



วิทยานิพนธ์

สมบัติบางประการของดิน และการกระจายของราก ในสวนป่าเคเซีย
เอาลาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa*) และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา
(*Eucalyptus urophylla*) อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้
ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

**SOME SOIL PROPERTIES AND ROOT DISTRIBUTION OF
16-YEAR-OLD *ACACIA AULACOCARPA* AND *EUCALYPTUS
UROPHYLLA* PLANTATIONS AT SAITHONG SILVICULTURAL
RESEARCH STATION, BANG SAPHAN NOI DISTRICT,
PRACHUAP KHIRI KHAN PROVINCE**

นางสาวทิพย์ลดา ทองตะเภา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วนศาสตร์)

ปริญญา

วนวัฒนวิทยา

สาขา

วนวัฒนวิทยา

ภาควิชา

เรื่อง สมบัติบางประการของดิน และการกระจายของรากในสวนป่าอะเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa*) และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา (*Eucalyptus urophylla*) อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Some Soil Properties and Root Distribution of 16-year-old *Acacia aulacocarpa* and *Eucalyptus urophylla* Plantations at Saithong Silvicultural Research Station, Bang Saphan Noi District, Prachuap Khiri Khan Province

นามผู้วิจัย นางสาวทิพย์ลดา ทองตะเภา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งเรือง พูลศิริ, Dr.nat.techn.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุวรรณภินันท์, M.S.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิบูลย์ กังแฮ, วท.ม.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มณฑล จำเริญพฤกษ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ๓๑ เดือน กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๑

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

สมบัติบางประการของดิน และการกระจายของรากในสวนป่าเคเซีย เอาลาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa*) และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา (*Eucalyptus urophylla*) อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลอง
ปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Some Soil Properties and Root Distribution of 16-year-old *Acacia aulacocarpa* and
Eucalyptus urophylla Plantations at Saithong Silvicultural Research Station,
Bang Saphan Noi District, Prachuap Khiri Khan Province

โดย

นางสาวทิพย์ลดา ทองตะเกา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์)

พ.ศ. 2551

ทิพย์ลดา ทองตะเกา 2551: สมบัติทางประการของดิน และการกระจายของรากในสวนป่าอเคเซีย
เออาลาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa*) และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา (*Eucalyptus urophylla*) อายุ 16 ปี
ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์) สาขาวนวัฒนวิทยา ภาควิชาวนวัฒนวิทยา
ประธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งเรือง พูลศิริ, Dr.nat.techn. 96 หน้า

การศึกษาสมบัติทางประการของดิน และการกระจายของรากในสวนป่าอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา
(*Acacia aulacocarpa*) และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา (*Eucalyptus urophylla*) อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้
ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติของดิน
และการกระจายของรากในสวนป่าทั้ง 2 ชนิด โดยทำการศึกษาในแปลงทดลองขนาด 80×40 ตร.ม. ศึกษาสมบัติ
ของดินในระดับความลึก 0-50 ซม. และศึกษาการกระจายของรากขนาดเล็ก (เส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มม.) ที่ระดับ
ความลึก 0-50 ซม. โดยการศึกษาหน้าหนักแห้งของรากต่อพื้นที่ต่อระดับความลึก และศึกษาการกระจายของราก
ขนาดใหญ่ (เส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2 มม.) ในหลุมเพลาะ (trench) เพื่อศึกษาพื้นที่หน้าตัดต่อพื้นที่ของรากที่
ระดับความลึกต่างๆ

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดิน พบว่า ดินในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลง มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย
(sandy loam) และพบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปามีความพรุนรวมของดินที่ระดับความลึก 40-50 ซม.
สูงกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา แต่มีความชื้นในดินในทุกระดับความลึกต่ำกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส
ยูโรฟีลลา ส่วนสมบัติทางกายภาพอื่นๆ พบว่า ดินในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลงมีสมบัติที่ใกล้เคียงกัน ในการศึกษา
สมบัติทางเคมี พบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา มีพีเอช และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่า
ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา แต่มีปริมาณไนโตรเจนรวมในดินที่ระดับ 20-50 ซม. ต่ำกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส
ยูโรฟีลลา ส่วนสมบัติทางเคมีอื่นๆ พบว่า ดินในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลงมีสมบัติที่ใกล้เคียงกัน

ผลการศึกษาการกระจายของราก พบว่า รากขนาดเล็กมีการกระจายในดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. เป็น
ส่วนใหญ่ โดยในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา มีน้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึก เฉลี่ย
เท่ากับ $76.98 \text{ ก. ม.}^{-2} \text{ ซม.}^{-1}$ ($76.14 \text{ เปอร์เซ็นต์}$) และในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีค่าเท่ากับ $48.16 \text{ ก. ม.}^{-2} \text{ ซม.}^{-1}$
($69.54 \text{ เปอร์เซ็นต์}$) และพบว่า รากขนาดใหญ่มีการกระจายในดินที่ระดับความลึก 0-30 ซม. เป็นส่วนใหญ่ โดยใน
แปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา มีพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อพื้นที่เท่ากับ $118.60 \text{ ซม.}^2 \text{ ม.}^{-2}$
($81.71 \text{ เปอร์เซ็นต์}$) และในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีค่าเท่ากับ $122.27 \text{ ซม.}^2 \text{ ม.}^{-2}$ ($85.48 \text{ เปอร์เซ็นต์}$)

ทิพย์ลดา ทองตะเกา

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่อประธานกรรมการ

11 / 12 / 51

Tiplada Tongtapao 2008: Some Soil Properties and Root Distribution of 16-year-old *Acacia aulacocarpa* and *Eucalyptus urophylla* Plantations at Saithong Silvicultural Research Station, Bang Saphan Noi District, Prachuap Khiri Khan Province. Master of Science (Forestry), Major Field: Silviculture, Department of Silviculture. Thesis Advisor: Assistant Professor Roongreang Poolsiri, Dr.nat.techn. 96 pages.

A study on the some soil properties and root distribution of 16-year-old exotic tree plantations of *Acacia aulacocarpa* and *Eucalyptus urophylla* were carried out at Saithong Silvicultural Research Station, Bang Saphan Noi District, Prachuap Khiri Khan Province. The objectives were to study and compare the soil properties and the root distribution in *A. aulacocarpa* and *E. urophylla* plantations. A experimental plot of 80 m × 40 m was setup for soil and root distribution studies in each plantation. Soil samples were collected in the first 50 cm for soil properties analysis. The study of fine root distribution (diameter less than 2 mm) at 0-50 cm depth was conducted by calculating fine root dry weight per unit area per depth. The study of coarse root distribution (diameter more than 2 mm) was conducted by measuring the diameter of coarse roots in trenches and calculating coarse root basal area per unit area.

The results on physical soil properties showed that soil in both plots were sandy loam. The everage of total soil porosity at 40-50 cm depth in *A. aulacocarpa* plantation was higher than the one in the *E. urophylla* plantation. Soil moisture of all depths in the *A. aulacocarpa* plantation were lower. Other physical soil properties of both plantations were similar. Study of chemical soil properties showed that soil in the *A. aulacocarpa* plantation had a higher pH and exchangeable magnesium content but a lower average total nitrogen than the one in the *E. urophylla* plantation.

The results of the root distribution study showed that most of the fine roots were located in the first 20 cm of soil. *A. aulacocarpa* plantation had a fine root dry weight per unit area per depth as 76.98 g. m⁻².cm⁻¹ (76.14 %) meanwhile *E. urophylla* plantation had 48.16 g. m⁻². cm⁻¹ (69.54 %). In the coarse roots study for both plantations, most of course roots were located in the first 30 cm of soil. *A. aulacocarpa* plantation had 118.60 cm⁻². m⁻² (81.71 %) and the *E. urophylla* plantation had 122.27 cm⁻². m⁻² (85.48%).

Tiplada Tongtapao

Student's signature

R. P.

Thesis Advisor's signature

11 April 08

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. รุ่งเรือง พูลศิริ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. วิสุทธิ์ สุวรรณภินันท์ กรรมการที่ปรึกษาสาขาวิชาเอก และ ผศ. พิบูลย์ กังแฮ กรรมการที่ปรึกษาสาขาวิชารอง ที่ได้ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. สุรียา ตันติวิวัฒน์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณคงศักดิ์ มีแก้ว นักวิชาการป่าไม้ 8ว กรมป่าไม้ อ.พงศ์เทพ ทองตะเภา และ อ.ลัดดาวัลย์ ทองตะเภา ที่ได้ให้คำปรึกษาในการเก็บข้อมูลครั้งนี้จนเสร็จสิ้นลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของสถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ ที่คอยอำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือด้วยดีตลอดการศึกษาวิจัย ขอขอบพระคุณ คุณบพิตร เกียรติคุณินันท์ นักวิชาการป่าไม้ 8ว ที่กรุณาเอื้อเฟื้อข้อมูลสมบัติของดิน ในแปลงศึกษา ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้ให้การสนับสนุน เงินทุนวิจัย ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวนวัฒนวิทยาทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบ ความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณ พล ร.ท.ศ. จิตต์ ณ นคร และ ศ. ดร อุทัยรัตน์ ณ นคร ที่ได้ให้คำปรึกษา และกำลังใจตลอดการศึกษาที่ผ่านมา ประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัวทองตะเภา และครอบครัววังสุภา ที่ได้อบรมและให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดมา

ทิพย์ลดา ทองตะเภา

มีนาคม 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	19
อุปกรณ์	19
วิธีการ	20
ผลและวิจารณ์	29
สรุปและข้อเสนอแนะ	79
สรุป	79
ข้อเสนอแนะ	83
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	84
ภาคผนวก	92
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	97

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ย บริเวณอำเภอบางสะพานน้อย จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ระหว่างปี พ.ศ.2540 – พ.ศ.2549	28
2	เปอร์เซ็นต์อนุภาคดิน และลักษณะเนื้อดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลตา อายุ16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	30
3	ความหนาแน่นรวมเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลตา อายุ16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	33
4	ความหนาแน่นอนุภาคเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลตา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	35
5	ความพรุนรวมเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลตา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภ อบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	38
6	ความชื้นในดินเฉลี่ย ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลตา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	40
7	พีเอชเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลตา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	43
8	ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลตา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	47
9	ปริมาณไนโตรเจนรวมเฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลตา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	50

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูก พรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	53
11	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูก พรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	56
12	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทราย ทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	60
13	ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลอง ปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	62
14	น้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึกเฉลี่ย ในแปลง อเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลอง ปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	65
15	เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดเล็ก ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลอง ปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	68
16	พื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อพื้นที่เฉลี่ย ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูก พรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	71
17	เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่ ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูก พรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
18	ปริมาณธาตุอาหารในรากยูคาลิปตัส ยูโรฟิลขนาดต่างๆ ภายหลังการทำไม้ ออก 330 วัน	78
ตารางผนวกที่		
1	เกณฑ์มาตรฐานพีเอชของดิน	93
2	สมบัติทางเคมีบางประการของดินในพื้นที่สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ ทรายทอง ในปี พ.ศ.2533 และ พ.ศ. 2540	94
3	เกณฑ์มาตรฐานปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม	95
4	พิสัยเกณฑ์มาตรฐานปริมาณไนโตรเจนในดิน (Total nitrogen)	96

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเก็บตัวอย่างรากขนาดเล็ก โดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน (soil sampler)	23
2	หลุมเพลาะ (trench) และการตีกริด (grid) ในการศึกษาการกระจายของรากขนาดใหญ่	25
3	แผนที่แสดงตำแหน่ง ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	27
4	ความหนาแน่นรวมเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	34
5	ความหนาแน่นอนุภาคเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	36
6	ความพรุนรวมเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	39
7	ความชื้นในดินเฉลี่ย ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	41
8	พีเอชเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	45
9	ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	48
10	ปริมาณไนโตรเจนรวมเฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
11	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูก พรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	55
12	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโค คาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	58
13	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	61
14	ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูก พรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	63
15	น้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึกเฉลี่ย ในแปลง อเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานี ทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์	66
16	เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดเล็ก ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลอง ปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	69
17	พื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อพื้นที่เฉลี่ย ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลอง ปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	72
18	เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่ ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลอง ปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	75

สมบัติบางประการของดิน และการกระจายของราก ในสวนป่าเคเซีย เออาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa*) และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา (*Eucalyptus urophylla*) อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Some Soil Properties and Root Distribution of 16-year-old *Acacia aulacocarpa* and *Eucalyptus urophylla* Plantations at Saithong Silvicultural Research Station, Bang Saphan Noi District, Prachuap Khiri Khan Province

คำนำ

แม้ว่าในปัจจุบันจะมีการศึกษาค้นคว้าวัสดุอื่น ๆ มาทดแทนไม้ แต่ความต้องการใช้ไม้กลับมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มไม้โตเร็ว เช่น ยูคาลิปตัส พบว่าเป็นที่นิยมในการปลูก เนื่องจากไม้เหล่านี้ไม่เพียงเป็นที่ต้องการในการใช้สอย และเป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษเท่านั้น แต่ไม้เหล่านี้ยังสามารถเติบโตได้ดีแทบในทุกพื้นที่ รวมไปถึงในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทำให้การปลูกสร้างสวนป่าไม้โตเร็วเป็นที่นิยมแพร่หลายในประเทศไทย

ในการปลูกสร้างสวนป่าส่วนใหญ่ มักจะคำนึงถึงแต่ความเป็นประโยชน์ในแง่ของผลผลิตทางเศรษฐกิจ ไม่ว่าจะเป็นในรูปของไม้ท่อน หรือไม้แปรรูป ส่วนผลผลิตทางด้านชีววิทยา (biological yield) ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) การหมุนเวียนธาตุอาหาร (nutrient cycling) ซึ่งจะมีผลรวมไปถึงดินในบริเวณที่ต้นไม้ขึ้นอยู่ด้วยนั้น มักถูกกล่าวถึงน้อย แต่ในส่วนนี้กลับเป็นผลผลิตที่มีความสำคัญยิ่งอีกประการหนึ่ง เพราะการหมุนเวียนของธาตุอาหาร เป็นกระบวนการสำคัญในระบบนิเวศป่าไม้ ที่เคลื่อนย้ายธาตุอาหารไป-กลับจากสิ่งที่มีชีวิต (ต้นไม้) กับสิ่งไม่มีชีวิต (ดิน) อันก่อประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตบนดิน เช่น ต้นไม้ สัตว์หน้าดิน และจุลินทรีย์ดิน ที่นำธาตุอาหารไปเสริมสร้างการเติบโต และสืบพันธุ์ให้ดำรงเผ่าพันธุ์ต่อไปได้ ในส่วนของสิ่งไม่มีชีวิตคือ ดินนั้น ต้นไม้มีส่วนสำคัญในการเติมธาตุอาหารลงสู่ดินจากการปลดปล่อยธาตุอาหารของต้นไม้ ในรูปของซากพืชที่ร่วงหล่นและสลายตัวของซากพืช ทำให้ดินชั้นบนมีปริมาณธาตุอาหารมากขึ้น ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ เคมี และรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้คงอยู่ ซึ่งก็จะเอื้อประโยชน์กลับคืนสู่ต้นไม้อีกครั้ง เป็นวัฏจักรต่อเนื่องกันไป

ดังนั้นการปลูกสร้างสวนป่าจึงทำให้เกิดการดูดซับ หนูนเวียน และเคลื่อนย้ายธาตุอาหารในดิน ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตบนดิน รวมไปถึงเป็นการช่วยฟื้นฟูสภาพดินที่เสื่อมโทรมให้กลับมามีสภาพที่ดี เนื่องจากต้นไม้จัดว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเกิดดิน โดยเฉพาะการสะสมอินทรีย์วัตถุ การผสมคลุกเคล้าองค์ประกอบดิน และที่สำคัญพืชพรรณที่ปกคลุมดิน ยังช่วยในการป้องกันการพังทลายของดิน (soil erosion) และลดแรงปะทะของเม็ดฝนด้วยการยึดอนุภาคต่าง ๆ ไว้ด้วยรากของพืช

รากเป็นองค์ประกอบของพืชที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับดิน และมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเติบโตของพืช รากขนาดใหญ่และรากขนาดเล็กจะทำหน้าที่อย่างสัมพันธ์กัน โดยรากขนาดใหญ่มีบทบาทสำคัญในการยึดเกาะและรองรับน้ำหนักของส่วนที่อยู่เหนือดิน ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงอาหาร น้ำ และการสังเคราะห์แสง ในขณะที่รากขนาดเล็กมีบทบาทสำคัญในการดูดน้ำ ธาตุอาหารที่อยู่ในรูปสารละลายเพื่อใช้ในกระบวนการเติบโต การกระจายรากของพืชขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายปัจจัย เช่น ชนิดพืช ลักษณะดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน การศึกษาการกระจายราก ทำให้ทราบว่าพืชชนิดนั้นมีลักษณะการกระจายของรากเป็นเช่นไร และยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ชนิดดิน และสามารถนำไปประยุกต์ในการปลูกพืชเพื่อประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อีกด้วย การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดิน การกระจายของรากขนาดเล็ก โดยทำการศึกษาในรูปของมวลชีวภาพ และศึกษารากขนาดใหญ่ โดยทำการศึกษาในรูปของพื้นที่หน้าตัด แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงลักษณะการกระจายของรากไม้อเคเซีย เอาลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา ว่าในแต่ละระดับความลึกมีการกระจายมากน้อยเท่าใด

สถานียทดลองพรรณไม้ทรายทอง ซึ่งใช้พื้นที่ในการศึกษา ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2528 เพื่อทำหน้าที่เป็นสถานีวิจัยทดลองปลูกพรรณไม้ในภาคใต้ตอนบน โดยในช่วงแรกเน้นการปลูกทดลองเพื่อคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสม สำหรับการใช้ประโยชน์เป็นไม้ใช้สอยขนาดเล็ก ทั้งจากในและต่างประเทศ โดยส่วนหนึ่งได้เริ่มดำเนินงานกับโครงการต่างประเทศ ได้แก่ โครงการ Australian Center for International Agricultural Research (ACIAR) ซึ่งช่วยเหลือให้คำแนะนำทางวิชาการ และเมล็ดพันธุ์เพื่อปลูกทดลอง โดยมีพื้นที่ทดลองประมาณ 400 ไร่ โดยใช้พื้นที่แปลงปลูกสร้างสวนป่าเก่าของสวนป่าทรายทองมาเป็นแปลงปลูกทดลองไม้ที่ได้ทำการทดลองปลูกและศึกษาวิจัยมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ได้แก่ *Pinus Caribaea*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*, *Acacia mangium*, *Acacia crassiparpa*, *Acacia auriculiformis* และ *Acacia aulacocarpa* นอกจากนี้ยังมีไม้ที่มีค่าสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ยางนา และพะยูงอีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติของดินในสวนป่าอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa*) และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) อายุ 16 ปี
2. ศึกษาและเปรียบเทียบการกระจายของรากของอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa*) และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) ในสวนป่าอายุ 16 ปี

การตรวจเอกสาร

สมบัติดิน

ป่าไม้มีบทบาทสำคัญในการหมุนเวียนธาตุอาหารและป้องกันการพังทลายของดิน การปลูกสร้างสวนป่าจะส่งผลต่อสมบัติของดินแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ การดูแลรักษา รวมไปถึงชนิดไม้ เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการใช้และปลดปล่อยธาตุอาหารจากดินแตกต่างกันไป (อภิสิทธิ์, 2526) จากการศึกษาของ ศิริภา และ คณิงกิจ (2542) ในพื้นที่สวนป่า พะยูง สัก กระถินณรงค์ และยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส บริเวณโครงการวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า อำเภอปงซังชัย จังหวัดนครราชสีมา พบว่าสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกสวนป่าเป็นระยะเวลา 10 ปี โดยทั่วไปสภาพดินมีความเป็นกรดสูง ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ แต่พบว่าดินชั้นบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เพิ่มขึ้นจากประมาณ 1.33 เปอร์เซ็นต์ เป็น 1.55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการที่ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ดินมีความหนาแน่นรวมลดลง ในขณะที่ความพรุนและความชื้นในดินเพิ่มขึ้น

1. สมบัติทางกายภาพ

1.1 เนื้อดิน (soil texture)

เนื้อดิน เป็นสมบัติพื้นฐานของดิน โดยจะบอกถึงความหยาบหรือละเอียดของชิ้นส่วนขององค์ประกอบหลักของดิน ที่มีส่วนกำหนดสมบัติอื่น ๆ ของดินหลายประการ เนื้อดินกำหนดจากสัดส่วนโดยมวลของอนุภาค 3 กลุ่มขนาดคือ อนุภาคทราย (sand) มีขนาดระหว่าง 2.00-0.02 มิลลิเมตร อนุภาคทรายแป้ง (silt) มีขนาดระหว่าง 0.02-0.002 มิลลิเมตร และอนุภาคดินเหนียว (clay) มีขนาดที่เล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร โดยธรรมชาติแล้ว ดินจะประกอบไปด้วยอนุภาคทั้งสามชนิดในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ความผันแปรของสัดส่วนผสมของอนุภาคทำให้เกิดเนื้อดินประเภทต่าง ๆ ซึ่งสามารถจัดเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่มคือ กลุ่มดินเนื้อหยาบ กลุ่มดินเนื้อปานกลางและกลุ่มดินเนื้อละเอียด ลักษณะเนื้อดินจะแสดงถึงสภาพการถ่ายเทอากาศของดิน (soil aeration) ดินเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายจะมีการถ่ายเทอากาศดีกว่าดินเนื้อละเอียด ทั้งนี้เนื่องจากมีช่องขนาดใหญ่อยู่มาก ส่วนปริมาณความชื้นในดิน ดินเนื้อหยาบจะมีน้ำที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้น้อยกว่าดินเนื้อละเอียด เนื่องจากดินเนื้อหยาบมีความสามารถในการระบายน้ำได้ดี แต่จะกักเก็บ

น้ำได้น้อย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ในทางตรงกันข้าม ในดินเนื้อละเอียด มีอนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคดินเหนียวมาก จะทำให้ดินสามารถกักเก็บความชื้นได้มากตามไปด้วย ทั้งนี้เพราะว่าขนาดช่องในดิน (soil pore) เป็นช่องขนาดเล็กสามารถดึงดูดอนุภาคของน้ำเอาไว้ได้มาก และในบางกรณีอาจทำให้ในดินมีอากาศไม่เพียงพอ (สการ, 2547) ดังนั้นลักษณะของเนื้อดินจึงใช้ในการคาดคะเนความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) ได้

เนื้อดินมีบทบาทสำคัญมากต่อสมบัติอื่น ๆ ของดิน เนื่องจากเนื้อดินมีผลต่อแลกเปลี่ยนแคตไอออน หรือเป็นตัวดูดซับธาตุอาหารพืช ดินที่มีเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนียวสูงจะมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงกว่าดินที่มีเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนือน้อยกว่า ทั้งนี้เนื่องจากอนุภาคดินเหนียวมีความสามารถสูงในการดูดซับแคตไอออน หรือธาตุอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสารละลายดินให้มาเกาะอยู่ที่ผิวคอลลอยด์ดิน โดยทั่วไปดินเนื้อหยาบจะมีระดับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำกว่าดินเนื้อละเอียด โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินทรายจัด มักขาดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อพืช นอกจากนี้ เนื้อดินยังบอกให้ทราบถึงสมบัติเกี่ยวกับความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงระดับ pH ของดิน ในดินเนื้อหยาบจะมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของดินได้น้อยกว่าดินเหนียว หรือดินเนื้อละเอียด ดังนั้นค่า pH ของดินเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายจะเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

1.2 ความหนาแน่น และความพรุนของดิน (soil density and porosity)

ความหนาแน่น และความพรุนเป็นสมบัติของดิน ซึ่งเป็นผลบางส่วนจากชนิดของเนื้อดิน และอีกบางส่วนจากชนิดของโครงสร้างดิน โดยทั่วไปในดินเนื้อหยาบจะมีลักษณะโปร่ง จึงง่ายต่อการขนถ่ายของราก มีการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศที่ดีแต่ก็มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในขณะที่ดินเนื้อละเอียดจะมีช่องขนาดเล็กมากและไม่ต่อเนื่อง ทำให้ดินมีการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศไม่ดี ซึ่งอาจทำให้รากขาดอากาศและถ้ารุนแรงอาจทำให้พืชตายได้

ความหนาแน่นรวม (bulk density) ของดิน คือ สัดส่วนน้ำหนักแห้งของดินต่อปริมาตรรวมของดิน ซึ่งในดินที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน จะมีความหนาแน่นรวมต่างกัน โดยทั่วไปค่าความหนาแน่นรวมของดินที่มีโครงสร้างดีจะอยู่ที่ประมาณ 1.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในดินป่าไม้ความหนาแน่นรวมของดินจะมีความแตกต่างกันตั้งแต่ 0.2 กรัมต่อลูกบาศก์

เซนติเมตรในดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง ๆ ไปจนถึง 1.9 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรในดินที่มีเนื้อดินเป็นทรายหยาบ (สการ, 2547)

ความหนาแน่นรวมของดินเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญใกล้ชิดกับความพรุนของดินและความสามารถในการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศของดิน โดยเฉพาะในดินชั้นบนความหนาแน่นรวมเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเติบโตของต้นไม้ เนื่องจากรากพืชส่วนใหญ่จะเติบโตในดินชั้นบน การที่ในดินชั้นบนมีอินทรีย์วัตถุสะสมอยู่มาก ทำให้ดินในชั้นนี้มีความอุดมสมบูรณ์ มีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศที่ดี ในขณะที่ดินชั้นล่างมีเนื้อดินที่แน่น เนื่องจากการสะสมอินทรีย์วัตถุน้อย และเกิดการอัดตัวของดิน ทำให้มีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศไม่ดี จึงมีผลต่อการกระจายของรากพืช การอัดแน่นของดินนั้นทำให้ปริมาตรของช่องว่างทั้งหมดลดลง โดยเฉพาะในดินร่วนและดินเหนียว ซึ่งช่องว่างส่วนใหญ่เป็นช่องขนาดเล็กเมื่อดินถูกอัดในขณะที่ดินชื้น ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงช่องในดินที่เกิดขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช การถ่ายเทอากาศและการเติบโตของรากพืช เนื่องจากรากพืชจะสามารถหยั่งลงสู่ดินล่างได้ เมื่อช่องของดินมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของราก

1.3 น้ำในดิน (water in soil)

