ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
วิทยาเขตสมุทรสาคร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ส๕๙
132999

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

การศึกษาการทำเครื่องมือวัดความเครียดของน้ำในดิน แบบกระเปาะดินเผาที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย

T100006

โดย

นายนพพร อกนิษฐ์

ปพ.
ท๑๙๘๓
๒๕๒๕

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.T00006
วัน,เดือน,ปี.....17 JUN 2009

อาจารย์ สุนทร พูนพิพัฒน์ ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ อิทธิสุนทร นันทกิจ กรรมการ

ภาควิชารับรองแล้ว

(อาจารย์ธราธร เขียวชำแสง)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
วันที่..27..เดือน..พฤษภาคม....พ.ศ..๒๕๒๕....

ปพ.
ท๑๗๖๓
๒๕๒๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการทำเครื่องมือวัดความเครียดของน้ำในดิน แบบกระเปาะดินเผาที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย

STUDY ON INVENTION TENSIOMETER BY USING CERAMIC CUP WHICH PRODUCED IN THAILAND

บทคัดย่อ

ในการศึกษาการทำเครื่องมือวัดความเครียดของน้ำในดิน (Tensiometer) โดยใช้กระเปาะดินเผาที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย เริ่มจากการหล่อแบบกระเปาะดินเผาที่ความหนา 2 ขนาด คือ 2 มม. และ 4 มม. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 800°, 1000°, 1300°C เมื่อนำไปศึกษาทดลองถึงคุณสมบัติต่าง ๆ แล้ว กระเปาะดินเผาที่ความหนา 2 ม.ม. เผาที่อุณหภูมิ 1000°C มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดที่จะใช้ประกอบเครื่องมือ คือสามารถนำน้ำโดยใช้เวลาใกล้เคียงกันกับของต่างประเทศและเร็วกว่ากระเปาะดินเผาที่ผลิตขึ้นทั้งหมด โดยใช้เวลาเพียง 4 นาที ในการทำให้ระดับปรอทที่ 55 ซ.ม. ลดระดับเหลือ 0 ซ.ม. ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบของต่างประเทศ (ญี่ปุ่น) ใช้เวลา 3.31 นาที จะมีค่าแตกต่างกันประมาณ 41.4 วินาที กระเปาะดินเผาที่เหมาะสมนี้มีปริมตรของช่องว่างทั้งหมดเท่ากับ 35.13 เปอร์เซนต์ของปริมาตรทั้งหมด หลังจากนั้นก็นำไปประกอบเป็นเครื่องมือวัดความเครียดของน้ำในดิน 3 แบบ คือ แบบ Manometer, Vacuum gauge, Close arm manometer ซึ่งสามารถที่จะนำไปใช้เป็นประโยชน์ในพืชกระถาง และไร่นาได้ ซึ่งมีราคาถูกกว่าของต่างประเทศมาก ส่วนข้อมูลการทำกระเปาะดินเผาทั้งหมดสามารถนำไปเป็นแนวทางที่จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการทดลองวิจัยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญรูป	ก.
สารบาญตาราง	ข.
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์	9
วิธีการ	10
ผลการทดลอง	18
วิจารณ์ผลการทดลอง	25
สรุปผลการทดลอง	27
เอกสารอ้างอิง	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญรูป

รูป		หน้า
1.	แสดงส่วนประกอบพื้นฐานของ Tensiometer ทั่ว ๆ ไป	5
2.	แสดงการฝัง Tensiometer แบบ Vaccum gauge ในดิน และชี้ให้เห็นส่วนของกระเปาะดินเผาที่สัมผัสกับอนุภาคดิน	6
3.	แสดงลักษณะของแม่แบบ	10
4.	แสดงการทำที่ล้อมแบบ	11
5.	แสดง แบบพิมพ์ หลังจากแกะออกจากที่ล้อมแบบและแม่แบบแล้ว	12
6.	แสดงการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับ ทดสอบการนำน้ำของกระเปาะดินเผา	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

หน้า

ตาราง

1. แสดงค่าต่าง ๆ ที่หาได้จากการทดลอง และการคำนวน 18
2. แสดงค่า F-ratio และอิทธิพลของการเผากระเปาะดินเผาแต่ละระดับที่ทำให้ปริมาตรทั้งหมดแตกต่างกัน 19
3. แสดงค่า F-ratio และอิทธิพลของอุณหภูมิในการเผากระเปาะดินเผาแต่ละระดับที่ทำให้ปริมาตรช่องว่างทั้งหมดแตกต่างกัน 20
4. แสดงค่า F-ratio และอิทธิพลของการเผากระเปาะดินเผาที่อุณหภูมิต่างระดับกัน ทำการให้ปริมาณการดูดซึมน้ำแตกต่างกัน 21
5. แสดงค่า F-ratio และอิทธิพลของการเผากระเปาะดินเผา ณ. อุณหภูมิต่างระดับกัน ทำให้ความถ่วงจำเพาะต่างกัน 22
6. แสดงค่า F-ratio และอิทธิพลของการเผากระเปาะดินเผาที่อุณหภูมิต่างกัน ทำให้ความหนาแน่นรวมต่างกัน 23
7. แสดงค่าการนำน้ำของกระเปาะดินเผา (เวลาเป็นนาที) 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการทำเครื่องมือวัดความเครียดของน้ำในดิน แบบกระเปาะดินเผาที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย

STUDY ON INVENTION TENSIOMETER BY USING CETAMIC CUP WHICH PRODUCED IN THAILAND

คำนำและวัตถุประสงค์

คำนำ

การใช้น้ำชลประทานโดยเกษตรกรของประเทศปัจจุบันมักอาศัยจากความชำนาญ โดยไม่มีเครื่องมือที่จะใช้วัดความชื้นอยู่แน่นอนทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร เครื่องมือที่ใช้วัดความชื้นในปัจจุบันต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศทำให้มีราคาแพง และไม่สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง

ความชื้นหรือน้ำที่อยู่ในดิน โดยมากจะแสดงค่าในรูป ปริมาณน้ำในดิน (water content) แต่ในการเปรียบเทียบความเปียกแห้งของดินต่างชนิดกัน จำเป็นจะต้องนำความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำในดิน และคุณสมบัติการดูดยึดน้ำของดินมาพิจารณาร่วมกัน ซึ่งความชื้นหรือน้ำที่อยู่ในดินเป็นน้ำที่ไม่อิสระ กล่าวคือ จะถูกอนุภาคดินดูดยึดไว้ที่ผิวของนุภาค และในช่องว่างขนาดเล็กในดิน (Capillary pores) จึงทำให้น้ำในดินขณะที่ดินยังไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ จะอยู่ในสภาวะที่มีความเครียด (Tension) ความเครียดของน้ำในดินจะแสดงให้เห็นถึงความเป็นอิสระของน้ำในดิน ซึ่งจะมีผลถึงความยากง่ายในการที่พืชจะดูดน้ำไปใช้จากดิน ที่ระดับความชื้นหนึ่ง ๆ วัดออกในรูปของระดับพลังงานที่ดินดูดยึดน้ำแต่ละหน่วยปริมาตรไว้เมื่อน้ำกับอนุภาคดินอยู่ร่วมกัน ดังนั้นความเครียดของน้ำในดิน เป็นสิ่งที่พืชจะต้องเอาชนะในการดูด แต่ละอณู ของน้ำไปจากดิน กล่าวคือ พืชจะต้องใช้พลังงานต่อหนึ่งหน่วย ปริมาตร ของน้ำอย่างน้อยเท่ากับบอกให้ทราบถึงความเครียดของน้ำในดินจึงจะดูดน้ำไปใช้ได้ การบอกปริมาณน้ำในดินเพียงอย่างเดียวเป็นการไม่เพียงพอเพราะไม่ทราบว่าน้ำในดินขณะนั้น มีระดับความเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ต่อพืชมากน้อยแค่ไหน แต่ถ้าบอกเป็นระดับความเครียดของน้ำในดิน ก็เท่ากับบอกให้ทราบถึงระดับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินต่อพืชในขณะนั้น ๆ ซึ่งระดับความเครียดของน้ำในดินนั้นสามารถวัดโดยเครื่องมือ Tensiometer อันเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดและศึกษาเกี่ยวกับความชื้นในดินได้อย่างกว้างขวางนั่นคือ Tensiometer จะแสดงถึงระดับความเป็นประโยชน์ ของความชื้นในดิน ซึ่งมีประโยชน์อย่างมาก ที่จะใช้พิจารณาการให้น้ำชลประทาน แก่ดินและพืช

