

วิทยาลัยเกษตรกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การศึกษาว่าการกระจายของรากปาล์มน้ำมันและปริมาณรากด้วยวิธี Image Analysis

A study on Distribution and Quantity of Oil Palm Roots by Image Analysis Method



โดย

T099641

นายปรัช กองสมบัติ

นายอิศเรศ กะการดี

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

การศึกษาวิธีการกระจายของรากปาล์มน้ำมันและปริมาณรากด้วยวิธี Image Analysis

A study on Distribution and Quantity of Oil Palm Roots by Image Analysis Method



(ผศ. สมเกียรติ สีสนอง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
13 พ.ค. 52

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรคม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

13 พ.ค. 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง การศึกษาอัตราการกระจายของรากปาล์มน้ำมันและปริมาณรากด้วยวิธี
Image Analysis

ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ A study on Distribution and Quantity of Oil Palm Roots by
Image Analysis Method

โดย นายปรัช กองสมบัติ
นายอิสเรศ กะการดี

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ภาควิชา ปฐพีวิทยา

คณะ เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. สมเกียรติ สีสนอง

บทคัดย่อ

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันมีผลโดยตรงจากปริมาณรากที่มีอยู่ โดยการศึกษาการกระจายของรากปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่กลุ่ม ด้วยการประเมินด้วยวิธี Image Analysis และเปรียบเทียบกับการชั่งน้ำหนักแห้งของรากปาล์มน้ำมัน และนำข้อมูลการแผ่ขยายของรากที่วิเคราะห์นั้น ไปประเมินว่า มีความเพียงพอและเหมาะสมต่ออัตราการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันหรือไม่ พบว่า ปริมาณของรากปาล์มน้ำมัน ในเดือนกรกฎาคม มีปริมาณการแผ่ขยายของรากลึกถึง 50 cm ของหน้าตัดดิน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากและน้ำหนักแห้งมีค่าสูงที่ชั้นความลึก 26-50 cm และการเก็บตัวอย่างแบบ Core ค่าพื้นที่หน้าตัดของรากมีค่าสูงที่สุดที่ชั้นความลึก 10-20 cm และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากมีค่าสูงที่ชั้นความลึก 0-10 cm ในเดือนมีนาคม มีปริมาณการแผ่ขยายของรากลึกเพิ่มขึ้นถึง 80 cm ของหน้าตัดดิน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและน้ำหนักแห้งของรากมีค่าสูงที่ชั้นความลึก 26-75 cm และจากการเก็บตัวอย่างแบบ Core ค่าพื้นที่หน้าตัดของราก มีค่าสูงที่สุดที่ชั้นความลึก 20-30 cm และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากมีค่าสูงที่สุดที่ชั้นความลึก 10-20 cm จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการแผ่ขยายของรากปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่กลุ่ม มีความเหมาะสมต่ออัตราการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน และวิธีการ image Analysis และการชั่งน้ำหนักรากแห้งนั้น ได้ผลการวิเคราะห์และได้ข้อมูลรูปที่แตกต่างกัน เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากแต่ละวิธีนั้น มีขั้นตอนที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ผู้ทำการวิจัยขอขอบพระคุณ ผศ. สมเกียรติ สีสนอง อาจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร เป็นอย่างสูงยิ่งที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ถ่ายทอดความรู้ แนวความคิด และคำแนะนำต่างๆ ให้ รวมทั้งตรวจแก้ไขงานปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อการทำวิจัยปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณนายอักษร น้อยสว่าง เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในเขตจังหวัด ปทุมธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้พื้นที่สวนปาล์มในการศึกษาเพื่อเก็บตัวอย่างดิน ซึ่งนำมาใช้ทำงานวิจัยปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ขอขอบคุณนายอรรถพร บุญมี (พี่หนึ่ง) ผู้ให้คำปรึกษาทางเทคนิคและวิธีการทำงานทางส่วนของโปรแกรม GIS และขอขอบคุณนางสาววาสนา ศิริพรทุม กลุ่มวิเคราะห์ดินกรมพัฒนาที่ดินเขต 8 ผู้ที่ให้คำปรึกษาทางด้านข้อมูลการวิจัยปาล์มน้ำมัน ตลอดจนเพื่อนๆ นักศึกษาทุกคนที่มีส่วนร่วมช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ปรีช กองสมบัติ

อิสเรศ กะการดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ง
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	17
ผลการทดลอง	23
วิจารณ์การทดลอง	36
สรุปผลการทดลอง	38
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	42



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	23
พื้นที่หน้าตัดของรอกปาล์มน้ำมันที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอกปาล์ม เดือนกรกฎาคม 2551 จากการเก็บดินและรอก โดยใช้ Drilling crown auger	
2	23
พื้นที่หน้าตัดของรอกปาล์มน้ำมันที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอกปาล์ม เดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บเก็บดินและรอกโดยใช้ Drilling crown auger	
3	25
ของรอกปาล์มที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอกปาล์มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม 2551 และเดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core	
4	26
ความยาวเส้นรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรอกปาล์มน้ำมันที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอกปาล์ม เดือนกรกฎาคม ปี 2551 จากการเก็บเก็บดินและรอกโดยใช้ Drilling crown auger	
5	26
ความยาวเส้นรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรอกปาล์มน้ำมันที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอกปาล์ม เดือนมีนาคม ปี 2552 จากการเก็บเก็บดินและรอก โดยใช้ Drilling-crown auger	
6	27
ความยาวเส้นรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรอกปาล์มน้ำมันที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอกปาล์ม เดือนกรกฎาคม 2551 และเดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บ ตัวอย่างดินแบบ Core	
7	29
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกปาล์มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม ปี 2551 จากการ เก็บดินและรอกโดยใช้ Drilling-crown auger	
8	30
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกปาล์มน้ำมัน เดือนมีนาคม ปี 2552 จากการ เก็บดินและรอกโดยใช้ Drilling-crown auger	
9	32
แสดงค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกปาล์มน้ำมันเดือนกรกฎาคม 2551 และ เดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core	
10	34
น้ำหนักแห้งของรอกปาล์มน้ำมันเดือนกรกฎาคม 2551 จากการเก็บดินและ รอก โดยใช้ Drilling-crown auger	
11	34
น้ำหนักแห้งของรอกปาล์มน้ำมัน เดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บดินและรอก โดยใช้ Drilling-crown auger	
12	35
แสดงค่าน้ำหนักรอกแห้งของปาล์ม เดือนกรกฎาคม 2551 และเดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
1 พื้นที่หน้าตัดและความยาวเส้นรอบวงรากปาล์มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม 2551	43
2 พื้นที่หน้าตัดและความยาวเส้นรอบวงรากปาล์มน้ำมัน เดือนมีนาคม 2552	51
3 พื้นที่หน้าตัดและความยาวเส้นรอบวงรากปาล์มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม 2551 จากการเก็บตัวอย่างแบบ Core	60
4 พื้นที่หน้าตัดและความยาวเส้นรอบวงรากปาล์มน้ำมัน เดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บตัวอย่างแบบ Core	60
5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากปาล์มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม 2551	61
6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากปาล์มน้ำมัน เดือนมีนาคม 2552	62
7 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากปาล์มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม 2551 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core	64
8 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากปาล์มน้ำมัน เดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core	64
9 น้ำหนักแห้งรากปาล์มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม ปี 2551	65
10 น้ำหนักแห้งรากปาล์มน้ำมัน เดือนมีนาคม ปี 2552	68
11 น้ำหนักแห้งรากปาล์มน้ำมัน เดือน กรกฎาคม 2551 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core	71
12 น้ำหนักแห้งรากปาล์มน้ำมัน เดือน มีนาคม 2552 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการเก็บตัวอย่างดินและราก โดยใช้ Drilling-crown auger	19
2	แสดงแนวการขุดตัวอย่างดินบริเวณเขตรากป่าสน้ำมัน	20
3	แสดงขั้นตอนการถ่ายภาพโดยพิกัดตารางกริด	21



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาอัตราการกระจายของรากปาล์มน้ำมันและปริมาณรากด้วยวิธี Image Analysis

A study on Distribution and Quantity of Oil Palm Roots by Image Analysis Method

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากและให้ผลผลิตของน้ำมันสูง ทำให้มีต้นทุนการผลิตและราคาต่ำกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายทั้งในสินค้าอุปโภคและบริโภค ปาล์มน้ำมันนั้นปลูกได้ดีในสภาพอากาศร้อนชื้น อยู่ในช่วงละติจูด 20 องศาเหนือ - ใต้ ดังนั้นปาล์มน้ำมันจึงเจริญเติบโตได้ดีในภาคใต้ของประเทศบริเวณพื้นที่ที่ปลูกมากที่สุด คือ จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูลและตรัง โดยจังหวัดกระบี่ ปลูกมากที่สุดของพื้นที่ปลูกทั่วประเทศตามลำดับ ปัจจุบันน้ำมันปาล์มของไทยอยู่ในอันดับต้นๆ ของโลกเนื่องจากผลตอบแทนการปลูกปาล์มน้ำมันดีกว่าการปลูกพืชชนิดอื่นเช่นยางพาราและการทำนาข้าว และให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าน้ำมันสูงกว่าพืชน้ำมันอื่นๆ และคาดว่าปริมาณความต้องการปาล์มน้ำมันจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จึงเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรทำขยายพื้นที่ปลูก ประกอบกับมีโครงการเปลี่ยนพื้นที่ปลูกปาล์มทั่วประเทศ คาดว่าปริมาณความต้องการน้ำมันปาล์มภายในเพิ่มขึ้นมาก ทั้งนี้เพราะราคาน้ำมันปาล์มในตลาดโลกมีแนวโน้มสูงขึ้น

จากสภาพปัจจัยต่างๆ และการคาดคะเนถึงแนวโน้มทางเศรษฐกิจว่ามีอัตราการผลิตเพิ่มมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ จึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลส่งเสริมต่อการเพิ่มผลผลิตของปาล์มน้ำมัน โดยศึกษาปริมาณการกระจายของรากปาล์มน้ำมัน ว่ามีความเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและมีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใดภายในพื้นที่ โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการนำเข้าข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการ Image analysis โดยอาศัยปัจจัยต่างๆ คือ ความลึกชั้นดิน ระดับน้ำใต้ดิน และระบบรากคือ เส้นผ่านศูนย์กลางของราก และน้ำหนักแห้งของรากปาล์มน้ำมัน เพื่อหาปริมาณการกระจายของรากปาล์มน้ำมันในพื้นที่ลุ่ม เขตจังหวัดปทุมธานี และข้อมูลเหล่านี้จะถูกเก็บไว้ใช้เป็นฐานข้อมูลในการศึกษา และเพื่อประโยชน์สำหรับเกษตรกร ผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน หรือเพื่อใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับงานทางด้านกายภาพของราก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณและการแผ่ขยายของรากปาล์มน้ำมัน ในเขตพื้นที่ลุ่ม
2. เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ให้สำหรับประเมินปริมาณ และการแผ่ขยายของรากว่า
เพียงพอเหมาะสมกับอัตราการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันหรือไม่
3. วัดปริมาณรากปาล์มด้วยวิธี image analysis เปรียบเทียบกับการชั่งน้ำหนักแห้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ปาล์มน้ำมัน

ข้อมูลทั่วไปของปาล์มน้ำมัน

ศักดิ์ศิลป์ และคณะ (2541) ได้กล่าวไว้ว่าปาล์มน้ำมันจัดอยู่ในพืชตระกูลเดียวกับปาล์ม (Palmae หรือ Recaceae) ตระกูลย่อยเดียวกับมะพร้าว ปาล์มน้ำมันมีถิ่นกำเนิดในแอฟริกา และมีผู้นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2472 ปาล์มน้ำมันนั้นเป็นพืชผสมข้าม มีใบเป็นใบประเภทใบเลี้ยงเดี่ยว และเป็นพืชที่ให้ผลผลิตทะลายสูง เริ่มจากปาล์มอายุ 2 ปีครึ่งหลังจากปลูก สามารถเก็บผลผลิตทะลายได้นานถึง 25 ปี และเป็นผลที่ให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่และให้ค่าของน้ำมันสูงกว่าพืชชนิดอื่นๆสูง พันธุ์ปาล์มน้ำมันมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั่วไปของปาล์มน้ำมัน

ราก

ราก เกิดขึ้นตรงฐาน โคนของลำต้นเป็นระบบรากแขนง(adventitious root system) แบ่งออกเป็นหลายชุดดังนี้คือ รากชุดแรก (primary root) เกิดตรง โคนลำต้นมีขนาดใหญ่ที่สุด (เส้นผ่าศูนย์กลาง 4-10 มิลลิเมตร) ส่วนใหญ่เจริญตามแนวอนอาจจะยาวออกไปไกล 15-20 เมตร อีกส่วนหนึ่งจะเจริญตามไปในแนวลึก จากรากชุดนี้จะมีการแตกแขนงจากรากชุดที่สี่จะลดลงตามลำดับ รากชุดที่สามจะไม่มีรากขน รากชุดที่สี่จะทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารแทน ความหนาแน่นของรากจะพบในบริเวณรัศมีของพุ่มใบ และลึกลงไปประมาณ 15 เซนติเมตร จากผิวดิน การแพร่กระจายของรากจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น สภาพของดิน ปริมาณธาตุอาหาร ความชื้นของระดับน้ำใต้ดิน เป็นต้น นอกจากนี้จะพบรากพิเศษคือ รากอากาศ (aerial หรือ phneumathodes) ตรงบริเวณ โคนต้นทำหน้าที่ถ่ายเทอากาศระหว่างรากกับบรรยากาศด้วย