ปริมาณน้ำในดิน หรือความชื้นในดิน ขึ้นอยู่กับลักษณะของดินและสภาพแวดล้อมในดินเนื้อหยาบจะประกอบด้วยช่องขนาดใหญ่เป็นสัดส่วนที่มาก เนื่องจากอนุภาคดินมีขนาดใหญ่ แต่จะมีสัดส่วนของช่องขนาดเล็กอยู่น้อย ดินเนื้อหยาบจึงระบายน้ำและถ่ายเทอากาศได้ดีแต่อุ้มน้ำได้น้อย ในทางตรงกันข้ามดินเนื้อละเอียดจะมีช่องขนาดใหญ่เป็นสัดส่วนที่น้อย เนื่องจากอนุภาคดินมีขนาดเล็ก แต่จะมีสัดส่วนของช่องขนาดเล็กอยู่มาก ดินเนื้อละเอียดจึงมีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศไม่ดีแต่จะอุ้มน้ำได้มาก สำหรับเนื้อดินปานกลางจะมีสัดส่วนของช่องขนาดใหญ่ต่ำกว่าดินเนื้อหยาบแต่สูงกว่าดินเนื้อละเอียด จึงระบายน้ำและถ่ายเทอากาศได้ปานกลางและมีช่องขนาดเล็กน้อยกว่าดินเนื้อละเอียดแต่มากกว่าดินเนื้อหยาบ ดินเนื้อปานกลางจึงมีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศค่อนข้างดี และบรรจุน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ได้มาก เหมาะสมต่อการเติบโตของพืช ดังนั้นการที่ดินมีอนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ที่แตกต่างกันจะมีผลต่อปริมาณน้ำในดินในส่วน of ปัจจัยสภาพแวดล้อมนั้น ภูมิประเทศและภูมิอากาศเป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณน้ำในดินต่างกันไป กล่าวคือ ในพื้นที่ราบเรียบจะพบดินที่มีความชื้นสูงกว่าพื้นที่ดอนลอนลาดและในพื้นที่

ที่มีอุณหภูมิต่ำ และความชื้นที่สูง ก็จะมีปริมาณน้ำในดินที่สูงกว่าในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นต่ำ

สำหรับในพืช น้ำในดินมีความสำคัญมากต่อการเติบโตของพืช นอกจากนี้ปริมาณน้ำในดินยังมีผลโดยตรงต่อสถานะอื่น ๆ ของดิน เช่น อุณหภูมิ การถ่ายเทอากาศ กิจกรรมของจุลินทรีย์ และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน สำหรับรากพืชนั้นรากจะเติบโตได้เฉพาะในที่ที่มีความชื้น ถ้าในดินมีน้ำเฉพาะในดินชั้นบน รากก็จะเจริญเฉพาะในดินชั้นบน (วงจันทร์, 2535) รากของพืชหลายชนิดจะหยุดการเติบโตเมื่อความชื้นของดินลดลง (Lyr and Hoffman, 1967) ในกรณีที่ปริมาณน้ำในดินมากเกินไปนั้น จะทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจนในดิน ขณะเดียวกันก็จะมีคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น อันเป็นอุปสรรคต่อการเติบโต ตลอดจนกิจกรรมต่าง ๆ ของราก (Kramer and Kozolowski, 1960)

2 สมบัติทางเคมี

สมบัติทางเคมีของดินจะเป็นตัวควบคุมความสามารถของดิน ที่จะดูดซับธาตุอาหารพืช ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช และสร้างสภาพแวดล้อมทางเคมีที่เหมาะสม เพื่อการเติบโต และการนำธาตุอาหารไปใช้ของพืช เมื่อกล่าวถึงสมบัติทางเคมีของดิน ก็มักจะกล่าวถึงแร่ดินเหนียว (clay mineral) และอินทรีย์วัตถุในดิน (soil organic matter) ซึ่งทั้งแร่ดินเหนียว และอินทรีย์วัตถุในดินนี้ จะเป็นตัวการสำคัญที่จะกำหนดสภาพแวดล้อมทางเคมีของดิน ว่าจะเหมาะสมต่อการเติบโตของพืชหรือไม่เพียงใด ทั้งนี้เนื่องจากแร่ดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุในดิน จะเป็นตัวควบคุม pH ของดิน และความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (cation exchange capacity, CEC) สมบัติทางเคมีของดินจะมีความแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบกำเนิด สภาพแวดล้อม ตลอดจนวิธีการเขตกรรมและการใช้ที่ดิน แต่อย่างไรก็ตามสมบัติทางเคมีของดินสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นเหมาะสมต่อการเติบโตได้ ถ้ามีการจัดการดินที่ถูกต้องและเหมาะสม

2.1 พีเอชของดิน (soil pH)

พีเอช (pH) ของดิน เป็นค่าที่บอกถึงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในสารละลายดิน ดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดจะมี pH ต่ำกว่า 7 ส่วนในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นด่างจะมี pH สูงกว่า 7 ดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกลางจะมี pH เท่ากับ 7 และค่า pH ที่ทำให้ธาตุอาหารเป็น

ประโยชน์ต่อพืชมากที่สุดคือประมาณ 6.5 (สุรศักดิ์, 2526) ซึ่ง pH ของดินจะมีอิทธิพลต่อกระบวนการทางเคมีและชีวเคมีในดิน (จงรักษ์, 2544)

เป็นที่ทราบกันดีว่า pH ของดิน มีผลโดยตรงต่อการเติบโตของพืช ความเกี่ยวข้องกับระหว่าง pH ของดินกับระดับธาตุอาหารพืชในดิน และกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินนั้นส่วนใหญ่ มิใช่เนื่องมาจากความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในสารละลายโดยตรง แต่ความเป็นกรดหรือด่างของดินที่สูงเกินไป จะทำให้สมบัติทางชีวและเคมีของดินถูกเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่เหมาะสมกับการเติบโตของพืช ในด้านชีวะนั้นดินที่เป็นกรดจัดจะส่งผลให้ชนิดและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินลดลง ส่วนในทางเคมี pH ของดิน มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดินหลายชนิด และมีผลต่อความเป็นพิษต่อพืชของธาตุอาหารพืชบางชนิด เช่น อลูมิเนียม และเหล็ก เนื่องจากในสภาพเป็นกรด ธาตุอาหารเหล่านี้จะมีปริมาณในดินที่สูงเกินความต้องการของพืช (Binkley, 1986) ในขณะเดียวกัน ดินที่เป็นกรดอย่างรุนแรง จะมีแคลเซียม แมกนีเซียมและโพแทสเซียมค่อนข้างต่ำ เพราะธาตุอาหารเหล่านี้จะถูกชะละลายออกไปจากดินได้ง่าย โดยทั่วไปดินจะมีระดับของแคลเซียมและแมกนีเซียมเพียงพอที่ pH ประมาณ 5.5-8.5 ถ้าดินมีค่า pH สูงหรือต่ำกว่านี้ พืชอาจจะแสดงอาการขาดธาตุอาหารเหล่านี้ เช่นเดียวกับความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสที่จะขึ้นอยู่กับ pH ในดินอย่างมาก เมื่อดินมีความเป็นกรดสูงจะส่งเสริมการตรึงฟอสเฟต ทำให้เกิดการรวมตัวกับเหล็กและอลูมิเนียมและตกตะกอน ซึ่งยากแก่การใช้ประโยชน์ของพืช เนื่องจาก เป็นสภาพที่ละลายน้ำได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อดินมีค่า pH ต่ำกว่า 5.0 ค่า pH ที่ฟอสฟอรัสในดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชสูงสุดอยู่ที่ 6.5-7 (ศิริภา และ คณิงกิจ, 2542) เนื่องจากในสภาพดังกล่าว ฟอสเฟตในดินจะถูกตรึงน้อยที่สุด

2.2 อินทรีย์วัตถุในดิน (soil organic matter)

อินทรีย์วัตถุในดินมีความหมายครอบคลุมตั้งแต่ส่วนของซากพืชหรือสัตว์ที่กำลังสลายตัว เซลล์จุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่หรือส่วนที่ตายแล้ว ตลอดจนสารอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลายหรือส่วนที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงอินทรีย์วัตถุในดินป่าไม้ ได้แก่ ฤดูกาล จุลินทรีย์ในดิน และความรุนแรงของไฟป่า อินทรีย์วัตถุในดินเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของดิน ที่จะควบคุมและมีอิทธิพลต่อสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี และสมบัติทางชีวเคมีของดิน ทั้ง ๆ ที่อินทรีย์วัตถุในดินมีปริมาณน้อยเพียงไม่กี่เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับสารอนินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบ ซึ่งเป็นผลมาจากอนุภาคขนาดเล็กที่ได้มาจากระบวนการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ

ที่เรียกว่า อิวมัส ซึ่งมีคุณสมบัติที่เป็นประจุลบสูง มีความสามารถในการดูดซับประจุบวกสูง จึงมีผลให้ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของดินได้ดี (สรสิทธิ์, 2518)

อินทรีย์วัตถุในดินเป็นตัวควบคุมกระบวนการที่สำคัญ อันเป็นที่มาของสมบัติของดินที่พึงประสงค์เพื่อใช้ในการปลูกพืช ดังนี้

- 1) อินทรีย์วัตถุในดินเป็นแหล่งของธาตุอาหารพืช เช่น ไนโตรเจน กำมะถัน และฟอสฟอรัสของดิน โดยจะเกิด mineralization และปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านี้ออกมาให้พืชใช้อย่างช้า ๆ (slow-release) ซึ่งนับว่าก่อให้เกิดผลดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี ในกรณีที่มีการปลดปล่อยออกมาเพียงพอต่อความต้องการของพืชที่ปลูก
- 2) อินทรีย์วัตถุในดิน เป็นแหล่งของประจุบวกไม่ถาวร (variable charge) ซึ่งชนิดประจุจะขึ้นกับ pH (pH dependent-charge) ของดิน ในเขตร้อนที่มีดินเหนียวระบบ oxide และ oxide-coated layer silicate ประจุเหล่านี้เกิดขึ้นมากมายจากองค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุในดินที่มี functional group พวก carboxylic group ($-\text{COOH}$) และ phenolic group ($-\text{OH}$) แตกตัวตาม pH ของระบบดิน ถ้าอินทรีย์วัตถุในดินลดลง ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (CEC) ก็จะลดลง แต่ถ้าอินทรีย์วัตถุในดินสูงขึ้น ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ของดินก็จะสูงขึ้นด้วย
- 3) อินทรีย์วัตถุในดิน จะช่วยลดการตรึงฟอสฟอรัสของดินในเขตร้อนที่มีเหล็กและอลูมิเนียมออกไซด์อยู่มาก โดยอินทรีย์วัตถุจะเข้าไปรวมตัว เป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับออกไซด์ชนิดต่าง ๆ แทนฟอสฟอรัส
- 4) อินทรีย์วัตถุในดินจะช่วยทำให้ดินเกิดเม็ดดินที่เสถียร (stable aggregate) ขึ้น เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นตัวเชื่อมระหว่างเม็ดดิน จึงเหมาะสมที่จะใช้ในการปรับปรุงโครงสร้างของดินทรายในเขตร้อนทั่วไป และนอกจากนั้นยังช่วยลดการเกิดการพังทลายของดินโดยน้ำอีกด้วย
- 5) อินทรีย์วัตถุในดินจะช่วยทำให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินทรายในเขตร้อนในประเทศกานา พบว่า ความสามารถในการอุ้มน้ำจะลดลงจาก 57 เปอร์เซ็นต์เป็น 37 เปอร์เซ็นต์เมื่ออินทรีย์วัตถุในดินลดลงจาก 5 เปอร์เซ็นต์เป็น 3 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นสารประกอบที่มีประสิทธิภาพสูงในการเกาะยึดหรือ

รวมตัวกับอนุภาคต่าง ๆ ในดิน มีความถ่วงจำเพาะต่ำ มีโครงสร้างเป็นช่องขนาดเล็ก และมีพื้นที่ผิวมากช่วยในการดูดซับน้ำ และลดการสูญเสียจากกระบวนการชะละลายของน้ำ (Berger, 1968) ในขณะเดียวกันก็ทำให้ดินมีสภาพร่วนซุย มีการซาชับชื้นน้ำและการถ่ายเทอากาศที่ดี สำหรับดินป่าไผ่นั้น ถือว่ามีความสัมพันธ์กับอินทรีย์วัตถุอย่างมาก เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วดินไผ่จะมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน และอินทรีย์วัตถุก็เป็นแหล่งที่มาสำคัญของธาตุอาหารพืชสำหรับดินไผ่ในป่า

6) อินทรีย์วัตถุในดินสามารถเกาะยึดกับธาตุอาหารเสริม (micronutrients) เป็นสารเชิงซ้อน เพื่อเก็บธาตุอาหารเสริมเหล่านี้ ไม่ให้สูญเสียไปกับกระบวนการชะละลาย และพืชสามารถใช้ธาตุอาหารเสริมเหล่านี้ได้เมื่อพืชต้องการ

2.3 ไนโตรเจน (Nitrogen, N)

ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโน โพลีเพปไทด์และพบอยู่ในโปรตีนและนิวคลีโอโปรตีน มีหน้าที่ในการเสริมสร้างส่วนที่เติบโตของพืช ระบบการสืบพันธุ์ และระบบการหายใจของพืช ไนโตรเจนในพืชมักพบอยู่เสมอตามส่วนที่เพิ่งเติบโต เช่น ใบอ่อน ปลายกิ่งหรือช่อดอก และปลายราก มักเคลื่อนย้ายจากส่วนที่แก่กว่าของพืชไปยังส่วนที่อ่อนกว่าได้รวดเร็ว จึงจัดเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ในพืช (mobile element) นอกจากนี้จะมีอยู่ในรูปของโปรตีนในเซลล์ทุกเซลล์ ไนโตรเจนยังพบอยู่ในคลอโรฟิลล์ และรูบิโดไมน ในการดูดธาตุอาหารของพืช ไนโตรเจนส่งเสริมการดูดฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน

ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารประกอบอินทรีย์หลายชนิด ดังนั้นพืชที่ขาดไนโตรเจนจึงมีการเติบโตช้า (ศรีสม, 2540) โดยทั่วไป แหล่งที่มาของไนโตรเจนจะมาจาก 1) การตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศโดยจุลินทรีย์ที่อยู่ร่วมกับพืชบางชนิด 2) การตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศโดยจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระในดิน 3) การเกิดฟ้าแลบ ซึ่งทำให้ก๊าซไนโตรเจนในอากาศถูกออกซิไดส์กลายเป็นไนตรัสออกไซด์ และไนตริกออกไซด์ ซึ่งจะละลายในน้ำฝนตกลงสู่ผิวดิน และ 4) จากการใส่ปุ๋ย (ยงยุทธ, 2546)

ไนโตรเจนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของอินทรีย์วัตถุหรือสารพวกฮิวมัส การเน่าเปื่อยสลายของสารเหล่านี้ จะทำให้ไนโตรเจนถูกปลดปล่อยออกมาในรูปอนินทรีย์สาร รูปที่พืชดูดเอาไปใช้ได้มีอยู่ 2 รูป คือ รูปของ NH_4^+ และ NO_3^- ซึ่งในดินมักจะมีในปริมาณที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช พืชส่วนใหญ่จะดูดไนโตรเจนในรูปของ NO_3^- ได้ดีที่สุด นอกจากสองรูปนี้ไนโตรเจนในรูปสารประกอบพวกยูเรียก็อาจถูกดูดเข้าไปได้ทั้งโมเลกุล โดยไม่ต้องแตกตัวเป็นรูปของไอออนสำหรับพืชตระกูลถั่ว นั้น N_2 ในอากาศจะถูกตรึงโดยแบคทีเรียพวกไรโซเบียม (Rhizobium) และถูกเปลี่ยนเป็นรูปอะมีน (NH_2^-) จากนั้นอะมีนบางส่วนจะเคลื่อนตัวไปตามราก และขึ้นไปอยู่ในดินได้ทันที ไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่ประมาณ 97-99 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดในดินอยู่ในรูปสารอินทรีย์ ในดินบน (surface soil) จะมีไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.08-0.40 เปอร์เซ็นต์

กระบวนการซึ่งไนโตรเจนเปลี่ยนรูปจากสารอินทรีย์ไปอยู่ในรูปสารอนินทรีย์ เรียกว่า mineralization อนินทรีย์ไนโตรเจนสามารถเปลี่ยนกลับมาอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ได้อีก โดยผ่านกระบวนการ immobilization กระบวนการทั้งสองเป็นกระบวนการทางชีวเคมี โดยจุลินทรีย์ในดินมีบทบาทในการก่อให้เกิดกระบวนการดังกล่าว ซึ่งกระบวนการทั้งสองจะเกิดขึ้นตลอดเวลาในดิน ถ้ากระบวนการ mineralization เกิดขึ้นในดินมากกว่า ในดินก็จะมีไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์แก่พืช แต่ถ้ากระบวนการ immobilization เกิดขึ้นมากกว่า ดินก็จะขาดไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งอุณหภูมิ ความชื้น pH ของดิน และชนิดของอินทรีย์สารในดินเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการ mineralization ในดิน (จรัญ, 2544)

2.4 ฟอสฟอรัส (Phosphorus, P)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อต้นไม้ เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ช่วยในการสังเคราะห์แสง สร้างแป้งและน้ำตาล เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ที่สำคัญหลายชนิดมีบทบาทสำคัญในการหายใจเพื่อเผาแป้งให้เป็นพลังงาน การเคลื่อนย้ายพลังงานในส่วนต่าง ๆ ของพืช การแบ่งเซลล์ และเป็นองค์ประกอบสำคัญของสารต่างๆ และโครงสร้างในเซลล์พืช เช่น ใน DNA ซึ่งเป็นสารที่เก็บข้อมูลทางพันธุกรรม เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของฟอสโฟลิปิดในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต และเป็นส่วนประกอบสำคัญใน ATP (adenosine triphosphate) ซึ่งเป็นสารประกอบพลังงานสูงที่มีบทบาทสำคัญในระบบชีวเคมี พืชที่ขาดฟอสฟอรัส จะมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ 2 ประการ คือ ใบมีขนาดเล็กเนื่องจากมีการขยายขนาดช้า และมีจำนวนใบน้อย (ยงยุทธ, 2546)

ฟอสฟอรัสในดินจะอยู่ในรูปของอินทรีย์ฟอสฟอรัส และอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ซึ่งรูปที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ คือ ออร์โธฟอสเฟต (orthophosphate, H_2PO_4^-) และดิสเบสิก ออร์โธ-ฟอสเฟต (disbasic orthophosphate, HPO_4^{2-}) ในดินจะมีปริมาณของฟอสฟอรัสต่ำมาก เมื่อเทียบกับปริมาณของไนโตรเจน และโพแทสเซียม โดยในดินทั่วไปที่ใช้ทำการเพาะปลูกจะมีฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.03-0.22 เปอร์เซ็นต์ (สรสิทธิ์, 2518) แหล่งที่มาของอินทรีย์ฟอสฟอรัสในดินคือ ซากพืชและสัตว์ พวก phospholipids, nucleic acid และ inositol phosphates ประมาณร้อยละ 50 ส่วนอีกร้อยละ 50 จะอยู่ในรูปของอินทรีย์ฟอสเฟตที่ไม่สามารถจำแนกได้ ส่วนแหล่งของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในดินจะอยู่ในรูปของแร่เป็นส่วนใหญ่ เช่น apatite, strengite, variscite และ wavellite ในรูปของหินฟอสเฟต และในรูปของสารประกอบพวกเหล็กหรืออลูมิเนียมฟอสเฟต ฟอสเฟตที่ถูกดูดซับอยู่กับอนุภาคดินเหนียว และที่ถูกตรึงโดยออกไซด์ของเหล็กและอลูมิเนียม รวมทั้งแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งนับเป็นฟอสเฟตที่ไม่ละลายหรือละลายได้น้อยมากและมักพบอยู่ในดินแทบทั้งสิ้น ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ (mineralization) ของฟอสฟอรัสในดินนั้นจะถูกควบคุมโดยสภาพแวดล้อม และองค์ประกอบของสารอินทรีย์ในดิน

pH ของดินจัดว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน ในสภาพ pH ที่สูงหรือต่ำ ฟอสฟอรัสในดินจะถูกตรึงทำให้อยู่ในสภาพที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ โดยเมื่อดินมีสภาพเป็นกรด ฟอสเฟตจะถูกตรึงโดยแคตไอออนที่ละลายได้พวกเหล็ก (Fe^{2+}) อะลูมิเนียม (Al^{3+}) และไฮดรอกไซด์ (hydrous oxide) ของเหล็ก อลูมิเนียม และแมงกานีส และจะค่อย ๆ ลดปริมาณการตรึงลงเมื่อดินมีสภาพเป็นกรดน้อยลง อย่างไรก็ตามในกรณีที่ดินมีสภาพเป็นด่าง ฟอสฟอรัสในดินก็จะถูกตรึงด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca^{2+}) แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ (Mg^{2+}) และแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) นอกจากนี้ในกรณีที่ฟอสฟอรัสในดินมีการรวมตัวกับสารอินทรีย์ในดินเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งเป็นรูปที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้นั้น จะต้องอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินในการย่อยสลาย เพื่อเปลี่ยนเป็นรูปที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้

2.5 โพแทสเซียม (Potassium, K)

โพแทสเซียมในพืชส่วนใหญ่พบอยู่ในไซโตพลาสซึม (cytoplasm) ของเซลล์ เป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบในพืชสูงเป็นที่สองรองจากไนโตรเจน คือ ประมาณ 0.05-3 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมมีหน้าที่สำคัญในพืชหลายประการ เช่น ช่วยรักษาสมดุลของประจุในเซลล์ ควบคุมการเปิดปิดของปากใบ เป็นโครงสร้างที่สำคัญของเอนไซม์กว่า 40 ชนิดที่ต้องการ monovalent

cation ทำให้เปลือกลำต้นแข็งแรงไม่หักโค่นหรือล้มง่าย เป็นธาตุสำคัญที่ช่วยในกระบวนการสร้างน้ำตาลและแป้งที่สะสมในพืช ช่วยในการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน ช่วยในการแบ่งเซลล์ และการลดฤทธิ์กรดอินทรีย์ในเซลล์ นอกจากนี้โพแทสเซียมช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อโรคดีขึ้นอีกด้วย พืชที่ขาดโพแทสเซียมจะมีลำต้นสั้นและอ่อนแอ รากมักถูกจุลินทรีย์ที่เป็นเหตุของโรครากเน่า (root rot) เข้าทำลายได้ง่าย (ศรีสม, 2540) โพแทสเซียม เป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้รวดเร็ว จากส่วนหนึ่งของพืชก็สามารถเคลื่อนที่ไปยังส่วนอื่น ๆ ได้ในระยะเวลาอันสั้น ในขณะที่พืชเริ่มสร้างดอกและเมล็ด โพแทสเซียมในใบจะถูกดึงไปใช้ทันที ในรากพวกธัญพืช ธาตุนี้อาจไหลออกไปสู่ดินได้โดยง่าย โดยเฉพาะเมื่อพืชแก่และเซลล์ของรากเริ่มเสื่อมปฏิบัติงานไม่ปกติ ในขณะที่ฝนตกธาตุนี้ก็จะถูกชะละลายไปจากใบแก่ของพืชได้เช่นกัน

ในดินทั่วไปยกเว้นดินทรายจะมีปริมาณโพแทสเซียมที่สูงกว่าฟอสฟอรัส และไนโตรเจน โพแทสเซียมไอออน (K^+) เป็นรูปของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โพแทสเซียมส่วนใหญ่ 90-98 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ในรูปของแร่เฟลด์สปาร์ (feldspars) และไมกา (mica) ซึ่งมีความทนทานต่อการสลายและปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยมาก ในดินชนิดเดียวกันจะมีการปลดปล่อยโพแทสเซียมมากที่สุดในอนุภาคดินเหนียวที่ประมาณ 30-74 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอนุภาคดินร่วนมีประมาณ 24-56 เปอร์เซ็นต์ และในอนุภาคดินทรายมีประมาณ 3-21 เปอร์เซ็นต์ (Munn *et al.*, 1976) จึงแสดงให้เห็นว่า ในดินที่มีองค์ประกอบหลักเป็นอนุภาคทรายจะมีโพแทสเซียมไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช

2.6 แคลเซียม (Calcium, Ca)

แคลเซียมเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญต่อการเติบโตของพืช เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ (calcium pectate) และโครงสร้างที่สำคัญอื่นๆ พบมากในลำต้น กิ่ง ใบ และมีปริมาณน้อยมากที่เมล็ด ส่วนใหญ่แคลเซียมคอยควบคุมการละลายของเกลือต่าง ๆ ในไซโตพลาสซึม (cytoplasm) ป้องกันไม่ให้เกิดความเข้มข้นเกินไปของธาตุหลายชนิด ซึ่งอาจเป็นพิษกับเซลล์ได้ ช่วยในการงอกของเมล็ด และการเจริญของส่วนที่เป็นยอด และส่วนที่อ่อนของพืชทุกส่วน รวมทั้งปลายราก ช่วยให้เกิดความสมดุลของกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ในเซลล์และควบคุมการดูดโพแทสเซียม และควบคุมปริมาณแมกนีเซียมในดินและรากพืช แคลเซียมนี้ถ้ามีอยู่ในพืชเป็นปริมาณมากเกินไปก็จะทำให้พืชแสดงอาการขาดเหล็ก กำมะถัน และฟอสฟอรัสได้ พืชที่ขาดแคลเซียมจะแสดงอาการในส่วนที่กำลังเติบโต เช่น ใบอ่อนส่วนที่อยู่ใกล้ยอดและที่ปลายราก

สำหรับในดินปริมาณของแคลเซียมจะแตกต่างกันไปตามชนิดของดิน โดยในดินเนื้อปูน (calcareous soil) จะมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าในดินที่ไม่ใช่ดินเนื้อปูน (noncalcareous soil) ในขณะที่ดินทรายที่เป็นกรดจัดจะมีแคลเซียมอยู่น้อยมาก ส่วนปริมาณของแคลเซียมตามระดับความลึกของดินนั้น วันชัย (2530) ได้ทำการศึกษาปริมาณแคลเซียมในป่าดิบเขาที่ระดับความลึก 0-25, 25-50, 50-75 และ 75-100 เซนติเมตร พบว่าในดินแต่ละชั้นมีปริมาณแคลเซียมที่มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของดิน เช่นเดียวกับเสริมพงศ์ (2545) ซึ่งพบว่า ปริมาณแคลเซียมจะลดลงตามระดับความลึกของดิน โดยจะพบมากที่ความลึก 0-50 เซนติเมตรแรก

ในดินที่เป็นกรดในบริเวณชุ่มชื้น แคลเซียมส่วนใหญ่ในดินจะอยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ และในรูปของแร่ปฐมภูมิ (primary minerals) ที่ยังไม่แปรสภาพ ดินเหล่านี้จะมีไฮโดรเจนและแคลเซียมแลกเปลี่ยนได้อยู่จำนวนมาก ซึ่งถูกดูดซับไว้โดยคอลลอยด์ของดิน เมื่อปริมาณแคลเซียมในสารละลายดินลดลง แคลเซียมที่ถูกดูดซับโดยคอลลอยด์ของดินจะถูกปลดปล่อยออกมา ในทางตรงข้ามหากปริมาณของแคลเซียมในสารละลายดินมีมากขึ้นแคลเซียมในสารละลายดินจะเปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

