การใช้วัสดุดินเผาภายในประเทศเพื่อประกอบเครื่องมือวัดความชื้นในดินแบบ Tensiometer

The Use of Thai Ceramic for Making Soil-moisture Tensiometer

อิทธิสุนทร นันทกิจ

Itthisuntorn Nuntagij

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Department of Plant Production Technology, King Mongkut's Institute of Technology (Ladkrabang)

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อนำวัสดุดินเผาที่หาได้ภายในประเทศมาศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ในแง่การนำมาประกอบเป็นเครื่องมือวัดความชื้นในดินแบบ Tensiometer โดยเริ่มจากการหล่อกระเปาะดินให้มีรูปร่าง, ขนาด และความหนาตามต้องการ หลังจากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันและนำกระเปาะดินเผาที่ได้มาศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ต่าง ๆ เช่นความสามารถในการให้น้ำซึมผ่าน, ความพรุนทั้งหมด, ความหนาแน่นรวมฯ ผลจากการทดลองพบว่ากระเปาะดินเผาหนา 2 มม. เผาที่อุณหภูมิ 1000°C มีคุณสมบัติเหมาะสมสามารถนำมาประกอบเป็นเครื่องมือ Tensiometer ได้โดยมีความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านเฉลี่ยเท่ากับ 3.07 ซีซี/นาที เมื่อให้ความดัน 1 บรรยากาศ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกระเปาะดินเผาจากต่างประเทศ หลังจากนั้นได้นำกระเปาะดินเผานี้มาประกอบเป็น Tensiometer 3 แบบคือ Vacuum gauge tensiometer, Pressure transducer tensiomter และ Mercury manometer tensiometer ซึ่ง 2 แบบแรกได้ทำการติดตั้งสวิทซ์ไฟฟ้า ซึ่งสามารถควบคุมการปิดเปิดอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ เช่น วาวล์ไฟฟ้า หรือปั๊มน้ำ ทำให้สามารถนำ Tensiometer ไปใช้ควบคุมระบบการให้น้ำมันแบบอัตโนมัติได้

Abstract

This experimentation is to study the possibility of using Thai ceramic cup for making Tensiometers. The study began by casting the clay with desired chape, size, thickness and then fired at different temperateurs. The physical properties of the cups such as water conductivity, bulk density, total porosity were studied. The cup with 2 mm. thickness, 1000°C temperature fiting, and water conductivity 3.07 cc./minute was the most suitable for making Tensiometer. Three models of Tensiometer were constructed these are; Vacuum-gauge tensiometer, Pressure-transducer tensiometer and Mecury manometer tensiometer. The first two were equipped with electrical switch that allowed the Tensiometers to automatic

คำนำ

เครื่องมือวัดความชื้นในดินแบบ Tensiometer เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดและศึกษาเกี่ยวกับความชื้นในดินอย่างกว้างขวาง โดยวัดระดับพลังงานที่อนุภาคดินดูดยึดน้ำอยู่ที่ผิวของอนุภาคและในช่องว่างขนาดเล็กในดิน ซึ่งระดับพลังงานนี้เป็นสิ่งที่รากพืชจะต้องเอาชนะในการดูดใช้น้ำจากดิน นั่นคือ Tensiometer จะแสดงถึงระดับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน ซึ่งเป็นข้อมูลที่จำเป็นอย่างยิ่งในการพิจารณาการให้น้ำแก่พืช แต่เนื่องจากเครื่อง Tensiometer ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศทำให้มีราคาแพง ดังนั้นการใช้เครื่องมือนี้โดยเกษตรกรเป็นไปอย่างไม่กว้างขวางเท่าที่ควร