ลำต้น

ลำต้นมีลักษณะเป็นต้นเดี่ยวตั้งตรงรูปร่างทรงกระบอก และมีเนื้อเยื่อเจริญเฉพาะตรงปลายยอด ซึ่งใน 2-3 ปีแรกจะช่วยในการเจริญเติบโตทางด้านกว้าง หลังจากนั้นแล้วจึงจะมีการเจริญทางด้านความสูงเรื่อยไปประมาณ 25-50 เซนติเมตร ต่อปี ต้นที่ขึ้นอยู่ในสภาพป่าอาจจะสูงถึง 20-30 เมตร อายุมากกว่า 100 ปีขึ้นไปปลูกในสวนปาล์มน้ำมันนิยมให้ต้นสูงประมาณ 10-11 เมตร อายุประมาณ 25-35 ปี ขนาดของลำต้นและความสูงขึ้นอยู่กับสภาพพันธุ์และสภาพแวดล้อม ลำต้นมีข้อสั้นๆ เป็นที่เกิดของใบ เวลาตัดทางใบจะเห็นตอใบเวียนเป็นเกลียวรอบต้น ต้นที่มีอายุมากเมื่อใบร่วงหล่นเองลำต้นจะเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบ

ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จะมีทางใบ (Frond) เกิดขึ้นที่รอบยอด (crow) ประมาณ 40-50 ทาง และมีทางใบอ่อนที่กำลังพัฒนาจากเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดอีกประมาณ 40-50 ทางเดียวกันจะมีการสร้างประมาณเดือนละ 2 ทาง การเจริญภายในแต่ละทางใบเป็นไปอย่างเชื่องช้ากินเวลา 2 ปี จึงปรากฏให้เป็นยอดแหลม (spear) ออกมาหลังจากนั้นจะเจริญอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมด้วย เมื่อทางใบหนึ่งคลี่จะมีทางใบถัดไปในรูปยอดแหลมเกิดขึ้นมาแทนเป็นลำดับ ทางใบคลี่แล้วจะทำหน้าที่สังเคราะห์แสงและอื่นๆ ประมาณ 2 ปีทางใบจะประกอบด้วยแกนทางใบ ซึ่งเป็นลักษณะจำเพาะในแต่ละข้างของแกนทางใบ (rachis) ก้านใบ (petiole) ที่ริมทั้งสองข้าง มีหนาม ใบย่อย (leaflet) ประมาณ 150-250 อัน โดยเรียงอยู่ในลักษณะสองระดับเหลื่อมกันอย่างเป็นระเบียบ ซึ่งเป็นลักษณะจำเพาะของ *E.guineensis* ที่ต่างจากชนิดอื่น ทางใบปาล์มน้ำมันจะเรียงอยู่บนลำต้นเป็นระเบียบคือมีลักษณะเป็นเกลียวทั้งวงขวา และวงซ้าย โดยวงขวาเกลียวทางใบด้านสูงอยู่ทางขวาด้านต่ำอยู่ทางซ้าย ซึ่งมักจะพบเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้ทางใบปาล์มน้ำมันจะติดอยู่ลำต้นหลายปีไม่หลุดออกจากต้นง่าย ดังนั้น จึงต้องมีการตัดแต่งทางใบคงเหลือต่อไปค้างอยู่ที่ลำต้นดังที่เห็นเป็นส่วนใหญ่

ช่อดอก

ปาล์มน้ำมันจะเริ่มออกดอกเมื่ออายุ 2-3 ปี หลังจากปลูกลงในแปลงปลูกแล้วช่อดอกนั้นจะเกิดอาการตาดอกซึ่งอยู่ที่ตรงซอกโคนก้านใบจะใช้เวลาพัฒนาจนถึงดอกบานประมาณ 33-34 เดือนและมีโอกาสที่จะเกิดเป็นช่อดอกเพศผู้เพศเมีย หรือในบางโอกาสอาจเกิดดอกผสมหรือกระเทยก็ได้ ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม อายุพืช สภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม

ผลและเมล็ด

หลังจากดอกได้รับการผสมแล้วประมาณ 5.5 เดือน ผลก็สุก การสุกของผลช้าหรือเร็วนั้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ปาล์มน้ำมันที่มีอายุเต็มที่แล้วจะสามารถให้ผลผลิตประมาณ 1,600 ผล/ทะลาย ผลปาล์มน้ำมันประกอบด้วยเปลือกชั้นนอก เปลือกชั้นกลางหรือกาบ ซึ่งมีชั้นในสุดเป็นกะลา ถัดจากนี้ไปจะเป็นส่วนของเมล็ด ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อในเมล็ดที่มีน้ำมันอยู่เช่น และส่วนของคัพภะ ผลและเมล็ดเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดเพราะเป็นส่วนที่ให้ผลผลิตคือน้ำมัน

สีของผล

ผลทั่วไปของปาล์มน้ำมัน เมื่อยังอ่อนอยู่จะมีสีน้ำตาลดำ เมื่อสุกจะมีสีแดง เนื่องจากมีรงควัตถุอยู่ใน pericarp ส่วนที่โคนจะไม่มีสี ผลที่มีสีแบบนี้เรียกว่า *nigescens* แบ่งออกเป็น *roburo-nigescens* และ *rutilo-nigescens* (สุกสีเหลืองอ่อน) น้ำมันที่สกัดออกมาจะมีสีนี้ด้วย ในขบวนการผลิตจึงต้องมีการฟอกสีด้วย เมื่อไม่สุกผลปาล์มจะมีสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดปลูก

การปลูกปาล์มน้ำมันควรกำหนดเวลาให้ตรงกับช่วงฤดูฝน เพราะปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดการอยู่รอด และเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันคือ ความชื้นในดิน ฤดูฝนในภาคใต้ของประเทศไทยจะเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - ตุลาคม แต่ฤดูปลูกที่เหมาะสม อยู่ในระหว่างเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงต้นฤดูฝนควรปลูกเมื่อตกแล้ว เพราะดินมีความชื้นการปลูกในช่วงนี้ทำให้ต้นปาล์มน้ำมัน ตั้งตัวในแปลงได้ยาวนานก่อนถึงฤดูแล้ง

การใช้ประโยชน์ผลิตผลปาล์มน้ำมัน

น้ำมันปาล์มและน้ำมันเมล็ดในปาล์ม สามารถนำมาใช้แปรรูปได้โดยการกลั่นให้บริสุทธิ์ การทำให้ไขมันหรือกรดของไขมันที่ไม่อิ่มตัวให้เป็นกรดไขมันอิ่มตัว และการแยกองค์ประกอบของกรดไขมัน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมน้ำมันสำหรับการบริโภคและอุปโภคมากมาย ดังต่อไปนี้

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่อเนื่องน้ำมันปาล์ม

น้ำมันปาล์มและน้ำมันเมล็ดใน ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวชนิดต่างๆ ซึ่งเมื่อนำมาแยกและทำให้บริสุทธิ์จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์อุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆมากมายคือ

กรดโอเลอิก เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว ที่สำคัญที่สุด และกรดสเตียริก เป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่สำคัญที่สุดที่ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องเพื่อการอุปโภคและบริโภค ซึ่งผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องของน้ำมันปาล์มมีดังนี้

1. น้ำมันปรุงอาหาร ตามปกติน้ำมันปาล์มจะแยกออกเป็นสองส่วนตามอุณหภูมิห้องคือ น้ำมันส่วนใสหรือโอเลอีน ละน้ำมันส่วนขุ่นหรือสเตียรีน น้ำมันปรุงอาหารนั้นได้จากการนำเอาน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มาแยกส่วน เอาเฉพาะน้ำมันส่วนใส โดยกระบวนการแยกส่วน

2. มาการีนหรือเนยเทียม มักทำจากน้ำมันปาล์มหรือส่วนของเมล็ดในปาล์ม เพราะสมบัติทางกายภาพเหมาะกับการทำมาการีน และมีคุณสมบัติพิเศษคือ ละลายได้รวดเร็วเมื่อสัมผัสเย็น ทั้งที่มีลักษณะแข็ง เนื่องจากมาการีนมีหลายแบบ ดังนั้นจึงมีสูตรการทำมากมาย

3. น้ำมันสำหรับทองในเชิงอุตสาหกรรม ที่ใช้น้ำมันสำหรับทอด เนื่องจากมีราคาถูกและมีคุณสมบัติอยู่ตัว ได้ดีกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ คือไม่ทำปฏิกิริยากับอากาศเมื่อถูกความร้อนจนมีกลิ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ใช้ทอดในเชิงอุตสาหกรรม เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมมันฝรั่ง โคนัท ข้าวเกรียบทอด และขนมปังสำเร็จรูป เป็นต้น

4. เนยขาว น้ำมันปาล์มที่ฟอกบริสุทธิ์สามารถนำมาแปรรูปให้เป็นเนยขาวได้ โดยการทำให้เย็นตัวลงจับพลาตันที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เนยขาวใช้ทำผลิตภัณฑ์มากมาย เช่น เค้ก คริมหน้าขนมเค้ก ทำไส้ขนมปังกรอบ และขนมพาย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. น้ำมันปาล์มเติมไฮโดรเจน ทั้งน้ำมันและเมล็ดเมื่อนำมาเติมไฮโดรเจน จะทำให้น้ำมันมีกรดไขมันอิ่มตัวสูง นำมาใช้เป็นน้ำมันทอดกรอบหรือเวเฟอร์และเครื่องสำอาง ส่วนน้ำมันในเมล็ดนั้นในทีเติมไฮโดรเจนแล้วมักนำมาทำทอปปิ้งเคลือบช็อคโกแลต ขนมอบกรอบ ไอศกรีม เป็นต้น

6. นมข้นหวาน น้ำมันปาล์มนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมนมข้นหวาน เนื่องจากมีคุณสมบัติเหมาะสมหลายอย่าง เช่น ไม่มีกลิ่น

7. ไอศกรีม น้ำมันปาล์มสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตไอศกรีมร่วมกับน้ำมันมะพร้าวอย่างละครึ่ง

8. ครีมเทียมและนมเทียม มักใช้น้ำมันปาล์มสเตียรีนเป็นวัตถุดิบในการผลิต

9. สบู่ น้ำมันปาล์มสามารถนำมาใช้ผลิตสบู่ได้ ทั้งน้ำมันปาล์ม และใช้น้ำมันเมล็ดในปาล์ม

10. อุตสาหกรรมลิโอเคมีคอล เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีสูงและมีความละเอียดอ่อน โดยการนำกรดไขมันอิสระ เป็นส่วนที่ได้มาขั้นตอนสุดท้ายของการกลั่นบริสุทธิ์แบบกายภาพโดยกรดนี้ จะมีความบริสุทธิ์สูง ถ้าหากนำมาแยกเป็นส่วนต่างๆ ออกมาจะสามารถนำไปใช้อุตสาหกรรมหลายชนิดเพื่อป้อนโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สำคัญมีดังนี้

10.1 กรดสเตียริก ใช้ในอุตสาหกรรมยางรถยนต์ พลาสติก เครื่องสำอาง เทียนไข ส่วนประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต ซีเมนต์กันน้ำ จาระบี และน้ำมันหล่อลื่น

10.2 กรดโอเลอิก ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง สิ่งทอ น้ำมันหล่อลื่น จาระบี

10.3 กรดอริก ใช้ในอุตสาหกรรมเคมีและเครื่องสำอาง

10.4 กรดไมริสติก ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง

10.5 กรดไขมัน ใช้ในอุตสาหกรรมสบู่ และจาระบี

10.6 อัลโคเรซิน ใช้ในอุตสาหกรรมสี

10.7 กรดลิโนเรอิก นำไปใช้ในยาฉีดกรดไขมันเส้นเลือด

11. อาหารสัตว์ ในการผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งต้องการไขมันและวิตามินเป็นส่วนผสม มักนิยมใช้น้ำมันสเตียรีนผสมกับอาหารสัตว์ (ศักดิ์ศิลป์ และคณะ, 2541)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์ม

ฝนและการกระจายตัวของฝน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำกัดผลผลิตของปาล์มน้ำมันมากที่สุด คือข้อจำกัดด้านความชื้น ปาล์มน้ำมันจะให้ผลผลิตผลได้สูงสุดนั้น ต้องได้รับความชื้นที่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี ซึ่งปริมาณที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 2,500–3,000 มิลลิเมตรต่อปี และในแต่ละเดือนปริมาณน้ำฝนไม่ควรน้อยกว่า 120 มิลลิเมตร และการแพร่กระจายของฝนจะต้องมีความสัมพันธ์กับความชื้นในดิน ซึ่งรวมทั้งการระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นของดินด้วย การที่ปาล์มน้ำมันได้รับปริมาณน้ำฝนพอเพียงจะส่งผลให้กระบวนการพัฒนาและการสุกของผลเป็นไปอย่างปกติ มีสัดส่วนต่อทะลายสูง

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการความชื้น สำหรับใช้ในกระบวนการต่างๆ ในปริมาณค่อนข้างสูง และช่วงแล้งยาวนานมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ส่งผลให้ผลผลิตลดลง สภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสมสำหรับปลูกปาล์มน้ำมัน เช่น ประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย จะได้รับความชื้นตลอดทั้งปี และนอกจากจะมีการกระจายตัวของฝนในรอบปีที่สม่ำเสมอแล้ว ยังต้องมีความสัมพันธ์ที่เหมาะสมต่อการระเหยของน้ำจากดินพืชและความสามารถของดินในการอุ้มน้ำ จึงจะทำให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น และยังช่วยให้กระบวนการพัฒนาของผลตลอดจนความสุกเป็นไปอย่างปกติ ซึ่งมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ทะลายปาล์มสูงด้วย

แสงแดด

แสงแดด เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน รองจากปริมาณน้ำฝน อย่างไรก็ตาม จำนวนช่วงเวลาที่ปาล์มน้ำมันต้องการแสงแดดที่เหมาะสมยังไม่เป็นอันแน่ชัด ประมวลว่าปาล์มน้ำมันต้องการแสงแดดส่องนี้ต้องไม่ทำให้เกิดความแห้งแล้งหรือทำให้อุณหภูมิสูงเกินไป