2.7 แมกนีเซียม (Magnesium, Mg)

แมกนีเซียมเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเติบโตของพืช เนื่องจากแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ และมีบทบาทสำคัญในปฏิกิริยาต่าง ๆ ในพืช รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของแมกนีเซียมคือ แมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) ในสารละลายดิน และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ตามธรรมชาติ ซึ่งทั้งสองรูปนี้จะอยู่ในสภาพสมดุลที่เปลี่ยนแปลงได้

แมกนีเซียมในดินส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแร่และหิน ซึ่งจะมีการสลายตัวให้แมกนีเซียมออกมาอยู่ในสารละลายดิน ปริมาณของแมกนีเซียมที่สลายตัวออกมาจากระเณรน้อยเท่าไรจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ชนิด และปริมาณของแร่ดินนั้น ๆ นอกจากนี้แมกนีเซียมยังอยู่ในรูปของเกลือซัลเฟต และคลอไรด์ร่วมกับเกลือของโซเดียม แมกนีเซียมในดินยังอยู่ในรูปของไอออนที่ถูกสารคอลลอยด์ของดินดูดซับไว้ เรียกว่า แมกนีเซียมดูดซับ (adsorbed Mg) หรือแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg) และไอออนที่อยู่ในสารละลายดิน ซึ่งทั้งสองรูปนี้มีอยู่น้อยมากในดินทั่ว ๆ ไป Tisdale (1985) ให้ความเห็นว่า แมกนีเซียมในดินอาจสูญเสียจากการละลายแล้วถูกพัดพาไปกับน้ำ การดูดไปใช้ของพืชและการรวมตัวเป็นแร่ทุติยภูมิ (secondary minerals) ซึ่งในลักษณะสุดท้ายนี้คาดว่าจะเกิดมากในสภาพอากาศที่แห้งแล้ง

ราก และการกระจายราก

1. ราก

ราก คือ อวัยวะของพืชซึ่งไม่มีข้อ ปล้อง ตา หรือใบ จะเจริญลงสู่พื้นดินตามแรงโน้มถ่วงของโลก (เทียมใจ, 2542) รากกำเนิดมาจากส่วนปลายเรดิเคลของต้นอ่อนหรือเอ็มบริโอ ซึ่งเรียกว่าไฮโพคอติล เมื่อเมล็ดงอกเรดิเคลจะแทงทะลุเปลือกหุ้มเมล็ดออกมา และเติบโตเป็นรากแก้ว ซึ่งสามารถแตกออกไปอีกมากมายเป็นรากแขนง

การที่รากมีที่มาและขนาดแตกต่างกันทำให้มีหน้าที่ที่ต่างกันออกไป รากขนาดใหญ่มีบทบาทสำคัญในการยึดเหนี่ยวลำต้นและรับส่วนของลำต้นที่อยู่เหนือพื้นดิน (พงษ์ศักดิ์, 2538) ในขณะที่รากขนาดเล็กทำหน้าที่ในการดูดซึมน้ำ และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่เป็นสารละลายในดินให้กับต้นไม้ (กาญจนา, 2541) รากยังมีหน้าที่สำคัญในการผลิตฮอร์โมนพืชหลายชนิด เช่น ไซโตไคนิน และจิบเบอเรลลิน ซึ่งถูกลำเลียงไปใช้เพื่อการเติบโต พัฒนาของส่วนอื่น ๆ ของพืช (สมบุญ, 2537) นอกจากนี้รากพืชยังมีบทบาทสำคัญในการปลดปล่อยธาตุอาหารคีนสู่ดิน จากการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในรากพืชโดยจินตนา (2545) พบว่าในรากพืชที่ศึกษามีไนโตรเจนร้อยละ 0.669 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.067 แคลเซียมร้อยละ 0.595 และแมกนีเซียมร้อยละ 0.208 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งในรากพืชไม่ได้มีเพียงธาตุอาหารเท่านั้น ในรากพืชบางชนิด เช่น *Prosopis juliflora* ซึ่งเป็นพืชในวงศ์ Fabaceae พบว่า มีไมคอร์ไรซา (mycorrhiza) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการตรึงไนโตรเจนในดิน (Ingleby *et al.*, 1997)

2. การกระจายของราก

รากพืชส่วนใหญ่จะกระจายอยู่ในดินชั้นบน ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารและน้ำที่สูงกว่าในดินชั้นล่าง จากการศึกษาของ Moreno-Chacón and Lusk (2004) ในประเทศชิลี พบว่า รากพืชส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 69 จะอยู่ในดินชั้นบนในระยะ 10 เซนติเมตรแรก รากพืชจะลดปริมาณลงเมื่อความลึกเพิ่มขึ้นจนเหลือประมาณ 29 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความลึก 70-80 เซนติเมตร รากพืชจะเหลืออยู่เพียงประมาณร้อยละ 1 ทั้งนี้เนื่องจากในดินชั้นบนจะเป็นที่สะสมของอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเป็นแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญในดิน

การกระจายของรากในดินจะเปลี่ยนแปลงไปตามการเติบโตของต้นไม้ รากจะกระจายในชั้นดินบนอย่างหนาแน่นเมื่ออายุน้อย แต่เมื่ออายุมากขึ้น จะมีความหนาแน่นที่ระดับลึกลงไป ซึ่งสัดส่วนของรากในชั้นผิวดินจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อโตเต็มที่ (พงษ์ศักดิ์, 2538) นอกจากนี้ปัจจัยด้านอายุแล้ว การกระจายของรากและความลึกของรากจะเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยแวดล้อม เช่น ลักษณะของดิน ปริมาณธาตุอาหาร น้ำในดิน (วงศ์จันทร์, 2535) รวมไปถึงอุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝนซึ่งมีผลต่อปริมาณน้ำในดิน (Lou *et al.*, 2005) รากพืชจะมีการกระจายในพื้นที่ที่แห้งแล้งสูงกว่าในพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้น (Moroni *et al.*, 2003) เนื่องจากในพื้นที่ที่แห้งแล้งพืชจำเป็นต้องหาธาตุอาหารและน้ำเป็นบริเวณกว้างจึงจะเพียงพอต่อความต้องการ นอกจากนี้ ความหนาแน่น และมวลชีวภาพของรากขนาดเล็ก จะมีค่าแตกต่างกันไปตามชนิด และระยะห่างระหว่างต้นไม้ โดยความหนาแน่นจะมีความผันแปรเพิ่มขึ้นตามระยะห่างระหว่างต้นไม้ (Muller, 2003) ค่ามวลชีวภาพจะเพิ่มขึ้นตามความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเมื่อนำกับธาตุอาหารในดินมีน้อย ก็จะมีผลทำให้ความลึกและปริมาณมวลชีวภาพเกิดการเปลี่ยนแปลง (Hogberg and Wester, 1998)

ในสภาพที่เกิดการขาดแคลนธาตุอาหารหรือการแก่งแย่งกันนั้น พืชจะมีปริมาณรากฝอยที่มากขึ้นเพื่อใช้ในการหาอาหาร ดังเช่นการศึกษาในหมู่ไม้ Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) ชนิดเดี่ยว (pure stand) และในหมู่ไม้ผสม (mixed stand) ของ Norway spruce กับ European beech (*Fagus sylvatica* L.) พบว่าจะมีการกระจายของรากในหมู่ไม้ผสมมากกว่าในหมู่ไม้ที่มีชนิดเดียว (Schmid and Kazda, 2002) นอกจากนี้ การกระจายของรากยังมีผลต่อสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในดินจากการศึกษาไม้ในตระกูลอะเคเชีย (*Acacia*) ในประเทศเซเนกอล (Senegal) พบว่าการกระจายของรากพืชจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณสปอร์ของไมคอร์ไรซาในดิน โดยพบว่า ในดินที่มีปริมาณสปอร์ของไมคอร์ไรซาสูง จะมีการกระจายของรากสูงด้วย (Deans *et al.*, 2003) นอกจากนี้การกระจายของรากมีส่วนช่วยให้ดินมีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศที่ดี มวลของเมล็ดดินที่มีขนาดใหญ่เป็นปัจจัยในการกำหนดการหยั่งรากลงสู่ดินและการแผ่กระจายของรากเพื่อดูดซึมน้ำ และธาตุอาหาร (Kozłowski *et al.*, 1991)

ชนิดไม้ที่ทำการศึกษา

1. อเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa* A. Cunn. ex Benth.)

อเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา เป็นไม้ในวงศ์ Fabaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนชื้น และกึ่งร้อนชื้น ทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย และในประเทศปาปัวนิวกินีสามารถพบได้ตั้งแต่ที่ระดับน้ำทะเล ไปจนถึงที่ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 1,000 เมตร ส่วนใหญ่จะขึ้นในบริเวณริมทางน้ำไหล และชายป่าดิบชื้น รวมทั้งอาจพบในป่าโปร่ง

อเคเซีย เออาลาโคคาร์ปาจะมีลักษณะของลำต้นที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพภูมิอากาศ และภูมิประเทศ ซึ่งรูปทรงมีทั้งแบบไม้พุ่มเตี้ย มีความสูงประมาณ 3 เมตร และมีรูปทรงเปลาตรง สูงประมาณ 10-20 เมตร ไม้มีเปลือกเรียบสีเทา เมื่อแก่เปลือกจะแตกเป็นร่องยาวลึกมีสีเทาเข้มขึ้น ใบเป็นใบพิลิโดส (phyllodes) คือเป็นใบที่พัฒนามาจากก้านใบ โดยทั่วไปใบจะมีลักษณะเป็นรูป กล้วย ใบมีสีเขียว ขนาดใบยาว 7-5 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1-3 เซนติเมตร ดอกมีลักษณะเป็น ช่อมีความยาว 2-6 เซนติเมตร มีก้านดอกเป็นก้านสั้น ๆ 1-3 ก้าน ดอกมีขนาดเล็กสีเหลืองซีดถึง เหลืองสด ในเขตร้อนของประเทศออสเตรเลีย จะออกดอกระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ส่วนในทางตอนใต้จะอยู่ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน เมื่อดอกแก่ตั้งแต่เดือนกันยายนถึง เดือนมกราคม ผลเป็นฝักสีเขียว เมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาล ยาว 10 เซนติเมตรขึ้นไป กว้าง ประมาณ 1-2 เซนติเมตร ฝักม้วนเป็นเกลียว เมล็ดเรียงตัวเดี่ยวตามความยาวของฝัก เมื่อฝักแก่จะ แตกตามยาวให้เมล็ดแก่สีดำ มีขนาดประมาณ 5-8 มิลลิเมตร กว้าง 2.5-3.5 มิลลิเมตร มีแอริล (aril) สีเหลืองซีดอยู่ที่ขั้วผล

ไม้ในกลุ่มอเคเซียเป็นพืชตระกูลถั่ว จึงสามารถอยู่ร่วมกันกับแบคทีเรียพวกไรโซเบียม (*Rhizobium*) ในดิน ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้แทงลึกเข้าไปในรากฝอยอ่อน ๆ และยึดติด ก่อให้เกิดปม ปมรอบ ๆ ฝักราก ซึ่งปมปมเหล่านี้สามารถดูดซับก๊าซไนโตรเจนในอากาศ แล้วแปรสภาพให้ กลายเป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์และอนินทรีย์ กระบวนการนี้จะแปรสภาพไนโตรเจนจากรูปของก๊าซซึ่งพืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ มาเป็นรูปที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ (nitrogen fixation) และเนื่องจากคุณสมบัติเหล่านี้ จึงทำให้ไม้ในกลุ่มนี้สามารถเติบโตได้ดี แม้ในพื้นที่ที่มีสภาพไม่เหมาะสมต่อการเติบโตของพรรณไม้ทั่วไป (เชิญ, 2524)

2. ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*)

ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา หรือ Timor white gum เป็นไม้ในวงศ์ Myrtaceae เป็นหนึ่งในสองชนิดของไม้ยูคาลิปตัส ที่ไม่ได้มีถิ่นกำเนิดในประเทศออสเตรเลีย ไม้ชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศอินโดนีเซีย สามารถพบกระจายอยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของ Sunda Archipelago ในธรรมชาติจะพบไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศร้อนชื้น มีสภาพพื้นที่ลาดชันหรือเป็นหุบเขา และเติบโตได้ดีในดินที่สามารถรักษาความชื้นและระบายน้ำได้ดี

ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา เป็นไม้ไม่ผลัดใบขนาดกลาง สูงประมาณ 25-45 เมตร มีลำต้นเปลาตรง ในต้นที่โตเต็มที่สามารรถมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกว่า 1 เมตร ใบของต้นอ่อน มีการเรียงตัวแบบตรงข้าม ใบเป็นรูปไข่หรือรี เมื่อโตเต็มที่ ใบจะเรียงแบบสลับ และมีลักษณะแคบกว่าใบอ่อนมีปลายแหลม มีขนาดประมาณ $7-20 \times 0.7-3$ เซนติเมตร ดอกออกเป็นช่อ โดยจะพบช่อดอกตามง่ามกิ่ง มีลักษณะเป็นแบบซี่ร่ม ดอกเป็นทรงรี สั้น แหลม ผลมีลักษณะเป็นรูปถ้วยหรือรูปกรวยกลับ มีขนาด $6-1 \times 7-12$ มิลลิเมตร อาจพบแยก หรืออยู่รวมกัน 3-4 ผล

ยูคาลิปตัสสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพดินที่เป็นกรด และไม่ได้ทำให้ดินเป็นกรด ในทางตรงกันข้ามกลับทำให้ดินมีความเป็นกรดน้อยลง และมีอัตราการคืนกลับธาตุอาหารที่สูงกว่าไม้หลายชนิด จากการศึกษาของ พงศ์ (2549) พบว่ายูคาลิปตัสมีอัตราการคืนกลับแคลเซียมสู่ดินสูงกว่าไม้สักและไม้สาละ 2.6 และ 4.4 เท่า ตามลำดับ เช่นเดียวกับในการศึกษาของจักรกฤษณ์ และคณะ (2532) ซึ่งได้ทำการศึกษาผลกระทบของการปลูกยูคาลิปตัสต่อสมบัติของดิน พบว่าการปลูกยูคาลิปตัสนั้นมีผลให้สมบัติบางประการของดินดีขึ้น เมื่อเทียบกับดินนอกพื้นที่สวนป่า ในกรณีของการปลูกยูคาลิปตัสในรูปแบบสวนป่าที่ปลูกเพื่อตัดฟันในระยะสั้น จะพบว่า ปริมาณธาตุอาหารในดินจะลดลงอย่างรวดเร็วขึ้น เนื่องมาจากการเคลื่อนย้ายมวลชีวภาพออกจากพื้นที่ (อิทธิฤทธิ์ และคณะ, 2529)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดินในภาคสนาม
 - 1.1 เครื่องมือขุดดิน: จอบ เสียม พลั่ว
 - 1.2 เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน: กระบอกเก็บดิน (soil core) พลั่วเล็ก ถังพลาสติก ขางรด
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาสมบัติของดินในห้องปฏิบัติการ
 - 2.1 Three Phases Meter
 - 2.2 ไฮโดรมิเตอร์
 - 2.3 pH meter
 - 2.4 เครื่อง Spectrophotometer
 - 2.5 เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer
 - 2.6 เครื่อง CN Corder MT 700
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาการกระจายของรากขนาดเล็ก
 - 3.1 เครื่องมือขุดดิน
 - 3.2 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน (soil sampler)
 - 3.3 คู่อบ
 - 3.4 เครื่องชั่ง
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาการกระจายของรากขนาดใหญ่
 - 4.1 เครื่องมือขุดดิน
 - 4.2 เชือกฟาง และตะปู (ใช้ในการตักกริด)
 - 4.3 เวอร์เนียคาลิเปอร์ (vernier caliper)
 - 4.4 สมุดบันทึก

วิธีการ

ศึกษาสมบัติบางประการของดินและการกระจายของราก ในไม้โอเคเซีย ออลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ระยะปลูก 2×2 ตารางเมตร ซึ่งทำการปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 ในแปลงทดลองชั่วคราวขนาด 80×40 ตารางเมตร ของไม้ทั้งสองชนิด

1. การเก็บตัวอย่างดิน

ทำการศึกษาสมบัติของดิน ในแปลงไม้ทั้ง 2 ชนิด โดยสุ่มเลือกเก็บตัวอย่างดินกระจายทั่วพื้นที่แปลงทดลอง แปลงละ 8 จุด ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร ซึ่งจะทำให้การเก็บเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

1.1 การเก็บตัวอย่างดินในสภาพธรรมชาติ (undisturbed sample) โดยใช้กระบอกลูกเก็บดิน (core method) ตัวอย่างดินที่ทำการเก็บในส่วนนี้จะนำไปวิเคราะห์หาสมบัติทางกายภาพของดิน

1.2 การเก็บตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน (disturbed sample) ซึ่งเป็นวิธีเก็บตัวอย่างดินที่ไม่ต้องรักษาโครงสร้างของดิน ตัวอย่างดินในส่วนนี้จะนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดิน

2. การศึกษาสมบัติทางกายภาพของดิน

2.1 วิเคราะห์หาเนื้อดิน (Soil Texture) โดยวิธี Hydrometer Method ซึ่งเป็นวิธีการศึกษาเนื้อดินโดยอาศัยความถ่วงจำเพาะของสารแขวนลอยดิน ซึ่งเนื้อดินเป็นสมบัติที่บ่งบอกความละเอียดหรือความหยาบของอนุภาคดิน โดยในรูปของสัดส่วนสัมพัทธ์ของกลุ่มขนาดอนุภาคทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay)

2.2 ความหนาแน่นรวม (Bulk Density, D_b) ความหนาแน่นอนุภาค (Particle Density, D_p) ความพรุนของดิน (Soil Porosity, P) วิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือ Three Phases Meter โดยมีการคำนวณข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

$$D_b = \frac{W_{ods}}{V_b}$$

$$D_p = \frac{W_{ods}}{V_s}$$

$$P_t = \frac{V_p}{V_b} \times 100$$

โดย	D_b	คือ ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
	D_p	คือ ความหนาแน่นอนุภาคของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
	P_t	คือ ความพรุนรวมของดิน (เปอร์เซ็นต์)
	W_{ods}	คือ น้ำหนักแห้งของดิน (กรัม)
	V_b	คือ ปริมาตรรวมทั้งหมดของดิน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
	V_s	คือ ปริมาตรของดิน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
	V_p	คือ ปริมาตรของช่องว่างในดิน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

2.3 ปริมาณความชื้นในดิน หาได้จากปริมาณน้ำในดินที่หายไปจากการอบตัวอย่างดิน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักคงที่

$$\left(\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน} \right) = \left(\frac{\text{น้ำหนักดินก่อนอบแห้ง} - \text{น้ำหนักดินหลังอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักดินหลังอบแห้ง}} \right) \times 100$$

3. การศึกษาสมบัติทางเคมีของดิน

3.1 pH ของดิน วัดโดยใช้ pH meter ซึ่งใช้อัตราส่วนของดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก

3.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Soil Organic Matter, OM) วิเคราะห์โดยวิธี Rapid Titration Method ของ Walkley and Black ซึ่งใช้ Reducing Agent ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ทำปฏิกิริยากับ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยากับคาร์บอนอินทรีย์ในดิน

3.3 ปริมาณไนโตรเจนในดิน โดยใช้เครื่อง CN Corder MT 700

3.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II ($0.1\text{ N HCl} + 0.03\text{ N NH}_4\text{F}$) เขย่าเป็นเวลา 60 วินาที จะได้สารละลายที่มีฟอสฟอรัสละลายปนอยู่ จากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 882 นาโนเมตร

3.5 ปริมาณโพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ที่แลกเปลี่ยนได้ โดยใช้ Ammonium Acetate (NH_4OAc) 1 N pH 7.0 สกัดจากดินตัวอย่าง จากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer

4. การศึกษาการกระจายของรากขนาดเล็ก

ศึกษาการกระจายของรากขนาดเล็ก (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) ในสวนป่าเอเซีย เอตาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างรากกระจายทั่วพื้นที่แปลงทดลองชั่วคราวของไม้ทั้ง 2 ชนิด แปลงละ 50 จุด ด้วยอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน (soil sampler) (ภาพที่ 1) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.9 เซนติเมตร ในแปลงตัวอย่างไม้ทั้ง 2 ชนิด ในแต่ละจุดจะทำการเก็บตัวอย่างของรากขนาดเล็ก ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร



ภาพที่ 1 การเก็บตัวอย่างรากขนาดเล็ก โดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน (soil sampler)

จากนั้นนำตัวอย่างดินที่เก็บได้ใส่ถุงพลาสติก เขียนที่ถุงบอกชนิด ลำดับหลุมที่เก็บและระดับความลึก จากนั้นนำตัวอย่างดินมาล้างน้ำ เพื่อแยกรากขนาดเล็กออกจากดิน โดยแยกตามชนิดไม้ ตำแหน่งของหลุม และระดับความลึกที่เก็บ จากนั้นนำตัวอย่างรากที่ล้างไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง นำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก โดยแยกชั่งตามชนิด ตำแหน่งหลุม และระดับความลึก ทำการบันทึกน้ำหนักราก เพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณและวิเคราะห์หาน้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึก โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$\left(\begin{array}{l} \text{น้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็ก} \\ \text{ต่อหน่วยพื้นที่ต่อระดับความลึก} \\ \text{(กรัม/ตารางเมตร/เซนติเมตร)} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{l} \text{น้ำหนักแห้งของราก} \\ \text{ในตัวอย่างดิน (กรัม)} \\ \hline \text{ปริมาตรของตัวอย่างดิน} \\ \text{(ลูกบาศก์เซนติเมตร)} \end{array} \right) \times 10000$$

$$\left(\text{เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของ} \right. \\ \left. \text{น้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็ก} \right) = \frac{\left(\text{น้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็ก} \right. \\ \left. \text{ต่อหน่วยพื้นที่ต่อระดับความลึก} \right)}{\left(\text{ผลรวมน้ำหนักแห้งของราก} \right. \\ \left. \text{ขนาดเล็กต่อหน่วยพื้นที่} \right. \\ \left. \text{ต่อระดับความลึกในทุกะดับความลึก} \right)} \times 100$$

5. การศึกษาการกระจายของรากขนาดใหญ่

ศึกษาการกระจายของรากขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2 มิลลิเมตร) โดยวิธีการขุดหลุมเพลาะ (trench) ตามแนวระหว่างต้นไม้สองต้นในแถวเดียวกัน ขนาดปากหลุมประมาณ 0.5×2 เมตร ในแปลงทดลองแปลงละ 6 หลุม โดยหลุมที่ขุดจะมีลักษณะคล้ายหลุมในการศึกษาหน้าตัดดิน ซึ่งจะทำการขุดจนกว่าจะไม่พบรากขนาดใหญ่ที่ต้องการศึกษา ซึ่งในการศึกษากครั้งนี้จะทำการขุดหลุมลึกประมาณ 100 เซนติเมตร จากนั้นทำการแต่งหน้าดินในด้านที่ต้องการทำการศึกษาให้เรียบ เพื่อทำการตึกกริด (grid) และวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของราก ทำการตึกกริดขนาด 10×10 เซนติเมตร ตลอดแนวหน้าตัดดินในทุก ๆ ระดับความลึก (ภาพที่ 2) ตั้งแต่ที่ผิวดิน ด้านบนจนถึงระดับที่ไม่พบการกระจายของราก ทำการนับและวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรากขนาดใหญ่ ตามระดับชั้นความลึก บันทึกข้อมูลที่วัดได้ เพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณและทำการวิเคราะห์ผลต่อไป (Noordwijk *et al.*, 2000) โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$\left(\text{พื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่} \right. \\ \left. \text{ต่อหน่วยพื้นที่} \right. \\ \left. \text{(ตารางเซนติเมตร/ตารางเมตร)} \right) = \left(\text{ผลรวมพื้นที่หน้าตัดของราก} \right. \\ \left. \text{ในกริด (ตารางเซนติเมตร)} \right) \times 100$$

$$\left(\text{เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่} \right) = \left(\frac{\text{ผลรวมพื้นที่หน้าตัดของรากในกริด (ตารางเซนติเมตร)}}{\text{ผลรวมพื้นที่หน้าตัดของรากในกริดในทุกระดับความลึก (ตารางเซนติเมตร)}} \right) \times 100$$



ภาพที่ 2 หลุมเฟลาะ (trench) และการตีกริด (grid) บริเวณหน้าตัดดิน ในการศึกษาการกระจายของรากขนาดใหญ่

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

6.1 ทำการวิเคราะห์โดยใช้ T-test เป็นค่าทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานเพื่อการเปรียบเทียบค่าสมบัติของดินระหว่างแปลงไม้ทั้ง 2 ชนิด

6.2 ทำการวิเคราะห์โดยใช้ F-test เป็นค่าทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานเพื่อการเปรียบเทียบค่าสมบัติของดินระหว่างระดับความลึกต่าง ๆ

