

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญาตรี



T099865

เรื่อง

การประกอบและทดสอบเครื่องเก็บสารละลายดินแบบ Ceramic porous cup  
Making and testing of Ceramic porous cup soil solution samplers

โดย

นายพรเทพ ศรีสุข

รฟ.  
พ 2427  
2536

เสนอ

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 99865  
วัน,เดือน,ปี..... 10 Jun 1996

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เพื่อความร่วมมือแห่งวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2536

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญาตรี  
ภาควิชาปฐพีวิทยา

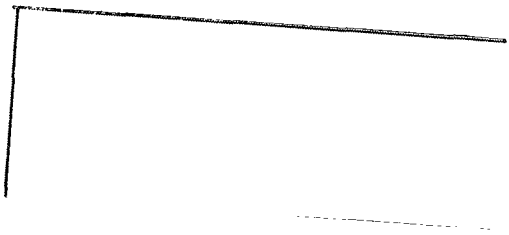


เรื่อง

การประกอบและทดสอบเครื่องเก็บสารละลายดินแบบ Ceramic porous cup  
Making and testing of Ceramic porous cup soil solution samplers

โดย

นายพรเทพ ศรีสุข



.....

(ผศ.ดร. อธิษันทร นันทกิจ) อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร. สุมิตรา กุวิโรดม)  
หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่..... เดือน..... พ.ศ. ....

14632

13 ส.ค. 2540

รฟ.

พ 2427

2596

## บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การประกอบและทดสอบเครื่องเก็บสารละลายดินแบบ Ceramic porous cup

โดย : นายพรเทพ ศรีสุข

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ภาควิชา : ปรุพีวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษา : .....

ผศ.ดร. อภิสิทธิ์ นันทกิจ

เป็นการศึกษาการประกอบและทดสอบเครื่องเก็บสารละลายดินแบบ Ceramic porous cup โดยเน้นถึงการศึกษาการนำวัสดุต่างๆที่หาได้ภายในประเทศ มีคุณภาพมาประกอบเป็นเครื่องมือชนิดนี้ ซึ่งจะศึกษาคุณสมบัติ และประสิทธิภาพของเครื่องมือชนิดนี้ การทดลองเริ่มจากการประกอบส่วนต่างๆของ Ceramic porous cup soil solution samplers คือ ในส่วนที่เป็นท่อใช้ท่อ pvc ขนาด 3/8 " มาประกอบเป็นตัวของเครื่องมือ และส่วนของ porous ใช้ดินที่ทำเครื่องปั้นดินเผาภายในประเทศมาทำการผลิต การนำเครื่องมือไปทดสอบ จะมี 4 ตำรับการทดลอง ประกอบด้วยตำรับที่ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะด้วยน้ำ , ตำรับที่ใส่น้ำธาตุอาหารและชะด้วยน้ำธาตุอาหาร , ตำรับที่ใส่น้ำธาตุอาหารและชะด้วยน้ำ , ตำรับที่ใส่น้ำและชะด้วยน้ำ ทำการทดลอง 5 วัน และนำสารละลายดินจาก porous และจาก suction มาวิเคราะห์หาปริมาณ N P K และนำดินตัวอย่างในระหว่างการทดลองมาวิเคราะห์หาปริมาณ N P K จากผลการทดลอง ค่าวิเคราะห์ที่ได้ของปริมาณ N P K จะมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ส่วนค่า pH ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ค่า E.C. ที่ได้ก็มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไปเช่นกัน

## คำนิยม

ปัญหาพิเศษที่จัดทำขึ้นในครั้งนี้นี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ ซึ่งท่านได้ให้คำปรึกษาและแนะนำที่ดีตลอดมา ขอขอบคุณ ผศ.ดร.สุมิตรา กุวัโรดม หัวหน้าภาควิชาปรัชญาที่ ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษนี้ อีกทั้งยังได้รับความช่วยเหลือจาก คุณนุจรีย์ บุญแปลง และ คุณสำราญ ช้างน้อย ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการปรัชญา ที่ได้ให้ความสะดวกช่วยเหลือในด้านการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ความดีจากผู้ได้ประโยชน์จากงานวิจัยครั้งนี้ข้าพเจ้าขอมอบแต่ บิดา มารดา ตลอดจน ครู อาจารย์ ที่ได้สั่งสอนข้าพเจ้ามาทุกๆท่าน

พรเทพ ศรีสุข

เมษายน 2537

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(1)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการทดลอง	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	8
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	19
สรุปผลการทดลอง	65
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวก	68

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้จากดิน	22
2 ปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous	24
3 ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous	26
4 ปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction	28
5 ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction	30
6 ปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous + suction	32
7 ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้จากดิน	34
8 ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous	36
9 ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous	38
10 ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction	40
11 ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction	42
12 ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous + suction	44
13 ปริมาณความเข้มข้นของโปตัสเซียมที่วิเคราะห์ได้จากดิน	46
14 ปริมาณโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous	48
15 ปริมาณความเข้มข้นของโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous	50
16 ปริมาณโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction	52
17 ปริมาณความเข้มข้นของโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction	54
18 ปริมาณโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous + suction	56
19 ค่า pH ที่วัดจาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous และ suction	58
20 ค่า pH ที่วัดได้จากดิน	60
21 ค่า E.C. ที่วัดจาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous และ suction	62
22 ค่า E.C. ที่วัดได้จากดิน	64

**ตารางผนวกที่**

**หน้า**

**1 คำวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง**

**69**

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงอุปกรณ์ที่นำมาประกอบเป็น Ceramic porous cup soil solution samplers	11
2 Ceramic porous cup soil solution samplers ที่ประกอบแล้ว	12
3 แสดงการดูดอากาศออกจาก Ceramic porous cup soil solution samplers	15
4 แสดงการติดตั้งเครื่องมือเพื่อดูดเอาสารละลายดินออกจากดิน	16
5 แสดงการ suction สารละลายดินโดยใช้ vacuum pump	17
6 ปริมาณความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้จากดินทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	21
7 ปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	23
8 ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	25
9 ปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	27
10 ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	29
11 ปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous + suction ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	31
12 ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้จากดินทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	33
13 ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	35

## ภาพที่

## หน้า

14	ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	37
15	ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	39
16	ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	41
17	ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous + suction ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	43
18	ปริมาณความเข้มข้นของโปตัสเซียมที่วิเคราะห์ได้จากดินทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	45
19	ปริมาณโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	47
20	ปริมาณความเข้มข้นของโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	49
21	ปริมาณโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	51
22	ปริมาณความเข้มข้นของโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	53
23	ปริมาณโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous + suction ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	55
24	ค่า pH ที่วัดจาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous และ suction ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	57
25	ค่า pH ที่วัดได้จากดินทั้ง 4 ตำรับการทดลอง	59

ภาพที่

หน้า

26	ค่า E.C. ที่วัดจาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous และ suction ทั้ง 4 ตำแหน่ง การทดลอง	61
27	ค่า E.C. ที่วัดได้จากดินทั้ง 4 ตำแหน่งการทดลอง	63

## คำนำ

ในการที่จะทราบว่าในดินบริเวณนั้นจะเหมาะสมต่อการปลูกพืชหรือไม่ ก็จำเป็นต้องนำดินบริเวณนั้นมาวิเคราะห์ เพื่อหาปริมาณธาตุอาหารต่างๆว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ หรือมีสารพิษอื่นใดตกค้างอยู่ ซึ่งต้องใช้เวลา เครื่องมือและค่าใช้จ่ายที่สูง หรือถ้าอยากทราบว่าพืชที่ปลูกอยู่บริเวณนั้น ดินมีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอหรือมากเกินไปหรือไม่ ก็จำเป็นต้องนำดินบริเวณนั้นมาวิเคราะห์ ตรงจุดนี้ทำให้เสียเวลาไม่ทันต่อความต้องการของพืช หรืออาจก่อให้เกิดความเป็นพิษไม่ทัน ถ้าหากมีวิธีอื่นที่สามารถทำให้ทราบตรงจุดนี้ได้อย่างรวดเร็วก็จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร ในการที่จะทำการแก้ไขหรือปรับปรุงคุณภาพดินบริเวณนั้น ซึ่งจะทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพและประหยัดในหลายๆด้าน รวมทั้งยังพืชสามารถใช้ธาตุอาหารต่างๆในดินได้ในรูปของ ion ในสารละลายในดินถ้ามีการนำเอาสารละลายดินนี้มาศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับค่าต่างๆ ในการที่จะบอกถึงปริมาณธาตุในดินนั้น ก็จะเป็นการสะดวก รวดเร็ว ซึ่งการนำสารละลายดินนี้ออกมามีหลายวิธี แต่ก็มีวิธีที่ง่ายและสะดวก คือใช้เครื่องมือ Porous cup soil solution samplers

เครื่องมือ Porous cup soil solution samplers ที่ใช้ในการทดลองนี้ใช้ porous แบบ ceramic เครื่องมือนี้ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญ คือ กระจาปะดินเผา ( ceramic porous cup ) ท่อกลางที่เชื่อมกับกระจาปะดินเผา ฝาปิด และท่อน้ำ การทำเครื่องมือในครั้งนี้ได้นำเอาวัสดุดินเผา ( ceramic ) ในประเทศไทย มาทำเป็นกระจาปะดินเผา ( porous cup ) ใช้ท่อ pvc เป็นตัวเชื่อมกับกระจาปะ ใช้จุกยางเป็นฝาปิด และใช้ท่อน้ำดำเป็นไส้ใน ส่วนคุณสมบัติและประสิทธิภาพของเครื่องมือและความสัมพันธ์ต่างเป็นสิ่งที่ต้องศึกษาค้นคว้าต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อประกอบเครื่องเก็บสารละลายดินแบบ Ceramic porous cup
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพของเครื่องเก็บสารละลายดินแบบ Ceramic porous cup
3. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาต่อไปในอนาคต

### ตรวจเอกสาร

Sollins et al., (1980) กล่าวว่าคุณสมบัติทางเคมีของสารละลายดินเป็นตัวกำหนดที่สำคัญของข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ การแจกแจงชนิดของธาตุต่างๆในดิน การเคลื่อนที่และการได้รับธาตุของพืช David and Driscoll (1984) รายงานว่าสารละลายดินเป็นข้อมูลที่จะบ่งชี้เกี่ยวกับ ปริมาณในการสะเทินกรด ( acid - neutralizing capacity (ANC) ) ของดิน รวมถึงปริมาณและอัตราการเคลื่อนที่ของสารที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนต่อน้ำใต้ดิน ( Fortescue, 1980 ) การศึกษาอื่น ๆ มีการแสดงให้เห็นว่าสารละลายดินมีความสำคัญมากต่อการศึกษาถึงปัญหาปริมาณสารเคมีของสินป็นน้ำ ( Sollins et al., 1980 ; Cronan and Aiken, 1985 ; Driscoll et al., 1985 ) Van de pol et al., (1977) รายงานว่าคุณสมบัติทางเคมีของสารละลายดินสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการหาค่า และคาดคะเนถึงความถูกต้องของรูปแบบการเคลื่อนที่ของตัวละลาย Murali and Aylmore (1980) รายงานว่าสารละลายดินเป็นตัวกำหนดข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของของแข็งในสารละลายที่มีผลต่อกัน McDowell and Wood (1984) ได้ใช้คุณสมบัติทางเคมีของสารละลายดินในการกำหนดกลไกของการเกิดดินแบบ Podzols และศึกษาถึงการควบคุมความเข้มข้นของการละลายของ organic carbon ในลำธาร Litaor (1988) กล่าวว่าวิธีการต่างๆ รวมไปถึงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บสารละลายดินมีมากมายหลายแบบ ทำให้มีรายงานผลการทดลองมากมายที่แสดงถึงความแตกต่างทั้งทางด้านเทคนิคและเครื่องมือที่ใช้ แต่ก็มีขอบเขตที่จำกัดและความจำเพาะในการศึกษา

Briggs and McCall (1904) ได้อธิบายถึงลักษณะของ Ceramic porous cup soil solution samplers ขึ้นเป็นครั้งแรกและมีการใช้ต่อมาโดย Joffe (1933) , Richards (1940) , Kohnke et al., (1940)

Cole (1958) and Wagner (1962) ได้อธิบายถึงการให้ soil solution samplers แบบ Alundum และแบบ Ceramic porous cup samplers

สำหรับการเก็บสารละลายดิน Cole et al., (1961) ได้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของเครื่องเก็บสารละลายดิน ในการศึกษาการเคลื่อนที่ของธาตุและการกำเนิดดินในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ

การใช้เครื่องมือเก็บสารละลายดินในการศึกษาทางด้านการศึกษาทางเกษตร และสิ่งแวดล้อม ได้ใช้กันอย่างกว้างขวางในช่วงทศวรรษที่ 1960 และช่วงต้นทศวรรษที่ 1970 ( Atimitsu and Matsui, 1964 ; Reeve and Doering, 1965 ; Wolff, 1967 ; Cole, 1968 ; Parizck and Lane, 1970 ; Bourgeois and Lavkulich, 1972a, b ; Wood, 1973 ; Adams, 1974 )

ระหว่างช่วงทศวรรษที่ 1970 มีระบบต่างๆมากมายที่ใช้ในการปฏิบัติงานกับเครื่องเก็บสารละลายดิน Cochran et al., (1970) พบว่าดินแต่ละชนิดจะมีผลต่อการดูดซับความชื้นในดิน ซึ่งจะส่งผลต่อการดึงดูดสารละลายดินของเครื่องเก็บสารละลายดิน และมีความไม่สม่ำเสมอของการเคลื่อนที่ของสารละลายจากดินไปสู่เครื่องมือ Van der Ploeg and Beese (1977) ได้สร้างรูปแบบของการคำนวณการดูดสารละลายดินจาก ceramic porous และ plate และได้หล่อกระเปาะดินเผาโดยไม่คำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรที่ดูดได้ของสารละลายดินกับการเคลื่อนที่ผ่านได้โดยอิสระของสารละลายดิน ดังนั้นปริมาตรในการไหลของสารละลายดินอย่างอิสระจึงมีความแตกต่างจากการดูดสารละลายและ Van der Ploeg และ Beese ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า อัตราการดูดต่อตารางเซนติเมตรของเครื่องมือจะมีค่ามากกว่าอัตราการเคลื่อนที่อย่างอิสระและสภาพการเคลื่อนที่ในแนวตั้งของสารละลายดิน Talsma et al., (1979) รายงานไว้ว่าขนาดของเครื่องมือมีผลโดยตรงต่ออัตราการซึมของสารละลายดินสู่เครื่องมือ และที่มีผลมากที่สุดคือ รัศมีของเครื่องมือ

Levin and Jackson (1977) รายงานว่าความเข้มข้นของ Ca , Mg และ  $PO_4-P$  ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บสารละลายดิน โดยใช้ Ceramic porous cup และ Amicon hollow fiber แต่อย่างไรก็ตาม Levin และ Jackson ได้คาดว่าจะมีเพียงบางส่วนเท่านั้นของ  $NO_3^-$  ที่ถูกดูดมาอยู่ในเครื่องมือ ซึ่ง Nagpal

(1982) พบว่าการดึงดูดของไนโตรเจนที่เป็น  $\text{NO}_3^-$  และ  $\text{NO}_2^-$  จะต่ำที่สุด

ตัวอย่างสารละลายดินที่เก็บโดยใช้แรงดูด (tension) และไม่ใช้แรงดูด (zero-tension) ในการเก็บของเครื่องมือ ไม่เพียงพอกที่จะเป็นตัวแทนของสารละลายดินได้ เพราะปัญหาทางด้านเทคนิคในการเก็บตัวอย่างและความซับซ้อนของชนิดดิน เช่น ดินที่ต่างชนิดกันก็จะมีค่าความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีของสารละลายดินที่ได้จากดินนั้นต่างกัน เหตุนี้ porous cup soil solution samplers ที่ใช้กับพื้นที่หน้าตัดเล็กๆที่ใช้ศึกษาจึงมีผลทำให้เกิดความแปรปรวนได้ ( England, 1974 ; Amoozegar-Fard et al , 1982 ; Haines et al., 1982 ) Biggar and Nielsen (1976) ชี้ให้เห็นว่าตัวอย่างสารละลายดินที่แทนด้วย "จุดตัวอย่าง" จะสามารถให้ค่าต่างๆ ของสารละลายดินได้อย่างมีคุณภาพ ถ้าทราบค่าความแปรปรวนที่แน่นอนของดินบริเวณนั้น เพราะฉะนั้นจำนวนของการใช้เครื่องมือที่ใช้แรงดูด (tension) และไม่ใช้แรงดูด (zero-tension) และรูปแบบของเครื่องมือจะต้องมีลักษณะที่เหมาะสมต่อการศึกษาดินบริเวณนั้น (Starr, 1985)

