รายงานการวิจัย

เรื่อง

การเปลี่ยนแปลงของระดับธาตุอาหารในทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมัน

[Variation of nutrient levels in leaf 17th of oil palm (*Elaeis quineensis*)]

นายธีระพงศ์ จันทรนิยม

นายประกิจ ทองคำ

นางวรรณา เลี้ยววาริณ

สมอ

เลขหมู่ QK817 T64 1544 ฉ. 1

Dup Bib Key 216825

...../...../.....

ได้ทุนอุดหนุนการวิจัยวิทยาเขตหาดใหญ่ประเภทกำหนดหัวข้อ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ประจำปี 2538

กิติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งให้ทุนอุดหนุนการวิจัย วิทยาเขตหาดใหญ่ ประเภทกำหนดหัวข้อประจำปี 2538 สำหรับการวิจัยในเรื่องดังกล่าว การวิจัยไม่อาจสำเร็จได้หากขาดที่ปรึกษาโครงการวิจัยซึ่งได้แก่ รศ.ดร.ชัยรัตน์ นิลนนท์ และ รศ.ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และขาดเสียมิได้คือ เจ้าหน้าที่วิจัยของโครงการปรับปรุงผลผลิตปาล์มน้ำมัน ซึ่งให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งให้ความอนุเคราะห์การใช้เครื่องมือวิเคราะห์ และสำนักวิจัยและพัฒนาซึ่งให้ความอนุเคราะห์ยานพาหนะตลอดการวิจัย

ซึ่งคณะทำการวิจัยขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้ด้วย

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับธาตุอาหารในทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันในจังหวัดตรังและจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนกันยายน 2538 ถึงสิงหาคม 2539 โดยจังหวัดตรังศึกษาในแปลงที่มีการใช้ปุ๋ย 5 ระดับ จำนวน 3 ซ้ำ ในขณะที่จังหวัดกระบี่ทำการศึกษา 2 แปลง แปลงแรกในการใช้ปุ๋ย 4 ระดับ จำนวน 3 ซ้ำ ส่วนอีกแปลงมีการใช้ปุ๋ยระดับเดียวแต่มีการคลุมโคนและไม่คลุมโคนด้วยทะลายเปล่าจำนวน 3 ซ้ำเช่นเดียวกัน พบว่าธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และพอแตสเซียม มีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี โดยไนโตรเจนมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนเมษายนในขณะที่ฟอสฟอรัสมีค่าสูงมากในเดือนมีนาคม สำหรับพอแตสเซียมมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยโดยมีค่าต่ำในระหว่างเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม ธาตุแมกนีเซียม กำมะถัน แคลเซียม และโบรอน จะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและเป็นช่วงสั้น ๆ ตลอดทั้งปี

ปริมาณน้ำฝนและความชื้นของดินเป็นปัจจัยสำคัญในการเปลี่ยนแปลงของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และพอแตสเซียมในใบปาล์มน้ำมัน ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารควรหลีกเลี่ยงช่วงที่มีฝนตกมากและช่วงที่แล้งมาก ช่วงที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างใบของจังหวัดตรังและจังหวัดกระบี่จะอยู่ในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ผ่านฤดูฝนมาแล้วประมาณ 2 เดือน ซึ่งช่วงดังกล่าวพบว่าปริมาณธาตุอาหารในใบมีความสัมพันธ์กับปริมาณปุ๋ยที่ใช้ ($P < 0.05$)

Abstract

Variation of nutrient levels in oil palm leaf (17 th frond) were studied at Trang and Krabi provinces during September 1995 to August 1996. Five treatments which vary in rate of fertilizer were conduct at Trang site. Four treatments which vary in rates of fertilizer and 2 treatments applying same rate of fertilizer mulching and no-mulching with oil palm fresh spear bunch were conduct at Krabi site. The amount of nitrogen, phosphorus , potassium , calcium , magnesium , sulphur and boron in oil palm leaf were determined monthly to studied the variation of nutrients in leaf when applied different rate of fertilizer and different in farming practice condition. The results shown that total nitrogen and phosphorus were varied through out the year. The lowest level of nitrogen was found in April while the highest level of phosphorus was found in March. The amount of potassium , calcium , magnesium , sulphur and boron were slightly vary through out the year. Soil moisture content were determined and rainfall data were record monthly along the period of a study. Soil moisture and rainfall were shown to be the main factors affect to nitrogen, phosphorus and potassium concentration in oil palm leaf. Therefore, sampling oil palm's leaf for nutrient analysis for a purpose of fertilizer application at Trang and Krabi sites should be done during January and March (2 months after rainy season) which is the period that nutrients levels in leaf shown a significant correlation ($P < 0.05$) with the amount of fertlizer application.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	II
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญรูป	VI
สารบัญภาคผนวก	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วัสดุและวิธีการวิจัย	4
บทที่ 3 ผลการทดลอง	10
: ปริมาณน้ำฝนและความชื้นดิน	10
: ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยตลอดปี	18
: การเปลี่ยนแปลงของระดับธาตุไนโตรเจนในใบ	21
: การเปลี่ยนแปลงของระดับธาตุฟอสฟอรัสในใบ	26
: การเปลี่ยนแปลงของระดับธาตุพอแตสเซียมในใบ	31
: การเปลี่ยนแปลงของระดับธาตุแมกนีเซียมในใบ	35
: การเปลี่ยนแปลงของระดับธาตุโบรอนในใบ	39
: การเปลี่ยนแปลงของระดับธาตุซัลเฟอร์ในใบ	43
: การเปลี่ยนแปลงของระดับธาตุแคลเซียมในใบ	47
: ปริมาณธาตุอาหารในดิน	51
บทที่ 4 สรุปและข้อเสนอแนะ	59
เอกสารอ้างอิง	60
ภาคผนวก	62

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ระดับธาตุอาหารในใบย่อยจากทางใบที่ 17 ของปาล์มอายุต่างๆ กัน 2

ตารางที่ 2 แสดงการให้ธาตุอาหารในแปลงที่เก็บตัวอย่างใบ 4

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นภายในระดับความลึกเดียวกันใน ช่วงเดือนต่างๆ ของแปลงทดลองจังหวัดกระบี่ 14

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเดือนเดียวกันของระดับ ความลึกต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่ 14

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ภาคสนาม (field capacity) ภายในระดับความลึกเดียวกันในช่วงเดือนต่างๆ ของแปลงทดลอง จังหวัดกระบี่ 15

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ ความชื้นที่ภาคสนาม (field capacity) ในเดือน เดียวกันของระดับความลึกต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่ 15

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นในระดับความลึกเดียวกันในช่วง เดือนต่างๆ ของแปลงทดลองจังหวัดตรัง 16

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นภายในเดือนเดียวกันที่ระดับ ความลึกต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง 16

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ ความชื้นที่ภาคสนาม (field capacity) ภายใน ระดับความลึกเดียวกันในช่วงเดือนต่างๆ ของแปลงทดลองจังหวัดตรัง 17

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ ความชื้นที่ภาคสนาม (field capacity) ภายใน เดือนเดียวกันที่ระดับความลึกต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง 17

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยตลอดปีของธาตุอาหารและค่า Coefficient of Variation (C.V.) ในใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปัจจัยธาตุอาหารต่างกัน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่ 19

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยตลอดปีของธาตุอาหารและค่า Coefficient of Variation (C.V.) ในใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปัจจัยธาตุอาหารต่างกัน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง 20

หน้า

ตารางที่ 13	เปรียบเทียบระดับไนโตรเจน (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	24
ตารางที่ 14	เปรียบเทียบระดับไนโตรเจน (%) ในแต่ละเดือนของ Treatments ต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	24
ตารางที่ 15	เปรียบเทียบระดับไนโตรเจน (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	25
ตารางที่ 16	เปรียบเทียบระดับไนโตรเจน (%) ในแต่ละเดือนของ Treatments ต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	25
ตารางที่ 17	เปรียบเทียบระดับฟอสฟอรัส (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	29
ตารางที่ 18	เปรียบเทียบระดับฟอสฟอรัส (%) ในแต่ละเดือนของ Treatments ต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	29
ตารางที่ 19	เปรียบเทียบระดับฟอสฟอรัส (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	30
ตารางที่ 20	เปรียบเทียบระดับฟอสฟอรัส (%) ในแต่ละเดือนของ Treatments ต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	30
ตารางที่ 21	เปรียบเทียบระดับพอแตสเซียม (%) ในแต่ละเดือนของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	33
ตารางที่ 22	เปรียบเทียบระดับพอแตสเซียม (%) ในแต่ละ Treatments ในเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	33
ตารางที่ 23	เปรียบเทียบระดับพอแตสเซียม (%) ในแต่ละเดือนของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	34
ตารางที่ 24	เปรียบเทียบระดับพอแตสเซียม (%) ในแต่ละ Treatments ในเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	34
ตารางที่ 25	เปรียบเทียบระดับแมกนีเซียม (%) ในแต่ละเดือนของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	37
ตารางที่ 26	เปรียบเทียบระดับแมกนีเซียม (%) ในแต่ละ Treatments ในเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	37

หน้า

ตารางที่ 27	เปรียบเทียบระดับแมกนีเซียม (%) ในแต่ละเดือนของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	38
ตารางที่ 28	เปรียบเทียบระดับแมกนีเซียม (%) ในแต่ละ Treatments ในเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	38
ตารางที่ 29	เปรียบเทียบระดับโบรอน (mg/kg) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	41
ตารางที่ 30	เปรียบเทียบระดับโบรอน (mg/kg) ในแต่ละ Treatments ในเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	41
ตารางที่ 31	เปรียบเทียบระดับโบรอน (mg/kg) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	42
ตารางที่ 32	เปรียบเทียบระดับโบรอน (mg/kg) ในแต่ละ Treatments ในเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	42
ตารางที่ 33	เปรียบเทียบระดับซัลเฟอร์ (%) ในแต่ละเดือนของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	45
ตารางที 34	เปรียบเทียบระดับซัลเฟอร์ (%) ในแต่ละ Treatments ของเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	45
ตารางที่ 35	เปรียบเทียบระดับซัลเฟอร์ (%) ในแต่ละเดือนของ Treatments ต่างๆ ตลอด12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	46
ตารางที่ 36	เปรียบเทียบระดับซัลเฟอร์ (%) ในแต่ละ Treatments ของเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	46
ตารางที่ 37	เปรียบเทียบระดับแคลเซียม (%) ในแต่ละเดือนของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	49
ตารางที่ 38	เปรียบเทียบระดับแคลเซียม (%) ในแต่ละ Treatments ของเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	49
ตารางที่ 39	เปรียบเทียบระดับแคลเซียม (%) ในแต่ละเดือนของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	50
ตารางที่ 40	เปรียบเทียบระดับแคลเซียม (%) ในแต่ละ Treatments ของเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	50

หน้า

ตารางที่ 41 ปริมาณไนโตรเจนในดิน (%) ในแปลงทดลองทดลองต่างๆ ที่จังหวัดกระบี่ 52
ตารางที่ 42 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายได้ (mg/kg) ในแปลงทดลองต่างๆ ที่จังหวัดกระบี่ 52
ตารางที่ 43 ปริมาณพอแตสเซียม (mg/kg) ในแปลงทดลองต่างๆ ที่จังหวัดกระบี่ 53
ตารางที่ 44 ปริมาณแมกนีเซียม (mg/kg) ในแปลงทดลองต่างๆ ที่จังหวัดกระบี่ 53
ตารางที่ 45 ปริมาณซัลเฟอร์ (mg/kg) ในแปลงทดลองต่างๆ ที่จังหวัดกระบี 54
ตารางที่ 46 ปริมาณโบรอน (mg/kg) ในแปลงทดลองต่างๆ ที่จังหวัดกระบี่ 54
ตารางที่ 47 ปริมาณแคลเซียม (mg/kg) ในแปลงทดลองต่างๆ ที่จังหวัดกระบี่ 55
ตารางที่ 48 ปริมาณไนโตรเจนในดิน (%) ในแปลงทดลองต่างๆ ที่จังหวัดตรัง 55
ตารางที่ 49 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายได้ (mg/kg) ในแปลงทดลองต่างๆ ที่จังหวัดตรัง 56
ตารางที่ 50 ปริมาณพอแตสเซียม (mg/kg) ในแปลงทดลองต่างๆ ที่จังหวัดตรัง 56
ตารางที่ 51 ปริมาณแมกนีเซียม (mg/kg) ในแปลงทดลองต่างๆ ที่จังหวัดตรัง 57
ตารางที่ 52 ปริมาณซัลเฟอร์ (mg/kg) ในแปลงทดลองต่างๆ ที่จังหวัดตรัง 57
ตารางที่ 53 ปริมาณโบรอน (mg/kg) ในแปลงทดลองต่างๆ ที่จังหวัดตรัง 58
ตารางที่ 54 ปริมาณแคลเซียม (mg/kg) ในแปลงทดลองต่างๆ ที่จังหวัดตรัง 58

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1	ขั้นตอนและวิธีการเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน	8
รูปที่ 2	ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดินหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น	9
รูปที่ 3	การกระจายของฝนในเขตจังหวัดตรังและกระบี่	11
รูปที่ 4	เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ระดับความลึกต่างๆ ของ ในแปลงทดลอง จังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนกันยายน 2538 ถึงสิงหาคม 2539	12
รูปที่ 5	เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ระดับความลึกต่างๆ ของ ในแปลงทดลอง จังหวัดตรัง ระหว่างเดือนกันยายน 2538 ถึงสิงหาคม 2539	13
รูปที่ 6	ระดับไนโตรเจน (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	23
รูปที่ 7	ระดับไนโตรเจน (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	23
รูปที่ 8	ระดับฟอสฟอรัส (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	28
รูปที่ 9	ระดับฟอสฟอรัส (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	28
รูปที่ 10	ระดับพอแตสเซียม (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	32
รูปที่ 11	ระดับพอแตสเซียม (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	32
รูปที่ 12	ระดับแมกนีเซียม (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	36
รูปที่ 13	ระดับแมกนีเซียม (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง	36
รูปที่ 14	ระดับโบรอน (mg/kg) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่	40

หน้า

รูปที่ 15 ระดับโบรอน (mg/kg) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง 40

รูปที่ 16 ระดับซัลเฟอร์ (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่ 44

รูปที่ 17 ระดับซัลเฟอร์ (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง 44

รูปที่ 18 ระดับแคลเซียม (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่ 48

รูปที่ 19 ระดับแคลเซียม (%) ของ Treatments ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง 48

สารบัญภาคผนวก

หน้า

ภาคผนวกที่ 1 : การวิเคราะห์พืช 61

- การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด 61
- การเตรียมสารละลายตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ P, K, Ca, Mg, S 63
- การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส 64
- การวิเคราะห์พอแตสเซียม 65
- การวิเคราะห์แคลเซียมและแมกนีเซียม 65
- การวิเคราะห์เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี 66
- การวิเคราะห์โบรอน 66
- การวิเคราะห์ซัลเฟอร์ 67

ภาคผนวกที่ 2 : การวิเคราะห์ดิน 69

- การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด 69
- การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 70
- การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด 72
- การวิเคราะห์แคลเซียม แมกนีเซียม พอแตสเซียม โซเดียม ที่แลกเปลี่ยนได้ 73
- การวิเคราะห์กำมะถันที่เป็นประโยชน์ 75
- การวิเคราะห์โบรอนในดิน 78

บทที่ 1
บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้ รองจากยางพารา คาดว่าในปี 2539 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจะสูงถึง 1.2 ล้านไร่ ผลผลิตปาล์มน้ำมันที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ประมาณการในช่วง 3 ปี พบว่า มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง คือ 1,817,810 ตันทะลาย ในปี 2536 1,828,763 ตันทะลาย ในปี 2537 และ 1,870,480 ตันทะลาย ในปี 2538 ซึ่งผลผลิตในปี 2538 จะสูงกว่าปี 2537 ประมาณ 2.9 เปอร์เซ็นต์ แต่การประมาณการความต้องการใช้น้ำมันปาล์มของปี 2538 มีสูงกว่าปี 2537 ประมาณ 39.37 เปอร์เซ็นต์ (สุพัตรา, 2538) คาดว่าในปี 2539 จะทำให้ปริมาณน้ำมันปาล์มไม่เพียงพอในการบริโภค ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะกระทบต่อไปในอนาคต จากการศึกษาพบว่าปัญหาหลักที่ทำให้ปริมาณน้ำมันปาล์มไม่เพียงพอ ได้แก่ ผลิตปาล์มของประเทศไทยต่ำมาก เมื่อเทียบกับผลผลิตปาล์มในประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย

การใช้ปุ๋ยให้กับปาล์มน้ำมันอย่างถูกต้อง นอกจากเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิตของปาล์มน้ำมันแล้วยังเป็นตัวกำหนดถึงกำไรหรือขาดทุนในการทำสวนปาล์มน้ำมัน เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการจัดการสวนปาล์มมากกว่า 50% ใช้ในการซื้อปุ๋ย การใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นจะต้องทราบปริมาณธาตุอาหารที่ปาล์มมีอยู่ เพื่อเปรียบเทียบกับระดับค่าวิกฤติ ที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของปาล์ม ซึ่งปริมาณธาตุอาหาร ดังกล่าวสามารถทำได้โดยใช้ตัวอย่างใบที่ 17 ระดับธาตุอาหารที่เหมาะสม Von Uexkull (1989) ได้กำหนดไว้ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

การใช้ใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารได้ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรก โดย Chapman และ Gray (1949) เนื่องจากพบว่าปริมาณของฟอสฟอรัส และพอแตสเซียมในใบดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับผลผลิต หลังจากนั้นได้มีผู้ศึกษาความสัมพันธ์ของระดับธาตุอาหารในทางใบที่ 17 กับผลผลิตไว้มากมาย (Prevot and Ollagniler, 1954. Rajaratnam et. al, 1980)

แต่อย่างไรก็ตามระดับธาตุอาหารในทางใบที่ 17 จะมีความแปรปรวนจากปัจจัยต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นชุดดินที่ปลูกปาล์ม (Coulter, 1958 ; Ng, 1969; Corley,1972) การให้ปุ๋ยกับปาล์ม (Warriar and Piggott, 1973) ช่วงอายุของปาล์ม (Forster and Chang, 1977) ผลของการเจริญทาง Vegetative ซึ่งได้แก่การเจริญของทางใบ ลำต้น รวมถึงน้ำหนักของใบย่อย (Teoh et. al, 1981) นอกจากนั้นช่วงฤดูกาล รวมถึงปริมาณน้ำฝน ความชื้นของดินก็มีผล ทำให้ระดับ

ธาตุอาหารในทางใบที่ 17 มีการเปลี่ยนแปลงอีกด้วย (Smilde and Chapas, 1963 ; Smilde and Leyritz, 1965)

ตารางที่ 1 ระดับธาตุอาหารในใบย่อยจากทางใบที่ 17 ของปาล์มอายุต่าง ๆ กัน

อายุปาล์ม (ปี)	ธาตุอาหาร	ระดับไม่เพียงพอ	ระดับที่เหมาะสม	ระดับมากเกินพอ
3-6 ปี	N (%)	< 2.5	2.6-2.9	> 3.1
	P (%)	< 0.15	0.16-0.19	> 0.25
	K (%)	< 1.0	1.1-1.30	> 1.8
	Mg (%)	< 0.20	0.30-0.45	> 0.7
	Ca (%)	< 0.3	0.50-0.70	> 1.0
	S (%)	< 0.2	0.25-0.40	> 0.6
	Cl (%)	< 0.25	0.50-0.70	> 1.0
	B (%)	< 8	15-25	> 35
	Cu (%)	< 3	5-7	> 15
	Zn (ppm)	< 10	15-20	> 50
มากกว่า 6 ปี	N (%)	< 2.3	2.4-2.8	> 3.0
	P (%)	< 0.14	0.15-0.18	> 0.25
	K (%)	< 0.75	0.90-1.20	> 1.60
	Mg (%)	< 0.20	0.25-0.40	> 0.70
	Ca (%)	< 0.25	0.50-0.75	> 1.00
	S (%)	< 0.20	0.25-0.35	> 0.60
	Cl (%)	< 0.25	0.50-0.70	> 1.00
	B (ppm)	< 8	15-25	> 40
	Cu (ppm)	< 3	5-8	> 15
	Zn (ppm)	< 10	12	> 30

Teoh และคณะ (1981) ได้ศึกษาถึงฤดูกาลที่มีผลต่อระดับธาตุอาหารในใบปาล์ม น้ำมันที่ให้ผลิตแล้วในประเทศมาเลเซีย พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในใบจะแปรปรวนในแต่ละเดือนเนื่องจากระดับของการให้ผลผลิต น้ำหนักใบย่อย ช่วงเวลาที่ใส่ปุ๋ย น้ำฝนและระดับความชื้นในดิน โดยปัจจัยของฤดูกาลจะมีผลทำให้การแปรปรวนของระดับธาตุอาหารในใบเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนและปริมาณของผลผลิตจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการแปรปรวนของปริมาณธาตุอาหารในใบ

จากผลการทดลองที่ผ่านมาจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับธาตุอาหารในทางใบที่ 17 เพื่อกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในเขตจังหวัดภาคใต้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหาร ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, พอแตสเซียม, แมกนีเซียม, โบรอน, แคลเซียม และ ซัลเฟอร์ ในทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันทุก ๆ เดือน และการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในดินทุก ๆ 3 เดือน เมื่อมีการให้ปัจจัยปุ๋ยและสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดินกับปริมาณธาตุอาหาร ในทางใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันและปริมาณปุ๋ยในดิน

3. เพื่อทราบถึงช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างใบเพื่อนำค่าวิเคราะห์ของปริมาณธาตุอาหารในทางใบที่ 17 ไปใช้ในการแนะนำปุ๋ยสำหรับปาล์มน้ำมัน

บทที่ 2
อุปกรณ์และวิธีวิจัย

ในการวิจัยได้ดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือ ภาคสนาม และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ ในส่วนของภาคสนามจะเก็บตัวอย่างทางใบที่ 17 ทุก ๆ เดือน โดยแปลงที่เก็บ ตัวอย่างใบมีการใช้ปัจจัยปุ๋ยที่ต่างกัน (ตารางที่ 2) นอกจากนั้นจะมีการเก็บตัวอย่างดินทุก ๆ 3 เดือน เก็บข้อมูลความชื้นในดินทุก ๆ 15 วัน ข้อมูลผลผลิต ปริมาณน้ำฝน ในส่วนของห้องปฏิบัติการจะมีการวิเคราะห์ธาตุอาหาร ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, พอแตสเซียม, แมกนีเซียม, โบรอน, แคลเซียม และ ซัลเฟอร์ ในใบและในตัวอย่างดินที่เก็บมาจากภาคสนาม

สถานที่และเวลาเก็บตัวอย่างใบ

เก็บตัวอย่างใบในแปลงทดลองของโครงการปรับปรุงผลผลิตปาล์มน้ำมันในวิทยาลัยเกษตรกรรมตรัง และกระบี่ ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการให้ธาตุอาหารในแปลงที่เก็บตัวอย่างใบ

แปลงที่	ปริมาณธาตุอาหาร (กก./ต้น/ปี)			หมายเหตุ
	N	P_2O_5	K_20	
จังหวัดตรัง				
1 (Control)	0	0	0	ไม่มีการคลุมโคน
2 (T1)	0.84	0.46	1.20	ไม่มีการคลุมโคน
3 (T2)	0.84	0.46	2.40	ไม่มีการคลุมโคน
4 (T3)	0.84	0.92	1.20	ไม่มีการคลุมโคน
5 (T4)	0.84	0.92	2.40	ไม่มีการคลุมโคน
จังหวัดกระบี่				
6 (Control)	-	-	-	ไม่มีการคลุมโคน
7 (T1)	0.4	0.4	1.20	ไม่มีการคลุมโคน
8 (T2)	0.8	0.8	2.40	ไม่มีการคลุมโคน
9 (T3)	1.20	0.67	2.40	ไม่มีการคลุมโคน
Mulching	0.8	0.8	2.40	มีการคลุมโคน
No-mulching	0.8	0.8	2.40	ไม่มีการคลุมโคน

→ ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างใบ : เก็บทุกเดือนในช่วงวันที่ 1-10 โดยเริ่มเก็บตั้งแต่เดือนกันยายน 2538 ถึงเดือนสิงหาคม 2539

→ จำนวนตัวอย่างใบที่เก็บประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของประชากรทั้งหมดในแต่ละแปลงทดลอง แต่ละแบบของการใช้ปุ๋ยเก็บตัวอย่างใน 3 ซ้ำ

ขั้นตอนและวิธีการเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน (รายละเอียดดังรูปที่ 1)

ขั้นตอนที่ 1 เลือกทางใบที่ 17

กำหนดทางใบที่ 1 ของปาล์มน้ำมัน โดยดูลักษณะของใบปาล์มที่อายุน้อยที่สุดแต่มีการแผ่ของใบและมีการเจริญเติบโตเต็มที่ โดยสังเกตจากใบย่อยบริเวณโคนทางใบตั้งฉากกับทางใบ (Rachis) และโคนทางใบมีการยืดตัวเต็มที่แล้ว หลังจากเลือกทางใบที่ 1 แล้ว จะนับทางใบที่ 17 ได้ โดยปกติทางใบของปาล์มจะวนรอบลำต้นจำนวน 8 ทาง ดังนั้นตำแหน่งทางใบที่ 1, 9, 17, 25, 33 ... จะอยู่ในแนวเดียวกัน ซึ่งตำแหน่งใบอาจจะเอียงไปด้านซ้ายหรือขวาบ้างเล็กน้อยขึ้นอยู่ปาล์มแต่ละต้นมีการวนของทางใบแบบวนซ้ายหรือวนขวา

ขั้นตอนที่ 2 การตัดใบบนทางใบที่ 17

หลังจากเลือกทางใบที่ 17 แล้ว โดยปกติจะตัดทางใบที่ 17 ลงมาเพื่อเก็บใบ แต่ในการทดลองนี้จะมีการเก็บตัวอย่างทุกเดือน การตัดทางใบมาจะทำให้ต้นปาล์มมีการสูญเสียใบมาก ซึ่งจะมีผลกระทบต่อผลการทดลอง จึงใช้วิธีตัดเฉพาะใบที่ใช้เป็นตัวอย่าง (คงเก็บทางใบไว้) ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างใบย่อย (leaflets) จะอยู่กึ่งกลางของทางใบ ซึ่งสังเกตจากทางใบมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะจากแบนเป็นมีสันขึ้น เลือกใบย่อยบริเวณดังกล่าวข้างละ 6 ใบ โดยเป็นใบที่ขึ้นด้านบน 3 ใบย่อย, ชี้ลงล่าง 3 ใบย่อย เมื่อตัดใบทั้ง 2 ข้าง จะได้ใบย่อย จำนวน 12 ใบย่อย ตามวิธีของ Poon, (1969) ในกรณีที่พบใบย่อยที่ไม่สมบูรณ์จะเลือกใบย่อยอื่นที่ใกล้เคียงบนทางใบดังกล่าวแทน

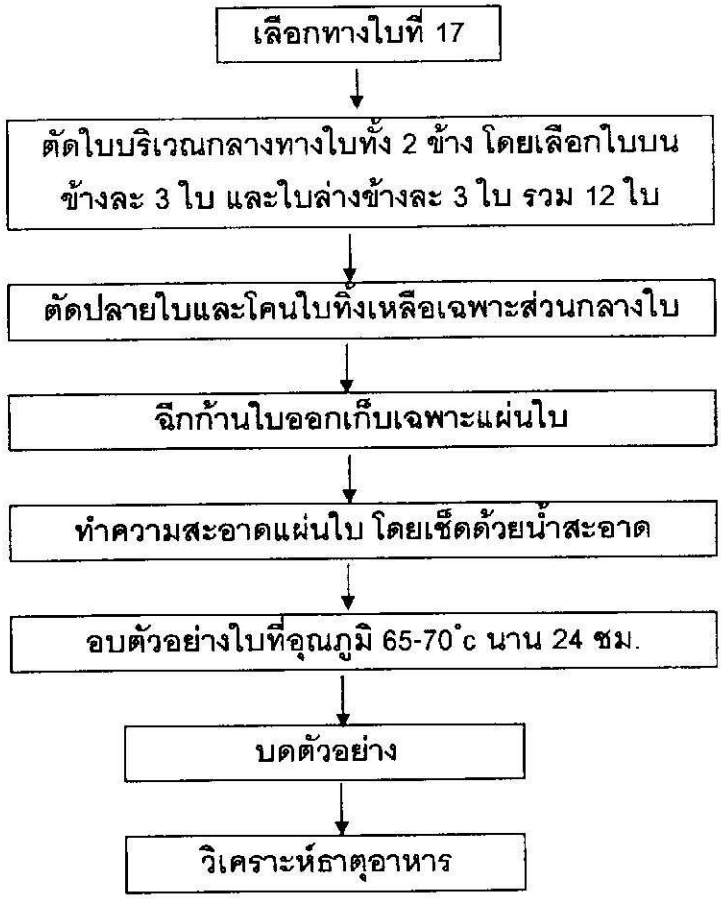
ขั้นตอนที่ 3 การเก็บตัวอย่างบนใบย่อย

เมื่อได้ใบย่อยในทางใบที่ 17 แล้ว จัดเรียงใบย่อยโดยซ้อนให้เท่ากันกำหนดจุดกึ่งกลางของใบย่อย ตัดใบย่อยด้านโคนใบและปลายใบทิ้ง โดยกำหนดจุดต้องห่างจากจุดกึ่งกลางใบประมาณ 3 นิ้ว จะได้ตัวอย่างใบยาวประมาณ 6 นิ้ว ฉีกเส้นกลางใบทิ้ง จะเหลือเฉพาะแผ่นใบ ซึ่งจะนำไปทำความสะอาดต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 การเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์

ใบที่ทำความสะอาดแล้วจะตัดย่อยเป็นชิ้นเล็ก ๆ อบแห้งที่อุณหภูมิ 65 - 70°C นาน 24 ชั่วโมง ใบที่อบแห้งแล้วจะบดละเอียดผ่านตะแกรงละเอียดขนาด ∅ 0.5 มม. แล้วแบ่งตัวอย่างครึ่งหนึ่งวิเคราะห์ธาตุอาหาร ส่วนอีกครึ่งหนึ่งจะเก็บไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 15°C

แผนผัง การเก็บและเตรียมตัวอย่างใบวิเคราะห์



ขั้นตอนและวิธีการเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินรอบรัศมีทรงพุ่มห่างจากลำต้น 2-3 เมตร จำนวน 5 จุด ในแต่ละแปลงทดลอง แล้วนำดินที่ระดับความลึกเดียวกันรวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง

ตัวอย่างดินจะเก็บ 2 วัตถุประสงค์

1. **การเก็บตัวอย่างดินเพื่อศึกษาความชื้น** จะเก็บตัวอย่างทุก 15 วัน โดยเก็บที่ระดับความลึก 8 ระดับความลึก คือ 0-15 ซม., 15-30 ซม., 30-45 ซม., 45-60 ซม., 60-75 ซม., 75-90 ซม., 90-105 ซม., 105-120 ซม., ตัวอย่างดินที่เก็บจะใส่กระป๋อง (moisture can) ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ปิดฝาผนึกกันการสูญเสียความชื้นโดยใช้เทปใสปิดทับฝาอีกชั้นหนึ่ง ตัวอย่างดินที่เก็บนี้

จะนำมาชั่งทันที เพื่อหาน้ำหนักดินเปียก และนำตัวอย่างดินอบแห้งที่ 105° C นาน 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักดินแห้ง และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น (รูปที่ 2)

2. **การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหาร** จะเก็บตัวอย่างทุก 4 เดือน คือในเดือนตุลาคม 2538, กุมภาพันธ์ 2539, มิถุนายน 2539 โดยเก็บทุกแปลงทดลองที่มีการเก็บตัวอย่างใบตัวอย่างดินจะเก็บ 2 ระดับความลึก คือ ดินชั้นบน(ระดับความลึก 0-30 ซม.) และดินชั้นล่าง(ระดับความลึก 30-60 ซม.)