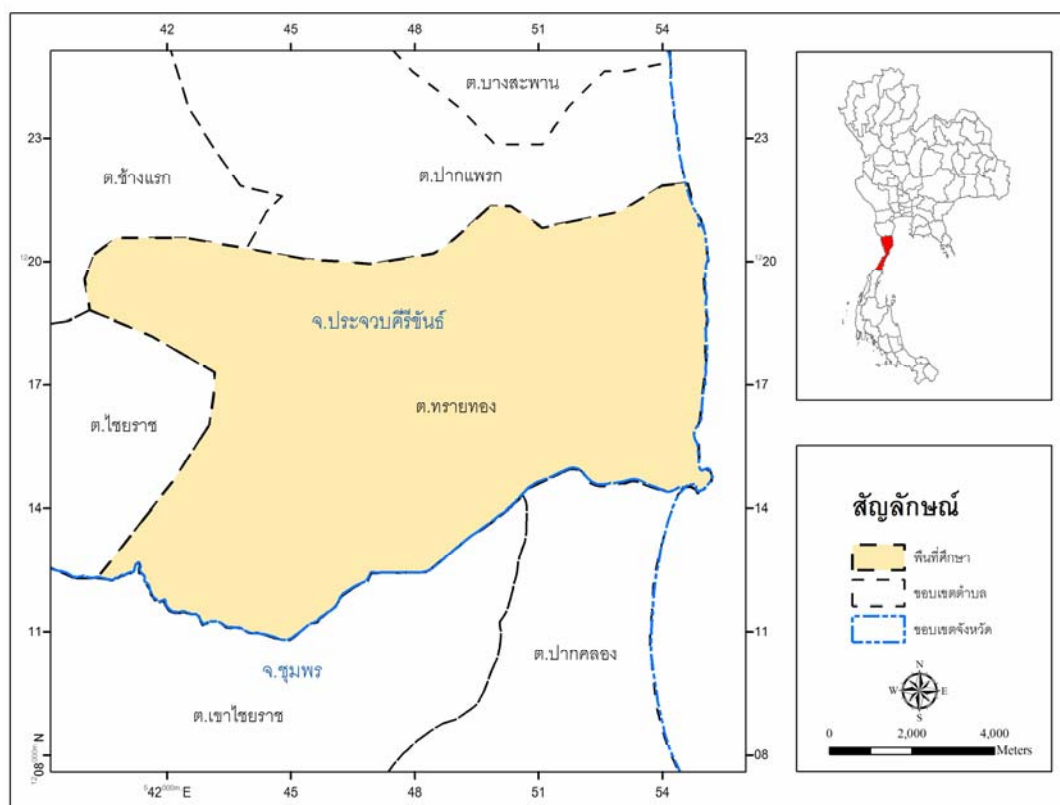
7. สถานที่ทำการศึกษา

สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง ซึ่งได้ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2528 เพื่อทำหน้าที่เป็นสถานีวิจัยทดลองปลูกพันธุ์ไม้ในภาคใต้ตอนบน โดยในช่วงแรก เน้นการปลูกทดลองเพื่อคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสม เพื่อการใช้ประโยชน์เป็นไม้ใช้สอยขนาดเล็ก ทั้งจากในและต่างประเทศ โดยส่วนหนึ่งได้ร่วมดำเนินงานกับโครงการต่างประเทศ ได้แก่ Australian Center for International Agricultural Research (ACIAR) ซึ่งช่วยเหลือให้คำแนะนำทางวิชาการ และเมล็ดพันธุ์เพื่อปลูกทดลอง โดยมีพื้นที่ปลูกทดลองทั้งสิ้นประมาณ 400 ไร่ ซึ่งได้ขออนุญาตใช้พื้นที่แปลงปลูกสร้างสวนป่าเก่าของสวนป่าทรายทองมาเป็นแปลงทดลอง

7.1 ที่ตั้ง

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในพื้นที่สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ภาพที่ 3) ตั้งอยู่บริเวณเส้นรุ้งที่ 11 องศา 25 ลิปดาเหนือ เส้นแวงที่ 99 องศา 27 ลิปดาตะวันออก มีลักษณะพื้นที่ลาดชันเล็กน้อย สูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 50 เมตร มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ต่างๆ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ทิศใต้	ติดต่อกับ	จังหวัดชุมพร
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	อ่าวไทย
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	สหภาพเมียนมา



ภาพที่ 3 แผนที่แสดงตำแหน่ง ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

7.2 ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศของอำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในช่วงระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ.2540 - พ.ศ.2549) อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 31.6 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 24.7 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 27.6 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี ประมาณ 1,695.9 มิลลิเมตร

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ย บริเวณอำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ระหว่างปี พ.ศ.2540 – พ.ศ.2549

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)		
		สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
มกราคม	76.0	29.5	22.6	25.8
กุมภาพันธ์	19.3	30.7	23.5	27.0
มีนาคม	180.0	31.9	24.7	28.2
เมษายน	40.0	33.2	25.8	29.5
พฤษภาคม	192.1	33.2	25.9	28.9
มิถุนายน	91.2	33.1	25.9	28.6
กรกฎาคม	139.0	32.7	25.6	28.1
สิงหาคม	167.6	32.6	25.5	27.8
กันยายน	103.1	32.0	25.1	27.8
ตุลาคม	314.4	30.7	24.8	27.3
พฤศจิกายน	250.5	30.1	24.3	26.9
ธันวาคม	122.7	29.2	22.9	25.7
เฉลี่ย	-	31.6	24.7	27.6
รวม	1695.9	-	-	-

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2549)

7.3 ลักษณะดิน

ดินในพื้นที่ศึกษาเป็นดินร่วนถึงร่วนปนทราย ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารต่ำและมีสภาพเป็นกรด โดยมีค่า pH ประมาณ 4.9 จากการจำแนกโดยกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าดินในพื้นที่จัดเป็นชุดดินสะเดา (coarse loamy, Kaolinitic Typic Kandudults) ซึ่งชุดดินสะเดามีลักษณะดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายปนดินร่วน มีสีน้ำตาล ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง (pH 5.0-6.0) มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินล่างมีเนื้อดินเป็นร่วนปนทราย มีสีแดงหรือสีแดงปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 5.0-5.5) มีการระบายน้ำดี และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ผลและวิจารณ์

สมบัติดิน

การศึกษาสมบัติของดินในแปลงปลูกอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี โดยทำการการเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองชั่วคราว ในเดือนกรกฎาคม 2549 ผลการศึกษาสามารถแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ 1) สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะเนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ความหนาแน่นอนุภาคของดิน ความพรุนรวมของดิน เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน 2) สมบัติทางเคมี ได้แก่ pH ของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนรวมในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โดยปรากฏผลการศึกษาดังนี้

1. สมบัติทางกายภาพ

1.1. เนื้อดิน (soil texture)

เนื้อดินเป็นสมบัติของดินที่แสดงถึงขนาดของชิ้นส่วนของอนุภาคต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นดิน โดยจะบอกถึงความหยาบหรือละเอียดของชิ้นส่วนขององค์ประกอบหลักของดิน โดยทั่วไปดินเนื้อหยาบ เช่น ดินทราย มีลักษณะโปร่ง มีการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศดี แต่มักมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนดินเนื้อละเอียด เช่น ดินเหนียวซึ่งมีโครงสร้างเลว จะมีแต่ช่องว่างขนาดเล็กและไม่ต่อเนื่องจึงระบายน้ำช้าและถ่ายเทอากาศไม่ดี

จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อดินในแปลงศึกษา พบว่าในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา ในระดับความลึกตั้งแต่ 0-10 เซนติเมตร จนถึง 40-50 เซนติเมตร มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ทั้งหมด (ตารางที่ 2) ซึ่งเป็นดินที่มีปริมาณอนุภาคทรายสูง และอยู่ในกลุ่มดินเนื้อหยาบ (coarse-textured soils) ซึ่งวัตถุดิบกำเนิดดินจัดว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการเกิดดินทราย และจากการที่ดินในแปลงศึกษาเป็นดินทรายจัด และอยู่ในกลุ่มดินเนื้อหยาบ จึงส่งผลให้ดินในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำในดินต่ำ เนื่องจากข้อจำกัดในการกักเก็บน้ำในดิน จากช่องในดินที่มีขนาดใหญ่ ทำให้ดินเนื้อหยาบระบายน้ำได้ดีแต่สามารถกักเก็บน้ำได้น้อย นอกจากนี้โดยทั่วไปดินเนื้อหยาบจะมีระดับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ เนื่องจากธาตุอาหารในดินจะถูกชะละลายออกไปอย่างง่ายดาย

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต่อนุภาคดินเฉลี่ย และลักษณะเนื้อดิน ในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	ชนิดไม้	ขนาดอนุภาคดิน (เปอร์เซ็นต์)			เนื้อดิน
		ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว	
0-10	อเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา	69.14	17.63	12.98	ดินร่วนปนทราย
	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา	71.59	17.88	10.06	ดินร่วนปนทราย
10-20	อเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา	71.14	16.31	12.73	ดินร่วนปนทราย
	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา	71.30	17.73	10.98	ดินร่วนปนทราย
20-30	อเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา	70.95	16.38	12.60	ดินร่วนปนทราย
	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา	71.21	17.31	11.48	ดินร่วนปนทราย
30-40	อเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา	70.19	16.75	12.98	ดินร่วนปนทราย
	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา	70.96	17.06	11.98	ดินร่วนปนทราย
40-50	อเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา	70.08	16.19	13.85	ดินร่วนปนทราย
	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา	70.71	16.06	13.23	ดินร่วนปนทราย

หมายเหตุ ดินร่วนปนทราย = Sandy loam

จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อดินของดินในแปลงศึกษา พบว่าในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา ในทุกระดับความลึกมีเปอร์เซ็นต์อนุภาคทราย (sand) ที่ต่ำกว่าในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลดาเล็กน้อย โดยที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร ดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา มีเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคทรายเฉลี่ย เท่ากับ 69.14, 71.14, 70.95, 70.19 และ 70.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลดา มีเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายเฉลี่ย เท่ากับ 71.59, 71.30, 71.21, 70.96 และ 70.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลดา มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายลดลงตามระดับความลึก ซึ่งการที่ดินชั้นบนมีอนุภาคนาขนาดใหญ่กว่าดินชั้นล่าง เป็นผลมาจากอิทธิพลการพัดพาของน้ำบนผิวดิน เป็นตัวพาอนุภาคนาเล็กจากดินชั้นบนไปที่อื่นหรือน้ำชะลงไปสะสมอยู่ในดินชั้นล่าง (กนกนารถวิทย์, 2544) อย่างไรก็ตามพบว่าในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปากลับมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายที่แตกต่างออกไป โดยในดินชั้นบนสุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายต่ำที่สุด ส่วนในดินระดับลึกลงไป พบว่ามีอนุภาคทรายลดลงตามระดับความลึกของดิน เช่นเดียวกับดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลดา ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการที่ในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา มีลักษณะของพื้นที่ป่าที่มีการทับถมของเศษซากพืชเป็นชั้นหนามาก และมีรากของไม้ในแปลงกระจายอยู่เหนือชั้นผิวดิน จึงช่วยลดการพัดพาอนุภาคนาเล็กในดินชั้นบนสุดลงสู่ดินชั้นล่าง

สำหรับเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายแป้ง (silt) พบว่าในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคทรายแป้งเฉลี่ย เท่ากับ 17.63, 16.31, 16.38, 16.75 และ 16.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลดา มีเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายแป้งเฉลี่ย เท่ากับ 17.88, 17.73, 17.31, 17.06 และ 16.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพบว่า ที่ระดับความลึก 0-10 ถึง 30-40 เซนติเมตร ดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา มีเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายแป้งต่ำกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลดาเล็กน้อย ส่วนที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร พบว่าดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา มีเปอร์เซ็นต์ทรายแป้งเฉลี่ยที่สูงกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลดาเล็กน้อย ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลดามีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายแป้งลดลงตามระดับความลึกของดิน ต่างจากดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา ซึ่งไม่แสดงแนวโน้มการกระจายของเปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายแป้งที่ชัดเจน

ส่วนเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว (clay) พบว่าดินในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปามีเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียวสูงกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา ในทุกระดับความลึก โดยในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปามีที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนียวเฉลี่ย เท่ากับ 12.98, 12.73, 12.60, 12.98 และ 13.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียวเฉลี่ยเท่ากับ 10.06, 10.98, 11.48, 11.98 และ 13.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากค่าที่แสดงพบว่า ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของดินต่างจากดินในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปาซึ่งไม่แสดงแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียวที่ชัดเจน

1.2. ความหนาแน่นรวม (bulk density)

ความหนาแน่นรวมของดิน เป็นสมบัติของดินที่ได้รับอิทธิพลมาจากเนื้อดินและโครงสร้างของดิน (soil structure) จากการวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดินในแปลงศึกษาพบว่า ในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปามีแนวโน้มความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของดิน โดยระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีความหนาแน่นรวมเฉลี่ย เท่ากับ 1.26, 1.33, 1.47, 1.45 และ 1.48 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า มีความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของดินเช่นเดียวกัน โดยมีความหนาแน่นรวมเฉลี่ยในแต่ละระดับความลึก เท่ากับ 1.30, 1.36, 1.47, 1.55 และ 1.63 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นรวมของดินในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปากับของดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า มีความหนาแน่นรวมใกล้เคียงกัน โดยที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีความหนาแน่นรวมสูงกว่าแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปาล็กน้อย ส่วนที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร พบว่า ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา และดินในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปามีความหนาแน่นรวมใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน (ภาพที่ 4) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลาในทุกระดับความลึกมีความหนาแน่นรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม จากค่าที่แสดงในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าดินในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปามีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยต่ำกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลาล็กน้อย ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากสภาพพื้นป่าในแปลงศึกษาที่แตกต่างกัน โดยในแปลงอเคเซีย เอตาโคคาร์ปามีปริมาณเศษซากพืช

ทับถมกันอยู่เป็นชั้นหนา และมีปริมาณรากขนาดเล็กที่สูงกว่า ต่างกับพื้นป่าในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่มีเศษซากพืชสะสมอยู่น้อย

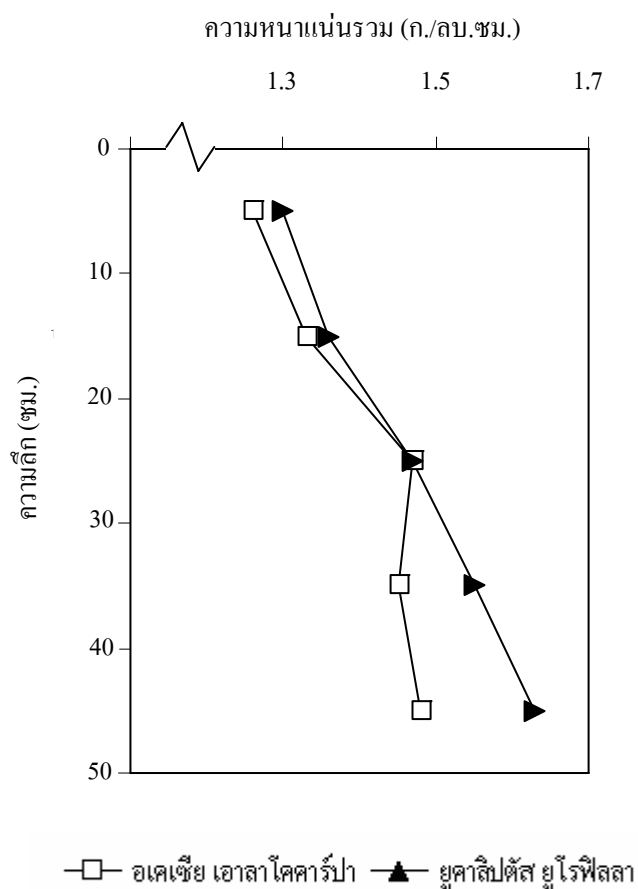
ตารางที่ 3 ความหนาแน่นรวมเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเซีย เฮาลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	ความหนาแน่นรวม (Mean±SD: ก./ลบ.ซม.)		F-test
	อเคเซีย เฮาลาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา	
0-10	1.26±0.07 ^a	1.30±0.08 ^a	0.21 ^{ns}
10-20	1.33±0.11 ^a	1.36±0.11 ^{ab}	0.00 ^{ns}
20-30	1.47±0.08 ^b	1.47±0.10 ^{bc}	0.26 ^{ns}
30-40	1.45±0.11 ^b	1.55±0.12 ^c	0.10 ^{ns}
40-50	1.48±0.12 ^b	1.63±0.12 ^c	0.00 ^{ns}
F-test	7.216 ^{**}	6.804 ^{**}	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

a, b, c พยัญชนะที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยวิธี least significant difference



ภาพที่ 4 ความหนาแน่นรวมเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

1.3. ความหนาแน่นอนุภาคของดิน (particle density)

ความหนาแน่นอนุภาคของดิน เป็นสมบัติทางกายภาพของดินที่ได้รับอิทธิพลจากลักษณะองค์ประกอบส่วนที่เป็นของแข็งของดิน จากการวิเคราะห์หาความหนาแน่นอนุภาคของดิน ในแปลงศึกษา พบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีความหนาแน่นอนุภาคในแต่ละระดับความลึกที่ใกล้เคียงกันและไม่ได้แสดงแนวโน้มที่ชัดเจน โดยที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีความหนาแน่นอนุภาคเฉลี่ย เท่ากับ 2.49, 2.41, 2.56, 2.53 และ 2.48 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลาพบว่า มีความหนาแน่นอนุภาคเฉลี่ยในแต่ละระดับความลึกที่ใกล้เคียงกันเช่นเดียวกัน โดยมีค่าความหนาแน่นอนุภาคเฉลี่ยในแต่ละระดับความลึก เท่ากับ 2.47, 2.57, 2.54, 2.53 และ 2.41 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

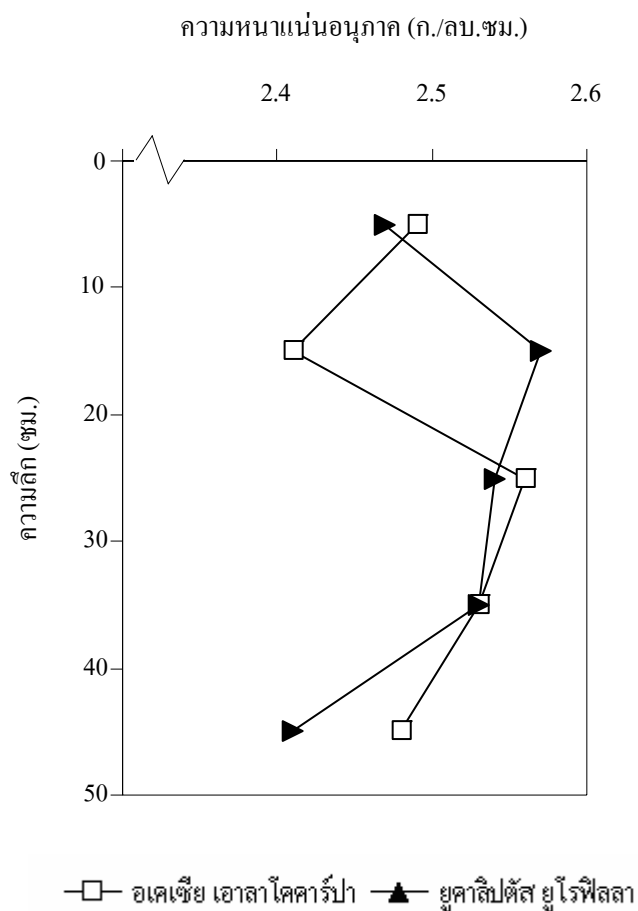
ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งการที่ดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีความหนาแน่นอนุภาคของดิน ในแต่ละระดับความลึกใกล้เคียงกันนั้น เป็นผลมาจากการที่ ตัวอย่างดินทั้งในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา เป็นชุดดินเดียวกัน องค์ประกอบส่วนที่เป็นของแข็งจึงใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4 ความหนาแน่นอนุภาคเฉลี่ยของดิน ในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	ความหนาแน่นอนุภาค (Mean±SD: ก./ลบ.ซม.)		F-test
	เอเชีย เอลาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา	
0-10	2.49±0.13	2.47±0.14	0.40 ^{ns}
10-20	2.41±0.10	2.57±0.29	14.89 ^{ns}
20-30	2.56±0.20	2.54±0.28	1.34 ^{ns}
30-40	2.53±0.24	2.53±0.16	0.22 ^{ns}
40-50	2.48±0.14	2.41±0.05	2.32 ^{ns}
F-test	0.896 ^{ns}	0.744 ^{ns}	

หมายเหตุ ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นอนุภาคของดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา กับของดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า มีความหนาแน่นอนุภาครวมใกล้เคียงกัน โดยที่ระดับความลึก 0-10, 20-30 และ 40-50 เซนติเมตร ดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา มีความหนาแน่นอนุภาคสูงกว่าแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลาลเล็กน้อย ส่วนที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร พบว่า ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีความหนาแน่นอนุภาคสูงกว่าดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา เล็กน้อย และที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร พบว่า ดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีความหนาแน่นอนุภาคเฉลี่ยเท่ากัน (ภาพที่ 5) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา ในทุกระดับความลึกมีความหนาแน่นอนุภาคแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 5 ความหนาแน่นอนุภาคเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเชีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความหนาแน่นอนุภาคเป็นสมบัติของดินในส่วนที่เป็นของแข็ง ซึ่งประกอบด้วย อินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์สารต่าง ๆ ในดินแร่ธาตุแต่ละชนิดมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน และดินก็มี องค์ประกอบที่แตกต่างกันทำให้ความหนาแน่นของดินแตกต่างกัน (สมบุรณ์, 2548) สำหรับดิน ในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลง แม้ว่าจะมีชนิดไม้ที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้ดินมีองค์ประกอบในส่วนที่เป็น อินทรีย์วัตถุแตกต่างกัน แต่พบว่ามีความหนาแน่นอนุภาคที่ใกล้เคียงกัน จึงแสดงให้เห็นว่า สำหรับดินในแปลงศึกษานั้น ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความหนาแน่นอนุภาคคือ อนินทรีย์สารต่าง ๆ ในดิน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นสำคัญ

1.4. ความพรุนรวมของดิน (total porosity)

ความพรุนรวมของดิน เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณช่องในดิน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าความหนาแน่นรวม และความหนาแน่นอนุภาคดิน จากการวิเคราะห์หาค่าความพรุนรวมของดินพบว่าในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีแนวโน้มของความพรุนรวมของดินลดลงตามระดับความลึกของดิน โดยที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีความพรุนรวมของดินเฉลี่ย เท่ากับ 49.24, 45.87, 42.18, 42.35 และ 40.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่ามีแนวโน้มของความพรุนรวมของดินลดลงตามระดับความลึกของดินเช่นเดียวกัน โดยมีความพรุนรวมของดินเฉลี่ยในแต่ละระดับความลึก เท่ากับ 47.21, 45.28, 41.20, 38.64 และ 32.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ซึ่งจะนำไปในทางตรงกันข้ามกับความหนาแน่นรวมของดิน ทั้งนี้เป็นผลมาจากการสะสมอินทรีย์วัตถุในดิน และรากพืชส่วนมากจะกระจายอยู่ในดินชั้นบน ในขณะที่ดินที่อยู่ลึกลงไปต้องรองรับน้ำหนักของดินส่วนบนและมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่า จึงทำให้ความพรุนของดินชั้นล่างมีค่าน้อยกว่าดินชั้นบน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

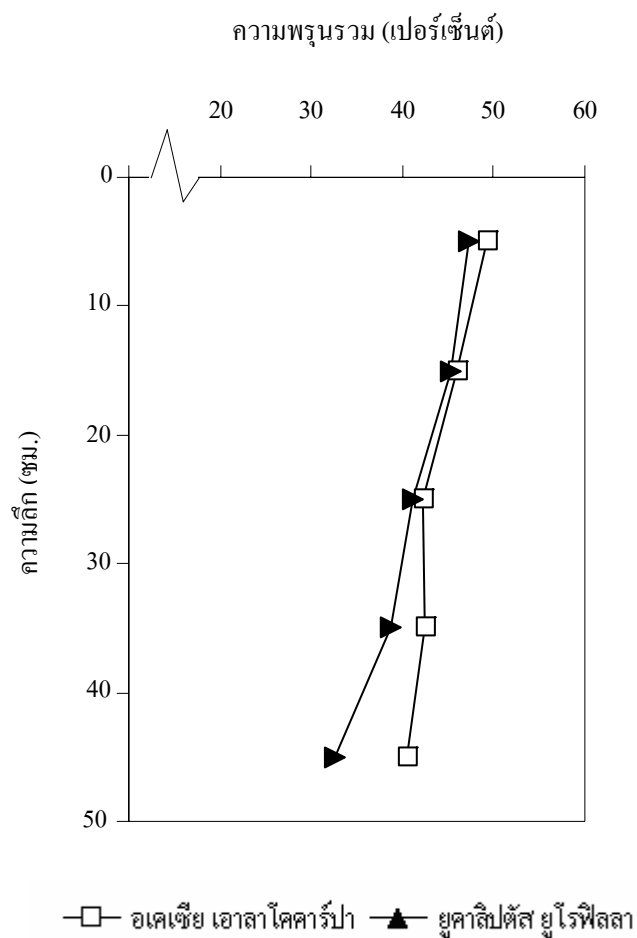
เมื่อทำการเปรียบเทียบความพรุนรวมของดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา กับของดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า มีความพรุนรวมของดินใกล้เคียงกัน โดยในทุกระดับความลึกดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีความพรุนรวมของดินสูงกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา (ภาพที่ 6) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา ที่ระดับความลึก 0-10 ถึงระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร มีความพรุนรวมของดินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร พบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีความพรุนรวมของดินสูงกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลาอย่างเด่นชัด จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา ในระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร มีความพรุนรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P < 0.01$)

อย่างไรก็ตาม จากค่าความพรุนรวมในตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ความพรุนรวมของดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา สูงกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลาเล็กน้อย สอดคล้องกับผลการศึกษาการกระจายของราก ซึ่งพบว่าอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีปริมาณของรากขนาดเล็กสูงกว่ายูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา ในทุกระดับความลึก (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 5 ความพรุนรวมเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	ความพรุนรวม (Mean±SD: เปอร์เซ็นต์)		F-test
	อเคเซีย เอลาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา	
0-10	49.24±2.39 ^c	47.21±4.33 ^d	2.29 ^{ns}
10-20	45.87±3.09 ^{bc}	45.28±5.31 ^{cd}	2.77 ^{ns}
20-30	42.18±5.05 ^{ab}	41.20±7.0 ^{bc}	4.16 ^{ns}
30-40	42.35±6.04 ^{ab}	38.64±5.14 ^b	0.51 ^{ns}
40-50	40.44±5.32 ^a	32.54±3.86 ^a	0.14 ^{**}
F-test	4.702 ^{**}	8.896 ^{**}	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)
 ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)
 a, b, c, d พืชชนิดที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยวิธี least significant difference



ภาพที่ 6 ความพรุนรวมเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา
อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

1.5. ความชื้นในดิน (water in soil)

ความชื้นในดิน หรือปริมาณน้ำในดินเป็นสมบัติของดินที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยของลักษณะเนื้อดิน โครงสร้างดิน และสภาพแวดล้อม จากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน พบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก โดยที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินเฉลี่ยเท่ากับ 8.01, 9.63, 11.88, 12.82 และ 13.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกเช่นเดียวกัน โดยมีค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับความลึก เท่ากับ 11.61, 13.52, 14.88, 16.57 และ 18.24 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ซึ่งการที่ดินในแปลงไม้ทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณน้ำในดินเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกนั้น เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินในช่วงแล้ง จึงทำให้ดินชั้นล่างได้รับน้ำที่ไหลซึมจากดินชั้นบน ในขณะที่น้ำในดินชั้นบนเกิดการระเหย