ในโครงสร้างของ porous cup soil solution samplers ที่สมบูรณ์นั้นขนาดของรูพรุนจะต้องยอมให้สารละลายดินผ่านได้ตลอดไม่อุดตันเนื่องจากรากพืชหรือกิจกรรมอื่นๆที่จะทำให้อุดตัน ( Beasley, 1976 ; Shuford et al., 1977 ; Shaffer et al., 1979 ) Haines et al., (1982) ได้เปรียบเทียบเครื่องมือที่ไม่ใช้แรงดูด (zero-tension) และใช้แรงดูด (tension) ซึ่งได้ข้อสรุปว่าเครื่องมือที่ใช้แรงดูด (tension) จะเก็บตัวอย่างสารละลายดินจากสภาพที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ และไม่อิ่มตัวด้วยน้ำได้ดีกว่าเครื่องมือแบบที่ไม่ใช้แรงดูด (zero-tension) และข้อเสียของเครื่องมือแบบที่ไม่ใช้แรงดูด (zero-tension) คือจะเก็บสารละลายดินไม่ได้ในสภาพที่ดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ ( Parizek and Lane, 1970 ; Radulovich and Sollins, 1987 )

Litaor (1988) กล่าวว่า pH ของสารละลายดินมีความสำคัญมากต่อคุณสมบัติทางเคมีในการศึกษาเกี่ยวกับแร่ในดิน และการลดปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายเข้าไปในสารละลายดิน ในระหว่างที่ทำการนำเอาสารละลายดินในดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำออกมา Suarez (1986) รายงานถึงผลของ pH ที่ทำให้เกิดความผิดพลาดที่

เกิดในช่วง 0.28 - 0.44 pH unit ที่เกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ Suarez ได้สร้างเครื่องเก็บสารละลายดินชั้นใหม่ที่ช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการให้สารละลายดินที่ดูดออกมาได้ไหลเข้าไปในภาชนะรองรับพิเศษจนเต็มก่อนการเคลื่อนย้าย เครื่องมือหรือนำเอาสารละลายดินไปเก็บเพื่อวิเคราะห์ต่อไป

Litaor (1988) สิ่งสำคัญของการใช้เครื่องมือ ceramic porous cup soil solution samplers คือ ต้องทราบถึงความสามารถในการดูดซับของ anion (i.e.,  $\text{PO}_4\text{-P}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) และการชะ cation (i.e., Ca, Mg, Al) ออกจากกระเปาะดินเผา Grover and Lamborn (1970) อภิบาลถึงการชะกระเปาะดินเผา ด้วยกรดเกลือเจือจาง (dilute HCl) และล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้ เพื่อลดปริมาณการปนเปื้อนของสารต่างๆ

Zimmerman et al., (1978) ได้ทดลองเปรียบเทียบกระเปาะ 2 แบบ คือ กระเปาะแบบดินเผา (ceramic porous cup) และกระเปาะแบบ Teflon ได้ผลการทดลอง คือ กระเปาะแบบดินเผาจะเก็บ  $\text{NH}_4^+$  ได้ 11% และเก็บ  $\text{PO}_4^{3-}$  ได้ 43% จากสารละลายที่ใช้ทดสอบ แต่กระเปาะแบบ Teflon จะเก็บได้ค่าอยู่ระหว่าง 102 - 106 % แต่ไม่ได้อภิบาลค่าที่แตกต่างกันมากของทั้ง 2 กระเปาะ Beier and Hansen (1992) ได้ทดลองเปรียบเทียบกระเปาะ 2 แบบ คือ กระเปาะแบบดินเผา (ceramic porous cup) และกระเปาะแบบ PTFE ผลที่ได้คือ ไม่มีความแตกต่างในความเข้มข้นของ  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}^+$  และ NPOC (non-purgeable organic carbon)

Starr (1985) ได้ใช้กระเปาะที่ทำจาก sintered glass ในการทดลอง กระเปาะชนิดนี้มีข้อเสียคือมี ขนาดของรูพรุนที่ใหญ่ (10 - 16 micron) ซึ่งจะยอมให้ fine silt อนุภาคดินเหนียว และ organic matter บางอย่างผ่านไปได้ ซึ่งจะ ทำให้สารละลายดินเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีไป Jackson et al., (1976) ได้ใช้ cellulose acetate hollow fiber ในการดูดสารละลายดินออกมา และดินต้องมีความชื้นอยู่ในช่วง 20 - 50 % ซึ่งเทคนิคนี้ได้มีการรับรองให้ใช้ได้กับการทดลอง

เล็ก ๆ เท่านั้น Battcher et al., (1984) ได้ศึกษาลักษณะการดูดซับ และการปลดปล่อยของ  $PO_4-P$  โดยใช้กระเปาะที่มีและไม่มีการชะล้างด้วยกรด ผลที่ได้คือ กระเปาะแบบ Teflon และแบบ Fritted glass ไม่มีผลกับการดูดซับของ other-phosphate ถึงแม้ว่าจะชะล้างกระเปาะด้วยกรดเกลือก็ตาม ซึ่งศึกษาสภาพในการดูดซับที่ต่ำของกระเปาะแบบ Teflon และแบบ Fritted glass มีความเหมาะสมกับการศึกษาเกี่ยวกับฟอสฟอรัสมากที่สุด แต่กระเปาะทั้ง 2 แบบ นี้มีราคาแพงมาก และเหมาะที่จะใช้กับดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำเท่านั้น

Litaor (1988) กล่าวว่า การเก็บตัวอย่างสารละลายดินในพื้นที่ที่ทดลอง จำนวนของเครื่องมือที่ติดตั้งจะขึ้นอยู่กับผู้ทำการทดลอง และบางครั้งก็ถูกกำหนดโดยห้องปฏิบัติการ

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การทำกระเปาะดินเผา

#### 1. การทำแม่พิมพ์

แม่พิมพ์ที่ใช้ในการทำนั้น ทำจากเหล็กที่กลึงให้มีรูปทรงกระบอกปลายมน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8 เซนติเมตร ยาว 9 เซนติเมตร ส่วนบนมีลักษณะเป็นก้าน ทรงกระบอกขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.7 เซนติเมตร มีความยาวก้าน 2 เซนติเมตร

#### 2. การทำแม่แบบปูนปลาสเตอร์

##### 2.1 การทำที่ล้อมแบบ

ที่ล้อมแบบที่ใช้ในการทำแม่แบบปูนปลาสเตอร์ ทำด้วยไม้อัดตัดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 2 นิ้ว ยาว 5 นิ้ว และกว้าง 4 นิ้ว ยาว 3 นิ้ว

##### 2.2 การทำแม่แบบปูนปลาสเตอร์

2.2.1 นำที่ล้อมแบบที่ได้จากข้อ 2.1 อย่างละ 2 แผ่น มาประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยม แล้วใช้ยางรัดให้แน่น

2.2.2 ทาวาสลินที่ล้อมแบบและแม่พิมพ์เหล็กให้ทั่วทุกด้าน

2.2.3 ผสมปูนปลาสเตอร์กับน้ำในอัตราส่วน ปูน : น้ำ = 2:1 กวนให้เข้ากัน จากนั้นเทปูนปลาสเตอร์ลงในที่ล้อมแบบประมาณครึ่งหนึ่งของความสูงของที่ล้อมแบบ ทิ้งไว้สักครู่ นำแม่พิมพ์เหล็กกดลงบนปูนปลาสเตอร์ให้แม่พิมพ์เหล็กจมลงในปูนปลาสเตอร์ลึกประมาณ เลยครึ่งหนึ่งของความหนาของแท่งเหล็กกลึงเล็กน้อย โดยให้ส่วนที่เป็นก้านของแท่งเหล็กกลึงชิดขอบด้านหนึ่งของที่ล้อมแบบ

2.2.4 ทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง จากนั้นแกะที่ล้อมแบบออกและทำการตกแต่งผิวหน้าของแม่แบบปูนปลาสเตอร์ให้เรียบด้วยมีด

2.2.5 เจาะรูเพื่อทำเป็นที่ล็อคแม่แบบทั้ง 4 ด้าน ของแม่แบบปูนปลาสเตอร์ โดยใช้แท่งแก้วด้านปลายกลมหมุนลงบนผิวหน้าของแม่แบบปูนปลาสเตอร์ในขณะที่ยังอ่อนตัวอยู่

2.2.6 ทาวาสลินให้ทั่วทั้งแม่พิมพ์เหล็กและแม่แบบปูนปลาสเตอร์ที่ได้จากขั้นตอนให้ทั่ว จากนั้นดำเนินการตามขั้นตอนตั้งแต่ข้อ 2.2.1 - 2.2.5 ก็จะได้แม่แบบปูนปลาสเตอร์สำหรับการทำ porous

### 3. การหล่อแบบกระเปาะดินเผาแบบหล่อกลาง (Drain casting)

3.1 บดดินแล้วร่อนดินผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร

3.2 ผสมดินกับน้ำในอัตราส่วน 30-40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร จากนั้นเติมโซเดียมซิลิเกต (sodium silicate) ที่เตรียมไว้ในรูปของสารละลาย 2 - 3 หยด

3.3 ใช้เครื่องปั้นดิน ทำการตีดินให้เป็นเนื้อเดียวกัน ของผสมที่ได้จะเรียกว่า slip

3.4 นำแม่แบบปูนปลาสเตอร์ที่แห้งสนิท มาประกอบกันเป็นแม่พิมพ์จากนั้นทำการเทน้ำ slip ลงในแม่พิมพ์โดยเทผ่านแท่งแก้วให้ไหลเป็นทางเดียวกันโดยตลอด เพื่อป้องกันการเกิดฟองในระหว่างการเทน้ำ slip น้ำ slip จะค่อยๆ แห้งจนได้ความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร เติสารละลายดินที่เหลือออกจากแบบหล่อและทิ้งไว้จนดินเกือบแห้ง แกะแบบออกนำกระเปาะดินที่ได้ตั้งทิ้งไว้ให้ดินแห้งสนิท

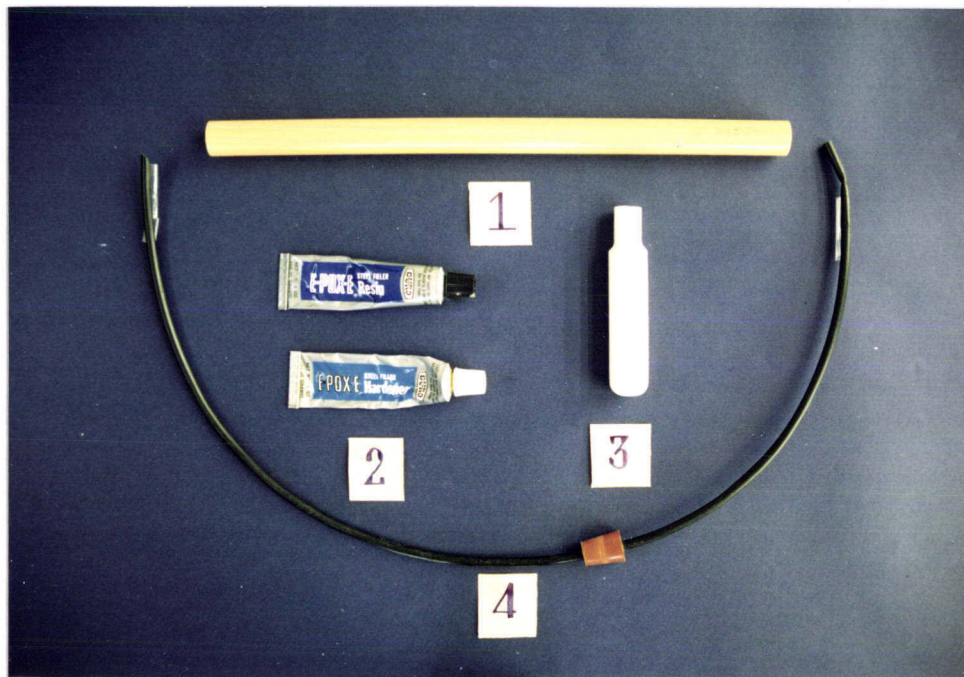
3.5 ทำการเผา(firing) นำกระเปาะดินที่ได้มาเผาที่อุณหภูมิสูงประมาณ 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

## วิธีการทำ Ceramic porous cup soil solution samplers

### อุปกรณ์

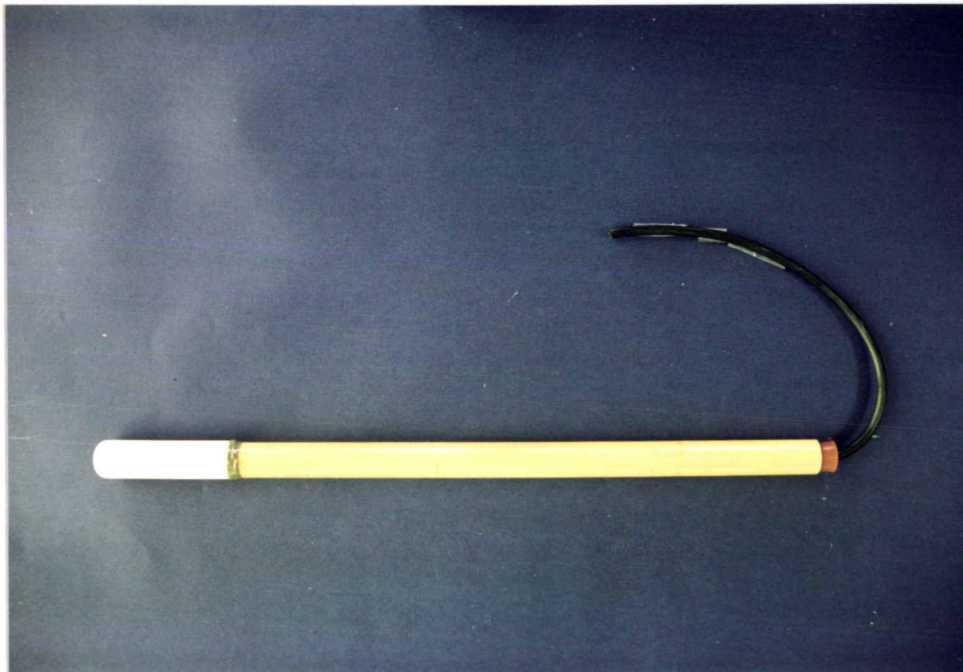
1. ท่อ pvc ขนาด 3/8"
2. กาวอีพ็อกซีชนิดแห้งช้า
3. เครื่องขัดและหัวทราย
4. สว่านและชุดดอกสว่าน
5. จุกยางเบอร์ 4





ภาพที่ 1 แสดงอุปกรณ์ที่นำมาประกอบเป็น Ceramic porous cup soil solution samplers

1. ท่อ pvc 3/8 "
2. กาวสีฟ็อกซี่
3. Ceramic porous
4. ครอบน้ำดำ + จุกยาง



ภาพที่ 2 Ceramic porous cup soil solution samplers ที่ประกอบแล้ว

## วิธีการทดสอบกับเครื่องมือ

### อุปกรณ์

1. buchner funnel
2. suction flask
3. vacuum pump
4. electroconductivity meter & pH meter
5. ceramic porous cup soil samplers
6. syringe
7. ปู่สุตร 15-15-15
8. น้ำยาธาตุอาหารสูตร Coic-Lesaint E.C. 2 ms/cm pH 5.8

### ตำรับการทดลอง

ทำการทดลอง 4 ตำรับการทดลอง 2 ซ้ำ

ตำรับการทดลองที่ 1 ใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ 15-15-15 และชะด้วยน้ำ

ตำรับการทดลองที่ 2 ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะด้วยน้ำยาธาตุ

อาหาร

ตำรับการทดลองที่ 3 ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะด้วยน้ำ

ตำรับการทดลองที่ 4 ใส่น้ำ และชะด้วยน้ำ

### การเตรียมดิน

นำตัวอย่างดินจากชุดดินบางมูลนาก ซึ่งเก็บตัวอย่างดินมาจาก 30 เมตร  
ทางตะวันออก จากถนนสาย 117 พิษณุโลก-นครสวรรค์ บ้านสระยายชี ต.เนินบ่อ  
อ.สามง่าม จ.พิจิตร เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ปลูกข้าวโพด

นำดินมาจัดเทกองรวมกันแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน และทำ air dry เมื่อ  
ดินแห้งแล้วจึงบดดินแล้วร่อนดินผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร

