชั้นดินต่าง ๆ ประสิทธิภาพการอุ้มน้ำของดิน และการป้องกันน้ำไหลบ่าที่หน้าดิน (surface runoff) รวมถึงการออกแบบรูปทรงของดินเผาพรุนที่สามารถนำไปใช้เพิ่มศักยภาพการปลูกพืชในรูปแบบต่าง ๆ ได้ต่อไปในอนาคต

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การสำรวจพื้นที่วิจัย

ทำการสำรวจพื้นที่ดินหลังน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มในอำเภอลับแลและอำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของดินที่มีการทับถมของเศษหินและดินชั้นล่างจากภูเขา ได้แก่ ความแข็งของดิน (soil hardness), ความหนาแน่นของดิน (pd), ช่องว่างในดิน (porosity),

สภาพให้น้ำซึมผ่านได้ในสภาวะอิ่มตัว (saturated permeability), ความชื้นในดิน (water content) และส่วนประกอบของแข็ง ของเหลว และ อากาศในดิน (soil three phases) แล้วทำการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการทำวิจัย

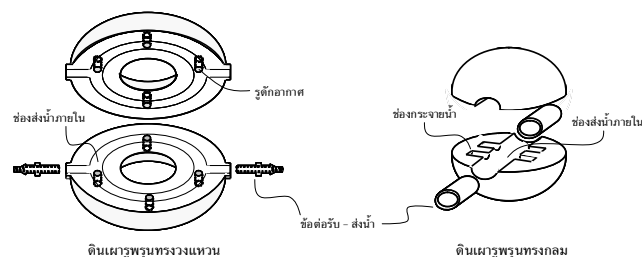
การทดสอบผลิตภัณท์ดินเผาพรุน

อุปกรณ์ดินเผาพรุนนี้ ผู้ประดิษฐ์ได้ออกแบบดินเผาเป็นสองรูปทรง (รูปที่ 1) คือ 1) ดินเผาพรุนทรงวงแหวนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางวงนอก 11.00 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางวงใน 4.00 เซนติเมตร และพื้นที่ผิว 230.79 ตารางเซนติเมตร โดยดินเผาพรุนจะมีช่องส่งน้ำภายในเป็นแบบท่อกว้างที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 เซนติเมตร และมีข้อต่อสองด้านตรงข้ามกัน สำหรับต่อท่อรับและส่ง น้ำจากถังเก็บน้ำ และ 2) ดินเผาพรุนทรงกลมที่มีพื้นที่ผิว 132.67 ตารางเซนติเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.50 เซนติเมตร มีช่องส่งน้ำภายในเป็นแบบท่อกว้างที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 เซนติเมตร โดยมีช่องกระจายน้ำอยู่ภายในจำนวน 4 ช่อง และมีข้อต่อสองด้านตรงข้ามกันสำหรับต่อกับท่อเพื่อรับและส่งน้ำ ในการผลิตดินเผาพรุนทั้งสองรูปทรงนี้ได้ใช้ดินเหนียวจากบึงกะโลในจังหวัดอุตรดิตถ์เป็นวัตถุดิบหลัก และใช้ดินขาวลำปางเป็นส่วนผสมเพื่อลดการแตกจากการเผา และใช้ผงถ่านละเอียดเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มพรุนให้กับดินเผา โดยทำการผสมส่วนผสมดินเหนียวออกเป็นจำนวน 2 สูตรส่วนผสม ด้วยวิธีการผสมแบบเปียกดังนี้

สูตรที่ 1 (F1): ส่วนผสมดินเหนียวอุตรดิตถ์ 80 เปอร์เซ็นต์ ผสมดินขาวลำปาง 10 เปอร์เซ็นต์ และผงถ่านละเอียด 10 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 2 (F2): ส่วนผสมดินเหนียวอุตรดิตถ์ 70 เปอร์เซ็นต์ ผสมดินขาวลำปาง 10 เปอร์เซ็นต์ และผงถ่านละเอียด 20 เปอร์เซ็นต์