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างใบปาล์มที่เก็บจากภาคสนาม จะนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหาร ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, พอแตสเซียม, แมกนีเซียม, โบรอน, แคลเซียม และ ซัลเฟอร์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ดังนี้

- ไนโตรเจน ทั้งหมดวิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl method
- ฟอสฟอรัส, พอแตสเซียม, แคลเซียม และแมกนีเซียม ย่อยโดยวิธี Wet digestion ด้วย $HNO_3/HClO_4$ และวัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยวิธี Spectrometric molybdovanadophosphate ส่วนปริมาณ พอแตสเซียม, แคลเซียม และแมกนีเซียม วัดโดย Atomic Absorption Spectrophotometry
- โบรอน วิเคราะห์โดยวิธี Azomethine-H method
- ซัลเฟอร์ วิเคราะห์โดยวิธี Turbidimetry

(รายละเอียดในการวิเคราะห์อยู่ในภาคผนวกที่ 1)

สำหรับตัวอย่างดินจะวิเคราะห์ธาตุอาหารโดยวิธีดังนี้

- ไนโตรเจน ทั้งหมดใช้วิธี Kjeldahl method
- ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P.) สกัดด้วย Bray no. II ส่วนฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P.) ย่อยในกรด $HClO_4$ แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี Spectrophotometric method
- พอแตสเซียม, แมกนีเซียม และแคลเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeabie K, Mg, Ca) สกัดด้วย 1 N. NH_4OAc, pH7 และวัดปริมาณโดย Atomic Absorption Spectrophotometry
- โบรอน วิเคราะห์โดยวิธี Spectrophotometric determination of water-soluble boron
- ซัลเฟอร์ ที่เป็นประโยชน์ (Available S.) ใช้วิธี $Ca(H_2PO_4)_2$ extraction

(รายละเอียดขั้นตอนการวิเคราะห์ในภาคผนวกที่ 2)

รูปที่ 1 ขั้นตอนและวิธีการเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน

1	2
3	4
5	6

1. เลือกทางใบที่ 17
2. ตำแหน่งที่เลือกเก็บใบย่อย
3. ตัวอย่างใบย่อยแบ่งเป็น 3 ส่วน ใช้ส่วนกลางใบเป็นตัวอย่าง
4. เอกส่วนก้านในออก
5. แผ่นใบที่ใช้เป็นตัวอย่าง ทำความสะอาด อบแห้ง
6. ตัวอย่างใบที่บดแล้ว พร้อมจะส่งเข้าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

1	2
3	4
5	

รูปที่ 2 ขั้นตอนและวิธีการเก็บตัวอย่างดิน

1. ตำแหน่งที่เจาะดินเพื่อหาความชื้น
2. เก็บตัวอย่างดินในแต่ละระดับความลึก
3. ใส่ตัวอย่างดินใน moisture can
4. ปิดฝา moisture can แล้วปิดทับด้วยเทปใสอีกชั้นเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ
5. ตัวอย่างที่เก็บเสร็จแล้ว พร้อมที่จะนำไปหาความชื้น

บทที่ 3
ผลการทดลอง

ปริมาณและการกระจายของฝน

ในระหว่างเดือนกันยายน 2538 ถึงเดือนสิงหาคม 2539 จังหวัดตรังมีปริมาณน้ำฝนรวม 1,904.5 มิลลิเมตร ในขณะที่จังหวัดกระบี่มีปริมาณน้ำฝน 2,126.6 มิลลิเมตร ทั้งสองจังหวัด มีการกระจายของฝนคล้ายคลึงกัน โดยในรอบปีจะมีช่วงแล้งระหว่างเดือนธันวาคม ถึงเดือนมีนาคม ในปีถัดไป มีช่วงฝนตกมากสองช่วง คือปลายปี (กันยายนถึงพฤศจิกายน) ซึ่งได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และช่วงเมษายนถึงมิถุนายน ซึ่งเป็นอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

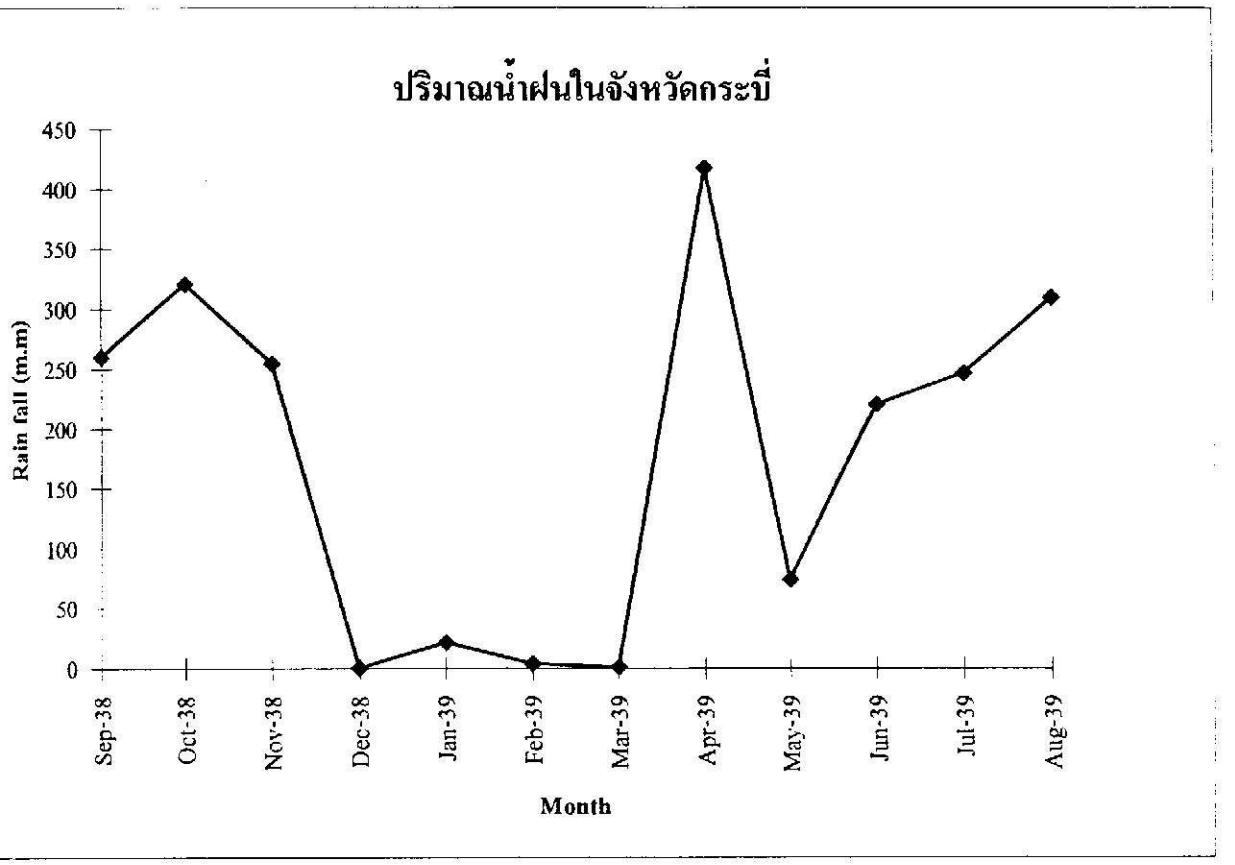
จังหวัดตรังมีปริมาณน้ำฝนรวม 1,904.5 มิลลิเมตร ในเดือนที่มีฝนตกมากจะมีปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 240 ถึง 300 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าต่ำกว่าจังหวัดกระบี่ ในรอบปีมีเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 100 มิลลิเมตร จำนวน 5 เดือน ในระหว่างเดือนธันวาคม 2538 ถึงมีนาคม 2539 เป็นช่วงที่ขาดฝนอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกับแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่ (รูปที่ 3)

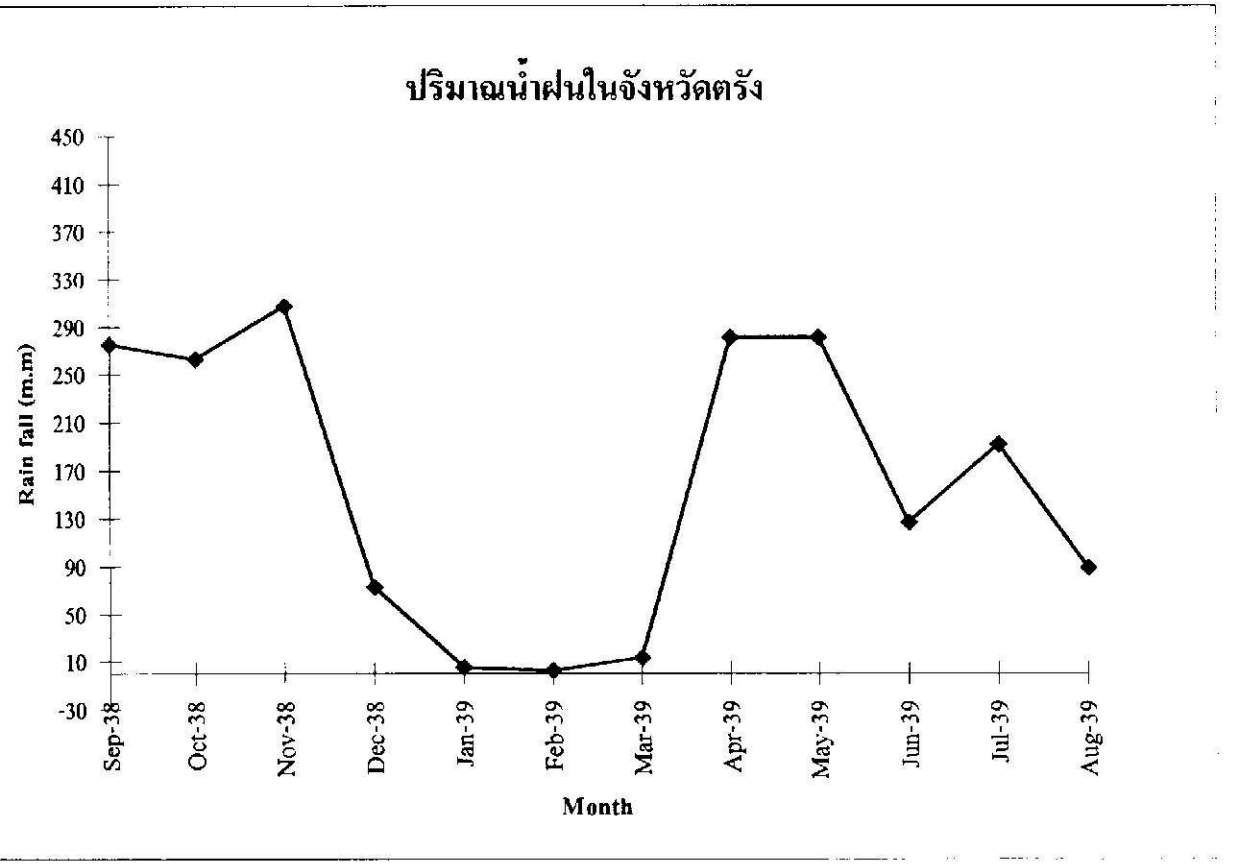
ความชื้นดินและค่า field capacity

จากการเก็บตัวอย่างดินใน 8 ระดับความลึก คือ 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-75, 75-90, 90-105 และ 105-120 เซ็นติเมตร ตามลำดับ พบว่าปริมาณความชื้นดินในระดับที่ตื้นจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน โดยความชื้นที่ระดับผิวดินถึงความลึก 30 เซ็นติเมตร จะมีการเปลี่ยนแปลงมากในขณะที่ดินความลึกมากกว่า 75 เซ็นติเมตร ความชื้นค่อนข้างคงที่ตลอดปี (รูปที่ 4, 5)

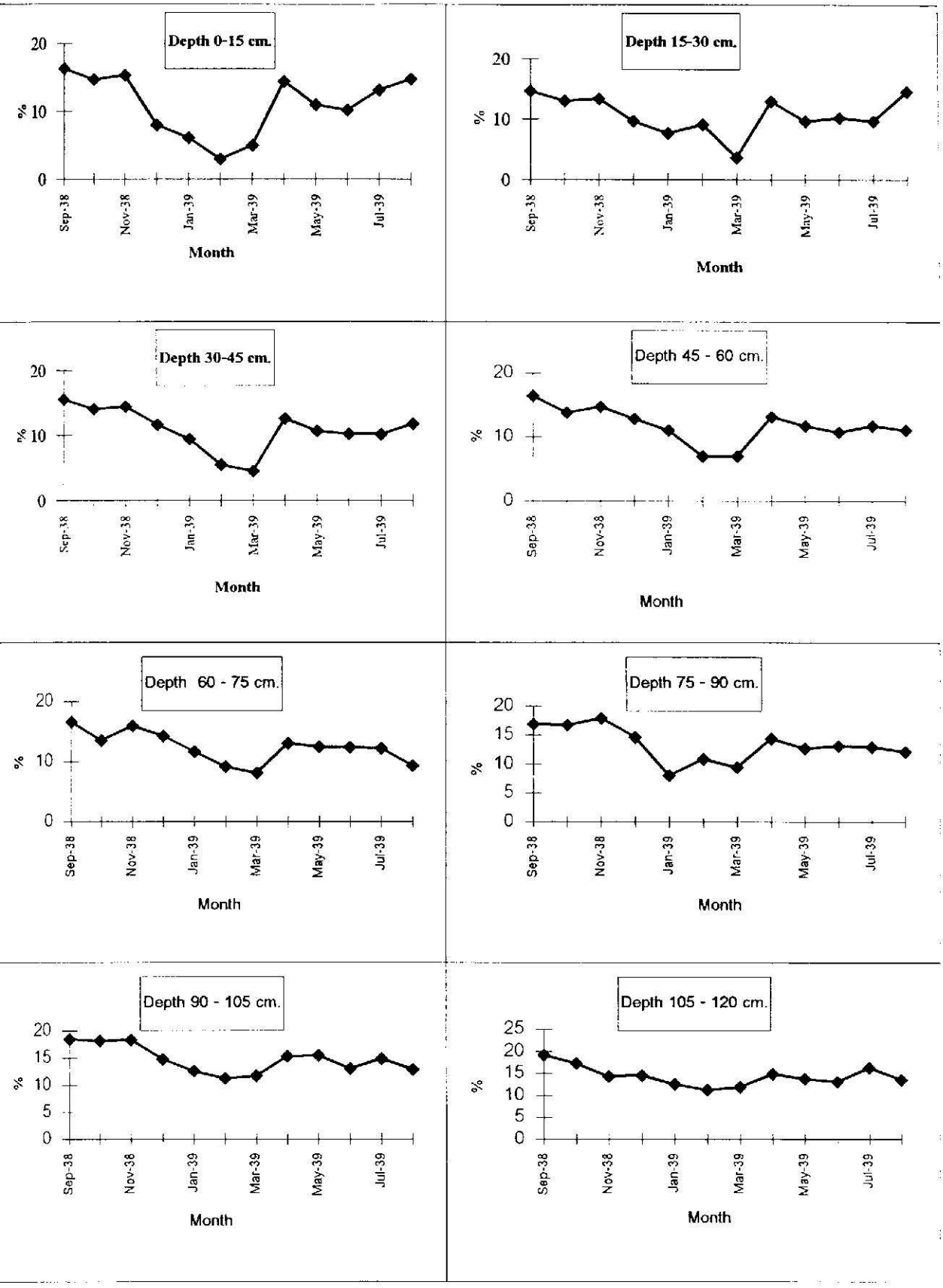
จังหวัดกระบี่ พบว่าความชื้นของดินในทุกระดับความลึก ยกเว้นที่ 90-120 เซ็นติเมตร มีความแตกต่างในช่วงเดือนต่างๆ ความชื้นดินจะลดลงในเดือนธันวาคม 2538 และมีความชื้นต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม 2539 โดยความชื้นดินที่ความลึก 15 เซ็นติเมตร ต่ำถึง 2.9-4.9 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3, 4) และมีค่า field capacity เพียง 23-24 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5, 6)

จังหวัดตรัง ความชื้นดินที่ระดับความลึก 90-120 เซ็นติเมตร มีลักษณะคล้ายกับจังหวัดกระบี่ โดยไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี พบว่าในแต่ละเดือนในทุกระดับความลึกมีความชื้นแตกต่างกัน (ตารางที่ 7) ความชื้นของดินชั้นบน (0-45 ซม.) มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำฝน โดยมีค่าต่ำในช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคม และมีค่าสูงในช่วงพฤษภาคมถึงธันวาคม โดยในเดือนพฤศจิกายน ทุกระดับความลึกได้รับน้ำฝนมาก ทำให้มีค่าความชื้นและค่า field capacity ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่เดือนกุมภาพันธ์ทุกความลึกมีค่าความชื้นและ field capacity ต่ำสุดและไม่มีความแตกต่างกันในทุกระดับความลึก (ตารางที่ 8)

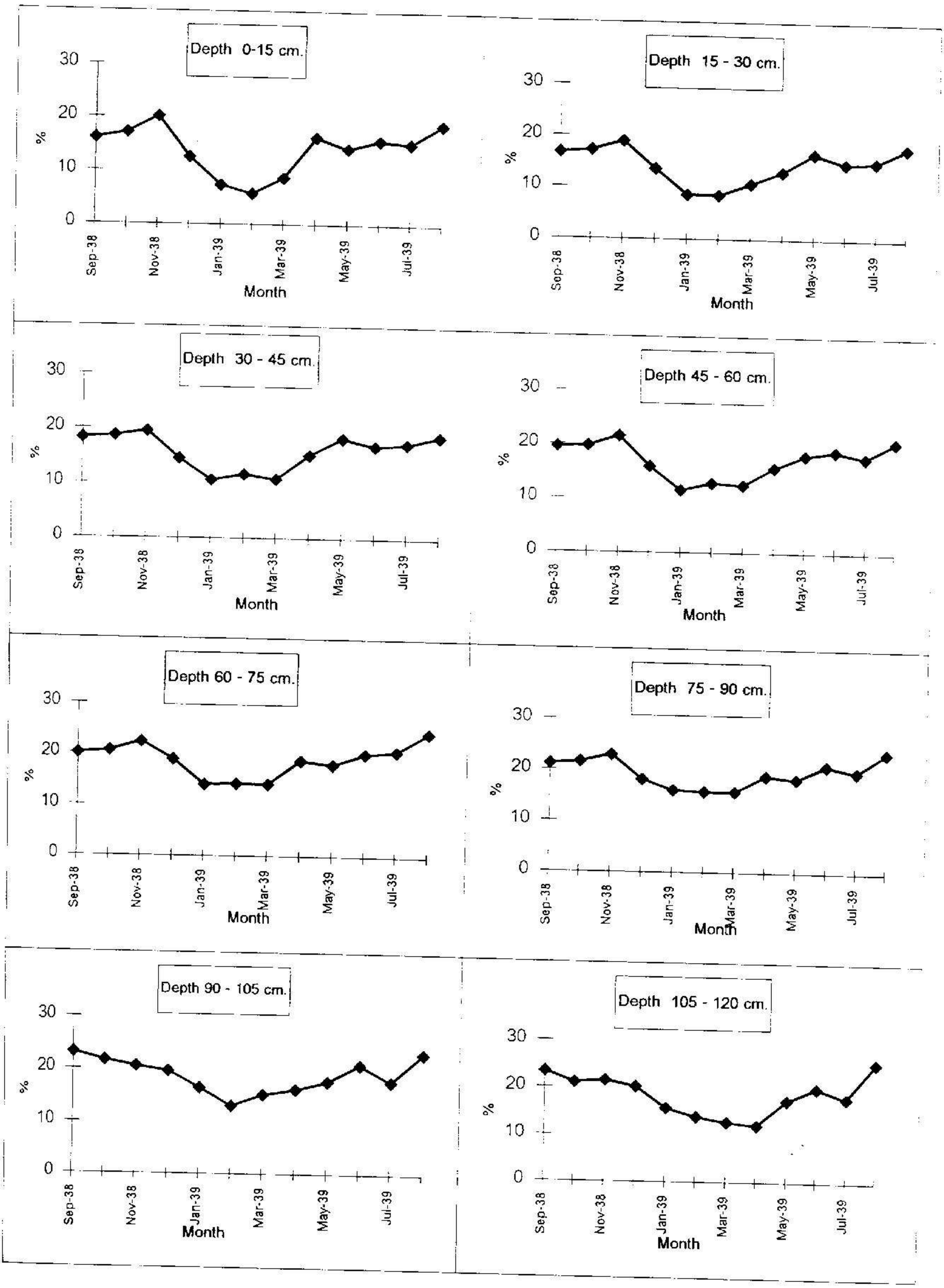




รูปที่ 3 การกระจายของฝนในเขตจังหวัดกระบี่และจังหวัดตรัง



รูปที่ 4 ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยที่ระดับความลึกต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนกันยายน 2538 ถึง สิงหาคม 2539



รูปที่ 5 ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยที่ระดับความลึกต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง ระหว่างเดือนกันยายน 2538 ถึง สิงหาคม 2539

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินที่ระดับความลึกเดียวกันในช่วงเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

เดือน	ระดับความลึก (ซม.)							
	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105	105-120
ก.ย. 38	16.02^{c}	14.56^{c}	15.50^{c}	16.55^{b}	16.51^{c}	16.77^{bc}	18.43^{a}	20.74^{b}
ต.ค. 38	14.59^{c}	12.96^{bc}	13.98^{bc}	13.78^{ab}	13.47^{abc}	13.63^{bc}	18.09^{a}	17.23^{ab}
พ.ย. 38	15.23^{c}	16.59^{c}	14.35^{bc}	14.63^{ab}	15.86^{bc}	17.86^{c}	18.34^{a}	14.22^{a}
ธ.ค. 38	7.92^{ab}	9.58^{ab}	11.57^{abc}	12.78^{ab}	14.11^{bc}	14.53^{bc}	14.47^{a}	14.44^{a}
ม.ค. 39	6.06^{a}	7.59^{a}	9.30^{a}	11.00^{a}	11.50^{ab}	9.02^{a}	13.58^{a}	12.97^{a}
ก.พ. 39	2.92^{a}	9.07^{a}	5.38^{a}	6.89^{a}	9.12^{a}	10.76^{a}	11.25^{a}	11.19^{a}
มี.ค. 39	4.91^{a}	3.57^{a}	4.45^{a}	6.94^{a}	8.04^{a}	9.35^{a}	11.68^{a}	11.81^{a}
เม.ย. 39	14.35^{c}	12.90^{bc}	12.49^{abc}	13.05^{ab}	12.96^{abc}	13.53^{abc}	13.01^{a}	14.85^{a}
พ.ค. 39	10.91^{cd}	9.62^{ab}	10.62^{ab}	11.61^{a}	12.42^{abc}	12.84^{abc}	15.15^{a}	13.69^{a}
มิ.ย. 39	10.08^{bc}	10.13^{ab}	10.12^{ab}	10.65^{a}	12.30^{abc}	13.15^{abc}	13.41^{a}	14.16^{a}
ก.ค. 39	16.56^{de}	10.42^{ab}	10.11^{ab}	11.52^{a}	12.11^{abc}	12.68^{abc}	14.61^{a}	16.18^{ab}
ส.ค. 39	14.65^{c}	14.51^{c}	11.74^{abc}	10.99^{a}	9.19^{a}	12.07^{ab}	12.84^{a}	13.45^{a}
Mean	12.65	11.86	11.98	12.66	13.05	13.91	15.19	15.31
F-test	**	**	**	*	*	*	ns	ns
C.V. (%)	13.30	16.70	18.70	20.20	18.00	19.80	20.20	19.50

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเดือนเดียวกันของระดับความลึกต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

ความลึก	เดือน											
(ซม.)	ก.ย.38	ต.ค.38	พ.ย.38	ธ.ค.38	ม.ค.39	ก.พ.39	มี.ค.39	เม.ย.39	พ.ค.39	มิ.ย.39	ก.ค.39	ส.ค.39
0-15	16.02^{ab}	14.59^{ab}	12.89^{a}	7.92^{a}	6.06^{a}	5.19^{a}	4.94^{a}	14.35^{a}	10.92^{a}	10.08^{a}	13.56^{bc}	14.65^{a}
15-30	14.55^{a}	12.96^{a}	16.60^{a}	9.58^{ab}	7.59^{ab}	9.07^{a}	3.57^{ab}	12.90^{a}	9.62^{a}	10.13^{a}	10.42^{a}	14.77^{a}
30-45	15.50^{a}	13398^{ab}	14.35^{a}	11.57^{bc}	9.30^{ab}	5.38^{a}	4.45^{ab}	12.49^{a}	10.62^{a}	10.12^{a}	10.11^{a}	22.66^{a}
45-60	16.55^{ab}	13.78^{ab}	14.63^{a}	12.78^{c}	11.00^{bc}	6.89^{a}	6.94^{bc}	13.05^{a}	11.67^{a}	10.65^{a}	11.52^{ab}	10.99^{a}
60-75	16.51^{a}	13.47^{ab}	15.86^{a}	14.11^{c}	11.58^{bc}	9.12^{a}	8.09^{bc}	12.96^{a}	12.43^{a}	12.30^{ab}	12.11^{ab}	9.20^{a}
75-90	16.88^{ab}	16.63^{bc}	17.86^{a}	14.53^{c}	9.02^{ab}	10.76^{a}	9.35^{ab}	13.53^{a}	12.84^{a}	13.15^{b}	12.68^{ab}	12.07^{a}
90-105	18.43^{ab}	18.09^{d}	18.34^{a}	14.69^{c}	13.07^{c}	11.25^{a}	11.68^{c}	13.04^{a}	15.15^{a}	13.41^{b}	14.61^{cd}	12.84^{a}
105-120	20.71^{b}	17.23^{cd}	14.22^{a}	14.44^{c}	12.64^{c}	11.19^{a}	11.81^{c}	14.85^{a}	13.68^{a}	14.16^{b}	16.18^{d}	13.45^{a}
Mean	16.88	15.09	15.59	12.45	10.03	8.32	7.60	13.33	12.12	11.75	12.65	13.80
F - test	**	*	ns	**	*	ns	*	ns	ns	**	**	ns
C.V. (%)	14.80	12.20	29.20	13.20	22.30	16.38	23.15	24.00	17.30	11.50	12.50	58.40

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 5 ระดับความชื้น (%) เมื่อเปรียบเทียบกับความชื้นที่ field capacity (100%) ภายในระดับความลึกเดียวกันในช่วงเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

เดือน	ระดับความลึก (ซม.)							
	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105	105-120
ก.ย. 38	76.58^{e}	87.88^{c}	81.69^{c}	65.03^{a}	53.66^{c}	73.64^{bc}	59.89^{a}	88.99^{a}
ต.ค. 38	69.76^{e}	78.25^{bc}	73.68^{bc}	54.17^{a}	43.79^{abc}	73.02^{bc}	58.79^{a}	73.92^{a}
พ.ย. 38	72.81^{c}	100.26^{c}	75.62^{bc}	57.51^{a}	51.57^{bc}	78.39^{c}	59.61^{a}	61.00^{a}
ธ.ค. 38	37.86^{ab}	57.88^{ab}	60.99^{abc}	50.23^{a}	45.87^{bc}	63.79^{bc}	47.04^{a}	61.95^{a}
ม.ค. 39	28.95^{a}	45.86^{a}	49.03^{a}	43.23^{a}	37.64^{ab}	39.58^{a}	44.14^{a}	55.63^{a}
ก.พ. 39	24.80^{a}	54.78^{a}	28.35^{a}	27.08^{a}	29.77^{a}	47.24^{a}	36.56^{a}	48.04^{a}
มี.ค. 39	23.47^{a}	21.56^{a}	23.45^{a}	27.27^{a}	26.29^{a}	41.05^{a}	37.96^{a}	50.66^{a}
เม.ย. 39	68.58^{c}	77.89^{bc}	65.84^{abc}	51.30^{a}	42.11^{abc}	59.40^{abc}	42.30^{a}	63.69^{a}
พ.ค. 39	52.21^{cd}	58.12^{ab}	55.97^{ab}	46.19^{a}	40.37^{abc}	56.38^{abc}	49.23^{a}	58.71^{a}
มิ.ย. 39	48.17^{bc}	61.18^{ab}	53.35^{ab}	41.85^{a}	39.98^{abc}	57.73^{abc}	47.59^{a}	60.76^{a}
ก.ค. 39	64.53^{de}	63.16^{ab}	53.28^{ab}	45.26^{a}	39.35^{abc}	55.68^{abc}	47.48^{a}	69.40^{a}
ส.ค. 39	70.01^{e}	87.91^{c}	61.58^{abc}	43.22^{a}	29.88^{a}	52.99^{ab}	41.73^{a}	57.70^{a}
Mean	58.95	71.81	63.13	49.80	42.42	61.06	49.38	65.70
F-test	**	**	*	ns	*	*	ns	ns
C.V. (%)	13.40	16.80	18.70	20.30	18.00	19.80	20.20	19.50

ตารางที่ 6 ระดับความชื้น (%) เมื่อเปรียบเทียบกับความชื้นที่ field capacity (100%) ในเดือนเดียวกันของระดับความลึกต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