### การทดลอง

1. ชั่งดินตัวอย่างใส่ลงในชุด buchner funnel จำนวนชุดละ 1 กิโลกรัม และทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ นำ buchner funnel ไปประกอบกับ suction flask

    คำรับการทดลองที่ 1 เติม ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตราส่วน 5 กรัม/  
    ดิน 1 กิโลกรัม โดยนำปุ๋ยมาละลายน้ำ 100  
    มิลลิลิตร ก่อน

    คำรับการทดลองที่ 2 เติมน้ำธาตุอาหาร 100 มิลลิลิตร

    คำรับการทดลองที่ 3 เติมน้ำธาตุอาหาร 100 มิลลิลิตร

    คำรับการทดลองที่ 4 เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร

2. ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วนำ ceramic porous cup soil solution samplers มาปักลงใน buchner funnel ที่มีดินเตรียมไว้แล้ว และใช้ syringe คูดูดเอาอากาศจากภายใน porous soil solution samplers ออก แล้วพับปิดปลายท่อให้สนิททิ้งไว้ 30 นาที จึงคูดูดเอาสารละลายดินที่ได้มาวัด E.C. , pH และวัดปริมาตร นำสารละลายดินที่ได้ใส่ภาชนะที่ปิดสนิท เก็บไว้วิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่อไป

3. นำ buchner funnel ที่มี suction flask รองรับอยู่มาต่อเข้ากับ vacuum pump เพื่อคูดูดเอาสารละลายออกมาให้ได้ปริมาตรเมื่อรวมกับสารละลายที่ได้จาก porous เท่ากับ 100 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้มาวัด E.C. , pH และเก็บใส่ภาชนะที่ปิดสนิท เก็บไว้วิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่อไป

4. เก็บตัวอย่างดินจากใน buchner funnel โดยใช้ท่อแก้วกดลงในดินจนสุด buchner funnel เก็บแบบสุ่มจำนวน 15 จุด ได้น้ำหนักดินประมาณ 10 กรัม นำมาทำ air dry และบดให้ละเอียดก่อนนำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่อไป

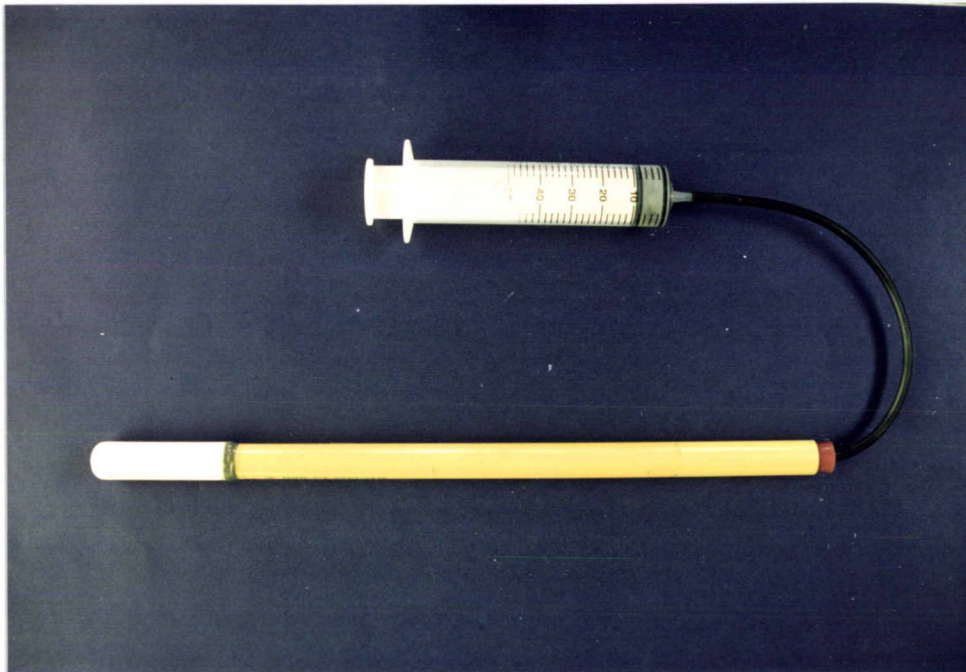
5. ปฏิบัติตามข้อ 2-4 อีก 4 ครั้ง โดยการปฏิบัติในแต่ละคำรับการทดลอง ดังนี้

    คำรับการทดลองที่ 1 เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร

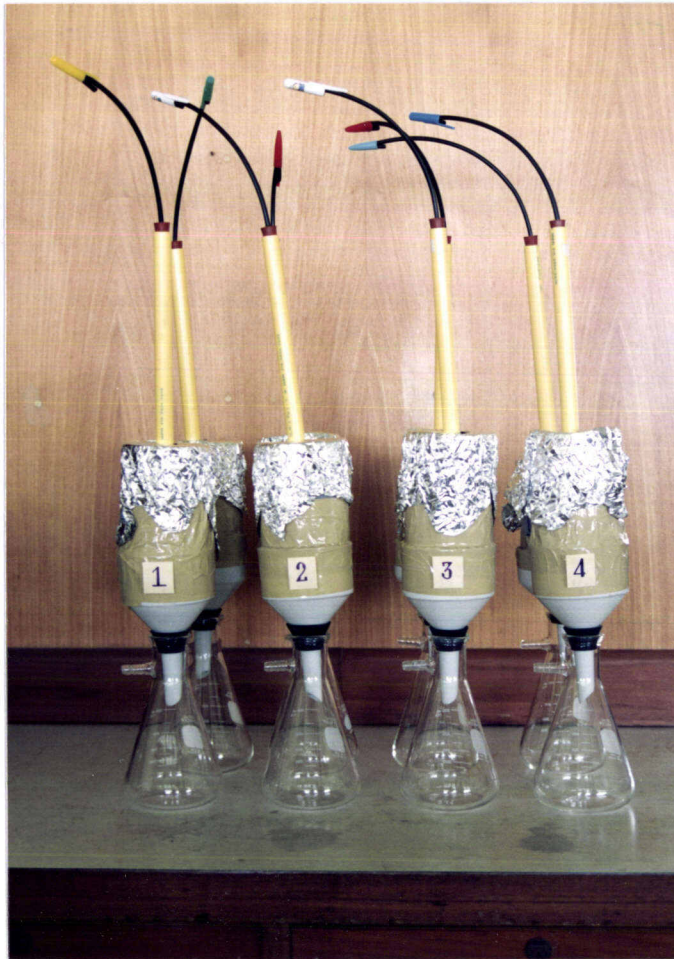
    คำรับการทดลองที่ 2 เติมน้ำธาตุอาหาร 100 มิลลิลิตร

    คำรับการทดลองที่ 3 เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร

    คำรับการทดลองที่ 4 เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร



ภาพที่ 3 การดูดอากาศออกจาก porous cup soil solution samplers



ภาพที่ 4 แสดงการติดตั้งเครื่องมือเพื่อตัดเอาสารละลายออกจากดิน



ภาพที่ 5 แสดงการ suction สารละลายดินโดยใช้ vaccum pump

### การวิเคราะห์ตัวอย่างดินและสารละลาย

นำดินที่เตรียมไว้ก่อนการทดลองไปวิเคราะห์ พร้อมกับตัวอย่างดินที่เก็บในระหว่างการทดลองและสารละลายดิน

หาค่า pH โดยให้ pH meter โดยให้อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:5

หาค่า E.C. โดยให้ electroconductivity meter โดยให้อัตราส่วน 1:5

หา Total Nitrogen โดยให้วิธี Kjildahl โดยการย่อยสลาย ( digest ) ดินด้วย catalyst mixture และ  $H_2SO_4$  เข้มข้น จากนั้นนำไปกลั่นและไทเทรตกับกรด HCl หรือ  $H_2SO_4$  นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน

หาค่าความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส โดยการสกัดดินด้วยสารละลาย Bray II เติม Molybdate-ascobic acid แล้วปรับปริมาตร ส่วนสารละลายไม่ต้องสกัดด้วย Bray II และนำไปวัดค่า %Transmittance ด้วยเครื่อง spectrophotometer แล้วอ่านค่าความเข้มข้นของสารละลายจาก Standard curve

หา Exchangeable potassium โดยการสกัดดินด้วย  $NH_4OAc$  ปรับปริมาตร ส่วนสารละลายไม่ต้องสกัดด้วย  $NH_4OAc$  และนำไปวิเคราะห์โดยวิธี Atomic absorption spectrophotometer

### สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

### ผู้ทำการทดลอง

นายพรเทพ ศรีสุข นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

### ระยะเวลาในการทดลอง

มีนาคม 2536 - เมษายน 2537

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลทดลองสารละลายดินที่ได้จาก Ceramic porous cup soil solution samplers สารละลายดินที่ได้จาก suction และจากตัวอย่างดินในระหว่างทำการทดลองเมื่อนำไปวิเคราะห์จะได้ว่า ปริมาณของ N P K จะลดลง ในตำรับการทดลองที่ 1 , 3 และ 4 ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 คือ ใช้น้ำยาธาตุอาหารและชะด้วยน้ำยาธาตุอาหารค่าวิเคราะห์ที่ได้ ปริมาณของ N ค่อนข้างจะไม่มีเปลี่ยนแปลง เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณ N P K ที่วิเคราะห์ได้จากดินตัวอย่างที่เก็บระหว่างการทดลอง และที่ได้จากสารละลายจาก porous & suction ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง ปริมาณของ N P K ที่วิเคราะห์จากดินตัวอย่างที่เก็บระหว่างการทดลองจะมีปริมาณสูงกว่า สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะ N P K บางส่วนจะอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำได้ง่าย เมื่อมีการนำเอาสารละลายดินออกมา N P K ที่อยู่ในสารละลายดินจึงมีอยู่เฉพาะในรูปที่ละลายน้ำได้เท่านั้น ส่วนในดินจะมีทั้งในรูปที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำรวมกันอยู่ เมื่อนำดินไปวิเคราะห์จึงได้ปริมาณ N P K ที่สูงกว่า

ค่า pH : จากสารละลายดินที่ได้จาก Ceramic porous cup soil solution samplers สารละลายดินที่ได้จาก suction และจากตัวอย่างดินที่เก็บระหว่างการทดลอง เมื่อนำค่า pH มาเปรียบเทียบกันจะไม่ค่อยมีความแตกต่างกันนัก

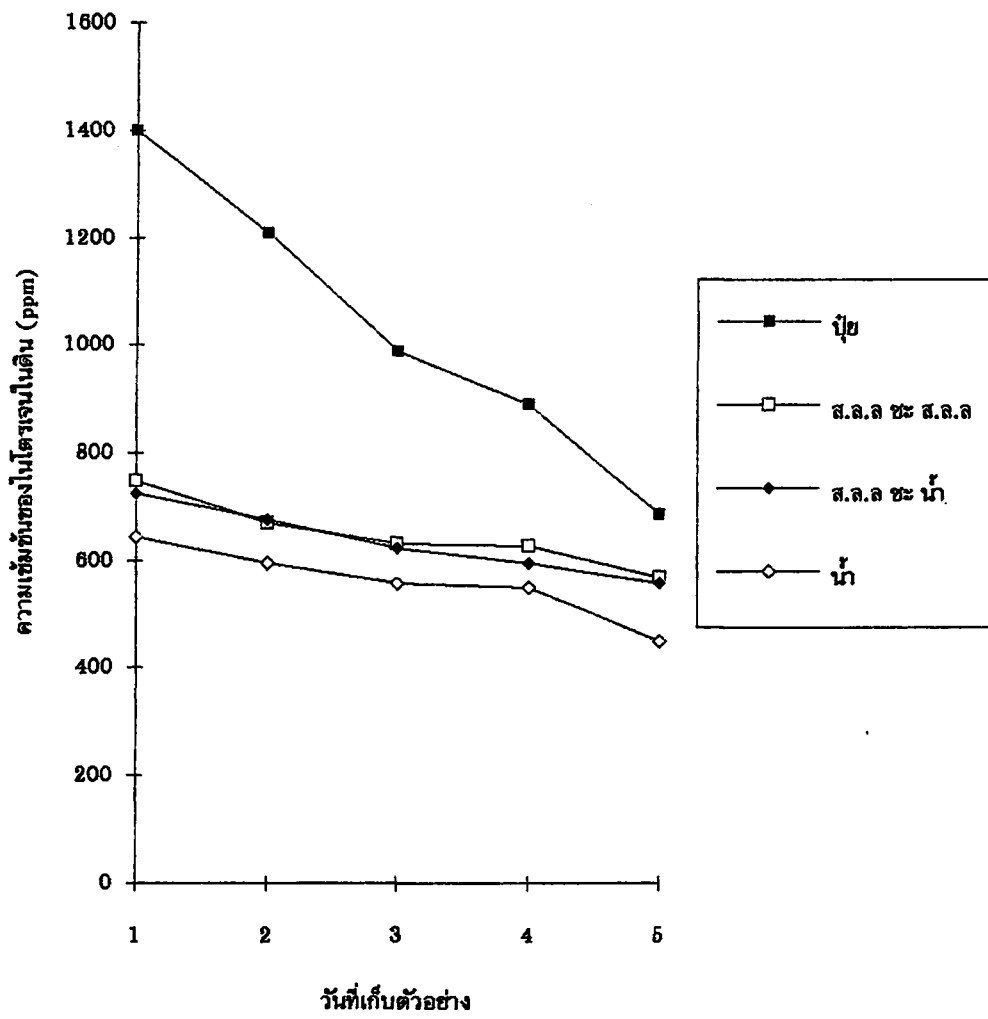
ค่า E.C. : ค่าจากสารละลายดินที่ได้จาก Ceramic porous cup soil solution samplers จะมีค่าสูงกว่า สารละลายดินที่ได้จาก suction เล็กน้อยในทุกตำรับการทดลอง เพราะอาจเนื่องมาจากการไม่ได้ชะล้าง porous ทุกครั้งก่อนการติดตั้งครั้งต่อไปทำให้ตัว porous มีการสะสมของไอออนต่างๆ เมื่อนำไปใช้ครั้งต่อไปอาจทำให้ไอออนที่สะสมอยู่มีบางส่วนถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในสารละลายดินที่อยู่ในตัว porous จึงอาจทำให้ E.C. ของสารละลายที่ได้จากเครื่องมือมีค่าสูงกว่าค่า E.C. จากการ suction ส่วนค่า E.C. จากดินตัวอย่างที่เก็บในระหว่างการทดลอง จะมีค่าต่ำกว่าค่า E.C. ของสารละลายดินที่ได้จาก Ceramic porous cup soil solution sampl-

ers และจาก suction เพราะดินตัวอย่างที่เก็บนั้นเก็บหลังจากการดูดเอาสารละลายดินออกแล้ว และหลังจากการ suction ทำให้ปริมาณไฮดรอนต่างๆลดลงทำให้ดินตัวอย่างที่เก็บนั้นเมื่อนำไปหาค่า E.C. อาจทำให้ต่ำกว่าได้

แนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพของ Ceramic porous cup soil solution samplers เพื่อจะใช้ในการบอกถึงปริมาณธาตุในดิน ควรจะมีการศึกษาถึงขนาดและความหนาของตัว porous ด้วย ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณของสารละลายดินที่ได้ด้วย การล้างตัว porous และการติดตั้ง vacuum guage เข้ากับเครื่องมือเพื่อจะได้ทราบความเครียดในขณะนั้น และหาความสัมพันธ์ของค่าต่างๆเพื่อนำไปบอกถึงปริมาณธาตุในดิน ซึ่งเมื่อสามารถที่จะพัฒนา Ceramic porous cup soil solution samplers ให้สามารถบอกถึงปริมาณธาตุในดินได้ ก็จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการจะกำหนดปริมาณปุ๋ยที่จะใช้กับพืชได้พอเหมาะ เพื่อลดการสูญเสียปุ๋ย รวมถึงการป้องกันไม่ให้ปุ๋ยมีการสะสมมากเกินไปจนทำให้เกิดความเสียหาย ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิต

14632

ภาพที่ 6 ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้จากดินทั้ง 4 ดำรับ  
การทดลอง