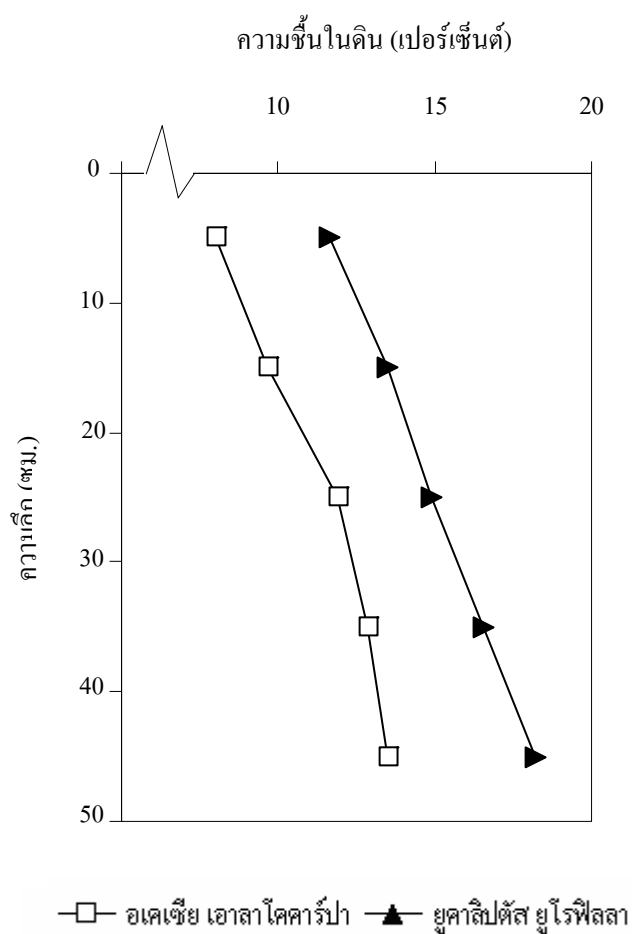
ตารางที่ 6 ความชื้นในดินเฉลี่ย ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	ความชื้นในดิน (Mean±SD: เปอร์เซ็นต์)		F-test
	อเคเซีย เอลาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา	
0-10	8.01±1.14 ^a	11.61±1.89 ^a	0.47**
10-20	9.63±1.62 ^b	13.52±1.77 ^b	0.15**
20-30	11.88±1.15 ^{bc}	14.88±1.36 ^c	0.12**
30-40	12.82±1.35 ^{cd}	16.57±1.76 ^{cd}	0.22**
40-50	13.46±1.35 ^d	18.24±2.03 ^d	6.85**
F-test	16.827**	23.938**	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

a, b, c, d พัยุชนะที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยวิธี least significant difference

เมื่อทำการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินของแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา กับดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่า ในระดับความลึกตั้งแต่ 0-10 เซนติเมตร จนถึง 40-50 เซนติเมตร แปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินที่สูงกว่าในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา อย่างเด่นชัด (ภาพที่ 7) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาตั้งแต่ในระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร จนถึงระดับ 40-50 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01)



ภาพที่ 7 ความชื้นในดินเฉลี่ย ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา
อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

เนื่องจากความชื้นในดินเป็นสมบัติทางกายภาพของดินที่ถูกควบคุมโดยเนื้อดินและโครงสร้างของดิน (Kalpage, 1976) แม้ว่าดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา จะมีปริมาณอนุภาคขนาดต่าง ๆ ในดินที่ใกล้เคียงกัน และมีลักษณะเนื้อดินทั้งหมดเป็นแบบดินร่วนปนทราย (sandy loam) เหมือนกัน แต่พบว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินที่มากกว่าในทุกระดับความลึก อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างทางสรีรวิทยาของไม้อเคเซียเอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา และเป็นไปได้ว่าการที่ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีเรือนยอดทึบและมีการสะสมของเศษซากพืชเป็นชั้นหนา ในขณะที่แปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีเรือนยอดโปร่งและมีการสะสมเศษซากพืชเพียงเล็กน้อย ทำให้เมื่อมีฝนตกลงมาเล็กน้อยในช่วงแล้ง น้ำฝนที่ตกลงมาในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปาจึงถูกปิดกั้นโดยเรือนยอดและเศษซากพืชบนพื้นป่าต่างกับในแปลง

ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาที่น้ำฝนที่ตกลงมาสามารถซึมลงสู่พื้นดินได้โดยตรง จึงทำให้แปลงศึกษา ทั้ง 2 แปลงมีความชื้นในดินที่แตกต่างกัน

2. สมบัติทางเคมี

2.1 พีเอชของดิน (Soil pH)

พีเอช (pH) ของดินเป็นสมบัติทางเคมีของดินที่มีความสำคัญมาก ค่า pH ของดิน บอกลถึงปฏิกิริยาของดินหรือ pH ของดินมีอิทธิพลต่อการละลายของธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชรวมทั้งกิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ในดิน

จากการวิเคราะห์ pH ของดินในแปลงเอเคเซีย เออลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่า ดินในแปลงเอเคเซีย เออลาโคคาร์ปา มี pH เฉลี่ยเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ (very strong acidity – strong acidity) (ตารางผนวกที่ 1) โดยในแต่ละระดับความลึก pH ของดินมีค่าเฉลี่ย ดังนี้ที่ระดับ 0-10 เซนติเมตร ดินเป็นกรดจัด (very strong acidity) โดย pH ของดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 และที่ระดับความลึกตั้งแต่ 10-20 เซนติเมตร ถึงระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ดินเป็นกรดแก่ (strong acidity) โดย pH ของดินมีค่าเท่ากับ 5.10, 5.38, 5.17 และ 5.15 ตามลำดับ ซึ่งพบว่า ที่ระดับ 0-10 เซนติเมตร pH ของดินมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด และที่ระดับ 20-30 เซนติเมตร pH ของดินมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ส่วนในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่า pH ของดินมีค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับความลึกที่ใกล้เคียงกัน และในทุกะดับความลึก ดินเป็นกรดจัดมาก (extreme acidity) โดยในแต่ละระดับความลึก pH ของดินมีค่าเฉลี่ย ดังนี้ ที่ระดับความลึก 0-10 ถึงระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร pH ของดินมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.06, 4.10, 4.11, 4.02 และ 4.12 ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ซึ่งพบว่า ที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร pH ของดินมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด และที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร pH ของดินมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด

จากผลการศึกษาพบว่า ดินในแปลงศึกษามีค่า pH เป็นกรดแก่ถึงกรดจัดมาก (very strong acidity – extreme acidity) ซึ่งดินที่เป็นกรดอย่างรุนแรงนั้น นอกจากจะมีผลต่อการเติบโตของพืช เนื่องจากความเป็นพิษของอลูมิเนียมและเหล็ก ยังมีผลต่อการลดความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสและธาตุอาหารอื่น ๆ (Attanandana and Vacharotayan, 1984) จากการศึกษาของ ศิริภา และ คณีกิจ (2542) และ พรพรรณ และ สุธีรา (2537) พบว่า การลดลงของค่า pH มีสาเหตุมาจาก

การที่ต้นไม้มีการแลกเปลี่ยนแคตไอออนระหว่างรากพืชกับดินมากขึ้น พืชจะดูดแคตไอออน เช่น Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} และ Na^{+} เข้าไป และปลดปล่อยแคตไอออนของไฮโดรเจน (H^{+}) ออกมาแลกเปลี่ยน ทำให้เกิดการสะสมไอออน H^{+} ในดิน ทำให้ค่า pH ลดลง และอีกประการหนึ่ง คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่รากพืชขับออกมา และจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ เกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ซึ่งในที่สุดจะให้ H^{+} และสะสมอยู่ในอนุภาคดิน

ตารางที่ 7 พีเอชเฉลี่ยของดิน ในแปลงเอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	พีเอช (Mean±SD)		F-test
	เอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา	
0-10	4.76±0.26 ^a	4.06±0.49	0.64**
10-20	5.10±0.23 ^b	4.10±0.36	0.86**
20-30	5.38±0.14 ^c	4.11±0.37	1.83**
30-40	5.17±0.18 ^b	4.02±0.21	0.00**
40-50	5.15±0.18 ^b	4.12±0.25	0.27**
F-test	9.977**	0.109 ^{ns}	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

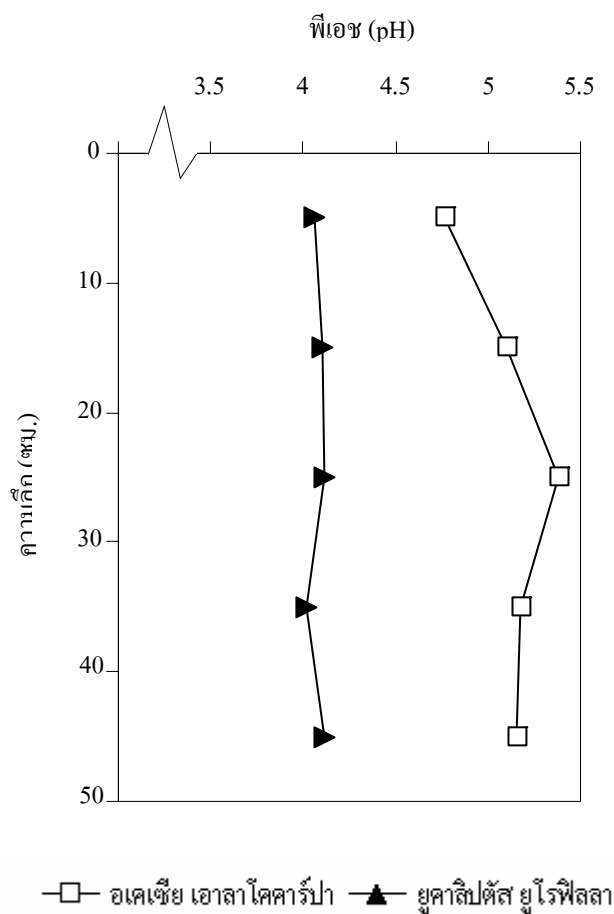
a, b, c พืชชนิดที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวดังแสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยวิธี least significant difference

เมื่อพิจารณาค่า pH ของดินในแปลงไม้ทั้ง 2 ชนิด ตามระดับความลึก พบว่า ดินในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลง ไม่แสดงแนวโน้มของค่า pH ของดินที่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม พบว่า pH ของดินในแปลงเอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีค่าต่ำที่สุด เนื่องจากในดินชั้นบนมีการสะสมเศษซากพืชในปริมาณมาก จึงทำให้เกิดกรดอินทรีย์สะสมอยู่ในดินชั้นบน ส่วนในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า ดินในทุกๆระดับความลึก มีค่า pH ใกล้เคียงกันมาก โดยแทบไม่มีความแตกต่างของ pH ในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ซึ่งอาจเกิดจากการที่ดินในแปลงมีการสะสมของอินทรีย์วัตถุอยู่น้อยมากจึงไม่มีการสะสมกรดอินทรีย์ในดินชั้นบน โดยรวม พบว่า pH ของดินในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลงมีค่า pH ในแต่ละระดับความลึกไม่แตกต่างกันมาก สอดคล้องกับการศึกษา

สมบัติของดินในพื้นที่วนเกษตร จังหวัดสระแก้ว ของ เรืองเดช (2539) ซึ่งพบว่า ดินในพื้นที่วนเกษตร ที่ปลูกมันสำปะหลังร่วมกับยูคาลิปตัส ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่า pH ของดิน ประมาณ 4.5-4.9 ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่า pH ประมาณ 4.5-4.8 และที่ระดับความลึก 31-45 เซนติเมตร มีค่า pH ใกล้เคียงกันในระหว่าง 4.47-4.73

เมื่อเปรียบเทียบ pH ของดินในแปลงเคเซีย เออลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา แม้ว่าแปลงไม้ทั้งสองชนิดจะอยู่ในพื้นที่เดียวกัน แต่กลับมีค่า pH ที่แตกต่างกัน โดยในระดับความลึกตั้งแต่ 0-10 เซนติเมตร จนถึง 40-50 เซนติเมตร ดินในแปลงเคเซีย เออลาโคคาร์ปามี pH ของดินที่สูงกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาอย่างเด่นชัด (ภาพที่ 8) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ดินในแปลงเคเซียเออลาโคคาร์ปา และดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ในทุกระดับความลึกมี pH ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P < 0.01$) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่เศษซากของไม้ยูคาลิปตัส เมื่อร่วงหล่นผ่านไประยะหนึ่งจะมี pH ที่ต่ำลง ในขณะที่เศษซากของไม้เคเซียจะมี pH ที่สูงขึ้น จากการศึกษาของ Bernhard-Reversat (1999) พบว่า เศษซากของ *Eucalyptus hybrids* มีค่า pH เฉลี่ยประมาณ 4.83-4.91 และจะมีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ส่วนเศษซากของ *Acacia auriculiformis* มีค่า pH เฉลี่ยประมาณ 6.68 และมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป

เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่แปลงศึกษา ใน พ.ศ. 2533 และ พ.ศ. 2540 (ตารางผนวกที่ 2) พบว่า ดินในแปลงเคเซีย เออลาโคคาร์ปามีค่า pH ที่สูงขึ้น ส่วนในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่า มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของสมานใจ (2547) ในพื้นที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี พบว่าเมื่อสวนปามีอายุขึ้น ดินจะมีค่า pH ลดลง โดยดินในสวนป่าปี 2520 ซึ่งเป็นแปลงสวนป่าที่มีอายุมากที่สุด มีค่า pH ที่ระดับความลึก 0-5, 5-20 และ 20-50 เซนติเมตร เท่ากับ 3.5, 3.6 และ 3.7 ตามลำดับ ส่วนแปลงควบคุม มีค่า pH สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 5.87, 5.40 และ 5.17 ตามลำดับ



ภาพที่ 8 พีเอชเฉลี่ยของดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

2.2 อินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter, OM)

อินทรีย์วัตถุเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยจะมีผลต่อทั้งสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีอื่น ๆ เช่น มีผลต่อการเกิดโครงสร้างของดิน การระบายน้ำ การถ่ายเทอากาศของดิน อินทรีย์วัตถุช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซับความชื้น ช่วยเพิ่มค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) และเป็นแหล่งที่มาของธาตุอาหารในดิน (Kalpage, 1976)

จากการศึกษาพบว่า อินทรีย์วัตถุของดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก โดยที่ระดับ 0-10 เซนติเมตรถึงระดับ 30-40 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ (low) (ตารางผนวกที่ 3) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87, 0.82, 0.51 และ 0.55 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ ส่วนในระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเหลืออยู่ในระดับต่ำมาก (very low) โดยมีค่าเท่ากับ 0.41 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่า มีแนวโน้มของปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงตามระดับความลึกเช่นเดียวกัน โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเหลือที่ระดับ 0-10 เซนติเมตร ถึงระดับ 30-40 เซนติเมตรอยู่ในระดับต่ำ (low) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.78, 0.66, 0.68, และ 0.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเหลืออยู่ในระดับต่ำมาก (very low) โดยมีค่าเท่ากับ 0.49 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8)

จากผลการศึกษา การที่ดินชั้นบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินชั้นล่างนั้น เนื่องจากในดินชั้นบนมีการสะสมของอินทรีย์วัตถุที่ได้มาจากการย่อยสลายใบ และส่วนต่าง ๆ ของพืช (Nair, 1984) Young (1989) ได้กล่าวถึงกระบวนการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินว่า มาจากพืชชั้นต้น สัตว์เคราะห์แสง ซึ่งเป็นการเปลี่ยนคาร์บอนในอากาศมาสร้างเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ จากนั้นจะปลดปล่อยลงสู่พื้นดิน ในลักษณะเศษใบพืชและรากพืช ซึ่งจะย่อยสลายกลายเป็นอินทรีย์วัตถุ และการที่ดินในแปลงศึกษาที่มีปริมาณของอินทรีย์วัตถุต่ำ อาจเนื่องจากการที่อินทรีย์วัตถุสูญเสียไปจากดิน โดยการสลายตัวหรือถูกพัดพาไปจากอิทธิพลของน้ำฝน และความร้อนจากแสงอาทิตย์ เมื่อแยกพิจารณาตามชนิดไม้ในแปลงศึกษาจะพบว่า ในแปลงอะเคเชีย เออลาโคคาร์ปานั้น แม้ว่าสภาพโดยทั่วไปจะมีการทับถมของใบบนพื้นป่าเป็นชั้นหนา แต่พบว่าใบไม้เหล่านั้นมีการย่อยสลายน้อยมาก เนื่องจากลักษณะของใบไม้ในวงศ์อะเคเชีย มีลักษณะหนาจึงยากต่อการย่อยสลาย ส่วนในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่า เศษซากพืชในพื้นป่ามีการย่อยสลายเป็นอย่างดี แต่มีเศษซากพืชอยู่ในปริมาณน้อย จึงส่งผลให้ดินในแปลงมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ต่ำเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 8 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	อินทรีย์วัตถุในดิน (Mean±SD: เปอร์เซ็นต์)		F-test
	อเคเซีย เอลาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา	
0-10	0.87±0.30 ^b	0.78±0.17 ^c	0.03 ^{ns}
10-20	0.82±0.25 ^b	0.66±0.17 ^{ab}	0.18 ^{ns}
20-30	0.51±0.14 ^a	0.68±0.19 ^{bc}	3.10 ^{ns}
30-40	0.55±0.13 ^a	0.57±0.19 ^{ab}	3.86 ^{ns}
40-50	0.41±0.11 ^a	0.49±0.11 ^a	7.07 ^{ns}
F-test	8.429 ^{**}	3.279 [*]	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

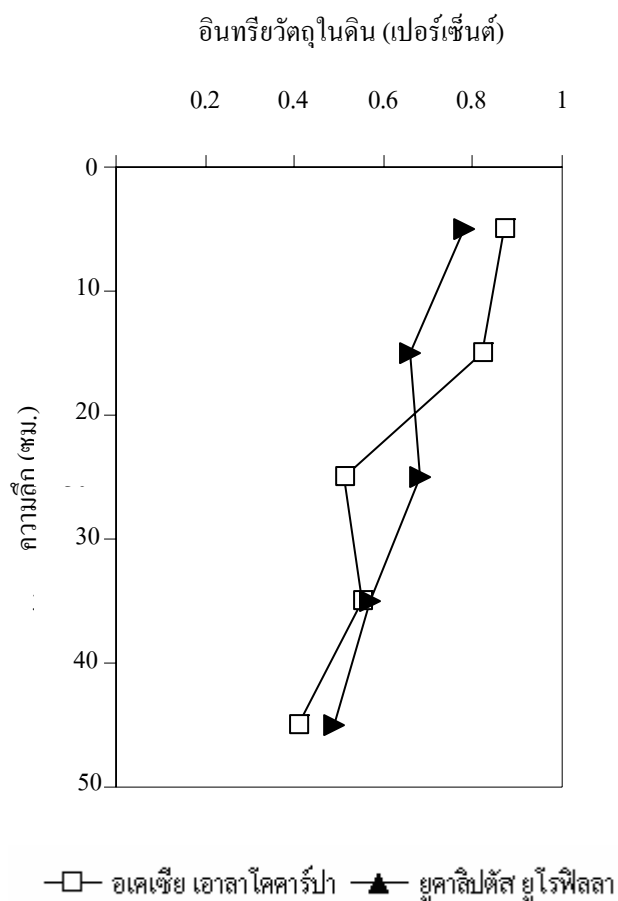
* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

a, b, c พืชชนิดที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยวิธี least significant difference

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา กับดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา พบว่า ตั้งแต่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรจนถึงระดับ 10-20 เซนติเมตร ดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปามีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา ส่วนที่ระดับความลึก 20-30 ถึงระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร พบว่า ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา (ภาพที่ 12) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา ในทุกระดับความลึกมีปริมาณอินทรีย์วัตถุแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากการเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่า ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ใกล้เคียงกัน แม้ว่าในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา จะมีปริมาณของเศษซากพืชสูงกว่า แต่เนื่องจากใบของอเคเซีย เอลาโคคาร์ปามีลักษณะหนา และมีปริมาณมาก ทำให้ยากแก่การย่อยสลาย และจากการที่เศษซากของยูคาลิปตัสมีการย่อยสลายดีกว่าเศษซากของอเคเซีย

(Bernhard-Reversat, 1999) จึงส่งผลให้ในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลงมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ไม่แตกต่างกันนัก และเมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษากับข้อมูลสมบัติทางเคมีของดินใน พ.ศ. 2533 และ พ.ศ. 2540 พบว่า ทั้งในแปลง อเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ในดินชั้นบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงขึ้น ในขณะที่ในดินชั้นล่างกลับมีปริมาณลดลง



ภาพที่ 9 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

2.3 ไนโตรเจนรวมในดิน (Total Nitrogen, N)

จากการศึกษาปริมาณไนโตรเจนรวมในดิน ในแปลงเคเซียเอาลาโคคาร์ปา พบว่ามีแนวโน้มของปริมาณไนโตรเจนรวมในดินลดลงตามระดับความลึก โดยมีปริมาณไนโตรเจนรวมในดินเฉลี่ย ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร เท่ากับ 0.62, 0.50, 0.43, 0.40 และ 0.41 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 9) ซึ่งดินในแปลงเคเซียเอาลาโคคาร์ปามีปริมาณไนโตรเจนรวมในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ (low) (ตารางผนวกที่ 4) ส่วนดินในแปลง ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา พบว่ามีแนวโน้มของปริมาณไนโตรเจนรวมในดินลดลงตามระดับความลึกโดยที่ระดับความลึกที่ 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีปริมาณไนโตรเจนรวมในดินเฉลี่ย เท่ากับ 0.65, 0.55, 0.54, 0.55 และ 0.54 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา มีปริมาณไนโตรเจนในดินอยู่ในระดับต่ำ (low) เช่นเดียวกัน ซึ่งการที่ดินในแปลงเคเซียเอาลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา มีปริมาณไนโตรเจนรวมในดินอยู่ในระดับต่ำ (low) นั้น เป็นผลมาจากดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ และการนำไนโตรเจนไปใช้ของพืชและจุลินทรีย์ดิน รวมถึงจากกระบวนการละลาย และการสูญเสียไปในรูปของก๊าซในดินเนื้อหยาบ (สมชัย, 2534)

จากผลการศึกษา พบว่า ดินในแปลงไม้ทั้งสองชนิด มีแนวโน้มของปริมาณของไนโตรเจนในดินลดลงตามระดับความลึก (ภาพที่ 13) สอดคล้องกับผลการศึกษาของวนิดา (2546) ซึ่งพบว่าดินบนจะมีปริมาณไนโตรเจนรวมสูงกว่าดินล่าง ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่ได้มาจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุในดิน และจากการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียจากอากาศและในดิน แต่ในวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินและแร่ ไม่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ฉะนั้นปริมาณไนโตรเจนในดินชั้นบนจึงผันแปรไปตามปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เช่นเดียวกับการศึกษาของไพบูลย์ (2528) ซึ่งพบว่า ปริมาณไนโตรเจนรวมส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่สอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งสำคัญของไนโตรเจนในดิน อย่างไรก็ตามแม้ว่าในแปลงเคเซีย เอาลาโคคาร์ปาจะมีปริมาณเศษซากพืชบนพื้นป่าที่สูงกว่า แต่เนื่องจากใบของเคเซียมีลักษณะหนา ประกอบกับสภาพแวดล้อมภายในแปลงที่ไม่มีเรือนยอดปิดและมีปริมาณน้ำในดินที่ต่ำ ส่งผลต่อการย่อยสลายเศษซากพืช จึงทำให้ดินในแปลงมีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อย และส่งผลให้มีปริมาณไนโตรเจนที่น้อยเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 9 ปริมาณไนโตรเจนรวมเฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	ไนโตรเจน (N) (Mean±SD: ก./กก.)		F-test
	อเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา	
0-10	0.62±0.07 ^c	0.65±0.13 ^a	2.16 ^{ns}
10-20	0.50±0.08 ^b	0.55±0.11 ^a	2.03 ^{ns}
20-30	0.43±0.05 ^a	0.54±0.11 ^a	6.59*
30-40	0.40±0.05 ^a	0.55±0.09 ^a	4.67**
40-50	0.41±0.08 ^a	0.54±0.12 ^a	2.06*
F-test	15.488**	1.470 ^{ns}	

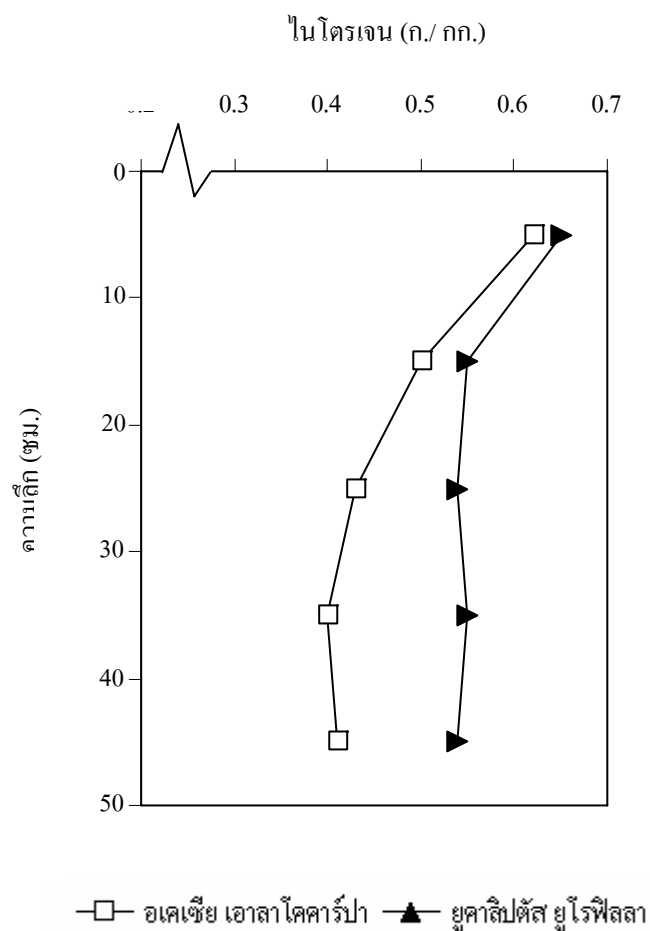
หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

a, b, c พืชชนิดที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยวิธี least significant difference

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนรวมในดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา กับดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า ตั้งแต่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรจนถึงระดับ 40-50 เซนติเมตร ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปามีปริมาณไนโตรเจนรวมน้อยกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา (ภาพที่ 10) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าดินในแปลงอเคเซียเออาลาโคคาร์ปาและยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรและ 10-20 เซนติเมตร มีปริมาณไนโตรเจนรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตรและ 40-50 เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) จากผลการศึกษาซึ่งพบว่า ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินในแปลง ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา สูงกว่าดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปานั้น แตกต่างกับผลการศึกษาของ Harmand *et al.* (2004) ในประเทศ Cameroon ที่ทำการศึกษาศัตรูอาหารในดินในแปลงไม้ 3 ชนิด ได้แก่ *Acacia polyacantha*, *Senna siamea* และ *Eucalyptus camaldulensis* ซึ่งพบว่า ดินในแปลง *Acacia*

polyacantha มีการสะสมไนโตรเจนรวมสูงกว่าดินในแปลง *Senna siamea* และ *Eucalyptus camaldulensis*