ความลึก	เดือน											
(ซม.)	ก.ย.38	ต.ค.38	พ.ย.38	ธ.ค.38	ม.ค.39	ก.พ.39	มี.ค.39	เม.ย.39	พ.ค.39	มิ.ย.39	ก.ค.39	ส.ค.39
0-15	7658^{bc}	69.76^{bc}	72.81^{a}	37.86^{a}	28.95^{a}	24.80^{a}	23.47^{a}	68.58^{bc}	52.21^{a}	48.17^{ab}	64.53^{cd}	70.01^{cd}
15-30	87.88^{d}	78.25^{d}	100.26^{a}	57.88^{bc}	45.86^{a}	54.78^{a}	21.56^{ab}	77.89^{c}	58.12^{a}	61.18^{d}	63.16^{cd}	87.91^{d}
30-45	81.69^{cd}	73.68^{cd}	75.62^{a}	60.99^{cd}	49.03^{a}	28.35^{a}	23.45^{ab}	65.84^{bc}	55.97^{a}	53.35^{bc}	53.28^{bc}	61.85^{bc}
45-60	65.03^{ab}	54.17^{ab}	57.50^{a}	50.23^{ad}	43.23^{a}	27.08^{a}	27.27^{bc}	51.30^{ab}	46.16^{a}	41.85^{a}	45.29^{ab}	43.22^{ab}
60-75	53.66^{a}	43.79^{a}	51.57^{a}	45.87^{ab}	37.64^{a}	29.77^{a}	26.29^{bc}	42.11^{a}	40.37^{a}	39.98^{a}	39.35^{a}	29.88^{a}
75-90	37.64^{bc}	73.02^{cd}	78.39^{a}	63.79^{d}	39.58^{a}	47.24^{a}	41.05^{ab}	59.40^{ab}	56.38^{a}	57.73^{cd}	55.68^{bc}	52.99^{bc}
90-105	59.89^{ab}	58.79^{ab}	59.62^{a}	47.04^{ab}	44.14^{a}	36.56^{a}	37.96^{c}	42.30^{a}	49.23^{a}	43.59^{ab}	47.48^{ab}	41.73^{ab}
105-120	88.99^{d}	73.92^{cd}	61.00^{a}	61.95^{d}	55.63^{a}	48.01^{a}	50.66^{c}	63.69^{ab}	58.71^{a}	60.59^{d}	69.40^{d}	57.57^{bc}
Mean	73.42	65.67	69.60	53.20	43.01	37.07	31.46	58.89	51.86	50.83	54.89	55.57
F - test	**	**	ns	**	ns	ns	*	*	ns	**	**	**
C.V. (%)	13.50	23.30	26.50	14.30	23.00	29.83	22.51	20.80	19.60	10.80	12.00	21.40

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินที่ระดับความลึกเดียวกันในช่วงเดือนต่างๆ ของแปลงทดลอง จังหวัดตรัง

เดือน	ระดับความลึก (ซม.)							
	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105	105-120
ก.ย. 38	16.06^{cde}	16.65^{cf}	18.21^{b}	19.45^{cd}	19.99^{bcd}	20.91^{bc}	20.08^{bcd}	20.57^{cde}
ต.ค. 38	17.10^{def}	17.12^{def}	18.61^{b}	19.66^{cd}	20.59^{bcd}	20.55^{bc}	50.56^{cd}	19.90^{cd}
พ.ย. 38	20.13^{f}	18.67^{f}	19.50^{b}	21.49^{d}	23.43^{cd}	21.01^{bc}	21.57^{cd}	24.50^{de}
ธ.ค. 38	13.01^{c}	13.75^{cd}	13.80^{ab}	15.13^{abc}	19.28^{bc}	18.96^{abc}	19.87^{bcd}	20.42^{cde}
ม.ค. 39	7.78^{ab}	8.59^{a}	10.57^{a}	10.82^{a}	13.94^{a}	16.34^{abc}	16.42^{abc}	15.30^{abc}
ก.พ. 39	5.68^{a}	8.50^{a}	11.11^{a}	12.81^{ab}	14.25^{a}	15.19^{a}	15.14^{ab}	14.05^{ab}
มี.ค. 39	9.61^{b}	10.11^{ab}	10.37^{a}	12.08^{a}	14.21^{a}	15.18^{a}	13.23^{a}	12.38^{a}
เม.ย. 39	16.29^{cde}	12.99^{bc}	15.16^{ab}	15.67^{abc}	17.29^{ab}	17.43^{ab}	15.24^{ab}	18.09^{bc}
พ.ค. 39	14.24^{cd}	16.60^{cf}	17.27^{b}	17.98^{bcd}	17.97^{ab}	17.97^{ab}	16.99^{abc}	16.85^{abc}
มิ.ย. 39	15.72^{cde}	14.72^{cde}	15.09^{ab}	18.78^{cd}	20.09^{bcd}	20.33^{bc}	20.95^{bc}	20.08^{cd}
ก.ค. 39	15.21^{cd}	14.96^{cf}	17.32^{b}	17.59^{bcd}	20.37^{bcd}	19.27^{abc}	19.20^{bcd}	18.59^{bc}
ส.ค. 39	18.76^{ef}	17.73^{ef}	18.76^{b}	20.53^{cd}	24.29^{d}	23.50^{c}	23.12^{d}	25.40^{e}
Mean	14.09	14.20	15.48	16.84	18.80	18.99	18.53	18.44
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	12.60	14.10	19.20	16.70	12.90	14.40	14.90	15.10

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นภายในเดือนเดียวกันที่ระดับความลึกต่างๆ ในแปลงทดลองจังหวัดตรัง

ความลึก	เดือน											
(ซม.)	ก.ย.38	ต.ค.38	พ.ย.38	ธ.ค.38	ม.ค.39	ก.พ.39	มี.ค.39	เม.ย.39	พ.ค.39	มิ.ย.39	ก.ค.39	ส.ค.39
0-15	16.06^{a}	17.10^{a}	20.13^{a}	12.84^{a}	1.28^{a}	5.68^{a}	9.61^{a}	14.24^{a}	12.24^{a}	15.77^{ab}	15.21^{a}	18.76^{a}
15-30	16.65^{a}	17.12^{a}	18.67^{a}	13.75^{a}	8.59^{ab}	8.50^{b}	10.11^{ab}	16.60^{a}	16.60^{a}	14.72^{a}	14.96^{a}	17.73^{a}
30-45	18.21^{a}	18.61^{a}	19.50^{a}	13.80^{a}	10.57^{b}	11.11^{c}	10.37^{ab}	17.27^{a}	17.27^{a}	15.09^{a}	17.32^{a}	18.76^{a}
45-60	19.45^{a}	19.66^{a}	21.49^{a}	15.23^{a}	10.82^{b}	12.81^{cd}	12.08^{abc}	17.98^{a}	17.28^{a}	18.78^{bc}	17.59^{a}	20.53^{ab}
60-75	19.99^{a}	20.59^{a}	23.34^{a}	19.28^{b}	13.94^{c}	14.25^{d}	14.21^{c}	17.29^{a}	17.98^{a}	20.09^{c}	20.37^{a}	24.29^{c}
75-90	20.91^{a}	20.55^{a}	21.61^{a}	18.96^{b}	16.34^{c}	15.19^{d}	15.18^{c}	17.43^{a}	17.97^{a}	20.93^{c}	19.27^{a}	23.50^{bc}
90-105	20.08^{a}	20.56^{a}	21.57^{a}	19.86^{b}	16.42^{c}	15.14^{d}	13.23^{bc}	15.24^{a}	16.97^{a}	20.95^{c}	19.00^{a}	23.12^{bc}
105-120	20.57^{a}	19.90^{a}	24.51^{a}	20.42^{b}	15.30^{c}	14.05^{d}	12.38^{abc}	18.09^{a}	16.85^{a}	20.57^{c}	18.59^{a}	23.12^{bc}
Mean	18.99	19.61	21.35	16.77	12.41	12.90	12.15	16.77	16.99	18.29	17.81	25.40
F - test	ns	ns	ns	**	**	**	**	ns	ns	**	ns	**
C.V. (%)	21.20	16.30	11.00	21.10	12.30	12.50	14.20	17.30	10.30	10.30	19.00	9.30

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 9 ระดับความชื้น (%) เมื่อเปรียบเทียบกับความชื้นที่ field capacity (100%) ภายในระดับความลึกเดียวกันในช่วงเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

เดือน	ระดับความลึก (ซม.)							
	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105	105-120
ก.ย. 38	80.89^{cde}	88.25^{cf}	96.35^{b}	90.04^{c}	83.38^{bc}	77.37^{cd}	82.38^{de}	85.30^{c}
ต.ค. 38	87.21^{def}	90.74^{def}	98.46^{b}	90.01^{c}	85.86^{bc}	75.97^{bcd}	81.88^{de}	67.73^{bc}
พ.ย. 38	102.68^{f}	98.95^{f}	103.15^{b}	91.78^{c}	97.33^{c}	79.94^{cd}	82.61^{de}	65.29^{bc}
ธ.ค. 38	67.34^{c}	72.89^{cd}	73.00^{ab}	70.50^{abc}	80.40^{bc}	70.14^{a-d}	76.09^{cde}	80.40^{c}
ม.ค. 39	37.11^{ab}	45.54^{a}	55.99^{a}	50.11^{a}	58.11^{a}	60.45^{abc}	62.89^{a-d}	66.99^{bc}
ก.พ. 39	28.97^{a}	45.03^{a}	58.77^{ab}	59.29^{a}	59.41^{a}	56.20^{a}	51.72^{ab}	50.17^{ab}
มี.ค. 39	48.98^{b}	53.58^{ab}	54.87^{a}	55.91^{a}	59.25^{a}	56.65^{ab}	48.28^{a}	46.08^{a}
เม.ย. 39	83.10^{cde}	68.88^{bc}	80.21^{ab}	72.57^{abc}	75.53^{ab}	64.49^{abc}	58.36^{abc}	45.25^{ab}
พ.ค. 39	72.62^{cd}	87.98^{cf}	89.32^{b}	83.26^{bc}	74.95^{ab}	66.49^{abc}	56.07^{a-d}	55.28^{ab}
มิ.ย. 39	80.18^{cde}	78.02^{cde}	79.81^{ab}	86.95^{c}	83.76^{bc}	77.43^{cd}	80.23^{de}	65.79^{bc}
ก.ค. 39	77.59^{cd}	79.62^{cf}	91.62^{b}	81.46^{bc}	84.98^{bc}	71.29^{ab}	68.78^{b-e}	59.10^{ab}
ส.ค. 39	95.68^{ef}	93.97^{ef}	99.26^{b}	95.04^{c}	101.03^{c}	86.89^{d}	88.55^{e}	83.32^{c}
Mean	71.68	75.29	81.74	77.25	78.69	70.28	70.82	61.67
F-test	**	**	**	**	**	*	**	**
C.V. (%)	12.30	14.20	19.10	16.80	14.10	14.40	14.60	15.50

ตารางที่ 10 ระดับความชื้น (%) เมื่อเปรียบเทียบกับความชื้นที่ field capacity (100%) ภายในเดือนเดียวกันที่ระดับความลึกต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

ความลึก	เดือน											
(ซม.)	ก.ย.38	ต.ค.38	พ.ย.38	ธ.ค.38	ม.ค.39	ก.พ.39	มี.ค.39	เม.ย.39	พ.ค.39	มิ.ย.39	ก.ค.39	ส.ค.39
0-15	80.89^{a}	87.21^{ab}	102.68^{b}	67.34^{a}	37.11^{a}	28.97^{a}	48.98^{a}	83.10^{a}	72.63^{bc}	80.17^{a}	77.59^{a}	95.68^{a}
15-30	88.25^{a}	90.74^{b}	98.95^{ab}	72.89^{a}	45.54^{ab}	45.03^{b}	53.58^{a}	68.88^{a}	87.98^{d}	78.02^{a}	79.62^{a}	93.97^{a}
30-45	96.35^{a}	98.46^{b}	103.15^{b}	73.00^{a}	55.99^{bc}	58.88^{c}	54.87^{a}	80.21^{a}	89.32^{d}	79.81^{a}	91.62^{a}	99.26^{a}
45-60	90.04^{a}	90.01^{b}	91.78^{ab}	70.53^{a}	50.11^{bc}	59.29^{c}	55.91^{a}	72.57^{a}	83.26^{cd}	86.95^{a}	81.46^{a}	95.04^{a}
60-75	83.38^{a}	85.86^{ab}	97.33^{ab}	80.40^{a}	58.11^{bc}	59.41^{c}	59.25^{a}	61.03^{a}	74.95^{bcd}	83.76^{a}	84.98^{a}	101.30^{a}
75-90	77.37^{a}	75.97^{ab}	79.94^{a}	70.14^{a}	60.45^{c}	56.20^{c}	56.65^{a}	64.49^{a}	66.49^{ab}	77.43^{a}	71.29^{a}	86.89^{a}
90-105	88.57^{a}	78.88^{ab}	82.61^{a}	76.09^{a}	62.89^{c}	92.09^{c}	54.92^{a}	58.36^{a}	65.07^{ab}	80.23^{a}	68.18^{a}	88.55^{a}
105-120	76.59^{a}	65.29^{a}	80.40^{a}	66.99^{a}	50.17^{bc}	46.08^{b}	42.68^{a}	59.50^{a}	55.28^{a}	65.79^{a}	60.76^{a}	83.32^{a}
Mean	85.42	84.05	92.11	72.17	52.55	51.54	53.29	68.91	74.37	79.02	77.32	93.00
F - test	Ns	ns	*	ns	**	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
C.V. (%)	17.60	15.00	10.80	13.30	13.00	11.20	13.90	23.60	11.00	11.00	20.30	8.40

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยตลอดปี

ปริมาณธาตุอาหารในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในแปลงที่มีการใช้ปุ๋ยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.3 ถึง 2.56 เปอร์เซ็นต์ โดยแปลงที่มีการคลุมด้วยทะลายเปล่า (mulching) มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด 2.56 เปอร์เซ็นต์และแปลงควบคุม ซึ่งไม่มีการใช้ปุ๋ยจะมีระดับไนโตรเจนเฉลี่ยต่ำสุด 2.07 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดพบว่าทุกสิ่งทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.16 ถึง 0.17 เปอร์เซ็นต์ แปลงควบคุมจะมีระดับฟอสฟอรัสต่ำสุดคือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยของปริมาณพอแตสเซี่ยม พบว่าการคลุมด้วยทะลาย (mulching) จะทำให้ค่าเฉลี่ยของระดับพอแตสเซียม สูงกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ คือ 1.035 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้ว่าแปลงควบคุมจะมีระดับของ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส พอแตสเซียม และซัลเฟอร์ต่ำกว่าแปลงอื่น ๆ ที่มีการให้ปัจจัยปุ๋ย แต่พบว่า ในแปลงควบคุม จะมีระดับค่าเฉลี่ยของแมกนีเซียม โบรอน และแคลเซียมสูงกว่าแปลงอื่นๆ ที่มีการให้ปัจจัยปุ๋ย (ตารางที่ 11)

สำหรับแปลงทดลองที่ตรังพบว่าปริมาณค่าเฉลี่ยของธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส พอแตสเซียม และซัลเฟอร์ ในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยจะสูงกว่าแปลงควบคุม ในขณะที่ปริมาณแมกนีเซียม โบรอน และแคลเซียมในแปลงควบคุม จะสูงกว่าแปลงที่มีการใช้ปุ๋ย ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการทดลองที่จังหวัดกระบี่ (ตารางที่ 12) โดยทุกแปลงทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยจะมีระดับของไนโตรเจนเฉลี่ยประมาณ 2.3 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงควบคุม มีระดับไนโตรเจนเพียง 2.0 เปอร์เซ็นต์ ระดับของฟอสฟอรัสพบว่าทุกแปลงมีค่าเฉลี่ย 0.16 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พอแตสเซียม มีค่าเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 0.9 เปอร์เซ็นต์

สัมประสิทธิความแปรปรวน (C.V.) ของธาตุอาหารต่างๆ พบว่าทั้งในแปลงทดลองที่ตรังและกระบี่ค่าดังกล่าวจะมีค่าต่ำสำหรับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส พอแตสเซียม โบรอน และแคลเซียม ในขณะที่ค่าดังกล่าวของแมกนีเซียมและซัลเฟอร์จะมีค่าสูง

ตารางที่ 11 ธาตุอาหารเฉลี่ยตลอดปีและค่าCoefficient of Variation (C.V.) ในใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปัจจัยธาตุอาหารต่างกันในแปลงทดลองจังหวัดกระบี่

Element (Unit)	Treatment					
	T1	T2	T3	Control	Mulching	No-mulching
N(%)	2.32 (3.6)*	2.45 (3.0)*	2.44 (1.90)*	2.07 (0.6)*	2.56 (0.3)*	2.34 (0.5)*
P(%)	0.173 (8.10)*	0.172 (4.20)*	0.173 (6.90)*	0.157 (4.0)*	0.176 (3.80)*	0.167 (4.5)*
K(%)	0.935 (5.4)*	0.948 (5.2)*	0.926 (4.8)*	0.711 (1.0)*	1.035 (1.10)*	0.919 (1.50)*
Mg(%)	0.322 (11.20)*	0.293 (6.90)*	0.293 (7.90)*	0.342 (1.70)*	0.266 (2.20)*	0.306 (2.60)*
B(mg/k)	15.20 (7.6)*	14.36 (6.6)*	13.77 (10.20)*	15.53 (2.20)*	14.10 (2.50)*	12.96 (1.50)*
S(%)	0.156 (23.20)*	0.168 (15.70)*	0.163 (11.50)*	0.139 (6.10)*	0.158 (6.20)*	0.173 (5.40)*
Ca(%)	0.791 (4.50)*	0.772 (4.10)*	0.726 (7.60)*	0.886 (1.30)*	0.732 (1.90)*	0.806 (2.00)*

( )* : ค่า Coefficient of Variation [CV.]

Central Library
Prince of Songkla University

ตารางที่ 12 ธาตุอาหารเฉลี่ยตลอดปีและค่าCoefficient of Variation (C.V.) ในใบที่ 17 ของปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปัจจัยธาตุอาหารต่างกันในแปลงทดลองจังหวัดตรัง

Element (Unit)	Treatment				
	T1	T2	T3	T4	Control
N(%)	2.365 (2.80)*	2.311 (3.20)*	2.330 (3.20)*	2.352 (3.00)*	2.049 (0.60)*
P(%)	0.165 (5.70)*	0.160 (5.20)*	0.165 (5.80)*	0.166 (5.60)*	0.153 (3.90)*
K(%)	0.931 (11.8)*	0.946 (6.10)*	0.931 (7.40)*	0.958 (5.70)*	0.914 (0.80)*
Mg(%)	0.315 (9.30)*	0.305 (8.60)*	0.334 (7.40)*	0.294 (10.40)*	0.369 (1.30)*
B(mg/kg)	13.25 (9.30)*	13.45 (7.90)*	12.75 (9.70)*	12.88 (10.10)*	13.97 (3.20)*
S(%)	0.157 (17.60)*	0.156 (16.0)*	0.167 (13.70)*	0.164 (16.00)*	0.149 (9.30)*
Ca(%)	0.772 (7.10)*	0.704 (9.00)*	0.689 (5.70)*	0.706 (7.40)*	0.751 (1.70)*

( )* : ค่า Coefficient of Variation [CV.]

การเปลี่ยนแปลงของระดับธาตุไนโตรเจนในใบ

การทดลองที่กระบี่ ซึ่งใช้ระดับการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับ พบว่าระดับที่มีการให้ปุ๋ยไนโตรเจนต่ำสุดคือ 0.4 กก. N/ต้น/ปี (T1) มีค่าเฉลี่ยของประมาณไนโตรเจนในใบ 2.32 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ T2 ซึ่งให้ไนโตรเจน 0.8 kg N/ต้น/ปี จะมีค่าเฉลี่ยของไนโตรเจน 2.45 เปอร์เซ็นต์ และการเพิ่มระดับไนโตรเจนเป็น 1.2 kg N/ต้น/ปี (T3) ก็ไม่ทำให้ระดับไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้นจาก T2 แต่การใช้ทะลายเปล่าคลุมโคนปาล์ม พบว่าจะทำให้ค่าไนโตรเจนเฉลี่ยทั้งปีเพิ่มขึ้นเป็น 2.56 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงซึ่งไม่มีการคลุมโคนจะมีค่าเฉลี่ยเพียง 2.34 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแปลงควบคุม ซึ่งไม่มีการใช้ปุ๋ยเลยจะมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยเพียง 2.07 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (ตารางที่ 13)

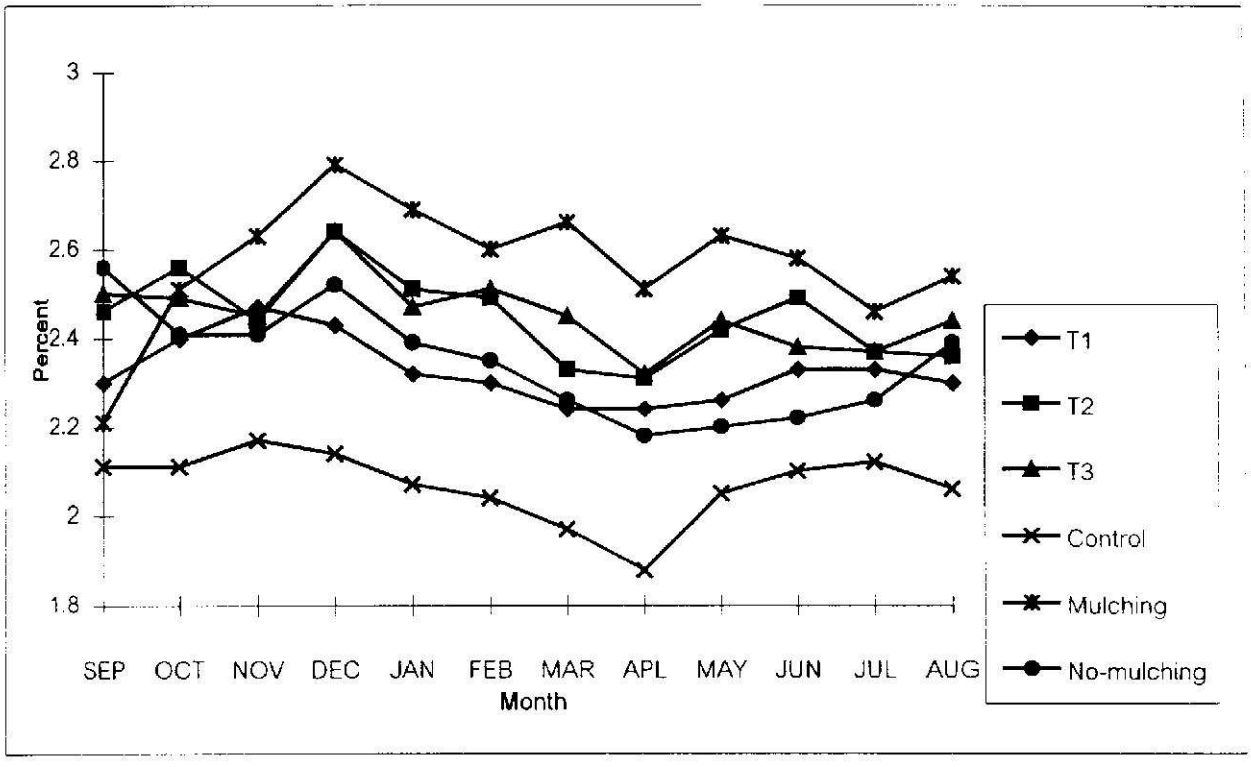
เมื่อเปรียบเทียบระดับปริมาณไนโตรเจนในใบกับปริมาณการใช้ปุ๋ยในแปลงต่างๆ พบว่าการใช้ปุ๋ยในระดับ 0.4 ถึง 1.2 กก. N/ต้น/ปี ไม่มีความแตกต่างกันในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม และจะมีความแปรปรวนมากระหว่างเดือนตุลาคมถึงมกราคม แต่มีความสอดคล้องของปริมาณปุ๋ยกับปริมาณธาตุอาหารในใบในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งช่วงดังกล่าวนี้จะเป็นช่วงที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างใบ (ตารางที่ 14)

จากการเปรียบเทียบระดับของไนโตรเจนในแต่ละเดือนของแต่ละแปลงทดลอง พบว่าในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม จะเป็นช่วงที่ระดับของไนโตรเจนต่ำ ในขณะที่ช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมจะเป็นช่วงที่มีระดับไนโตรเจนในใบสูงและจะค่อย ๆ ลดลงโดยมีค่าต่ำสุดในเดือนเมษายน จากนั้นปริมาณไนโตรเจนจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงเดือนธันวาคม (รูปที่ 6)

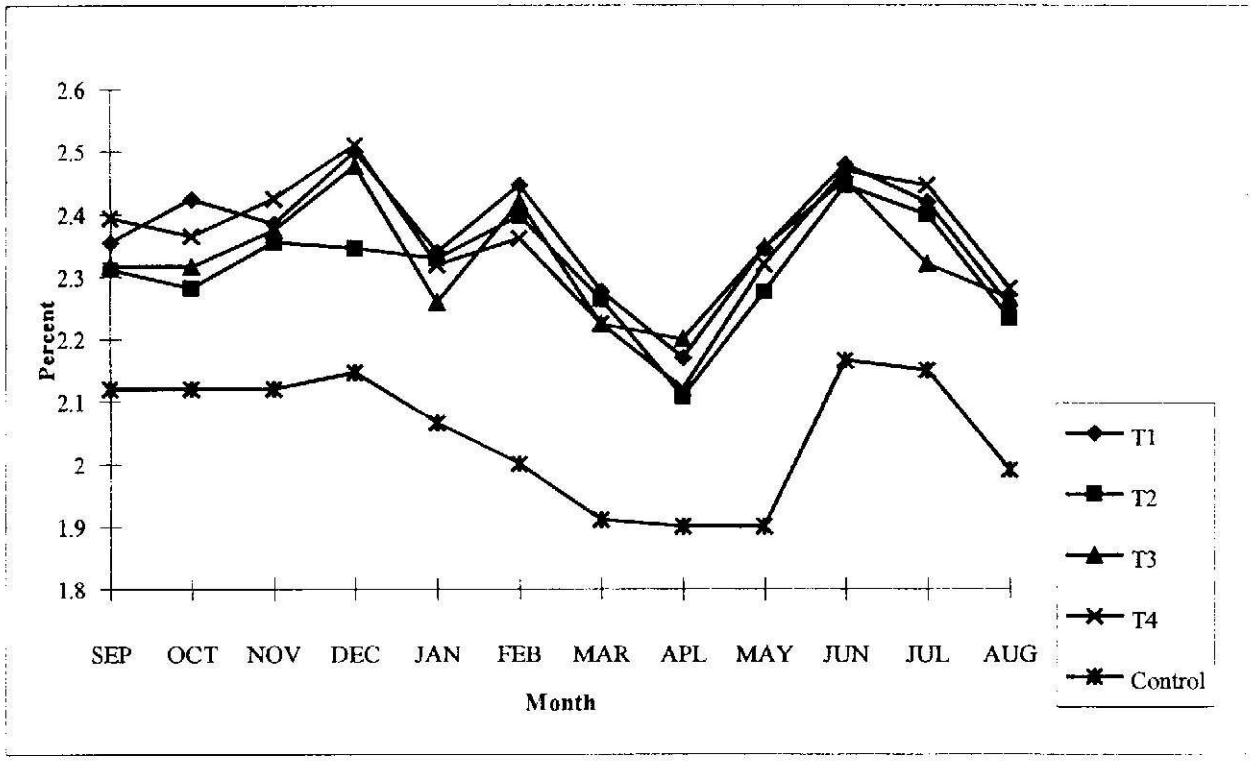
การทดลองที่ตรัง ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 0.84 กก. N /ต้น/ปี เปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่มีการใช้ปุ๋ย พบว่าแปลงที่ให้ไนโตรเจน จะมีค่าเฉลี่ยทั้งปีระหว่าง 2.31 ถึง 2.36 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยจะมีค่าเฉลี่ย 2.05 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนแต่ละเดือน จะมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 15)

จากตารางที่ 16 พบว่าในแปลงที่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนระดับเดียวกัน (T1, T2, T3, T4) จะมีความแตกต่างกันในระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมและในเดือนกรกฎาคม ซึ่งช่วงดังกล่าวมีการให้ปุ๋ยกับปาล์ม แต่ในระหว่างเดือนมกราคมถึงมิถุนายนพบว่าปริมาณไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งช่วงดังกล่าวน่าจะเหมาะสมในการเก็บตัวอย่างใบเพื่อ วิเคราะห์ไนโตรเจนได้

การเปลี่ยนแปลงของประมาณไนโตรเจนในแต่ละเดือนพบว่า ในเดือนธันวาคมระดับไนโตรเจนจะสูงสุดและจะมีเปลี่ยนแปลงมากระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมสำหรับแปลงที่มีการใส่ปุ๋ย แต่ในแปลงที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยจะมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม โดยระดับของปริมาณไนโตรเจนจะมีค่าต่ำสุดในเดือนเมษายน (รูปที่ 7)



รูปที่ 6 ระดับไนโตรเจน (%) ของ Treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่



รูปที่ 7 ระดับไนโตรเจน (%) ของ Treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบระดับไนโตรเจน (%) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Month	Treatment					
	T1	T2	T3	Control	Mulching	No-mulching
SEP	2.30^{ab}	2.46^{c-f}	2.50^{d}	2.11^{ef}	2.21^{a}	2.56^{h}
OCT	2.40^{bc}	2.56^{f-g}	2.49^{d}	2.11^{ef}	2.51^{c}	2.41^{i}
NOV	2.47^{c}	2.44^{b-e}	2.45^{cd}	2.17^{h}	2.63^{g}	2.41^{i}
DEC	2.43^{bc}	2.64^{g}	2.64^{d}	2.14^{g}	2.79^{i}	2.52^{g}
JAN	2.32^{ab}	2.51^{ef}	2.47^{d}	2.07^{d}	2.69^{i}	2.39^{e}
FEB	2.30^{ab}	2.49^{def}	2.51^{d}	2.04^{c}	2.60^{f}	2.35^{d}
MAR	2.24^{a}	2.33^{ab}	2.45^{cd}	1.97^{b}	2.66^{h}	2.26^{c}
APL	2.24^{a}	2.31^{a}	2.32^{a}	1.88^{a}	2.51^{c}	2.18^{a}
MAY	2.26^{a}	2.42^{a-e}	2.44^{bcd}	2.05^{cd}	2.63^{g}	2.20^{b}
JUN	2.33^{abc}	2.49^{ef}	2.38^{bcd}	2.10^{e}	2.58^{e}	2.22^{b}
JUL	2.33^{abc}	2.37^{a-d}	2.37^{ab}	2.12^{fg}	2.46^{b}	2.26
AUG	2.30^{ac}	2.36^{abc}	2.44^{bcd}	2.06^{d}	2.54^{g}	2.39^{e}
Total-mean	2.32	2.45	2.44	2.07	2.56	2.34
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	3.6	3.0	1.9	0.6	0.3	0.5