แสงแดดจะมีอิทธิพลต่อผลผลิตปาล์มน้ำมัน พบว่าปาล์มน้ำมัน 6 ต้นที่ปลูกในบริเวณข้างเคียงที่เป็นที่ว่างสามารถให้ผลผลิตชดเชยผลผลิตของต้นปาล์มที่ขาดหายไป 90% โดยผลผลิตที่เพิ่มขึ้นนั้นจะรวมถึงจำนวนทะลายปาล์มและน้ำหนักของทะลายที่เพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้เพราะปาล์มที่เหลือได้รับแสงแดดมากขึ้นนั่นเอง ทั้งนี้ความสำคัญของพื้นที่ใบที่ได้รับแสงแดดนี้ยังมีความสำคัญต่อการใช้ธาตุอาหารของปาล์มด้วย ดังนั้น การจัดการตัดแต่งใบให้มีพื้นที่รับแสงที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยให้มีการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพของปาล์มน้ำมัน

อุณหภูมิ

แม้ว่าปริมาณน้ำฝนนั้นจะเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน แต่อุณหภูมินั้นก็มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันอย่างชัดเจนจากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิที่ 14 C° มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์ม และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึง 20 C° และ 25 C° จะทำให้ต้นกล้าปาล์มเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเป็น 3 ถึง 7 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับต้นกล้าปาล์มที่เจริญเติบโตที่อุณหภูมิ 17.4 C° ตามลำดับ (Guba,1986)

อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน 24-30 C° อุณหภูมิต่ำสุดไม่ควรต่ำกว่า 20 C° และอุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 33 C° อุณหภูมิที่สูงเกินไปทำให้อัตราการคายน้ำของต้นปาล์มสูงขึ้น และมีผลกระทบต่อเสถียรภาพความชื้นในดิน อุณหภูมิเฉลี่ยในจังหวัดภาคใต้ของไทยอยู่ระหว่าง 23-29 C° ดังนั้นจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลม

ปาล์มน้ำมัน ไม่ทนทานต่อกระแสลมที่พัดแรง ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนเมื่อเทียบกับมะพร้าว ทั้งนี้เนื่องจากปาล์มน้ำมันมีทรงพุ่มใหญ่กว่าและความแข็งแรงของทรงพุ่มน้อย ดังนั้น จึงไม่ควรปลูกปาล์มในพื้นที่ที่เกิดพายุบ่อยๆ การมีลมพัดโชยอ่อนๆ โดยเฉพาะในช่วงแดดจัดจะช่วยเสริมให้ปาล์มน้ำมันหายใจได้ดีขึ้น และช่วยระบายความร้อนแก่ปาล์มน้ำมันด้วย อย่างไรก็ตาม การมีลมพัดในขณะที่พ่นยาฆ่าวัชพืชอาจทำให้มีผลกระทบต่อปาล์มน้ำมันได้ ซึ่งอาจเกิดจากลมพัดเอายากำจัดวัชพืชนั้นไปกระทบใบของปาล์มน้ำมัน

ดิน

ปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันสูงได้ในดินหลายชนิด แต่ต้องมีเทคนิคการจัดการปาล์มน้ำมันที่เหมาะสม ได้แก่ การเตรียมแปลงที่ถูกต้อง การจัดการน้ำและความชื้นในดินที่เหมาะสม การอนุรักษ์อินทรีย์วัตถุในบริเวณผิวดิน การปรับปรุงโครงสร้างของดินให้เหมาะสมต่อการระบายน้ำและอากาศ

เนื่องจากดินแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างกันไป ดังนั้น เทคนิคการจัดการแปลงในแต่ละบริเวณจึงต้องทำให้เหมาะสมต่อดินในบริเวณดังกล่าว ตัวอย่างเช่น ถ้ามีการระบายน้ำในดิน กรดจัดมากเกินไปอาจสามารถก่อให้เกิดความเป็นพิษจากการเพิ่มความชื้นกรดของดินได้ ซึ่งในกรณีนี้ควรมีการเน้นถึงการจัดการน้ำและความชื้นของดินให้เหมาะสมมากกว่าการระบายน้ำของดินอย่างเดียว (ศักดิ์ศิลป์ และคณะ, 2541)

ความสำคัญของราก

เนื่องจากรากพืชเป็นอวัยวะที่สำคัญของพืชที่ใช้ทำหน้าที่ในการดูดใช้น้ำและธาตุอาหารไปเลี้ยงต้นพืช ซึ่งช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาได้เป็นปกติ แต่เนื่องจากเป็นส่วนของพืชที่ยากต่อการศึกษาเพราะเป็นส่วนที่อยู่ใต้ดิน ทำให้การวิจัยด้านนี้ค่อนข้างจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาโดยใช้ส่วนอื่น ๆ ของพืช แต่เมื่อ Turner *et al.* (1985) และ Gollan *et al.* (1985) ได้รายงานว่ารากพืชนั้นมีความสำคัญต่อขบวนการทางสรีรวิทยาของพืชอย่างมาก กล่าวคือ รากพืชมีความสามารถในการส่งสัญญาณ (signal) ไปยังส่วนยอดเพื่อการปรับตัวต่อความกดดันของสภาวะแวดล้อม เช่น ภายใต้อุณหภูมิที่เย็นเกินไปทำให้รากพืชมีการสังเคราะห์ไซโตไคนิน (cytokinin หรือ CK) ลดลง ส่งผลให้ระดับความสมดุลระหว่าง CK ต่อ ABA (abscisic acid) นั้นลดลง มีผลให้ปากใบปิด ส่งผลสืบเนื่องให้การสังเคราะห์ด้วยแสงของใบนั้นลดลงด้วย จากความสำคัญเช่นนี้ ทำให้นักสรีรวิทยาให้ความสนใจในการศึกษารากพืชมากขึ้น โดยมีการพัฒนาเทคนิคในการศึกษาให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาความสำคัญของรากพืชจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างรากและยอด (Relationships between Roots and Shoots)

นอกเหนือจากหน้าที่หลักของรากที่มีต่อพืชบางประการ เช่น ทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหาร ทำหน้าที่ยึดเกาะดินให้พืชทรงตัวอยู่ได้ ทำหน้าที่สะสมอาหาร และขยายพันธุ์ได้ในพืชบางชนิด และทำหน้าที่เป็นแหล่งเริ่มต้นในการสร้างผลิตฮอร์โมนพืช เป็นต้น ยังมีการพบว่าการเจริญเติบโตของรากมีความสัมพันธ์กับการเจริญของส่วนยอด (Russell, 1977) พบว่า การเจริญเติบโตของรากและยอดมีความสัมพันธ์กันในสภาพที่สภาพแวดล้อมคงที่ แต่เมื่อมีความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมจะมีผลทำให้เกิดความแปรปรวนในการกระจายน้ำหนักแห้งในส่วนของรากและต้น ดังนั้น ในการวิเคราะห์การเจริญเติบโตจึงพิจารณาโดยใช้หลักการของความสัมพันธ์ระหว่าง source และ sink เมื่อพืชมีการเจริญในส่วนยอดคือมีการเจริญของใบที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงได้ดี ซึ่งถือเป็น source ที่ส่งเสริมให้มีการเจริญของราก คือ sink ได้ดีด้วย เพื่อให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของรากพืชที่มีผลต่อสรีรวิทยาของส่วนยอดภายใต้อิทธิพลของสภาวะแวดล้อม (Sdoodee, 1990) ได้แสดงการปรับตัวของรากพืชตระกูลถั่วเมื่อได้รับผลกระทบจากสภาวะขาดน้ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างรากกับ Rhizosphere

Russell (1977) อธิบายว่า rhizosphere หมายถึงส่วนของดินในส่วนที่สัมผัสกับรากหรือบริเวณรอบ ๆ รากพืช ซึ่งมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ อันจะมีผลต่อความสามารถในการดูดธาตุอาหารของรากพืช เช่น การตรึงไนโตรเจนโดยแบคทีเรียที่ปมของรากตระกูลถั่ว เป็นต้น ปกติในธรรมชาติการตรึงไนโตรเจนจากอากาศเกิดขึ้นโดย symbiotic และ free-living organism ซึ่งนับว่าเป็นแหล่งไนโตรเจนที่สำคัญต่อพืช นอกจากนี้ ไมโคไรซาจัดว่าเป็นเชื้อราชนิดหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับระบบรากพืชด้วย ซึ่งแบ่งเป็น 2 พวกใหญ่ คือ ectotrophic และ endotrophic สำหรับไมโคไรซาที่มีโครงสร้างเป็นแบบ vesicular-arbuscular (VA) มีความสำคัญในการช่วยให้รากพืชมีการดูดฟอสเฟตจากดินได้ดีขึ้น

ระบบราก (Root Systems)

เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีลักษณะของระบบรากที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลต่อความสามารถในการเจริญเติบโตและแผ่กระจายของราก อันมีผลต่อความสามารถในการดูดน้ำและธาตุอาหารซึ่งสัมพันธ์กับความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้นจึงแบ่งออกกว้าง ๆ เป็น 2 พวก คือ

1. ระบบรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว พืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง เป็นต้น มีระบบรากที่เรียกว่าระบบรากฝอย (fibrous root system) ซึ่งประกอบไปด้วยรากประเภทต่างๆ (อภิพรธ และ คณะ, 2529) ดังนี้

1.1 Primary root เกิดจาก radicle ของเมล็ดที่เจริญเติบโตลงไปดินในขณะที่เมล็ดเริ่มงอกทันทีที่ radicle ยึดตัวออกกลายเป็นราก coleorhiza ก็จะฝีกขาดและเน่าเปื่อยไปในที่สุด radicle ก็จะกลายเป็นรากที่เรียกกันว่า รากชนิดแรก ซึ่งเหยียดยาวลงสู่ดินต่อไปไม่นานหลังจากที่รากชนิดแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญเติบโตลงสู่ดิน ที่ปลายรากชนิดนี้จะมีรากฝอยเล็ก ๆ เจริญเติบโตอยู่ด้วย รากฝอยดังกล่าวนี้มีส่วนร่วมกับ primary root ดูดซับน้ำและเกลือแร่ได้มากขึ้น

1.2 Seminal root เกิดขึ้นบริเวณล่างของปล้องที่ 1 (first internode หรือ mesocotyl) ขณะที่ปล้องที่หนึ่งยึดตัวออกเพื่อให้ coleoptile โผล่พ้นดิน และ radicle เจริญเติบโตลงไปในดิน จำนวน seminal root จะเกิดขึ้นประมาณ 6-7 เส้น และเกิดขึ้นเกือบเป็นเวลาเดียวกับรากชนิดแรก ในการเริ่มเจริญเติบโตของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

1.3 Permanent root เกิดขึ้นในระยะหลังที่พืชเจริญเติบโต เช่น ในระยะที่พืชเริ่มออกทรงเป็นต้นรากประเภทนี้จะเกิดขึ้นในบริเวณปล้องที่ 2-6 ของพืช และจะมีขนาดใหญ่แตกกิ่งก้านสาขา เจริญเติบโตลงไปในดิน รากประเภทนี้จะเห็นได้ในข้าวโพดหรืออ้อย มีชื่อเรียกต่างๆคือ brace root, crown root และ coronal root เป็นต้น

พื้นที่ที่พืชมี Permanent root เกิดขึ้น เมล็ดซึ่งอยู่ใต้ดินรวมทั้ง primary root และ seminal root จะหยุดการเจริญเติบโต เสื่อมสลายและเน่าเปื่อยไปในที่สุด permanent root จะเป็นรากที่เหลืออยู่ เพื่อการเจริญเติบโตของพืชต่อไป

2. ระบบรากพืชใบเลี้ยงคู่ ปกติระบบรากพืชใบเลี้ยงคู่จะมีขนาดใหญ่ รากพืชเจริญหยั่งลึกลงในดิน จุดเจริญของรากเริ่มจากส่วน terminal meristem ได้เป็น primary root ซึ่งเรียกว่ารากแก้ว (tap root) นับเป็นการพัฒนาของรากจาก radicle พุ่งลงสู่ดิน โคนรากมีขนาดใหญ่และค่อย ๆ เรียวไปทางปลายราก มีการแตกแขนงเป็นรากกิ่ง (secondary root) และรากแขนง (tertiary root) ตามลำดับ ระบบรากของพืชใบเลี้ยงคู่เรียกว่า ระบบรากแก้ว (tap root system) ระบบรากแบบนี้มีความแข็งแรงในการพยุงหรือค้ำจุนต้นพืช ตลอดจนมีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำและเกลือแร่ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ในบางพืชระบบรากแบบนี้ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารด้วย เช่น แครอท และมันสำปะหลัง เป็นต้น (อภิพรธ และคณะ, 2529)

ปัจจัยที่มีต่อการเจริญเติบโตและการแผ่กระจายของราก

เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลอย่างสูงต่อการเจริญของรากพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินซึ่งเป็นส่วนที่รากพืชสัมผัส จะมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อม และการเจริญเติบโตของส่วนยอดนับว่ามีผลต่อการเจริญของรากด้วย เพราะมีการเคลื่อนย้ายอาหารไปเลี้ยงส่วนราก นอกจากนี้ปัจจัยต่าง ๆ ในส่วนของ rhizosphere นับว่ามีผลต่อรากพืชโดยตรงด้วย นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆอีกมาก จึงได้มีการจำแนกปัจจัยต่าง ๆ ออกได้ดังนี้ (อภิพรธ และคณะ, 2529)

1. พันธุกรรมของพืช เนื่องจากพืชปลูกส่วนใหญ่ได้มีการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์มาเป็นเวลานาน ทำให้พันธุ์แต่ละชนิดมีการเจริญเติบโตของระบบรากที่แตกต่างกัน เพื่อให้มีคุณสมบัติในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีในพื้นที่ปลูกแต่ละแห่ง เช่น พันธุ์พืชที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้มีความสามารถ