จากนั้นนำไปกระเบื้องบนแผ่นปูนพลาสติกเพื่อให้หน้าดินแห้งพอสมควร จากนั้นทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพหลังการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ด้วยกระบวนการเผาแบบออกซิเดชัน ได้แก่ 1) ค่าการหดตัว โดยการทดสอบการหดตัวที่เกิดขึ้นของแท่งทดสอบหลังจากการเผา เพื่อศึกษาถึงขนาดของผลิตภัณท์ที่เล็กลงไปจากเดิมภายหลังจากการเผา ซึ่งวัดจากความยาวของเส้นที่ขีดไว้บนแท่งทดสอบแล้ว นำไปคำนวณคิดเป็นร้อยละ 2) ค่าความแข็งแรง ซึ่งได้จากค่าความทนทานต่อแรงกด โดยมีสูตรคำนวณ modulus of rupture (MOR) จากการวัดค่าด้วยเครื่องทดสอบแรงหักกลาง (ceramic instrument MOR/3-E) 3) ความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยการนำดินที่เผาแล้วที่ยังไม่ได้เคลือบนำไปชั่งน้ำหนักและแช่ทิ้งไว้ในน้ำประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งใหม่ ถ้ามีความพรุนตัวมาก น้ำหนักก็จะเพิ่มมากขึ้นคำนวณเป็นร้อยละ และ ขนาดรูพรุน โดยทำการศึกษาด้วย เครื่อง SEM (scanning electron microscope) เป็นต้น จากนั้นนำดินผสมที่ผ่านการทดสอบมาขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ปูนพลาสติกแล้วนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม หลังจากดินแห้งจึงนำไปเผาตามกระบวนการเผาแบบออกซิเดชันโดยเพิ่มอุณหภูมิเป็นระยะจนถึงอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส จึงได้ดินเผาพรุนที่สมบูรณ์

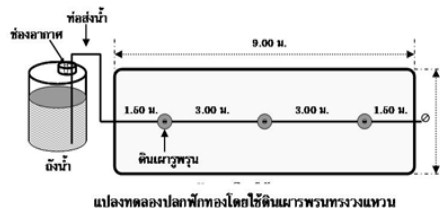


รูปที่ 1 แสดงลักษณะอุปกรณ์ดินเฝารูพรุนทรงวงแหวนและทรงกลม (เลขที่คำขอจดสิทธิบัตร คือ 0701001913 และ 0801000767)

การวางแผนการทดลองปลูกพืช

1. การทดลองปลูกฟักทอง (*Cucurbita moschata* Duchesne)

ทำการเปรียบเทียบการปลูกฟักทองด้วยระบบการให้น้ำแบบปกติ (conventional irrigation system: CIS) กับระบบการให้น้ำใต้ผิวดิน (subsoil irrigation system: SIS) โดยใช้ดินเฝารูพรุนทรงวงแหวน (F1) และ F2 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) แบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่มการทดลอง ทำการทดลองกลุ่มละ 3 ซ้ำ โดยสร้างแปลงทดลองปลูก (รูปที่ 2) ที่มีขนาดความกว้าง 3.00 เมตร ความยาว 9.00 เมตร และความสูง 0.30 เมตร ในแปลงที่มีการให้น้ำใต้ผิวดินจะทำการติดตั้งดินเฝารูพรุนทรงวงแหวนต่อท่อเชื่อมต่อกัน แปลงละ 3 หน่วย ระยะห่างระหว่างดินเฝารูพรุนแต่ละหน่วย 3.00 เมตร และฝังลึกลงจากผิวดิน 5.00 เซนติเมตร

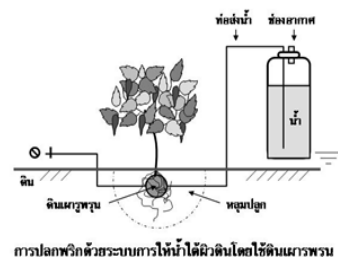


รูปที่ 2 แสดงแปลงทดลองปลูกฟักทองและพริกด้วยระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝารูพรุน

2. การทดลองปลูกพริก (*Capsicum frutescens* Linn.)

วางแผนการทดลองแบบ CRD แบ่งการทดลองเป็น 5 กลุ่ม การทดลอง คือการปลูกพริกด้วยระบบการให้น้ำแบบปกติ การปลูกพริกด้วยระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝารูพรุนทรงกลม (F1, F2) และดินเฝารูพรุนทรงวงแหวน (F1, F2) ตามลำดับ ทำการทดลองกลุ่มละ 3 ซ้ำ โดยการให้น้ำใต้ผิวดินจะทำการติดตั้งระบบการให้น้ำ 1 ระบบต่อพืช 1 ต้น (รูปที่ 2) ซึ่งฝังดินเฝารูพรุนลึกลงจากผิวดิน 5.00 เซนติเมตร