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบระดับไนโตรเจน (%) ในแต่ละเดือน ของ treatment ต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	2.30^{c}	2.40^{b}	2.47^{d}	2.43^{b}	2.32^{b}	2.30^{b}	2.24^{b}	2.24^{b}	2.26^{b}	2.33^{c}	2.33^{c}	2.30^{b}
T2	2.46^{d}	2.56^{d}	2.44^{c}	2.64^{c}	2.51^{c}	2.49^{c}	2.33^{b}	2.31^{b}	2.42^{c}	2.49^{d}	2.37^{c}	2.36^{bc}
T3	2.50^{d}	2.49^{c}	2.45^{cd}	2.46^{b}	2.47^{c}	2.51^{c}	2.45^{c}	2.32^{b}	2.44^{c}	2.38^{c}	2.37^{c}	2.44^{cd}
Control	2.11^{a}	2.11^{a}	2.17^{a}	2.14^{a}	2.07^{a}	2.04^{a}	1.97^{a}	1.88^{a}	2.05^{a}	2.10^{a}	2.12^{a}	2.06^{a}
mulching	2.21^{b}	2.51^{c}	2.63^{e}	2.79^{d}	2.69^{d}	2.60^{d}	2.66^{d}	2.51^{c}	2.63^{d}	2.58^{e}	2.46^{b}	2.54^{d}
No-mulching	2.56^{e}	2.41^{b}	2.41^{b}	2.52^{bc}	2.39^{b}	2.35^{b}	2.26^{b}	2.18^{b}	2.20^{b}	2.22^{b}	2.26^{b}	2.39^{bc}
Total mean	2.35	2.41	2.43	2.50	2.40	2.38	2.32	2.24	2.33	2.35	2.32	2.34
F - test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	1.50	0.80	0.80	4.00	2.10	2.10	2.60	5.10	1.90	2.10	1.60	3.30

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบระดับไนโตรเจน (%) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Month	Treatment				
	T1	T2	T3	T4	Control
SEP	2.354^{de}	2.311^{bcd}	2.316^{bcd}	2.393^{def}	2.120^{d}
OCT	2.423^{efg}	2.281^{bcd}	2.315^{bcd}	2.365^{de}	2.120^{d}
NOV	2.384^{de}	2.354^{de}	2.374^{de}	2.424^{ef}	2.120^{d}
DEC	2.499^{h}	2.345^{cde}	2.476^{f}	2.509^{g}	2.145^{e}
JAN	2.339^{cd}	2.329^{cde}	2.258^{ab}	2.318^{cd}	2.065^{c}
FEB	2.446^{fgh}	2.396^{ef}	2.419^{ef}	2.360^{de}	2.00^{b}
MAR	2.276^{bc}	2.263^{bc}	2.223^{a}	2.224^{b}	1.910^{a}
APL	2.169^{a}	2.107^{a}	2.199^{a}	2.120^{a}	1.900^{a}
MAY	2.345^{d}	2.275^{bcd}	2.346^{cde}	2.319^{cd}	1.900^{a}
JUN	2.479^{gh}	2.446^{f}	2.454^{f}	2.468^{fg}	2.165^{f}
JUL	2.419^{efg}	2.398^{ef}	2.319^{bcd}	2.446^{fg}	2.150^{e}
AUG	2.253^{b}	2.233^{b}	2.265^{abc}	2.281^{bc}	1.990^{b}
Total-mean	2.365	2.311	2.330	2.352	2.049
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	2.80	3.20	3.20	3.00	0.60

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบระดับไนโตรเจน (%) ในแต่ละเดือน treatment ของเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	2.345^{b}	2.423^{c}	2.384^{bc}	2.499^{c}	2.339^{b}	2.446^{b}	2.276^{b}	2.169^{b}	2.345^{b}	2.479^{b}	2.419^{c}	2.253^{b}
T2	2.311^{b}	2.281^{b}	2.354^{b}	2.345^{b}	2.329^{b}	2.396^{b}	2.263^{b}	2.107^{b}	2.275^{b}	2.446^{b}	2.398^{bc}	2.233^{b}
T3	2.316^{b}	2.315^{b}	2.374^{bc}	2.476^{c}	2.258^{b}	2.419^{b}	2.223^{b}	2.199^{b}	2.346^{b}	2.454^{b}	2.319^{b}	2.265^{b}
T4	2.393^{b}	2.365^{b}	2.424^{c}	2.509^{c}	2.318^{b}	2.360^{b}	2.224^{b}	2.120^{b}	2.319^{b}	2.468^{b}	2.446^{bc}	2.281^{b}
Control	2.120^{a}	2.120^{a}	2.120^{a}	2.145^{a}	2.065^{a}	2.000^{a}	1.910^{a}	1.900^{a}	1.900^{a}	2.165^{a}	2.150^{a}	1.990^{a}
total mean	2.229	2.295	2.331	2.394	2.262	2.324	2.179	2.099	2.229	2.402	2.339	2.204
F - test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	3.50	3.0	2.30	2.50	3.40	3.40	3.30	4.70	3.80	2.60	3.70	3.80

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

การเปลี่ยนแปลงของระดับธาตุฟอสฟอรัสในใบ

การทดลองที่กระบี่ มีการใช้ฟอสฟอรัส 3 ระดับ คือ 0.4, 0.67 และ 0.8 kg P_2O_5/ต้น/ปี พบว่าในทุกแปลงมีค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสในใบ 0.172 - 0.173 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงซึ่งไม่มีการให้ฟอสฟอรัสจะมีค่าเฉลี่ยทั้งปีเพียง 0.157 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้ทะลายเปล่าคลุมในแปลงที่ให้ปุ๋ย 0.8 kg P_2O_5/ต้น/ปี จะทำให้ปริมาณของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่คลุม (no-mulching) โดยเพิ่มจาก 0.167 เปอร์เซ็นต์ เป็น 0.176 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

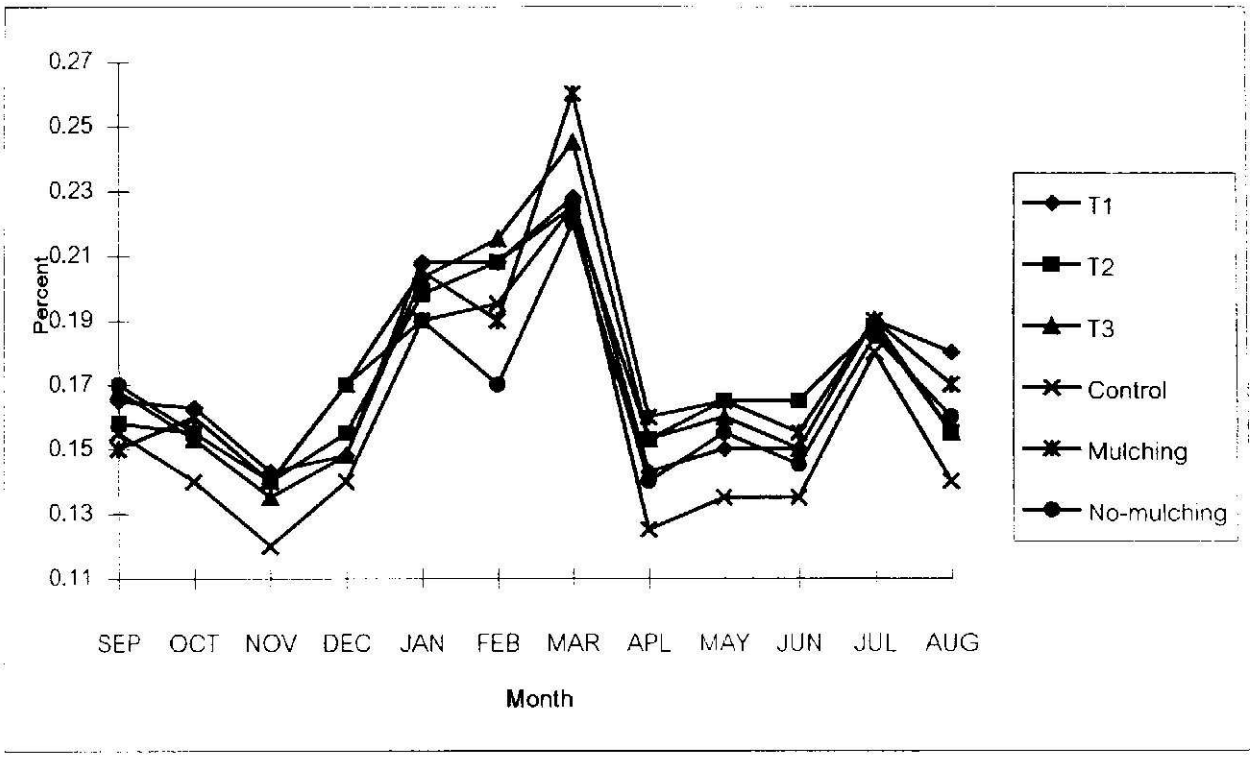
เมื่อเปรียบเทียบระดับฟอสฟอรัสในแต่ละเดือน พบว่าทุกแปลงทดลองมีฟอสฟอรัสสูงสุดในเดือนมีนาคมและจะลดลงในเดือนเมษายนและคงที่อยู่ระหว่างเดือนเมษายนถึงมิถุนายน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.145 ถึง 0.155 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นพบว่าระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงพฤศจิกายนจะมีการเปลี่ยนแปลงมาก เนื่องจากช่วงดังกล่าวมีการใส่ปุ๋ยให้กับปาล์มน้ำมัน โดยในเดือนพฤศจิกายนระดับของฟอสฟอรัสจะต่ำสุดโดยมีค่าเฉลี่ย 0.136 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ถึงเดือนมีนาคม (รูปที่ 8 และตารางที่ 18) โดยค่าเฉลี่ยของระดับฟอสฟอรัสในทุกแปลงทดลองจะสูงในเดือนมีนาคม คือ 0.234 เปอร์เซ็นต์

ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสกับปริมาณฟอสฟอรัสในใบ พบว่าในเดือนพฤษภาคม จะมีความเหมาะสมกว่าเดือนอื่นๆ คือระดับ T2> T3> T1 ซึ่งสอดคล้องกับระดับการใช้ปุ๋ย P_2O_5 ในแปลงทดลองดังกล่าว ในขณะที่ช่วงเดือนอื่นๆ ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่ชัดเจน (รางที่ 18)

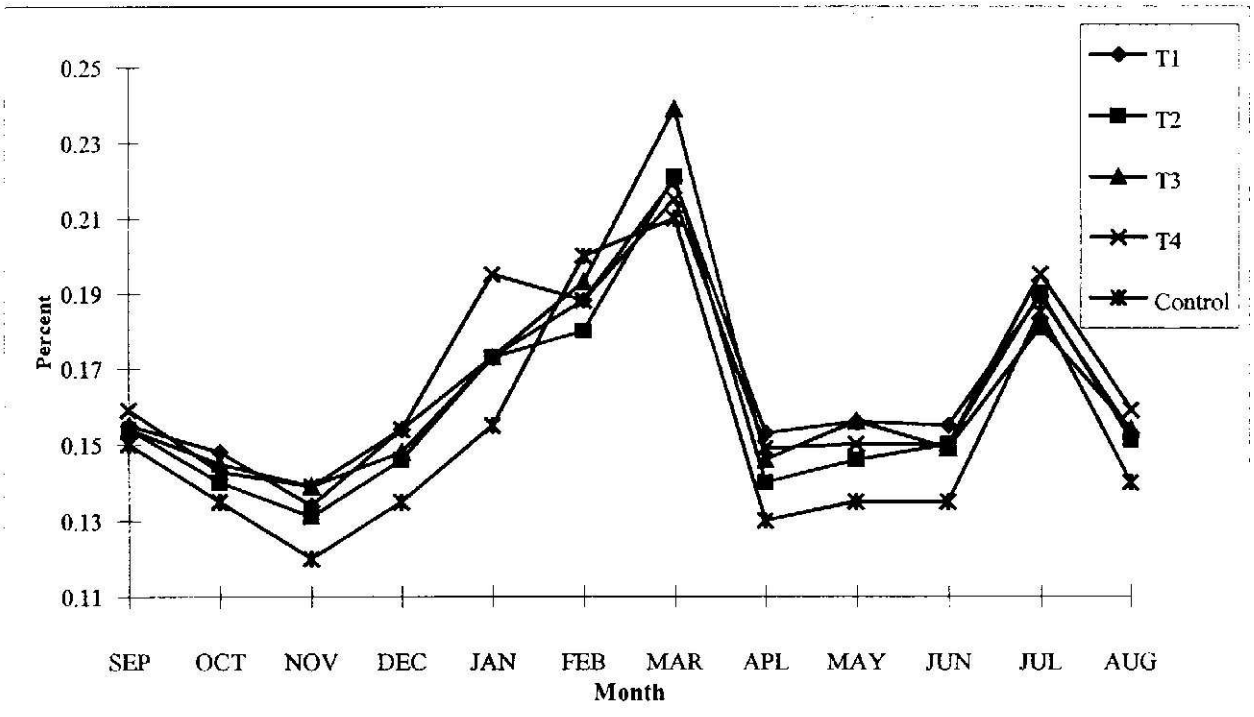
การทดลองที่ตรัง มีการใช้ฟอสฟอรัส 3 ระดับ คือ 0, 0.46 และ 0.92 P_2O_5 kg/ต้น/ปี พบว่าค่าเฉลี่ยทั้งปีของการใช้ฟอสฟอรัส 0.46 และ 9.2 P_2O_5 kg/ต้น/ปี ไม่ทำให้ระดับของฟอสฟอรัสเฉลี่ยในใบทั้งปีแตกต่างกัน กล่าวคือ การใช้ระดับ 0.46 P_2O_5 kg/ต้น/ปี (T1, T2) จะมีค่าเฉลี่ย 0.160 - 0.165 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใช้ระดับ 0.92 P_2O_5 kg/ต้น/ปี (T3, T4) จะมีค่าเฉลี่ย 0.165 - 0.166 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตามในแปลงที่ไม่มีการใช้ปุ๋ย (Control) จะมีค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสทั้งปีเพียง 0.153 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 19)

การเปลี่ยนแปลงของระดับฟอสฟอรัสในใบพบว่าทุกระดับของการให้ปุ๋ยจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยระดับของฟอสฟอรัสจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน และสูงสุดในเดือนมีนาคมโดยค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 0.133 เปอร์เซ็นต์ในเดือนพฤศจิกายนเป็น 0.221 เปอร์เซ็นต์ในเดือนมีนาคม และจะลดลงอย่างรวดเร็วโดยจะเหลือเพียง 0.144 เปอร์เซ็นต์ในเดือนเมษายน ระหว่างเดือนเมษายนถึงมิถุนายนระดับของฟอสฟอรัสค่อนข้างจะคงที่โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.144 ถึง 0.149 เปอร์เซ็นต์ หลังจากมิถุนายนระดับของฟอสฟอรัสจะมีการเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งถึง

เดือนพฤศจิกายนซึ่งมีระดับของฟอสฟอรัสในใบมีค่าต่ำสุดและไม่มีความแตกต่างในการใช้ปุ๋ยที่ต่างกัน (รูปที่ 9 และตารางที่ 20) การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสกับปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบ จะมีความสัมพันธ์ในระหว่างเดือนเมษายนถึงมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงที่ระดับของฟอสฟอรัสในใบค่อนข้างจะคงที่ (ตารางที่ 20)



รูปที่ 8 ระดับฟอสฟอรัส (%) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือนในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่)



รูปที่ 9 ระดับฟอสฟอรัส (%) ของ Treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือนในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง)

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบระดับฟอสฟอรัส(%) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Month	Treatment					
	T1	T2	T3	Control	Mulching	No-mulching
SEP	0.165^{bc}	0.158^{bc}	0.168^{c}	0.155^{c}	0.150^{b}	0.170^{d}
OCT	0.163^{abc}	0.155^{bc}	0.153^{abc}	0.140^{b}	0.160^{bcd}	0.155^{bc}
NOV	0.143^{a}	0.140^{a}	0.135^{a}	0.120^{a}	0.140^{a}	0.140^{a}
DEC	0.148^{ab}	0.155^{bc}	0.148^{ab}	0.140^{b}	0.170^{d}	0.170^{d}
JAN	0.208^{ef}	0.198^{de}	0.203^{de}	0.190^{e}	0.205^{f}	0.190^{e}
FEB	0.208^{ef}	0.208^{e}	0.215^{e}	0.195^{e}	0.190^{e}	0.170^{d}
MAR	0.228^{f}	0.225^{f}	0.245^{f}	0.225^{f}	0.260^{g}	0.220^{f}
APL	0.143^{a}	0.153^{b}	0.153^{abc}	0.125^{a}	0.160^{bcd}	0.140^{a}
MAY	0.150^{abc}	0.165^{c}	0.160^{bc}	0.135^{b}	0.165^{cd}	0.155^{bc}
JUN	0.150^{abc}	0.165^{c}	0.150^{abc}	0.135^{b}	0.155^{bc}	0.145^{abc}
JUL	0.190^{de}	0.188^{d}	0.190^{e}	0.180^{d}	0.190^{e}	0.185^{e}
AUG	0.180^{cd}	0.155^{bc}	0.155^{bc}	0.140^{b}	0.170^{d}	0.160^{cd}
Total-mean	0.173	0.172	0.173	0.157	0.176	0.167
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	8.10	4.20	6.90	4.0	3.80	4.50

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบระดับฟอสฟอรัส (%) ในแต่ละเดือนของ treatment ต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	0.165^{bc}	0.163^{b}	0.143^{b}	0.148^{ab}	0.208^{a}	0.208^{cd}	0.228^{a}	0.143^{bc}	0.150^{b}	0.150^{b}	0.190^{b}	0.180^{c}
T2	0.158^{ab}	0.155^{b}	0.140^{b}	0.155^{b}	0.198^{a}	0.208^{cd}	0.225^{a}	0.153^{cd}	0.165^{c}	0.165^{c}	0.188^{ab}	0.155^{abc}
T3	0.168^{c}	0.153^{b}	0.135^{b}	0.148^{ab}	0.203^{a}	0.215^{d}	0.245^{ab}	0.153^{cd}	0.160^{bc}	0.150^{b}	0.190^{b}	0.155^{ab}
Control	0.155^{a}	0.140^{a}	0.120^{a}	0.140^{a}	0.190^{a}	0.195^{bc}	0.225^{a}	0.125^{a}	0.135^{a}	0.135^{a}	0.180^{a}	0.140^{a}
mulching	0.150^{a}	0.160^{b}	0.140^{b}	0.170^{c}	0.205^{a}	0.190^{b}	0.260^{b}	0.160^{d}	0.165^{c}	0.155^{bc}	0.190^{b}	0.170^{bc}
No-mulching	0.170^{c}	0.155^{b}	0.140^{b}	0.170^{c}	0.190^{a}	0.170^{a}	0.220^{a}	0.140^{b}	0.155^{bc}	0.145^{ab}	0.185^{ab}	0.160^{b}
Total mean	0.161	0.154	0.136	0.155	0.199	0.198	0.234	0.145	0.155	0.150	0.187	0.160
F - test	**	**	**	**	ns	**	*	**	**	**	ns	**
C.V. (%)	3.50	4.30	3.60	4.90	7.10	4.70	7.70	5.40	4.40	5.0	3.30	7.50

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 19 เปรียบเทียบระดับฟอสฟอรัส (%) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Month	Treatment				
	T1	T2	T3	T4	Control
SEP	0.155^{b}	0.154^{c}	0.154^{bc}	0.159^{c}	0.150^{d}
OCT	0.148^{b}	0.140^{b}	0.145^{ab}	0.143^{ab}	0.135^{bc}
NOV	0.134^{a}	0.131^{a}	0.139^{a}	0.139^{a}	0.120^{a}
DEC	0.154^{b}	0.146^{b}	0.148^{abc}	0.154^{c}	0.135^{bc}
JAN	0.173^{c}	0.173^{d}	0.173^{d}	0.195^{d}	0.155^{c}
FEB	0.188^{d}	0.180^{d}	0.193^{e}	0.188^{d}	0.200^{f}
MAR	0.220^{e}	0.221^{f}	0.239^{f}	0.215^{e}	0.210^{g}
APL	0.153^{b}	0.140^{b}	0.146^{abc}	0.149^{bc}	0.130^{b}
MAY	0.156^{c}	0.146^{b}	0.156^{c}	0.150^{bc}	0.135^{bc}
JUN	0.155^{b}	0.150^{c}	0.149^{abc}	0.150^{bc}	0.135^{bc}
JUL	0.189^{d}	0.190^{e}	0.181^{d}	0.195^{d}	0.185^{e}
AUG	0.153^{b}	0.151^{c}	0.154^{bc}	0.159^{c}	0.140^{e}
Total-mean	0.165	0.160	0.165	0.166	0.153
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	5.70	5.20	5.80	5.60	3.90

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบระดับฟอสฟอรัส (%) ในแต่ละเดือนของ treatment ต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	0.155^{a}	0.148^{c}	0.134^{bc}	0.154^{c}	0.173^{b}	0.188^{ab}	0.220^{a}	0.153^{c}	0.156^{c}	0.155^{b}	0.189^{bc}	0.153^{b}
T2	0.154^{a}	0.140^{ab}	0.131^{b}	0.146^{b}	0.173^{b}	0.180^{a}	0.221^{a}	0.140^{b}	0.146^{b}	0.150^{b}	0.190^{bc}	0.151^{b}
T3	0.154^{a}	0.145^{ab}	0.139^{c}	0.148^{b}	0.173^{b}	0.193^{b}	0.239^{b}	0.146^{bc}	0.156^{c}	0.149^{b}	0.181^{a}	0.154^{c}
T4	0.159^{a}	0.143^{a}	0.139^{c}	0.154^{c}	0.195^{c}	0.188^{ab}	0.215^{a}	0.149^{bc}	0.150^{bc}	0.150^{b}	0.195^{c}	0.159^{c}
Control	0.150^{a}	0.135^{a}	0.120^{a}	0.135^{a}	0.155^{a}	0.200^{b}	0.210^{a}	0.130^{a}	0.135^{a}	0.135^{a}	0.185^{ab}	0.140^{a}
Total mean	0.154	0.142	0.133	0.147	0.174	0.189	0.221	0.144	0.149	0.148	0.188	0.151
F - test	ns	**	**	**	**	*	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	6.30	4.0	4.80	3.80	7.70	4.60	5.40	6.30	5.60	5.50	3.10	5.20

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

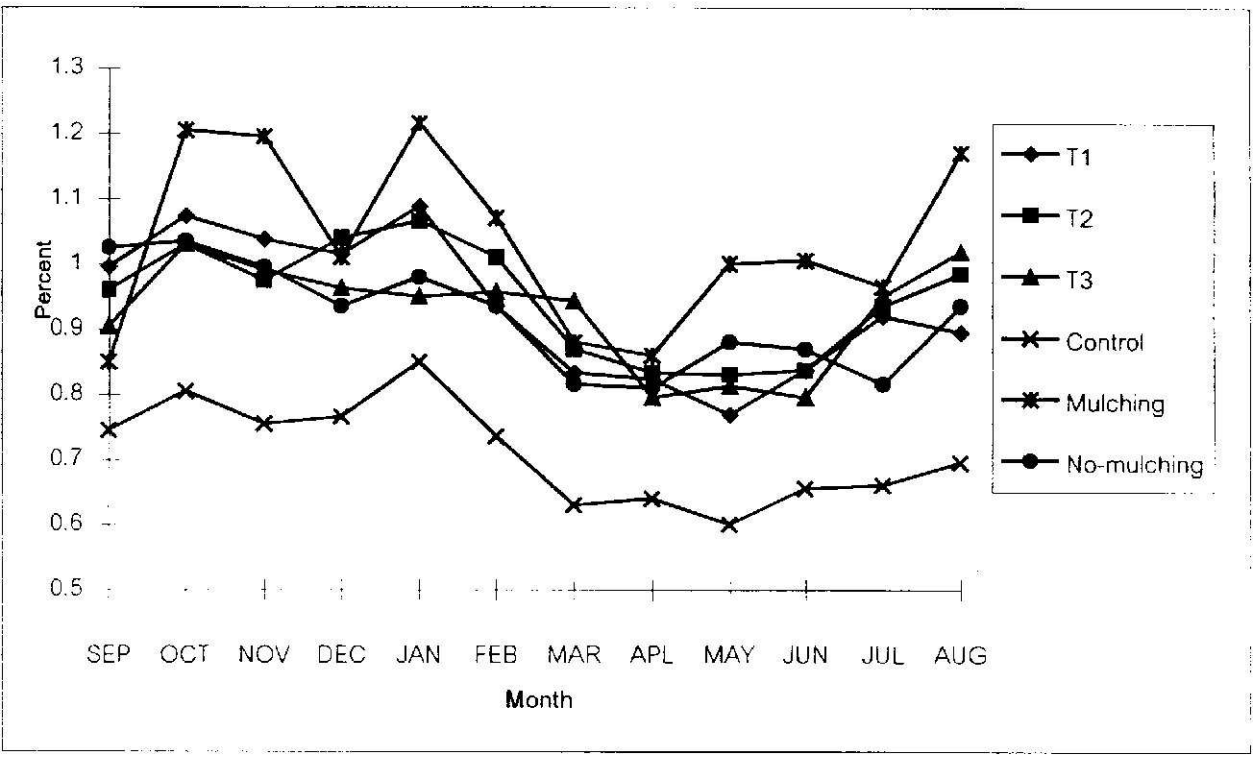
การเปลี่ยนแปลงของระดับพอแตสเซียมในใบ

การทดลองที่กระบี่ มีการใช้พอแตสเซียม 2 ระดับ คือ 1.2 และ 2.4 กก. k_2O/ต้น/ปี (T1 = 1.20, T2 = T3 = 2.4 กก. K_2O/ต้น/ปี) พบว่าค่าเฉลี่ยของพอแตสเซียม ทั้งปีของทั้ง 3 treatment อยู่ระหว่าง 0.926 ถึง 0.948 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงควบคุม ซึ่งไม่มีการให้พอแตสเซียม จะมีค่าเฉลี่ยทั้งปีเพียง 0.711 เปอร์เซ็นต์ การใช้ทะลายเปล่าคลุม (mulching) และให้ปุ๋ยระดับ 2.4 กก. K_2O/ต้น/ปี จะมีค่าเฉลี่ยของพอแตสเซียม มากที่สุด คือ 1.035 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

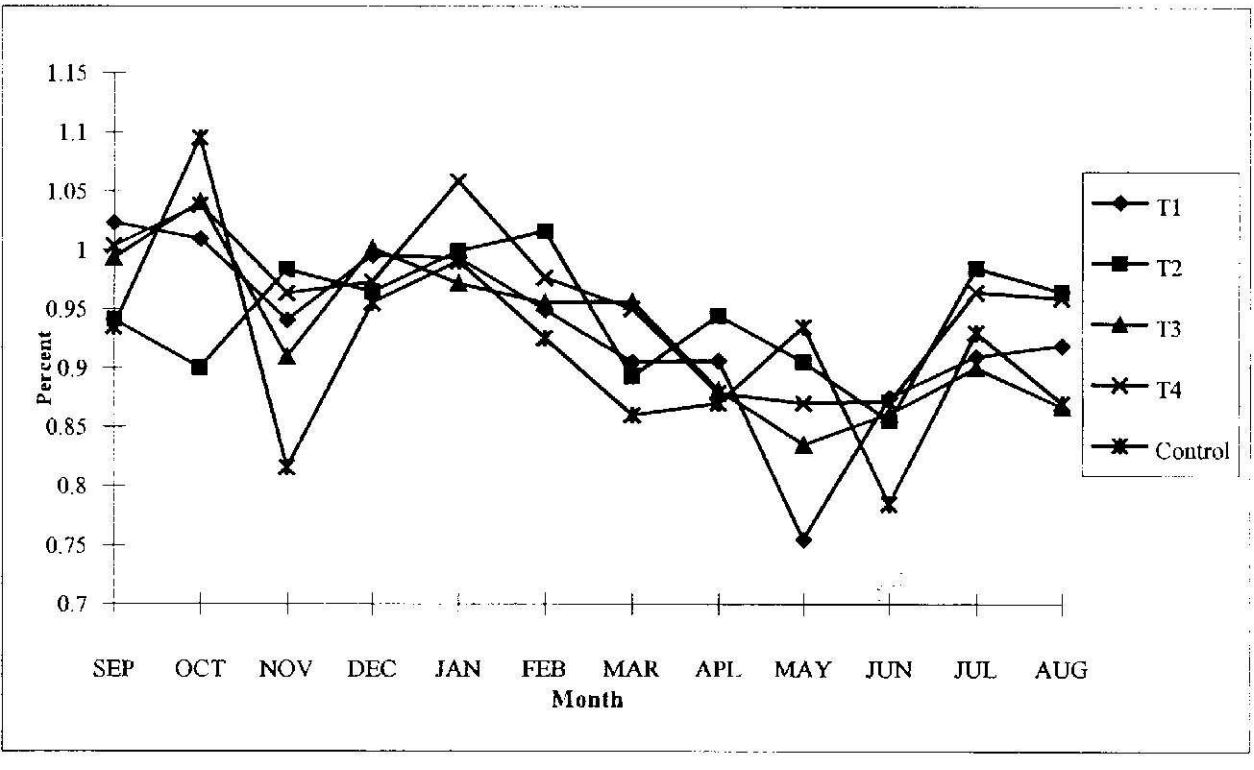
ทุกแปลงทดลองระดับของพอแตสเซียม ในแต่ละเดือนจะมีความแตกต่างทางสถิติโดยปริมาณธาตุอาหารในใบจะต่ำในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน และมีค่าสูงในระหว่างเดือนตุลาคมถึงมกราคม (รูปที่ 10) และมีแนวโน้มลดลงจนถึงเดือนมีนาคม เมื่อเปรียบเทียบระดับการให้ปุ๋ยพอแตสเซียม กับระดับธาตุพอแตสเซียม ในใบพบว่าจะมีความสัมพันธ์กันในเดือนกุมภาพันธ์เท่านั้น (ตารางที่ 22)

การทดลองที่ตรัง มีการใช้ปุ๋ยพอแตสเซียม 2 ระดับ เช่นเดียวกับแปลงทดลองที่กระบี่ พบว่า แปลงที่มีการใช้พอแตสเซียม ระดับ 1.2 กก. K_2O/ต้น/ปี(T1, T3) จะมีค่าเฉลี่ยของระดับพอแตสเซียม 0.931 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงซึ่งให้พอแตสเซียม 2.4 กก. K_2O/ต้น/ปี (T2, T4) จะมีระดับพอแตสเซียม เฉลี่ย 0.946 - 0.958 เปอร์เซ็นต์ โดยแปลงควบคุม จะมีระดับพอแตสเซียม เฉลี่ยทั้งปีเพียง 0.914 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณพอแตสเซียม ในแต่ละเดือนจะมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 23)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณพอแตสเซียม ในแต่ละเดือนพบว่าระดับพอแตสเซียม ในทุกระดับของการใช้ปุ๋ยมีแนวโน้มลดลงตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายนและจะเริ่มสูงขึ้นอีกครั้งในเดือนกรกฎาคม (รูปที่ 11) จากการวิเคราะห์ระดับของพอแตสเซียม ระหว่าง treatment พบว่าระดับพอแตสเซียม ในทุก treatment ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในเดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ และพฤษภาคม (ตารางที่ 24)