เครื่องมือ Tensiometer ใช้วัดความเครียด และศึกษาเกี่ยวกับน้ำในดินซึ่ง ส่วนประกอบที่สำคัญของ Tensiometer คือกระเปาะดินเผา(Ceramic-cup) การศึกษา การทำเครื่องมือครั้งนี้ได้นำเอาวัสดุดินเผา(Ceramic) ในประเทศไทย มาทำกระเปาะดินเผาประกอบเป็นเครื่องมือ (Tensiometer ซึ่งจะทำให้เครื่องมือมีราคาถูก และสามารถใช้ได้อย่างกว้างขวางต่อไป

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อทำเครื่องมือวัดความเครียดของน้ำในดิน แบบง่าย ๆ โดยใช้กระเปาะดินเผา (Ceramic cup) ที่ผลิตขึ้นจากวัตถุดินประเภทดินที่พบภายในประเทศไทย

2. ศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดความเครียดของน้ำในดิน เพื่อเปรียบเทียบกับค่าของต่างประเทศ

3. เพื่อทำให้เกิดมีทักษะหรือความคิดในการนำไปใช้ประโยชน์และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทดลองงานวิจัยเบื้องหน้าต่อไป

<u>ผลที่คาดว่าจะได้รับ</u>

สามารถทำเครื่องมือวัดความเครียดของน้ำในดิน (Tensiometer) โดยใช้กระเปาะดินเผาที่ผลิตขึ้นจากดินในประเทศได้ โดยมีคุณสมบัติ และลักษณะที่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาใช้ในกระถาง และไร่นาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และพร้อมทั้งมีราคาถูกด้วย

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ผู้ทำการศึกษาทดลอง

นายนพพร อกนิษฐ์ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตคุณทหาร ลาดกระบัง

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

สิงหาคม 2524-เมษายน 2525

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ถวิล (2519) ความเครียด (Suction or stress) หมายถึงแรงดึงหรือแรงฉุดต่อหนึ่งหน่วยเนื้อที่ จึงเป็นแรงประเภทเดียวกันกับความดัน แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกับความดันซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าความเครียดของน้ำในดิน ก็คือ ดรรชนีของพลังงานดูดยึดที่เกิดจากอนุภาคดิน และตัวละลายของสารต่าง ๆ ทำการดูดยึดน้ำในดินไว้ ซึ่งเป็นสิ่งที่พืชต้องเอาชนะในการดูดแต่ละอนูของน้ำไปจากดินเพื่อใช้ประโยชน์ ซึ่งความเครียดนี้จะผันแปรเป็นส่วนกลับกับระดับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินต่อพืช ส่วนปริมาณน้ำในดินเป็นสิ่งควบคุมปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ส่วนปริมาณน้ำในดินเป็นสิ่งควบคุมปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ของดินในช่วง ระยะหนึ่งๆ เท่านั้นสำอาง (2513) ความเครียดของน้ำในดินจะสูงขึ้นเมื่อระดับความชื้นของดินลดลง เพราะมีพลังดูดยึดนี้ลดลงในทำนองเดียวกันความเครียดของน้ำในดินย่อมลดลงเมื่อระดับความชื้นของดินสูงขึ้น เพราะมีน้ำมากขึ้น ที่ได้รับอิทธิพลจากพลังงาน ดูดยึดจำนวนเท่าเดิม

ศุภมาศ และคณะ (2523) Tensiometer เป็นคำสนธิระหว่างคำว่า " Tension " กับคำว่า " meter " โดยมีหลักการทั่วๆไป ในการทำงานและมีส่วนประกอบที่จะกล่าวได้ดังนี้

<u>องค์ประกอบและหลักการทำงานของ Tensiometer</u>

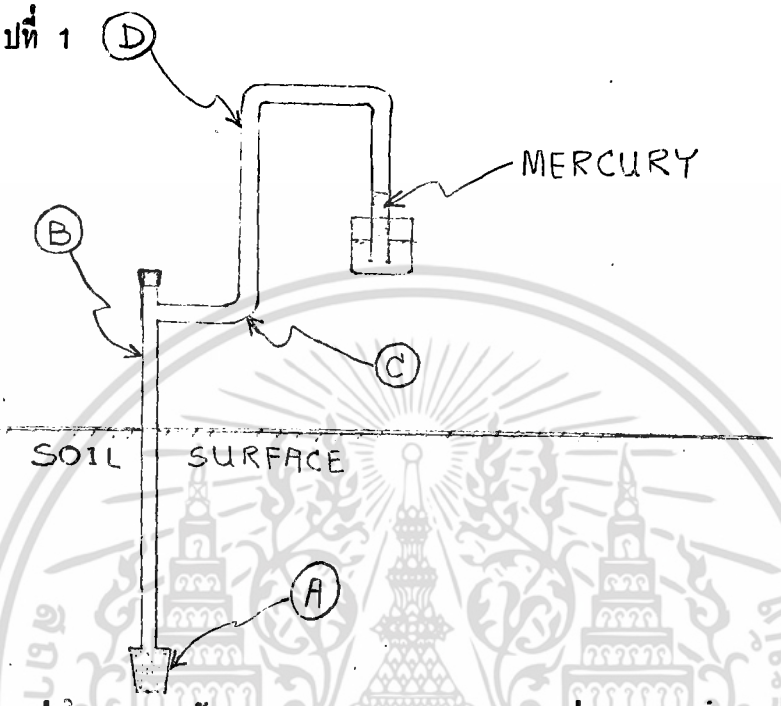
Richards and Gardne(1936) ได้รายงานไว้ว่า ส่วนประกอบต่าง ๆ ของTensiometer จะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. กระเปาะดินเผา(Porous ceramic cup)
2. ท่อที่เชื่อมระหว่างกระเปาะดินเผากับเครื่องวัดความเครียด
3. เครื่องวัดความเครียด ซึ่งอาจเป็นแบบ mercury manometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

bourdon vacuum gauges หรือแบบ closed arm manometer ทั้ง 3 ส่วนจะบรรจุน้ำเต็มทุกส่วน

Thorne and Peterson (1954) ได้แสดงส่วนประกอบของ Tensiometer อย่างง่าย ๆ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบพื้นฐานของ TENSIOMETER ทั่วๆไป