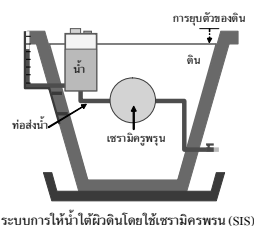
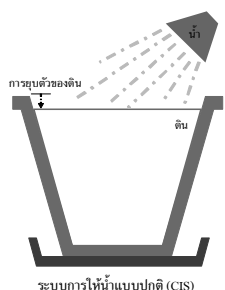
สำหรับการทดสอบในแปลงควบคุมด้วยระบบการให้น้ำแบบปกติ จะให้น้ำทุกวัน ๆ ละ 1 ครั้ง โดยวัดปริมาณน้ำที่ให้ตามระยะการเจริญเติบโต และใช้ปุ๋ยเกล็ดละลายน้ำสูตรเสมอผสมตามสัดส่วน เพื่อให้พืชเจริญเติบโตตามปกติ



การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดินในกระถาง

ทำการเตรียมกระถางทดสอบระบบการให้น้ำแบบปกติ และระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยเลือกใช้ดินเฝารูพรุนทรงกลม F1 และ F2 ซึ่งทั้งสองระบบการให้น้ำไม่มีการปลูกพืชลงในกระถาง (รูปที่ 3) เพื่อทำการวัดปริมาณการระเหยของน้ำจากผิวดิน (evaporation) การยุบตัวของหน้าดิน และค่าความแข็งของหน้าดิน โดยระบบการให้น้ำแบบ

ปกติจะบรรจุดิน 2.28 กิโลกรัม ให้น้ำด้วยบัวรดน้ำในปริมาณที่เหมาะสมคือ 500.00 มิลลิลิตรต่อวัน สำหรับกระถางทดสอบระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝารูพรุนทรงกลมจะบรรจุดิน 2.04 กิโลกรัม โดยวางดินเฝารูพรุนลึกจากขอบกระถาง 7.00 เซนติเมตร และจากกันกระถาง 8.00 เซนติเมตร โดยต่อระบบน้ำจากกระป๋องที่มีปริมาตรวัดระดับน้ำ



รูปที่ 3 แสดงกระถางทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดินด้วยระบบการให้น้ำแบบปกติและระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝารูพรุน

การเก็บข้อมูลในแปลงทดลองปลูกพืช

จากการศึกษาได้เก็บข้อมูลทางด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช (plant growth and yield) เช่น น้ำหนักต้นสด และจำนวนผลสดต่อต้น เป็นต้น รวมถึงการเก็บข้อมูลทางด้านกายภาพของดิน และศักยภาพการให้น้ำแก่พืช (physical properties) เช่น ค่าความแข็งของหน้าดิน (soil hardness) และอัตราในการให้น้ำ (irrigation rate) เป็นต้น โดยนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์หาค่าสถิติเบื้องต้น การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรจากการตรวจสอบความแตกต่างทางค่าสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา

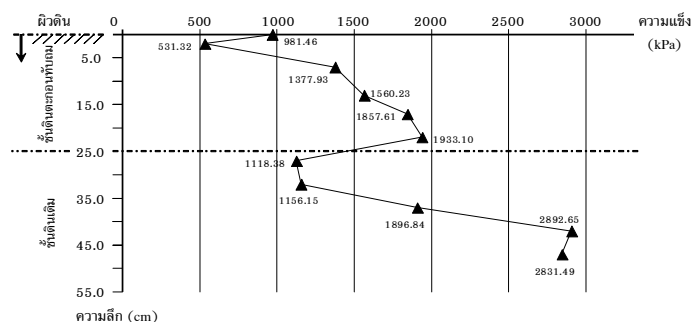
การสำรวจพื้นที่วิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่ในหมู่บ้านน้ำตะ ตำบลน้ำหมัน อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุตรดิตถ์ ตั้งอยู่ในระบบพิกัด UTM : X 0634890 ตะวันออก และ Y 1975828 เหนือ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 275 เมตร ซึ่งเป็นพื้นที่หลังน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มที่มีการทับถมของเศษหินและดินชั้นล่างจากภูเขาหินประมาณ 25