Richards and Gardner (1936) สร้างเครื่องมือTensiometer เพื่อใช้วัดและศึกษาเกี่ยวกับความชื้นในดิน Richards (1965) อธิบายถึงคุณสมบัติขององค์ประกอบของ Tensiometer กล่าวคือ ส่วนประกอบต่าง ๆ ควรเป็นวัสดุที่ทนต่อการใช้งานในสภาพไร่นา จุดข้อต่อต่าง ๆ และวัสดุที่ใช้ยกเว้นกระเปาะดินเผา (ceramic cup) จะต้องไม่มีการรั่วของอากาศและน้ำจะต้องทนต่อแรงกดของอากาศได้ 1 บาร์ (15 ปอนด์/ตารางนิ้ว) โดยไม่มีการรั่วของอากาศเมื่อแช่กระเปาะดินเผาอยู่ในน้ำ และความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านของกระเปาะดินเผาต้องมากกว่า 1 ซีซี/นาที เมื่อให้ความดัน 1 บาร์ ความไวของเครื่องวัดความเครียด (vacuum gauge) จะต้องมีการเปลี่ยนปริมาตรเพียงเล็กน้อยขณะทำการวัดคือประมาณ 1 ซีซี/ค่าความเครียด 1 บาร์ บริเวณปลายของ Tensiometer ที่เป็นที่ดักอากาศควรเป็นวัสดุใสเพื่อสะดวกในการตรวจสอบปริมาณอากาศที่แทรกเข้าไปในเครื่องมือ Richards and Wasleigh (1952) กล่าวว่าช่วงการทำงานของ Tensiometer จะอยู่ระหว่าง 0 - 0.85 บรรยากาศ ถ้าค่าความเครียดของน้ำในดินสูงกว่านี้ จะมีอากาศบางส่วนสามารถซึมผ่านกระเปาะดินเผาเข้าไปในเครื่องฯได้และค่าความเครียดที่อ่านได้จะไม่เพิ่มขึ้นส่วนประกอบที่สำคัญของ Tensiometer คือกระเปาะดินเผา (ceramic cup) ซึ่งในประเทศไทยมีวัตถุดิบที่น่าจะสามารถนำมาใช้ทำกระเปาะดินเผาได้ ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ศึกษาคุณสมบัติของดินที่ใช้ในการทำเครื่องปั้นดินเผาในประเทศไทยในแง่ของการนำมาใช้เป็นองค์ประกอบของ Tensiometer โดยทำการเปรียบเทียบกับวัสดุดินเผาของต่างประเทศ

2. สร้างเครื่อง Tensiometer แบบต่าง ๆ โดยใช้วัสดุดินเผาภายในประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นเวลา 1 ปี (2532)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำพิมพ์สำหรับหล่อซึ่งทำด้วยปูนปลาสเตอร์ (Plaster mold) โดยพิมพ์จะหล่อให้กระเปาะดินเป็นรูปทรงกระบอกปลายใน เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 2 ซม. ยาว 8.5 ซม.

2. ทำการหล่อกระเปาะดิน แบบหล่อกลวง (Drain casting) โดยใช้ดินสองโรงงานหรือจากโรงงาน

จักรวาล จังหวัดนครปฐม และโรงงานคอมพาวด์เคลย์ ที่อำเภอบางชัน ขั้นตอนการหล่อมีดังนี้

2.1 บดดินและร่อนผ่านตระแกรงขนาด 2 มม.

2.2 ชั่งตัวอย่างดิน 500 กรัม เติมน้ำกลั่นประมาณ 250 ซีซี. กวนด้วยเครื่องกวนจนได้น้ำดิน (Clay slip) ที่มีลักษณะสามารถไหลเป็นสายได้เมื่อยกแท่งกวน (ปริมาณน้ำกลั่นที่ใช้อาจมากหรือน้อยกว่า 250 ซีซี.ขึ้นกับชนิดดินที่ใช้)

2.3 ทำการเทน้ำดินที่ได้ลงในแบบพิมพ์ให้เต็มแบบ ตั้งทิ้งไว้จนได้ความหนาของดินตามต้องการ เทดินที่เหลือออกจากพิมพ์ และตั้งทิ้งไว้จนดินเกือบแห้งแกะแบบพิมพ์ออก นำกระเปาะดินที่ได้ตั้งไว้จนแห้งสนิท

3. ทำการเผา (Firing) กระเปาะดิน โดยเตาเผาอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิที่ต้องการศึกษาต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 10 ชม.