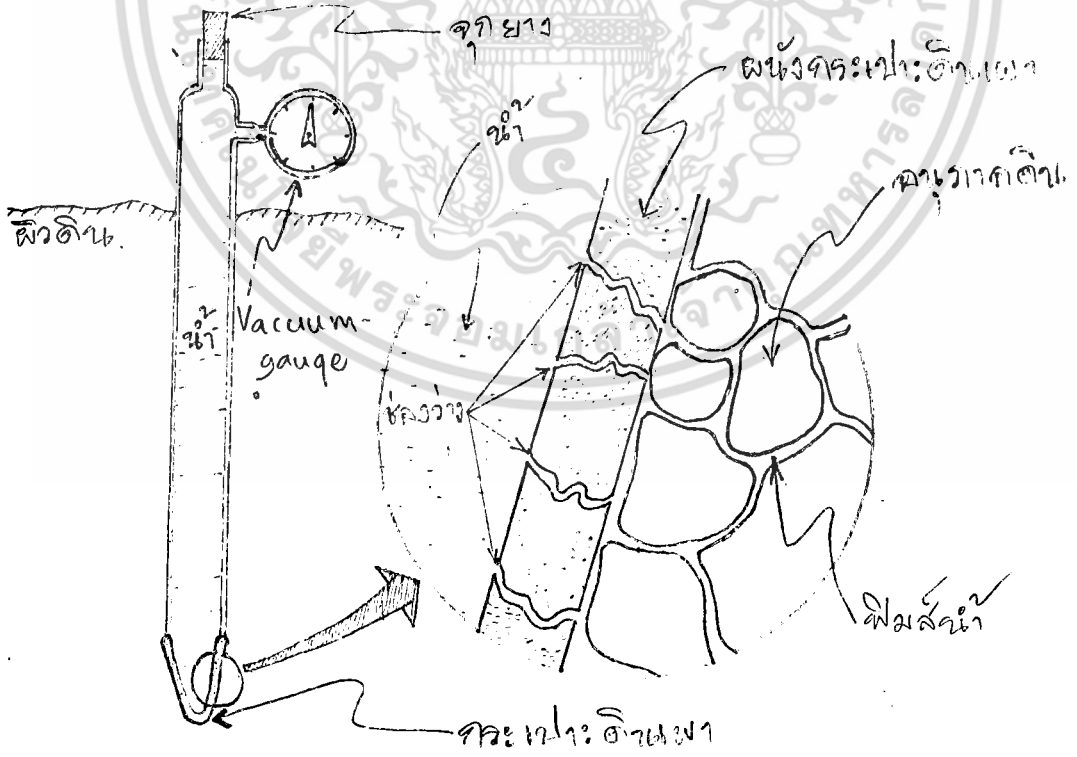
A เป็นส่วนของกระเปาะดินเหนียวที่ติดกับส่วนของท่อ
B เป็นท่อยาวขนาดเล็ก
C เป็นข้อต่อเชื่อมจากส่วนของท่อไปสู่หลอด
D เป็นหลอดแก้ว ที่จุ่มอยู่ในปรอท

Barus (1956) กระเปาะดินเผา ซึ่งฝังอยู่ในดิน ณ ระดับความลึกที่ต้องการวัด ความเครียดของน้ำในดิน โดยกระเปาะดินเผา จะเชื่อมต่อผ่านท่อไปยังเครื่องวัด ที่เป็นสูญญากาศ ซึ่งอาจเป็นแบบ Vacuum gauge หรือเป็น manometer ก็ได้ ส่วนประกอบเหล่านี้จะใส่น้ำไว้เต็มเกือบทุกส่วนและทุกจุดต้องไม่มีรอยรั่วของน้ำสู่อากาศ นอกจากบริเวณกระเปาะดินเผาเท่านั้นเอง Rechards and Gardner (1936) ได้เสนอเครื่องมือ Tensiometer เพื่อใช้วัดความเครียด และศึกษาเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวกับน้ำในดินซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญ Tensiometer คือกระเปาะดินเผา Barur (1956) เมื่อปล่อยให้ระบบ ของความเครียดน้ำในเครื่องมือสมดุลย์กับความเครียดน้ำในดินโดยในขณะที่ดินทดลองนั้นแห้ง ความเครียดน้ำในดินจะสูงกว่าในกระเปาะดินเผา น้ำจะไหลออกจากกระเปาะดินเผาเข้าสู่ดินโดยผ่านช่องขนาดเล็กในกระเปาะดินเผา ซึ่งจะมีพอทำให้ปรอทใน manometer มีระดับสูงขึ้น และในทางกลับกันถ้าดินเปียกความเครียดของน้ำในดินจะน้อยกว่าในกระเปาะ น้ำก็จะไหลออกจากดินเข้าไปในกระเปาะทำให้ระดับปรอทลดต่ำลงมา และเมื่อถึงจุดสมดุลย์ ความเครียดของน้ำในเครื่องมือและในดินเท่ากัน ค่าความเครียดของน้ำในดินที่ระดับความชื้นหนึ่ง ๆ จะสามารถอ่านได้จาก ระดับความสูง ของปรอทที่ทรงตัวอยู่ในขณะนั้น ๆ เป็นสำคัญ

Richard (1965) ได้เขียนรูปแสดงการใช้ *Tensiometer* ที่ฝังลงในดิน และชี้ให้เห็นถึงส่วนของกระเปาะดินเผา ที่สัมผัสกับอนุภาคของดิน ซึ่งมีช่องว่างระหว่างอนุภาคของที่ผนังของกระเปาะดินเผากับอนุภาคดินโดยมีน้ำเกาะยึดอยู่เป็นแผ่น ฟิล์มบาง ๆ ดังรูป ที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2 แสดงการฝัง Tensiometer แบบ Vacuumgauge ในดิน และชี้ให้เห็นส่วนของกระเปาะดินเผาที่สัมผัสกับอนุภาคดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะและคุณสมบัติของ Tensiometer

Richards (1965)กล่าวว่าส่วนประกอบของ Tensiometer ควรประกอบด้วยวัสดุที่คงทนต่อการใช้งานทั้งในสภาพไร่นา และในกระถางทดลอง จุดชันต่อต่าง ๆ และวัสดุที่ใช้ยกเว้นกระเปาะดินเผาเท่านั้นจะต้องไม่มีการรั่วของน้ำและอากาศให้เห็นผิวของกระเปาะดินเผา เมื่อทำให้เปียกจะต้องทนต่อแรงกดจากอากาศได้อย่างน้อย 1 บาร์ (15 ปอนด์/ตารางนิ้ว) โดยไม่มีฟองอากาศซึมออกเมื่อแช่อยู่ในน้ำ ความสามารถของผนังกระเปาะดินเผาที่ดีอีกอย่างหนึ่งก็คือ ในการให้น้ำซึมผ่านนั้น จะต้องมีน้ำซึมผ่านผนังกระเปาะดินเผาได้ในปริมาตร มากกว่า 1 มิลลิลิตรต่อนาที เมื่อให้ความดัน 1 บาร์ ส่วนความไวของเครื่องวัดสูญญากาศจะต้องการปริมาตร เพียงเล็กน้อยในการให้น้ำเข้าแทนที่คือ ประมาณ 1 มิลลิลิตร ต่อการเปลี่ยนความกดดัน 1 บาร์ ในการใช้ Tensiometer โดยทั่ว ๆ ไป จะมีการซึมของอากาศเข้าไปในกระเปาะดินเผา ดังนั้นที่ดักอากาศควรเป็นวัสดุใสที่สามารถดูปริมาณอากาศในเครื่องมือได้สะดวก ซึ่งถ้ามีปริมาตรของฟองอากาศ มากกว่า 2–3 มิลลิลิตร จะต้องทำการไล่อากาศออก โดยการเติมน้ำลงไปในเครื่องมือนั้น

Richards and Wadleigh (1952)ช่วงการทำงานของ Tensiometer จะสามารถวัดความเครียดของน้ำในดินได้ตั้งแต่ 0–0.85 บรรยากาศ ถ้าความเครียดสูงกว่า 0.85 บรรยากาศ กระเปาดินเผาจะรั่วอากาศ ทำให้เครื่องมือไม่สามารถวัดความเครียดที่สูงกว่านี้ได้