เซนติเมตร เป็นผลให้คุณสมบัติบางประการของดินเปลี่ยนแปลงไป (ตาราง 1 และรูปที่ 4) เช่น ระดับความลึกจากผิวดินถึงระดับความลึกที่ 25 เซนติเมตร ซึ่งเป็นชั้นดินตะกอนทับถม มีค่าความแข็งและความหนาแน่นของดินสูง และมีส่วนประกอบของของเหลว อากาศ และช่องว่างในดินที่มากกว่าชั้นดินที่สึกลงไปรวมถึงสภาพให้น้ำซึมผ่านได้ในสภาวะอิ่มตัวที่อัตราการซึมผ่านที่เร็วกว่าอีกด้วย และที่ระดับความลึกที่ 26 เซนติเมตร ถึง 30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระดับของชั้นดินเดิม เมื่อสึกลงไปจะมีค่าความแข็งและความหนาแน่นของดินต่ำลง และมีค่าสูงชันจนถึงระดับความลึกที่ 50 เซนติเมตร และมีส่วนประกอบของของแข็งที่มากกว่าชั้นดินตะกอนทับถม และมีช่องว่างในดินที่น้อยกว่า รวมถึงอัตราการให้น้ำซึมผ่านที่ช้ากว่าในสภาวะอิ่มตัว จึงทำให้พื้นที่นี้กลายเป็นพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช จึงได้เลือกพื้นที่นี้เป็นพื้นที่ทดลองการปลูกพืช เพื่อทำการเปรียบเทียบระบบการให้น้ำ นอกจากนี้ได้เลือกใช้พื้นที่ที่มีการทับถมของดินชั้นล่างจากการปรับภูมิทัศน์ในมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ตำบลแม่กา อำเภอมือง จังหวัดพะเยา เพื่อทำการทดลองปลูกพืชด้วยระบบการให้น้ำได้ผิวดินโดยใช้ดินเผารูพรุน เปรียบเทียบกับระบบการให้น้ำแบบปกติ

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางด้านกายภาพของดินหลังน้ำท่วมในพื้นที่วิจัย

Depth (cm)	ρ_t (g/cm ³)	ρ_d (g/cm ³)	Wc (%)	Soil three phases			Total porosity (%)	K ₂₀ (cm/s)
				Solid (%)	Liquid (%)	Air (%)		
surface-5	1.62	1.36	19.11	56.58	25.95	17.48	43.43	7.407E-05
6-10	1.72	1.40	22.84	53.91	32.09	14.01	46.10	3.573E-05
11-15	1.51	1.19	27.49	46.32	32.40	21.29	53.68	8.091E-05
16-20	1.83	1.51	20.83	56.20	31.47	12.34	43.80	9.960E-06
21-25	1.79	1.47	23.04	57.58	32.36	10.07	42.43	6.874E-05
26-30	1.56	1.29	21.08	57.39	27.07	11.16	42.62	1.282E-04
31-35	1.73	1.49	16.17	64.72	24.12	11.16	35.28	7.124E-05
26-40	1.73	1.49	15.44	64.61	22.95	12.45	35.39	6.013E-05



รูปที่ 4 แสดงค่าความแข็งของชั้นดินที่มีตะกอนดินทับถมในพื้นที่วิจัย

คุณสมบัติทางกายภาพของดินเผารูพรุน

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดินเผารูพรุน F1 และ F2 หลังการเผา (ตาราง 2) พบว่าดินเผารูพรุน F2 มีการหดตัว และความสามารถในการอุ้มน้ำมากกว่าดินเผารูพรุน F1 แต่มีความแข็งแรงที่น้อยกว่า หลังจากการทดสอบได้ทำการออกแบบรูปทรงของ

ดินเผาให้มีความสมมาตร กล่าวคือดินเผารูพรุนมีขนาดที่สัมพันธ์กับรูปทรง มีความหนาที่สามารถกักเก็บน้ำไว้ในได้ในระยะหนึ่งและมีรัศมีการแพร่กระจายเพื่อรักษาระดับความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีความคงทนและแข็งแรงที่จะใช้ในพื้นที่การเกษตรได้

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของดินเฝ้าพูนหลังการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส

สูตรส่วนผสม	คุณสมบัติทางกายภาพของดินเฝ้าพูนหลังการเผา			
	การหดตัว (%)	ความแข็งแรง (kg/cm ²)	ความสามารถในการอุ้มน้ำ (%)	ขนาดรูพรุน (μm)
F1	5.00	51.00	27.00	Ø 1.26
F2	8.00	45.00	45.00	Ø 2.48