ในการทนต่อสภาพแห้งแล้ง จะได้รับการคัดเลือกให้มีระบบรากที่ยังลึก และการแผ่กระจายของรากได้อย่างรวดเร็ว เพื่อช่วยให้มีการควบน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น

2. การแข่งขันกันของพืช (plant competition) เป็นผลมาจากการแข่งขันระหว่างพืชต่างชนิดหรือพืชชนิดเดียวกันเมื่อมีการเพิ่มประชากรของพืชโดยการลดระยะปลูกให้แคบขึ้น เช่น มีรายงานว่าเมื่อปลูกข้าวโพดโดยการเพิ่มปริมาณต้นต่อพื้นที่จาก 12,000 ต้นต่อเฮกตาร์ เป็น 62,000 ต้นต่อเฮกตาร์ มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของรากต่อต้นลดลง 72 เปอร์เซ็นต์

3. การลดลงของพื้นที่ใบ ปกติการเจริญของรากขึ้นอยู่กับ การเจริญของยอด ดังนั้น เมื่อมีการตัดส่วนยอดจะมีผลทำให้น้ำหนักของรากลดลง เช่น การตัดยอดของ sudangrass ให้สั้นลงไป 10 ซม. มีผลทำให้น้ำหนักของรากลดลง 85 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้ในพืชยืนต้นก็มีผลเช่นกัน เช่น ในช่วงฤดูการที่ยอดพักตัวมีผลทำให้การเจริญของรากลดลงด้วย

4. อากาศในดิน เนื่องจากก๊าซออกซิเจนมีความสำคัญต่อขบวนการหายใจ การดูดซับน้ำและธาตุอาหารของราก เช่น การควบน้ำของรากข้าว barley เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มก๊าซออกซิเจน เป็นต้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อดินอยู่ในสภาพ anaerobic เช่นในสภาพน้ำขังจะมีผลทำให้ขบวนการทางสรีรวิทยาของรากพืชถูกจำกัด

5. pH ของดิน เมื่อ pH ของดินต่ำกว่า 5.0 หรือสูงกว่า 8.0 จะมีผลทำให้การเจริญของรากพืชถูกจำกัดได้ นอกจากนี้ ในสภาพที่ดินเป็นกรดจัดมีผลทำให้เกิดความเป็นพิษของธาตุอาหารบางตัว เช่น อลูมิเนียม แมงกานีส และเหล็ก เป็นต้น

6. อุณหภูมิของดิน ปกติอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของรากจะต่ำกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของส่วนยอด แต่ถ้าอุณหภูมิที่ต่ำเกินไป จะมีผลยับยั้งการเจริญของรากพืชได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์พืชด้วย ดังนั้น ในเขตเมืองหนาวมีการเพิ่มอุณหภูมิรากโดยการทำให้อุ่นฝังในดิน เพื่อช่วยให้รากพืชเจริญได้ดีขึ้น

7. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเจริญเติบโตของรากต้องการชนิดและระดับของธาตุอาหารที่พอเหมาะ แต่ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารที่สูงหรือต่ำเกินไปทำให้พืชมีการเจริญผิดปกติได้ เช่น การให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่สูงเกินไป มีผลทำให้พืชมีการเจริญทางยอดมากกว่าการเจริญทางราก หรือเป็นการเพิ่มอัตราส่วนของยอดต่อต้น ขณะที่การให้ฟอสฟอรัสมีผลส่งเสริมการเจริญของราก ดังนั้น จึงได้มีการศึกษาถึงสัดส่วนของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เหมาะสมในการให้ปุ๋ยแก่พืช ตัวอย่างเช่น มีการแนะนำว่าสัดส่วนของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสที่เหมาะสมกับข้าวโพดคือ 1:5 เป็นต้น

8. น้ำหรือความชื้นของดิน น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญของรากพืช เมื่อพืชขาดน้ำมีผลทำให้น้ำหนักของรากลดลง ดังนั้น พันธุ์พืชที่แนะนำให้ปลูกได้ในพื้นที่แห้งแล้งจำเป็นต้องมีคุณสมบัติที่ปรับตัวได้ดี เช่น มีคุณสมบัติของ osmotic adjustment ที่ช่วยให้พืชรักษาความเต่งของเซลล์ไว้ได้นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยให้พืชสามารถมีการเจริญของรากเพื่อชอนไชไปดูดน้ำในดินชั้นที่อยู่ลึกลงไปทำให้พืชสามารถอยู่รอด หรือให้ผลผลิตได้เมื่อฝนทิ้งช่วง

9. ข้อจำกัดทางฟิสิกส์ของดิน เนื่องจากผลของทางฟิสิกส์ของดินในพื้นที่ปลูกบางแห่งจำกัดการเจริญของรากพืชได้ เช่น ดินที่อัดตัวแน่น (soil compaction) หรือดินที่มี bulk density สูง ดินที่ขาดอินทรีย์วัตถุ เป็นต้น เหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุที่ทำให้การแผ่กระจายของรากถูกจำกัด นอกจากนี้ยังพบว่า มีผลทำให้รูปร่างของรากผิดปกติด้วย

ระบบรากปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันมีระบบรากที่ตื้น โดยรากปาล์มน้ำมันที่สามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้ดีเกือบทั้งหมดจะอยู่ในชั้นดินที่มีความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร จากผิวดิน ในบางครั้ง พบว่ารากปาล์มน้ำมันจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเนื้อหยาบที่ระบายน้ำดี ซึ่งจะมีส่วนช่วยชดเชยในการดูดธาตุอาหารและน้ำได้มากขึ้นจากดินเนื้อหยาบอุ้มน้ำน้อยและธาตุอาหารต่ำ

เนื่องจากระบบรากปาล์มน้ำมันมีประสิทธิภาพในการดูดน้ำและธาตุอาหารต่ำกว่าพืชใบเลี้ยงคู่ โดยทั่วไป ดังนั้น จึงจำเป็นต้องให้ธาตุอาหารแก่ปาล์มน้ำมันในอัตราสูงกว่าพืชใบเลี้ยงคู่ทั่วไป เพื่อรักษาระดับปริมาณธาตุอาหารที่พอเพียงต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน มีรายงานว่า ในดินร่วนปนทรายควรมีความเข้มข้นต่ำสุดของธาตุอาหารในสารละลายดิน ดังนี้ โพแทสเซียม 0.7×10^{-6} โมลาร์, ฟอสฟอรัส 3×10^{-6} โมลาร์ และแมกนีเซียม 1.5×10^{-6} โมลาร์ จึงพอเพียงสำหรับการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน อย่างไรก็ตาม ในการที่จะสามารถรักษาระดับของธาตุอาหารให้มีความเพียงพออย่างต่อเนื่องต่อการดูดธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน ควรจะต้องมีการเพิ่มความเข้มข้นของธาตุอาหารให้สูงกว่าปริมาณดังกล่าว ดังนั้น จึงพบว่ามีความจำเป็นที่ควรจะต้องมีการเพิ่มความเข้มข้นของธาตุอาหารให้สูงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงของปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นเหตุผลที่พบเสมอว่า ปาล์มน้ำมันมักจะตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย โดยเฉพาะดินเขตร้อนที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (ศักดิ์ศิลป์ และคณะ, 2541)

การศึกษาการกระจายและขนาดของรากพืช

Kawata *et al.*, (1963) มีการเริ่มศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของต้นข้าว (structure of rice plant) และทิศทางการเจริญเติบโตของรากข้าว ซึ่งทำให้สามารถอธิบายโครงสร้างของต้นข้าวได้ โดยลักษณะของรากข้าวนั้นจะมีลักษณะรวมตัวกันเป็น root unit

Kawata and Katano (1976) ส่วนของรากจะเกิดบริเวณข้อของลำต้นและมีอายุรากที่แตกต่างกัน โดยรากที่มีอายุน้อยจะเกิดขึ้นก่อนและมักอยู่บริเวณส่วนล่างของลำต้น และรากชนิดจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากค่อนข้างใหญ่ ส่วนรากที่มีอายุน้อย มักเกิดขึ้นมาภายหลังและมักอยู่บริเวณส่วนบนของลำต้น หรือบริเวณหน่อที่แตกออกมาซึ่งรากประเภทนี้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางค่อนข้างเล็ก และการเจริญของรากจะลดลงเมื่อข้าวเริ่มเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ (reproductive phase)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิไลวรรณ (2542) กล่าวความสัมพันธ์ของมูมรากข้าวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และพบว่ามูมของรากข้าว 6 สายพันธุ์โดยรวมจะเป็นมูมทะเลแยง แต่หากรากมีความหนาแน่นมากจะทำให้รากมีการเจริญยืดยาวออกในแนวนอนน้อยลง และมูมของรากข้าวนั้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของราก โดยรากที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่จะมีการเจริญเติบโตในแนวตั้ง ส่วนรากที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กจะมีการเจริญเติบโตของรากในแนวนอนอยู่บริเวณผิวดิน

Isabel *et al.* (2001) ซึ่งให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่า N และ L_v แสดงค่า N ที่มีความความผันแปรในการวัดความหนาแน่นของความยาวราก (L_v) โดยศึกษาทิศทางรูปแบบการกระจายของรากและประเมินวิธีตรวจวัดการกระจายตัวของรากต้นปาล์มทั้ง 2 ชนิดคือ peach palm และ *Melaleuca quinquenervia* โดย peach palm เชื่อว่ารากจะมีการเจริญเติบโตแบบสุ่มในพื้นที่สามมิติ (isotropic) ส่วนราก *Melaleuca quinquenervia* ไม่เป็นแบบสุ่มหรือมีการเลือกทิศทางการงอก โดยมีปริมาณรากที่ออกมาในผิวนาบน้อยกว่าเมื่อเทียบกับผิวดินข้าง (anisotropic) และชี้ให้เห็นว่าวิธีการนี้สามารถใช้เป็นประโยชน์ในการทำนายการกระจายความหนาแน่นของความยาวรากเทียบกับความลึก

Snyman (2005) ได้ศึกษาการกระจายตัวของรากโดยศึกษาด้านระยะความยาวความลึกของรากตะบองเพชร (cactus) ที่เพาะปลูกเวลา 2 ปี ทั้ง 2 สายพันธุ์ คือ *Opuntia ficus-indica* และ *O. robusta* โดยทำการวัดปริมาณการกระจายตัวของรากในระยะแนวตั้งและแนวนอนจากลำต้น และวัดการเจริญเติบโตโดยวัดจากมวลน้ำหนักบอกความยาว และวัดประสิทธิภาพการใช้น้ำจากมวลรากต่อหนึ่งหน่วยการคายน้ำ ผลที่ได้คือ ตะบองเพชร (cactus) ทั้งสองชนิด รากส่วนใหญ่มีความหนาแน่นที่ความลึกดินชั้นแรก 150 มม. หลังจากปลูกแล้ว 2 ปี รากมีการแพร่กระจายออกไกล 2.5 ม. จากลำต้นทั้ง 2 ชนิด โดยที่ผลรวมรากแห้ง และความหนาแน่น และน้ำหนักดินเหนือดิน และค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ ของ *Opuntia ficus-indica* มีค่าสูงกว่า แต่ค่าน้ำหนักรวมของ *O. robusta* มีเปอร์เซ็นต์สูงกว่า

Benjamin and Nielsen (2005) ได้ทำการปลูกพืชเพื่อเพิ่มผลผลิต ใช้พืชหมุนเวียนตระกูลถั่ว โดยมี ถั่วหัวช้าง ถั่วลิ้นเต่า และถั่วเหลือง ซึ่งเป็นการทดสอบความสามารถเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของรากในดินต่อระดับความลึก โดยอาจมีความสำคัญต่อกลไกในการหลีกเลี่ยงความแห้งแล้ง หรือเพื่อตรวจวัดระบบรากพืชตระกูลถั่ว ที่ตอบสนองต่อการขาดแคลนน้ำ ปลูกในสภาพน้ำฝนธรรมชาติ และมีระบบน้ำจำกัด และวัดการกระจายตัวของรากที่ทุกระยะความลึก 0.23 ม. ความลึกทั้งหมด 1.12 ม. วัดในช่วงระยะออกระยะสุกทำย และช่วงกลางออกฝัก และทำการวัดพื้นที่หน้าตัดรากกับน้ำหนักราก โดยผลจากการกระจายตัวของรากระบบสามมิติ ถั่วหัวช้างเป็นพืชทางเลือกที่ดีที่สุด ในสภาพพื้นที่ภูมิอากาศอากาศแห้งแล้งที่จะให้ผลผลิตได้ดี เนื่องจากถั่วหัวช้างมีการปรับตัวของรากตามหลักการพื้นฐานการใช้น้ำปริมาณน้ำให้เป็นประโยชน์และพื้นที่ผิวดินต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักราก

เทคนิคการศึกษารากพืช

เนื่องจากในปัจจุบัน นักสรีรวิทยาพืชได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการศึกษารากพืชมากขึ้น แต่เนื่องจากวิธีการศึกษาทำได้ยาก ใช้แรงงานและทุนในการศึกษาค่อนข้างสูง จึงได้มีการนำเทคนิคต่าง ๆ มาช่วยในการศึกษา ซึ่งเป็นการศึกษาทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ให้ผล

Caldwell and Virginia (1989) ได้แสดงวิธีการศึกษาไว้หลายวิธี ดังนี้

1. วิธี trench profile เป็นการศึกษาด้วยการขุดดินเพื่อศึกษาระบบรากโดยตรงในระหว่างแถวปลูกของพืชแล้วทำการวัดศึกษารากของพืชนั้นๆ โดยตรงและใช้เทคนิคการถ่ายภาพถ่ายภาพ