รูปที่ 10 ระดับพอแตสเซียม (%) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่



รูปที่ 11 ระดับพอแตสเซียม (%) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบระดับพอแตสเซียม (%) ในแต่ละเดือนของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Month	Treatment					
	T1	T2	T3	Control	Mulching	No-mulching
SEP	0.995^{de}	0.960^{cd}	0.905^{b}	0.745^{ef}	0.850^{a}	1.025^{e}
OCT	1.073^{ef}	1.030^{def}	1.030^{e}	0.805^{h}	1.205^{gh}	1.035^{e}
NOV	1.038^{ef}	0.975^{cde}	0.990^{cde}	0.755^{fg}	1.195^{g}	0.995^{d}
DEC	1.015^{ef}	1.040^{ef}	0.963^{b-e}	0.765^{g}	1.010^{d}	0.935^{c}
JAN	1.088^{f}	1.065^{f}	0.950^{bcd}	0.850^{i}	1.215^{h}	0.980^{d}
FEB	0.935^{cd}	1.010^{c-f}	0.957^{bcd}	0.735^{e}	1.070^{e}	0.935^{c}
MAR	0.833^{ab}	0.870^{a-c}	0.943^{bc}	0.630^{b}	0.880^{b}	0.815^{a}
APL	0.823^{ab}	0.833^{a}	0.795^{a}	0.640^{b}	0.860^{a}	0.810^{a}
MAY	0.768^{a}	0.830^{a}	0.813^{a}	0.600^{a}	1.000^{c}	0.880^{b}
JUN	0.837^{ab}	0.837^{a}	0.795^{a}	0.655^{c}	1.005^{d}	0.870^{b}
JUL	0.920^{b-d}	0.935^{bc}	0.950^{bcd}	0.660^{c}	0.965^{c}	0.815^{a}
AUG	0.895^{bc}	0.985^{cd}	1.018^{de}	0.695^{d}	1.170^{f}	0.935^{c}
Total-mean	0.935	0.948	0.926	0.711	1.035	0.919
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	5.4	5.2	4.80	1.0	1.10	1.50

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบระดับพอแตสเซียม (%) ในแต่ละ treatment ในเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	0.995^{d}	1.073^{b}	1.038^{b}	1.015^{cd}	1.088^{d}	0.935^{b}	0.833^{b}	0.823^{b}	0.768^{b}	0.837^{b}	0.920^{bc}	0.895^{b}
T2	0.960^{cd}	1.030^{b}	0.975^{b}	1.040^{d}	1.065^{cd}	1.010^{c}	0.870^{b}	0.833^{b}	0.830^{bc}	0.837^{b}	0.935^{c}	0.985^{cd}
T3	0.905^{bc}	1.030^{b}	0.990^{b}	0.963^{bc}	0.950^{b}	0.957^{bc}	0.943^{c}	0.795^{b}	0.813^{bc}	0.795^{b}	0.950^{c}	1.018^{d}
Control	0.745^{a}	0.805^{a}	0.755^{a}	0.765^{a}	0.850^{a}	0.735^{a}	0.630^{a}	0.640^{a}	0.600^{a}	0.665^{a}	0.660^{a}	0.695^{a}
mulching	0.850^{b}	1.205^{c}	1.195^{c}	1.010^{cd}	1.215^{e}	1.070^{d}	0.880^{b}	0.860^{b}	1.000^{d}	1.005^{c}	0.965^{c}	1.170^{e}
No-mulching	1.025^{d}	1.035^{b}	0.995^{b}	0.935^{b}	0.980^{bc}	0.935^{b}	0.815^{b}	0.810^{b}	0.880^{c}	0.870^{b}	0.815^{b}	0.935^{bc}
Total mean	0.913	1.030	0.991	0.955	1.025	0.940	0.828	0.793	0.815	0.833	0.874	0.950
F - test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	5.30	4.30	5.00	3.70	5.70	3.70	5.00	7.00	6.50	6.40	8.40	5.0

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 23 เปรียบเทียบระดับพอแตสเซียม (%) ในแต่ละเดือนของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Month	Treatment				
	T1	T2	T3	T4	Control
SEP	1.023^{c}	0.941^{bcd}	0.993^{de}	1.003^{bc}	0.935^{f}
OCT	1.009^{c}	0.900^{ab}	1.041^{e}	1.038^{c}	1.095^{i}
NOV	0.940^{bc}	0.983^{de}	0.909^{abc}	0.963^{b}	0.815^{b}
DEC	0.995^{bc}	0.964^{cde}	1.001^{de}	0.973^{c}	0.955^{g}
JAN	0.993^{bc}	0.999^{de}	0.971^{cde}	1.058^{c}	0.990^{h}
FEB	0.949^{bc}	1.016^{e}	0.955^{bcd}	0.976^{c}	0.925^{e}
MAR	0.905^{b}	0.893^{ab}	0.956^{bcd}	0.950^{b}	0.860^{c}
APL	0.906^{bc}	0.944^{bcd}	0.881^{ab}	0.879^{a}	0.870^{d}
MAY	0.755^{a}	0.905^{abc}	0.835^{a}	0.870^{b}	0.935^{f}
JUN	0.875^{b}	0.855^{a}	0.861^{a}	0.871^{a}	0.785^{a}
JUL	0.910^{bc}	0.985^{de}	0.900^{abc}	0.964^{c}	0.930^{ef}
AUG	0.919^{bc}	0.964^{cde}	0.867^{a}	0.959^{c}	0.870^{d}
Total-mean	0.931	0.946	0.931	0.958	0.914
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	11.8	6.10	7.40	5.70	0.80

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 24 เปรียบเทียบระดับพอแตสเซียม (%) ในแต่ละ treatment ในเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	1.023^{a}	1.009^{b}	0.940^{b}	0.995^{a}	0.993^{a}	0.949^{a}	0.905^{b}	0.906^{ab}	0.755^{a}	0.875^{b}	0.910^{ab}	0.919^{bc}
T2	0.941^{a}	0.900^{a}	0.983^{b}	0.964^{a}	0.999^{a}	1.016^{a}	0.893^{ab}	0.944^{b}	0.905^{a}	0.855^{b}	0.985^{c}	0.964^{c}
T3	0.993^{a}	1.041^{b}	0.909^{b}	1.001^{a}	0.971^{a}	0.955^{a}	0.956^{c}	0.881^{a}	0.835^{a}	0.861^{b}	0.900^{a}	0.867^{a}
T4	1.003^{a}	1.038^{b}	0.963^{b}	0.973^{a}	1.058^{a}	0.976^{a}	0.950^{c}	0.879^{a}	0.870^{a}	0.871^{b}	0.964^{bc}	0.959^{c}
Control	0.935^{a}	1.095^{b}	0.815^{a}	0.955^{a}	0.990^{a}	0.925^{a}	0.860^{a}	0.870^{a}	0.935^{a}	0.785^{a}	0.930^{abc}	0.870^{ab}
Total mean	0.979	1.017	0.922	0.978	1.002	0.964	0.913	0.896	0.883	0.849	0.938	0.917
F - test	ns	**	**	ns	ns	ns	**	**	ns	*	*	**
C.V. (%)	7.20	9.40	8.30	7.40	6.00	7.50	4.30	4.10	7.70	6.30	5.60	4.80

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

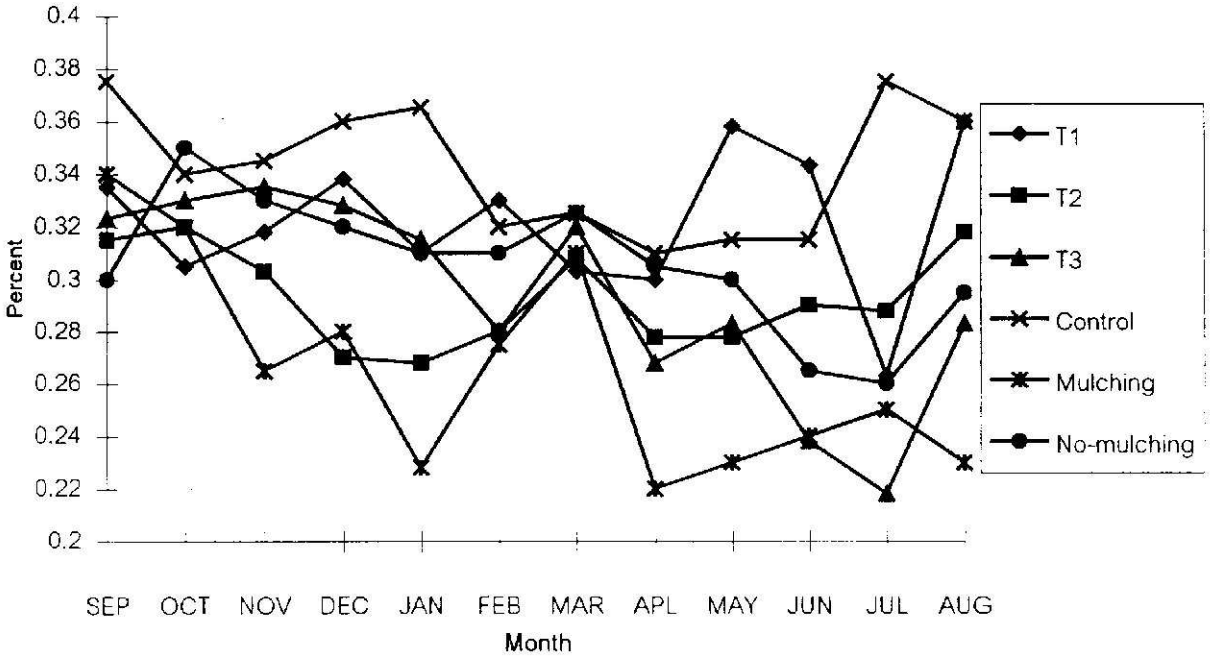
* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

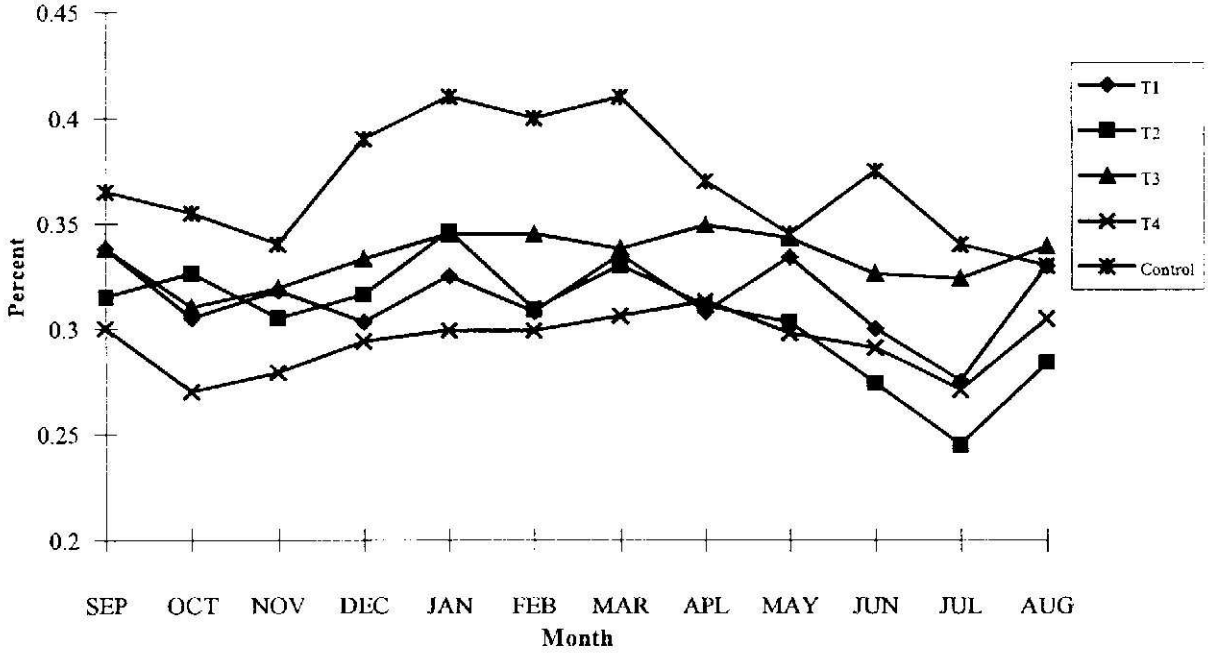
การเปลี่ยนแปลงของระดับแมกนีเซียมในใบ

การทดลองที่กระบี่ ซึ่งทุกแปลงไม่มีการให้ธาตุแมกนีเซียมพบว่า ในแต่ละเดือนของทุก Treatment ระดับของแมกนีเซียมจะแตกต่างกัน ค่าเฉลี่ยของปริมาณแมกนีเซียมทั้งปีในแปลงที่มีการให้ปุ๋ย N, P, K น้อยจะมีระดับของแมกนีเซียมสูง โดย T1 จะมีค่าเฉลี่ย 0.322 เปอร์เซ็นต์ และ Control ซึ่งไม่มีการให้ปุ๋ยจะมีค่าเฉลี่ย 0.342 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงซึ่งมีการให้ปุ๋ยสูงจะมีระดับของแมกนีเซียมในใบต่ำ โดย T2 = T3 = 0.293 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลง mulching จะมีค่าเพียง 0.266 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 25) ปริมาณแมกนีเซียมในแต่ละเดือนของแต่ละแปลงทดลองจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดปี แต่จะคงที่ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน (รูปที่ 12) ค่าเฉลี่ยของปริมาณแมกนีเซียมในเดือนต่างๆ ตลอดปีพบว่า ปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ยทั้งปีไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าระหว่าง 0.28 ถึง 0.33 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าต่ำสุดในเดือนเมษายน (ตารางที่ 26)

การทดลองที่ตรัง ไม่มีการให้ปุ๋ยแมกนีเซียมเช่นเดียวกับการทดลองที่กระบี่ พบว่าปริมาณแมกนีเซียมในแต่ละเดือนไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยเฉพาะแปลงที่มีการใช้ปุ๋ย N, P, K ในระดับสูง (T3, T4) พบว่าระดับแมกนีเซียมทั้งปีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 27) นอกจากนั้นระดับของแมกนีเซียมในแปลง Control ซึ่งไม่มีการใช้ปุ๋ย N, P, K จะมีระดับแมกนีเซียมสูงกว่าแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยในทุกๆ เดือน (รูปที่ 13) โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 0.369 เปอร์เซ็นต์ ในขณะแปลงที่ให้ปุ๋ยในระดับสูง (T4) จะมีระดับของแมกนีเซียมเฉลี่ยทั้งปีเพียง 0.294 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระดับของแมกนีเซียมของแต่ละ treatment ในช่วงเดือนเดียวกัน พบว่าในแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยระดับของแมกนีเซียมจะไม่แตกต่างกันในเดือนธันวาคมและมีนาคม (ตารางที่ 28)



รูปที่ 12 ระดับแมกนีเซี่ยม (%) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่



รูปที่ 13 ระดับแมกนีเซียม (%) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบระดับแมกนีเซี่ยม (%) ในแต่ละเดือนของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Month	Treatment					
	T1	T2	T3	Control	Mulching	No-mulching
SEP	0.335^{b}	0.315^{d}	0.323^{e}	0.375^{f}	0.340	0.300^{bc}
OCT	0.305^{ab}	0.320^{d}	0.330^{e}	0.340^{d}	0.320^{h}	0.350^{f}
NOV	0.318^{ab}	0.303^{bcd}	0.335^{e}	0.345^{d}	0.265^{e}	0.330^{e}
DEC	0.338^{b}	0.270^{ab}	0.328^{e}	0.360^{e}	0.280^{f}	0.320^{de}
JAN	0.310^{ab}	0.268^{a}	0.315^{de}	0.365^{e}	0.228^{b}	0.310^{cd}
FEB	0.330^{b}	0.280^{abc}	0.280^{cd}	0.320^{bc}	0.275^{f}	0.310^{cd}
MAR	0.303^{ab}	0.308^{cd}	0.320^{e}	0.325^{b}	0.310^{g}	0.325^{e}
APL	0.300^{ab}	0.278^{abc}	0.268^{bc}	0.310^{d}	0.220^{a}	0.305^{bc}
MAY	0.358^{b}	0.278^{abc}	0.283^{cd}	0.315^{ab}	0.230^{b}	0.300^{bc}
JUN	0.343^{b}	0.290^{a-d}	0.238^{ab}	0.315^{ab}	0.240^{c}	0.265^{d}
JUL	0.263^{a}	0.288^{a-d}	0.218^{a}	0.375^{f}	0.250^{d}	0.260^{a}
AUG	0.360^{b}	0.318^{d}	0.283^{cd}	0.360^{e}	0.230^{a}	0.295^{b}
Total-mean	0.322	0.293	0.293	0.342	0.266	0.306
F-test	*	**	**	**	**	**
C.V. (%)	11.20	6.90	7.90	1.70	2.20	2.60

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบระดับแมกนีเซี่ยม (%) ในแต่ละ treatment ในเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	0.335^{ab}	0.305^{a}	0.318^{bc}	0.338^{b}	0.310^{c}	0.330^{b}	0.303^{a}	0.300^{bc}	0.358^{c}	0.343^{a}	0.263^{ab}	0.360^{c}
T2	0.315^{ab}	0.320^{ab}	0.303^{b}	0.270^{a}	0.268^{b}	0.280^{a}	0.308^{a}	0.278^{bc}	0.278^{b}	0.290^{a}	0.288^{b}	0.318^{b}
T3	0.323^{ab}	0.330^{abc}	0.335^{c}	0.328^{b}	0.315^{c}	0.280^{a}	0.320^{a}	0.268^{b}	0.283^{b}	0.238^{a}	0.218^{a}	0.283^{b}
Control	0.375^{c}	0.340^{bc}	0.345^{c}	0.360^{c}	0.365^{d}	0.320^{b}	0.325^{b}	0.310^{c}	0.315^{b}	0.315^{a}	0.375^{b}	0.360^{c}
mulching	0.340^{bc}	0.320^{ab}	0.265^{a}	0.280^{a}	0.228^{a}	0.275^{a}	0.310^{a}	0.220^{a}	0.230^{a}	0.240^{a}	0.250^{ab}	0.230^{a}
No-mulching	0.300^{a}	0.350^{c}	0.330^{bc}	0.320^{b}	0.310^{c}	0.310^{b}	0.325^{b}	0.305^{c}	0.300^{b}	0.265^{ab}	0.260^{ab}	0.295^{b}
Total mean	0.331	0.328	0.316	0.316	0.299	0.299	0.315	0.280	0.294	0.282	0.275	0.307
F - test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	7.20	6.40	5.80	4.0	2.20	4.80	1.90	7.70	8.70	10.70	14.20	5.70

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 27 เปรียบเทียบระดับแมกนีเซี่ยม (%) ในแต่ละเดือนของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Month	Treatment				
	T1	T2	T3	T4	Control
SEP	0.338^{d}	0.315^{d}	0.338^{a}	0.300^{a}	0.365^{e}
OCT	0.305^{a-d}	0.326^{de}	0.310^{a}	0.270^{a}	0.355^{d}
NOV	0.318^{bcd}	0.305^{cd}	0.319^{a}	0.279^{a}	0.340^{b}
DEC	0.303^{abc}	0.316^{d}	0.333^{a}	0.294^{a}	0.390^{h}
JAN	0.325^{bcd}	0.346^{e}	0.345^{a}	0.299^{a}	0.410^{i}
FEB	0.308^{bcd}	0.309^{cd}	0.345^{a}	0.299^{a}	0.400^{i}
MAR	0.335^{cd}	0.330^{de}	0.338^{a}	0.306^{a}	0.410^{i}
APL	0.308^{bcd}	0.311^{cd}	0.349^{a}	0.313^{a}	0.370^{f}
MAY	0.334^{cd}	0.303^{cd}	0.343^{a}	0.298^{a}	0.345^{c}
JUN	0.300^{ab}	0.274^{b}	0.326^{a}	0.291^{a}	0.375^{g}
JUL	0.275^{a}	0.245^{a}	0.324^{a}	0.271^{a}	0.340^{b}
AUG	0.330^{bcd}	0.284^{bc}	0.339^{a}	0.305^{a}	0.330^{a}
Total-mean	0.315	0.305	0.334	0.294	0.369
F-test	**	**	ns	ns	**
C.V. (%)	9.30	8.60	7.40	10.40	1.30

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 28 เปรียบเทียบระดับแมกนีเซี่ยม (%) ในแต่ละ treatment ในเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	0.338^{bc}	0.305^{b}	0.318^{ab}	0.303^{a}	0.325^{ab}	0.308^{a}	0.335^{a}	0.308^{a}	0.334^{b}	0.300^{ab}	0.275^{b}	0.330^{bc}
T2	0.315^{ab}	0.326^{b}	0.305^{ab}	0.316^{a}	0.346^{b}	0.309^{a}	0.330^{a}	0.311^{a}	0.303^{a}	0.274^{a}	0.245^{a}	0.284^{a}
T3	0.338^{bc}	0.310^{b}	0.319^{ab}	0.333^{a}	0.345^{b}	0.345^{b}	0.338^{a}	0.349^{b}	0.343^{b}	0.326^{b}	0.324^{c}	0.339^{c}
T4	0.300^{a}	0.270^{a}	0.279^{a}	0.294^{a}	0.299^{a}	0.299^{a}	0.306^{a}	0.313^{a}	0.298^{a}	0.291^{a}	0.271^{b}	0.305^{ac}
Control	0.365^{c}	0.355^{c}	0.340^{b}	0.390^{b}	0.419^{c}	0.400^{c}	0.410^{b}	0.370^{c}	0.345^{b}	0.375^{c}	0.340^{c}	0.330^{bc}
Total mean	0.331	0.313	0.312	0.327	0.345	0.332	0.344	0.330	0.324	0.313	0.291	0.318
F - test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	8.70	8.70	14.0	11.30	8.40	8.30	9.10	6.20	9.30	8.80	7.30	7.90

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

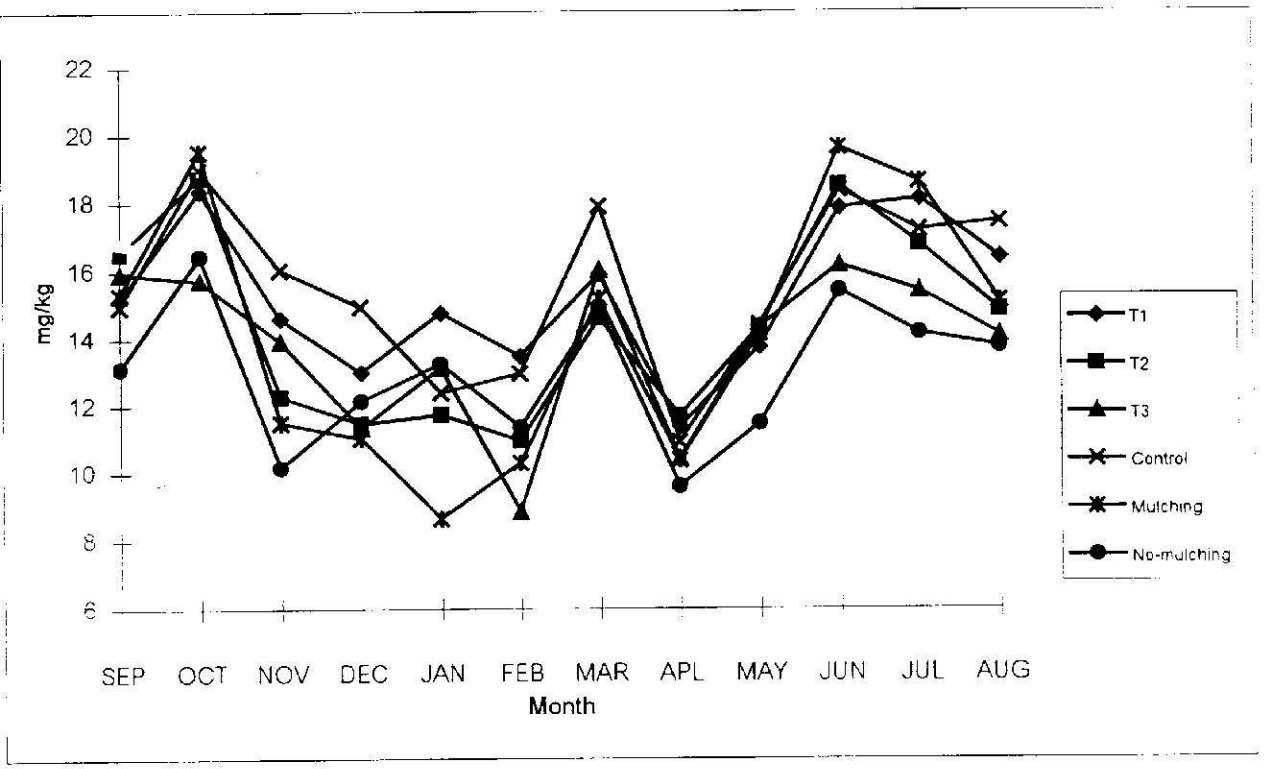
การเปลี่ยนแปลงของระดับโบรอนในใบ

การทดลองที่กระบี่ ไม่มีการใช้โบรอนพบว่าในแต่ละเดือนของทุก Treatment ระดับของโบรอนมีความแตกต่างกัน โดยค่าเฉลี่ยของโบรอนทั้งปีของแปลงซึ่งไม่มีการใช้ปุ๋ยจะมีค่าสูงสุด คือ 15.53 ppm. และแปลงที่ใช้ปุ๋ยระดับ T1 มีค่าเฉลี่ยทั้งปี 15.20 ppm. ในขณะที่แปลงซึ่งมีการใช้ปุ๋ยในระดับสูงจะมีค่าเฉลี่ยทั้งปีต่ำกว่า โดยใน T3 จะมีค่าเฉลี่ยทั้งปีเพียง 13.77 ppm. เท่านั้น (ตารางที่ 29)

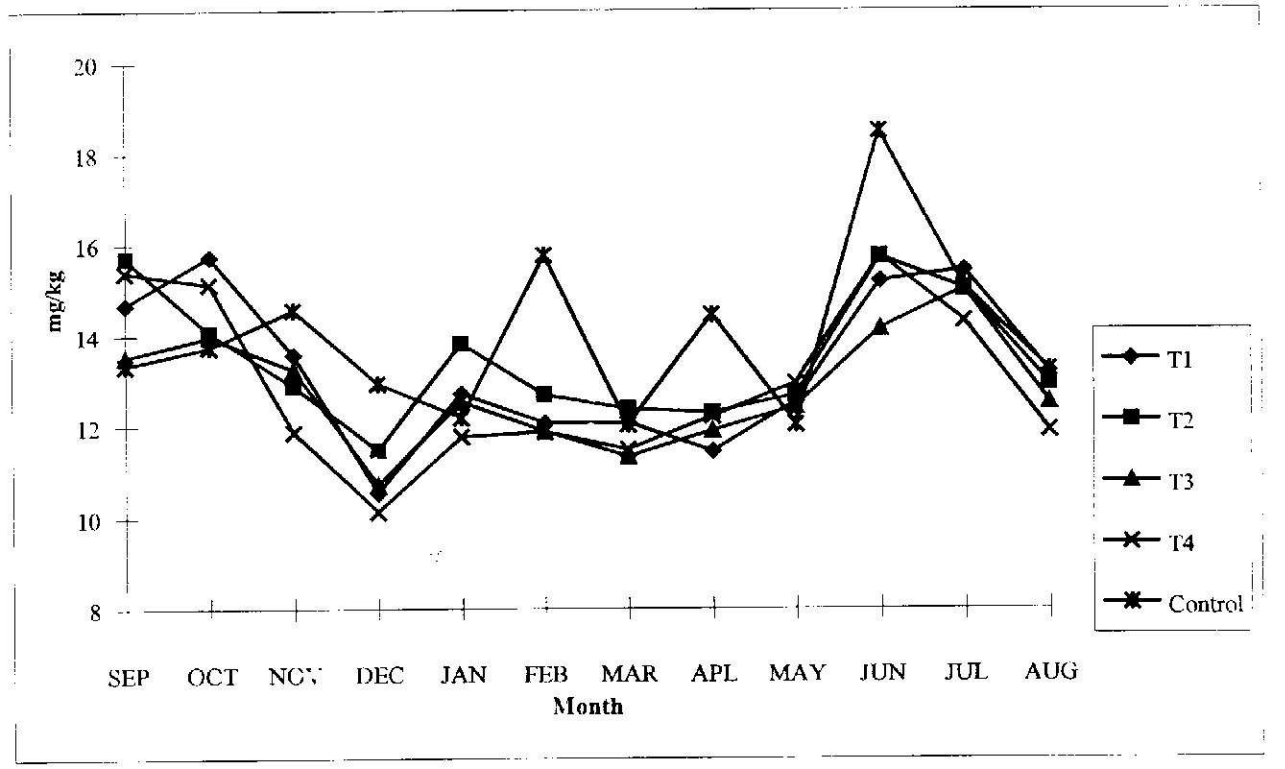
สำหรับการเปลี่ยนแปลงของโบรอนตลอดปี พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงตุลาคม แต่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ (รูปที่ 14) อย่างไรก็ตามระดับของโบรอนในทุก treatment จะมีความแตกต่างกันในทุกเดือนยกเว้นเดือนกันยายนซึ่งไม่มีความแตกต่างกันและมีความแตกต่างอย่างเด่นชัดในแต่ละ treatment ในเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม (ตารางที่ 30)

การทดลองที่ตรัง แปลงทดลองไม่มีการใส่โบรอนเช่นเดียวกับการทดลองที่กระบี่ พบว่าทุก treatment มีค่าเฉลี่ยทั้งปีใกล้เคียงกัน โดยอยู่ในช่วงระหว่าง 12 - 13 ppm. โดยแปลงควบคุมจะมีระดับของโบรอนเฉลี่ยสูงสุด ระดับของโบรอนในเดือนต่างๆ จะมีความแตกต่างทางสถิติ โดยปริมาณโบรอนในใบจะสูงในเดือนกันยายนและจะค่อยๆ ลดลงจนต่ำสุดในเดือนธันวาคม จากนั้นจะสูงขึ้นและคงที่จากเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคมและสูงขึ้นอีกครั้งในเดือนมิถุนายน (ตารางที่ 31) (รูปที่ 15)

ระดับของโบรอนในช่วงเดือนเดียวกันแต่ได้รับ treatment ที่ต่างกัน พบว่าระดับของโบรอนจะไม่มีความแตกต่างกันในเดือนตุลาคม พฤษภาคม และกรกฎาคม (ตารางที่ 32)