Haise and Kelley(1959)การใช้ Tensiometer เพื่อหาปริมาณน้ำในดินในขณะที่ดินมีความเครียดระดับหนึ่ง ๆ จะต้องมีกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเครียดของน้ำในดิน (ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ) กับปริมาณ น้ำในดินในช่วงแต่ละวัน ค่าที่อ่านได้จาก Tensiometer นี้ จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา อันเนื่องมาจากผลของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงแต่ละวัน ซึ่งจะมีผลต่อการวัดค่าความเครียดของน้ำในดินได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบเครื่องมือ และการนำไปใช้กับพืช

สำอาง (2513) ก่อนนำ tensiometer ไปใช้จะต้องทำให้กระเปาะดินเผาอิ่มตัวด้วยน้ำโดยตลอด และบรรจุน้ำจนเต็มส่วนที่เชื่อมกระเปาะพรุนกับเครื่องชี้ระดับความเครียดแล้วปิดฝาให้สนิท นอกจากนี้จะต้องไม่มีส่วนใดส่วนหนึ่งที่รั่วอากาศตลอดเวลาที่ใช้ tensiometer อีกด้วย

Richards (1965) การใช้ tensiometer เพื่อกำหนดตารางการให้น้ำแก่พืชโดยการฝัง tensiometer 2 อัน โดยอันแรกฝังที่ระดับความลึกที่รากพืชหนาแน่น อันที่ 2 ฝังอยู่ที่ระดับลึกกว่าบริเวณรากพืชหนาแน่น ซึ่งความลึกขึ้นอยู่กับชนิดของพืช หลังจากนั้น เมื่อค่าที่อ่านได้จาก tensiometer อันแรกสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ก็จะให้น้ำแก่พืช ค่าที่อ่านได้ก็จะลดลง ส่วนปริมาตรน้ำที่ให้แต่ละครั้งจะดูจากค่าของ tensiometer อันที่ 2 ถ้าค่าอ่านได้น้อยการให้น้ำแต่ละครั้งจะให้น้ำน้อย แต่ถ้าค่าที่อ่านได้สูง การให้น้ำก็จะต้องใช้ระยะเวลานานขึ้น ซึ่งสามารถกำหนดตารางการให้น้ำทั้งระยะเวลาการให้และปริมาณน้ำที่ให้แต่ละครั้ง

อุปกรณ์

1. สารปรอท
2. ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $\frac{1}{4}$ นิ้ว, $\frac{1}{2}$ นิ้ว
3. แผ่นพลาสติกใส หนา $1\frac{1}{2}$ มิลลิเมตร
4. กาวอีป๊อกซี่ (ชนิดแห้งเร็ว) 1 ชุด
5. หลอดแก้วใส – ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 1 มิลลิเมตร
   – ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ภายใน 2 มิลลิเมตร
   – ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3 มิลลิเมตร
6. จุกยางเบอร์ 1,2,5 และ 10
7. Vacuum pump 1 เครื่อง
8. ที่เจาะจุกยาง 1 อัน

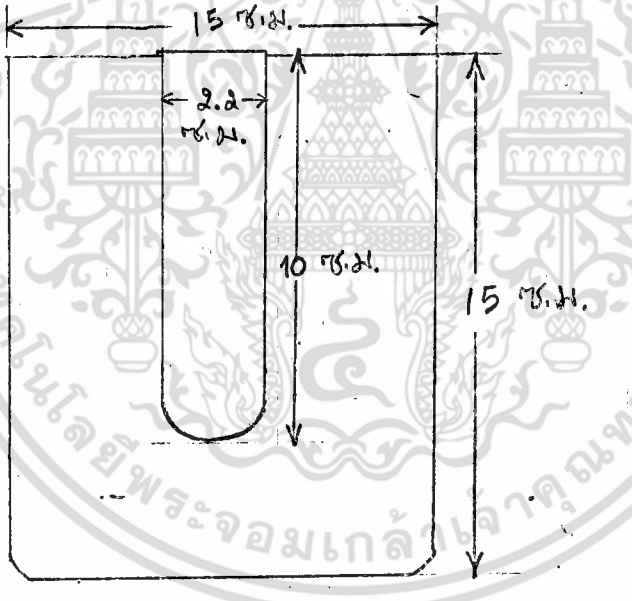
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ไม้ขนาดหนา 1 นิ้ว กว้าง 3 นิ้ว ยาว 40 นิ้ว
10. ท่อสายยางแบบใส เส้นผ่าศูนย์กลาง $\frac{1}{2}$ ซ.ม.
11. ดินเหนียวสำหรับทำกระเปาะดินเผา
12. ปูนปลาสเตอร์
13. อุปกรณ์ที่จำเป็นอื่น ๆ

วิธีการทดลอง

1. การทำกระเปาะดินเผา

1.1 การออกแบบและทำแม่แบบ จะสร้างแบบเป็นรูปทรงกระบอกปลายด้านหนึ่งจะมนโดยใช้แท่งไม้มาตกแต่งให้เป็นรูปตามที่ออกไว้ แล้วใช้แผ่นสังกะสีมาแบ่งครึ่งแม่แบบตามขนาดที่แสดงในรูปที่ 3

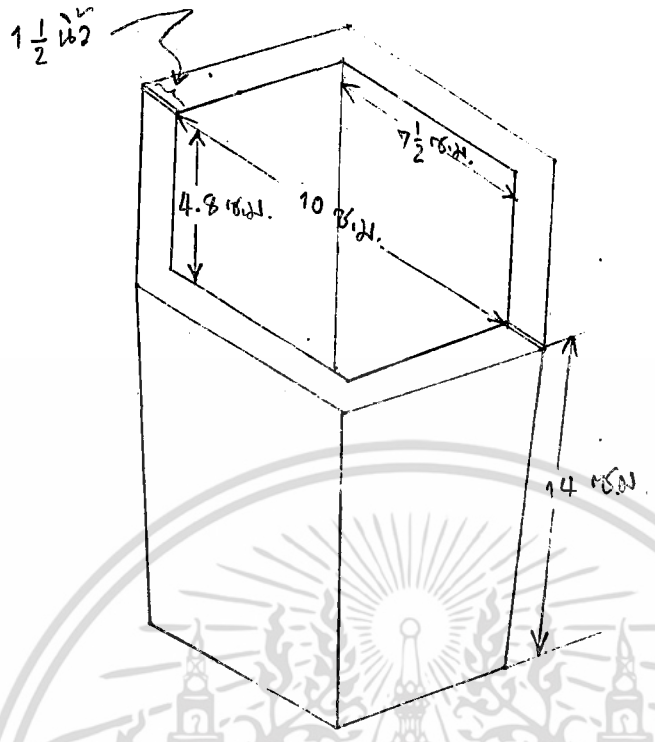


รูปที่ 3 แสดงลักษณะของแม่แบบ

1.2 การทำที่ล้อมแบบ ที่ล้อมแบบจะใช้แผ่นโฟมอย่างหนา $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ตัดเป็นแผ่นมาประกอบล้อมเป็นรูปหกเหลี่ยมดังรูปที่ 4