ภาพที่ 10 ปริมาณไนโตรเจนรวมเฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ไนโตรเจนรวมในดินส่วนใหญ่ จะอยู่ในรูปของอินทรีย์วัตถุหรือสารพวกฮิวมัส การย่อยสลาย (decomposition) ของสารเหล่านี้ของจุลินทรีย์ดิน จะทำให้ไนโตรเจนถูกปลดปล่อยออกมาในรูปอนินทรีย์สาร ซึ่งเป็นรูปที่พืชดูดเอาไปใช้ได้ ในการศึกษาในครั้งนี้ แม้จะพบว่าดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา ในทุกระดับความลึก มีปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินใกล้เคียงกัน แต่ในการศึกษาปริมาณไนโตรเจนรวมในดินซึ่งพบว่า ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีค่าไนโตรเจนรวมสูงกว่าดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปาและจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร ปริมาณไนโตรเจนรวมในดิน

มีความแตกต่างกัน โดยในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณมากกว่า ซึ่งเป็นผลจากการที่อินทรีย์วัตถุของไม้ยูคาลิปตัสมีการย่อยสลายที่ดีกว่าอินทรีย์วัตถุของไม้โอเคเซีย (Bernhard-Reversat, 1999) ทำให้เศษซากของยูคาลิปตัส มีการปลดปล่อยธาตุอาหารสู่ดินที่มากกว่า อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้ให้ผลที่แตกต่างกับผลการศึกษาศมบัติของดินของ Garay *et al.* (2004) ในสวนป่า *Eucalyptus grandis* และ *Acacia mangium* ซึ่งพบว่า ดินในแปลง *Acacia mangium* มีปริมาณไนโตรเจนรวมสูงกว่าดินในแปลง *Eucalyptus grandis*

2.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus, P)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหนึ่งที่สำคัญต่อการเติบโตของพืช ซึ่งดินส่วนมากมักจะมีอยู่ในปริมาณน้อย และไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ทั้งนี้เนื่องจากฟอสฟอรัสบางส่วนในดินมักติดไปกับตะกอนดินที่ถูกพัดพา และบางส่วนถูกตรึงให้อยู่ในรูปของเหล็กฟอสเฟต แมงกานีสฟอสเฟต อลูมิเนียมฟอสเฟต แคลเซียมฟอสเฟต และแมกนีเซียมฟอสเฟต ซึ่งพืชนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในดินในแปลงโอเคเซีย เออาโคคาร์ปามีปริมาณอยู่ในระดับต่ำ (low) (ตารางผนวกที่ 2) และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก ยกเว้นที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ซึ่งพบว่า มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเฉลี่ยเพิ่มสูงกว่าระดับความลึก 30-40 เซนติเมตรเล็กน้อย โดยที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเฉลี่ย เท่ากับ 5.05, 4.28, 3.77, 3.58 และ 3.72 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่า มีแนวโน้มของปริมาณฟอสฟอรัสในดินลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับแปลงโอเคเซีย เออาโคคาร์ป โดยที่ระดับความลึก 0-40 เซนติเมตร มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำ (low) ส่วนที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำมาก (very low) ซึ่งในแต่ละระดับความลึกมีปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยเท่ากับ 5.38, 4.96, 3.93, 3.86 และ 2.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

การที่ดินในแปลงโอเคเซีย เออาโคคาร์ป และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก (low - very low) นั้น เป็นผลมาจากหลายปัจจัย เช่น ดินในพื้นที่ที่มีค่า pH ที่ต่ำ หรือมีความเป็นกรดสูง และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ รวมไปถึงการที่ธรรมชาติของดินเนื้อหยาบที่มักจะมีปริมาณธาตุอาหารในดินต่ำ สรสิทธิ์ และคณะ (2527) กล่าวว่า อินทรีย์วัตถุมีผลต่อ

ฟอสฟอรัสในดิน เพราะอินทรีย์วัตถุมีฟอสฟอรัสเป็นสารประกอบอยู่ด้วย การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุจะให้สารประกอบฟอสฟอรัสในรูปที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ แต่ฟอสฟอรัสจะสูญเสียไปกับการชะละลายและการตรึงโดยธาตุต่าง ๆ ได้ง่าย และยังเป็นธาตุอาหารที่ไวต่อการทำปฏิกิริยา ในสภาพของดินที่มี pH ต่ำกว่า 6 ฟอสเฟตจะถูกเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบเหล็กหรืออลูมิเนียมฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ยาก มักถูกชะละลายหรือสะสมอยู่ในดินส่วนต่าง ๆ

ตารางที่ 10 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยในดิน ในแปลงเอเชีย เออาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) (Mean±SD: มก./กก.)		F-test
	เอเชีย เออาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา	
0-10	5.05±0.56	5.38±0.95 ^c	0.94 ^{ns}
10-20	4.28±0.50	4.96±1.42 ^{bc}	4.11 ^{ns}
20-30	3.77±0.80	3.93±1.22 ^b	0.25 ^{ns}
30-40	3.58±0.45	3.86±1.09 ^b	8.58 ^{ns}
40-50	3.72±2.54	2.57±0.61 ^a	3.70 ^{ns}
F-test	1.847 ^{ns}	8.023 ^{**}	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

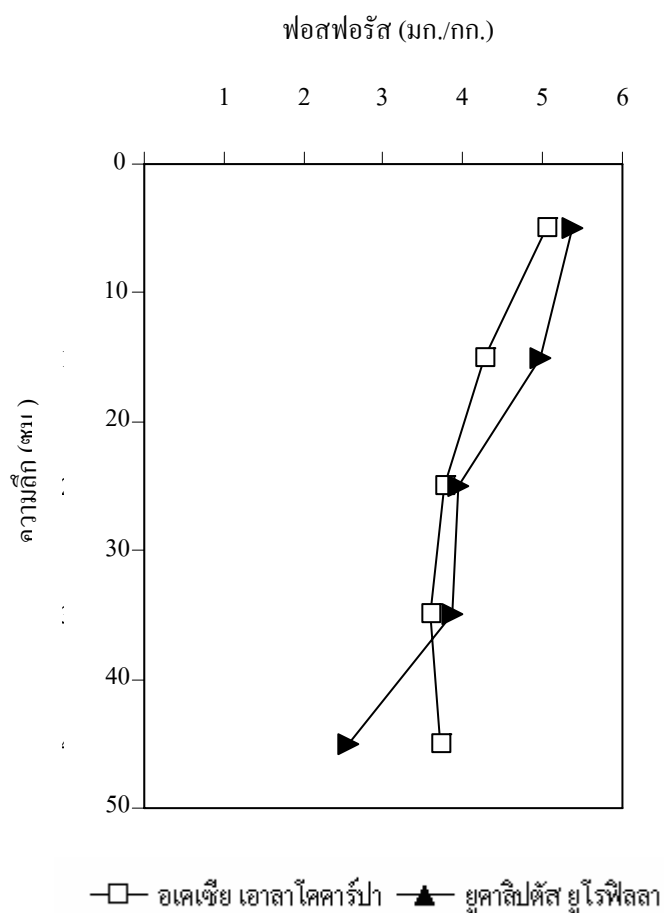
ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

a, b, c พืชชนิดที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยวิธี least significant difference

จากผลการศึกษา พบว่า ในดินมีแนวโน้มของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลงตามระดับความลึก โดยดินในแปลงเอเชีย เออาโคคาร์ปา ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด และที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร มีปริมาณต่ำที่สุด ส่วนดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลดา พบว่า ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด และที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร มีปริมาณต่ำที่สุดนั้น สอดคล้องกับการศึกษาของสมานใจ (2547) ซึ่งพบว่า ดินชั้นบนมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากกว่า

ดินชั้นล่าง ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการแตกต่างกันออกไปตามชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน ความมากน้อยของการชะละลาย การใช้ที่ดิน และ pH ของดิน (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2544; California Fertilizer Association, 1995) การที่พบว่าดินชั้นบนมีฟอสฟอรัสสูงกว่าดินชั้นล่าง เนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยจะอยู่ในรูปของอินทรีย์ฟอสเฟต (Potichan, 1991) ส่วนดินล่างมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลง สาเหตุมาจากดินผ่านการชะละลายมานาน ทำให้ปฏิกิริยาดินมีสภาพเป็นกรดตลอดหน้าตัดดิน เหล็กและอลูมิเนียมละลายออกมามาก ทำให้ฟอสฟอรัสถูกตรึงอยู่ในรูปที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Sanchez, 1976; London, 1991)

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา กับในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่า ที่ระดับความลึก 0-40 เซนติเมตร ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา ส่วนที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร พบว่าดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่สูงกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (ภาพที่ 11) อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ในทุกระดับความลึกมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินนั้น เป็นธาตุอาหารซึ่งมีที่มาจากทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในดิน การที่ดินในแปลงศึกษาที่มีปริมาณของฟอสฟอรัสในดินที่ใกล้เคียงกัน แม้ว่าจะมีสารอินทรีย์ในดินที่แตกต่างกันนั้น แสดงให้เห็นว่าปัจจัยสำคัญของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลง ขึ้นอยู่กับวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นสารอนินทรีย์เป็นสำคัญ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าขัดแย้งกับการศึกษาของ Garay *et al* (2004) ในสวนป่า *Eucalyptus grandis* และ *Acacia mangium* ซึ่งพบว่า ดินในแปลง *Acacia mangium* มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าดินในแปลง *Eucalyptus grandis* และเมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาในครั้งนี้กับข้อมูลสมบัติทางเคมีของดินใน พ.ศ. 2533 และ พ.ศ. 2540 พบว่า ในแปลงทดลองทั้งสองแปลงมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลง



ภาพที่ 11 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

2.5 โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium, K)

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีปริมาณอยู่ในระดับต่ำมาก (very low) (ตารางผนวกที่ 2) และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก ยกเว้นที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ซึ่งพบว่า มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยสูงกว่าระดับความลึก 30-40 เซนติเมตรเล็กน้อย โดยที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย เท่ากับ 7.07, 4.39, 3.13, 1.88 และ 2.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลา พบว่ามีปริมาณ

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก (very low) และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก เช่นเดียวกับดินในแปลงเอเชีย เอตาโคคาร์ปา โดยมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย เท่ากับ 5.31, 3.15, 2.87, 2.09 และ 1.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดิน ในแปลงเอเชีย เอตาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	โพแทสเซียม (K) (Mean±SD: มก./กก.)		F-test
	เอเชีย เอตาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา	
0-10	7.07±3.48 ^b	5.31±1.22 ^d	10.80 ^{ns}
10-20	4.39±2.44 ^a	3.15±0.90 ^c	6.63 ^{ns}
20-30	3.13±2.06 ^a	2.87±1.06 ^{bc}	5.41 ^{ns}
30-40	1.88±1.39 ^a	2.09±0.81 ^{ab}	3.52 ^{ns}
40-50	2.63±1.43 ^a	1.65±0.92 ^a	3.75 ^{ns}
F-test	6.292 ^{**}	16.297 ^{**}	

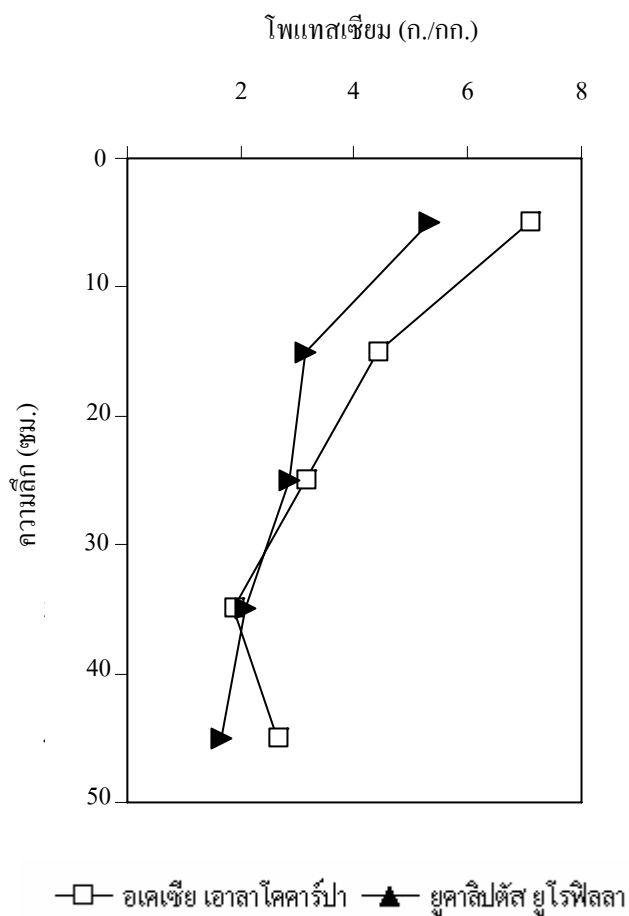
หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

a, b, c, d พืชชนิดเดียวกันหลังตัวเลขตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยวิธี least significant difference

การที่ดินในแปลงศึกษามีปริมาณโพแทสเซียมที่ต่ำ เป็นผลมาจากหลายสาเหตุ ไม่ว่าจะเป็นการที่ดินในพื้นที่ศึกษามีค่า pH ต่ำ หรือมีความเป็นกรดสูง จึงส่งผลต่อระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน ทำให้มีความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมต่ำ (สรสิทธิ์, 2518) และแสดงให้เห็นว่าดินเหล่านี้ผ่านการชะละลายในอัตราที่สูง และมีความชื้นต่อเนื่องเป็นช่วงเวลานานในรอบปี (Brady and Weil, 1999) นอกจากนี้เนื่องจากในดินที่มีองค์ประกอบหลักเป็นอนุภาคทราย ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับ และปลดปล่อยโพแทสเซียมต่ำกว่าอนุภาคทรายแป้งและอนุภาคดินเหนียว จึงส่งผลให้ในดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ (Munn *et al.*, 1976)

จากผลการศึกษา ซึ่งพบว่า ดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีปริมาณโพแทสเซียมลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นนั้น เนื่องจากในดินชั้นบน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่า ซึ่งอินทรีย์วัตถุจะมีความสามารถในการดูดซับแคตไอออนได้สูง และสลายตัวให้โพแทสเซียมเป็นบางส่วน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544; Sanchez *et al.*, 1983) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมของดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า ดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่า ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลาเล็กน้อย ยกเว้นที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร พบว่า ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา (ภาพที่ 12) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา ในทุกระดับความลึกมีปริมาณโพแทสเซียมแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลสมบัติทางเคมีของดินใน พ.ศ. 2533 และพ.ศ. 2540 ในตารางผนวกที่ 2 พบว่า ดินในแปลงทดลองทั้งสองแปลงมีปริมาณโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 12 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

2.6 แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable calcium, Ca)

จากการศึกษา พบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก (very low) (ตารางผนวกที่ 2) และมีแนวโน้มลดลง ตามระดับความลึก ยกเว้นที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ซึ่งพบว่า มีปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยสูงกว่าระดับความลึก 30-40 เซนติเมตรเล็กน้อย โดยที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย เท่ากับ 37.09, 10.39, 9.13, 7.70 และ 9.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก (very low) และมีแนวโน้มของปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ลดลง ตามระดับความลึกเช่นเดียวกับดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา โดยที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย เท่ากับ 26.97, 11.02, 11.14, 9.73 และ 7.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

การที่ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา และดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก (very low) เป็นผลมาจากการที่ดินในพื้นที่มีความเป็นกรดสูง จึงส่งผลกระทบต่อระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน ทำให้มีความเป็นประโยชน์ของแคลเซียมต่ำ (สรสิทธิ์, 2518) และอาจเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตแบบภูมิอากาศร้อนชื้น ทำให้มีกระบวนการชะละลาย เกิดการสูญเสียแคตไอออนที่เป็นค่าออกไปจากหน้าตัดดิน ซึ่งเป็นลักษณะของดินเขตร้อนที่มีพัฒนาการสูง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544; Sanchez, 1976)

จากผลการศึกษา พบว่า เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมของดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา กับดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่า ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา มีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าดินในแปลง ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ส่วนตั้งแต่ระดับความลึก 10-20 จนถึงระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร พบว่า ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา (ภาพที่ 13) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา และดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ในทุกระดับความลึกมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการที่ดินในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลงมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ใกล้เคียงกันนั้น เนื่องจากปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินจะแตกต่างกันไปตามชนิดของดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ดังนั้นดินในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลงซึ่งอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันจึงมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษากับข้อมูลสมบัติทางเคมีของดินใน พ.ศ. 2533 และ พ.ศ. 2540 พบว่า ในแปลงทดลองทั้งสองแปลงมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น

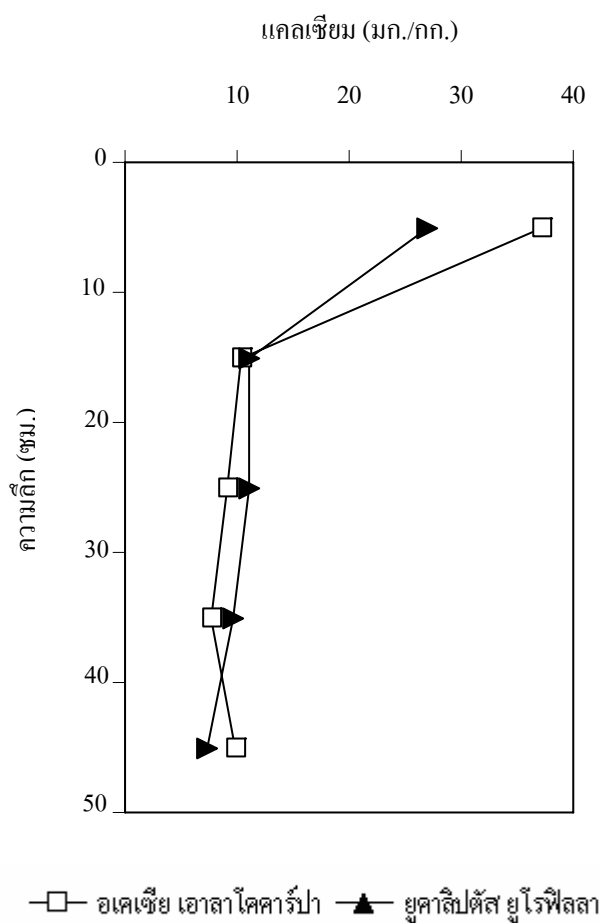
ตารางที่ 12 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	แคลเซียม (Ca) (Mean±SD: มก./กก.)		F-test
	อเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา	
0-10	37.09±15.56 ^b	26.97±17.27 ^b	0.04 ^{ns}
10-20	10.39±5.64 ^a	11.02±5.47 ^a	0.18 ^{ns}
20-30	9.13±5.09 ^a	11.14±4.88 ^a	0.02 ^{ns}
30-40	7.70±4.66 ^a	9.73±4.16 ^a	0.02 ^{ns}
40-50	9.74±3.10 ^a	7.41±2.85 ^a	0.02 ^{ns}
F-test	18.870 ^{**}	6.465 ^{**}	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

a, b, พืชชนิดที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยวิธี least significant difference



ภาพที่ 13 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดิน ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

2.7 แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable magnesium, Mg)

จากการศึกษา พบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก (very low) (ตารางผนวกที่ 2) และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก โดยที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย เท่ากับ 23.46, 16.09, 13.21, 10.88 และ 9.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 13) ส่วนดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า มีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในระดับต่ำมาก (very low) และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกเช่นเดียวกับดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา โดยที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีปริมาณ

แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย เท่ากับ 15.04, 9.68, 8.14, 6.65 และ 4.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งการที่ดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก (very low) เป็นผลมาจากการที่ดินในพื้นที่มีความเป็นกรดสูง จึงส่งผลต่อระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน (สรสิทธิ์, 2518)

ตารางที่ 13 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดิน ในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Mg) (Mean±SD: มก./กก.)		F-test
	เอเชีย เอลาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา	
0-10	23.46±5.24 ^c	15.04±5.49 ^c	0.26**
10-20	16.09±4.07 ^b	9.68±3.61 ^b	0.05**
20-30	13.21±3.90 ^{ab}	8.14±2.32 ^b	0.92**
30-40	10.88±4.37 ^b	6.65±1.42 ^{ab}	4.25*
40-50	9.65±2.51 ^a	4.67±1.19 ^a	2.47**
F-test	14.312 ^{**}	11.887 ^{**}	

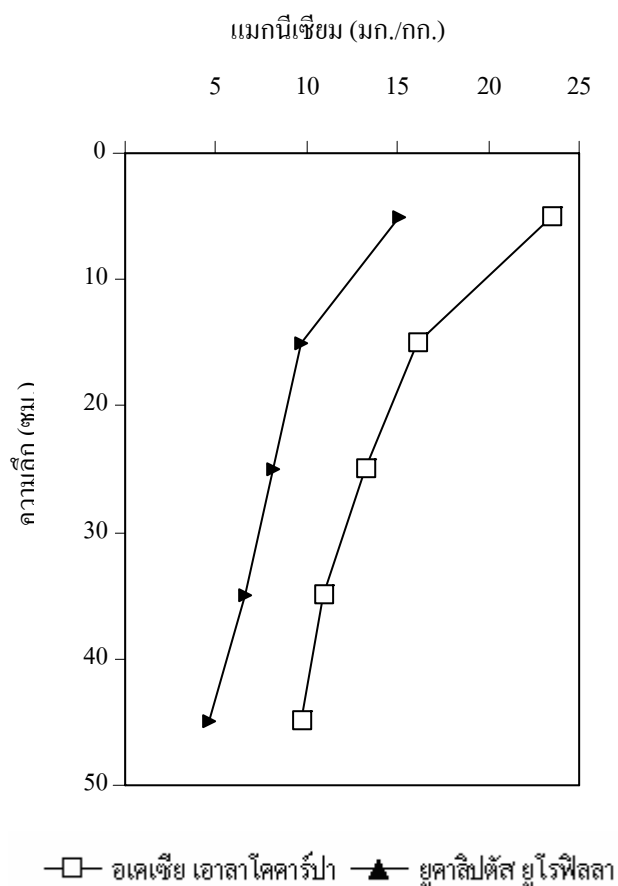
หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

a, b, c พืชชนิดที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวดิ่งแสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยวิธี least significant difference

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลง พบว่า ในทุกระดับความลึก ดินในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (ภาพที่ 14) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ดินในแปลงศึกษาที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30 และ 40-50 เซนติเมตร มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.01) และดินในแปลงที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร พบว่า ดินในแปลงศึกษามีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาสมบัติของดินของ Garay *et al.* (2004) ในสวนป่า

Eucalyptus grandis และ *Acacia mangium* ซึ่งพบว่า ดินในแปลง *Acacia mangium* มีปริมาณแมกนีเซียมสูงกว่าดินในแปลง *Eucalyptus grandis* เช่นเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาในครั้งนี้กับข้อมูลสมบัติทางเคมีของดินใน พ.ศ. 2533 และ พ.ศ. 2540 (ตารางผนวกที่ 2) พบว่าในแปลงทดลองทั้งสองแปลงมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 14 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดินในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

การกระจายของราก

1. การกระจายของรากขนาดเล็ก

1.1 น้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึก

จากการศึกษาการกระจายของรากขนาดเล็ก (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) ในแปลงเอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา โดยทำการเก็บตัวอย่างรากในเดือน มีนาคม 2550 โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างของรากด้วย soil sampler เพื่อหาน้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็ก ได้ผลการศึกษาดังนี้

ในแปลงเอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีน้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึกรวมที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร เท่ากับ 1010.8 กรัมต่อตารางเมตร และมีน้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กเฉลี่ยต่อพื้นที่ต่อระดับความลึก ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร เท่ากับ 63.32, 13.66, 6.21, 9.02 และ 8.87 กรัมต่อตารางเมตรต่อเซนติเมตร จากค่าที่แสดง พบว่า การกระจายของรากขนาดเล็กส่วนใหญ่อยู่ในดินชั้นบน ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-10 เซนติเมตร ไปจนถึงระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร โดยที่ระดับ 0-10 เซนติเมตรมีปริมาณสูงที่สุด ส่วนที่ระดับความลึกตั้งแต่ 20-30 จนถึงระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร พบว่า มีการกระจายของรากขนาดเล็กปริมาณน้อย และมีการกระจายในแต่ละระดับความลึกใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 14)

ในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีน้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึกรวมที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร เท่ากับ 548.8 กรัมต่อตารางเมตร และมีน้ำหนักแห้งของราก ขนาดเล็กเฉลี่ยต่อพื้นที่ต่อระดับความลึก ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร เท่ากับ 27.20, 10.96, 6.20, 6.33 และ 4.19 กรัมต่อตารางเมตรต่อเซนติเมตร โดยพบว่าการกระจายของรากขนาดเล็กส่วนใหญ่ จะอยู่ในดินชั้นบนที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-10 เซนติเมตร ไปจนถึงระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร โดยที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรมีค่าสูงที่สุด ส่วนที่ระดับความลึกตั้งแต่ 20-30 เซนติเมตรจนถึงระดับ 40-50 เซนติเมตร พบว่า มีการกระจายของรากขนาดเล็กอยู่ปริมาณน้อย และมีการกระจายลดลงตามระดับความลึก (ตารางที่ 14)