2. วิธี framed monolith และ pinboard เป็นวิธีที่ประยุกต์มาจากวิธี trench profile ซึ่งช่วยให้ทราบถึงการแผ่กระจายของระบบราก มีการตอกเหล็กแหลมให้กระจายทั่วไปบนแผ่นไม้ ทำให้รากพืชทั้งหมดเกาะอยู่บนแผ่นไม้ได้ ซึ่งช่วยให้เห็นระบบรากทั้งหน้าตัดดิน เมื่อตัดดินขึ้นมาแล้วยกแผ่นไม้นั้นขึ้นมาแล้วฉีคน้ำล้างดินออก ส่วนที่เหลืออยู่บนแผ่นไม้คือระบบรากทั้งหมดของพืช จากนั้นทำการวัดความยาวและน้ำหนักของรากได้โดยตรง

3. วิธี core sampling เป็นวิธีการเจาะดินบริเวณระบบรากพืช ทำให้ทราบปริมาตรของดิน จากนั้นจึงทำการแยกรากออกจากดินโดย วิธีล้างราก เพื่อคำนวณกลับไปเป็นค่าความหนาแน่นของรากหรือความยาวรากต่อปริมาตรของดิน วิธีนี้เมื่อกำหนดจุดศึกษาทั่วระบบราก ทำให้สามารถคำนวณความหนาแน่นรากทั้งระบบรากได้

4. วิธีการวัดการใช้น้ำ (soil moisture depletion) จัดว่าเป็นวิธีการวัดโดยอ้อมวิธีหนึ่ง โดยการวัดปริมาณในดินที่ลดลงไปเนื่องจากการดูดน้ำของรากพืช แล้วคำนวณกลับไปเป็นความหนาแน่นรากในปริมาตรดินแต่ละส่วนในระบบราก เป็นวิธีที่ทำได้เร็วแต่ก็มีความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากการสูญเสีย น้ำไปจากดิน โดยการระเหยของน้ำด้วย

5. วิธีการใช้ minirhizotron ปัจจุบันเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในต่างประเทศเพราะสามารถศึกษารากได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ทำลายส่วนของระบบรากพืช เป็นการฝังท่อแก้ว pyrex หรือวัสดุสีที่ทนต่อแรงกดได้ จากนั้นใช้ periscope สอดเข้าไปในท่อดังกล่าวทำให้ทราบการเจริญเติบโตของรากได้อย่างต่อเนื่องในสภาพแปลงปลูก

6. วิธีใช้ radioactive isotope เป็นวิธีการวัดโดยอ้อมด้วยวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงของ $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ ในระบบรากพืชในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เมื่อมีการให้ ^{14}C ทางยอดเพื่อให้มีการใช้ ^{14}C ในการสังเคราะห์ด้วยแสงจากนั้นจะมีการเคลื่อนย้ายไปยังเนื้อเยื่อส่วนราก วิธีนี้จะทำให้ทราบถึงปริมาณรากที่เพิ่มขึ้นโดยคำนวณจาก ^{12}C ที่เพิ่มขึ้นในระบบราก

นอกจากนี้มีการใช้ ^{32}P ในดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ จากนั้นจึงทำการวัดว่ามีการใช้ ^{32}P ไปมากน้อยเท่าไรในแต่ละระดับความลึกเป็นวิธีการวัดโดยอ้อมว่ามีปริมาณรากมากน้อยในแต่ละระดับ

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. วิธี allometry เป็นวิธีการวัดโดยอ้อมซึ่งอาศัยอัตราส่วนระหว่างยอดค่อราก เพราะฉะนั้นก่อนใช้วิธีนี้ต้องมีการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของความสัมพันธ์ระหว่างยอดค่อรากของพืชแต่ละชนิด จากนั้นจึงใช้วิธีการคำนวณกลับไป วิธีนี้เป็นวิธีการประมาณการอย่างหยาบ ๆ เพราะจะมีข้อผิดพลาดได้ถ้ามีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่แตกต่างออกไป

จากวิธีการดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการที่จะเลือกวิธีการใดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยคำนึงถึงความถูกต้อง ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายด้วย

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

หลักการและความหมาย

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์หรือ GIS เป็นระบบที่ใช้ในการจัดการและบริหารข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยการอ้างอิงกับจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆภายในระบบ (วัฒนชัย, 2547)

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นโปรแกรมที่สามารถนำไปใช้ในการสร้าง และวิเคราะห์ข้อมูลทรงสถฐานของวัตถุทุกอย่างบนผิวโลก ที่เกี่ยวกับแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศและแผนผังต่างๆของลักษณะภูมิประเทศที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น สิ่งเหล่านี้สามารถแปลออกมาเป็นรหัสอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเรียกออกมาใช้งานวิเคราะห์ข้อมูลได้

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นระบบที่ออกแบบเพื่อแสดงลักษณะของข้อมูลแบบต่างๆ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. Environmental Information ได้แก่ ข้อมูลดินธรณีวิทยา แหล่งน้ำ พืชพรรณและสัตว์ป่า
2. Cadrastal Information ได้แก่ การประเมินสิทธิครอบครองกรรมสิทธิ์และควบคุมการใช้ที่ดิน
3. Socio-economic Information การกระจายตัวประชากร และสาธารณูปโภค ต่างๆ เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นั้น เป็นเทคนิค Computer Assited approach ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีความสำคัญมากในระบบ โดยเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของตัวเลขหรือดิจิทัล โดยการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลของลายเส้นหรือข้อมูลแผนที่ให้อยู่ในรูปของตัวเลข แล้วทำการซ้อนทับกันโดยการนำหลักคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์เข้ามาช่วย รวมทั้งสามารถใช้วิธีซ้อนทับ (Overlay) ของแต่ละปัจจัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้ในปริมาณชั้น (Layer) และสามารถเรียกมาแสดงหรือทำการวิเคราะห์ได้ง่าย

จากความสามารถของระบบดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จะเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับใช้ในการช่วยให้การบริหารการใช้ทรัพยากรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำมาประยุกต์กับงานด้านการวางแผนการใช้ที่ดินและงานด้านเกษตรได้หลายด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการนำเข้า จัดเก็บ จัดการข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ที่เก็บไว้ภายในคอมพิวเตอร์ รวมทั้งช่วยในการวิเคราะห์ และช่วยในการตัดสินใจ และแสดงผลที่ได้โดยมีประสิทธิภาพ และยังสามารถในการจัดชั้นข้อมูลเชิงแผนที่ได้หลายชั้น รวมทั้งมีข้อมูลเชิงบรรยาย (Attributes) หลายอย่างในแต่ละชั้นข้อมูล หรือแสดงข้อมูลในรูปแบบเชิงซ้อนในพื้นที่เดียวกันก็ได้ (กันต์ธนกร, 2550)

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 อย่างได้แก่

1. คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (computer hardware) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ
 - 1.1 หน่วยรับข้อมูล (Input Unit) คือ อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลผู้ใช้เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เช่น คีย์บอร์ด เมาส์ และดิจิทัลิเซอร์
 - 1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Units-CPU) คือ อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่ประมวลข้อมูลคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะมีหน่วยควบคุม การจัดลำดับการทำงานระบบ และหน่วยคำนวณเปรียบเทียบข้อมูล โดยใช้หลักคณิตศาสตร์
 - 1.3 หน่วยแสดงผล (Output Unit) คือ อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่ แสดงผลลัพธ์ที่เกิดจากการประมวลผลออกมา เช่น จอภาพ พล็อตเตอร์และเครื่องพิมพ์
 - 1.4 หน่วยความจำสำรอง (Secondary Storage Unit) คือ อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เก็บบันทึกข้อมูลไว้เพื่อใช้ในการประมวลผลครั้งต่อไป เช่น ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk Drive)
 - 1.5 หน่วยติดต่อสื่อสาร (Communication Unit) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ สื่อสารข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง ไปสู่คอมพิวเตอร์เครื่องอื่น เช่น Network Card, MODEM เป็นต้น
 - 1.6 Tape Drive จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลลงในเทปแม่เหล็ก
2. คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ (Computer software) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมจัดการ ข้อมูลภายในระบบ GIS ปัจจุบันมีหลายโปรแกรม เช่น Arcview เป็นต้น
3. ข้อมูล (Data) ข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้
 - 3.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) เป็นข้อมูลที่ระบุตำแหน่งที่ตั้ง ข้อมูลประเภทนี้เป็นสิ่งจำเป็นอย่างอิสระเพราะ GIS เป็นระบบข้อมูลที่ต้องมีการอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geo Referenced)
 - 3.2 ข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ (Non-Spatial Data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะต่างๆ แต่ยังคงต้องเกี่ยวกับพื้นที่นั้น (Associated Attributes) ตัวอย่างเช่น ข้อมูลประชากร
4. บุคลากร (People) เป็นผู้ที่จัดการข้อมูลควบคุมข้อมูลต่างๆ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ รวมทั้งผู้ใช้ข้อมูล
5. วิธีการปฏิบัติงาน คือขั้นตอนการทำงานซึ่ง ผู้ใช้จะเป็นผู้กำหนดวิธีการและใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. อุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างดิน

- 1) ส่วนเจาะ (soil auger) ใช้ในการเก็บตัวอย่างดินแบบทำลายโครงสร้าง
- 2) กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (Core) ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน แบบรักษาโครงสร้าง
- 3) ดัลล์เมตร ใช้วัดความลึกของชั้นดินในการเก็บ
- 4) ถุงพลาสติก ใช้ในการเก็บตัวอย่างดินที่ได้จากการขุดเจาะ
- 5) ปากกาเคมี จดบันทึกชื่อตัวอย่างดิน ชื่อต้น ระยะห่างของเมตร และความลึก
- 6) ค้อนยาง ใช้ในการเคาะนำตัวอย่างดินออก
- 7) มีด เชือกยาง และ อุปกรณ์อื่นๆ

2. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ (นำหนักรากแห้งและเส้นผ่านศูนย์กลางราก)

- 1) ตู้อบความร้อน (Hot air oven)
- 2) เครื่องชั่งไฟฟ้า 3 ตำแหน่ง
- 3) สเกลเวอร์เนียร์

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในขั้นตอน Image Analysis

- 1) คอมพิวเตอร์
- 2) Digitizer
- 3) กล้องถ่ายรูปและอุปกรณ์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการวิเคราะห์

การศึกษาการวัดการกระจายของรากล้น้ำมัน เป็นการศึกษาริมาณของรากล้นพื้นที่เพื่อ การปลูกปล้นน้ำมันเพื่อผลผลิต โดยพิจารณาปริมาณและการแผ่ขยายของรากล้นน้ำมัน ในเขตพื้นที่ลุ่ม และนำผลข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นมาใช้สำหรับประเมินปริมาณ และการแผ่ขยาย รากและเส้นผ่านศูนย์กลางของรากล้นน้ำมันในแต่ละฤดู โดยศึกษาวัดปริมาณรากล้นน้ำมันด้วยวิธี Image analysis (การนำภาพถ่ายไปโหลดเข้าโปรแกรม ArcGIS แล้ว fix ค่าพิกัดทั้ง 4 มุมแล้วทำการ Digitize เพื่อคำนวณพื้นที่และเส้นรอบวงของรากโดยโปรแกรม Arc View) และการชั่งน้ำหนักรากล้นแห้ง และเปรียบเทียบข้อมูลในเชิงปริมาณ ต่อพื้นที่หน้าตัดหนึ่งหน่วย ซึ่งขั้นตอนการศึกษาจะอาศัยช่วงเวลา ในการเก็บตัวอย่างดินตามเวลา 2 ครั้ง โดยเก็บช่วงฤดูฝนเก็บช่วงเดือนกรกฎาคม ฤดูแล้งเก็บช่วงเดือน มีนาคม ซึ่งมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

ขั้นตอนการศึกษา

สถานที่ศึกษา

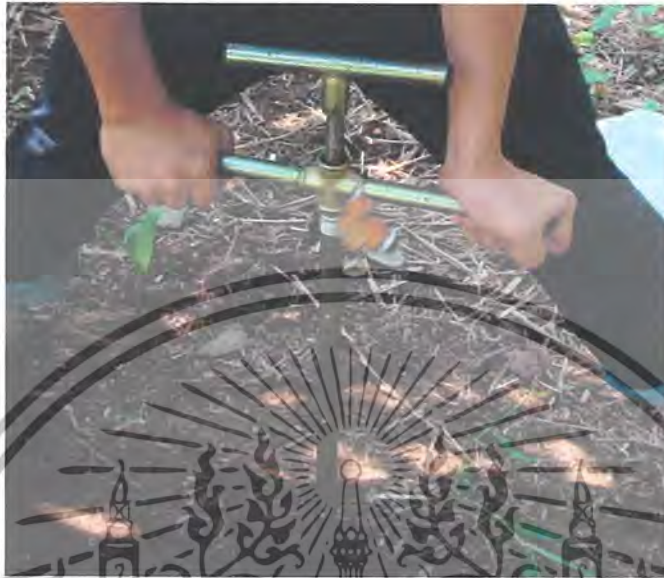
สวนปล้นเป็นพื้นที่โครงการทดสอบการปลูกปล้นน้ำมันในพื้นที่ภาคกลาง ปี 2547-2551 มี ที่ตั้ง 24 หมู่ที่ 5 ต.กิ่งชำ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี สภาพพื้นที่เป็นพื้นที่ลุ่มมีการยกร่องเพื่อปลูกปล้น ดินเป็นเหนียวความสามารถอุ้มน้ำได้ดี และมีการระบายน้ำแล้ว

สถานที่ทำการทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการสารสนเทศภูมิศาสตร์ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ห้องปฏิบัติการพินและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. การเก็บตัวอย่างดิน