4. นำกระเปาะดินเผา (Ceramic cup) ที่ได้ไปทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบกับกระเปาะดินเผาจากต่างประเทศดังนี้

4.1 ความหนาแน่นรวม (Bulk density)

4.2 ความพรุนทั้งหมด (Total porosity)

4.3 ความถ่วงจำเพาะ ถ.พ. (Apparent specific gravity)

4.4 ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่าน (Water conductivity) โดยจะดำเนินการดังนี้

1. นำกระเปาะดินเผาอบที่อุณหภูมิ 150 C นาน 24 ชม. แล้วทำให้เย็นใน Dissicator และนำไปชั่งหาน้ำหนักแห้ง (Dry weight, D)

2. นำกระเปาะดินเผาไปต้มให้เดือดในน้ำกลั่น นาน 5 ชม. หลังจากนั้นปล่อยให้กระเปาะดินเผาแช่อยู่ในน้ำต่อไปอีก 24 ชม.

3. ชั่งหาน้ำหนักกระเปาะดินเผาในน้ำ (Suspended weight, S)

4. น้ำกระเปาะดินเผามาเช็ดด้วยผ้าที่ชื้นเบา ๆ เพื่อให้น้ำส่วนเกินที่รอบกระเปาะดินเผาหมดไป แล้วน้ำไปชั่งหาน้ำหนักที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated weight, W) การชั่งต้องทำอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดเนื่องจากการระเหยของน้ำ

5. ทดสอบความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านของกระเปาะดินเผา

โดยนำกระเปาะดินเผาที่อิ่มตัวด้วยน้ำมาต่อเข้ากับปั๊มอัดอากาศ ให้ความดันแก่กระเปาะดินเผา 1 บรรยากาศ และวัดอัตราการซึมของน้ำผ่านผนังของกระเปาะดินเผา ต่อหนึ่งหน่วยเวลา ค่าที่ได้มีหน่วยเป็น ซีซี/นาที

5. นำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าต่าง ๆ ดังนี้

การดูดซึมน้ำ	(A)	=	(W - D) / D * 100
ปริมาตรทั้งหมด	(V)	=	W - S
ความหนาแน่นรวม	(B)	=	D / V
ความพรุนทั้งหมด	(P)	=	(W - D) / V * 100
ความถ่วงจำเพาะ	(T)	=	D / (D - S)

6. นำกระเปาะดินเผาที่มีคุณสมบัติเหมาะสมมาประกอบเป็น Tensiometer แบบต่าง ๆ 3 แบบ

คือ

2.1 แบบ Vacuum gauge tensiometer

2.2 แบบ Pressure transducer tensiometer

2.3 แบบ Mecury manometer tensiometer

การประกอบ Tensiometer

1. ตัว **Tensiometer** มี 2 แบบ แบบแรกมีราคาถูกจะทำจากท่อ PVC เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ซม. สอดกลางด้วยท่อพลาสติกใสโผลด้านปลายออกมา 1 นิ้วครึ่งเพื่อเป็นที่ตรวจสอบปริมาณอากาศที่แทรกเข้า Tensiometer และเป็นที่เติมน้ำ ฝาปิดใช้จุกยางเบอร์ 2 ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดความเครียดแบบต่าง ๆ โดยเจาะรูท่อ PVC ที่จุดที่วัดจากด้านปลายที่มีฝาปิดลงมา 3 นิ้ว รอยเชื่อมระหว่างตัว Tensiometer กับกระเปาะดินเผาและข้อต่อต่าง ๆ จะเชื่อมโดยกาวอีป๊อกซี่

ตัว Tensiometer แบบที่ 2 ทำจากการหล่อด้วยสารเรซิ่นใสมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ซม. ฝาปิดเป็นแบบเกลียวหมุนและซิลด้วยแหวนยาง

2. **ส่วนที่เป็นอุปกรณ์วัดความเครียด (Manometer)** ซึ่งเราทำทั้งหมด 3 แบบซึ่งแบบที่หนึ่งและแบบที่สองมีการติดตั้งสวิตช์ปิดเปิดอุปกรณ์ต่อพวงต่าง ๆ เช่น วาวล์ไฟฟ้า, ปั๊มน้ำมัน ซึ่งทำให้สามารถนำ Tensiometer ไปใช้ในระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติ