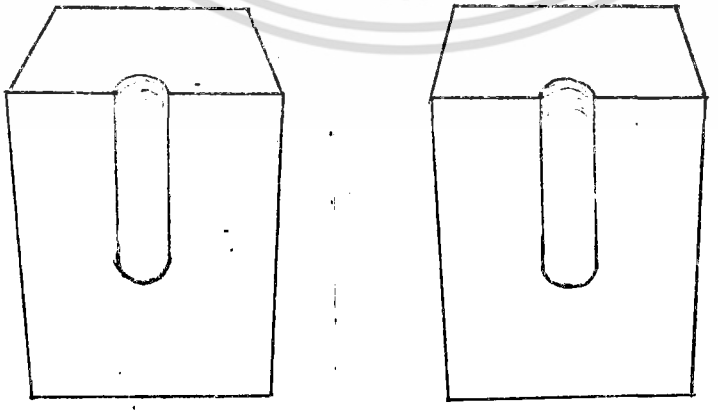
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13239



รูปที่ 4 แสดงการทำที่ล้อมแบบ

1.3 การทำพิมพ์ ผสมปูนปลาสเตอร์กับน้ำให้เข้ากันในภาชนะ โดยใช้อัตราส่วน 5:4 โดยน้ำหนัก (นิมิต) แล้วเทใส่ลงภายในที่ล้อมแบบซึ่งวางแม่แบบไว้แล้ว เทใส่จนเต็มล้อมแบบแล้วรอให้ปูนปลาสเตอร์แข็งตัว แล้วแกะที่ล้อมแบบกับแม่แบบออกจากกัน ก็จะได้แบบพิมพ์ออกมา 1 คู่ ดังรูปที่ 5 แล้วนำมาตกแต่งให้เรียบร้อยแล้วนำไปตากแดดให้แห้งสนิท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5 แสดงแบบพิมพ์หลังจากแกะออกจากที่ล้อมแบบและแม่แบบแล้ว

1.4 การเตรียมสลิป นำดินที่เตรียมไว้สำหรับทำสลิปมาผสมน้ำแล้วตีให้เข้ากันจะได้เป็นน้ำสลิปซึ่งต้องให้มีลักษณะไหลเป็นสายจึงเป็นสลิปที่ดีและเหมาะสม

1.5 การหล่อสลิป แยกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ก. นำแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ที่แห้งสนิทดีแล้วมาประกบกันใช้ยางรัดให้แน่น แล้วเทน้ำสลิปลงในแบบพิมพ์จนเต็มและให้ล้นออกมาเล็กน้อย

ข. คอยเทน้ำสลิปเพิ่มลงไปอีกเมื่อสลิปในแบบพิมพ์ยุบตัว

ค. เมื่อผลิตภัณฑ์มีความหนาตามที่ต้องการแล้วก็ค่อย ๆ เทน้ำสลิปออกจนเหลือแต่สลิปที่เกาะติดอยู่กับแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์

ง. นำแบบพิมพ์ไปตากแดด

จ. เมื่อผลิตภัณฑ์แห้งหมาด ๆ ก็แกะออกจากแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ โดยสังเกตุที่ปากแบบพิมพ์ดินจะร่อนออก

ฉ. นำผลิตภัณฑ์ (กระเปาะดิน) ที่แกะออกไปตากแดด

1.6 การตกแต่งกระเปาะดิน นำกระเปาะดินที่ตากแห้งแล้วมาตกแต่งให้เรียบร้อยตามแบบที่ออกไว้

1.7 การนำกระเปาะดินเผาไปเผา กระเปาะดินที่จะนำไปเผาจะใช้ความหนาขนาด 2,4 มิลลิเมตร โดยใช้อย่างละ 12 อัน นำไปเผาที่อุณหภูมิ 800°, 1000°, 13000° C แต่ละอุณหภูมิจะใช้กระเปาะดินทั้ง 2 ขนาดอย่างละ 4 อัน โดยวางแผนการทดลองแบบ C.R.D. แบ่งเป็น 6 Treatment ทำ 4 ซ้ำ ซึ่งกำหนดได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T_1	=	เผาที่อุณหภูมิ	1300° C	ชนิดหนา	2 ม.ม.
T_2	=	" "	1300° C	"	4 ม.ม.
T_3	=	" "	1000° C	"	2 ม.ม.
T_4	=	" "	1000° C	"	4 ม.ม.
T_5	=	" "	800° C	"	2 ม.ม.
T_6	=	" "	800° C	"	4 ม.ม.

2. การทดสอบคุณสมบัติกระเปาะดินเผา

นำกระเปาะดินเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ มาศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การดูดซึมน้ำ (Water absorption)

2.2 ความหนาแน่นรวม (Bulk density)

2.3 ความพรุนทั้งหมด (Apparent porosity)

2.4 ความถ่วงจำเพาะ (Apparent Specific Gravity)

2.5 ปริมาตรทั้งหมด (Exterior Volume)

วิธีการหาค่าต่าง ๆ ก่อนจะนำค่าที่ได้ไปคำนวนหาคุณสมบัติต่าง ๆ ของกระเปาะดินเผา จะดำเนินการดังนี้

1. นำกระเปาะดินเผาเข้าอบที่อุณหภูมิ 150° C (302° F) นาน 24 ช.ม. แล้วทำให้เย็นใน Desicator และชั่งน้ำหนักแห้ง (Dry weight)

2. นำกระเปาะดินเผาใส่ลงในภาชนะใส่น้ำกลั่นแล้วต้มให้เดือดนาน 5 ชั่วโมง ควยระวังน้ำให้ท่วมกระเปาะดินเผาอยู่ตลอดเวลาและการใส่กระเปาะดินเผาลงไปต้มนั้นอย่าให้สัมผัสซึ่งกันและกัน และอย่าให้สัมผัสกับภาชนะที่ใส่ด้วยเพื่อที่จะให้กระเปาะดินเผาได้รับอนุณหภูมิที่เท่า ๆ กันทุก ๆ ส่วน

3. หลังจากต้มนาน 5 ชั่วโมง ก็ปล่อยให้กระเปาะดินเผา จุ่มอยู่ในน้ำนั้นอีก 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังจากแช่น้ำ 24 ชั่วโมงแล้วก็ทำการชั่งน้ำหนักของกระเปาะดินเผาในน้ำ (Suspended weight)

5. นำกระเปาะดินเผาขึ้นมาเช็ดด้วยผ้าที่ชื้นเบา ๆ เพื่อให้น้ำส่วนเกินที่รอบผนัง กระเปาะดินเผาหมดไป แล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated weight)การชั่งต้องทำการชั่งอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดเนื่องจากการระเหยของน้ำ

6. นำค่าที่ได้ทั้งหมด ไปคำนวนหาคุณสมบัติต่าง ๆ ของกระเปาะดินเผาแต่ละอัน ซึ่งจะใช้สูตรการคำนวนดังนี้

การดูดซึมน้ำ (A) $= \frac{W - D}{D} \times 100$

ความหนาแน่นรวม (B) $= \frac{D}{V}$

ความพรุนทั้งหมด (P) $= \frac{W - D}{V} \times 100$

ความถ่วงจำเพาะ (T) $= \frac{D}{D - S}$

ปริมาตรทั้งหมด (V) $= W - S$

W = น้ำหนักที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated weight)