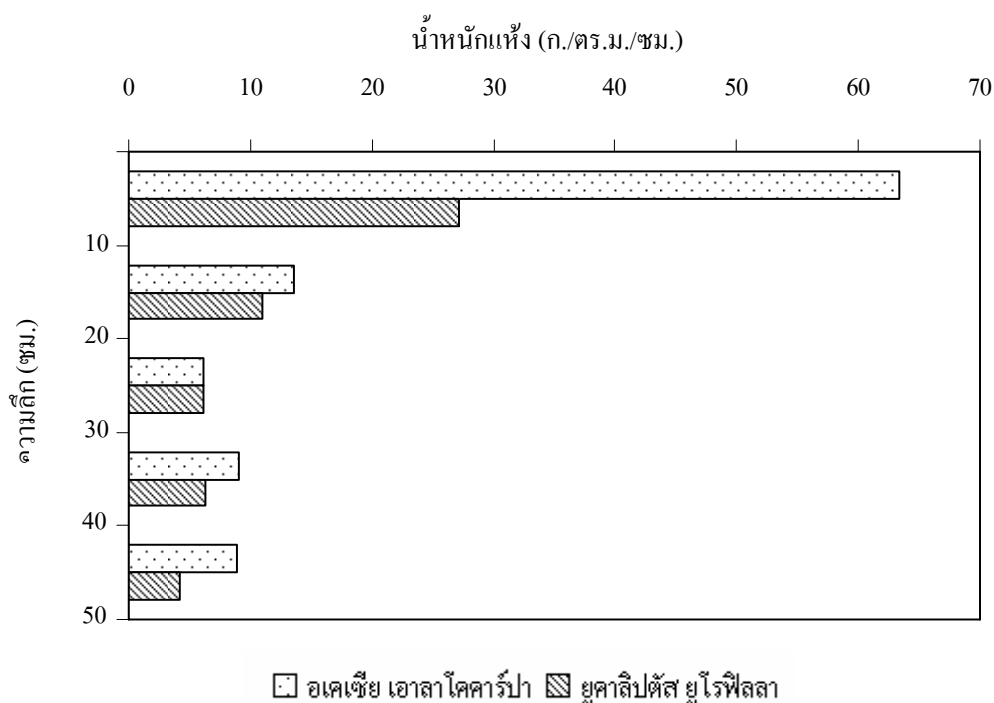
ตารางที่ 14 น้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึกเฉลี่ย ในแปลงอเคเซีย
เอเลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้
ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	น้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึก (กรัม/ตร.ม./ซม.)		F-test
	อเคเซีย เอเลาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา	
0-10	63.32±49.70 ^b	27.20±17.09 ^c	46.27**
10-20	13.66±11.20 ^a	10.96±9.96 ^b	2.50 ^{ns}
20-30	6.21±7.81 ^a	6.20±7.00 ^a	0.54 ^{ns}
30-40	9.02±13.40 ^a	6.33±5.67 ^a	6.94 ^{ns}
40-50	8.87±9.07 ^a	4.19±3.45 ^a	20.94**
รวม 0-50 ซม. (กรัม/ตร.ม.)	1010.80	548.80	
F-test	50.369**	45.644**	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)
ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)
a, b, c พืชชนิดที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มี
 นัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยวิธี least significant difference

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึก ในแปลง
 อเคเซีย เอเลาโคคาร์ปา และในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า ในแปลงอเคเซีย เอเลาโคคาร์ปา
 มีน้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึกในทุกระดับความลึกสูงกว่าในแปลง
 ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา สอดคล้องกับการศึกษาของประเสริฐ (2526) ซึ่งพบว่า ในไม้กระถินมีมวล
 ชีวภาพของรากสูงกว่าไม้ยูคาลิปตัส และแปลงไม้ทั้งสองชนิดมีการกระจายของรากขนาดเล็ก
 ส่วนใหญ่อยู่ในดินชั้นบนเช่นเดียวกัน จากการศึกษา พบว่า ในแปลงไม้ทั้ง 2 ชนิดมีการกระจายของ
 รากขนาดเล็กหนาแน่นในระดับความลึก 0-10 ถึงระดับ 10-20 เซนติเมตร ส่วนตั้งแต่ที่ระดับความลึก
 20-30 ถึงระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร พบว่า มีการกระจายของรากขนาดเล็กอยู่ปริมาณน้อย
 เช่นเดียวกัน และพบว่า ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และ 40-50 เซนติเมตร แปลงอเคเซีย
 เอเลาโคคาร์ปา มีน้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึกสูงกว่าแปลงยูคาลิปตัส

ยูโรฟิลลาอย่างชัดเจน จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ที่ระดับความลึก 0-10 และ 40-50 เซนติเมตร ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีน้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็ก ต่อพื้นที่ต่อระดับความลึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนตั้งแต่ที่ระดับ ความลึก 10-20 จนถึงระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร พบว่า ในแปลง อเคเซีย เอลาโคคาร์ปามีมวล ชีวภาพของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึกสูงกว่าในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาลดลงจากการ วิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ตั้งแต่ที่ระดับ ความลึก 10-20 จนถึงระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร มีมวลชีวภาพของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อ ระดับความลึกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 น้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึกเฉลี่ย ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

1.2 เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดเล็ก

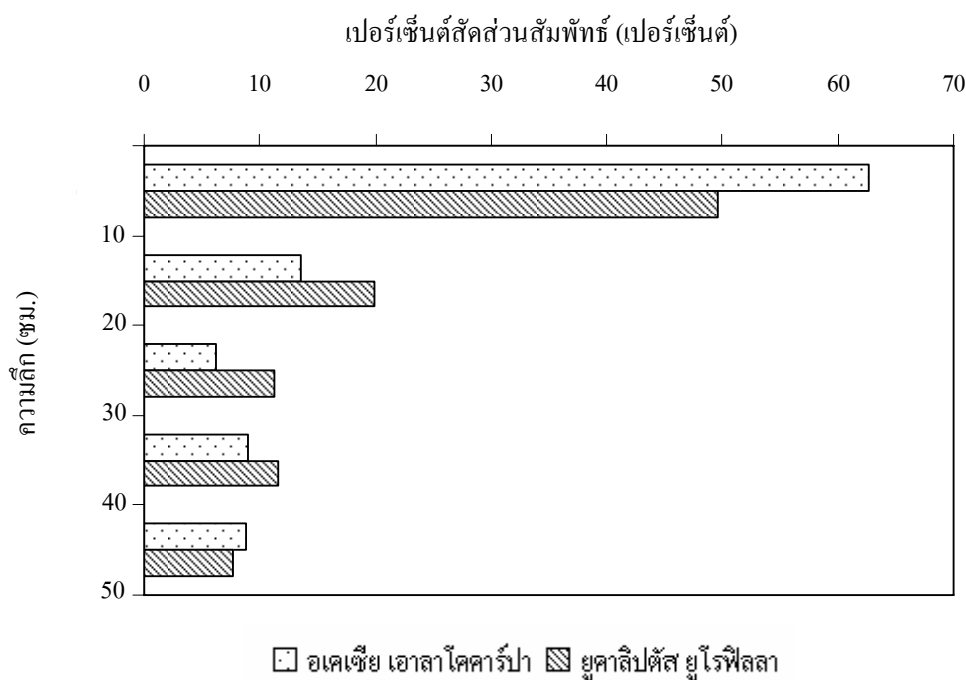
จากผลการศึกษาน้ำหนักแห้งของรากขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึก นำค่าที่ได้มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดเล็ก เพื่อให้ทราบถึงเปอร์เซ็นต์การกระจายของรากขนาดเล็กในดินแต่ละระดับความลึก พบว่า ในแปลงอเคเซีย เออาโคคาร์ปา ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดเล็ก เท่ากับ 62.64, 13.50, 6.15, 8.93 และ 8.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากค่าที่แสดง พบว่า มีการกระจายของรากขนาดเล็กส่วนใหญ่อยู่ในดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร จนถึงระดับ 10-20 เซนติเมตร โดยในระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรมีการกระจายของรากขนาดเล็กสูงที่สุด และที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร จนถึงระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร พบว่า มีการกระจายของรากขนาดเล็กอยู่ปริมาณน้อย (ตารางที่ 15)

สำหรับการศึกษาในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดเล็กในดิน ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 เซนติเมตร เท่ากับ 49.57, 19.97, 11.30, 11.53 และ 7.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากค่าที่แสดง พบว่า การกระจายของรากขนาดเล็กส่วนใหญ่จะอยู่ในดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-10 ถึงระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร โดยที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีการกระจายของรากขนาดเล็กสูงที่สุด ส่วนที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร จนถึงระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร พบว่า มีการกระจายของรากขนาดเล็กอยู่ปริมาณน้อย (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดเล็ก ในแปลงเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดเล็ก (เปอร์เซ็นต์)	
	อเคเซีย เอลาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา
0-10	62.64	49.57
10-20	13.50	19.97
20-30	6.15	11.30
30-40	8.93	11.53
40-50	8.78	7.63
รวม	100.00	100.00

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดเล็ก ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปากับในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า ในแปลงไม้ทั้งสองชนิด มีการกระจายของรากขนาดเล็กส่วนใหญ่จากปริมาณทั้งหมดอยู่ในดินชั้นบน (ภาพที่ 16) สอดคล้องกับการศึกษาของ Moreno-Chacón and Lusk (2004) ซึ่งทำการศึกษาในไม้ *Nothofagus dombeyi* และพบว่าการกระจายของรากส่วนใหญ่ในดินชั้นบนเช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาในแต่ละระดับความลึกของดิน พบว่า ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดเล็กสูงสุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรเช่นเดียวกัน แต่พบว่า ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา จะมีเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่าอย่างชัดเจน แต่เมื่อพิจารณาในระดับที่ลึกลงไป พบว่า รากขนาดเล็กของยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ที่สูงกว่า ยกเว้นที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร พบว่า ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์สูงกว่าเล็กน้อย การที่รากขนาดเล็กส่วนใหญ่กระจายอยู่ในดินชั้นบนนั้น เนื่องจากในดินชั้นบนมีการสะสมของอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเป็นแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญ และมีน้ำที่สูงกว่าในดินชั้นล่าง



ภาพที่ 16 เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดเล็ก ในแปลงอเคเซีย เออลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

2. การกระจายของรากขนาดใหญ่

2.1 พื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อพื้นที่

จากการศึกษาการกระจายของรากขนาดใหญ่ในแปลงอเคเซีย เออลาโคคาร์ปาและ ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาโดยทำการเก็บข้อมูลในแปลงศึกษาในเดือนมกราคม 2550 โดยการวัดขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางของรากขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2 มิลลิเมตร) ในแปลงอเคเซีย เออลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์และคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของ รากขนาดใหญ่ต่อพื้นที่เฉลี่ย ได้ผลการศึกษาดังนี้

การศึกษาการกระจายของรากขนาดใหญ่ ในแปลงอเคเซีย เออลาโคคาร์ปา พบว่า มีพื้นที่ หน้าตัดของรากขนาดใหญ่รวมทั้งระดับ 0-80 เซนติเมตร เท่ากับ 145.13 ตารางเซนติเมตร โดยที่ ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70 และ 70-80 เซนติเมตร มี

พื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่เฉลี่ย เท่ากับ 35.65, 31.83, 51.12, 14.57, 6.25, 3.82, 1.15 และ 0.75 ตารางเซนติเมตรต่อตารางเมตร ตามลำดับ จากค่าที่แสดง พบว่า การกระจายของรากขนาดใหญ่ส่วนใหญ่จะอยู่ในดินชั้นบนที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-10 ไปจนถึงระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร โดยที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร มีพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่สูงที่สุด ส่วนที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตรมีค่ารองลงมา และที่ระดับความลึกตั้งแต่ 30-40 เซนติเมตร จนถึงระดับความลึก 70-80 เซนติเมตร พบว่า มีพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่มีปริมาณน้อย และมีค่าลดลงตามระดับความลึก (ตารางที่ 16)

สำหรับการศึกษาการกระจายของรากขนาดใหญ่ในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า มีพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่รวมที่ระดับ 0-80 เซนติเมตร เท่ากับ 143.02 ตารางเซนติเมตร โดยที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70 และ 70-80 เซนติเมตร มีพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่เฉลี่ย เท่ากับ 37.62, 61.62, 23.03, 6.02, 4.98, 3.72, 4.63 และ 1.40 ตารางเซนติเมตรต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยพบว่า การกระจายของรากขนาดใหญ่ส่วนใหญ่จะอยู่ในดินชั้นบนที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-10 เซนติเมตร ไปจนถึงระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร โดยพบว่า ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร มีพื้นที่หน้าตัดต่อหน่วยพื้นที่ของรากขนาดใหญ่สูงที่สุด ส่วนที่ระดับความลึก 0-10 และ 20-30 เซนติเมตรมีค่ารองลงมา และที่ระดับความลึกตั้งแต่ 30-40 เซนติเมตร จนถึงระดับความลึก 70-80 เซนติเมตร พบว่า มีพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่มีปริมาณน้อย และมีแนวโน้มของการกระจายที่ลดลงตามระดับความลึก ยกเว้นในระดับความลึก 60-70 เซนติเมตร มีพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าในระดับความลึกตอนบนเล็กน้อย (ตารางที่ 16)

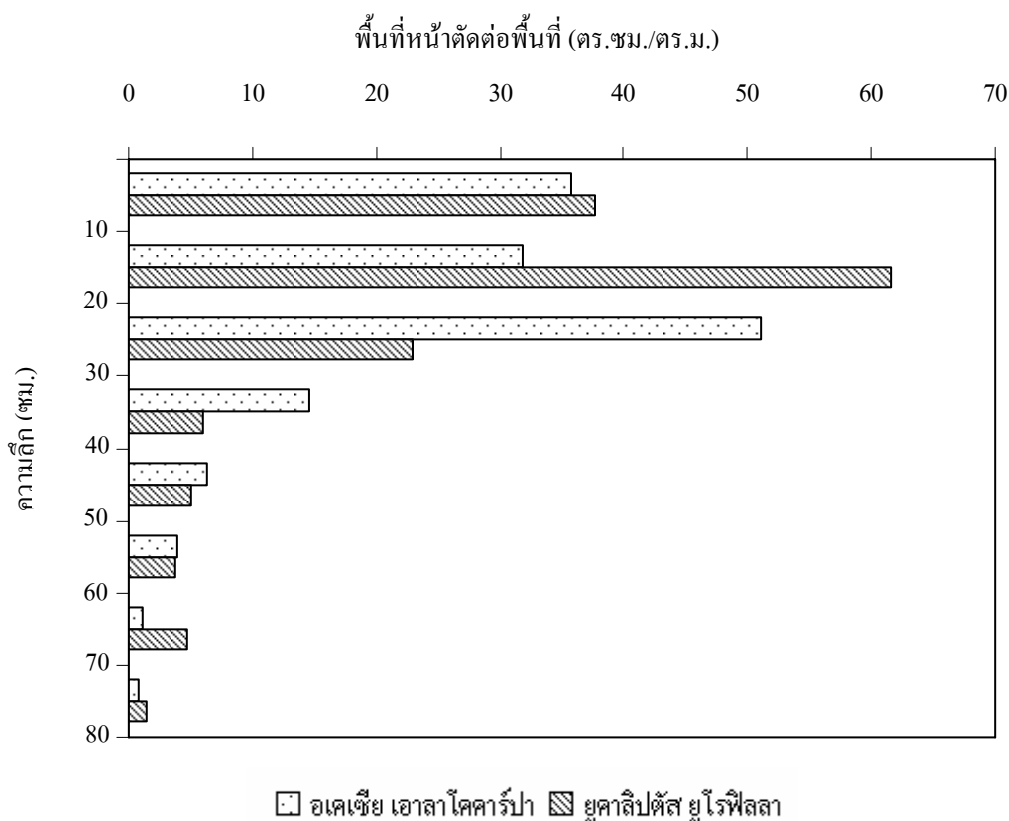
ตารางที่ 16 พื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อพื้นที่เฉลี่ย ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	พื้นที่หน้าตัดต่อพื้นที่ของรากขนาดใหญ่ (ตร.ซม./ ตร.ม.)		F-test
	อเคเซีย เอลาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา	
0-10	35.65±37.43 ^{bc}	37.62±30.30 ^b	0.83 ^{ns}
10-20	31.83±8.03 ^{bc}	61.62±41.07 ^c	19.68 ^{ns}
20-30	51.12±34.76 ^c	23.03±22.75 ^{ab}	1.86 ^{ns}
30-40	14.57±20.09 ^{ab}	6.02±3.45 ^a	3.45 ^{ns}
40-50	6.25±3.19 ^a	4.98±3.62 ^a	0.28 ^{ns}
50-60	3.82±4.90 ^a	3.72±1.88 ^a	1.66 ^{ns}
60-70	1.15±0.98 ^a	4.63±3.83 ^a	4.44 ^{ns}
70-80	0.75±0.62 ^a	1.40±1.78 ^a	3.11 ^{ns}
รวม (ตร.ซม.)	145.13	143.02	
F-test	5.578**	6.883**	

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)
 ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)
 a, b, c พืชชนิดที่เหมือนกันหลังตัวเลขตามแนวดังแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยวิธี least significant difference

เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า มีพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่รวมใกล้เคียงกันมาก โดยในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่รวมสูงกว่าในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลาล็กน้อย และเมื่อพิจารณาในแต่ละระดับความลึก พบว่าที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 60-70 และ 70-80 เซนติเมตร ในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา ส่วนในระดับความลึก 20-30, 30-40, 40-50 และ 50-60 เซนติเมตร พบว่า ในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่เฉลี่ยสูงกว่าในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา

(ภาพที่ 17) อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และในแปลง ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา ในทุกระดับความลึกมีพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 17 พื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อพื้นที่เฉลี่ย ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

2.2 เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่

จากผลการศึกษาพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่ เมื่อนำมาคำนวณเป็น เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่ เพื่อให้ทราบถึงเปอร์เซ็นต์การกระจายของรากขนาดใหญ่ในแต่ละระดับความลึกของดิน พบว่า ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70 และ 70-80 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่ เท่ากับ 24.56, 21.93, 35.22, 10.04, 4.31, 2.63, 0.79 และ 0.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากค่าที่แสดง พบว่า การกระจายของรากขนาดใหญ่จะอยู่ในดินชั้นบนที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-10 ไปจนถึงระดับ 20-30 เซนติเมตรเป็นส่วนใหญ่ โดยที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่สูงสุด ส่วนที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร มีค่ารองลงมา และที่ระดับความลึกตั้งแต่ 30-40 จนถึงระดับ 70-80 เซนติเมตร พบว่า มีการกระจายของรากขนาดใหญ่ปริมาณน้อย และมีการกระจายที่ลดลงตามระดับความลึก (ตารางที่ 17)

ในการศึกษาเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่ ในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70 และ 70-80 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่ เท่ากับ 26.30, 43.08, 16.10, 4.21, 3.48, 2.60, 3.24 และ 0.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากค่าที่แสดง พบว่า การกระจายของรากขนาดใหญ่จะอยู่ในดินชั้นบนที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-10 เซนติเมตร ไปจนถึงระดับ 20-30 เซนติเมตรเป็นส่วนใหญ่ โดยพบว่า ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่สูงสุด ส่วนที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และ 20-30 เซนติเมตร มีค่ารองลงมา และที่ระดับความลึกตั้งแต่ 30-40 เซนติเมตร จนถึงระดับ 70-80 เซนติเมตร พบว่า มีการกระจายของรากขนาดใหญ่เล็กน้อย และมีแนวโน้มการกระจายที่ลดลงตามระดับความลึก ยกเว้นในระดับความลึก 60-70 เซนติเมตร ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่สูงกว่าในระดับความลึกตอนบนเล็กน้อย (ตารางที่ 17)

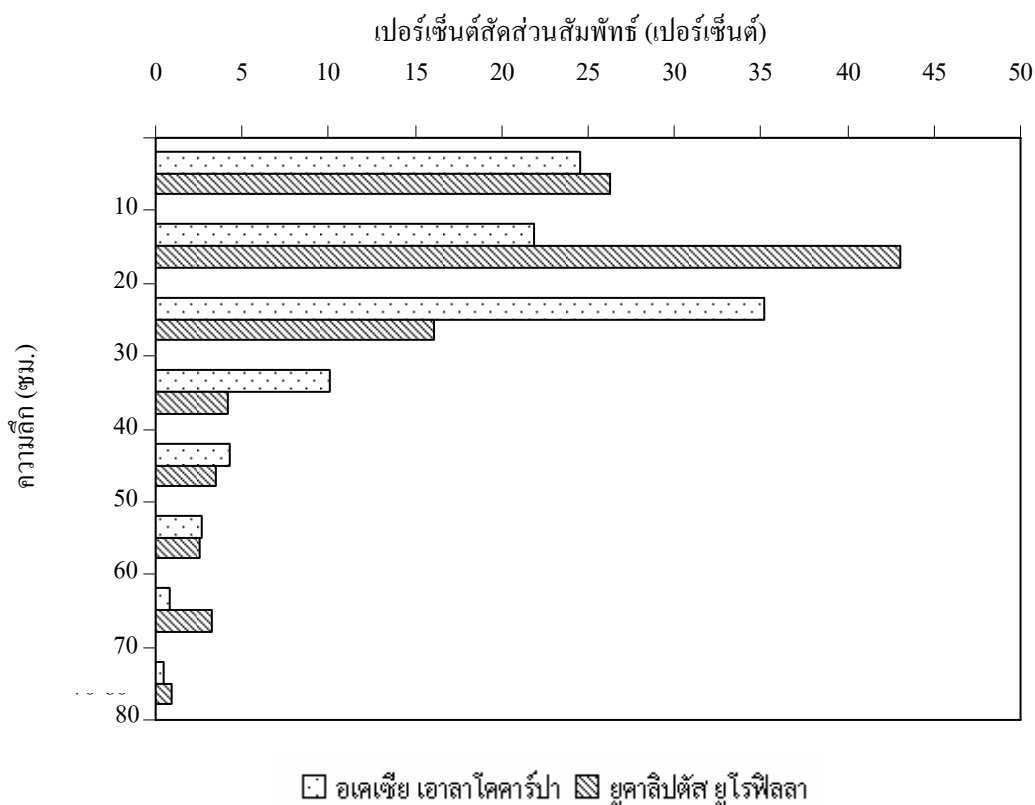
เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่ ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา กับในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา พบว่า ในแปลงไม้ทั้งสองชนิด มีการกระจายของรากขนาดใหญ่อยู่ในดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร จนถึงระดับความลึก 20-30 เซนติเมตรเป็นส่วนใหญ่ แต่ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีการกระจายของรากขนาดใหญ่สูงสุดที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร ในขณะที่ในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีการกระจายของรากขนาดใหญ่สูงสุดที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร ส่วนที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร พบว่า ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่ปานกลาง ในขณะที่แปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ที่ต่ำ ส่วนตั้งแต่ที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร จนถึงระดับความลึก 70-80 เซนติเมตร พบว่า ทั้งในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่ต่ำมากและเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่ในแต่ละระดับความลึก พบว่า ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 60-70 และ 70-80 เซนติเมตร แปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีเปอร์เซ็นต์

สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่สูงกว่าในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา ส่วนที่ระดับความลึก 20-30, 30-40, 40-50 และ 50-60 เซนติเมตร พบว่า ในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่สูงกว่าในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (ภาพที่ 18)

จากการศึกษาการกระจายของรากขนาดใหญ่ของเอเชีย เอลาโคคาร์ปาและยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่า ไม้ทั้งสองซึ่งปลูกในพื้นที่ศึกษา มีระบบรากที่ตื้น โดยรากส่วนใหญ่มีการกระจายอยู่ในดินที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรแรก จึงไม่เหมาะสมต่อการปลูกไม้ทั้งสองชนิดเพื่อใช้เป็นแนวกันลม (wind break) แต่เนื่องจากไม้ทั้งสองชนิดสามารถเติบโตได้ในพื้นที่ซึ่งมีสภาพดินที่มีปริมาณธาตุอาหารต่ำ จึงน่าจะมีการปลูกไม้ทั้งสองชนิดในพื้นที่เพื่อปรับปรุงดินและใช้ประโยชน์ในรูปแบบของสวนป่า หรือวนเกษตร

ตารางที่ 17 เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่ ในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความลึก (ซม.)	เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่ (เปอร์เซ็นต์)	
	เอเชีย เอลาโคคาร์ปา	ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา
0-10	24.56	26.30
10-20	21.93	43.08
20-30	35.22	16.10
30-40	10.04	4.21
40-50	4.31	3.48
50-60	2.63	2.60
60-70	0.79	3.24
70-80	0.52	0.98
รวม	100.00	100.00



ภาพที่ 18 เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพันธ์ของรากขนาดใหญ่ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

จากผลการศึกษากระจายของราก พบว่า รากขนาดเล็ก (เส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) ทั้งในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา และในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ส่วนใหญ่มีการกระจายอยู่ในดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร เนื่องจากธรรมชาติของรากพืช จะมีการกระจายอยู่ในชั้นดินที่มีธาตุอาหาร และความชื้นในดินสูง (Dhyani *et al.*, 1990) โดยในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีการกระจายของรากถึง 76.15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งรากในส่วนนี้มีการกระจายสูงสุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ในช่วงการเก็บข้อมูลในแปลงที่ศึกษา พบว่า ในแปลงอเคเซีย เอลาโคคาร์ปา มีรากขนาดเล็กจำนวนมากอยู่บนผิวดิน กระจายปะปนกับเศษซากพืชในชั้นพื้นป่า ซึ่งเป็นผลจากการที่มีความชื้นในดินต่ำ รากของไม้อเคเซีย จึงกระจายอยู่ในชั้นของเศษซากพืช ซึ่งมีความชื้นสูงกว่า ส่วนในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่า มีการกระจายของรากขนาดเล็กที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร เท่ากับ 69.54 เปอร์เซ็นต์ แต่ในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลานี้ รากขนาดเล็กมีการกระจายอยู่ในชั้นดินตามปกติ และไม่พบว่ามีรากกระจายอยู่ในชั้นพื้นป่า

เหมือนกับในแปลงเอเชีย เออาลาโคคาร์ปา เนื่องจากในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาไม่มีการสะสมของเศษซากพืชเป็นชั้นหนา เหมือนกับในแปลงเอเชีย เออาลาโคคาร์ปา สอดคล้องกับการศึกษาของ Buillet *et al.* (1995) ซึ่งทำการศึกษาในแปลงยูคาลิปตัสในพื้นที่ดินทรายและมีปริมาณธาตุอาหารในดินต่ำ พบว่า ปริมาณความชื้นในดินขึ้นอยู่กับกระบวนการกระจายของรากไม้ในดิน ในขณะเดียวกันก็จะพบกลุ่มของรากฝอยกระจายอยู่อย่างหนาแน่นในบริเวณที่มีความชื้นในดินสูง การที่ดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณการกระจายของรากที่ต่ำกว่าในแปลงเอเชีย เออาลาโคคาร์ปานั้น นอกจากเหตุผลทางสรีรวิทยาของพืชต่างชนิดกันแล้ว อาจเป็นเพราะในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีความชื้นในดินที่สูงกว่า จึงส่งผลให้รากในดินมีมวลชีวภาพต่ำ (Fabio *et al.*, 1995)