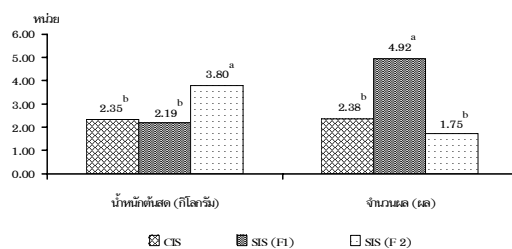
ผลการเจริญเติบโตของพืช

1. การทดลองปลูกพืช

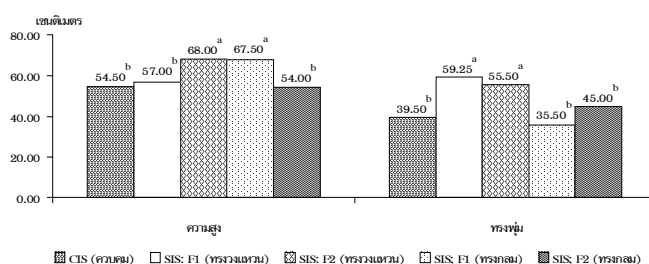
จากการทดลองใช้ระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้าพูนทรงวงแหวนในแปลงทดลองปลูกพืช พบว่าดินเฝ้าพูนทรงวงแหวน F2 มีน้ำหนักต้นสดเฉลี่ยมากที่สุด (3.80 กิโลกรัม) รองลงมาคือการให้น้ำแบบปกติ (2.35 กิโลกรัม) และดินเฝ้าพูนทรงวงแหวน F1 (2.19 กิโลกรัม) ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางค่าสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และจำนวนผลเฉลี่ยต่อต้นของดินเฝ้าพูนทรงวงแหวน F1 (4.92 ผลต่อต้น) มีจำนวนผลมากกว่าระบบการให้น้ำแบบปกติ (2.38 ผลต่อต้น) และดินเฝ้าพูนทรงวงแหวน F2 (1.75 ผลต่อต้น) ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางค่าสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (รูปที่ 5)

2. การทดลองปลูกพริก

จากการตรวจสอบผลการเจริญเติบโตของพริก พบว่าต้นพริกที่มีการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้าพูนทรงกลมและทรงวงแหวนมีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยสูงกว่าการให้น้ำแบบปกติ ยกเว้นดินเฝ้าพูนทรงกลม F2 ที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยน้อยกว่าการให้น้ำแบบปกติ ซึ่งมีความแตกต่างทางค่าสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่ม พบว่าการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้าพูนทั้งสองรูปทรงมีการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยมากกว่าการให้น้ำแบบปกติ ยกเว้นดินเฝ้าพูนทรงกลม F1 ที่มีความกว้างทรงพุ่มน้อยกว่าการให้น้ำแบบปกติซึ่งมีความแตกต่างทางค่าสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เช่นกัน (รูปที่ 6)



รูปที่ 5 แสดงน้ำหนักต้นสด และจำนวนผลของพริก

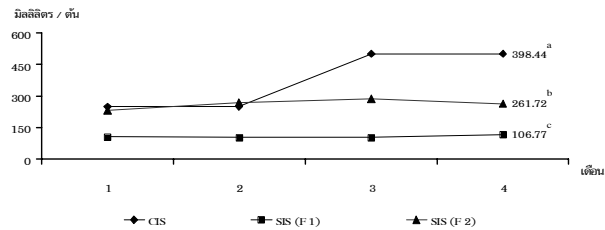


รูปที่ 6 แสดงการเจริญเติบโตของพริกทางด้านความสูง และความกว้างทรงพุ่ม

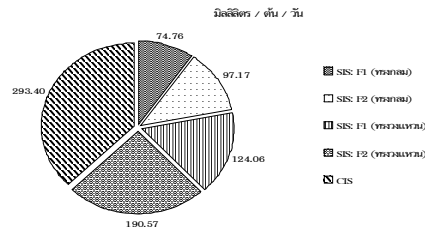
ปริมาณการให้น้ำแก่พืช

จากการทดลองปลูกพืชด้วยระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้าพูน และระบบการให้น้ำแบบปกติด้วยวิธีการใช้ฝักบัวรดน้ำในระยะทรงพุ่มของพืชได้จากการคำนวณปริมาณการให้น้ำตามขนาดพื้นที่ระยะการซึมผ่านตามความลึกของแปลงทดลองที่สร้างขึ้นและเหมาะสมต่อประเภทดิน พบว่าปริมาณการให้น้ำของการทดลองปลูกพืช (รูปที่ 7) ด้วยระบบการให้น้ำแบบปกติมีปริมาณการให้น้ำเฉลี่ยคือ 398.44 มิลลิเมตรต่อต้นต่อวัน หรือ 1,195.32 มิลลิเมตรต่อแปลงต่อวัน ซึ่งมากกว่าระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้าพูนทั้งสองสูตร (F1, F2) ที่มีปริมาณการให้น้ำโดยเฉลี่ย 184.24 มิลลิเมตรต่อต้นต่อวัน หรือ