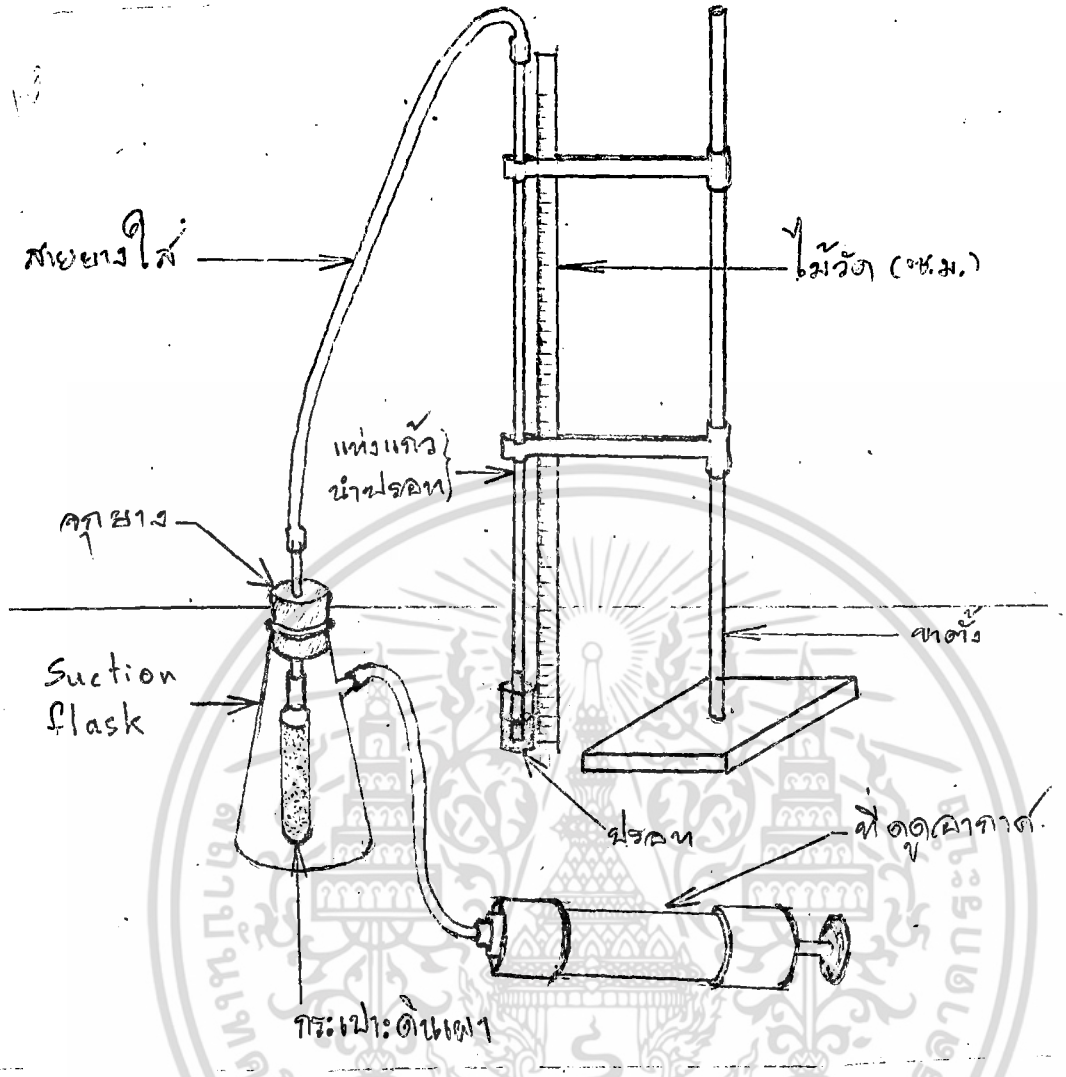
D = น้ำหนักแห้ง (Dry weight)

S = น้ำหนักที่ชั่งในน้ำ (Suspended weight)

3. การทดสอบการนำน้ำของกระเปาะดินเผา

3.1 เตรียมอุปกรณ์และติดตั้งเครื่องมือตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับทดสอบการนำน้ำของกระเปาะดินเผา

3.2 บรรจุน้ำให้เต็มทุกส่วนของแท่งแก้ว นำปรอท, สายยาง และในกระเปาะดินเผา แล้วทำการไล่อากาศในน้ำออกให้หมด

3.3 ปิดจุกยางให้แน่นสนิท แล้วทำการดูดอากาศออกโดยดูดออกเรื่อยๆ ปรอทจะขึ้นไปตามแท่งแก้วเรื่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 เมื่อลำปรอทถึงระดับสูง 55 ซ.ม. ก็หยุดดูดอากาศออก นำกระเปาะไปจุ่มลงในน้ำ พร้อมเริ่มจับเวลา การลดลงของลำปรอท โดยจับเวลาที่ระดับ 55,50,45,40,35,30,25,20,15,10,5,0 ซ.ม.

3.5 ทำการทดสอบ 3 ครั้ง แล้วนำไปหาค่าเฉลี่ย โดยทำการทดสอบ ทั้ง 6 treatment

4. ประกอบเครื่องมือวัดความเครียดของความชื้นในดิน

จะทำการประกอบเครื่องมือเป็น 3 แบบ ดังนี้

4.1 แบบ Vacuum gauge

4.2 แบบ Manometer

4.3 แบบ Closed arm manometer

ทั้ง 3 แบบจะใช้ท่อ P.V.C. ขนาด $\frac{3}{4}$ นิ้ว เป็นส่วนบรรจุน้ำ ที่ดักอากาศจะใช้แผ่นพลาสติกใสเป็นตัวประกอบ ส่วนของฝาปิดจะใช้จุกยางปิด ส่วนรอยเชื่อมต่อต่างๆ จะใช้กาวอีปอกซี่เป็นตัวประสาน

5. การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ

5.1 บรรจุน้ำจนเต็มทุกส่วนของเครื่องวัดความเครียด

5.2 ใส่ปรอทลงในขวดสำหรับใส่ปรอท จนถึงขีดที่กำหนดเอาไว้ (เฉพาะแบบ Manometer)

5.3 ใช้ลูกยางบีบดันน้ำ ผ่านหลอดของ manometer จนน้ำเข้าแทนที่อากาศหมด (เฉพาะแบบ Manometer)

5.4 ใช้ Vacuum pump ดึงอากาศ ที่ละลายอยู่ในน้ำออกให้หมด โดสังเกตุเกิดฟองอากาศลอยขึ้นสู่ที่ดักอากาศ แล้วทำการไล่อากาศ จำนวนนี้ออกไป โดยใส่น้ำให้เต็มใหม่ โดยทำหลาย ๆ ครั้ง จนฟองอากาศที่เกิดขึ้นมีน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ปิดฝาเครื่องมือวัดความเครียด แล้วตั้งทิ้งไว้หลาย ๆ ชั่วโมง น้ำจะระเหยออกจากกระเปาะดินเผา ทำให้อ่านค่าที่หลอด manometer หรือ Vacuum gauge ได้ประมาณ 50 เซนติเมตรปรอท ถ้ามีฟองอากาศเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ในที่คือากาศ แสดงว่าเครื่องมือนี้ไม่มีรอยรั่ว

5.6 จุ่มกระเปาะดินเผาลงในน้ำ ค่าที่อ่านจะเริ่มลดลงภายใน 2–3 นาที และจะกลับมาอยู่ที่ศูนย์ภายใน 3–5 นาที

100009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

กระเปาะดินเผาที่ทำขึ้น เมื่อนำไปหาค่าและคำนวนหาคุณสมบัติต่าง ๆ แล้ว จะแสดงผลได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าต่าง ๆ ที่หาได้จากการทดลองและการคำนวน

ชนิดของกระเปาะ	D (กรัม)	S (กรัม)	W (กรัม)	V ($ซม.^3$)	W-D (กรัม)	D-S (กรัม)	P (%)	A (%)	T	B ($กรัม/ม.^3$)
หนา4ม.ม,1300°C	26.24	14.53	24.45	11.92	0.21	11.70	1.77	0.80	2.23	2.19
หนา4ม.ม,1000°C	26.48	16.46	31.82	15.36	5.34	10.01	34.78	20.18	2.63	1.72
หนา4ม.ม, 800°C	26.45	16.26	33.74	17.48	7.29	10.19	41.68	27.55	2.59	1.51
หนา2ม.ม,1300°C	17.50	9.81	17.76	7.94	0.26	7.68	3.28	1.49	2.27	2.20
หนา2ม.ม,1000°C	18.80	11.64	22.67	11.01	3.87	7.16	35.13	20.65	2.62	1.70
หนา2ม.ม, 800°C	18.32	11.17	23.56	12.38	5.23	7.14	42.29	27.59	2.55	1.47