1) เก็บดินและรากโดยใช้ Drilling-crown auger



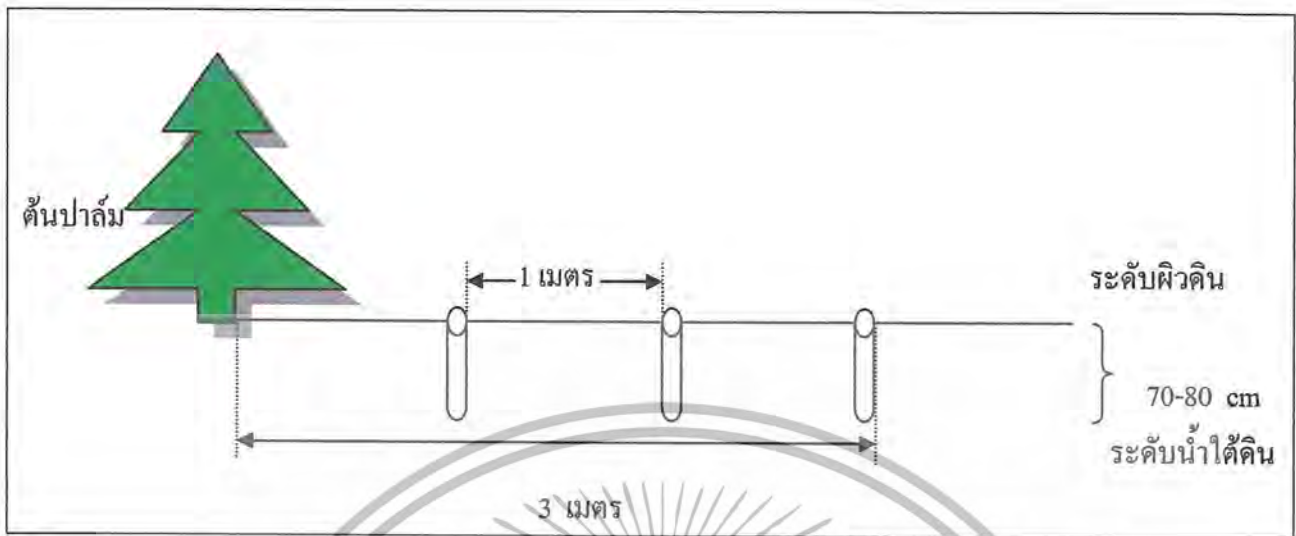
ภาพที่ 1 แสดงการเก็บตัวอย่างดินและรากโดยใช้ Drilling-crown auger

การเก็บตัวอย่างดินนั้นจะทำการเก็บดินในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันจำนวน 3 ต้น โดยเก็บจำนวน ต้นละ 3 หลุม ที่ระยะห่างจากลำต้น 1, 2 และ 3 m ที่ความลึก 0-50 cm หรือที่ระดับน้ำใต้ดินชั้นถึง (70-80 cm) และทำการเก็บเป็นเวลา 2 ครั้ง ตามฤดูดังนี้

- ฤดูฝน เก็บช่วงเดือนกรกฎาคม
- ฤดูแล้ง เก็บช่วงเดือนมีนาคม

2) เก็บแบบไม่ทำลายโครงสร้างของดิน Undisturbed Soil Sample เป็นการเก็บตัวอย่างดินโดยรักษาสภาพธรรมชาติเดิมของดินไว้ โดยใช้ Coring apparatus หลังจากเก็บตัวอย่างดินได้แล้ว แล้วนำมาเก็บใส่ถุง และเขียนชื่อตัวอย่างดินให้เรียบร้อยที่ตัวถุง และนำมาแช่ไว้ในตู้เย็น เพื่อป้องกันดินเสียสภาพที่มีผลต่อรากพืชภายในดินเพื่อจะสามารถนำดินมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การเก็บตัวอย่างดินนั้นจะทำการเก็บดินในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันจำนวน 1 ต้น โดยเก็บจำนวน ต้นละ 3 หลุม คือห่างจากต้นปาล์มเป็นระยะ 1, 2 และ 3 m ที่ความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 cm แต่ละครั้งจะได้ core ทั้งหมดเท่ากับ 9 กระบอก และทำการเก็บเป็นเวลา 2 ครั้ง ตามฤดู ซึ่งมีภาพแสดงวิธีการเก็บตัวอย่างดิน ดังนี้



ภาพที่ 2 แสดงแนวการขุดตัวอย่างดินบริเวณเขตรากปาล์มน้ำมัน

2. ขั้นตอนการขังน้ำนํ้ากรากแห้งและวัดเส้นผ่านศูนย์กลางราก

- 1) นำก้อนดินที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง มาทำการบะเพื่อแยกรากออกจากก้อนดิน แล้วนำไปล้างน้ำทำความสะอาดเอาเศษดินที่ติดอยู่กับรากออกไปให้หมด
- 2) เมื่อล้างรากสะอาดแล้ว นำไปผึ่งลมให้แห้งแล้วจึงนำรากไปอบ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนัก โดยใช้เครื่องชั่งที่บอกเลขทศนิยมได้ 4 ตำแหน่ง
- 3) นำรากที่ชั่งแล้วนั้นมาเลือกขนาด เพื่อที่จะวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากจากตัวอย่างคือ เล็ก กลาง และใหญ่ โดยจะวัด 4 ราก ต่อแต่ละขนาดแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยต่อหนึ่งตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณรอกด้วยวิธี Image Analysis

1) นำก้อนตัวอย่างดินมาแกะออกเป็น 4 ด้าน กำหนดให้เป็นด้าน A B C และ D ส่วน Core แกะออกเป็น 3 ด้าน กำหนดให้เป็นด้าน A B และ C แล้วถ่ายรูปแต่ละด้านไว้โดยใช้ แผ่นตารางกริดขนาด 2 ตารางเซนติเมตรซึ่งทำมาจากแผ่นใสวางเป็นกรอบหน้ารอกแต่ละด้านดังนี้



ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการถ่ายภาพโดยพิกัดตารางกริด

2) เมื่อได้ภาพแล้วก็นำภาพมาโหลดเข้าโปรแกรม ArcGIS เพื่อทำการ Register ภาพ ซึ่งได้กำหนดพิกัดเพื่อการคำนวณพื้นที่ไว้แล้ว ตั้งชื่อไฟล์ตามชื่อตัวอย่างแล้วแยกเก็บใส่โฟลเดอร์ไว้

3) เปิดโปรแกรม Arc View แล้วเปิดภาพจากโฟลเดอร์ที่ทำการ Register ภาพไว้แล้ว มาทำการ Digitize เพื่อหาพื้นที่หน้าตัดของรอกในภาพและเส้นรอบวงรอกที่ได้จากการ Digitize มาเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขเพื่อวิเคราะห์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกข้อมูล

1. ข้อมูลภาพถ่ายรากล้ำน้ำมันแต่ละด้าน โดยมีแผ่นตารางกริดขนาด 2 ตารางเซนติเมตร วางเป็นกรอบอยู่ ทั้งแบบการเก็บดินและรากโดยใช้ Drilling-crown auger และแบบ Core ทั้ง 2 ครั้ง จากการเก็บตัวอย่างแต่ละฤดู
2. ข้อมูลน้ำหนักรากล้างของปล้ำน้ำมันหน่วยเป็นกรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ทั้งแบบการเก็บดินและรากโดยใช้ Drilling-crown auger และแบบ Core ทั้ง 2 ครั้ง จากการเก็บตัวอย่างแต่ละฤดู
3. ข้อมูลความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางรากล้ำน้ำมันหน่วยเป็นมิลลิเมตร (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง) เฉลี่ยทั้ง 3 ขนาด จากแต่ละตัวอย่าง ทั้งแบบการเก็บดินและรากโดยใช้ Drilling-crown auger และแบบ Core ทั้ง 2 ครั้ง จากการเก็บตัวอย่างแต่ละฤดู โดยใช้สเกลเวอร์เนียวัด
4. ข้อมูลพื้นที่หน้าตัดรากล้ำน้ำมันหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร (ทศนิยม 3 ตำแหน่ง) ที่ได้จากการ Digitize รากล้ำน้ำมันจากแต่ละภาพ ทั้งแบบการเก็บดินและรากโดยใช้ Drilling-crown auger และแบบ Core ทั้ง 2 ครั้ง จากการเก็บตัวอย่างแต่ละฤดู
5. ข้อมูลเส้นรอบวงของรากล้ำน้ำมันที่ได้จากการ Digitize หน่วยเป็นเซนติเมตร (ทศนิยม 3 ตำแหน่ง) ทั้งแบบการเก็บดินและรากโดยใช้ Drilling-crown auger และแบบ Core ทั้ง 2 ครั้ง จากการเก็บตัวอย่างแต่ละฤดู

การวิเคราะห์ผล

ทำการเปรียบเทียบทุกข้อมูลของรากล้ำที่ทำกรเฉลี่ยแล้วทั้งส่วนการเก็บดินและรากโดยใช้ Drilling-crown auger และแบบ Core ในแต่ละครั้งของแต่ละฤดูและทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าทางสถิติว่าแต่ละฤดูเป็นอย่างไรและเหตุผลที่ทำให้ข้อมูลแต่ละครั้งของแต่ละฤดูเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ผลการทดลอง

1. พื้นที่หน้าตัดของรอกปาล์มน้ำมันที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอกปาล์ม เดือนกรกฎาคม 2551 และเดือนมีนาคม ปี 2552

1.1 พื้นที่หน้าตัดรอกปาล์มน้ำมัน จากการเก็บดินและรอกโดยใช้ Drilling-crown auger

ตารางที่ 1 พื้นที่หน้าตัดของรอกปาล์มน้ำมันที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอกปาล์ม เดือนกรกฎาคม 2551 จากการเก็บดินและรอกโดยใช้ Drilling-crown auger

ระยะห่าง (m)	ต้น 1				ต้น 2				ต้น 3			
	ช่วงชั้นความลึก (cm)				ช่วงชั้นความลึก (cm)				ช่วงชั้นความลึก (cm)			
	0-25	26-50	51-75	76-100	0-25	26-50	51-75	76-100	0-25	26-50	51-75	76-100
1	0.368	0.131	-	-	0.327	0.232	-	-	0.282	0.497	-	-
2	0.439	0.248	-	-	0.192	0.165	-	-	0.462	0.236	-	-
3	0.359	0.258	-	-	0.179	0.378	-	-	0.216	0.213	-	-

ตารางที่ 2 พื้นที่หน้าตัดของรอกปาล์มน้ำมันที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอกปาล์ม เดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บดินและรอกโดยใช้ Drilling-crown auger

ระยะห่าง (m)	ต้น 1				ต้น 2				ต้น 3			
	ช่วงชั้นความลึก (cm)				ช่วงชั้นความลึก (cm)				ช่วงชั้นความลึก (cm)			
	0-25	26-50	51-75	76-100	0-25	26-50	51-75	76-100	0-25	26-50	51-75	76-100
1	0.110	0.394	0.694	0.178	0.317	0.125	0.648	-	0.412	0.301	0.269	-
2	0.112	0.361	0.438	0.034	0.073	0.119	0.168	0.007	0.421	0.534	0.236	-
3	0.338	0.266	0.196	0.025	0.232	0.453	0.093	0.010	0.331	0.057	0.040	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 1 พบว่าในเดือนกรกฎาคม 2551 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างในฤดูฝน พื้นที่หน้าตัดของ รากที่พบมากที่สุดคือ ดันที่ 3 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร ที่ช่วงชั้นความลึกของดิน 26-50 เซนติเมตร มีค่าพื้นที่หน้าตัดของรากเท่ากับ 0.497 ตารางเซนติเมตร และพบว่าพื้นที่หน้าตัดของรากที่ พบน้อยที่สุดคือ ดันที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร ที่ช่วงชั้นความลึกของดิน 26-50 เซนติเมตร มีค่าพื้นที่หน้าตัดของรากเท่ากับ 0.015 ตารางเซนติเมตร และในเดือนมีนาคม 2552 ซึ่งเป็น การเก็บตัวอย่างในฤดูแล้ง พื้นที่หน้าตัดของรากที่พบมากที่สุดคือ ดันที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร ที่ช่วงชั้นความลึกของดิน 51-75 เซนติเมตร มีค่าพื้นที่หน้าตัดของรากเท่ากับ 0.694 ตาราง เซนติเมตร และพบว่าพื้นที่หน้าตัดของรากที่พบน้อยที่สุดคือ ดันที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร ที่ช่วงชั้นความลึกของดิน 76-100 เซนติเมตร มีค่าพื้นที่หน้าตัดของรากเท่ากับ 0.007 ตาราง เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 พื้นที่หน้าตัดของรอกปาล์มน้ำมัน จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core

ตารางที่ 3 พื้นที่หน้าตัดของรอกปาล์มที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอกปาล์มน้ำมัน เดือน กรกฎาคม 2551 และเดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core

ระยะห่าง (m)	เดือนกรกฎาคม			เดือนมีนาคม		
	ช่วงชั้นความลึก (cm)			ช่วงชั้นความลึก (cm)		
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
1 m	0.030	0.219	0.140	0.005	0.006	0.233
2 m	0.130	0.038	0.002	0.038	0.089	0.355
3 m	0.035	0.051	0.072	0.114	0.046	0.165

จากตารางที่ 3 พื้นที่หน้าตัดของรอกที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอก เดือนกรกฎาคม 2551 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core พบว่าพื้นที่หน้าตัดของรอกที่พบมากที่สุดคือ ระยะห่างจากต้นปาล์ม น้ำมัน 1 เมตร ที่ช่วงชั้นความลึกของดิน 10-20 เซนติเมตร มีค่าพื้นที่หน้าตัดของรอกเท่ากับ 0.219 ตารางเซนติเมตร และพบว่าพื้นที่หน้าตัดของรอกที่พบน้อยที่สุดคือ ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร ที่ช่วงชั้นความลึกของดิน 20-30 เซนติเมตร มีค่าพื้นที่หน้าตัดของรอกเท่ากับ 0.002 ตารางเซนติเมตร และในเดือนมีนาคม 2552 พบว่าพื้นที่หน้าตัดของรอกที่พบมากที่สุดคือ ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร ที่ช่วงชั้นความลึกของดิน 20-30 เซนติเมตร มีค่าพื้นที่หน้าตัดของรอกเท่ากับ 0.355 ตารางเซนติเมตร และพบว่าพื้นที่หน้าตัดของรอกที่พบน้อยที่สุดคือ ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร ที่ช่วงชั้นความลึกของดิน 0-10 เซนติเมตร มีค่าพื้นที่หน้าตัดของรอกเท่ากับ 0.005 ตารางเซนติเมตร