รูปที่ 14 ระดับโบรอน (mg/kg) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่)



รูปที่ 15 ระดับโบรอน (mg/kg) ของ treatment ต่าง ๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

ตารางที่ 29 เปรียบเทียบระดับโบรอน (mg/kg) ในแต่ละเดือนของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Month	Treatment					
	T1	T2	T3	Control	Mulching	No-mulching
SEP	15.17^{cd}	16.50^{c}	15.91^{e}	14.96^{e}	15.30^{e}	13.13^{e}
OCT	18.35^{f}	18.73^{d}	15.71^{e}	18.98^{j}	19.50^{g}	16.42^{j}
NOV	14.59^{bcd}	12.27^{a}	13.92^{de}	16.03^{f}	11.49^{c}	10.15^{b}
DEC	12.99^{ab}	11.45^{a}	11.33^{bc}	14.94^{e}	11.02^{c}	12.13^{c}
JAN	14.74^{cd}	11.72^{a}	13.13^{cd}	12.39^{b}	8.64^{a}	13.24^{e}
FEB	13.46^{bc}	10.95^{a}	8.85^{a}	12.96^{c}	10.29^{b}	11.35^{c}
MAR	15.88^{g}	14.59^{b}	16.01^{e}	17.88^{hi}	15.18^{e}	14.92^{i}
APL	11.37^{a}	11.69^{a}	10.42^{ab}	10.92^{a}	10.37^{b}	9.59^{a}
MAY	13.73^{cc}	14.32^{b}	14.29^{de}	14.38^{g}	14.13^{d}	11.46
JUN	17.83^{ef}	18.49^{g}	16.15^{e}	18.36	19.61^{g}	15.39
JUL	18.09^{ef}	16.76^{c}	15.39^{e}	17.18^{g}	18.60^{i}	14.15^{gh}
AUG	16.38^{de}	14.82^{b}	14.09^{de}	17.42^{gh}	15.09^{e}	13.74^{f}
Total-mean	15.20	14.36	13.77	15.53	14.10	12.96
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	7.6	6.60	10.20	2.20	2.50	1.50

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 30 เปรียบเทียบระดับโบรอน (ppm) ในแต่ละ treatment ในเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	15.17^{ab}	18.35^{bc}	14.59^{de}	12.99^{b}	14.74^{b}	13.46^{d}	15.88^{a}	11.37^{c}	13.73^{b}	17.83^{b}	18.09^{de}	16.38^{i}
T2	16.50^{b}	18.73^{bc}	12.27^{bc}	11.45^{ab}	11.72^{b}	10.95^{bc}	14.59^{a}	11.69^{c}	14.32^{b}	18.49^{b}	16.76^{c}	14.82^{ab}
T3	15.91^{b}	15.71^{a}	13.92^{cd}	11.33^{ab}	13.13^{h}	8.85^{a}	16.01^{ab}	10.42^{ab}	14.29^{b}	16.15^{a}	15.39^{b}	14.09^{ab}
Control	14.96^{ab}	18.98^{c}	16.03^{e}	14.94^{c}	12.39^{b}	12.96^{d}	17.88^{b}	10.92^{bc}	14.38^{b}	18.36^{b}	17.18^{cd}	17.42^{i}
mulching	15.30^{ab}	19.50^{c}	11.49^{ab}	11.02^{a}	8.64^{a}	10.29^{b}	15.18^{a}	10.37^{ab}	14.13^{b}	19.61^{c}	18.60^{e}	15.09^{c}
No-mulching	13.13^{a}	16.42^{ab}	10.15^{a}	12.13^{ab}	13.24^{b}	11.35^{c}	14.92^{a}	9.59^{a}	11.46^{a}	15.39^{a}	14.15^{a}	13.74^{d}
Total mean	15.16	17.95	13.08	12.31	12.31	11.31	15.74	10.72	13.72	17.64	16.69	15.25
F - test	ns	*	**	**	**	**	*	**	**	**	**	**
C.V. (%)	9.00	8.20	9.50	8.40	15.10	5.90	7.90	4.90	6.00	4.10	3.90	4.80

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 31 เปรียบเทียบระดับโบรอน (mg/kg) ในแต่ละเดือนของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Month	Treatment				
	T1	T2	T3	T4	Control
SEP	14.655^{ef}	15.695^{f}	13.494^{de}	15.373^{cd}	13.321^{bc}
OCT	15.721^{f}	14.046^{de}	13.951^{ef}	15.124^{cd}	13.720^{c}
NOV	13.550^{de}	12.864^{bc}	13.235^{cde}	11.849^{b}	14.540^{d}
DEC	10.538^{a}	11.455^{a}	10.720^{a}	10.131^{a}	12.930^{b}
JAN	12.703^{bcd}	13.803^{cd}	12.516^{bcd}	11.751^{b}	12.165^{a}
FEB	12.050^{bc}	12.673^{bc}	11.873^{abc}	11.849^{b}	15.750^{f}
MAR	12.050^{bc}	12.356^{ab}	11.323^{ab}	11.480^{b}	12.005^{b}
APL	11.439^{ab}	12.274^{ab}	11.881^{abc}	12.196^{b}	14.430^{d}
MAY	12.521^{bcd}	12.653^{bc}	12.405^{bcd}	12.920^{c}	12.015^{a}
JUN	15.175^{f}	15.714^{f}	14.126^{ef}	15.738^{d}	18.485^{g}
JUL	15.410^{f}	15.004^{ef}	14.995^{f}	14.294^{c}	15.050^{e}
AUG	13.178^{cd}	12.906^{bc}	12.501^{bcd}	11.878^{b}	13.215^{b}
Total-mean	13.249	13.453	12.752	12.882	13.969
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	9.30	7.90	9.70	10.10	3.20

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 32 เปรียบเทียบระดับโบรอน (mg/kg) ในแต่ละ treatment ของเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	14.655^{b}	15.721^{a}	13.550^{b}	10.538^{ab}	12.703^{a}	12.050^{a}	12.050^{c}	11.439^{a}	12.521^{a}	15.175^{ab}	15.410^{a}	13.178^{b}
T2	15.695^{c}	14.046^{a}	12.864^{b}	11.455^{b}	13.803^{b}	12.673^{a}	12.356^{c}	12.274^{a}	12.653^{a}	15.714^{b}	15.004^{a}	12.906^{b}
T3	13.494^{a}	13.951^{a}	13.235^{b}	10.720^{ab}	12.516^{a}	11.873^{a}	11.323^{a}	11.881^{a}	12.405^{a}	14.126^{a}	14.995^{a}	12.501^{ab}
T4	15.373^{bc}	15.124^{a}	11.849^{a}	10.131^{a}	11.751^{a}	11.849^{a}	11.480^{ab}	12.196^{a}	12.920^{a}	15.738^{b}	14.294^{a}	11.878^{a}
Control	13.321^{a}	13.720^{a}	14.540^{c}	12.930^{c}	12.165^{a}	15.750^{b}	12.005^{bc}	14.430^{b}	12.015^{a}	18.485^{c}	15.050^{a}	13.215^{b}
Total mean	14.514	14.513	13.219	11.155	12.588	12.837	11.845	12.44	12.503	15.848	14.951	12.736
F test	**	ns	**	**	**	**	**	**	Ns	**	ns	*
C.V. (%)	6.60	13.10	6.70	8.40	8.00	7.90	4.30	9.90	6.80	8.70	7.40	7.0

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

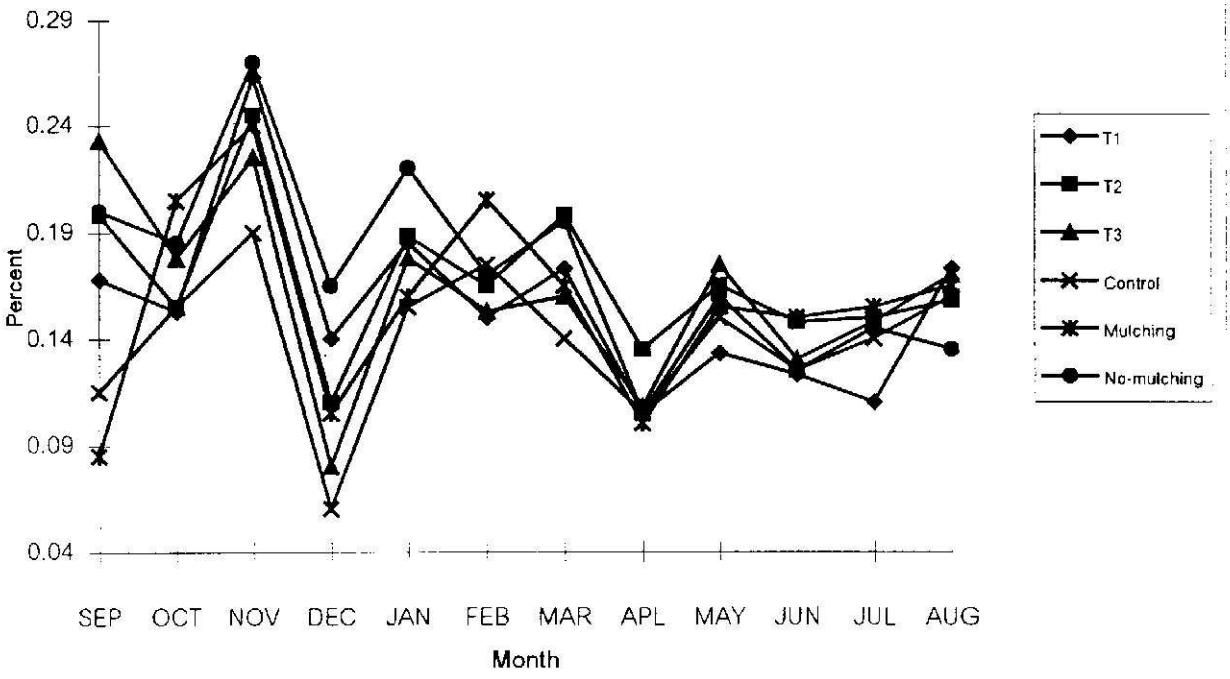
** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

การเปลี่ยนแปลงระดับซัลเฟอร์ในใบ

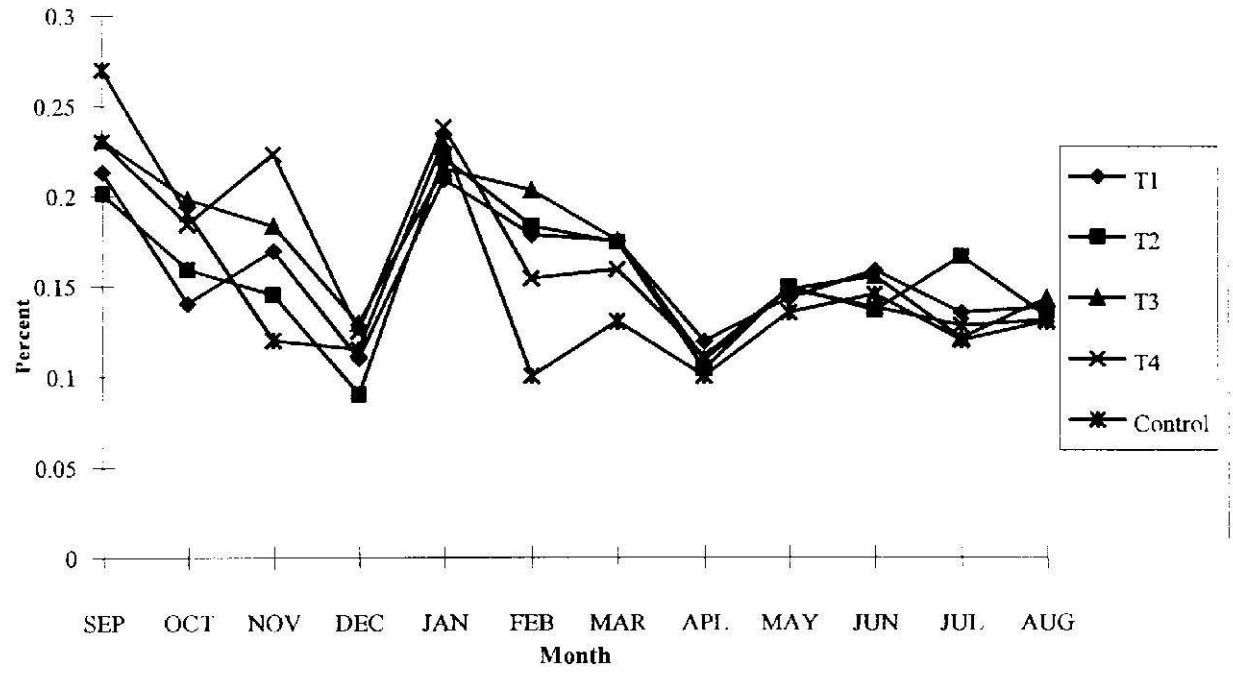
การทดลองที่กระบี่ ไม่มีการให้ซัลเฟอร์ในทุก treatment พบว่าในแต่ละเดือนระดับของซัลเฟอร์ในทุก treatment มีความแตกต่างทางสถิติ ในแปลงที่มีการใช้ปุ๋ยระดับของซัลเฟอร์เฉลี่ย ทั้งปีอยู่ระหว่าง 0.15 ถึง 0.17 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงซึ่งไม่มีการใช้ปุ๋ย (Control) จะมีระดับซัลเฟอร์เฉลี่ยทั้งปีเพียง 0.139 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (ตารางที่ 33)

การเปลี่ยนแปลงของระดับซัลเฟอร์ทั้งปี พบว่าในเดือนพฤศจิกายนซัลเฟอร์จะมีระดับสูงและลดลงอย่างรวดเร็วในเดือนธันวาคม ในเดือนมกราคมระดับซัลเฟอร์จะเพิ่มขึ้นอีกครั้งและค่อนข้างคงที่จนถึงเดือนมีนาคม เดือนเมษายนระดับซัลเฟอร์จะลดลงอีกครั้ง และปรับสูงขึ้นอีกครั้งในเดือนพฤษภาคมและรักษาระดับคงที่จนถึงเดือนกรกฎาคม (รูปที่ 16) ความแตกต่างของซัลเฟอร์ในแต่ละ treatment จะมีมากในเดือนกันยายน ส่วนในเดือนตุลาคม พฤษภาคม และสิงหาคม ระดับของซัลเฟอร์จะมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 34)

การทดลองที่ตรัง ใช้ปุ๋ย 21-0-0-24S เป็นแหล่งให้ไนโตรเจนและซัลเฟอร์ โดยทุกแปลงทดลองได้รับเท่ากัน (ยกเว้นแปลง Control ซึ่งไม่มีการให้ปุ๋ย) พบว่าในแต่ละเดือนระดับของ ซัลเฟอร์ในทุก treatment มีความแตกต่างทางสถิติ โดยในแปลงที่มีการใช้ซัลเฟอร์ จะมีค่าเฉลี่ยของระดับซัลเฟอร์ทั้งปีอยู่ระหว่าง 0.156 ถึง 0.167 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลง Control ซึ่งไม่มีการให้ซัลเฟอร์ จะมีระดับของซัลเฟอร์เฉลี่ย 0.149 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 35) การเปลี่ยนแปลงของระดับซัลเฟอร์ตลอดปี พบว่าในเดือนกันยายนจะมีระดับซัลเฟอร์สูง (เฉลี่ย 0.229 เปอร์เซ็นต์) และค่อยๆ ลดลงถึงเดือนธันวาคมและจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในเดือนมกราคม จากนั้นระดับของ ซัลเฟอร์จะค่อยๆ ลดลงอีกครั้งจนกระทั่งถึงเดือนเมษายน และจะคงที่ที่ 0.13 ถึง 0.14 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม (รูปที่ 17) โดยระดับของซัลเฟอร์ในทุกแปลงทดลองจะไม่มีความแตกต่างทางสถิติในเดือนธันวาคม และระหว่างเดือนเมษายนถึงมิถุนายน (ตารางที่ 36)



รูปที่ 16 ระดับซัลเฟอร์ (%) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่



รูปที่ 17 ระดับซัลเฟอร์ (%) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

ตารางที่ 33 เปรียบเทียบระดับซัลเฟอร์ (%) ในแต่ละเดือนของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Month	Treatment					
	T1	T2	T3	Control	Mulching	No-mulching
SEP	0.168^{bcd}	0.198^{d}	0.233^{d}	0.115^{bc}	0.085^{a}	0.200^{f}
OCT	0.153^{a-d}	0.155^{bcd}	0.178^{c}	0.155^{e}	0.205^{d}	0.185^{e}
NOV	0.263^{e}	0.245^{e}	0.225^{d}	0.190^{g}	0.240^{e}	0.270^{h}
DEC	0.140^{a-d}	0.110^{a}	0.080^{a}	0.060^{a}	0.105^{b}	0.165^{d}
JAN	0.185^{d}	0.188^{cd}	0.178^{c}	0.155^{e}	0.160^{c}	0.220^{g}
FEB	0.150^{a-d}	0.165^{bcd}	0.153^{bc}	0.175^{f}	0.205^{d}	0.170^{d}
MAR	0.173^{cd}	0.198^{d}	0.160^{c}	0.140^{d}	0.165^{c}	0.195^{e}
APL	0.105^{a}	0.135^{ab}	0.108^{a}	0.105^{b}	0.100^{b}	0.105^{a}
MAY	0.133^{a-c}	0.165^{bcd}	0.175^{c}	0.150^{de}	0.155^{c}	0.160^{d}
JUN	0.123^{abc}	0.148^{abc}	0.130^{ab}	0.125^{c}	0.150^{c}	0.125^{b}
JUL	0.110^{ab}	0.150^{abc}	0.148^{bc}	0.140^{d}	0.155^{c}	0.145^{c}
AUG	0.173^{cd}	0.158^{bcd}	0.170^{c}	0.160^{e}	0.165^{c}	0.135^{bc}
Total-mean	0.156	0.168	0.163	0.139	0.158	0.173
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	23.20	15.70	11.50	6.10	6.20	5.40

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 34 เปรียบเทียบระดับซัลเฟอร์ (%) ในแต่ละ treatment ของเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	0.168^{bc}	0.153^{a}	0.263^{c}	0.140^{bc}	0.185^{c}	0.150^{a}	0.173^{c}	0.105^{a}	0.133^{a}	0.123^{a}	0.110^{a}	0.173^{b}
T2	0.198^{cd}	0.155^{a}	0.245^{bc}	0.110^{abc}	0.188^{c}	0.165^{ab}	0.198^{d}	0.135^{b}	0.165^{ab}	0.148^{b}	0.150^{b}	0.158^{ab}
T3	0.233^{d}	0.178^{ab}	0.225^{b}	0.080^{a}	0.178^{bc}	0.153^{ab}	0.160^{b}	0.108^{a}	0.175^{b}	0.130^{a}	0.148^{b}	0.170^{b}
Control	0.115^{ab}	0.155^{a}	0.190^{a}	0.060^{a}	0.155^{a}	0.175^{b}	0.140^{a}	0.105^{a}	0.150^{ab}	0.125^{a}	0.140^{b}	0.160^{ab}
mulching	0.085^{a}	0.205^{b}	0.240^{bc}	0.105^{ab}	0.160^{ab}	0.205^{c}	0.165^{bc}	0.100^{a}	0.155^{ab}	0.150^{b}	0.155^{b}	0.165^{b}
No-mulching	0.200^{cd}	0.185^{ab}	0.270^{c}	0.165^{c}	0.220^{d}	0.170^{ab}	0.195^{d}	0.105^{a}	0.160^{ab}	0.125^{a}	0.145^{b}	0.135^{a}
Total mean	0.166	0.172	0.239	0.110	0.181	0.170	0.172	0.110	0.156	0.133	0.141	0.160
F - test	**	*	**	**	**	**	**	**	*	**	**	*
C.V. (%)	23.60	13.80	8.40	32.30	7.40	8.50	4.40	10.30	12.70	6.90	8.70	11.50

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 35 เปรียบเทียบระดับซัลเฟอร์ (%) ในแต่ละเดือนของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Month	Treatment				
	T1	T2	T3	T4	Control
SEP	0.213^{f}	0.201^{fg}	0.231^{i}	0.230^{e}	0.270^{h}
OCT	0.140^{a-d}	0.159^{b-e}	0.198^{fgh}	0.184^{d}	0.190^{f}
NOV	0.169^{de}	0.145^{bc}	0.183^{fg}	0.223^{e}	0.120^{bc}
DEC	0.110^{a}	0.090^{a}	0.129^{abc}	0.125^{ab}	0.115^{b}
JAN	0.209^{f}	0.221^{g}	0.215^{fg}	0.238^{e}	0.230^{g}
FEB	0.178^{e}	0.183^{ef}	0.203^{gh}	0.154^{bc}	0.100^{a}
MAR	0.175^{e}	0.174^{de}	0.175^{ef}	0.159^{c-e}	0.130^{c-h}
APL	0.119^{ab}	0.104^{a}	0.109^{a}	0.111^{a}	0.100^{a}
MAY	0.143^{b-e}	0.149^{b-d}	0.148^{c-g}	0.148^{bc}	0.135^{de}
JUN	0.158^{cde}	0.136^{b}	0.155^{de}	0.138^{abc}	0.145^{e}
JUL	0.135^{abc}	0.166^{cde}	0.121^{ab}	0.128^{ab}	0.120^{bc}
AUG	0.138^{abc}	0.133^{b}	0.143^{bcd}	0.131^{abc}	0.130^{c-g}
Total-mean	0.157	0.156	0.167	0.164	0.149
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	17.60	16.0	13.70	16.00	9.30

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 36 เปรียบเทียบระดับซัลเฟอร์ (%) ในแต่ละ treatment ของเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	0.213^{ab}	0.140^{a}	0.169^{b}	0.110^{a}	0.209^{a}	0.178^{bc}	0.175^{b}	0.119^{a}	0.143^{a}	0.158^{a}	0.135^{a}	0.138^{a}
T2	0.201^{a}	0.159^{ab}	0.145^{ab}	0.090^{a}	0.221^{ab}	0.183^{bc}	0.174^{b}	0.140^{a}	0.149^{a}	0.136^{a}	0.166^{b}	0.133^{a}
T3	0.231^{b}	0.198^{c}	0.183^{b}	0.129^{a}	0.215^{ab}	0.203^{c}	0.175^{b}	0.109^{a}	0.148^{a}	0.155^{a}	0.121^{a}	0.143^{a}
T4	0.230^{b}	0.184^{bc}	0.223^{b}	0.125^{a}	0.238^{c}	0.154^{b}	0.159^{b}	0.111^{a}	0.148^{a}	0.138^{a}	0.128^{a}	0.131^{a}
Control	0.270^{c}	0.190^{a}	0.120^{a}	0.115^{a}	0.230^{bc}	0.100^{a}	0.130^{a}	0.100^{a}	0.135^{a}	0.145^{a}	0.120^{a}	0.130^{a}
Total mean	0.229	0.174	0.168	0.116	0.223	0.163	0.163	0.109	1.44	0.146	0.134	0.135
F - test	**	**	**	ns	**	**	**	ns	ns	ns	**	ns
C.V. (%)	10.30	15.7	22.5	26.90	6.80	18.10	10.3	18.90	10.30	17.0	17.80	11.30

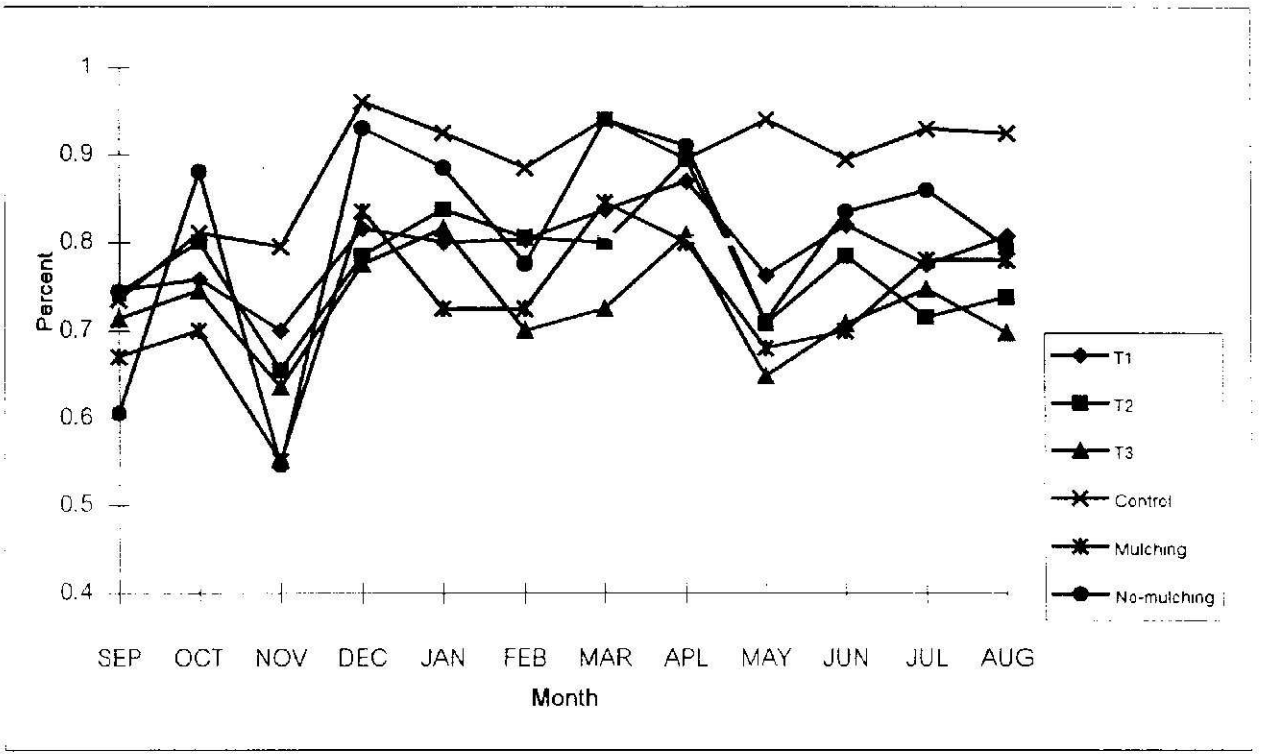
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

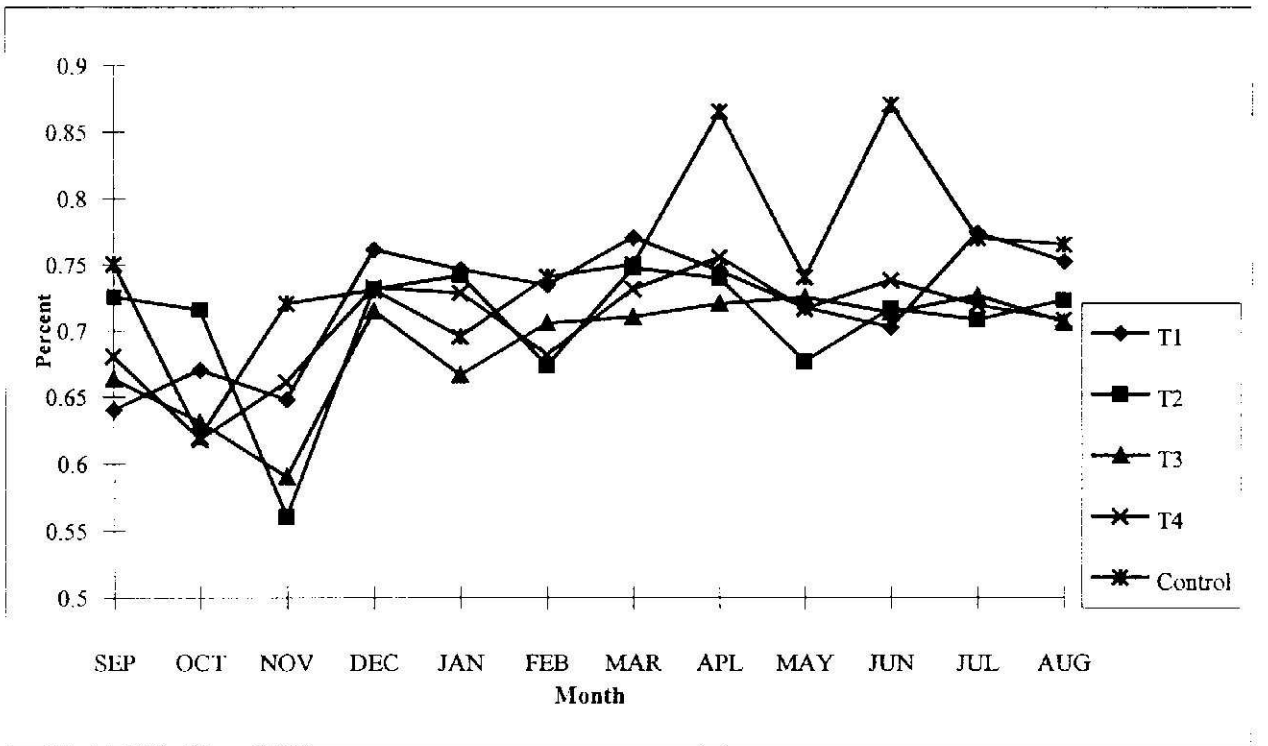
การเปลี่ยนแปลงของระดับแคลเซียมในใบ

การทดลองที่กระบี่ ในทุกแปลงไม่มีการให้แคลเซียม พบว่าในช่วงเดือนที่ต่างกันระดับของแคลเซียมในใบมีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าเฉลี่ยทั้งปีของแต่ละ treatment อยู่ระหว่าง 0.7 ถึง 0.8 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลง Control ซึ่งไม่ได้ใช้ปุ๋ยเลยมีค่าเฉลี่ยทั้งปี 0.886 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 37) การเปลี่ยนแปลงของระดับแคลเซียมตลอดปี พบว่าระดับจะคงที่เกือบตลอดปีที่ระดับ 0.7 ถึง 0.8 เปอร์เซ็นต์ แต่มีระดับต่ำกว่าปกติในเดือนพฤศจิกายน (ตารางที่ 38 และรูปที่ 18)

การทดลองที่ตรัง ผลของการเปลี่ยนแปลงของแคลเซียมในใบใกล้เคียงกับแปลงทดลองที่กระบี่ โดยทุกแปลงทดลองระดับของแคลเซียมมีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละเดือน โดยค่าเฉลี่ยทั้งปีของแปลงที่มีการใช้ปุ๋ยอยู่ระหว่าง 0.68 ถึง 0.72 เปอร์เซ็นต์ และแปลง Control มีระดับแคลเซียมเฉลี่ยที่ไม่สูงกว่าแปลงที่ให้ปุ๋ย โดยมีระดับแคลเซียม 0.75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 39) การเปลี่ยนแปลงของแคลเซียมตลอดทั้งปี พบว่าระดับของแคลเซียมค่อนข้างจะคงที่ที่ระดับ 0.65 ถึง 0.75 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นในเดือนพฤศจิกายน จะมีระดับของแคลเซียมต่ำกว่าปกติ (รูปที่ 19) แต่อย่างไรก็ตามผลของ treatment ที่มีการใช้ปุ๋ยระดับที่ต่างๆ กันจะทำให้ระดับของแคลเซียมแตกต่างกันด้วย ยกเว้นในเดือนธันวาคม กุมภาพันธ์ มีนาคม พฤษภาคม และสิงหาคม ระดับของแคลเซียมจะไม่มีความแตกต่าง (ตารางที่ 40)