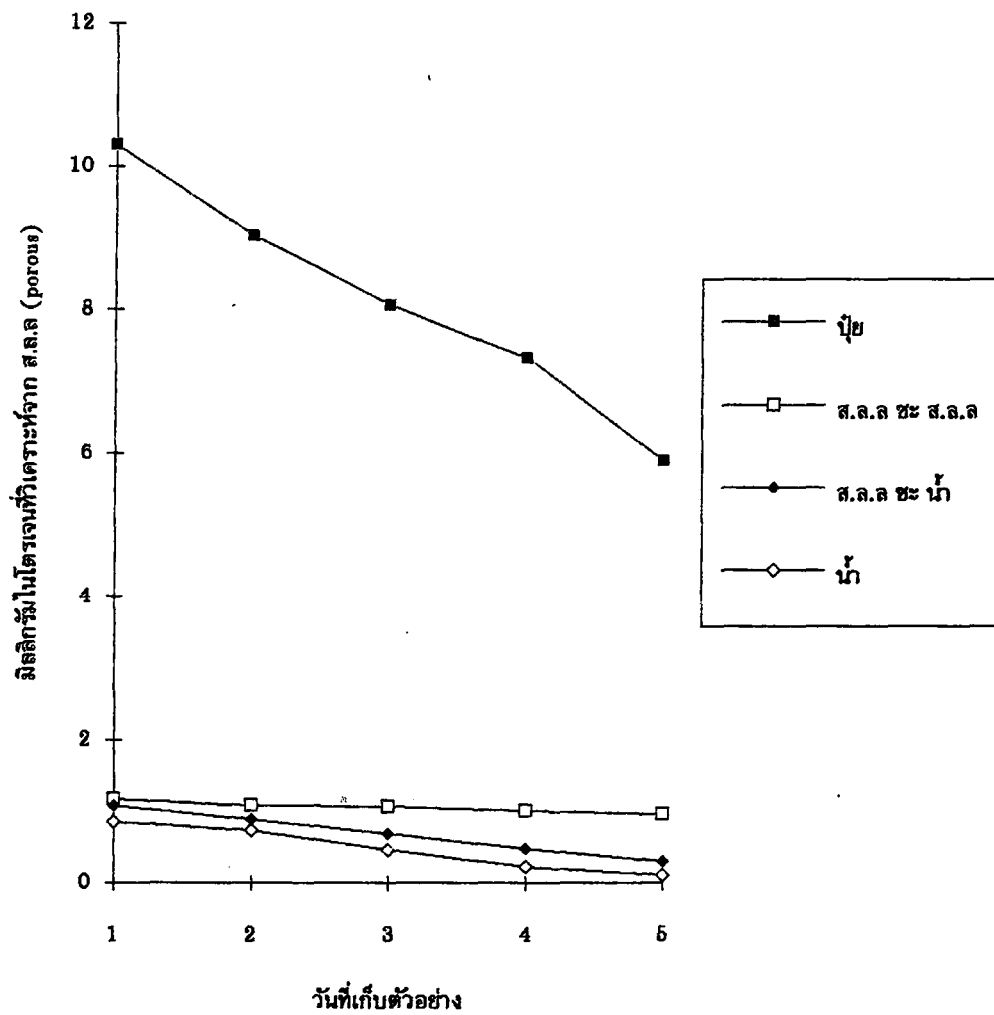


ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้จากดิน (ppm)

ตัวรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	1400.49	1208.81	988.64	891.49	685.85
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	749.32	671.34	632.06	627.55	570.02
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ	725.64	676.61	623.62	596.48	561.07
ใส่น้ำ และชะน้ำ	645.46	595.69	561.42	552.04	450.08

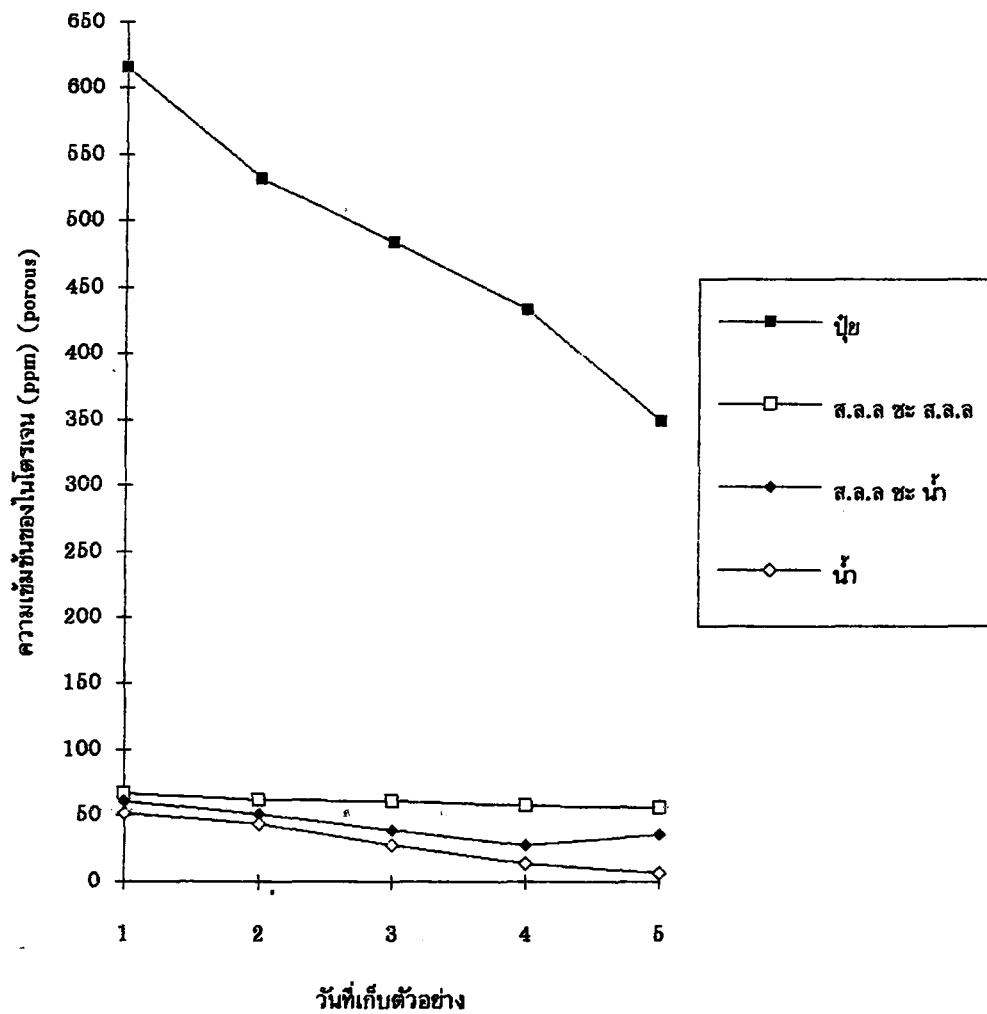
ภาพที่ 7 ปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous ทั้ง 4 ดำรับ  
การทดลอง



ตารางที่ 2 แสดงปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous (mg.)

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	10.300	9.027	8.063	7.323	5.894
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	1.169	1.077	1.060	1.005	0.955
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ	1.085	0.882	0.682	0.483	0.298
ใส่น้ำ และชะน้ำ	0.857	0.740	0.459	0.224	0.105

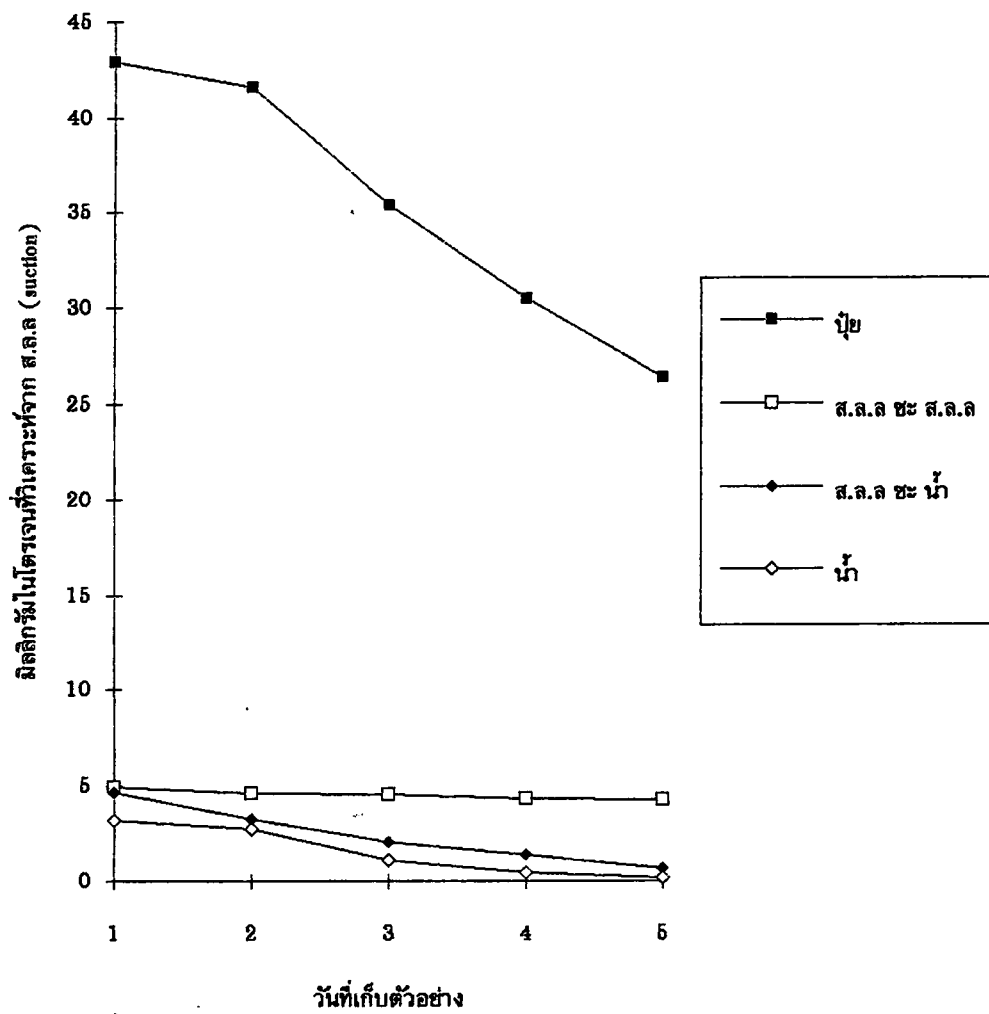
ภาพที่ 8 ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous ทั้ง 4 ตำแหน่งการทดลอง



ตารางที่ 3 แสดงปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous (ppm)

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	615.83	531.93	483.74	433.76	348.97
ใส่น้ำธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	66.94	61.58	60.69	58.01	56.23
ใส่น้ำธาตุอาหาร และชะน้ำ	60.69	50.87	39.27	27.67	35.70
ใส่น้ำ และชะน้ำ	51.77	43.73	27.67	13.39	6.25

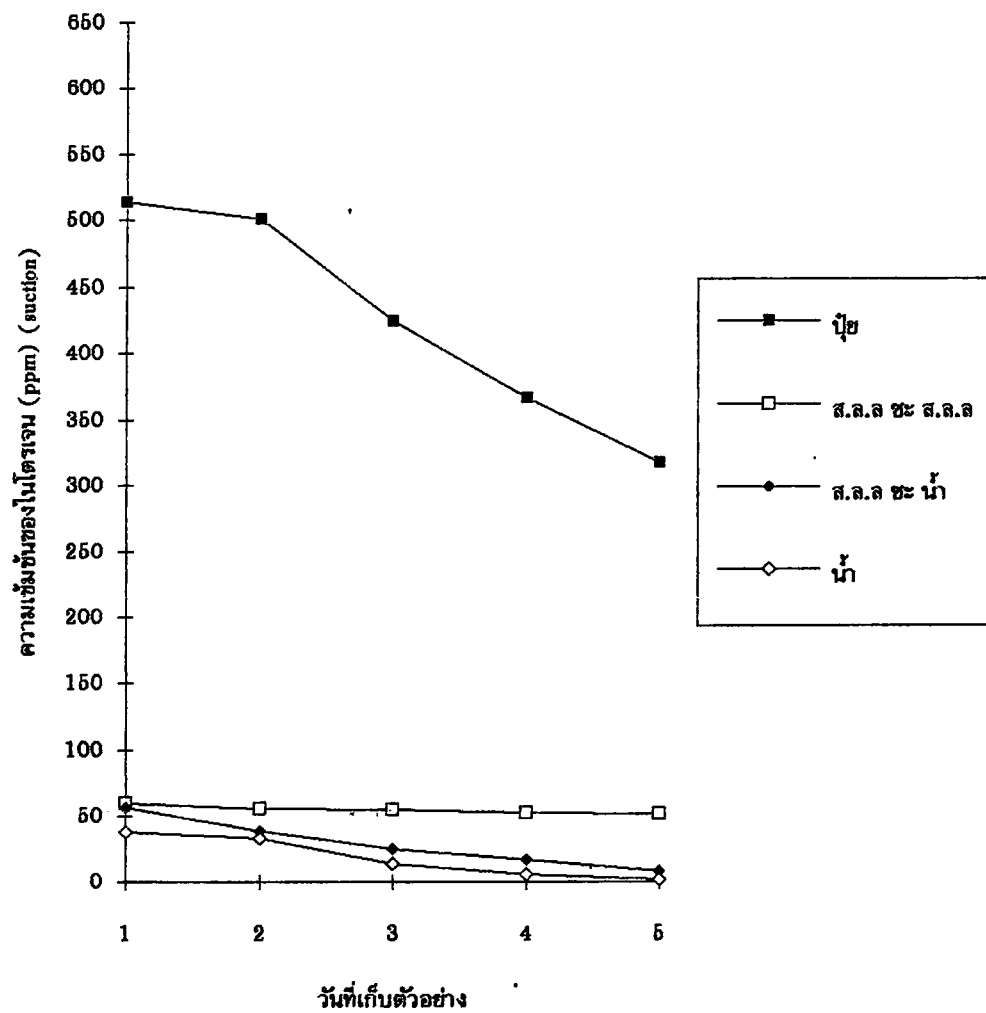
ภาพที่ 9 ปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction ทั้ง 4 ตำบล  
การทดลอง



ตารางที่ 4 แสดงปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล. ที่ได้จาก suction (mg.)

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	42.900	41.600	35.400	30.500	26.400
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	4.934	4.638	4.565	4.352	4.296
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ	4.689	3.245	2.063	1.398	0.669
ใส่น้ำ และชะน้ำ	3.202	2.743	1.115	0.445	0.148

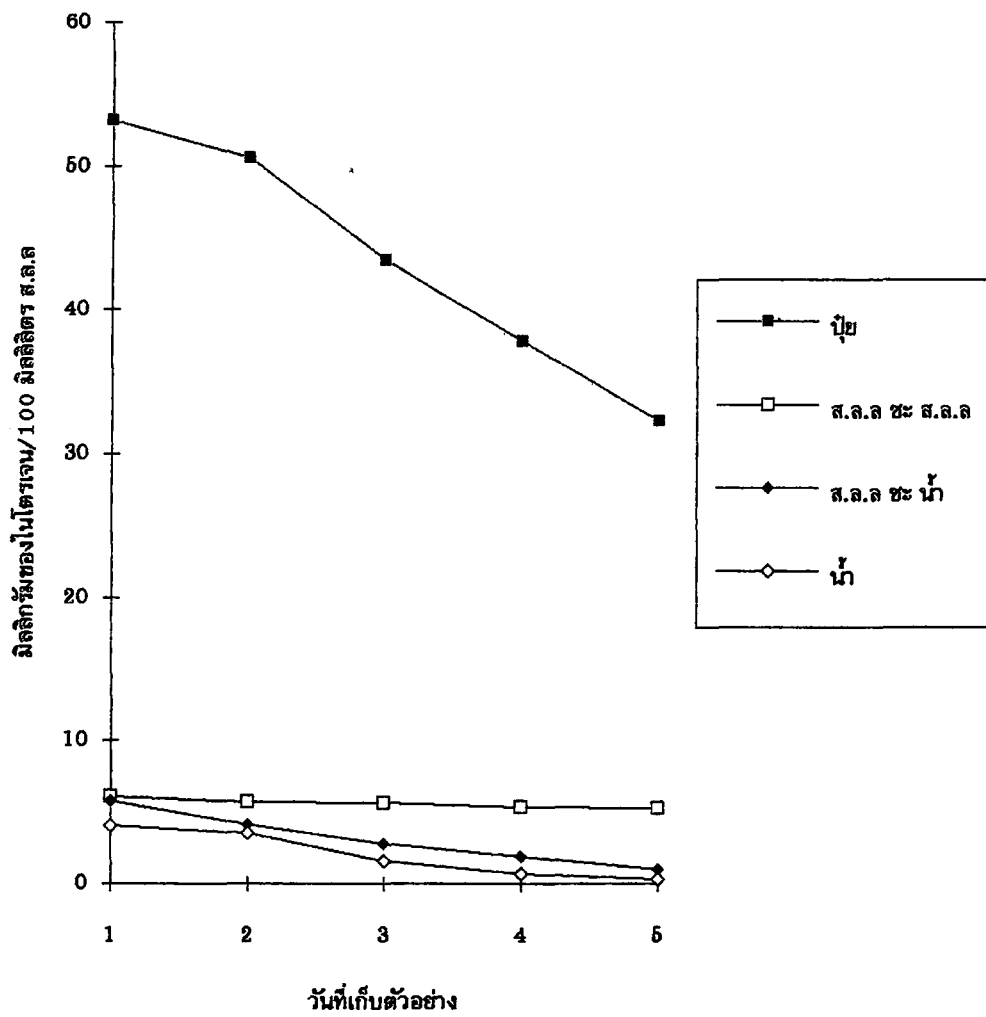
ภาพที่ 10 ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction ทั้ง 4 ตำแหน่งการทดลอง