D = Dry weight

S = Suspended weight (น.น.ที่ชั่งในน้ำ)

W = Saturated weight (น.น.ที่อิ่มตัวด้วยน้ำ)

V = Exterior volume (ปริมาตรทั้งปมด)

P = Apparent porosity (ปริมาตรช่องว่างทั้งหมด)

A = Water Absorption (ปริมาณของน้ำที่ถูกดูดเข้าไปอยู่ใน cramic) โดยคิดเป็นเปอร์เซนต์ ของ น.น. แห้งของ (cramic)

T = Apparent Specific Gravity (ความถ่วงจำเพาะ)

B = Bulk density (ความหนาแน่นรวม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ปริมาตรทั้งหมด (Exterior volume) กระเปาะดินเผาที่ความหนา 4 ม.ม. ณ.อุณหภูมิ 800°, 1000°, 1300° จะมีปริมาตรเท่ากับ 17.48, 15.36, 11.92 ลบ.ซม. ตามลำดับ และที่ความหนา 2 ม.ม. ณ.อุณหภูมิ 800°, 1000°, 1300°C จะมีปริมาตรเท่ากับ 12.38, 11.01, 7.94 ลบ.ซม. ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการเผาที่อุณหภูมิต่ำ ปริมาณการหดตัวจะต่ำกว่าการเผาที่อุณหภูมิสูง

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันของปริมาตรทั้งหมดของกระเปาะดินเผา ที่เผาแต่ละระดับ

ตารางที่ 2 แสดงว่า F-ratio และอิทธิพลของการเผากระเปาะดินเผาแต่ละระดับที่ทำให้ปริมาตรทั้งหมดแตกต่างกัน

Source of Variation	d.f.	SS.	MS.	F-ratio
Total	23	232.45		
Treatment	5	224.55	44.91	75.80**
Error	18	7.9	0.43	

C.V. = 6.07

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาตรช่องว่างทั้งหมด (Apparent Porosity) กระเปาะ-ดินเผาที่ความหนา 4 ม.ม. ณ.อุณหภูมิ 800°, 1000°, 1300° C จะมีปริมาตรช่องว่างทั้งหมดเท่ากับ 41.68, 34.78, 1.77% ของปริมาตรทั้งหมด และที่ความหนา 2 ม.ม. ณ. อุณหภูมิ 800°, 1000°, 1300°C จะมีปริมตรช่องว่างทั้งหมดเท่ากับ 42.29, 35.13, 3.28% ของปริมาตรทั้งหมด จะเห็นได้ว่าปริมาตรช่องว่างจะมีมากเมื่อเผา ณ.อุณหภูมิต่ำ และจะมีน้อยมากเมื่อเผาที่อุณหภูมิสูง

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติในตารางที่ 3 จะเห็นความแตกต่างกันอย่างยิ่ง

ตารางที่ 3 แสดงว่า F-ratio และอิทธิพลของอุณหภูมิในการเผากระเปาะดินเผาแต่ละระดับที่ทำให้ปริมาตรช่องว่างทั้งหมดแตกต่างกัน

Source of Variation	d.f.	SS.	MS.	F-ratio
Total	23	6411.35		
Treatment	5	6391.90	278.75	246.68**
Error	18	19.45	1.08	

C.V. = 4.01

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณของน้ำที่ถูกดูดเข้าไปอยู่ในกระเปาะดินเผา (Water Absorption) ค่านี้คิดเป็นเปอร์เซนต์เมื่อเทียบกับ น.น.แห้งของกระเปาะดินเผา ผลจากการเผากระเปาะดินเผาที่ความหนา 4 ม.ม. ณ.อุณหภูมิ 800̊, 1000̊, 1300̊C จะมีปริมาณดูดซึมน้ำเท่ากับ 27.55, 20.18, 0.80% ตามลำดับ ส่วนกระเปาะดินเผาที่หนา 2 ม.ม. ณ.อุณหภูมิ 800̊, 1000̊, 1300̊C จะมีปริมาณดูดซึมน้ำเท่ากับ 28.59, 20.65, 1.49% ตามลำดับ จะพบว่าการเผาที่ อุณหภูมิต่ำจะมีปริมาณการดูดซึมน้ำสูงกว่าการเผาที่อุณหภูมิสูง

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติในตารางที่ 4 จะมีความแตกต่างกันอย่างสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 4 แสดงค่าF-ratio และอิทธิพลของการเผากระเปาะดินเผาที่อุณฯ ต่างระดับกัน ทำให้ปริมาณการดูดซึมน้ำแตกต่างกัน

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F-ratio
Total	23	3100.17		
Treatment	5	3083.92	616.78	677.78**
Error	18	16.25	0.90	

C.V. = 5.77

**มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความถ่วงจำเพาะ : (Apparent Specific Gravity) กระเปาะดินเผา หนา 4 ม.ม. ณ.อุณหภูมิ 800°, 1000°, 1300°C จะมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2,59, 2.63, 2.23 ตามลำดับ และกระเปาะดินเผา หนา 2 ม.ม. เผาที่อุณหภูมิ 800°, 1000°, 1300°C จะมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.55, 2.63, 2.27 ตามลำดับ จะเห็นว่าการเผาที่อุณหภูมิ 1000°C ทั้งความหนาที่ 4 ม.ม. และ 2 ม.ม จะมีค่าสูงกว่า กระเปาะที่เผา ณ.อุณหภูมิ 800° กับ 1300°C

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติในตารางที่ 5 จะมีความแตกต่างกันอย่างมาก

ตารางที่ 5 แสดงว่า F-ratio และอิทธิพลของการเผากระเปาะดินเผา ณ.อุณหภูมิต่างระดับกัน ทำให้ความถ่วงจำเพาะต่างกัน

Source of Variation	C.f.	SS	MS	F-ratio
Total	23	0.66		
Treatment	5	0.65	0.13	260**
Error	18	0.01	0.001	

C.V. = 0.9

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ความหนาแน่นรวม (Bulk density) กระเปาะดินเผาหนา 4 ม.ม. ณ.อุณหภูมิ 800°, 1000°, 1300° จะมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1,51, 1.72, 2.19 กรัม/ลบ.ซม. และกระเปาะดินเผาหนา 2 ม.ม ที่เผาที่อุณหภูมิ 800°, 1000° , 1300°C จะมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1.47, 1.70, 2.20 กรัม/ลบ.ซม. จะเห็นได้ว่าการเผาที่อุณหภูมิสูงจะทำให้กระเปาะดินเผามีความหนาแน่นรวม สูงกว่าการเผาที่อุณหภูมิต่ำ

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ในตารางที่ 6 จะพบความแตกต่างกันเห็นได้ชัดเจน

ตารางที่ 6 แสดงว่า F-ratio และอิทธิพลของการเผากระเปาะดินเผาที่อุณหภูมิต่างกัน ทำให้ความหนาแน่นรวมต่างกัน

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F-ratio
Total	23	13.7		
Treatment	5	2.1	0.60	1200**
Error	18	11.6	0.64	