2.1 อุปกรณ์วัดความเครียดแบบ Vacuum gauge เป็นแบบเครื่องวัดศูนย์อากาศทั่ว ๆ ไป และเราจะติดตั้งสวิตช์แม่เหล็กที่หน้าปัดด้วย สวิตช์แม่เหล็กประกอบด้วยตัว Contact ทำจากเหล็กเชื่อมติดกับเข็มของ Vacuum gauge ส่วน Contact อันที่สองจะเชื่อมติดกับแท่งแม่เหล็กขนาดเล็กและยึดติดฝาครอบซึ่งสามารถหมุนได้รอบหน้าปัด ซึ่งจะใช้สำหรับตั้งระดับความเครียดของน้ำในดินที่เราต้องการให้สวิตช์ทำงาน (รูปที่ 1 ก.) การที่ต้องใช้สวิตช์แบบแม่เหล็กเนื่องจากถ้าเป็น Contact ทั่วไปขณะที่หน้า Contacts 2 อันกำลังจะติดกันจะเกิดประกายไฟทำให้หน้า Contact ปิดเปิดอย่างรวดเร็วมีผลให้หน้าสัมผัสเสื่อม และการนำไฟฟ้าลดลง การที่เราติดแท่งแม่เหล็กขณะที่หน้าสัมผัสติดกันครั้งแรกอำนาจแม่เหล็กจะช่วยให้หน้าสัมผัสติดกันอย่างสนิท ซึ่งจะไม่เกิดประกายไฟ

2.2 อุปกรณ์วัดความเครียดแบบ Pressure transducer (รูปที่ 1 ข.) ประกอบด้วย Pressure transducer ของ MOTOROLA รุ่น MPX 2051 DP ซึ่งจะวัดผลต่างของความดันที่ปรากฏที่แต่ละด้านของแผ่นไดอาร์แฟม (diaphragm) และจะให้สัญญาณเอาต์พุต ออกมาเป็นสัดส่วนกับค่าความดันแตกต่างขณะนั้น ๆ เราทำการประกอบอุปกรณ์วัดนี้โดย Calibrate ให้ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นมิลิบาร์ (m.bars)

หลักการทำงานของอุปกรณ์นี้แสดงในไดอแกรมในรูปที่ 2 กล่าวคือสัญญาณที่ส่งออกจาก Pressure transducer ขนาดเป็น mV จะถูกขยายโดยภาคขยายสัญญาณซึ่งสัญญาณที่ขยายแล้วนี้ ส่วนหนึ่งจะส่งไปยังส่วนแสดงผลแบบ Digital อีกส่วนของสัญญาณจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิงที่เราตั้งไว้ (คือค่าของความเครียดที่เราตั้งไว้เพื่อให้สวิตช์ทำงาน) เมื่อค่าความเครียดที่วัดได้เท่ากับค่าอ้างอิง อุปกรณ์เปรียบเทียบสัญญาณจะสั่งงานให้รีเลย์ทำงานซึ่งจะเป็นการเปิดหรือปิดวงจรไฟฟ้าตามต้องการแผงวงจรโดยละเอียดแสดงอยู่ในรูปที่ 3 ข้อดีของอุปกรณ์นี้คือสามารถต่อพ่วง Tensiometer กับเครื่อง Recorder หรือ

กับ Microcompute เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปรของค่าความเครียดของน้ำในดินอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากกับการศึกษาเกี่ยวกับความชื้นในดิน

2.3 อุปกรณ์วัดความเครียดแบบ Mercury manometer เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูกที่สุด ประกอบด้วยหลอดแก้วผนังหนาเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 2 มิลลิเมตร ยาว 76 เซนติเมตร จุ่มอยู่ในขวด บรรจุปรอทและต่อเชื่อมกับตัว โดยสายพลาสติก (รูปที่ 1 ค.)