ตารางที่ 5 แสดงปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction (ppm)

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	514.08	500.69	424.83	366.82	317.73
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยา	59.79	56.23	55.34	52.66	51.77
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ	57.12	39.27	24.99	16.96	8.03
ใส่น้ำ และชะน้ำ	38.38	33.02	13.39	5.36	1.79

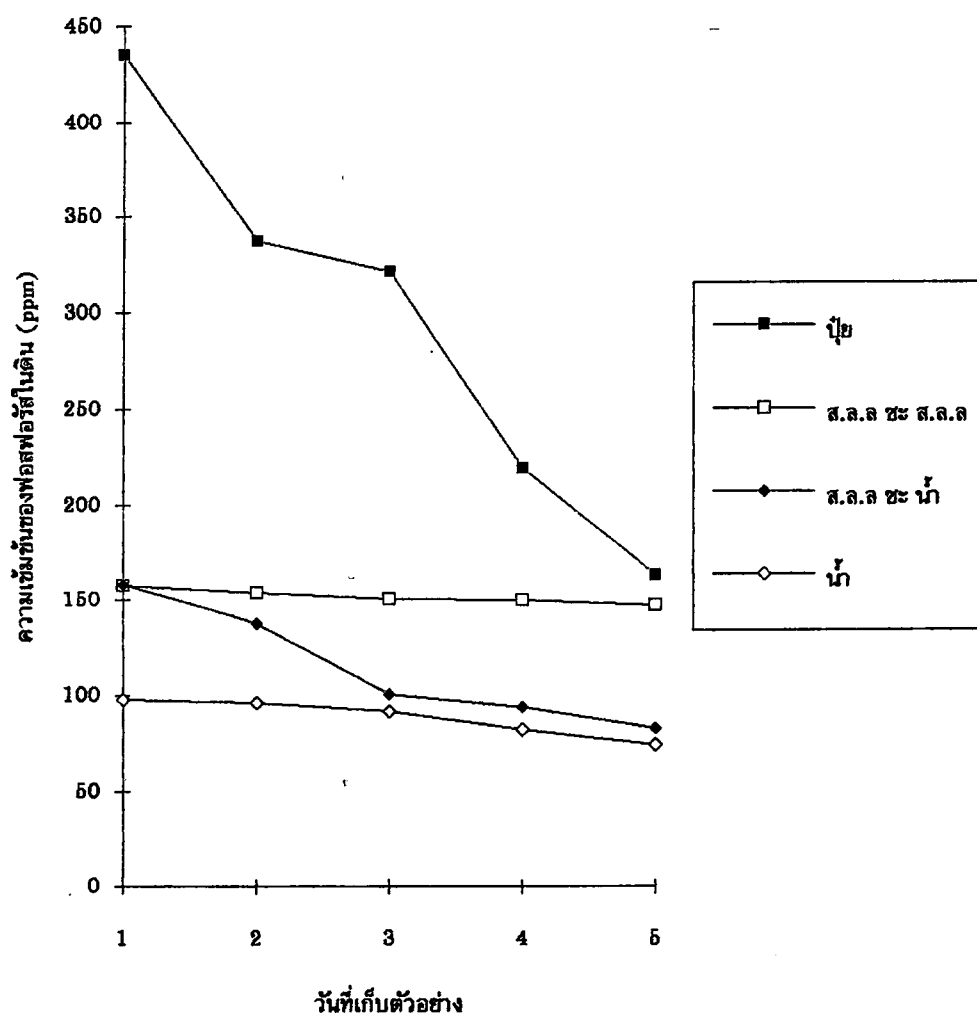
ภาพที่ 11 ปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous + suction ทั้ง 4  
ตัวรับการทดลอง



ตารางที่ 6 แสดงปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous + suction (มิลลิกรัมของไนโตรเจน/100 มิลลิลิตร ส.ล.ล)

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	53.200	50.627	43.463	37.823	32.294
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	6.104	5.716	5.625	5.358	5.252
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ	5.775	4.128	2.746	1.882	0.968
ใส่น้ำ และชะน้ำ	4.059	3.484	1.575	0.670	0.254

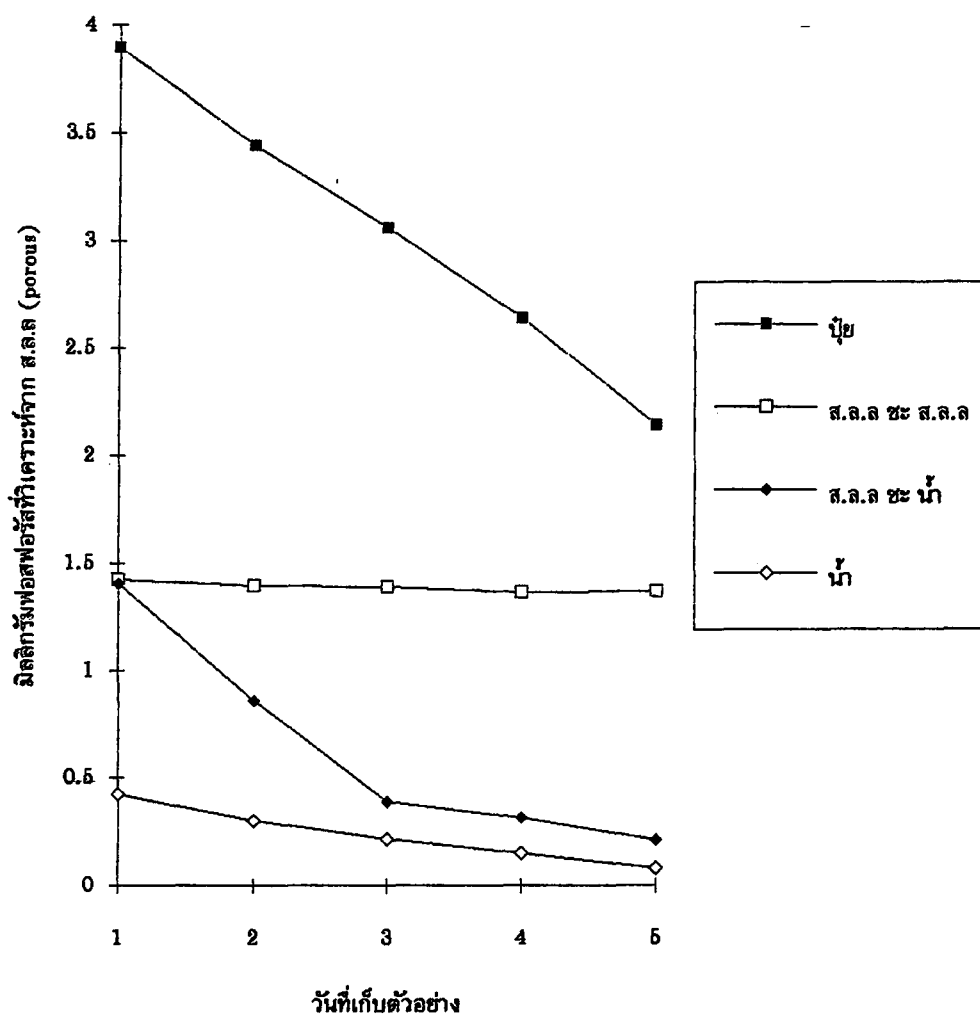
ภาพที่ 12 ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้จากดินทั้ง 4 ตำบล  
การทดลอง



ตารางที่ 7 แสดงปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้จากดิน (ppm)

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	435.56	337.32	321.79	219.86	163.42
ใส่น้ำธาตุอาหาร และชะน้ำฯ	157.43	153.69	150.56	149.93	146.78
ใส่น้ำธาตุอาหาร และชะน้ำ	158.29	137.56	100.70	93.82	82.47
ใส่น้ำ และชะน้ำ	97.80	96.20	91.49	82.41	74.34

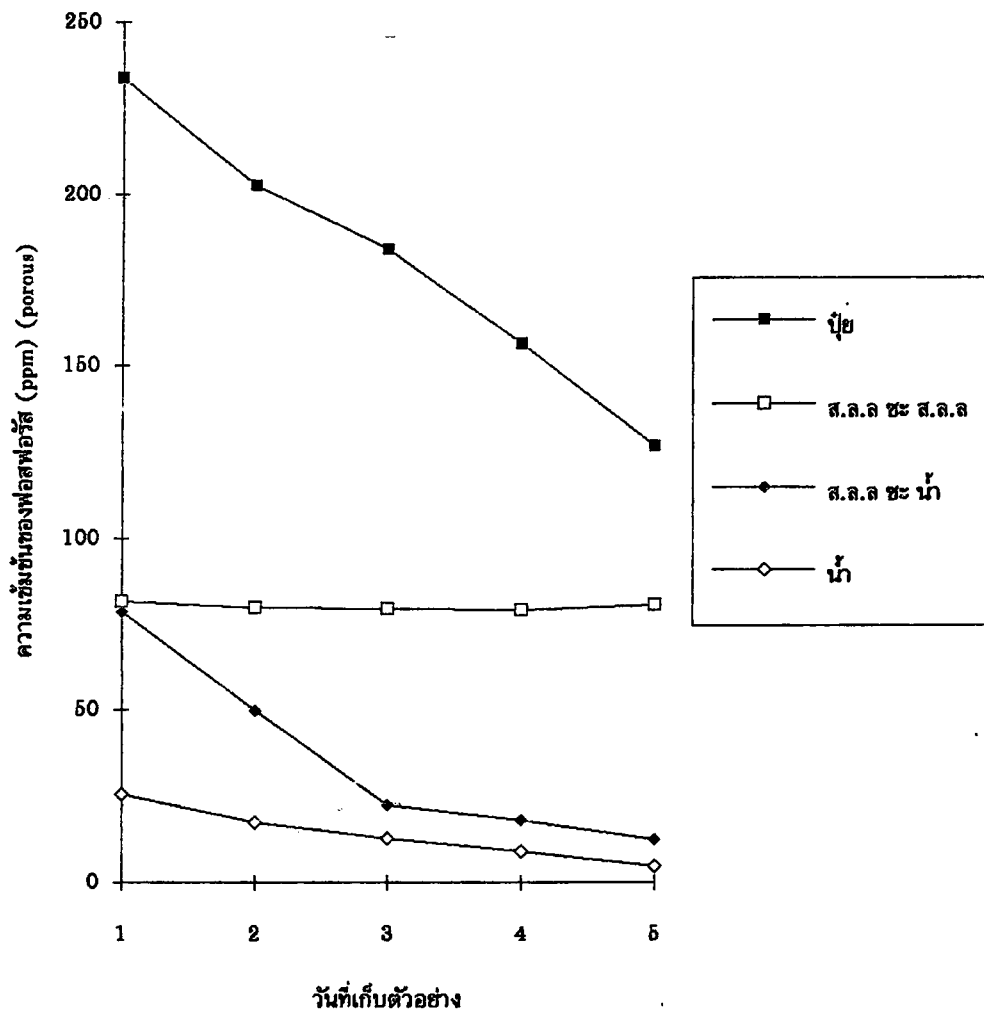
ภาพที่ 13 ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous ทั้ง 4 ดำรับ  
การทดลอง



ตารางที่ 8 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล. ที่ได้จาก porous (mg.)

ตัวรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	3.894	3.440	3.059	2.642	2.141
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	1.428	1.397	1.391	1.367	1.372
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ	1.404	0.860	0.392	0.314	0.209
ใส่น้ำ และชะน้ำ	0.424	0.298	0.213	0.148	0.079

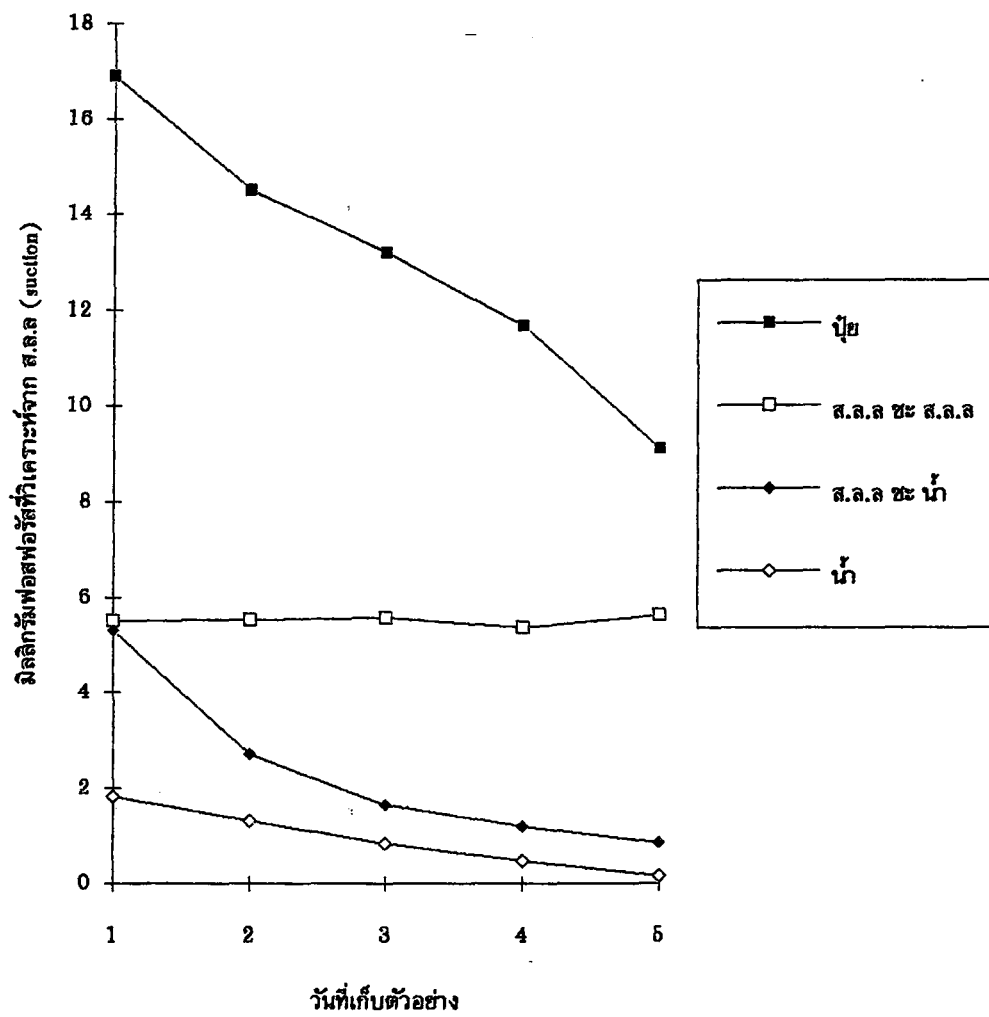
ภาพที่ 14 ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous ทั้ง 4 ดำรับการทดลอง



ตารางที่ 9 แสดงปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous (ppm)

ดำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	233.63	202.50	183.50	156.50	126.88
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	81.75	79.88	79.50	79.00	80.75
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ	78.50	49.63	22.63	18.00	12.50
ใส่น้ำ และชะน้ำ	25.63	17.63	12.88	8.88	4.73