C.V. = 1.24

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การทดสอบประสิทธิภาพการนำน้ำของกระเปาะดินเผา จะพบว่า กระเปาะดินเผาหนา 2 ม.ม ที่เผา ณ.อุณฯ 1000°C มีความสามารถในการนำน้ำเร็วที่สุด คือ ที่ระดับความสูงของลำปรอท 55 ซ.ม. จะใช้เวลา 4 นาที ที่ทำให้ระดับปรอทลดลงที่ 0 ซ.ม. รองลงมาคือกระเปาะดินเผาที่หนา 2 ม.ม. เผาที่อุณหภูมิ 800° C , 4 ม.ม. ที่อุณหภูมิ 800°C , 4 ม.ม.ที่อุณหภูมิ 1000°C จะใช้เวลา 6.13, 11.32, 12.09 นาที ซึ่งเป็นอัตราการลดที่ช้า ส่วนกระเปาดินเผาหนา 2 ม.ม. และ 4 ม.ม. ที่เผา ณ.อุณหภูมิ 1300° C ประสิทธิภาพการนำน้ำจะเท่ากับศูนย์ ส่วนกระเปาะดินเผาของญี่ปุ่นที่นำมาทดสอบร่วมด้วยจะใช้เวลาในการลดลงของลำปรอทจากระดับ 55 ซ.ม. เหลือที่ระดับ 0 ซ.ม. เท่ากับ 3.31 นาที ซึ่งค่าทั้งหมดแสดงให้เห็นในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงค่าการนำน้ำของกระเปาะดินเผา (เวลาเป็นนาที)

ชนิดกระเปาะดินเผา \ ความสูงปรอท (ซ.ม)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
หนา 2ม.ม,1300°C	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
หนา 2ม.ม,1000°C	0	1.8	2.56	2.78	2.95	3.49	3.60	3.69	3.77	3.85	3.91	4.00
หนา 2ม.ม,800° C	0	2.46	3.48	3.99	4.66	4.88	5.07	5.62	5.76	5.88	6.00	6.13
หนา 4ม.ม,1300°C	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
หนา 4ม.ม,1000°C	0	4.93	6.86	7.93	8.85	9.66	9.99	10.68	10.94	11.58	11.80	12.09
หนา 4ม.ม 800°C	0	4.25	6.19	7.23	8.13	8.95	9.28	9.96	10.22	10.87	11.12	11.32
ญี่ปุ่น	0	1.18	1.96	2.17	2.73	2.86	2.97	3.04	3.11	3.16	3.21	3.31

จากผลการนำน้ำที่ดีที่สุดของกระเปาดินเผาหนา 2 ม.ม. ที่เผา ณ.อุณหภูมิ 1000° C จึงเอามาประกอบเป็นเครื่องมือวัดความเครียด 3 แบบ คือ แบบ Vacuum gauge, Manometer, Closed arm manometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะพบว่า กระเปาะดินเผาหนา 2 ม.ม.ที่เผา ณ.อุณหภูมิ 1000c จะมีประสิทธิภาพการนำน้ำที่ดีที่สุด คือใช้เวลา 4 นาที Richards (1936) กล่าวว่า ที่ระดับปรอทสูงประมาณ 50 ซ.ม. จะใช้เวลาประมาณ 3-5 นาที ที่ทำให้ปรอทลดระดับเหลือศูนย์

เมื่อเปรียบเทียบกับกระเปาะดินเผาของญี่ปุ่นแล้วจะมีค่าต่างกัน 0.69 นาที (4.00-3.31) หรือประมาณ 41.4 วินาที (แบบ manometer)

จะสังเกตุเห็นได้ว่า กระเปาะดินเผาหนา 2 ม.ม. ที่เผา ณ.อุณฯ, 800c มีความพรุน หรือปริมาตรช่องว่างทั้งหมดเท่ากับ 42.29% เมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณฯ, 1000 c แล้วจะมีค่าความพรุนมากกว่า คือมากกว่าประมาณ 7.16% จึงน่าจะเป็นไปได้ที่อุณฯ 800 c จะนำน้ำได้ดีกว่า แต่เมื่อนำค่าปริมาตรทั้งหมดมาพิจารณาจะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 800 °c จะมีปริมาตร 12.38 ล.บ.ซ.ม ซึ่งมากกว่าที่อุณฯ 1000 c ซึ่งมีปริมาตรเพียง 11.01 ลบ.ซ.ม. เพราะฉนั้นค่าความพรุนที่อุณฯ 800c มากกว่านั้นสาเหตุมาจากมีปริมาตรทั้งหมดมากกว่าที่อุณหภูมิ 1000 °c นั้นเอง และสาเหตุอีกประการหนึ่งคือ การเผาที่อุณหภูมิต่างกัน การหดตัวของกระเปาะดินเผาจะไม่เท่ากัน การเปาที่อุณฯ 1000 c ย่อมหดตัวได้มากกว่า ที่อุณฯ 800 °c เพราะฉะนั้น ระยะทางที่น้ำซึมผ่านผนังกระเปาะดินเผา ที่ 1000 c จะสั้นกว่าที่อุณฯ 800 c จึงทำให้การนำน้ำรวดเร็วกว่าดังผลที่ได้ทดสอบมาแล้วข้างต้น

จุดประสงค์ในการทำ Tensiometer ครั้งนี้ เพื่อจะให้ได้กระเปาะดินเผาที่มีคุณสมบัติ การนำน้ำที่ดีที่สุด และใกล้เคียงกับของต่างประเทศด้วย จึงได้กระเปาะดินเผาที่ผนังหนา 2 ม.ม. เผาที่อุณหภูมิ 1000 c มาประกอบเป็นเครื่องมือ Tensiometer จะพิจารณาแต่ความพรุนของกระเปาะดินเผาอย่างเดียวไม่ได้ ต้องนำค่าการนำน้ำมาพิจารณาดูด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้ง 6 treatment แม้ว่าจะใช้ดินชนิดเดียวกันแต่ค่าต่าง ๆ ที่ทดลองและคนวนได้นั้นแตกต่างกัน เป็นเพราะอิทธิพลของความหนาของกระเปาะดินเผา และการเผาที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกันนั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาและทดลอง การทำ Tensiometer โดยใช้กระเปาะดินเผาที่ทำขึ้นจากดินในประเทศไทยนั้น จะได้กระเปาะดินเผาที่มีความหนา 2 ม.ม เผาที่อุณฯ 1000 c มีคุณสมบัติดีที่สุด คือ อัตราการนำน้ำใช้เวลาเพียง 4 นาที ในการทำให้ระดับปรอทสูง 55 ซ.ม ลดลงเหลือที่ระดับ 0 ซ.ม. และนำไปประกอบเป็น Tensiometer 3 แบบด้วยกันคือ แบบ Manometer, Vacuum gauge, Closed arm namometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ถวิล ครุฑกุล, 2519. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, หน้า 119-178.

2. ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา และคณะ. 2523, ปฐพีวิทยาเบื้องต้น, พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม. หน้า 165-191.

3. สำอาง ศีรนิลทา, 2513. คู่มือปฏิบัติการปฐพีศาสตร์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว. หน้า 78-79.

4. Barur, L.D. 1956. Soil physics. Third edition. New York: John Willey and Sons. Inc.

5. Haise, H.R. and O.J. Kelley. 1950. Cause of diural fluetuations in tensiometer. Soil Sci. 70; 301-313.

6. Richards, L.A. and W.Gardner. 1936. Tensiometers for measuring the capillary tension of soil water. J. Am. Soc. Agron, 28: 352-358.

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

8. 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. 153-163.

9. Thorne, D.W. and H.B. Peterson. 1954. Irrigated soils. New Delhi: Tata Mc.graw-Hill publishing Company.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้