ผล และ วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

เป็นการเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิการเผาที่ต่างกัน 3 ระดับคือ 800, 1,000 และ 1,300 °C และความหนา 2 ระดับคือ 2 และ 4 มม. โดยใช้ดินจากโรงงานจักรวาล จังหวัดนครปฐม ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ไม่ว่าผนังกระเปาะดินเผาหนา 2 หรือ 4 มม. เมื่ออุณหภูมิการเผาสูงขึ้นจะมีผลให้ค่า % การดูดซึมน้ำและปริมาณช่องว่างทั้งหมดของกระเปาะดินเผาลดลง แต่จะมีผลเพิ่มความหนาแน่นรวม ส่วนค่าความสามารถในการนำน้ำของกระเปาะดินเผา พบว่ากระเปาะดินเผาหนา 2 มม. เผาที่อุณหภูมิ 1,000 °C สามารถนำน้ำได้ดีที่สุด เมื่อความหนาเพิ่มขึ้นความสามารถในการนำน้ำจะลดลง และเมื่ออุณหภูมิการเผาเพิ่มถึง 1,300 °C กระเปาะดินเผาเกือบจะไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านเลยเนื่องจากความพรุนของกระเปาะน้อยมาก (ประมาณ 3%) จากการทดลองครั้งนี้ทำให้ทราบว่าความหนาของกระเปาะดินเผาไม่ควรเกิน 2 มม. และอุณหภูมิการเผาควรอยู่ที่ประมาณ 1,000 °C ดังนั้นจึงทำการทดลองครั้งที่ 2 ต่อไป

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ของกระเปาะดินเผา(Ceramic cup) ในการทดลองที่ 1

Treatment	%การดูดซึมน้ำ A	%ความพรุน P	ความถ่วงจำเพาะ T	ความหนาแน่นรวม B	ความสามารถให้น้ำซึมผ่าน C
ดินหนา 4 มม.					
1300 °C	1,25 c	2,77 c	2,23 b	2.19 a	-
1000 °C	20,18 b	34.78 b	2,63 a	1.72 b	1.03 b ซีซี/นาที
800 °C	27.55 a	41.68 a	2,59 a	1.51 c	0.67 c ซีซี/นาที
ดินหนา 2 มม.					
1300 °C	1.49 c	3.28 c	2,27 b	2.20 a	-
1000 °C	20,65 b	35.13 b	2,62 a	1,70 b	2.68 a ซีซี/นาที
800 °C	27.59 a	42.29 a	2,55 a	1,47 c	1.01 b ซีซี/นาที

* ตัวอักษรที่ต่างกันใน column เดียวกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05 (DMRT)

การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลของชนิดดอนจาก 2 แหล่ง (โรงงานจักรวาล จังหวัดนครปฐม และบริษัทคอมพาวด์เคลย์ อำเภอบางชัน) และผลของอุณหภูมิการเผา 3 ระดับ (900, 1,000 1,050°C) โดยใช้กระเปาะดินเผาหนา 2 มม. ผลการทดลองแสดงตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ของกระเปาะดินเผา (Ceramic cup) ในการทดลองที่ 2

Treatment	%การดูดซึมน้ำ A	%ความพรุน P	ความถ่วงจำเพาะ T	ความหนาแน่นรวม B	ความสามารถให้น้ำซึมผ่าน C
ดินรง. จักรวาล					
1050 °C	14.86 e	27.55 d	2.55 a	1.85 b	2.57 ab ซีซี/นาที
1000 °C	18.05 c ✓	31.81 c	2.58 a	1.76 c ✗	2.46 b ซีซี/นาที
900 °C	22.64 a	36.71 a	2.56 a	1.62 d	1.33 c ซีซี/นาที
ดินรง. คอมพาวด์					
1050 °C	8.30 f	16.93 e	2.45 b	2.04 a	0.51 d ซีซี/นาที
1000 °C	16.94 d ✗	30.25 c	2.56 a	1.78 c	3.03 a ซีซี/นาที
900 °C	23.03 a	37.18 a	2.57 a	1.61 d	1.82 c ซีซี/นาที
จาก U.S.A.	20.91 (b)	33.59 (b)	2.41 (b)	1.59 (e)	2.49 b ซีซี/นาที

* ตัวอักษรที่ต่างกันใน column เดียวกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05 (DMRT)