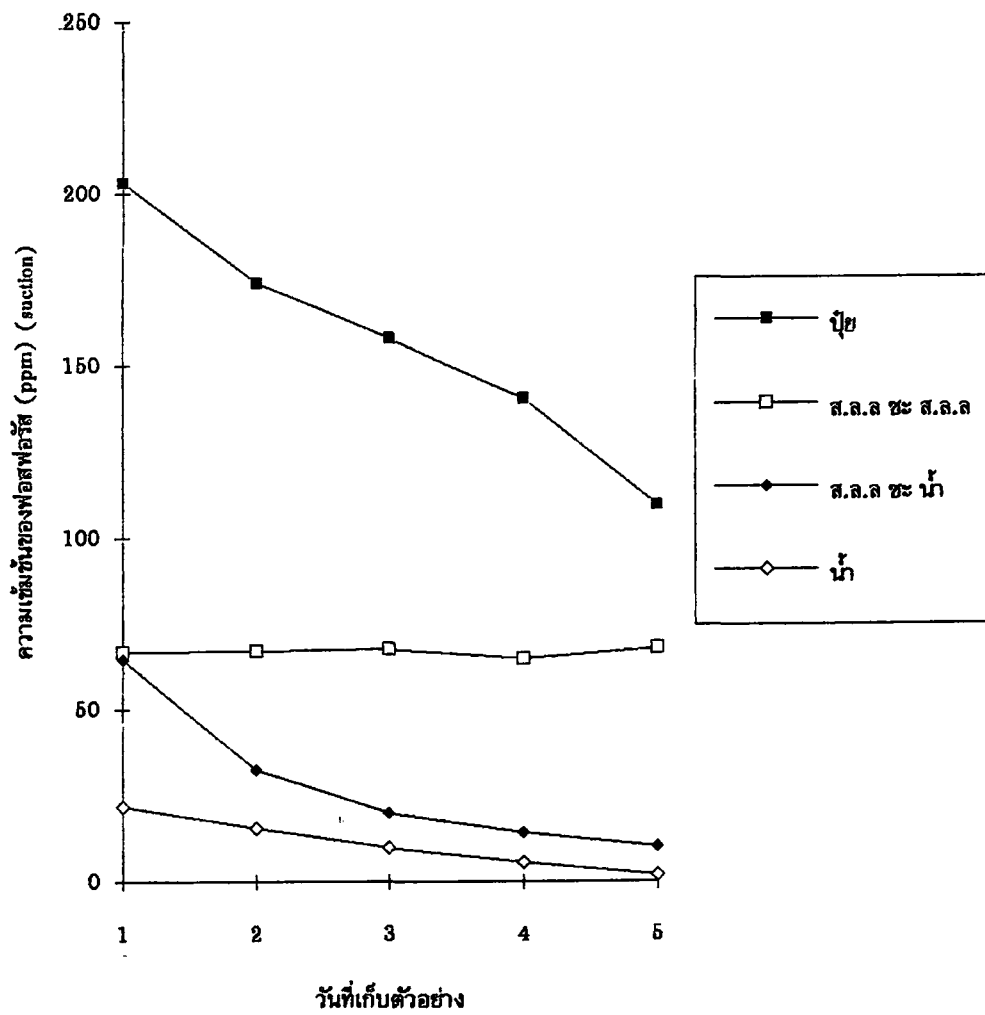
ภาพที่ 15 ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction ทั้ง 4 ตำรับ  
การทดลอง



ตารางที่ 10 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction (mg.)

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	16.900	14.500	13.200	11.700	9.110
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	5.498	5.517	5.567	5.362	5.623
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ	5.286	2.696	1.642	1.196	0.842
ใส่น้ำ และชะน้ำ	1.823	1.307	0.834	0.474	0.155

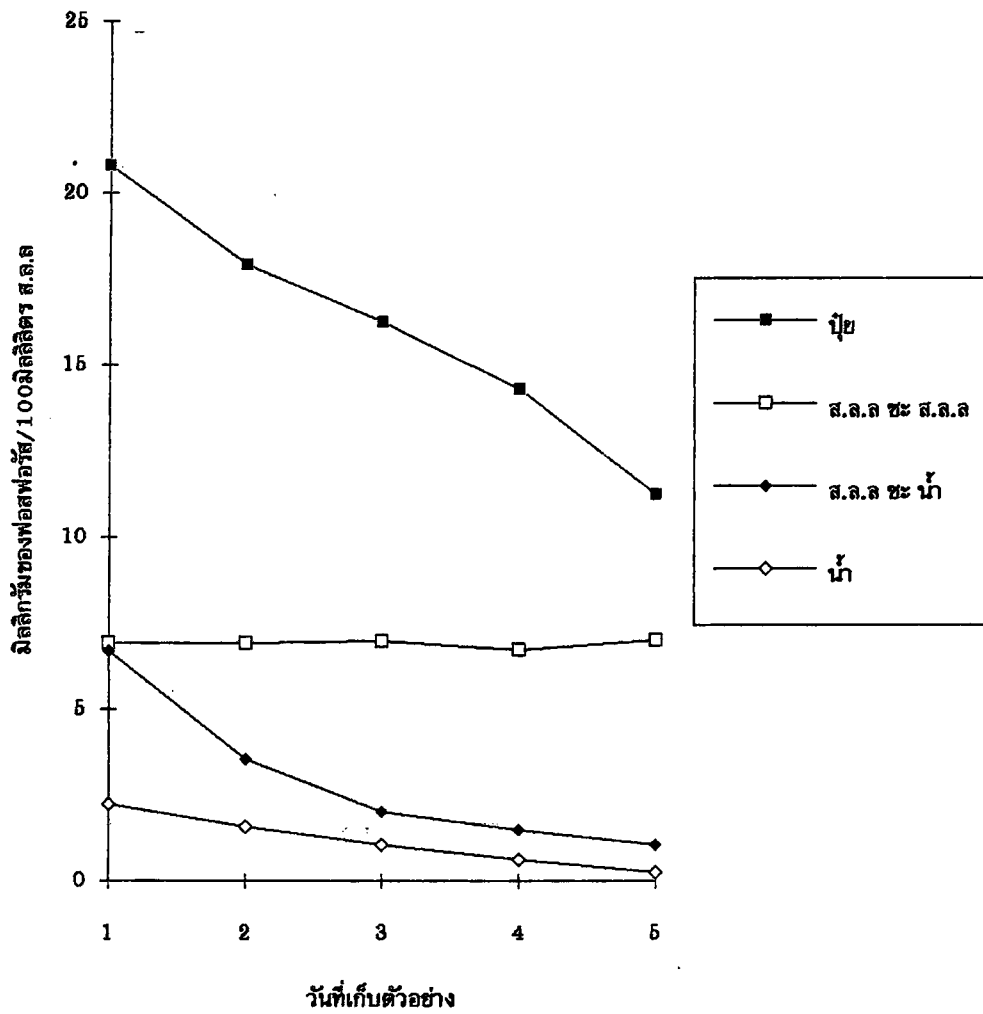
ภาพที่ 16 ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction  
ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง



ตารางที่ 11 แสดงปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction (ppm)

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	203.00	173.88	158.00	140.63	109.75
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	66.63	66.88	67.48	64.88	67.75
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ	64.38	32.63	19.88	14.50	10.13
ใส่น้ำ และชะน้ำ	21.85	15.75	10.00	5.70	1.88

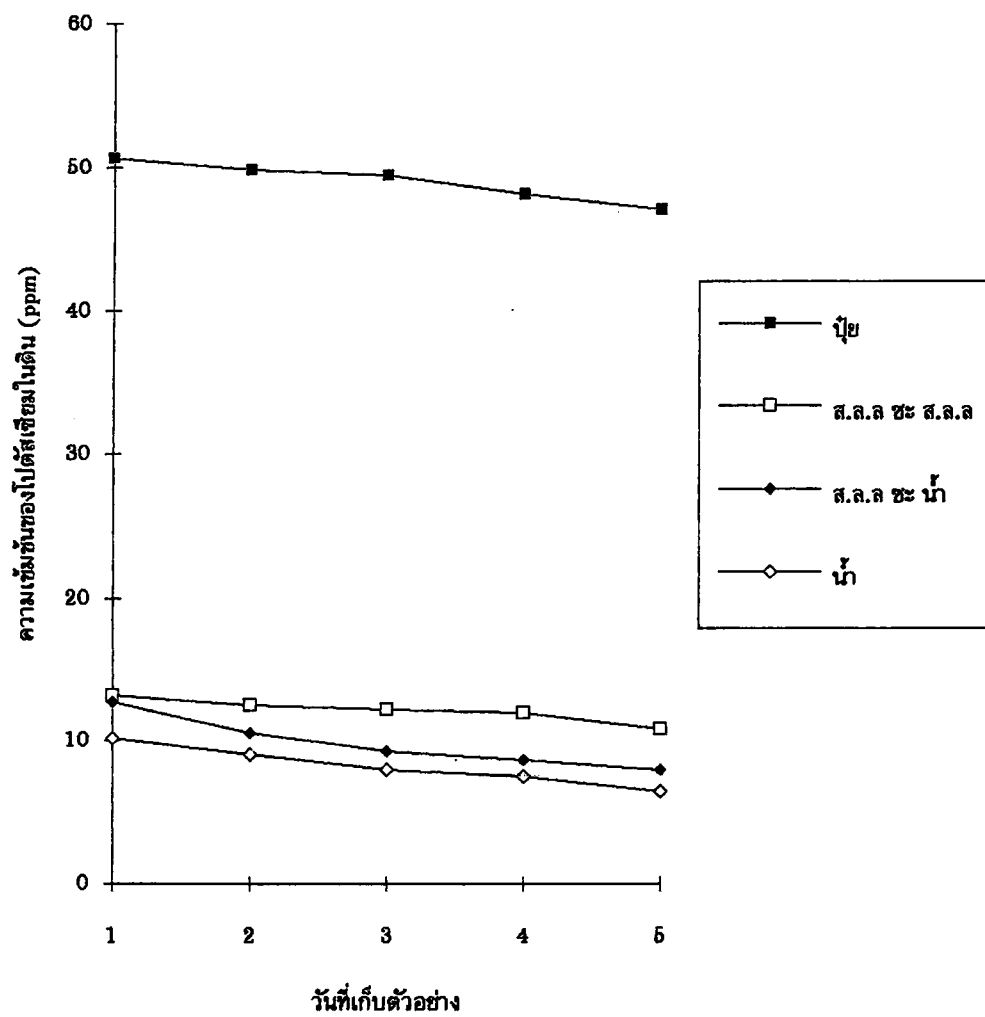
ภาพที่ 17 ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous + suction ทั้ง 4  
ตำรับการทดลอง



ตารางที่ 12 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous + suction (มิลลิกรัมของฟอสฟอรัส/100 มิลลิลิตร ส.ล.ล)

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	20.794	17.940	16.259	14.342	11.252
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	6.926	6.915	6.959	6.730	6.996
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ	6.690	3.557	2.034	1.511	1.051
ใส่น้ำ และชะน้ำ	2.247	1.606	1.047	0.623	0.235

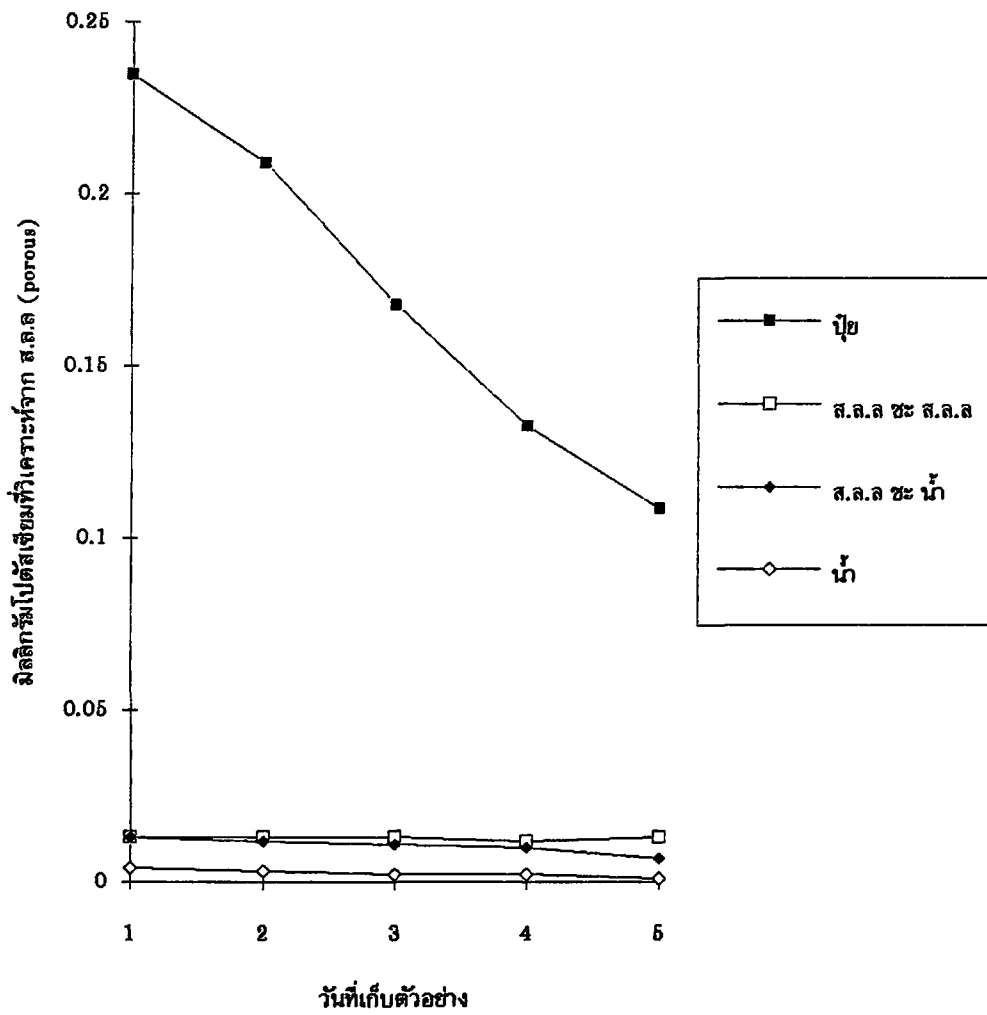
ภาพที่ 18 ปริมาณความเข้มข้นของโปตัสเซียมที่วิเคราะห์ได้จากดินทั้ง 4 ตำบล  
การทดลอง



ตารางที่ 13 แสดงปริมาณความเข้มข้นของโบตัสเชื้อยิมที่วิเคราะห์ได้จากดิน (ppm)

ตัวรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	50.67	49.85	49.51	48.23	47.13
ใส่น้ำยาคาตุอาหาร และชะน้ำยา	13.16	12.47	12.13	11.94	10.79
ใส่น้ำยาคาตุอาหาร และชะน้ำ	12.65	10.51	9.23	8.63	7.95
ใส่น้ำ และชะน้ำ	10.15	8.97	7.94	7.49	6.43

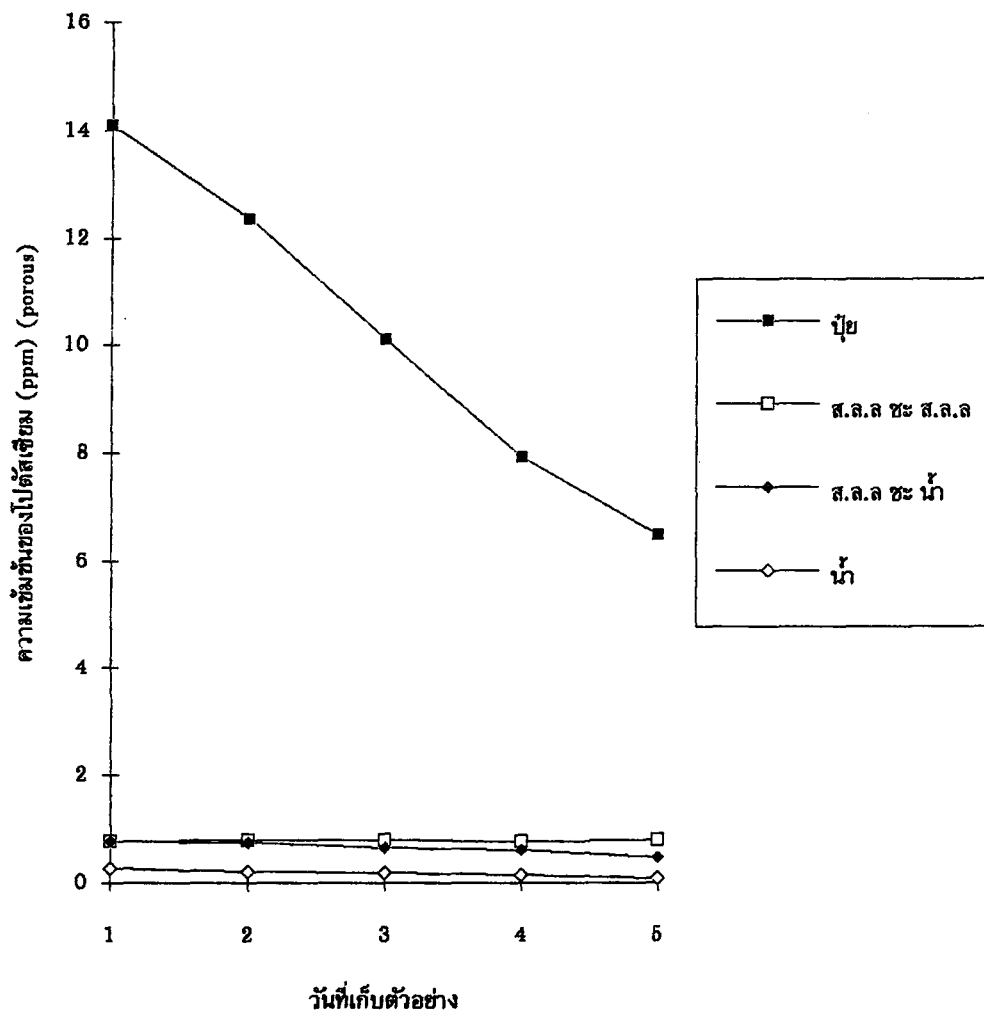
ภาพที่ 19 ปริมาณโปรตีนเชื่อมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous ทั้ง 4 ดำรับ  
การทดลอง



ตารางที่ 14 แสดงปริมาณโบตัสเชื้อยีสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล. ที่ได้จาก porous (mg.)