552.73 มิลลิเมตรต่อแปลงต่อวัน เมื่อคำนวณเป็นค่าปริมาณการให้น้ำต่อระยะเวลาการทดลอง (120 วัน) พบว่าระบบการให้น้ำใต้ผิวดินมีปริมาณการให้น้ำประมาณ 22 ลิตรต่อต้น และระบบการให้น้ำแบบปกติมีปริมาณการให้น้ำประมาณ 48 ลิตรต่อต้น และจากการทดลองปลูกพริกด้วยระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยดินเฝ้าพูนทั้งสองรูปทรง พบว่าดินเฝ้าพูนทรงกลม F1 มีปริมาณการให้น้ำเฉลี่ยน้อยที่สุด รองลงมาคือดินเฝ้าพูนทรงกลม F2 ดินเฝ้าพูนทรงวงแหวน F1 และดินเฝ้าพูนทรงวงแหวน F2 ตามลำดับ ส่วนระบบการให้น้ำแบบปกติมีปริมาณการให้น้ำเฉลี่ยที่มากกว่าระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้าพูนทรงกลมและทรงวงแหวนทั้งสองสูตร (รูปที่ 8)



รูปที่ 7 แสดงปริมาณการให้น้ำของการปลูกพืชด้วยระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงแหวนและการให้น้ำแบบปกติ



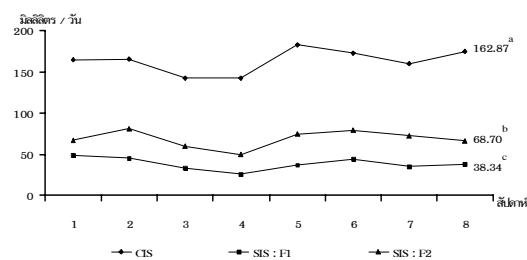
รูปที่ 8 แสดงปริมาณการให้น้ำของการปลูกพืชด้วยระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงแหวนและทรงกลมกับระบบการให้น้ำแบบปกติ

ข้อมูลทางด้านกายภาพของดิน

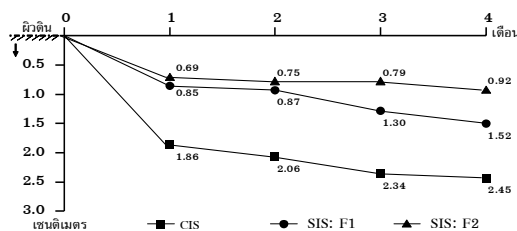
จากการเก็บข้อมูลทางด้านกายภาพของดินในกระถางทดสอบการให้น้ำแบบปกติ และการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงกลม F1 และ F2 ซึ่งไม่มีการปลูกพืช พบว่าการให้น้ำแบบปกติมีปริมาณการระเหยของน้ำจากผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 162.87 มิลลิลิตรต่อวัน ซึ่งมากกว่าการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงกลม F2 และ F1 ที่มีปริมาณการระเหยของน้ำจากผิวดินโดยเฉลี่ยเท่ากับ 68.70 มิลลิลิตรต่อวัน และ 38.34 มิลลิลิตรต่อวัน ตามลำดับ (รูปที่ 9) ส่วนการยุบตัวของหน้าดิน พบว่าการให้น้ำแบบปกติมีการยุบตัวของหน้าดินสูงกว่าระบบการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงกลม F1 และ F2 (รูปที่ 10) และค่าความแข็งของหน้าดินพบว่าการให้น้ำแบบปกติ หน้าดินมีค่าความแข็งเฉลี่ยมากกว่าการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงกลม F1 และ F2 คือ 62.29 กิโลปาสกาล,