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผลของอุณหภูมิการเผาจะมีผลเหมือนการทดลองครั้งแรกในทั้ง 2 ดิน กล่าวคือ ค่า % ช่องว่างทั้งหมด และค่าการดูดซึมน้ำจะลดลงเมื่อ อุณหภูมิการเผาเพิ่มขึ้น

ดินจากโรงงานคอมพาวด์ฯเผาที่อุณหภูมิ 1,000 °C มีความสามารถในการนำน้ำดูดสูงที่สุดในการทดลองครั้งนี้คือมีค่าประมาณ 3.07 ซีซี/นาที (แต่ไม่มีความแตกต่างกับดินจากโรงงานจักรวาลเผาที่อุณหภูมิ 1,050°C) เมื่ออุณหภูมิการเผาเพิ่มขึ้นหรือลดลงความสามารถในการนำน้ำจะลดลงอย่างมาก ส่วนดินจากโรงงานจักรวาลการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 °C หรือ 1,050 °C จะมีค่าการนำน้ำใกล้เคียงกัน และใกล้เคียงกับกระเปาะดินเผาที่ใช้ทำ Tensiometer จาก U.S.A.

ค่าความสามารถในการนำน้ำของกระเปาะดินเผาเป็นค่าที่มีความสำคัญที่สุด เพื่อใช้พิจารณาถึงความเหมาะสมในการนำกระเปาะดินเผามาใช้ประกอบเป็นเครื่อง Tensiometer จากผลการทดลองทั้งสองครั้งสรุปได้ว่ากระเปาะดินเผาที่ทำจากดินจากโรงงานคอมพาวด์หนา 2 มม. เผาที่อุณหภูมิ 1,000 °C จะมีความเหมาะสมที่สุด กล่าวคือมีความสามารถในการนำน้ำดีที่สุด และมีค่าสูงกว่าของต่างประเทศ จากข้อดีดังกล่าวนี้ เราจึงนำกระเปาะดินเผานี้มาประกอบเป็นเครื่องมือวัดความชื้นในดินแบบ Tensiometer แบบต่าง ๆ 3 แบบดังกล่าวมาแล้ว ซึ่งแต่ละแบบจะมีข้อดีและข้อเสียดังนี้

1. Tensiometer แบบ Vacuum gauge เป็นแบบที่สะดวกในการใช้และเคลื่อนย้ายราคาค่อนข้างถูก ค่าที่วัดได้ละเอียดพอสมควร ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการประกอบเครื่องแบบนี้ ราคาประมาณ 500 บาท เป็นแบบที่เหมาะที่สุดในการใช้งานทั่วไป และเมื่อติดตั้งสวิตช์แม่เหล็กทำให้ใช้ในการควบคุมให้น้ำชลประทานแบบอัตโนมัติอย่างมีประสิทธิภาพ และราคาถูกกว่าของต่างประเทศมาก

2. Tensiometer แบบ Pressure transducer เป็นแบบที่มีราคาแพงที่สุด ราคาประมาณ 2,000 บาท ค่าที่วัดได้มีความละเอียดดีมาก (สามารถอ่านได้ถึง m.bar) นอกจากนี้ยังสามารถต่อพ่วงกับเครื่อง Recorder หรือ Micro-computer ทำให้สามารถบันทึกการเปลี่ยนปรอทของค่าความเครียดของน้ำในดินได้อย่างต่อเนื่อง และยังสามารถใช้ในการควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติได้อีกด้วย ข้อเสียของเครื่องนี้คือราคาแพง และเป็นระบบ Electronic ซึ่งการใช้ต้องระวังไม่ให้เครื่องถูกความชื้น และฝุ่นละอองมากเกินไป

3. Tensiometer แบบ mercury manometer เป็นแบบที่มีราคาถูกที่สุด แต่มีความยุ่งยากในการใช้และเคลื่อนย้าย และต้องระมัดระวังในการใช้ เนื่องจากมีสารปรอทซึ่งเป็นธาตุโลหะหนักซึ่งเป็นอัตราต่อสภาพแวดล้อม เราสามารถนำมาใช้ในระบบการให้น้ำโดยอัตโนมัติได้โดยติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับระดับความสูงของลำปรอทแบบลำแสง