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	0.235	0.209	0.168	0.133	0.109
ใส่น้ำธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	0.013	0.013	0.013	0.012	0.013
ใส่น้ำธาตุอาหาร และชะน้ำ	0.013	0.012	0.011	0.010	0.007
ใส่น้ำ และชะน้ำ	0.004	0.003	0.002	0.002	0.001

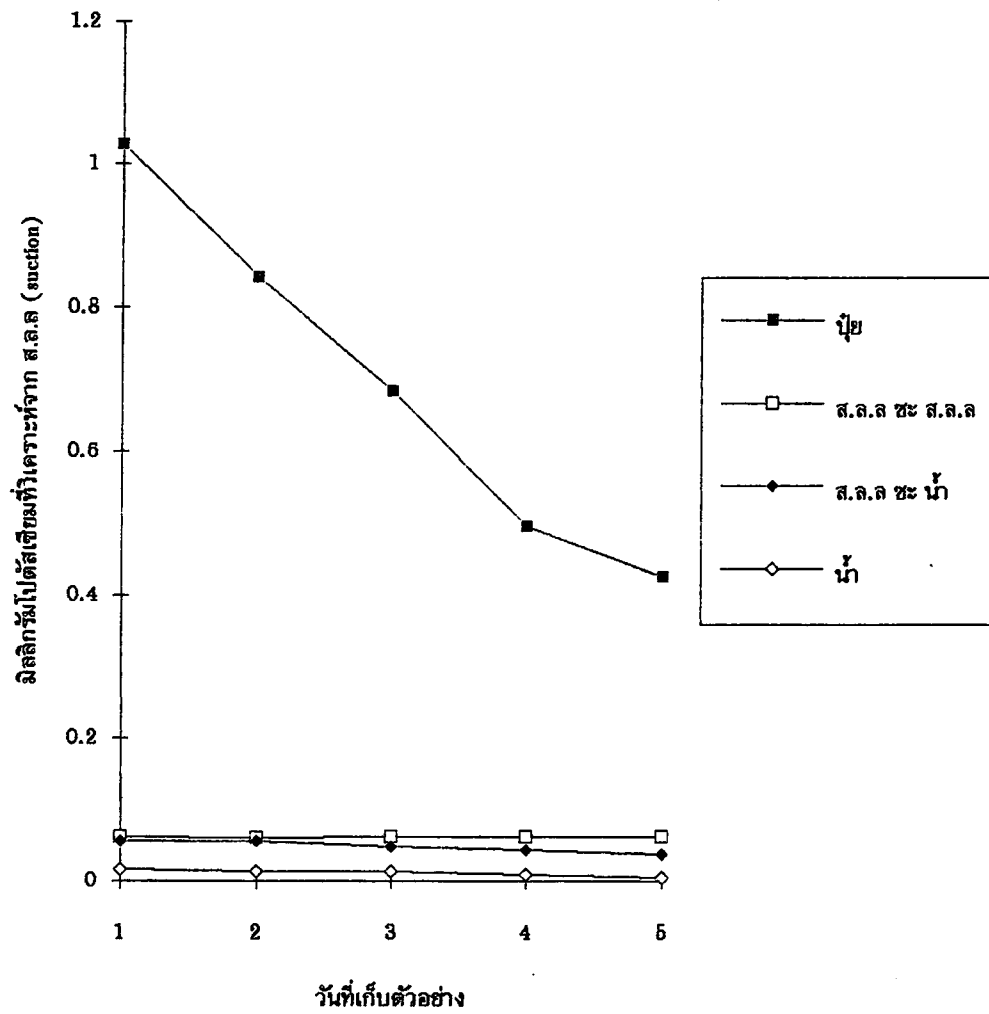
ภาพที่ 20 ปริมาณความเข้มข้นของโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous ทั้ง 4 ดำรับการทดลอง



ตารางที่ 15 แสดงปริมาณความเข้มข้นของโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous (ppm)

คำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	14.10	12.36	10.12	7.92	6.49
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยา	0.76	0.78	0.77	0.75	0.77
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ	0.76	0.73	0.64	0.59	0.45
ใส่น้ำ และชะน้ำ	0.26	0.20	0.17	0.14	0.08

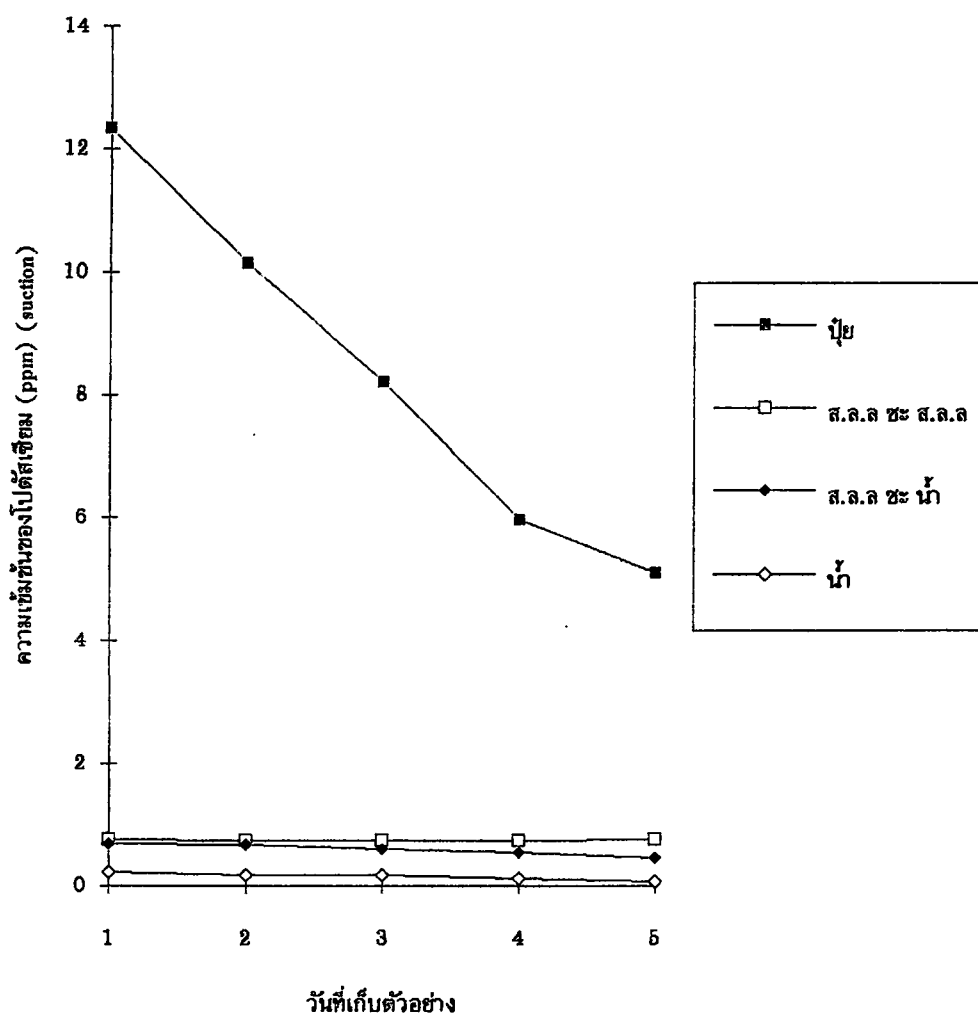
ภาพที่ 21 ปริมาณโปดัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction ทั้ง 4 ดำรับ  
การทดลอง



ตารางที่ 16 แสดงปริมาณโบตัสเชื้อยีสที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล. ที่ได้จาก suction (mg.)

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	1.027	0.842	0.685	0.496	0.425
ใส่น้ำยาคาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	0.062	0.060	0.061	0.061	0.062
ใส่น้ำยาคาตุอาหาร และชะน้ำ	0.055	0.055	0.048	0.044	0.038
ใส่น้ำ และชะน้ำ	0.017	0.014	0.013	0.009	0.005

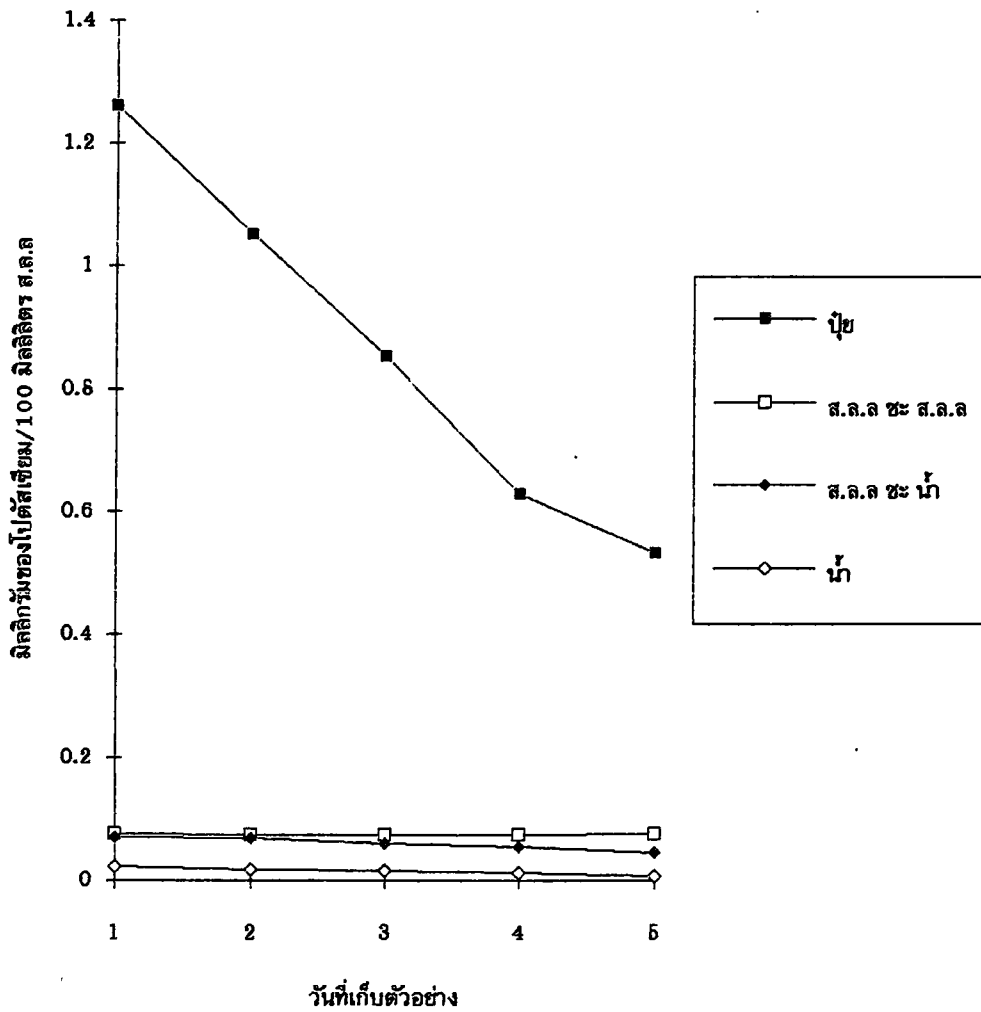
ภาพที่ 22 ปริมาณความเข้มข้นของโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction  
ทั้ง 4 ดำรับการทดลอง



ตารางที่ 17 แสดงปริมาณความเข้มข้นของโบตัสเชื้อที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก suction (ppm)

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	12.33	10.14	8.22	5.97	5.12
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	0.76	0.74	0.74	0.74	0.75
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ	0.68	0.67	0.59	0.54	0.46
ใส่น้ำ และชะน้ำ	0.22	0.18	0.17	0.12	0.07

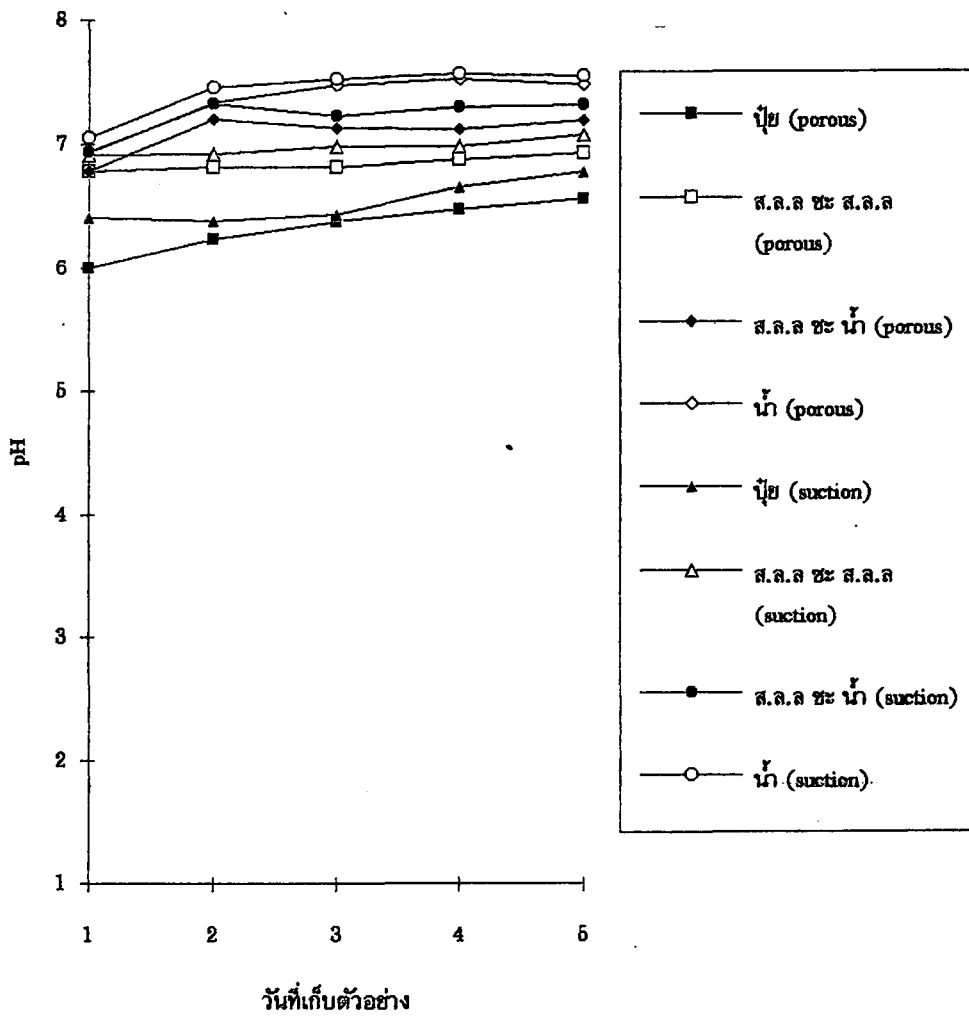
ภาพที่ 23 ปริมาณโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous + suction ทั้ง 4  
ตัวรับการทดลอง



ตารางที่ 18 แสดงปริมาณโปตัสเซียมที่วิเคราะห์จาก ส.ล.ล. ที่ได้จาก porous + suction (มิลลิกรัมของโปตัสเซียม/100 มิลลิลิตร ส.ล.ล.)