27.02 กิโลปาสกาล และ 18.32 กิโลปาสกาล ตามลำดับ

จากการเก็บข้อมูลค่าความแข็งของหน้าดินในแปลงทดลองปลูกพืช โดยทำการวัดค่าบริเวณหน้าดินรอบและห่างจากลำต้นพืชประมาณ 10.00 เซนติเมตร พบว่าในแปลงที่มีการให้น้ำแบบปกติมีค่าความแข็งของหน้าดินหลังปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 140.95 กิโลปาสกาล ซึ่งสูงกว่าระบบการให้น้ำใต้ผิวดินที่มีค่าความแข็งของหน้าดินหลังปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 48.16 กิโลปาสกาล และค่าความแข็งของหน้าดินในแปลงทดลองปลูกพืช พบว่าในหลุมปลูกและนอกหลุมปลูกด้วยระบบการให้น้ำใต้ผิวดินมีค่าความแข็งของหน้าดินเฉลี่ย คือ 125.15 กิโลปาสกาล ซึ่งต่ำกว่าระบบการให้น้ำแบบปกติที่มีค่าความแข็งเท่ากับ 463.76 กิโลปาสกาล (รูปที่ 11)



รูปที่ 9 แสดงปริมาณการระเหยของน้ำจากผิวดินในกระถางทดสอบการให้น้ำแบบปกติ และการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงกลมโดยไม่มีการปลูกพืช



รูปที่ 10 แสดงค่าการยุบตัวของดินในกระถางทดสอบการให้น้ำแบบปกติและการให้น้ำใต้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงกลมโดยไม่มีการปลูกพืช

ปริมาณการใช้สารเคมีปราบวัชพืชในการปลูกพืช และช่วยเพิ่มศักยภาพการ

สรุปผลการศึกษา

จากการคัดเลือกส่วนผสมและทดลองประสิทธิภาพวัสดุ จึงได้ดินเฝ้ารูปทรงวงแหวนและทรงกลม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม คือ สูตรที่ 1 (F1) และสูตรที่ 2 (F2) ที่มีค่าการหดตัวหลังการเผา 5.00 เปอร์เซ็นต์ และ 8.00 เปอร์เซ็นต์ ของความยาวเริ่มต้น ค่าความแข็งแรง 51.00 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ 45.00 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความสามารถในการอุ้มน้ำ 27.00 เปอร์เซ็นต์ และ 45.00 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักเริ่มต้น และมีขนาดรูพรุนประมาณ 1.26 ไมโครเมตร และ 2.48 ไมโครเมตร ตามลำดับ หลังจากนั้นได้นำไปทดลองปลูกพืช พบว่าปริมาณการให้น้ำของระบบการให้น้ำได้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงแหวนในแต่ละวันคิดเป็นสัดส่วนทั้งสองสูตรนั้น เลี่ยนน้อยกว่าการให้น้ำแบบปกติ คือ 1:2.15 เท่า (184.41 มิลลิลิตรต่อต้นต่อวัน และ 396.55 มิลลิลิตรต่อต้นต่อวัน) และน้ำหนักต้นสดของระบบการให้น้ำได้ผิวดินมีน้ำหนักต้นสดเฉลี่ยมากกว่าการให้น้ำแบบปกติคือ 3.00 กิโลกรัม และ 2.35 กิโลกรัม ตามลำดับ จำนวนผลเฉลี่ยต่อต้นของการให้น้ำแบบปกติมีจำนวนที่น้อยกว่าระบบการให้น้ำได้ผิวดิน 1.18 เท่า และจากการทดลองปลูกพืช พบว่าการให้น้ำได้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงแหวนนั้นมีการเจริญเติบโตด้านความสูงและความกว้างทรงพุ่มโดยเฉลี่ยสูงกว่าการให้น้ำแบบปกติ และปริมาณการใช้น้ำในแต่ละวันของระบบการให้น้ำได้ผิวดินมีปริมาณเฉลี่ยน้อยกว่า 3.5 เท่า จากการตรวจสอบการระเหยของน้ำจากผิวดินในกระถางทดสอบ พบว่าการให้น้ำแบบปกติมีปริมาณการระเหยของน้ำจากผิวดินเฉลี่ย 162.87 มิลลิลิตรต่อวัน ซึ่งมากกว่าการให้น้ำได้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงกลม F1 และ F2 ที่มีปริมาณการระเหยของน้ำจากผิวดินโดยเฉลี่ย 53.52 มิลลิลิตรต่อวัน และจากการเก็บข้อมูลทางกายภาพของดินด้านค่าความแข็งของหน้าดินในแปลงหลังปลูกพืช พบว่าในแปลงที่มีการให้น้ำแบบปกติมีค่าความแข็งแรงเฉลี่ย (463.76 กิโลปาสคาล) สูงกว่าระบบการให้น้ำได้ผิวดิน (125.15 กิโลปาสคาล) และค่าความแข็งของหน้าดินหลังปลูกพืชพบว่าการให้น้ำแบบปกติมีการให้น้ำแบบปกติมีค่าความแข็งแรงเฉลี่ย (140.95 กิโลปาสคาล) สูงกว่าระบบการให้น้ำได้ผิวดิน (48.16 กิโลปาสคาล) ฉะนั้นระบบการให้น้ำได้ผิวดินจึงเป็นการลดปัญหาการแน่นทึบของดินได้ นอกจากนี้การเพิ่มศักยภาพของดินเฝ้ารูปทรงวงแหวน โดยการเพิ่มความพรุนรวม ขนาดช่องว่าง และพื้นที่ผิวให้เหมาะสมต่อความต้องการน้ำของพืชนั้นๆ รวมถึงการพัฒนาการใช้ปุ๋ยหมักช่วยควบคุมแรงดันน้ำ และการกรองน้ำเพื่อป้องกันการอุดตันเป็นต้น เพื่อให้เป็นวิธีการปลูกพืชที่พึ่งพาตัวเองได้ ในยุคปัจจุบัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเครือข่ายการวิจัยภาคเหนือตอนล่างของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณการวิจัยในโครงการประยุกต์ใช้นวัตกรรมดินเฝ้าในการให้น้ำทางผิวดินแบบประหยัดและเพิ่มศักยภาพการผลิตพืช งบประมาณประจำปี พ.ศ.2550