สรุปผลการทดลอง

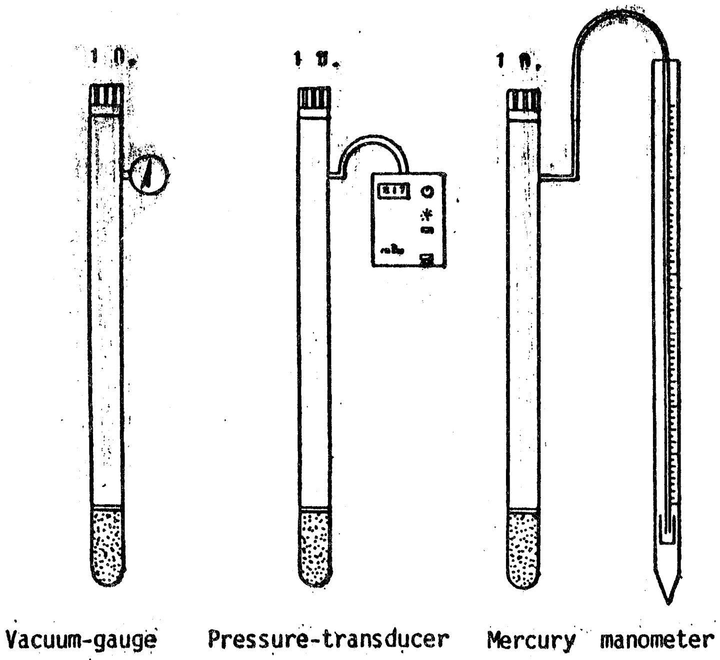
จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถนำวัสดุดินเผาที่ผลิตได้ภายในประเทศ มาประกอบเครื่องมือวัดความชื้นในดิน แบบ Tensiometer ได้ โดยเครื่องมือที่ทำขึ้นจะมีราคาถูกกว่าเครื่องมือจากต่างประเทศมาก นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้ในระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถใช้น้ำชลประทานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจะยังช่วยเพิ่มผลผลิตได้ด้วย เครื่องมือนี้ถ้ามีการผลิตเป็นปริมาณมากก็จะทำให้มีราคาถูก และมีการใช้กันอย่างกว้างขวางโดยเกษตรกรทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

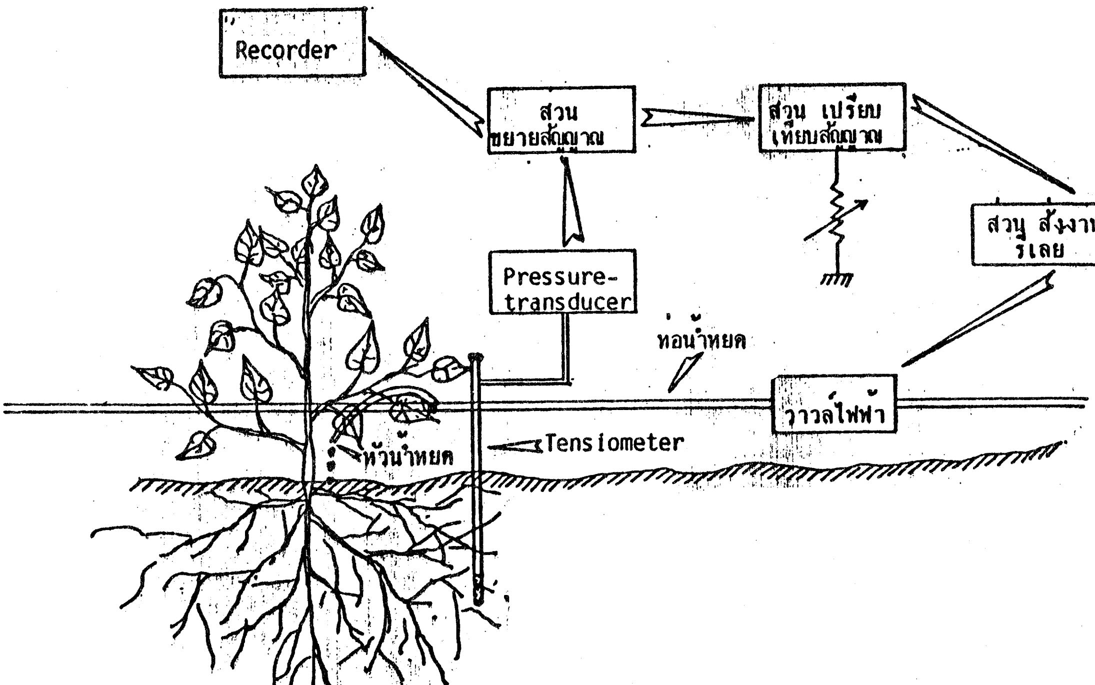
Richards, L.A. and W. Gardner. 1936. Tensiometers for measuring the capillary tension of soil water. J. Am. So. Agro, 28: 3 52 - 358.