รูปที่ 18 ระดับแคลเซี่ยม (%) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่



รูปที่ 19 ระดับแคลเซี่ยม (%) ของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

ตารางที่ 37 เปรียบเทียบระดับแคลเซียม (%) ในแต่เดือนของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Month	Treatment					
	T1	T2	T3	Control	Mulching	No-mulching
SEP	0.745^{ab}	0.742^{bc}	0.713^{ab}	0.735^{a}	0.670^{b}	0.605^{b}
OCT	0.758^{bc}	0.800^{de}	0.745^{bcd}	0.810^{b}	0.700^{c}	0.880^{fg}
NOV	0.700^{a}	0.655^{a}	0.635^{a}	0.795^{b}	0.550^{a}	0.545^{a}
DEC	0.815^{cd}	0.785^{cd}	0.775^{bcd}	0.960^{e}	0.835^{g}	0.930^{hi}
JAN	0.800^{b-e}	0.837^{e}	0.815^{d}	0.925^{d}	0.725^{d}	0.885^{g}
FEB	0.803^{b-e}	0.805^{de}	0.700^{ab}	0.885^{f}	0.725^{d}	0.775^{e}
MAR	0.837^{ef}	0.800^{de}	0.725^{abc}	0.940^{e}	0.845^{g}	0.940^{i}
APL	0.870^{f}	0.895^{f}	0.808^{cd}	0.895^{e}	0.800^{f}	0.910^{h}
MAY	0.763^{bcd}	0.708^{b}	0.648^{a}	0.940^{e}	0.680^{bc}	0.710^{d}
JUN	0.820^{def}	0.785^{cd}	0.708^{ab}	0.895^{e}	0.700^{c}	0.835^{g}
JUL	0.775^{bcd}	0.715^{b}	0.747^{bcd}	0.930^{d}	0.780^{e}	0.860^{f}
AUG	0.807^{cde}	0.738^{bc}	0.698^{ab}	0.925^{d}	0.780^{e}	0.795^{d}
Total-mean	0.791	0.772	0.726	0.886	0.732	0.806
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	4.50	4.10	7.60	1.30	1.90	2.00

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 38 เปรียบเทียบระดับแคลเซียม (%) ในแต่ละ treatment ของเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	0.745^{c}	0.758^{abc}	0.700^{c}	0.815^{b}	0.800^{b}	0.803^{b}	0.837^{c}	0.870^{b}	0.763^{b}	0.820^{c}	0.775^{b}	0.807^{c}
T2	0.742^{c}	0.800^{bc}	0.655^{b}	0.785^{a}	0.837^{bc}	0.805^{b}	0.800^{b}	0.895^{bc}	0.708^{ab}	0.785^{b}	0.715^{a}	0.738^{ac}
T3	0.713^{c}	0.745^{abc}	0.635^{b}	0.775^{a}	0.815^{b}	0.700^{a}	0.725^{a}	0.808^{a}	0.648^{a}	0.708^{a}	0.747^{ab}	0.698^{a}
Control	0.735^{c}	0.810^{c}	0.795^{d}	0.960^{d}	0.925^{d}	0.885^{c}	0.940^{d}	0.895^{bc}	0.940^{c}	0.895^{d}	0.930^{d}	0.925^{c}
mulching	0.670^{b}	0.700^{a}	0.550^{a}	0.835^{b}	0.725^{a}	0.725^{a}	0.845^{c}	0.800^{a}	0.680^{ab}	0.700^{a}	0.780^{b}	0.780^{b}
No-mulching	0.605^{a}	0.880^{d}	0.545^{a}	0.930^{c}	0.885^{cd}	0.775^{b}	0.940^{d}	0.910^{c}	0.710^{ab}	0.835^{c}	0.860^{c}	0.795^{b}
Total mean	0.702	0.782	0.647	0.850	0.831	0.782	0.848	0.863	0.741	0.790	0.801	0.790
F - test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	3.90	4.80	3.90	2.20	4.00	3.30	2.80	2.90	7.20	2.10	4.50	6.50

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 39 เปรียบเทียบระดับแคลเซี่ยม (%) ในแต่ละเดือนของ treatment ต่างๆ ตลอด 12 เดือน ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Month	Treatment				
	T1	T2	T3	T4	Control
SEP	0.640^{a}	0.725^{b}	0.663^{b}	0.680^{bc}	0.750^{e}
OCT	0.670^{ab}	0.715^{b}	0.631^{b}	0.618^{a}	0.620^{a}
NOV	0.648^{a}	0.560^{a}	0.590^{a}	0.661^{ab}	0.720^{c}
DEC	0.761^{e}	0.731^{n}	0.714^{d}	0.732^{cd}	0.730^{cd}
JAN	0.746^{cd}	0.741^{n}	0.666^{bc}	0.728^{cd}	0.695^{b}
FEB	0.734^{cd}	0.673^{b}	0.705^{ca}	0.681^{bc}	0.740^{de}
MAR	0.770^{d}	0.747^{b}	0.710^{n}	0.731^{cd}	0.750^{e}
APL	0.745^{cd}	0.739^{b}	0.720^{n}	0.755^{n}	0.865^{g}
MAY	0.717^{bcd}	0.676^{b}	0.725^{n}	0.716^{bcd}	0.740^{de}
JUN	0.702^{bc}	0.716^{b}	0.713^{n}	0.738^{cd}	0.870^{g}
JUL	0.774^{d}	0.708^{n}	0.726^{d}	0.719^{bcd}	0.770^{f}
AUG	0.752^{cd}	0.723^{n}	0.706^{cd}	0.708^{bcd}	0.765^{f}
Total-mean	0.722	0.704	0.689	0.706	0.751
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	7.10	9.00	5.70	7.40	1.70

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ตารางที่ 40 เปรียบเทียบระดับแคลเซี่ยม (%) ในแต่ละtreatment ของเดือนต่างๆ ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	Months											
	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APL	MAY	JUN	JUL	AUG
T1	0.640^{a}	0.670^{b}	0.648^{bc}	0.761^{a}	0.746^{b}	0.734^{a}	0.770^{a}	0.745^{a}	0.717^{a}	0.702^{a}	0.774^{c}	0.752^{a}
T2	0.725^{bc}	0.715^{c}	0.560^{a}	0.731^{a}	0.741^{b}	0.673^{a}	0.747^{a}	0.739^{a}	0.676^{a}	0.716^{a}	0.708^{a}	0.723^{a}
T3	0.663^{a}	0.631^{a}	0.590^{ab}	0.714^{a}	0.666^{a}	0.705^{a}	0.710^{a}	0.720^{a}	0.725^{a}	0.713^{a}	0.726^{abc}	0.706^{a}
T4	0.680^{ab}	0.618^{a}	0.661^{cd}	0.732^{a}	0.728^{b}	0.681^{a}	0.731^{a}	0.755^{a}	0.716^{a}	0.738^{a}	0.719^{ab}	0.708^{a}
Control	0.750^{c}	0.620^{a}	0.720^{d}	0.730^{a}	0.695^{ab}	0.740^{a}	0.750^{a}	0.865^{b}	0.740^{a}	0.870^{c}	0.770^{bc}	0.765^{a}
Total mean	0.692	0.651	0.636	0.734	0.715	0.706	0.742	0.765	0.715	0.748	0.739	0.731
F - test	**	**	**	ns	*	ns	ns	**	ns	**	*	ns
C.V. (%)	7.10	5.80	10.10	8.20	7.60	10.60	8.40	8.10	8.50	5.30	6.60	7.80

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \geq 0.01$)

ปริมาณธาตุอาหารในดิน

แปลงทดลองจังหวัดกระบี่ ทุกแปลงทดลองมีปริมาณไนโตรเจนในดินใกล้เคียงกันในช่วงเดือนตุลาคม และกุมภาพันธ์ โดยดินบนมีปริมาณสูงกว่าดินล่าง แต่ในช่วงเดือนมิถุนายน ปริมาณไนโตรเจนในดินที่วิเคราะห์ได้สูงขึ้นในแปลงที่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 41)

สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสในแปลงทดลอง T2 และ T3 สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งมีผลมาจากการใส่ปุ๋ยในเดือนตุลาคม โดยเฉพาะแปลงทดลอง T3 ซึ่งมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา 0.67 กก./ต้น/ปี และใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงสุด (1.20 กก./ต้น/ปี) มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าแปลง T2 ซึ่งมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่สูงกว่า เช่นเดียวกับปริมาณพอแตสเซียม ที่สูงสุดในแปลงทดลอง T3 ซึ่งมีการใส่ปุ๋ยพอแตสเซียม และไนโตรเจนในอัตราสูงสุด และมีปริมาณสูงกว่าแปลงทดลอง T2 ซึ่งมีการใส่ปุ๋ยพอแตสเซียม ในอัตราเดียวกันแต่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่น้อยกว่า

นอกจากนี้พบว่าทุกแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยมีปริมาณแมกนีเซียมในดินต่ำกว่าแปลงที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย (Control) โดยจะเห็นว่าปริมาณแมกนีเซียมในช่วงเดือนตุลาคม ของแปลง T1- T3 กับแปลง Control ยังไม่แตกต่างกันนัก แต่หลังจากใส่ปุ๋ยในเดือนตุลาคม ทำให้ปริมาณแมกนีเซียมในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และมิถุนายน ในแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยต่ำกว่าแปลง Control เช่นเดียวกับปริมาณแคลเซียม ดังนั้นการใส่ปุ๋ยจะต้องคำนึงถึงความสมดุลย์ของธาตุอาหารด้วย

สำหรับปริมาณซัลเฟอร์ในแปลงทดลอง T3 สูงที่สุด และปริมาณโบรอนในทุกแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยสูงกว่าแปลง Control

นอกจากนี้แปลงที่มีการใช้ทะลายเปล่าคลุม มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส พอแตสเซียม และแมกนีเซียม สูงกว่าแปลงที่ไม่ได้คลุม

สำหรับแปลงทดลองจังหวัดตรัง ทุกแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยมีปริมาณไนโตรเจนในดินบนสูงกว่าแปลง Control สำหรับปริมาณฟอสฟอรัส พอแตสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม และซัลเฟอร์ที่วิเคราะห์ได้ในทุกแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยมีความแปรปรวนสูง ดังนั้นการใช้ปริมาณธาตุอาหารในดินประกอบการแนะนำปุ๋ยจะต้องทำอย่างระมัดระวัง และควรใช้เพื่อสนับสนุนข้อมูลธาตุอาหารในใบหรือเพื่อการจัดการพื้นฐานเท่านั้น

ตารางที่ 41 ปริมาณไนโตรเจนในดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	0.06	0.06	0.04
	ดินล่าง	0.03	0.04	0.03
T2	ดินบน	0.04	0.05	0.05
	ดินล่าง	0.03	0.03	0.03
T3	ดินบน	0.05	0.06	0.07
	ดินล่าง	0.03	0.03	0.03
Control	ดินบน	0.04	0.06	0.04
	ดินล่าง	0.03	0.03	0.02
mulching	ดินบน	0.07	0.06	0.05
	ดินล่าง	0.03	0.03	0.03
No-mulching	ดินบน	0.04	0.04	0.04
	ดินล่าง	0.02	0.03	0.03

ตารางที่ 42 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายได้ (mg/kg) ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	45.43	25.28	93.52
	ดินล่าง	1.59	1.18	1.44
T2	ดินบน	20.36	166.52	23.39
	ดินล่าง	0.93	1.88	1.56
T3	ดินบน	24.28	435.85	120.85
	ดินล่าง	1.16	3.72	25.55
Control	ดินบน	1.42	4.03	1.73
	ดินล่าง	0.82	1.68	0.54
mulching	ดินบน	60.63	57.64	13.53
	ดินล่าง	1.12	4.28	3.22
No-mulching	ดินบน	38.39	4.86	18.16
	ดินล่าง	1.28	10.7	1.53

ตารางที่ 43 ปริมาณโปแตสเซียม (mg/kg) ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	137.49	31.14	20.59
	ดินล่าง	39.10	23.58	19.01
T2	ดินบน	52.46	185.27	37.15
	ดินล่าง	22.73	156.97	23.71
T3	ดินบน	73.44	618.14	269.27
	ดินล่าง	124.92	360.68	51.93
Control	ดินบน	13.17	20.09	13.87
	ดินล่าง	4.69	8.08	6.35
mulching	ดินบน	391.98	199.52	453.02
	ดินล่าง	134.61	40.54	150.21
No-mulching	ดินบน	137.28	58.08	57.66
	ดินล่าง	24.56	14.25	13.64

ตารางที่ 44 ปริมาณแมกนีเซียม (mg/kg) ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	24.18	14.58	8.84
	ดินล่าง	32.64	9.73	5.54
T2	ดินบน	16.01	36.40	42.63
	ดินล่าง	46.82	11.35	25.47
T3	ดินบน	6.57	11.22	12.78
	ดินล่าง	19.02	9.45	5.09
Control	ดินบน	49.47	233.18	248.90
	ดินล่าง	27.55	195.17	73.28
mulching	ดินบน	50.80	67.15	44.57
	ดินล่าง	3.00	47.72	18.82
No-mulching	ดินบน	6.46	13.41	7.34
	ดินล่าง	11.39	12.92	7.63

ตารางที่ 45 ปริมาณซัลเฟอร์ (mg/kg) ในแปลงทดลองต่างๆ Location กระบี่

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	non	10.27	non
	ดินล่าง	34.15	7.77	4.62
T2	ดินบน	non	5.13	2.43
	ดินล่าง	10.91	3.85	4.57
T3	ดินบน	45.22	26.13	179.78
	ดินล่าง	221.08	179.42	79.53
Control	ดินบน	4.41	7.69	4.38
	ดินล่าง	non	3.21	8.21
mulching	ดินบน	5.38	4.41	15.67
	ดินล่าง	non	7.09	33.17
No-mulching	ดินบน	non	5.76	6.89
	ดินล่าง	non	12.22	8.97

ตารางที่ 46 ปริมาณโบรอน mg/kg) ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	0.50	0.91	0.46
	ดินล่าง	0.40	0.45	0.33
T2	ดินบน	0.41	0.57	0.27
	ดินล่าง	0.32	0.41	0.41
T3	ดินบน	0.69	0.84	0.52
	ดินล่าง	0.48	0.73	0.47
Control	ดินบน	0.24	0.32	0.23
	ดินล่าง	0.32	0.23	0.30
mulching	ดินบน	0.68	0.47	0.65
	ดินล่าง	0.26	0.49	0.39
No-mulching	ดินบน	0.46	0.71	0.30
	ดินล่าง	0.39	0.47	0.20

ตารางที่ 47 ปริมาณแคลเซียม(mg/kg) ในแปลงทดลองที่จังหวัดกระบี่

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	196.05	152.14	68.80
	ดินล่าง	181.45	43.06	34.99
T2	ดินบน	131.40	211.48	384.88
	ดินล่าง	177.45	53.60	120.99
T3	ดินบน	66.45	75.75	89.38
	ดินล่าง	134.60	61.93	57.09
Control	ดินบน	340.65	739.53	677.38
	ดินล่าง	131.00	587.28	114.68
mulching	ดินบน	136.30	445.74	192.47
	ดินล่าง	43.36	492.88	89.75
No-mulching	ดินบน	45.80	128.65	78.99
	ดินล่าง	109.25	108.13	57.19

ตารางที่ 48 ปริมาณไนโตรเจนในดิน (เปอร์เซ็นต์) ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	0.06±0.01	0.06±0	0.06±0.01
	ดินล่าง	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0
T2	ดินบน	0.07±0	0.06±0.01	0.06±0.01
	ดินล่าง	0.04±0.01	0.03±0	0.04±0
T3	ดินบน	0.06±0	0.05±0	0.06±0
	ดินล่าง	0.03±0	0.03±0	0.03±0
T4	ดินบน	0.06±0	0.06±0	0.06±0.01
	ดินล่าง	0.03±0	0.03±0	0.03±0.01
Control	ดินบน	0.04±0	0.04±0	0.04± 0
	ดินล่าง	0.03±0	0.03±0	0.03±0

ค่าภายในวงเล็บเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 49 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายได้ (mg/kg) ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	68.86±62.24	57.89±5.40	33.56±14.32
	ดินล่าง	1.02±0.22	1.40±0.63	0.93±0.16
T2	ดินบน	20.73±15.92	13.14±6.65	20.38±9.08
	ดินล่าง	1.71±0.46	1.09±0.10	18.79±17.66
T3	ดินบน	47.55±9.39	195.66±163.45	47.02±30.80
	ดินล่าง	0.73±0.06	1.65±0.36	1.77±0.31
T4	ดินบน	49.08±4.47	193.20±170.80	52.52±35.73
	ดินล่าง	1.02±0.20	2.39±0.81	1.29±0.22
Control	ดินบน	0.87±0.03	0.93±0.03	0.53±0
	ดินล่าง	0.63±0	0.83±0	0.72±0.03

ตารางที่ 50 ปริมาณโปแตสเซียม (mg/kg) ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	107.84±76.10	44.99±7.51	39.95±18.19
	ดินล่าง	126.17±122.36	20.87±8.82	26.18±6.56
T2	ดินบน	202.52±73.74	113.45±45.39	265.09±65.76
	ดินล่าง	88.53±53.88	115.13±53.74	268.42±48.92
T3	ดินบน	43.66±1.27	46.16±18.90	49.74±14.10
	ดินล่าง	18.43±1.82	17.74±1.42	22.06±3.96
T4	ดินบน	163.97±76.67	199.16±141.11	237.10±12.24
	ดินล่าง	99.10±78.03	208.00±170.30	139.98±12.24
Control	ดินบน	17.30±0.53	27.05±0.22	19.05±0.08
	ดินล่าง	16.96±0.25	28.23±0.50	23.50±0.63

ตารางที่ 51 ปริมาณแมกนีเซียม (mg/kg) ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	28.31±22.04	7.25±0.21	17.55±14.36
	ดินล่าง	11.36±8.15	8.48±6.10	7.00±4.92
T2	ดินบน	37.03±32.43	5.30±0.84	6.69±0.46
	ดินล่าง	38.64±33.61	5.30±1.85	4.22±0.82
T3	ดินบน	9.21±2.08	6.33±0.15	8.82±1.13
	ดินล่าง	5.24±1.85	4.10±1.60	8.82±5.49
T4	ดินบน	7.54±1.62	5.64±0.49	4.89±1.09
	ดินล่าง	9.12±6.33	2.93±0.62	4.05±0.07
Control	ดินบน	6.81±0.11	4.39±0.01	3.38±0.01
	ดินล่าง	7.36±0.12	9.40±0.03	11.42±0.33

ตารางที่ 52 ปริมาณซัลเฟอร์ (mg/kg) ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	7.78±4.05	13.94±1.91	33.03±2.87
	ดินล่าง	178.36±163.42	152.50±36.95	89.39±4.04
T2	ดินบน	102.50±20.75	33.31±36.95	112.82±89.23
	ดินล่าง	161.07±19.73	182.72±51.27	95.51±74.26
T3	ดินบน	5.39±1.34	12.85±2.89	51.09±4.40
	ดินล่าง	56.74±16.66	103.17±67.37	130.66±82.57
T4	ดินบน	110.54±81.40	22.98±15.35	47.06±19.71
	ดินล่าง	126.23±10.09	159.81±28.72	98.11±9.67
Control	ดินบน	2.16±0.50	8.34±0.49	0±0
	ดินล่าง	20.63±2.18	7.14±0.67	20.46±2.32

ตารางที่ 53 ปริมาณโบรอน (ppm) ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	0.59±0.17	0.91±0.33	0.67±0.19
	ดินล่าง	0.49±0.13	0.48±0.29	0.30±0.10
T2	ดินบน	0.75±0.21	0.90±0.18	0.66±0.16
	ดินล่าง	0.36±0.09	0.35±0.05	0.47±0.29
T3	ดินบน	0.51±0.06	0.49±0.07	0.95±0.28
	ดินล่าง	0.15±0.04	0.30±0.05	0.15±0.02
T4	ดินบน	0.48±0.10	0.45±0.03	0.89±0.13
	ดินล่าง	0.19±0.01	0.27±0.07	0.39±0.18
Control	ดินบน	0.40±0.02	0.40±0	0.84±0.7
	ดินล่าง	0.16±0.04	0.27±0.02	0.55±0.07

ตารางที่ 54 ปริมาณแคลเซียม(mg/kg) ในแปลงทดลองที่จังหวัดตรัง

Treatment	ชั้นดิน	เดือน		
		ตุลาคม 2538	กุมภาพันธ์ 2539	มิถุนายน 2539
T1	ดินบน	160.93±119.94	56.05±11.21	59.48±37.59
	ดินล่าง	34.88±12.53	108.82±49.20	22.83±3.0
T2	ดินบน	208.60±295.71	27.82±4.94	67.64±26.86
	ดินล่าง	388.76±166.43	61.27±17.94	30.04±6.15
T3	ดินบน	111.93±21.20	34.29±3.17	77.67±2.51
	ดินล่าง	30.10±16.80	51.15±30.09	68.01±36.60
T4	ดินบน	40.45±12.57	35.04±9.45	42.28±5.73
	ดินล่าง	71.23±49.05	30.36±10.70	70.45±39.81
Control	ดินบน	46.10±0.70	45.68±1.33	51.33±0.01
	ดินล่าง	35.95±0.25	35.10±0.59	10.27±0.24

บทที่ 4
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบที่ 17 : ปริมาณน้ำฝนและความชื้นของดินจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันเปลี่ยนแปลง ดังนั้นช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหาร ควรหลีกเลี่ยงช่วงที่มีปริมาณฝนตกมากเกินไปหรือช่วงแล้ง

2. ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างใบ เพื่อแนะนำในการใส่ปุ๋ย จะต้องเป็นช่วงเวลาที่ปริมาณธาตุอาหารที่ให้กับปาล์มน้ำมันมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารที่มีการสะสมในใบที่17 สำหรับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ช่วงเวลาที่เหมาะสมของปาล์มที่ปลูกในเขตจังหวัดตรังและกระบี่ จะอยู่ในช่วงเดือนมกราคมถึงมิถุนายน สำหรับพอแตสเซียมช่วงที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงดือนกุมภาพันธ์ ในขณะที่แมกนีเซียม โบรอน ซัลเฟอร์และแคลเซียมค่อนข้างจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี

ดังนั้นช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคมจะเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารสำหรับปาล์มที่ปลูกในเขตจังหวัดตรังและกระบี่

3. ปริมาณธาตุอาหารในดิน : ปริมาณธาตุอาหารในดินมีความแปรปรวนสูงมาก ซึ่งอาจเกิดจากความไม่สม่ำเสมอในการใส่ปุ๋ย ดังนั้นข้อมูลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินจึงไม่เหมาะสมสำหรับใช้ในการแนะนำการใช้ปุ๋ยในแต่ละปีของปาล์มน้ำมันแต่อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินยังมีความจำเป็นก่อนที่จะมีการปลูกปาล์มเพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาคุณสมบัติดินว่าเหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมันหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

- สุพัตรา พันชาตรี. (2538). การตลาดปาล์มน้ำมัน เอกสารประกอบการสัมมนาปาล์มน้ำมัน กรมส่งเสริมการเกษตร ระหว่างวันที่ 17 – 20 กันยายน 2538 ณ โรงแรมเมอร์รีไทม์ จังหวัดกระบี่
- Chapman, G.W & Gray, H.M.(1949) Leaf analysis and nutrition of oil Palm. Ann. Bot., 13. 415-433.
- Corley. R.H.V. & Mok, C.K. (1972) Effects of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium on growth of the oil palm. Expl. Agric., 8, 347-353.
- Coulter, J.K. (1958) Mineral nutrition of the oil palm in Malaya. Malay. agric. J. 41, 131-151.
- Forster, H.L. & Chang K.C. (1977). Seasonal fluctuation in oil palm Leaf nutrient levels. MARDI Res. Bull. 5, 74-90.
- Ng, S.K. & Walters, E. (1969) Field sampling studies for foliar analysis of oil palms. In. Progress in oil palm (ed P.D. Turner), pp. 67-81. Kuala Lumper : Incorported Society of Planters.
- Prevot, P. & Ollagnier, M. (1954) Peanut and Oil Palm foliar diagnosis inter-relations of N, P, K, Ca and Mg. Pl. Physiol.. 29, 26.
- Rajaratnam, J.A., Chan, K.W. & Goh, K.H. (1980). The foundation of selecting leaf 17 for nutrient requirements of oil palm. Proc. Conf. Classification and Management of Trop. Soils. Kuala Lumpur, 1977.
- Smilde, K.W. & Chapas. L.C.(1963) The determination of nutrient status by leaf sampling of oil palm. J.W. Afr. Inst. Oil Palm Res., 4, 8-30.
- Smilde, K.W. & Leyritz, M.J.P.(1965) A further investigation of the errors involved in leaf sampling. J. Nigerian Inst. Oil Palm Res., 4, 251-261.
- Teoh, K.C., Chew, P.S., Soh, A.C. and Chow, C.S. (1981). A Study of the Seasonal Fluctuations in Leaf Nutrient Level in Oil Palms in Peninsular Malaysia. In : The Oil Palm in Agriculture in the Eighties. Vol II. PORIM. Malaysia. p 13-38.
- Von Uexkull, H.R. (1989) Fertilizer of oil palm. Paper presented for the management of oil plam plantations for estate managers in Southern Thailand. At Veing Tong Hotel, Krabi, 28-30 March 1989.

- Warriar, S.M. and Piggott. C.J. (1973) Rehabilitation of oil palm by corrective manuring base on leaf analysis. In Advances in oil palm cultivation. (ed. R.L. Wastic and D.A. Earp), pp. 289-305. Kuala Lumpur : Incorporated Society of Planters.

ภาคผนวกที่ 1
การวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ

การเตรียมตัวอย่างพืชก่อนการวิเคราะห์

1. ทำความสะอาดตัวอย่างพืชที่ต้องการวิเคราะห์ด้วยน้ำ deionized เช่น ตัวอย่างใบ ใช้สำลีชุบน้ำ deionized เช็ดทำความสะอาดฝุ่นละออง สิ่งตกค้างที่ติดอยู่ให้สะอาด
2. นำใบอบให้แห้งในตู้อบ (oven) ที่อุณหภูมิ 65° ซ
3. นำไปบดด้วยเครื่องบดให้มีขนาด 0.5 มม.
4. เก็บใส่กล่องที่มีฝาปิด พร้อมทั้งปิดป้ายหมายเลขปฏิบัติการ
5. ก่อนนำไปวิเคราะห์จะต้องนำไปอบที่อุณหภูมิ 65° ซ เป็นเวลา 1 คืน (อย่างน้อย 7 ชม.) อีกครั้งหนึ่ง

การวิเคราะห์พืช

ไนโตรเจนทั้งหมด

Kjeldahl method

สารเคมี

1. กรดย่อยเตรียมโดยละลาย salicylic acid 2.5% ใน conc.H_2SO_4
2. Kjeldahl catalyst tablet-selenium(1 tablet : 1 g Na_2SO_4 + 10 mg Se or 1.5 g K_2SO_4 + 0.0075 g Se)
3. Mix indicator เตรียมโดยละลาย methyl red 0.066 กรัม และ bromocresol green 0.099 กรัม ใน EtOH ปรับสีเป็นสีเขียวเข้ม (pH ประมาณ 4.2) ด้วย 0.1 N NaOH จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ด้วย EtOH
4. สารละลาย H_3BO_3-indicator เตรียมโดย ละลาย H_3BO_3 80 กรัมในน้ำ deionized ประมาณ 1,800 มล. ให้ความร้อนบน hot plate จนละลายหมด แล้วเติม mix indicator จนได้สารละลายสีชมพู ปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตร
5. NaOH 40% เตรียมโดยละลาย NaOH (commercial grade) 2 กก. ในน้ำ deionized 5 ลิตร (เตรียมในตู้ดูดควันโดยใช้น้ำหล่อเย็น)
6. Sodium thiosulphate ($Na_2S_2O_3.5H_2O$)
7. น้ำมันก๊าด

8. สารละลายมาตรฐาน 0.05 N H_2SO_4 เตรียมโดย ปิเปต conc. H_2SO_4 4.17 มล. ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 1,000 มล. (ซึ่งมีน้ำอยู่ประมาณ 800 มล.) ปรับปริมาตร ด้วยน้ำ deionized

วิธีทำ

1. ชั่งตัวอย่างพืช (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 65° ซ เป็นเวลา 1 คืน) ประมาณ 0.20 กรัม ใส่ใน Kjeldahl tube
2. ใส่ลูกแก้ว (glass bead) ลงใน tube ประมาณ 5-6 เม็ด
3. ใส่ catalyst ลงไป 1 เม็ด แล้วเติมกรดซัลฟิวริก 5 มล. เขย่าด้วย mixer วางทิ้งไว้ 15 นาที
4. เติม $Na_2S_2O_3.5H_2O$ ประมาณ 0.5 กรัม (ช้อนตักสารขนาดเล็ก) เขย่าด้วย mixer แล้ววางทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชม.
5. หยดน้ำมันก๊าดลงใน tube 2-3 หยด แล้วทำการย่อยจนสารละลายใส
6. หลังย่อยเสร็จปล่อยให้ tube เย็นลงเท่าอุณหภูมิห้อง แล้วฉีดน้ำ deionized ล้างข้าง tube ประมาณ 15 มล. เขย่าด้วย mixer
7. ตวงสารละลาย H_3BO_3-indicator 25 มล. ใส่ใน Erlenmayer flask ขนาด 250 มล. นำไปวางใต้ก้านคอนเดนเซอร์ (ให้ก้านคอนเดนเซอร์จุ่มในสารละลาย) เพื่อจับก๊าซ NH_3 ที่เกิดขึ้น
8. ใส่ tube เข้ากับเครื่องกลั่นแล้วเติม NaOH ประมาณ 50 มล.
9. ทำการกลั่นประมาณ 5 นาที ให้ได้สารละลายใน Erlenmayer flask ประมาณ 150 มล. ซึ่งสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว
10. ไตเตรทสารละลายใน Erlenmayer flask ด้วย 0.05 N H_2SO_4 จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรของกรดที่ใช้ในการไตเตรท
11. ทำ blank เช่นเดียวกับข้อ 2-10

การคำนวณ

$\%N = (X- b)\ xN.\ H_2SO_4\ x\ 1.4/sample\ wt.$

โดยที่ X = ปริมาตรของ H_2SO_4 ที่ใช้ในการไตเตรทสารละลายตัวอย่าง (มล.)

b = ปริมาตรของ H_2SO_4 ที่ใช้ในการไตเตรท blank (มล.)

การเตรียมสารละลายตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ P, K, Ca, Mg, S

Wet Digestion

สารเคมี

1. กรดผสม $HNO_3/HClO_4$ เตรียมโดยผสม conc. HNO_3 1,250 มล. conc. $HClO_4$ 250 มล. และ NH_4VO_3 (ละลาย NH_4VO_3 0.06 กรัม ในน้ำ deionized ประมาณ 5-10 มล. ให้ความร้อนบน hot plate จนละลายหมดรอให้เย็นลงแล้วผสมลงในกรด

วิธีทำ

1. ชั่งตัวอย่างพืช (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 65° ซ เป็นเวลา 1 คืน) ประมาณ 0.2 กรัม ใส่ใน Erlenmayer flask ขนาด 50 มล.
2. เติมกรดผสม $HNO_3/HClO_4$ 15 มล. เขย่าเบา ๆ แล้ววางทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชม. จากนั้นทำการย่อย โดยให้ความร้อนบน hot plate เริ่มที่อุณหภูมิประมาณ 80° ซ ย่อยจนเกิดควันสีน้ำตาล ค่อย ๆ ปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นจนเกิดควันสีขาว ย่อยต่อไปจนควันสีขาวหมด ปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้น (ประมาณ 250° ซ) ย่อยจนได้สารละลายใสและมีสารละลายเหลืออยู่ประมาณ 2 มล.
3. ถ่ายสารละลายตัวอย่างลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มล. โดยใช้น้ำ deionized ฉีดล้างให้หมดแล้วปรับปริมาตร
4. ทำ blank เช่นเดียวกับข้อ 2-3
5. นำไปวิเคราะห์หา P และ S ด้วยเครื่อง Spectrophotometer
   นำไปวิเคราะห์หา K ด้วยเครื่อง Flame Photomter
   นำไปวิเคราะห์หา Ca, Mg ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

ฟอสฟอรัส (Phosphorus)

Spectrometric molybdovanadophosphate method

สารเคมี

1. สารละลาย Vanadomolybdate เตรียมโดย
   1.1 ละลาย Ammonium molybdate 40 กรัม ในน้ำ deionized ที่อุ่นแล้ว 400 มล.
   1.2 ละลาย ammonium metavanadate 2 กรัม ในน้ำ deionized ที่ต้มเดือด 300 มล. ให้ความร้อนจนละลายหมด วางให้อุณหภูมิเย็นลง แล้วเติม conc.HNO_3 160 มล. ผสมสารละลายข้อ 1.1 และ 1.2 เข้าด้วยกัน แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา เมื่อต้องการใช้แต่ละครั้งนำมาเจือจางด้วยน้ำ deionized 4 เท่า
2. สารละลายมาตรฐาน P ความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 มก./ลิตร ใน 4% $HClO_4$

วิธีทำ

1. ปิเปตสารละลาย vanadomolybdate 5 มล. ใส่ใน test tube ขนาด 10 มล.
2. เติมสารละลายมาตรฐาน สารละลายตัวอย่าง หรือ blank ลงไป 1 มล. แล้วเขย่าให้เข้ากัน
3. วางไว้อย่างน้อย 20 นาที (ไม่เกิน 24 ชม.) แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นม. ด้วยเครื่อง Spectrophotometer
4. เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้มของ P ในสารละลายมาตรฐาน โดยให้ค่าการดูดกลืนแสงเป็นแกนตั้งแล้วหาค่าความเข้มข้นของ P ในสารละลายตัวอย่างและ blank จากกราฟมาตรฐาน

การคำนวณ

$\%P = (X-b) \times 100 \times 50 / (1{,}000 \times \text{sample wt.})$

โดยที่ X = ความเข้มข้นของ P ในสารละลายตัวอย่าง เทียบจากกราฟมาตรฐาน(มก./ลิตร)

b = ความเข้มข้นของ P ใน blank เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

พอแตสเซียม (Potassium)

Flame Photometry

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐาน K ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 100 มก./ลิตร ใน 4% $HClO_4$

วิธีทำ

1. นำสารละลายตัวอย่างไปวัดค่าการปลดปล่อยแสงด้วยเครื่อง Flame Photometer

การคำนวณ

% K = (X - b) x 50 x100/ (1,000 x 1,000 sample wt.) x df

โดยที่ X = ความเข้มข้นของ K ในสารละลายตัวอย่าง เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

b = ความเข้มข้นของ K ใน blank เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

df = dilution factor

แคลเซียมและแมกนีเซียม (Ca & Mg)

Atomic Absorption Spectrophotometry

สารเคมี

1. สารละลาย Sr 5,000 มก./ลิตร ใน 0.5% $HClO_4$ เตรียมโดย ละลาย $SrCl_2.6H_2O$ 15.2146 กรัม ในน้ำ deionized ประมาณ 700 มล. คนให้เข้ากันโดยใช้ magnetic stirer แล้วเติมกรด $HClO_4$ ความเข้มข้น 20% ลงไป 20 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized เป็น 1 ลิตร แล้วคนต่อไปจนสารเป็นเนื้อเดียวกัน
2. สารละลายมาตรฐาน Ca และ Mg ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8, 10 มก./ลิตร ใน สารละลาย Sr 5,000 มก./ลิตร

วิธีทำ

1. เจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยสารละลาย Sr ให้มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงกลางของกราฟมาตรฐาน เขย่าให้เข้ากันดี

2. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง AAS

การคำนวณ

% Ca (Mg) = (x - b) x 50 x 100/ (1,000 x 1,000 x sample wt.) x df

โดยที่ X = ความเข้มข้นของ Ca (Mg) ในสารละลายตัวอย่าง เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

b = ความเข้มข้นของ Ca (Mg) ใน blank เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

df = dilution factor

เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี

(Fe, Mn, Cu, Zn)

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8, 10 มก./ลิตร ใน 8% $HClO_4$
2. สารละลายมาตรฐาน Mn ความเข้มข้น 0, 0.25, 0.5, 1.0, 1.5 มก./ลิตร ใน 8% $HClO_4$
3. สารละลายมาตรฐาน Cu ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 มก./ลิตร ใน 8% $HClO_4$
4. สารละลายมาตรฐาน Zn ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 มก./ลิตรใน 8% $HClO_4$

วิธีทำ

1. นำสารละลายตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง AAS

การคำนวณ

เช่นเดียวกับ Ca และ Mg

โบรอน (Boron)

Azomethine-H method

สารเคมี

1. 1 N. H_2SO_4
2. สารละลายบัฟเฟอร์ เตรียมโดย ละลาย NH_4 OAc 250 กรัม และ Na_2EDTA 15 กรัม ในน้ำ deionized 400 มล. ค่อย ๆ เติมกรด Acetic ลงไป 125 มล. คนให้เข้ากัน
3. สารละลาย Azomethine-H เตรียมโดย ละลาย Azomethine-H 0.45 กรัม ใน 1% ascorbic acid 100 มล. (สารละลายควรเตรียมใช้ในแต่ละครั้งหรือเก็บไว้ในตู้เย็นใช้ได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์)
4. สารละลายมาตรฐาน B ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 มก./ลิตร ใน 1 N.H_2SO_4

วิธีทำ

1. ชั่งตัวอย่างพืช (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 65° ซ เป็นเวลา 1 คืน) ประมาณ 0.5 กรัม ใส่ใน crucible ขนาด 15 มล. และทำ blank ด้วยโดยเผา cricible เปล่า
2. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 525° ซ เป็นเวลา 4.5 ชม. ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วจึงนำออกจากเตาเผา
3. เติมน้ำ deionized 3 หยด และเติม 1 N H_2SO_4 10 มล. วางไว้ 1ชม.
4. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ลงในขวดพลาสติก
5. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน สารละลายตัวอย่าง หรือ blank 2 มล. ใส่ในขวดพลาสติกเติมสารละลายบัฟเฟอร์ 4 มล. เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติมสารละลาย Azomethine-H 4 มล. เขย่าให้เข้ากันอีกครั้ง วางไว้ 1 ชม.
6. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นม.
7. เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับ ความเข้มข้นของ B โดยให้ค่าการดูดกลืนแสงเป็นแกนตั้ง

การคำนวณ

B (ppm) = (X - b) x 10.15/ (sample wt.)

โดยที่ X = ความเข้มข้นของ B ในสารละลายตัวอย่าง เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

b = ความเข้มข้นของ B ใน blank เทียบจากกราฟมาตรฐาน(มก./ลิตร)

การวิเคราะห์ S ในพืช

Turbidimetry

สารเคมี

1. Barium chloride crystal
2. 0.25% Gum acacia เตรียมโดยละลาย Gum acacia 2.5 กรัมในน้ำ deionized 1 ลิตร
3. 6 N HCl เตรียมโดย ละลายกรด HCl 49.68 มล. ในน้ำ deionized แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล.
4. สารละลายมาตรฐาน S ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร เตรียมโดยละลาย $NaSO_4$ ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105° ซ เป็นเวลา 4 ชม.) 4.43 กรัม ด้วยน้ำ deionized ใน Volumtric Flask ขนาด 1,000 มล. แล้วปรับปริมาตร

5. สารละลายมาตรฐาน S (working standard) ความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 มก./ลิตร เตรียมโดยปิเปตสารละลายมาตรฐาน S ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 มล. ลงใน Volumtric Flask ขนาด 100 มล. เติม 20% $HClO_4$ 20 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized

วิธีทำ

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน (working standard) หรือสารละลายตัวอย่าง 5 มล. ลงใน Volumetric Flask ขนาด 25 มล.
2. หยด 6 N HCl ลงไป 2 หยด เติม $BaCl_2$ 0.3 กรัม เขย่า 1 นาที
3. เติม 0.25% Gum acacia 2 มล. เขย่า 1 นาที
4. นำไปวัดความขุ่นด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 450 มม.

การคำนวณ

%S = (S - b) x 50 x 100 / 1,000 x sample wt.

โดยที่ X = ความเข้มข้นของ S ในสาระลายตัวอย่างเทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

b = ความเข้มข้นของ S ใน blank เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

ภาคผนวก 2
การวิเคราะห์ดิน

ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)

Kjeldahl method

สารเคมี

1. กรดย่อย เตรียมโดยละลาย salicylic acid 2.5% ใน conc. H_2SO_4 (98%)
2. Kjeldahl Catalyst tablets-selenium (1 tablet : 1 g Na_2SO_4 + 1.0 mg Se or 1.5 g K_2SO_4 + 0.0075 g Se)
3. Mix indiactor เตรียมโดยละลาย methyl red 0.066 กรัม และ bromocresol green 0.099 กรัม ใน EtOH ปรับสีเป็นสีเขียวข้ม (pH ประมาณ 4.2) ด้วย 0.1 N NaOH จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ด้วย EtOH
4. สารละลาย H_3BO_3-indicator เตรียมโดย ละลาย H_3BO_3 80 กรัม ในน้ำ deionized ประมาณ 1,800 มล. ให้ความร้อนบน hot plate จนละลายหมด แล้วเติม mix indicator จนได้สารละลายสีชมพู ปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตร
5. NaOH 40% เตรียมโดย ละลาย NaOH (commercial grade) 2 กก. ในน้ำ deionized 5 ลิตร (เตรียมในตู้ควันโดยใช้น้ำหล่อ)
6. Sodium thiosulphate ($Na_2S_2O_3.5H_2O$)
7. น้ำมันก๊าด
8. สารละลายมาตรฐาน 0.05 N H_2SO_4 เตรียมโดย ปิเปต conc.H_2SO_4 4.17 มล. ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 1,000 มล. (ซึ่งมีน้ำอยู่ประมาณ 800 มล.) ปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized จากนั้น standardize กรดเพื่อหาความเข้มข้นที่แท้จริง

วิธีทำ

1. ชั่งดิน 1 กรัม ใส่ใน kjeldahl tube ขนาด 100 มล.
2. ใส่ลูกแก้ว (glass bead) ลงใน tube ประมาณ 5-6 เม็ด
3. ใส่ catalyst 1 เม็ด แล้วเติมกรดย่อย 5 มล. เขย่าด้วยเครื่อง mixer ให้เข้ากันดีวางทิ้งไว้ 15 นาที
4. เติม $Na_2S_2O_3.5H_2O$ ประมาณ 0.5 กรัม (ช้อนตักสารขนาดเล็ก) เขย่าด้วย mixer แล้ววางทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชม.

5. หยดน้ำมันก๊าด 2-3 หยดนำ kjeldahl tube ใส่ในเตาย่อย (Digestion Block) แล้วทำการย่อยตามโปรแกรมการย่อยซึ่งควบคุมด้วยเครื่อง Auto step จนสารละลายใสและดินเป็นสีขาว
6. หลักจากย่อยเสร็จปล่อยให้ tube เย็นลงเท่าอุณหภูมิห้อง แล้วใช้น้ำ deionized ฉีดล้างข้าง tube ประมาณ 15 มล. เขย่าด้วย mixer
7. กลั่นสารละลายตัวอย่าง โดยใส่ tube เข้ากับเครื่องกลั่น
8. ตวงสารละลาย H_3BO_3 -indicator 25 มล.ใส่ใน Erlenmayer flask ขนาด 250 มล. นำไปวางใต้ก้านคอนเดนเซอร์โดยให้ก้านคอนเดนเซอร์จุ่มลงในสารละลายเพื่อรองรับ NH_3 ที่ได้จากการกลั่น
9. เติม NaOH ลงใน tube ประมาณ 50 มล.
10. ทำการกลั่นประมาณ 5 นาที ให้ได้สารละลายใน Erlenmayer flask ประมาณ 150 มล. และสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว
11. ไตเตรทสารละลายที่รับได้ใน Erlenmayer flask ด้วย 0.05 N H_2SO_4 จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรของกรดที่ใช้ในการไตเตรท
12. ทำ blank เช่นเดียวกับข้อ 2-11

การคำนวณ

$$\% N = (a - b) \times X \times 1.4/\text{soil wt.} \times mcf$$

โดยที่ a = ปริมาตร H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทสารละลายตัวอย่าง (มล.)

b = ปริมาตร H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรท blank (มล.)

x = ความเข้มข้น H_2SO_4 (นอร์มัล)

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

Bray no.II

สารเคมี

1. สารสกัด Bray no.II (0.03 M NH_4F/0.1 M HCl) เตรียมโดย ละลาย NH_4F 1.1114 กรัมในน้ำ deionized ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร เติม conc.H_2HCl_4 8.51 มล. ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
2. Color reagent
   2.1 Antimony potassium tartrate 0.1% เตรียมโดย ละลาย Antimony potassium tartrate 0.1 กรัม ด้วยน้ำ deionized ปรับปริมาตรเป็น 100 มล.

2.2 H_3BO_3 0.8 M เตรียมโดย ละลาย H_3BO_3 24.73 กรัม ในน้ำ deionized ประมาณ 350 มล. อุ่นบน hot plate ให้ละลาย แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มล.

2.3 Ammonium molybdate เตรียมโดยละลาย $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ 15 กรัม ในน้ำ deionized 250 มล. เติม conc.H_2SO_4 140 มล. ทิ้งไว้ให้เย็นลงแล้ว ปรับปริมตรเป็น 500 มล. เก็บไว้ในขวดสีชา ผสมสารละลาย ammonium molybdate 30 มล. H_3BO_3 0.8 M 90 มล. น้ำ deionized 330 มล. และ antimony potassium tartrate 0.1% 30 มล. เขย่าสารละลายให้เข้ากัน เก็บในขวดสีชา

3. Ascorbic acid 0.5% (ควรเตรียมเท่าที่จะใช้ในแต่ละครั้ง หรือเก็บไว้ไม่เกิน 2 วัน)

4. สารละลายมาตรฐาน P ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร เตรียมโดย ละลาย KH_2PO_4 (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105° ซ เป็นเวลา 4 ชม.) 3.4800 กรัม ด้วยน้ำ deionized ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ค่อย ๆ เติม conc.HNO_3 12 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized

5. สารละลายมาตรฐาน P ความเข้มข้น 10 มก./ลิตร เตรียมโดย ปิเปตสารละลายมาตรฐาน P ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร 1 มล. ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 10 มล. จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized

วิธีทำ

1. ชั่งดิน 2.857 กรัม ใส่ใน Erlenmayer flask ขนาด 125 มล.
2. เติมสารสกัด Bray no. II 20 มล. โดยใช้ปิเปต เขย่าด้วยมือ 60 วินาที แล้วกรองผ่านกระดาษกรอง whatman เบอร์ 42 ในกรณีที่สารละลายขุ่นมีสีเหลือง เนื่องจากมีอินทรีย์วัตถุมาก ควรกรองสารละลายอีกครั้งด้วยผงถ่าน โดยเติมผงถ่านประมาณ 0.07 กรัม (ปลายช้อนตักสารขนาดเล็ก) เขย่าประมาณ 2 นาที แล้วกรองอีกครั้ง และควรทำ blank ด้วย
3. ปิเปต color reagent 5มล. และ ascorbic acid 0.5% 5 มล. ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 มล.
4. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน P ความเข้มข้น 10 มก./ลิตร 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 มล. ใส่ใน flask (ข้อ 3) จะได้สารละลายมาตรฐาน Pความเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 มก./ลิตร ตามลำดับ (ถ้าตัวอย่างดินมี P ต่ำมาก ใช้สารละลายมาตรฐานความเข้มข้น ข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 มก./ลิตร) จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized เขย่าให้เข้ากันดี

5. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง หรือ blank 2 มล. ลงใน flask (ข้อ 3) สังเกตสีของสารละลายให้อยู่ในช่วงของสารละลายมาตรฐาน (ควรเพิ่มหรือลดปริมาณของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ให้ได้ความเข้มข้นของ P อยู่ในช่วงของสารละลายมาตรฐาน) จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized เขย่าให้เข้ากันดี แล้ววางทิ้งไว้ 20 นาที
6. อ่านค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 720 นม.
7. เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับค่าความเข้มข้นของ P ในสารละลายมาตรฐานโดยให้ค่าการดูดกลืนแสงเป็นแกนตั้ง

การคำนวณ

Available P (mg/kg soil) = (X-b) 25 V / (Y x sample wt.) x mcf

โดยที่ X = ความเข้มข้นของ P ในสารละลายตัวอย่าง เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

b = ความเข้มข้นของ P ใน blank เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

V = ปริมาตรสารสกัด Bray II ที่ใช้สกัด (20 มล.)

Y = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้ (มล.)

ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P)

Spectrophotometric method

สารเคมี

1. conc. $HClO_4$ (60%)
2. Color reagent (เตรียมเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ Available P)
3. Ascorbic acid 0.5% (เตรียมเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ Available P)
4. สารละลายมาตรฐาน P ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร (เตรียมเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ Available P)
5. สารละลายมาตรฐาน P ความเข้มข้น 10 มก./ลิตร (เตรียมเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ Available P)

วิธีทำ

1. ชั่งดิน 2 กรัม ใส่ใน Erlenmayer flask ขนาด 125 มล. เติมกรด $HClO_4$ เข้มข้น 10 มล. (ถ้าดินมีอินทรีย์วัตถุสูง ใช้กรด $HNO_3/HClO_4$ อัตราส่วน 1:1) ทำ blank ด้วย

2. ใช้กรวยแก้วปิดปาก flask เพื่อกันการกระเด็น จากนั้นย่อยบน hot plate โดยค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิขึ้น ทำการย่อยจนสารละลายใส ดินจะเป็นสีขาว (ถ้ายังไม่ใสเติมกรดอีก 5 มล. แล้วทำการย่อยต่อไป)
3. วางไว้ให้อุณหภูมิลดลงเท่าอุณหภูมิห้อง ถ่ายใส่ Volumetric flask ขนาด 100 มล. โดยใช้น้ำกลั่นฉีดล้างสารละลายตัวอย่างลงให้หมด แล้วปรับปริมาตรด้วย deionized เขย่าให้เข้ากัน แล้ววางให้สารแขวนลอยตกตะกอน
4. ทำการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของฟอสเฟต เช่นเดียวกับ ข้อ 3-7 ของการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

การคำนวณ

Total P (mg/kg soil) = 100 x 25 (X - b) / V x soil wt.

โดยที่ X = ความเข้มข้นของ P ในสารละลายตัวอย่าง เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

b = ความเข้มข้นของ P ใน blank เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

V = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้ (มล.)

แคลเซียม แมกนีเซียม โปตัสเซียม โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้

(Exchangeable Ca, Mg, K, Na)

Ammonium Acetate Extraction

สารเคมี

1. Ammonium acetate (NH_4OAc) ความเข้มข้น 1 N (เตรียมเช่นเดียวกับการหา C.E.C.)
2. สารละลาย Sr 5,000 มก./ลิตร เตรียมโดย ละลาย $SrCl_2.6H_2O$ 15.2146 กรัม ใน 1 N. NH_4OAc ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
3. สารละลายมาตรฐาน Ca ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร เตรียมโดย ละลาย $CaCO_3$ (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105° ซ เป็นเวลา 4 ชม.) 2.4973 กรัม ด้วยน้ำ deionized ใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ค่อย เติม conc.HNO_3 12 มล. จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized
4. สารละลายมาตรฐาน Mg ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร เตรียมโดย ละลาย $MgSO_4.7H_2O$ 10.1411 กรัม ด้วยน้ำ deionized ลงใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ค่อย ๆ เติม conc.HNO_3 12 มล. จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized
5. สารละลายมาตรฐาน Ca และ Mg ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8, 10 มก./ลิตร ในสาร

ละลาย Sr 5,000 มก./ลิตร เตรียมโดยปิเปตสารละลายมาตรฐาน Ca และ Mg ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร อย่างละ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 มล. ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลาย Sr 5,000 มก./ลิตร (ตัวอย่างดินที่มี Ca และ Mg ต่ำจะใช้สารละลายมาตรฐานเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 มก./ลิตร)

6. สารละลายมาตรฐาน K ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร เตรียมโดย ละลาย KCl (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105° ซ เป็นเวลา 4 ชม.) 1.9067 กรัม ด้วยน้ำ deionized ใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ค่อย ๆ เติม conc. HNO_3 12 มล. จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized
7. สารละลายมาตรฐาน K ความเข้มข้น 100 มก./ลิตร เตรียมโดยปิเปตสารละลายมาตรฐาน K ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร 10 มล. ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized
8. สารละลายมาตรฐาน Na ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร เตรียมโดยละลาย NaCl (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105° ซ เป็นเวลา 1 ชม.) 2.5421 กรัม ด้วยน้ำ deionized ใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ค่อย ๆ เติม conc. HNO_3 12 มล. จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized
9. สารละลายมาตรฐาน Na ความเข้มข้น 100 มก./ลิตร เตรียมโดยปิเปต สารละลายมาตรฐาน Na ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร 10 มล. ใส่ใน Volumetic flask ขนาด 100 มล. แล้ว ปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized
10. สารละลายมาตรฐาน K และ Na ความเข้มข้น 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 มก./ลิตร ใน 1 N. NH_4OAc เตรียมโดยปิเปตสารละลายมาตรฐาน K และ Na อย่างละ 0, 1, 2, 4, 6, 8 และ 10 มล. ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มล. ตามลำดับ จากนั้นปรับปริมาตรด้วยสารละลาย 1N NH_4OAc

วิธีการทำ

1. สกัดตัวอย่างดินด้วย 1N NH_4OAc เช่นเดียวกับการวิเคราะห์มา CEC (ข้อ 1-3) แล้วนำไปวัดค่าการปลดปล่อยแสงของ K และ Na ด้วยเครื่อง Flame photometer
2. สำหรับตัวอย่างที่ต้องการหา Ca และ Mg เจือจางด้วยสารละลาย Sr 5,000 มก./ลิตร (อัตราส่วนของสารละลายตัวอย่างกับสารละลาย Sr ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ Ca และ Mg ในสารละลายตัวอย่าง) ควรเจือจางให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายตัวอยาง อยู่ช่วงกลางของสารละลายมาตรฐานแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืน

แสงด้วยเครื่อง AAS

3. เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าที่อ่านได้กับค่าความเข้มข้นของ K (Na, Ca, Mg) โดยให้ค่าที่อ่านได้เป็นแกนตั้ง

การคำนวณ

Exchangeable K, Na, Ca, Mg (mg/kg soil) = 100 (X - b) / soil wt. x df x mcf

โดยที่ X = ความเข้มข้นของ K (Na, Ca, Mg) ในสารละลายตัวอย่าง เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

b = ความเข้มข้นของ K (Na, Ca, Mg) ใน blank เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

df = dilution factor

Exchangeable K (meq/100 g soil) = 10 (X - b) / (soil wt. x 39.102) x df. x mcf

Exchangeable Na (meq/100 g soil) = 10 (X - b) / (soil wt. x 22.9898) x df. x mcf

Exchangeable Ca (meq/100 g soil) = 10 (X - b) / (soil wt. x 20.04) x df. x mcf

Exchangeable Mg (meq/100 g soil) = 10 (X - b) / (soil wt. x 12.1525) x df. x mcf

% Base Saturation = [{Ca} + {Mg} + {K} + {Na} / CEC] x 100

โดยที่ { } = อิออนที่แลกเปลี่ยนได้ (meq/100 g)

โดยที่ X = ความเข้มข้นของ K ในสารละลายตัวอย่าง เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

b = ความเข้มข้นของ K ใน blank (มก./ลิตร)

df = dilution factor

กำมะถันที่เป็นประโยชน์ (Available S)

$Ca(H_2PO_4)_2$ extraction

สารเคมี

1. สารละลาย Calcium dihydrogen phosphate 0.01 M เตรียมโดย ละลาย $Ca(H_2PO_4)_2$ 2.5207 กรัม ในน้ำ deionized ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
2. Glycerol/EtOH เตรียมโดย ละลาย glycerol 200 มล. ใน EtOH 400 มล.
3. acidified NaCl เตรียมโดย ละลาย NaCl 240 กรัม ในน้ำ deionized 500 มล. เติม HCl เข้มข้น 5 มล. ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

4. $BaCl_2$ AR grade
5. Activated charcoal
6. สารละลายมาตรฐาน S ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร เตรียมโดย ละลาย Na_2SO_4 (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105° ซ เป็นเวลา 4 ชม.) 4.43 กรัม ด้วยน้ำ deionized ใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ค่อย ๆ เติม conc. HNO_3 12 มล. จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized
7. สารละลายมาตรฐาน S ความเข้มข้น 100 มก./ลิตร เตรียมโดยปิเปต สารละลายมาตรฐาน S ความเข้มข้น 1,000 มก./ลิตร 10 มล. ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มล. แล้ว ปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized
8. สารละลายมาตรฐาน S ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 มก./ลิตร ใน 0.01 N $Ca(H_2PO_4)_2$ เตรียมโดยปิเปต สารละลายมาตรฐาน S ความเข้มข้น 100 มก./ลิตร 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มล. แล้ว ปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized

วิธีทำ

1. ชั่งดิน 5 กรัม ใส่ใน Erlenmayer flask ขนาด 125 มล.
2. ปิเปตสารละลาย $Ca(H_2PO_4)_2$ ลงไป 25 มล. เขย่า 1 ชม. (ถ้าดินมีอินทรีย์วัตถุมาก ให้เติมผงถ่านลงไปประมาณ 0.25 กรัมหรือปลายช้อนตักสารขนาดเล็ก) เขย่าต่อประมาณ 2 นาที
3. กรองด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 5 ลงใน Erlenmayer flask ขนาด 25 มล.
4. ปิเปต glycerol/EtOH 5 มล. และ acidified NaCl 5 มล. ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 มล.
5. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน หรือสารละลายตัวอย่างที่สกัดใสลงไป 5 มล.
6. ปรับปริมาตรด้วยน้ำ deionized เขย่าให้เข้ากันดี
7. เติม $BaCl_2$ 0.3 กรัม (ปลายช้อนตักสารขนาดเล็ก) เขย่า 30 วินาที เปิดจุกแล้ว วางทิ้งไว้ 2 นาที
8. อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400 นม.
9. ทำ blank เช่นเดียวกับ ข้อ 2-8
10. เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับค่าความเข้มข้นของ S โดยให้ค่าการดูดกลืนแสงเป็นแกนตั้ง

หมายเหตุ $BaCl_2$ อาจเตรียมเป็นสารละลายความเข้มข้น 1 M แล้วปิเปตลงไป 1 มล.

การคำนวณ

Available S (mg/kg soil) = (X - b) x 25 V/ (Y x sample wt.) x mcf

โดยที่ X = ความเข้มข้นของ S ในสารละลายตัวอย่าง เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

b = ความเข้มข้นของ S ใน blank เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

V = ปริมาตรของสารสกัด (20 มล.)

Y = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้ (มล.)

โบรอนในดิน

spectrophotometric determination of water-soluble boron

สารเคมี

1. สารละลายบัฟเฟอร์ เตรียมโดย ละลาย NH_4OAc 250 กรัม และ Na_2EDTA 15 กรัม ในน้ำ deionized 400 มล. ค่อย ๆ เติมกรด Acetic ลงไป 125 มล. คนให้เข้ากัน
2. สารละลาย Azomethine-H เตรียมโดย ละลาย Azomethine-H 0.45 กรัม ใน 1% ascorbic acid 100 มล. (สารละลายควรเตรียมใช้ในแต่ละครั้งหรือเก็บไว้ในตู้เย็นใช้ได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์)
3. สารละลายมาตรฐาน B ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 มก./ลิตร ใน 1 N. H_2SO_4

วิธีทำ

1. ชั่งดิน 20 กรัม ใส่ flask ขนาด 250 มล.
2. เติมน้ำ 40 มล. reflux 5 นาที วางไว้ให้เย็นแล้วกรอง
3. นำไปวัดหา B ด้วยวิธี Azomethine-H method
4. ปิเปตสารละลายมาตรฐาน สารละลายตัวอย่าง หรือ blank 2 มล. ใส่ในขวดพลาสติกเติมสารละลายบัฟเฟอร์ 4 มล. เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติมสารละลาย Azomethine-H 4 มล. เขย่าให้เข้ากันอีกครั้ง วางไว้ 1 ชม.
5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นม.
6. เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับ ความเข้มข้นของ B โดยให้ค่าการดูดกลืนแสงเป็นแกนตั้ง

การคำนวณ

$$B(ppm) = (X - b) \times 40 / \text{sample wt.}$$

โดยที X = ความเข้มข้นของ B ในสารละลายตัวอย่างเทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)

b = ความเข้มข้นของ B ใน blank เทียบจากกราฟมาตรฐาน (มก./ลิตร)