ส่วนในการศึกษาการกระจายของรากขนาดใหญ่ (เส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2 มิลลิเมตร) พบว่า ทั้งในแปลงเอเชีย เออาลาโคคาร์ปา และในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีการกระจายของรากส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร โดยในแปลงเอเชีย เออาลาโคคาร์ปา มีการกระจายถึง 80.71 เปอร์เซ็นต์ และในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา พบว่า มีการกระจายของรากอยู่ถึง 85.48 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อพิจารณาการกระจายของรากทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ พบว่า รากทั้งสองขนาดมีการกระจายอยู่ในดินชั้นบนเช่นเดียวกัน แต่ในส่วนของการกระจายของรากขนาดใหญ่จะมีการกระจายในช่วงระดับความลึกที่กว้าง และมีการกระจายมากกว่าในระดับลึกลงไป สอดคล้องกับการศึกษาของ Moroni *et al.* (2003) ซึ่งทำการศึกษการพัฒนาของรากไม้ *Eucalyptus globulus* และ *Eucalyptus nitens* ในดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร พบว่า มีการกระจายของรากขนาดเล็กสูงกว่ารากขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับในการศึกษาของ Tomlinson *et al.* (1998) ซึ่งทำการศึกษการกระจายของรากไม้ *Parkia biglobosa* พบว่า มีการกระจายของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 2 มิลลิเมตรถึงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ รากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-5 มิลลิเมตร มีการกระจายประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ และพบการกระจายของรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 10 เซนติเมตร น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากรากขนาดเล็กเป็นรากที่พืชใช้ในการหาอาหาร จึงพบกระจายอยู่ในดินชั้นบน ซึ่งมีธาตุอาหารสะสมอยู่ ส่วนรากขนาดใหญ่นั้นเป็นส่วนที่พืชใช้เพื่อค้ำยันให้ลำต้นสามารถตั้งตรง จึงมีการกระจายมากกว่าที่ระดับลึกลงไป ซึ่งในการศึกษาเดียวกันนี้ พบรากพืชขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 5 มิลลิเมตรส่วนใหญ่กระจายอยู่ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ส่วนรากพืชที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 5 เซนติเมตร จะมีการกระจายอยู่ที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตรเป็นส่วนใหญ่

จากที่ได้กล่าวมาแล้ว แสดงให้เห็นว่าในการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า รากพืชทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ มีการกระจายหนาแน่นอยู่ในดินชั้นบน ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารที่สูงในดินชั้นบน สมบัติทางกายภาพของดินชั้นบนและชั้นล่างที่ต่างกัน และดินในพื้นที่ศึกษามีชั้นดินที่ตื้น ซึ่งผลการศึกษาที่ออกมาสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่มีมาก่อน จากการศึกษาของ Ingleby *et al.* (1997) ซึ่งทำการศึกษการกระจายของรากในพืชตระกูลถั่วหลายชนิด ได้แก่ *Acacia aneura*, *Acacia nilotica*, *Acacia tortilis* และ *Prosopis juliflora* ในดินที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร พบว่า รากพืชส่วนใหญ่มีการกระจายอยู่ในดินชั้นบน โดยพบการกระจายของรากสูงสุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร เช่นเดียวกับในการศึกษาของ Tomlinson *et al.* (1998) ในแปลง *Parkia biglobosa* ซึ่งพบว่า มีรากส่วนใหญ่ (ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์) กระจายอยู่ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร เช่นเดียวกับในการศึกษาของ Bouillet *et al.* (2002) ซึ่งทำการศึกษาในแปลง *Eucalyptus* sp. พบว่า มีการกระจายของรากที่ลดลงตามระดับความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น โดยจะพบรากฝอยส่วนใหญ่ (ประมาณ 32-52 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร เช่นเดียวกับในการศึกษาของ Moreno-Chacon *et al.* (2004) ซึ่งทำการศึกษามวลชีวภาพของรากฝอยของ *Nothofagus* spp. พบว่า ส่วนใหญ่ (ประมาณ 69 เปอร์เซ็นต์) กระจายอยู่ในดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ส่วนที่ระดับความลึก 70-80 เซนติเมตร พบการกระจายของรากต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์

จากการที่รากพืชส่วนใหญ่ โดยเฉพาะรากฝอยหรือรากขนาดเล็กมีการกระจายหนาแน่นในดินชั้นบน ทำให้รากพืชเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการคืนกลับธาตุอาหารในดินเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากรากฝอยหรือรากขนาดเล็กนี้จะมีปริมาณการคืนกลับธาตุอาหารในดินใกล้เคียงและอาจมากกว่าการคืนกลับของธาตุอาหารจากเศษซากพืชในส่วนที่อยู่เหนือดิน เมื่อเปรียบเทียบในปริมาณที่เท่ากัน (Hendrick and Pregitzer, 1993) จากการศึกษาการคืนกลับธาตุอาหารของรากยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา ของ Teixeira *et al.* (2001) โดยแบ่งขนาดของรากที่ทำการศึกษออกเป็นรากฝอย (Fine root) รากขนาดกลาง (Medium root) รากขนาดใหญ่ (Coarse root) และรากแก้ว (Tap root) พบว่า ภายหลังการทำไม้ออก 330 วัน รากฝอยมีปริมาณธาตุอาหารต่อน้ำหนักสูงที่สุด (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ปริมาณธาตุอาหารในรากยูคาลิปตัส ยูโรฟิลขนาดต่างๆ ภายหลังจากทำไม้ออก 330 วัน

ขนาดราก	ปริมาณธาตุอาหาร (ก./ กก.)				
	N	P	K	Ca	Mg
รากฝอย	7.04	0.54	2.51	0.99	0.50
รากขนาดกลาง	3.81	0.32	1.60	1.05	0.46
รากขนาดใหญ่	3.43	0.19	0.68	0.61	0.17
รากแก้ว	1.17	0.07	0.49	0.20	0.07

ที่มา: Teixeira *et al.* (2001)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาสมบัติบางประการของดิน และการกระจายของราก ในสวนป่า 2 ชนิด ได้แก่ อเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa*) และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา (*Eucalyptus urophylla*) อายุ 16 ปี บริเวณสถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ สรุปผลการศึกษาดังนี้

1. สมบัติทางกายภาพของดิน

1.1 ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา ในทุกระดับความลึก มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam)

1.2 ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีความหนาแน่นรวมของดินใกล้เคียงกันในทุกระดับความลึก และมีแนวโน้มของความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก

1.3 ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีความหนาแน่นอนุภาคของดินใกล้เคียงกันในทุกระดับความลึก

1.4 ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา มีความพรุนรวมของดินที่ระดับความลึก 0-40 เซนติเมตรใกล้เคียงกัน ส่วนที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร พบว่า ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา มีความพรุนรวมมากกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา และมีแนวโน้มของความพรุนรวมของดินลดลงตามระดับความลึก

1.5 ดินในแปลงอเคเซีย เออาลาโคคาร์ปา ในทุกระดับความลึก มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินต่ำกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลลา และมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลงเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก

2. สมบัติทางเคมี

2.1 ดินในแปลงเอเชีย เอตาโคคาร์ปา ในทุกระดับความลึก มี pH ของดินมากกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา และพบว่า ดินในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลง ไม่แสดงแนวโน้มของค่า pH ของดินตามระดับความลึก

2.2 ดินในแปลงเอเชีย เอตาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินใกล้เคียงกันในทุกระดับความลึก และมีแนวโน้มของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงตามระดับความลึก

2.3 ดินในแปลงเอเชีย เอตาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณไนโตรเจนรวมที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ใกล้เคียงกัน ส่วนที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร พบว่า ดินในแปลงเอเชีย เอตาโคคาร์ปา มีปริมาณไนโตรเจนรวมต่ำกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา และพบว่า มีแนวโน้มของปริมาณไนโตรเจนรวมลดลงตามระดับความลึก

2.4 ดินในแปลงเอเชีย เอตาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ใกล้เคียงกันในทุกระดับความลึก และมีแนวโน้มของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลงตามระดับความลึก

2.5 ดินในแปลงเอเชีย เอตาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงตามระดับความลึก

2.6 ดินในแปลงเอเชีย เอตาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มของปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงตามระดับความลึก

2.7 ดินในแปลงเอเชีย เอตาโคคาร์ปา ในทุกระดับความลึก มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าดินในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา และพบว่า ดินในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลงมีแนวโน้มของปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงตามระดับความลึก

3. การกระจายของรากลขนาดเล็ก

3.1 ในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา มีน้ำหนักแห้งของรากลขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึกรวมเท่ากับ 1010.8 กรัมต่อตารางเมตร ในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลา มีน้ำหนักแห้งของรากลขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึกรวมเท่ากับ 548.8 กรัมต่อตารางเมตร ในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลงมีการกระจายของรากลขนาดเล็กปริมาณมากในดินชั้นบน โดยพบว่า มีน้ำหนักแห้งของรากลขนาดเล็กต่อพื้นที่ต่อระดับความลึกสูงสุด ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 40-50 เซนติเมตร พบว่า แปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปามีปริมาณของรากลขนาดเล็กสูงกว่าแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลา ส่วนที่ระดับความลึก 10-40 เซนติเมตร พบว่า แปลงศึกษาทั้ง 2 แปลงมีปริมาณของรากลขนาดเล็กใกล้เคียงกัน

3.2 ในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลา มีการกระจายของรากลขนาดเล็กอยู่ในดินชั้นบน ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร โดยในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากลขนาดเล็ก เท่ากับ 76.15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลามีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากลขนาดเล็ก เท่ากับ 69.54 เปอร์เซ็นต์ และพบว่า ในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลง มีแนวโน้มของการกระจายของรากลขนาดเล็กลดลงตามระดับความลึก

4. การกระจายของรากลขนาดใหญ่

4.1 แปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลา มีพื้นที่หน้าตัดของรากลขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่ เท่ากับ 145.13 และ 143.02 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ โดยในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลงมีการกระจายของรากลขนาดใหญ่ปริมาณมากในดินชั้นบน โดยในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา มีพื้นที่หน้าตัดของรากลขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่สูงสุดที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตรและในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟีลา มีพื้นที่หน้าตัดของรากลขนาดใหญ่ต่อหน่วยพื้นที่สูงสุดที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร และพบว่าในแปลงศึกษาทั้ง 2 แปลงมีปริมาณของรากลขนาดใหญ่ในทุกระดับความลึกใกล้เคียงกัน

4.2 แปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟีลามีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากลขนาดใหญ่อยู่ในดินชั้นบน ที่ระดับ 0-30 เซนติเมตร เป็นส่วนใหญ่ โดยในแปลงเอเชีย เอลาโคคาร์ปามี เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากลขนาดใหญ่ เท่ากับ 81.71 เปอร์เซ็นต์

ส่วนในแปลงยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลามี เปอร์เซ็นต์สัดส่วนสัมพัทธ์ของรากขนาดใหญ่ เท่ากับ 85.48 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาการกระจายของรากของอเคเซีย เอาลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัสยูโรปีลา อายุ 16 ปี พบว่าไม้ทั้ง 2 ชนิดซึ่งปลูกในพื้นที่ศึกษา เมื่อมีอายุมากขึ้นจะระบบรากที่ตื้นและมีการกระจายของรากขนาดใหญ่ปริมาณน้อย จึงไม่เหมาะสมต่อการปลูกไม้ทั้งสองชนิดเพื่อเป็นแนวกันลม แต่เนื่องจากไม้ทั้งสองชนิดสามารถเติบโตได้ในพื้นที่ซึ่งมีสภาพดินที่มีปริมาณธาตุอาหารต่ำ จึงน่าจะมีปลูกไม้ทั้งสองชนิดในพื้นที่เพื่อปรับสภาพดิน และใช้ประโยชน์ในรูปแบบของสวนป่า หรือวนเกษตร
2. ควรทำการศึกษาสมบัติของดินอย่างต่อเนื่อง และเป็นระบบในรายปี เพื่อให้ทราบถึงลักษณะ และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหาร และสมบัติอื่น ๆ ของดิน ในแต่ละช่วงอายุของสวนป่า
3. ควรทำการศึกษาปริมาณการร่วงหล่น และการสลายตัวของซากพืชในสวนป่าควบคู่กับการศึกษาสมบัติของดินไปด้วย เพื่อให้ทราบถึงการผุสลายของซากพืชและการคืนกลับของธาตุอาหารในดิน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่แสดงถึงที่มาของปริมาณธาตุอาหาร และสมบัติต่าง ๆ ของดิน
4. ควรทำการเก็บตัวอย่างในการศึกษาการกระจายของรากเป็น 2 ช่วง คือ ในช่วงฤดูแล้ง และช่วงฤดูฝน เพื่อทำการเปรียบเทียบการกระจายของรากในฤดูที่ต่างกัน
5. ควรเพิ่มชนิดไม้ที่เป็นไม้ท้องถิ่นในการศึกษา เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบความสามารถในการฟื้นฟูสภาพดินเสื่อมโทรม ระหว่างไม้พื้นเมือง และไม้ต่างถิ่น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการฟื้นฟูสภาพดินที่เสื่อมโทรมในพื้นที่ต่อไปในอนาคต

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2549. ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา. กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม.

แหล่งที่มา: <http://www.tmd.go.th>, 19 ธันวาคม 2549.

กาญจนา สาลีดีด. 2541. พฤษศาสตร์ทั่วไป. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จรงค์ จันทรเจริญสุข. 2544. การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จักรกฤษณ์ หอมจันทร์, ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และเทพฤทธิ์ ตูลาพิทักษ์. 2532. รายงานการวิจัย
ผลกระทบของการปลูกยูคาลิปตัสต่อคุณสมบัติดินและการปลูกพืชในภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือ. 78 น.

จินตนา บางจัน. 2545. มวลชีวภาพและปริมาณธาตุอาหารหลักของต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600
(*Havea brasiliensis* Muell. Arg.) ในภาคตะวันออก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เชิญ นิลวิเศษ. 2524. อาชีพปลูกสร้างสวนป่า. งานประชาสัมพันธ์ ฝ่ายเลขานุการ องค์การ
อุตสาหกรรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

เทียมใจ คมกฤส. 2542. กายวิภาคของพฤษ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประเสริฐ ประจิตร. 2526. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของไม้ยูคาลิปตัสและกระถิน
ณรงค์ที่ปลูกควบด้วยพืชเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงศ์ โสโน. 2549. ปัญหาข้อพิจารณาเกี่ยวกับไม้ยูคาลิปตัส คามาเดนเซสในประเทศไทย.

สำนักส่งเสริมการปลูกป่าภาคเอกชน กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุณาฟู. 2538. ผลผลิตและการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศ. ภาควิชาวนวัฒน-

วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พรพรรณ จงสุขสันติกุล และ สุธีรา ชีราพรณ์. 2537. การเปลี่ยนแปลงสมบัติดินในสวนสน

สามใบอายุต่างๆ กัน. เอกสารทางวิชาการ เล่มที่ 1. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ไพบุลย์ ประพฤติธรรม. 2528. เคมิดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ขงยุทธ โอสธสภา. 2546. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เรืองเดช วรศรี. 2539. ความแตกต่างของดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบวนเกษตร

บริเวณโครงการพัฒนาที่ราบเชิงเขาบ้านคลองหมากน้ดจังหวัดสระแก้ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วงจันทร์ วงศ์แก้ว. 2535. หลักสรีรวิทยาพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วนิดา พานิกร. 2546. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบเชิงแร่และสมบัติของดินตามลำดับภูมิประเทศ

ในอำเภอน้ำพอง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันชัย จันทน์ฉาย. 2530. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดกาญจนบุรี. กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนา

ที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- ศรีสม จันทรฉาย. 2540. **สรีรวิทยาของพืช**. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศิริภา โพธิ์พินิจ และ คณิงกิจ ลิ้มตระกูล. 2542. การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินภายหลังการปลูกป่า 10 ปี. **รายงานงานวิจัย ประจำปี 2542**. ส่วนงานวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- สการ ทีจันทึก. 2547. ปัจจัยแวดล้อมทางดิน, น. 120-144. ใน **เอกสารประกอบการสอนวิชา ภาควิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**, กรุงเทพฯ.
- สมชัย อนุสรณ์พรเพิ่ม. 2534. ชนิดและลักษณะของดินที่กลายเป็นดินเสื่อมโทรมได้ง่ายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. **วิทยานิพนธ์ปริญญาโท**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2537. **พฤกษศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์วิบูลย์, กรุงเทพฯ.
- สมบูรณ์ มั่นคงดี. 2548. การหาค่า Particle Density ของดิน. งานวิจัยด้านปฐพีวิทยา ปฐพีกลศาสตร์ วัชพืช เคมีและสิ่งแวดล้อม. แหล่งที่มา: http://www.geocities.com/soilsciences/soiltest_method/particle_density.html, 2 กุมภาพันธ์ 2551.
- สมานใจ มั่นศิลป์. 2547. การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดินภายหลังการปลูกสร้างสวนป่าของรัฐบาลในท้องที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี. **วิทยานิพนธ์ปริญญาโท**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 2518. **คู่มือประกอบคำบรรยายความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- _____, ถวิล คุรุทกุล, ไพบูลย์ ประพาศธรรม และ อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2527. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เสริมพงศ์ นวลงาม. 2545. บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการเก็บกักคาร์บอนและคุณสมบัติ
บางประการของดินที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรศักดิ์ แสงอร่าม. 2526. การวางแผนการใช้ดินเพื่อการเกษตรในจังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2526. การเปลี่ยนแปลงดินภายหลังการปลูกป่า, น. (27-1)-(27-10).
ใน การสัมมนาวันวนวิทยา ครั้งที่ 3. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

อิทธิฤทธิ์ อึ้งวิเชียรรม, โกวิท ยันตศาสตร์, ประพันธ์ บุญกลั่นขจร และ พันัส บุรณศิริปิ่น. 2529.
ปัญหาและผลกระทบที่ยุคาลิปต์มีต่อสภาพแวดล้อม. สาขาวิจัยอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

Attanandana, T. and S. Vacharotayan. 1984. Rockphosphate utilization on acid sulfate soils of
Thailand, pp. 280-291. In **International Seminar on “Ecology and Management of
Problem Soils in Asia”**. Bangkok, Thailand.

Berger, C.K. 1968. **Introductory Soil**. 2nd ed. The Macmillan Company, New York.

Bernhard-Reversat, F. 1999. The leaching of Eucalyptus hybrids and *Acacia auriculiformis* leaf
litter: laboratory experiment on early decomposition and ecological implications in
Congolese tree plantations. **App. Soil. Ecol.** 12: 251-261.

Binkley, D. 1986. **Forest Nutrition Management**. Wiley & Son, New York.

Brady, N.C. and R.R. Weil. 1999. **The Nature and Properties of Soils**. 12th ed. Prentice Hall
Inc., New Jersey.

- Bouillet, J., J. Laclau., M. Arnaud, A.T. M' Bou, L. Saint-Andre and C. Jourdan. 2002. Changes with age in the spatial diatribution of roots of *Eucalyptus* clone in Congo Impact on water and nutrient uptake. **For. Ecol. Manage.** 171:43-51.
- California Fertilizer Association. 1995. **Western Fertilizer Handbook**. Interstate Publishers, Inc., California.
- Deans, J.D., O. Diagne, J. Nizinski, D.K. Lindley, M. Seck, K. Ingleby and R.C. Munro. 2003. Comparative growth, biomass production, nutrient use and soil amelioration by nitrogen-fixing tre species in semi-arid Senegal. **For. Ecol. Manage.** 176: 253-264.
- Dhyani, S.K., P. Narain and R.K. Singh. 1990. Studies on root Distribution of five multipurpose tree species in Doon Valley, India. **Agrofor. Syst.** 12: 149-161.
- Fabiao, A., M. Madeira., E. Steen., T. Katterer., C. Ribeiro and C. Araujo. 1995. Development of root biomass in an *Eucalyptus globules plantation* under different water and nutrient regimes. **Plant and Soil.** 168-169 (1): 215-223.
- Garay, I., R. Pellens, A. Kindle, E. Barros and A. A. Franco. 2004. Evaluation of soil conditions in fast-growing plantations of *Eucalyptus grandis* and *Acacia mangium* in Brazil: a contribution to the study of sustainable land use. **Applied Soil Ecology** 27: 177-187.
- Harmand, J., C.F. Njiti, F. Bernhard-Reversat and H. Puig. 2004. Aboveground and belowground biomass, productivity and nutrient accumulation in tree improved fallows in the dry tropics Cameroon. **For. Ecol. Manage.** 188: 249-265.
- Hendrick, R.K. and K.S. Pregitzer. 1993. The dynamics of fine root length, biomass, and nitrogen content in two northern hardwood ecosystems. **Can. J. For. Res.** 23: 2507-2520.

- Hogberg, P. and J. Wester. 1998. Root biomass and symbiosis in *Acacia mangium* replacing tropical forest after logging. **For. Ecol. Manage.** 102: 333-338.
- Ingleby, K., O. Diagne, J.D. Deans, D.K. Lindley, M. Neyra and M. Ducousso. 1997. Distribution of root, arbuscular mycorrhizal colonization and spores around fast growing tree species in Senegal. **For. Ecol. Manage.** 90: 19-27.
- Kalpage, F.S.C.P. 1976. **Tropical Soil**. Butler & Tanner Ltd, London.
- Kozlowski, T.T., P.J. Kramner and S.G. Pallardy. 1991. **The Physiological Ecology of Woody plants**. Academic press, San Diego.
- Kramer, P.J. and T.T. Kozolowski. 1960. **Physiology of Tree**. McGraw-Hill, New York.
- London, J.R. 1991. **Booker Tropical Soil Manual: A Handbook for Soil Survey and Argricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics**. Booker Agriculture Internation, New York.
- Luo, T., S. Brown, Y. Pan, P. Shi, H. Ouyang, Z. Yu and H. Zhu. 2005. Root biomass along subtropical to alpine gradients: global implication from Tibetan trasect studies. **For. Ecol. Manage.** 206: 347-363.
- Lyr, H. and G. Hoffman. 1967. Growth rates and growth periodicity of tree root Int. **Rev. For. Res.** 2: 181-236.
- Moreno-Chacon, M. and C.H. Lusk. 2004. Vertical distribution of fine root biomass of emergent *Nothofagus dombeyi* and it canopy in a temperate rainforest. **For. Ecol. Manage.** 199: 177-181.

- Moroni, M.T., D. Worledge and C.L. Beadle. 2003. Root distribution of *Eucalyptus nitens* and *Eucalyptus globules* in irrigated and droughted soil. **For. Ecol. Manage.** 177: 399-407.
- Muller, K.H. 2003. Fine root dynamics in gaps of Norway spruce stands in the German Ore mountains. **For.** 76: 149-158.
- Munn, D.A., L.P. Wilding and E.O. McLean. 1976. Potassium Release from Sand, Silt and Clay Soil Separates. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 40 (3): 364-366.
- Nair, P.K.R. 1984. **Soil Productivity Aspects of Agroforestry.** International Council for Research in Agroforestry, Nairobi
- Noordwijk, M. van, G. Brouwer, F. Meijboom, M. do Rosario, G. Oliveira and A.G. Bengough. 2000. Trench Profile Techniques and Core Break Methods, pp. 213-233. *In* **Root Methods A Handbook.** Springer, Berlin.
- Potichan, A. 1991. **Morphology, Genesis and Characteristics of Skeletal Soils in Sakon Nakhon Province, Northeast Thailand.** Ph.D. Thesis, University of the Philippines.
- Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soils in the Tropics.** John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Sanchez, P.A., J.H. Villachica and D.E. Bandy. 1983. Soil fertility dynamics after cleaning a tropical rainforest in Peru. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 47: 1171-1178.
- Schmid, I. and M. Kazda. 2002. Root distribution of Norway spruce in monospecific and mixed stand on different soils. **For. Ecol. Manage.** 159: 37-47.

- Teixeira. P.C., R.F. Novais, N.F. Barros, J.C. L. Neves and J.L. Teixeira. 2001. *Eucalyptus urophylla* root growth, stem sprouting and nutrient supply from the roots and soil. **For. Ecol. Manage.** 160: 263-271.
- Tisdale, S.L. 1985. **Soil Fertility and Fertilizers.** 2nd ed. The Macmilan, New York.
- Tomlinson, H., A. Traore and Z. Teklenhaimanot. 1998. An investigation of the root diatribution of *Parkia biglobosa* in Burkina Faso, West Africa, using a logarithmic spiral trench. **For. Ecol. Manage.** 107: 173-182.
- USDA. 1972. **Soil Survey laboratory methods and procedures for collecting soil sample.** USDA, Washington, D.C.
- Young, A. 1989. **Agroforestry for soil Conservation.** CAB International, Oxon.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 เกณฑ์มาตรฐานพีเอชของดิน

ระดับ (level)	พีเอช (pH)
เป็นกรดจัดมาก (extreme acidity)	<4.5
เป็นกรดจัด (very strong acidity)	4.5-5.0
เป็นกรดแก่ (strong acidity)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (medium acidity)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slight acidity)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างอ่อน (slight alkalinity)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (medium alkalinity)	7.9-8.4
เป็นด่างแก่ (strong alkalinity)	8.5-9.0
เป็นด่างจัด (extreme alkalinity)	>9.0

ที่มา: USDA (1972)

ตารางผนวกที่ 2 สมบัติทางเคมีบางประการของดินในพื้นที่สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง ในปี พ.ศ.2533 และ พ.ศ. 2540

ความลึก (ซม.)	พีเอช (pH)	อินทรีย์วัตถุ (%)	ฟอสฟอรัส (P)	โพแทสเซียม (K) (มก./ กก.)	แคลเซียม (Ca)	แมกนีเซียม (Mg)
ข้อมูลปี พ.ศ. 2540						
0-15	4.36	0.53	5.59	0.02	0.36	0.23
15-30	4.02	1.28	6.01	0.01	0.11	0.12
30-50	4.13	0.87	5.17	0.01	0.15	0.21
ข้อมูลปี พ.ศ. 2533						
-	4.94	0.53	2.39	0.05	1.00	0.20

ตารางผนวกที่ 3 เกณฑ์มาตรฐานปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดิน

ระดับ (level)	อินทรีย์วัตถุ (OM) (%)	ฟอสฟอรัส (P)	โพแทสเซียม (K)	แคลเซียม (Ca)	แมกนีเซียม (Mg)
		มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม			
ต่ำมาก (very low)	<0.5	<3	<30	<40	<36
ต่ำ (low)	0.5-1.0	3-6	30-60	40-1,000	36-120
ค่อนข้างต่ำ (moderately low)	1.0-1.5	6-10			
ปานกลาง (medium)	1.5-2.5	10-15	60-90	1,000-2,000	120-360
ค่อนข้างสูง (moderately high)	2.5-3.5	15-25			
สูง (high)	3.5-4.5	25-45	90-120	2,000-4,000	360-960
สูงมาก (very high)	>4.5	>45	>120	>4,000	>960

ที่มา: USDA (1972)

ตารางผนวกที่ 4 พิสัยเกณฑ์มาตรฐานปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen) ในดิน

ระดับ (rating)	พิสัย (range) (กรัม/กิโลกรัม)
ต่ำมาก (very low)	< 0.25
ต่ำ (low)	0.50-0.75
ปานกลาง (medium)	0.75-1.25
สูง (high)	1.25-1.75
สูงมาก (very high)	>2.25

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวทิพย์สุดา ทองตะเภา
วัน เดือน ปี ที่เกิด	22 พฤศจิกายน 2524
สถานที่เกิด	จังหวัดนราธิวาส
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วนศาสตร์)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการป่าไม้
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กรมป่าไม้
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนคุณภาพงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาประจำปี งบประมาณ 2549