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	1.262	1.051	0.853	0.629	0.535
ใส่น้ำธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	0.076	0.074	0.074	0.074	0.075
ใส่น้ำธาตุอาหาร และชะน้ำ	0.069	0.068	0.059	0.054	0.045
ใส่น้ำ และชะน้ำ	0.022	0.018	0.016	0.012	0.008

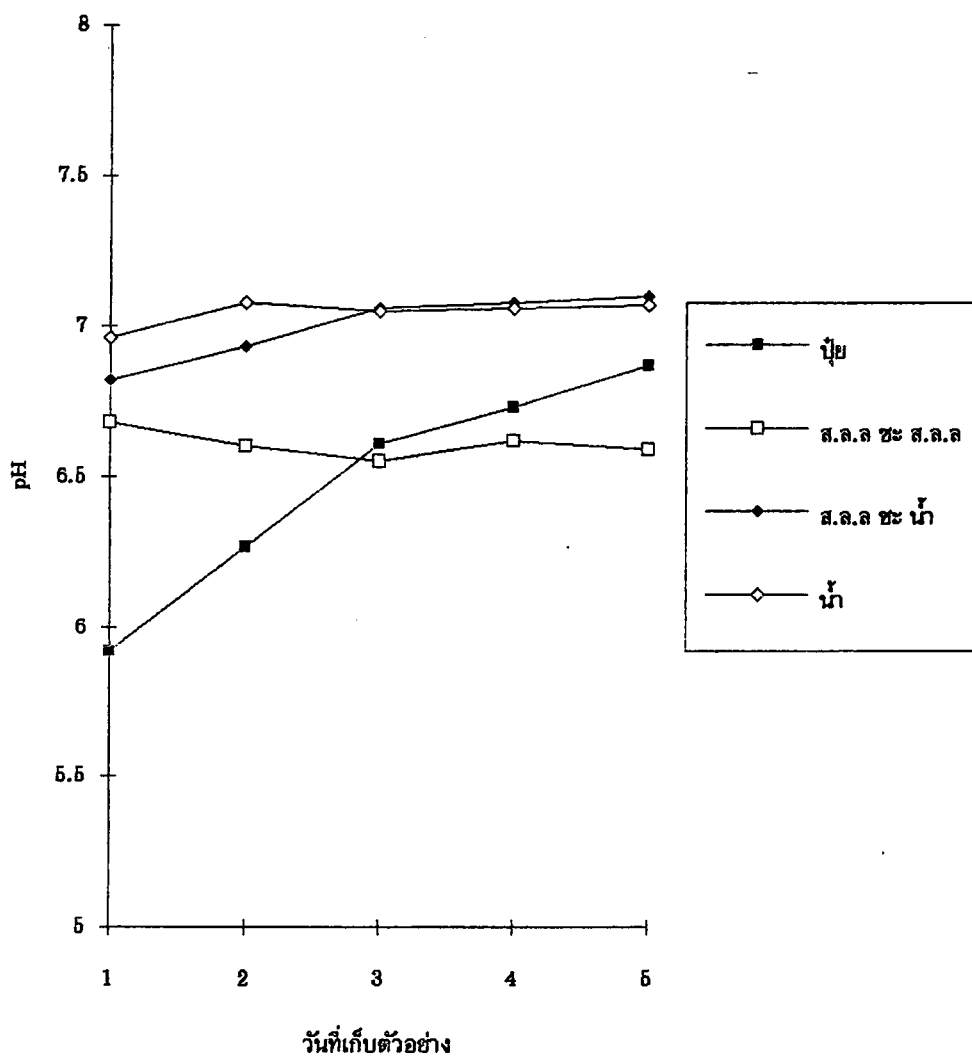
ภาพที่ 24 ค่า pH ที่วัดจาก ส.ล.ล ที่ได้จาก porous และ suction ทั้ง 4 ตัวรับ  
การทดลอง



ตารางที่ 19 แสดงค่า pH ที่วัดจาก ส.ล.ล. ที่ได้จาก porous และ suction

ตัวรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ (porous)	6.00	6.23	6.37	6.48	6.56
ใส่น้ำยาคาอาหาร และชะน้ำยาฯ (porous)	6.78	6.82	6.82	6.88	6.93
ใส่น้ำยาคาอาหาร และชะน้ำ (porous)	6.78	7.20	7.13	7.12	7.19
ใส่น้ำ และชะน้ำ (porous)	6.93	7.33	7.47	7.52	7.48
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ (suction)	6.41	6.38	6.43	6.66	6.78
ใส่น้ำยาคาอาหาร และชะน้ำยาฯ (suction)	6.91	6.92	6.98	6.98	7.08
ใส่น้ำยาคาอาหาร และชะน้ำ (suction)	6.94	7.32	7.23	7.30	7.31
ใส่น้ำ และชะน้ำ (suction)	7.05	7.45	7.52	7.57	7.55

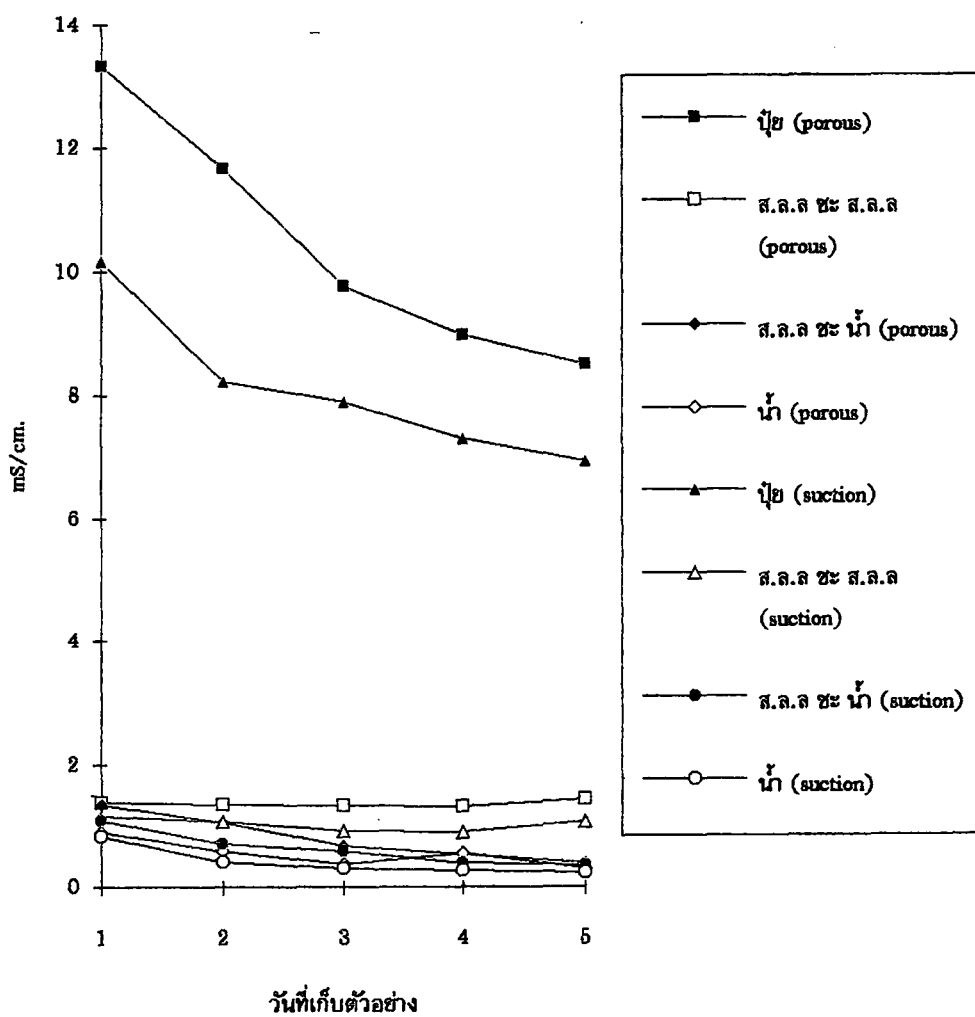
ภาพที่ 25 ค่า pH ที่วัดได้จากดินทั้ง 4 ได้รับการทดลอง



ตารางที่ 20 แสดงค่า pH ที่วัดได้จากดิน

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	5.92	6.27	6.61	6.73	6.87
ใส่น้ำยาคาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	6.68	6.60	6.55	6.62	6.59
ใส่น้ำยาคาตุอาหาร และชะน้ำ	6.82	6.93	7.06	7.08	7.10
ใส่น้ำ และชะน้ำ	6.96	7.08	7.05	7.06	7.07

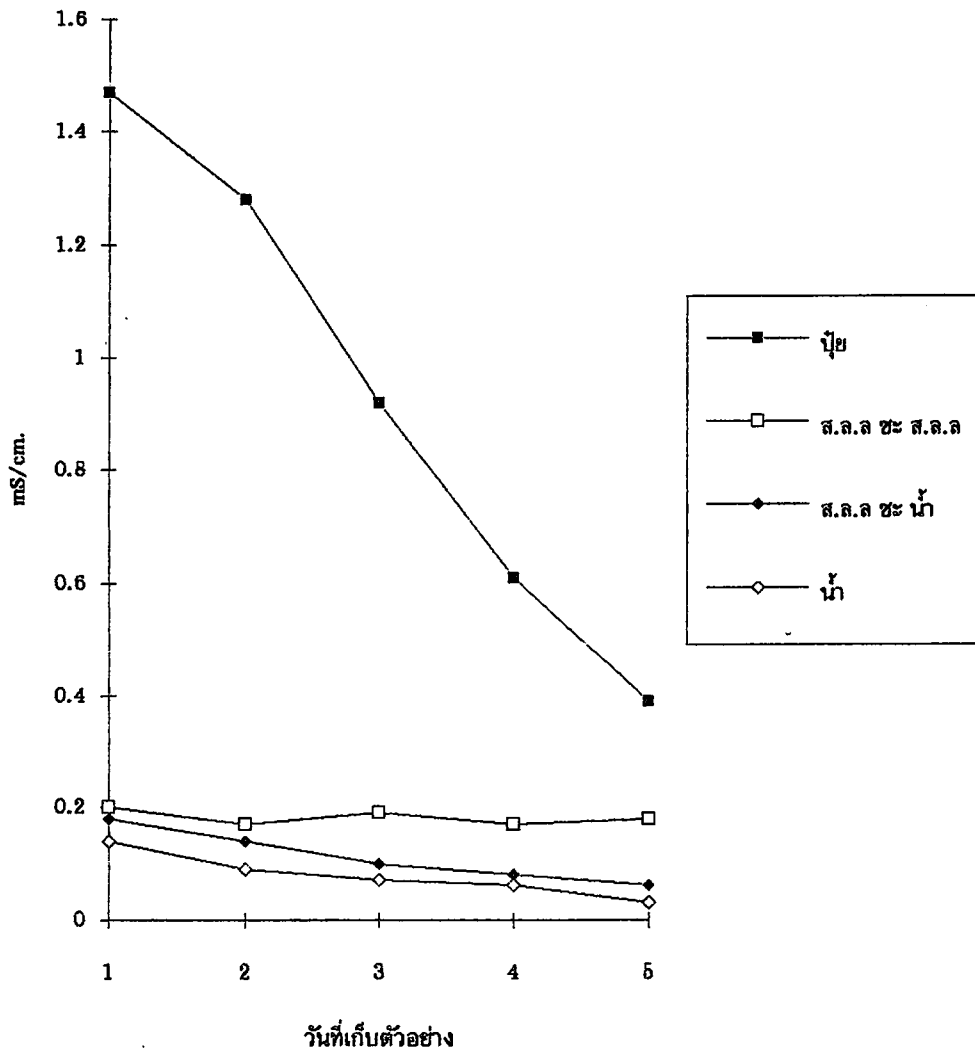
ภาพที่ 26 ค่า E.C. ที่วัดจาก ส.ล.ล. ที่ได้จาก porous และ suction ทั้ง 4 ตำแหน่ง  
การทดลอง



ตารางที่ 21 แสดงค่า E.C. ที่วัดจาก ส.ล.ล. ที่ได้จาก porous และ suction  
(mS/cm.)

ตัวรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ (porous)	13.35	11.67	9.77	8.98	8.50
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ (porous)	1.38	1.35	1.33	1.32	1.43
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ (porous)	1.35	1.06	0.67	0.53	0.39
ใส่น้ำ และชะน้ำ (porous)	0.89	0.58	0.38	0.55	0.30
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ (suction)	10.16	8.23	7.90	7.30	6.93
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ (suction)	1.15	1.08	0.91	0.89	1.07
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ (suction)	1.09	0.71	0.58	0.39	0.35
ใส่น้ำ และชะน้ำ (suction)	0.83	0.41	0.30	0.26	0.23

ภาพที่ 27 ค่า E.C. ที่วัดได้จากดินทั้ง 4 ตำแหน่งการทดลอง



ตารางที่ 22 แสดงค่า E.C. ที่วัดได้จากดิน

ตำรับการทดลอง	วันที่				
	1	2	3	4	5
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และชะน้ำ	1.47	1.28	0.92	0.61	0.39
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำยาฯ	0.20	0.17	0.19	0.17	0.18
ใส่น้ำยาธาตุอาหาร และชะน้ำ	0.18	0.14	0.10	0.08	0.06
ใส่น้ำ และชะน้ำ	0.14	0.09	0.07	0.06	0.03

### สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อวิเคราะห์หาปริมาณ N P K ของสารละลายดินที่ได้จากเครื่องมือเก็บสารละลายดิน จากการ suction และจากตัวอย่างดินที่เก็บในระหว่างการทดลอง ปริมาณของ N P K จะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปในทุกตำรับการทดลอง

ส่วนค่า pH ที่วัดจากสารละลายดินที่ได้จากเครื่องมือเก็บสารละลายดิน จากการ suction และจากตัวอย่างดินที่เก็บระหว่างการทดลอง จะมีค่าไม่แตกต่างกันนัก

ค่า E.C. ที่วัดได้จากสารละลายดินที่ได้จากเครื่องมือเก็บสารละลายดินจะมีค่าสูงกว่า จากการ suction และตัวอย่างดินที่เก็บระหว่างการทดลอง ทั้ง 4 ตำรับการทดลอง แต่ถึงอย่างไรค่า E.C. ที่วัดได้จากสารละลายดินที่ได้จากเครื่องมือเก็บสารละลายดิน จากการ suction และจากตัวอย่างดินที่เก็บระหว่างการทดลอง ในทุกตำรับการทดลองก็จะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

ไพบูลย์ ศุภนิพนธ์. 2536. เครื่องวัดความชื้นในดิน แบบ Tensiometer ราคาประหยัด (ปัญหาพิเศษ). ภาควิชาปฐพีวิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 11-34.

Barbee, G. C., and K. W. Brown. 1986. Comparison between suction and free-drainage soil solution samplers, *Soil Sci.*, 141, 149-154.

Beier, C., and K. Hansen. 1992. Evaluation of porous cup soil - water samplers under controlled field condition: comparison of ceramic and PTFE cups, *J. Soil Sci.*, 43, 261-271.

Creasey, C. L., and S. J. Dreiss. 1988. Porous cup samplers : Cleaning procedures and potential sample bias from trace element contamination, *Soil Sci.*, 145, 93-101.

Grover, B. L., and R. E. Lamborn. 1970. Preparation of porous ceramic cups to be used for extraction of soil water having low solute concentration, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 34, 706-708.

Hansen, E. A., and A. R. Harris. 1975. Validity of soil-water samples collected with porous ceramic cups, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 39, 528-536.

- Litaor, M. I. 1988. Review of soil solution samplers, *Water Resour. Res.*, 24, 727-733.
- Reeve, R. C., and E. J. Doering. 1965. Sampling the soil solution for salinity appraisal, *Soil Sci.*, 99, 339-344.
- Silkworth, D. R., and D. F. Grigal. 1981. Field comparison of soil solution samplers, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45, 440-442.
- Wanger, G. H. 1962. Use of porous cup soil-water sampler with volume control, *Soil Sci.*, 94, 379-386.
- Wood, A. L., J. T. Wilson, R. L. Cosby, A. G. Harmsby, and L. B. Baskin. 1981. Apparatus and procedure for sampling soil profiles for volatile organic compounds, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45, 442-444.

**ภาคผนวก**

ตารางที่ 1      ค่าวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง

---

pH (ดิน:น้ำ=1:5)	6.99
% ความชื้น	17.21
Total Nitrogen	661.05 ppm
Available Phosphorus (Bray II)	110.43 ppm
Exchangeable Potassium (NH <sub>4</sub> OAc)	11.01 ppm
Electroconductivity (ดิน:น้ำ=1:5)	0.14 mS/cm

---