2. ค่าความยาวเส้นรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรอกปาล์มที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอกปาล์ม น้ำมัน เดือนกรกฎาคม 2551 และเดือนมีนาคม 2552

2.1 ความยาวเส้นรอบวงของพื้นที่หน้าตัดรอกปาล์มน้ำมัน จากการเก็บดินและรอกโดยใช้ Drilling-crown auger

ตารางที่ 4 ความยาวเส้นรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรอกปาล์มน้ำมันที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอกปาล์ม เดือนกรกฎาคม 2551 จากการเก็บเก็บดินและรอกโดยใช้ Drilling Crown auger

ระยะห่าง (m)	ต้น 1				ต้น 2				ต้น 3			
	ช่วงชั้นความลึก (cm)				ช่วงชั้นความลึก (cm)				ช่วงชั้นความลึก (cm)			
	0-25	26-50	51-75	76-100	0-25	26-50	51-75	76-100	0-25	26-50	51-75	76-100
1	6.974	4.396	-	-	7.908	5.455	-	-	7.230	5.936	-	-
2	7.752	5.904	-	-	4.600	3.863	-	-	8.810	6.342	-	-
3	8.983	6.069	-	-	4.235	6.243	-	-	5.789	5.560	-	-

ตารางที่ 5 ความยาวเส้นรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรอกปาล์มน้ำมันที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอกปาล์ม เดือนมีนาคม ปี 2552 จากการเก็บเก็บดินและรอก โดยใช้ Drilling-crown auger

ระยะห่าง (เมตร)	ต้น 1				ต้น 2				ต้น 3			
	ช่วงชั้นความลึก cm				ช่วงชั้นความลึก cm				ช่วงชั้นความลึก cm			
	0-25	26-50	51-75	76-100	0-25	26-50	51-75	76-100	0-25	26-50	51-75	76-100
1	4.170	7.138	7.860	0.888	8.541	5.031	8.374	-	7.297	4.990	4.749	-
2	4.752	6.749	7.766	0.398	2.948	4.403	4.533	0.210	7.899	7.906	4.953	-
3	8.544	7.519	3.596	0.475	6.526	7.626	3.555	0.610	7.848	2.320	2.739	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4 พบว่าในเดือนกรกฎาคม 2551 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างในฤดูฝน ความยาวเส้นรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรากมากที่สุด คือ ต้นที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 3 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 0-25 cm มีค่าเส้นความยาวรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรากเท่ากับ 8.983 เซนติเมตร และ ค่าเส้นความยาวรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรากน้อยที่สุด คือ ต้นที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 26-50 cm มีค่าเส้นความยาวรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรากเท่ากับ 3.863 เซนติเมตร และพบว่าในเดือนมีนาคม 2552 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างในฤดูแล้ง ความยาวเส้นรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรากมากที่สุด คือ ต้นที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 3 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 0-25 cm มีค่าเส้นความยาวรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรากเท่ากับ 8.544 เซนติเมตร และ ค่าเส้นความยาวรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรากน้อยที่สุด คือ ต้นที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 76-100 cm มีค่าเส้นความยาวรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรากเท่ากับ 0.210 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 5

2.2 ตารางแสดงค่าความยาวเส้นรอบวงของพื้นที่หน้าตัดรากปาล์มน้ำมันจากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core

ตารางที่ 6 ความยาวเส้นรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรากปาล์มน้ำมันที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรากปาล์ม เดือนกรกฎาคม 2551 และเดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core

ระยะห่าง	เดือนกรกฎาคม			เดือนมีนาคม		
	ช่วงชั้นความลึก cm	ช่วงชั้นความลึก cm	ช่วงชั้นความลึก cm	ช่วงชั้นความลึก cm	ช่วงชั้นความลึก cm	ช่วงชั้นความลึก cm
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
1 m	1.173	5.204	2.919	0.387	0.354	4.716
2 m	3.986	1.701	0.301	1.696	2.315	3.931
3 m	1.509	2.350	1.740	3.728	1.532	3.782

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 6 ความยาวเส้นรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรอกที่ได้จากการ Digitize ภาพถ่ายรอก ปาล์มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม 2551 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core พบว่าค่าเส้นความยาวรอบวงของ พื้นที่หน้าตัดของรอกมากที่สุด คือ ดันที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 0-10 cm มีค่าเส้นความยาวรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรอกเท่ากับ 3.986 เซนติเมตร และ ค่าเส้นความยาวรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรอกน้อยที่สุด คือ ดันที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร ช่วงชั้น ความลึกของดิน 20-30 cm มีค่าเส้นความยาวรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรอกเท่ากับ 0.301 เซนติเมตร และในเดือนมีนาคม 2552 พบว่าค่าเส้นความยาวรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรอกมากที่สุด คือ ดันที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 3 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 20-30 cm มีค่าเส้นความยาวรอบวงของ พื้นที่หน้าตัดของรอกเท่ากับ 3.782 เซนติเมตร และ ค่าเส้นความยาวรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรอก น้อยที่สุด คือ ดันที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 0-10 cm มีค่าเส้น ความยาวรอบวงของพื้นที่หน้าตัดของรอกเท่ากับ 0.387 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 6



3. ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกปาล์มที่ได้จากการเก็บตัวอย่างดินรอบต้นปาล์ม เดือนกรกฎาคม เดือนพฤศจิกายน เดือนมกราคม และเดือนมีนาคม ปี 2551

3.1 ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกปาล์มน้ำมัน จากการเก็บเก็บดินและรากโดยใช้ Drilling crown auger

ตารางที่ 7 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกปาล์มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม ปี 2551 จากการเก็บดินและรากโดยใช้ Drilling-crown auger

ช่วงความลึก (cm)	ขนาดรอกปาล์ม	ต้นที่ 1			ต้นที่ 2			ต้นที่ 3		
		ระยะห่างจากต้นปาล์ม			ระยะห่างจากต้นปาล์ม			ระยะห่างจากต้นปาล์ม		
		1 m	2 m	3 m	1 m	2 m	3 m	1 m	2 m	3 m
0-25	เล็ก	0.271	0.203	0.132	0.463	0.193	0.203	0.199	0.179	0.194
	กลาง	0.853	0.731	1.005	1.090	0.888	0.659	0.680	0.741	0.991
	ใหญ่	2.626	3.031	3.325	2.642	2.140	3.781	2.823	3.282	4.338
26-50	เล็ก	0.335	0.233	0.162	0.188	0.169	0.195	0.193	0.201	0.172
	กลาง	1.164	0.635	1.088	1.407	0.721	0.952	0.890	1.159	0.988
	ใหญ่	3.664	2.566	6.102	6.204	4.384	5.939	4.597	4.463	3.910
51-75	เล็ก	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	กลาง	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ใหญ่	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76-100	เล็ก	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	กลาง	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ใหญ่	-	-	-	-	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกปาล์มน้ำมัน เดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บดินและรอกโดยใช้ Drilling-crown auger

ช่วงความลึก cm	ขนาดรอกปาล์ม	คันที่ 1			คันที่ 2			คันที่ 3		
		ระยะห่างจากคันปาล์ม			ระยะห่างจากคันปาล์ม			ระยะห่างจากคันปาล์ม		
		1 m	2 m	3 m	1 m	2 m	3 m	1 m	2 m	3 m
0-25	เล็ก	0.183	0.203	0.206	0.231	0.219	0.233	0.217	0.196	0.203
	กลาง	1.084	1.160	0.975	0.959	1.019	0.977	1.179	1.035	1.030
	ใหญ่	5.951	2.800	3.033	2.305	0.000	2.506	3.146	3.141	2.313
26-50	เล็ก	0.177	0.214	0.196	0.232	0.238	0.204	0.225	0.178	0.199
	กลาง	1.043	1.108	1.096	0.980	1.050	0.956	1.088	1.081	1.190
	ใหญ่	6.137	5.583	4.903	4.399	2.500	3.067	5.768	5.358	-
51-75	เล็ก	0.169	0.161	0.141	0.219	0.186	0.203	0.195	0.227	0.192
	กลาง	1.032	0.824	1.095	1.170	1.014	1.133	1.058	1.036	1.162
	ใหญ่	5.313	4.103	-	5.825	5.490	4.293	4.425	4.968	4.763
76-100	เล็ก	0.120	0.078	0.165	0.168	0.168	0.153	-	-	-
	กลาง	0.985	1.163	1.153	1.098	-	-	-	-	-
	ใหญ่	-	-	-	2.173	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 7 พบว่าในเดือนกรกฎาคม 2551 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างในฤดูฝน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกมากที่สุดของรอกขนาดใหญ่ คือ ดันที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 26-50 cm มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกปาล์มเท่ากับ 6.204 มิลลิเมตร และ ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกน้อยที่สุดของรอกขนาดใหญ่ คือ ดันที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 26-50 cm มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก เท่ากับ 2.566 มิลลิเมตร ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกมากที่สุดของรอกขนาดกลาง คือ ดันที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 26-50 cm มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกเท่ากับ 1.164 มิลลิเมตร และ ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกน้อยที่สุดของรอกขนาดกลาง คือ ดันที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 26-50 cm มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก เท่ากับ 0.635 มิลลิเมตร ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกมากที่สุดของรอกขนาดเล็ก คือ ดันที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 0-25 cm มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกเท่ากับ 0.463 มิลลิเมตร และ ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกน้อยที่สุดของรอกขนาดเล็ก คือ ดันที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 3 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 0-25 cm มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก เท่ากับ 0.132 มิลลิเมตร และพบว่าในเดือนมีนาคม 2552 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างในฤดูแล้ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกมากที่สุดของรอกขนาดใหญ่ คือ ดันที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 26-50 cm มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกเท่ากับ 6.137 มิลลิเมตร และ ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกน้อยที่สุดของรอกขนาดใหญ่ คือ ดันที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 76-100 cm มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก เท่ากับ 2.173 มิลลิเมตร ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกมากที่สุดของรอกขนาดกลาง คือ ดันที่ 3 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 3 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 26-50 cm มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกเท่ากับ 1.190 มิลลิเมตร และ ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกน้อยที่สุดของรอกขนาดกลาง คือ ดันที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 3 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 26-50 cm มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก เท่ากับ 0.956 มิลลิเมตร ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกมากที่สุดของรอกขนาดเล็ก คือ ดันที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 3 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 0-25 cm มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกเท่ากับ 0.233 มิลลิเมตร และ ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกน้อยที่สุดของรอกขนาดเล็ก คือ ดันที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 76-100 cm มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก เท่ากับ 0.120 มิลลิเมตร ดังแสดงในตารางที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากปาล์ม จากการเก็บเก็บดินแบบ Core

ตารางที่ 9 แสดงค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากปาล์มน้ำมันเดือนกรกฎาคม 2551 และเดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บเก็บดินแบบ Core

ระยะห่าง (m)	ขนาด	เดือนกรกฎาคม			เดือนมีนาคม		
		ช่วงชั้นความลึก (cm)			ช่วงชั้นความลึก (cm)		
		0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
1	เล็ก	0.350	0.255	0.205	0.258	0.213	0.195
	กลาง	0.858	0.800	1.003	0.658	1.043	0.823
	ใหญ่	1.800	-	-	1.953	6.905	-
2	เล็ก	0.265	0.330	0.310	0.253	0.233	0.223
	กลาง	0.618	1.083	-	-	0.965	-
	ใหญ่	1.813	2.023	-	-	4.508	6.680
3	เล็ก	0.260	0.275	0.351	0.250	0.255	0.238
	กลาง	0.700	0.955	-	-	1.330	0.610
	ใหญ่	-	-	-	-	-	2.440

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 น้ำหนักแห้งของรอกปาล์มที่ได้จากการเก็บตัวอย่างดินรอบต้นปาล์ม เดือนกรกฎาคม 2551 และเดือนมีนาคม 2552

4.1 น้ำหนักแห้งของรอกปาล์มที่ได้จากการเก็บดินและรอกโดยใช้ Drilling-crown auger

ตารางที่ 10 น้ำหนักแห้งของรอกปาล์มน้ำมันเดือนกรกฎาคม 2551 จากการเก็บดินและ รอกโดยใช้ Drilling-crown auger

ระยะห่าง (m)	ต้น 1				ต้น 2				ต้น 3			
	ช่วงชั้นความลึก (cm)				ช่วงชั้นความลึก (cm)				ช่วงชั้นความลึก (cm)			
	0-25	26-50	51-75	76-100	0-25	26-50	51-75	76-100	0-25	26-50	51-75	76-100
1	2.898	3.281	-	-	3.498	8.265	-	-	2.118	6.918	-	-
2	2.242	1.779	-	-	1.957	3.682	-	-	2.193	2.114	-	-
3	2.645	4.801	-	-	2.558	1.760	-	-	4.268	1.901	-	-

ตารางที่ 11 น้ำหนักแห้งของรอกปาล์มน้ำมัน เดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บดินและรอกโดยใช้ Drilling-crown auger