เอกสารอ้างอิง

ดิเรก ทองอร่าม. (2545). การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช. กรุงเทพฯ: เจริญรัฐการพิมพ์.

วิบูลย์ บุญโรกุล. (2526). หลักการชลประทาน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สาธิต จินะสอน และ สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ. (2550). นวัตกรรมปลูกไม้ดอกไม้ประดับโดยใช้วัสดุปลูก Geo - material. บทความวิชาการนำเสนอการประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 6, พิษณุโลก.

สาธิต จินะสอน, ชัยธำรง พงศ์พัฒนศิริ และ สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ. (2551). ประยุกต์ใช้ระบบการให้น้ำได้ผิวดินเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่หลังประสบอุทกภัย. บทความวิชาการนำเสนอการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนเรศวร ครั้งที่ 4, พะเยา

สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ. (2544). การพัฒนาระบบการให้น้ำได้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงแหวนเพื่อการใช้งานแบบประหยัด. วิทยานิพนธ์ วท.บ., มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ, จิรวัดน์ เชื้ออนปัญญา และ มานพ จันทวรรณ. (2551). ประยุกต์ใช้ระบบการให้น้ำได้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงแหวนเพื่อการใช้งานแบบประหยัด. บทความวิชาการนำเสนอการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 7, กรุงเทพฯ.

สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ, วลัยพร อรกิจ และ สิริวัฒน์ บุญชัยศรี. (2551). การเลี้ยงพืชป่าในกระถางร่วมกับระบบการให้น้ำได้ผิวดิน กรณีศึกษาของหม้อข้าวหม้อแกงลิง. บทความวิชาการนำเสนอการประชุมทางวิชาการระดับชาติการวิจัยพรรณพืชป่าไม้ของประเทศไทย ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ.

สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ และ วิรัตน์ เสาวราชทอง. (2550). ระบบให้น้ำได้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงแหวน. บทความวิชาการนำเสนอการประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 6, พิษณุโลก.

สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ, สิริวัฒน์ บุญชัยศรี และ วิมลรัตน์ บุตรดาสุข. (2551). การประยุกต์ใช้ระบบการให้น้ำได้ผิวดินเพื่อปลูกผักสวนครัวในกระถางปลูกแบบประหยัดน้ำ. บทความวิชาการนำเสนอการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 7, พิษณุโลก.

สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ, สิริวัฒน์ บุญชัยศรี, สุริยา อินอร และ วิมลรัตน์ บุตรดาสุข. (2551). การศึกษาระบบการให้น้ำได้ผิวดินโดยใช้ดินเฝ้ารูปทรงวงแหวนต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ. บทความวิชาการนำเสนอในงานวันเกษตรแห่งชาติ 2551 เฉลิมพระเกียรติเนื่องในวโรกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา, พิษณุโลก.