Richards, L.A. and C.H. Wadleigh. 1952. Soil water and plant growth. Agronomy. Academic Press.

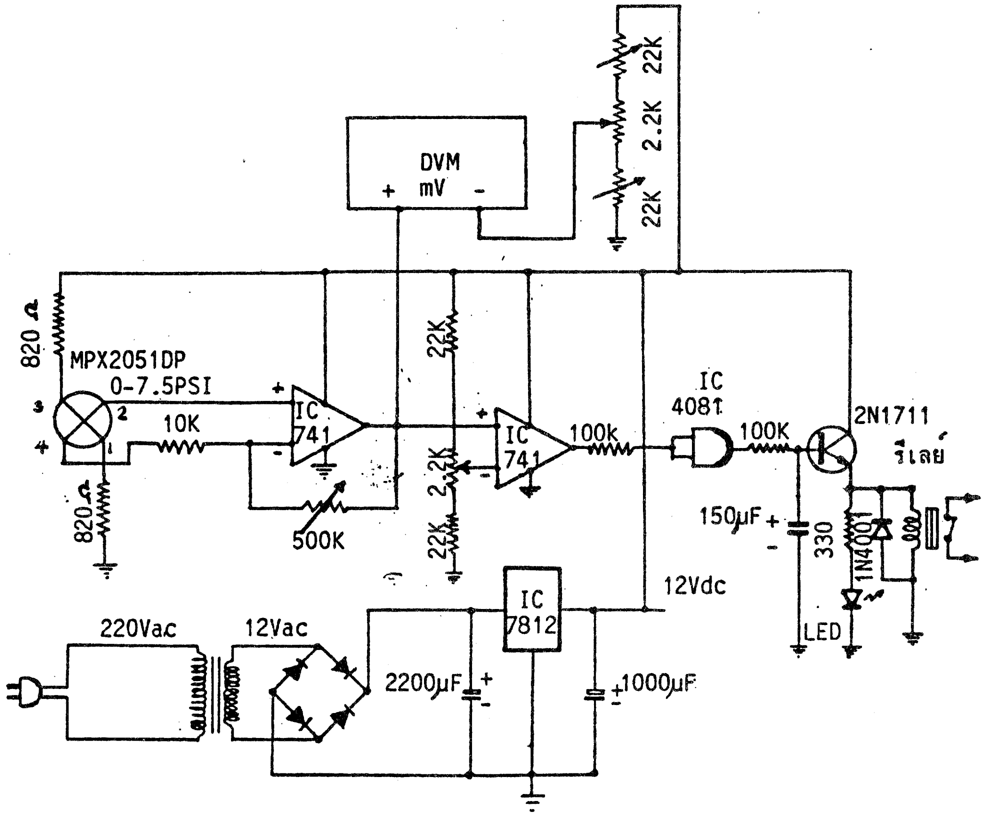
Richards, S.J. 1965. Soil suction measurements with Tensiometer. In Black, C.A. (Editor in chief) Method of soil analysis. Part I. Agronomy No.9: American Society of Agronomy. Inc. Publishing. 153 - 153.



รูปที่ 1 แสดง Tensiometer แบบต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้น



รูปที่ 2 แสดงไดอแกรมการทำงานของ Tensiometer แบบ Tensiometer-transducer ในระบบการให้น้ำโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 3 แสดงแผงวงจร electronic ของ Tensiometer แบบ Pressure transducer