ระยะห่าง (m)	ต้น 1				ต้น 2				ต้น 3			
	ช่วงชั้นความลึก (cm)				ช่วงชั้นความลึก (cm)				ช่วงชั้นความลึก (cm)			
	0-25	26-50	51-75	76-100	0-25	26-50	51-75	76-100	0-25	26-50	51-75	76-100
1	2.495	2.808	2.516	0.079	0.800	1.497	4.459	0.196	2.261	2.492	2.514	-
2	0.997	2.381	1.241	0.054	0.494	0.883	2.174	0.018	1.858	4.646	1.278	-
3	2.111	1.698	0.594	0.041	1.130	1.463	0.492	0.025	1.607	0.396	0.811	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 10 พบว่าในเดือนกรกฎาคม 2551 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างในฤดูฝน น้ำหนักแห้งของรอกมากที่สุด คือ ดันที่ 3 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 26-50 cm มีค่าน้ำหนักแห้งของรอก เท่ากับ 6.918 กรัม และ ค่าน้ำหนักแห้งของรอกน้อยที่สุด คือ ดันที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 3 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 26-50 cm มีค่าน้ำหนักแห้งของรอก เท่ากับ 1.760 กรัม และพบว่าในเดือนมีนาคม 2552 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างในฤดูแล้ง น้ำหนักแห้งของรอกมากที่สุด คือ ดันที่ 3 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 26-50 cm มีค่าน้ำหนักแห้งของรอก เท่ากับ 4.646 กรัม และ ค่าน้ำหนักแห้งของรอกน้อยที่สุด คือ ดันที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 76-100 cm มีค่าน้ำหนักแห้งของรอก เท่ากับ 0.018 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 11

4.2 ค่าน้ำหนักแห้งของรอกปาล์มที่ได้จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core

ตารางที่ 12 น้ำหนักรอกแห้งของปาล์ม เดือนกรกฎาคม 2551 และเดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core

ระยะห่าง (m)	เดือนกรกฎาคม			เดือนมีนาคม		
	ช่วงชั้นความลึก (cm)			ช่วงชั้นความลึก (cm)		
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
1 m	0.187	0.162	0.156	0.084	0.446	0.157
2 m	0.235	0.263	0.025	0.068	0.370	0.500
3 m	0.103	0.175	0.110	0.217	0.083	0.116

จากตารางที่ 12 น้ำหนักรอกแห้งของปาล์ม เดือนกรกฎาคม 2551 และเดือนมีนาคม ปี 2552 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core พบว่าค่าน้ำหนักแห้งของรอกมากที่สุด คือ เดือนมีนาคม ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 20-30 cm มีค่าน้ำหนักแห้งของรอก เท่ากับ 0.500 กรัม และ ค่าน้ำหนักแห้งของรอกน้อยที่สุด คือ เดือนกรกฎาคม ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 3 เมตร ช่วงชั้นความลึกของดิน 0-10 cm มีค่าน้ำหนักแห้งของรอก เท่ากับ 0.103 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 12

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาการวัดการกระจายของรากล้ำน้ำมันนั้น จากค่าหน้าตัดรากล้ำน้ำมันที่เส้นรอบวงและค่าหน้าหนักของรากล้ำน้ำมันที่ได้จากการ digitizer จากการเก็บตัวอย่างที่ 2 เดือนที่ปรากฏนั้น พบว่า ปริมาณพื้นที่หน้าตัดรากล้ำน้ำมันและเส้นรอบวงของรากล้ำน้ำมันมีความหนาแน่นอยู่ที่ช่วงความลึก 0-25 เซนติเมตร ซึ่งความสัมพันธ์เช่นนี้ พบได้ในการศึกษาค้นระยะความยาวและความลึกของรากล้ำน้ำมันที่มีความหนาแน่นอยู่ที่ช่วงชั้นความลึกแรกของชั้นความลึกดิน (Snyman, 2005) และความสัมพันธ์ของรากล้ำน้ำมันในทฤษฎีความสัมพันธ์ของ Isabel et al. (2001) เมื่อค่าของพื้นที่หน้าตัดดินและค่าเส้นรอบวงที่ตรวจสอบแต่ละด้านที่ศึกษาทั้งแบบที่เก็บ โดยวิธี Drilling-crown auger และวิธี Core ในการทดลองจากการถ่ายรูป แสดงค่าในทางลักษณะมุมของแต่ละด้านตัวอย่างดิน และค่าเส้นผ่านศูนย์กลางรากล้ำน้ำมันและเส้นรอบวงของรากล้ำน้ำมันไม่สม่ำเสมอในแต่ละชั้นตามชั้นความลึก ซึ่งแสดงได้ว่ามีความผันแปรในการวัดการกระจายตัวของรากล้ำน้ำมัน และมีลักษณะมุมสามมิติแบบ isotropic

ค่าข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางรากล้ำน้ำมันที่ได้จากการทดลองนี้ พบว่า ระยะห่างจากต้นรากล้ำน้ำมันทั้ง 3 ระยะ มีความสัมพันธ์กับค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของรากล้ำน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่ โดยค่าเส้นผ่านศูนย์กลางรากล้ำน้ำมันโดยรวม จะมีค่าลดลงตามระยะ 1, 2 และ 3 เมตร ตามลำดับ และค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของรากล้ำน้ำมันขนาดใหญ่จะใหญ่ขึ้นตามความลึกของชั้นดิน ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ (Kawata and Katano, 1976) และความสัมพันธ์มุมรากล้ำน้ำมันและเส้นผ่านศูนย์กลางของรากล้ำน้ำมันในงานทดลอง (วิไลวรรณ, 2542) ที่กล่าวไว้ว่า รากล้ำน้ำมันที่เส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่จะเจริญเติบโตลงในแนวตั้ง ส่วนรากล้ำน้ำมันที่เส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กจะเจริญเติบโตในแนวนอนอยู่บริเวณผิวดิน

ส่วนอิทธิพลที่มีผลต่อการกระจายของรากล้ำน้ำมันนั้น ด้านความชื้นนั้น รากล้ำน้ำมันต้องการความชื้นในดินที่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี โดยการแพร่กระจายตัวของรากล้ำน้ำมันนั้น ต้องมีความสัมพันธ์กับความชื้นในดินและการระบายความชื้นในดินด้วย ซึ่งในเดือนกรกฎาคมนั้นปริมาณความชื้นในดินพอเหมาะ ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูที่มีปริมาณน้ำฝนที่พอเพียงและสภาพแวดล้อมมีความเหมาะสมต่อรากล้ำน้ำมัน (Russell, 1977) พบว่าการเจริญเติบโตของรากล้ำน้ำมันและยอดมีความสัมพันธ์กันในสภาพแวดล้อมที่คงที่ ส่วนเดือนมีนาคมนั้น ความชื้นในดินมีค่าลดลงและระดับน้ำใต้ดินนั้นมีค่าต่ำลงเนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูแล้ง จึงทำให้การแพร่กระจายของรากล้ำน้ำมันถูกจำกัดขึ้นเนื่องจากความชื้นในดิน จึงทำให้ระบบรากล้ำน้ำมันมีการขยับลึกและแพร่กระจายตัวของรากล้ำน้ำมันไปในดิน เพื่อช่วยให้มีการดูดน้ำในดินชั้นที่อยู่ลึกลงไปได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือเป็นการปรับสรีรวิทยาของรากล้ำน้ำมัน (อภิพรธ และคณะ, 2529) และจึงทำให้ค่าผลการทดลองที่ได้ในเดือนมีนาคมนี้ มีความแปรปรวนในการกระจายน้ำหนักของรากล้ำน้ำมันในระยะห่างและแต่ละชั้นความลึก (Russell, 1977) และแสดงให้เห็นว่ารากล้ำน้ำมันนั้นมีการปรับตัวในช่วงสภาพอากาศที่แห้งแล้งโดยการขยับลึกของรากล้ำน้ำมันที่ตอบสนองต่อการขาดแคลนน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการทดลองของรากพืชตระกูลถั่ว เมื่อได้รับผลกระทบจากสภาวะขาดน้ำ (Sdoodee, 1990) และ (Benjamin and Nielsen, 2005)

จากการทดลองศึกษาปริมาณการกระจายของรากโดยวิธี Image Analysis แล้วนั้น ค่าข้อมูลของพื้นที่หน้าตัดรากและเส้นรอบวงของรากปาล์มน้ำมันมีค่าที่ผันแปร เนื่องจาก ปริมาณรากที่ปรากฏในพื้นที่หน้าตัดดินที่ตรวจสอบจากการถ่ายรูปแต่ละด้านที่ศึกษา ซึ่งจำนวนของราก แสดงปริมาณในทางลักษณะส่วนของแต่ละด้านตัวอย่างดินและในส่วนของค่าน้ำหนักแห่งนั้น ค่าน้ำหนักแห้ง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามชั้นความลึกดินและค่าน้ำหนักจะลดลงตามระยะห่างจากดิน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า วิธีการทั้งสองวิธีการนี้ มีประสิทธิภาพสำหรับใช้ในการศึกษาปริมาณการกระจายของรากปาล์มน้ำมัน โดยวิธีการ Image Analysis ใช้สำหรับศึกษาในเชิงรูปแบบพื้นที่ลักษณะสามมิติ เนื่องจากรูปแบบการกระจายของรากปาล์มน้ำมันสามารถศึกษาได้จากแต่ละด้านของชั้นดิน ส่วนวิธีการชั่งน้ำหนักแห้งของรากปาล์มน้ำมันนั้น เป็นวิธีการที่สามารถวัดค่าน้ำหนักรากแห้งของปาล์มน้ำมัน ได้จากปริมาตรของดินตัวอย่างที่ได้มาจากการเก็บศึกษาโดยตรง และหากนำวิธีการทั้งสองวิธีการนี้มาใช้ศึกษาการกระจายของรากปาล์มรวมกันแล้วนั้นจะทำให้การศึกษามีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากสามารถดูการกระจายของรากปาล์มได้ทั้งพฤติกรรมการกระจายในเชิงพื้นที่สามมิติ และสามารถบอกค่าขนาดของรากปาล์มน้ำมันได้ว่าเป็นไปในทางลักษณะใด และความสัมพันธ์ทางปัจจัยสิ่งแวดล้อมใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อวิธีการกระจายของรากปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ลุ่ม อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาผลของสภาพแวดล้อม ว่ามีผลกระทบต่อการกระจายของรากปาล์มน้ำมันอย่างไรบ้าง ซึ่งจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมขึ้นในอนาคต

จากข้อมูลผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่าปริมาณการกระจายของรากปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ลุ่ม จังหวัดปทุมธานีนั้น มีปริมาณการกระจายของปริมาณรากปาล์มน้ำมันในพื้นที่ลุ่มนั้นดี มีความเพียงพอและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยรูปแบบการกระจายนั้นมีการกระจายไปอย่างกว้าง ในแนวนอน ซึ่งมีระยะการกระจายออกไปไกลถึง 3 เมตร และในแนวตั้งนั้นมีระบบรากขนาดใหญ่ที่สามารถหยั่งลึกลงไปได้ถึงระดับน้ำใต้ดิน ทั้งนี้การกระจายของรากปาล์มน้ำมันนั้นยังขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการกระจายของรากปาล์มน้ำมันอีกด้วย (ศักดิ์ศิลป์ และคณะ, 2541) (อภิพรธ และคณะ, 2529) โดยดูจากข้อมูลผลการทดลองในทั้ง 2 เดือน ที่ระดับน้ำใต้ดินลดลงในชั้นความลึกที่ต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปาล์มน้ำมันนั้นมีการหยั่งลึกกระจายตัวลงไปในดินเพื่อหาความชื้นและการดูดใช้น้ำและธาตุอาหาร ทั้งนี้ทั้งนั้นการกระจายของรากปาล์มน้ำมันยังขึ้นอยู่กับปัจจัยของชนิดพืชพันธุ์ปาล์มน้ำมันอีกด้วย

รากในแนวนอนนั้น จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้ง แต่จะไม่มีผลต่อการชะงักการเจริญเติบโต เพราะรากปาล์มน้ำมันยังคงสามารถแผ่ขยายลงไปในแนวตั้งได้ แต่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ดังนั้น ควรมีการเพิ่มปริมาณความชื้นในชั้นผิวดินควบคู่กับการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมในช่วงฤดูแล้ง หรือในช่วงเวลาที่มีการลดลงของระดับน้ำใต้ดินเกิดขึ้น เนื่องจากปริมาณรากปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่มีการแผ่ขยายของรากอยู่ที่ช่วงชั้นความลึก 26-50 เซนติเมตร

4. การวัดปริมาณการแผ่ขยายของรากปาล์มน้ำมันด้วยวิธีการชั่งน้ำหนักมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี image analysis แต่ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของทั้ง 2 วิธี ได้ข้อสรุปไม่แตกต่างกัน แต่วิธีการ image analysis นั้นอาจมีโอกาสผิดพลาดจากขั้นตอนการเก็บข้อมูลในสภาพพื้นที่เก็บตัวอย่างและขั้นตอนการถ่ายภาพ การ Digitize และการใช้สเกลเวอร์เนียร์ แต่การชั่งน้ำหนักมีขั้นตอนการทำงานน้อยกว่าและใช้เวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลได้รวดเร็วและข้อมูลได้จากการชั่งน้ำหนักคิดโดยตรง



เอกสารอ้างอิง

กันต์ชนกร จอมรัชย์. 2550. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่ส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมันในจังหวัดตราด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วัฒนชัย พงษ์นาค. 2547. เอกสารประกอบการสอนวิชา การจัดการดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิไลวรรณ เกิดสีทอง. 2542. ความสัมพันธ์ระหว่างมุมของรากและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากข้าว. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล, วินาภรณ์ กุฎิรัตน์ และกิจจารักษ์ วงษ์กุลละ. 2541. เอกสารวิชาการเรื่องปาล์มน้ำมัน, กองส่งเสริมพืชไร่ กรมส่งเสริมการเกษตร

อภิพรธม พุกภักดี ไสว พงษ์เก่า และวิจารย์ วิชชุกิจ. 2529 เอกสารคำสอนวิชา พร.451 สรีรวิทยาการผลิตพืช ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

Benjamin, J.G. and D.C. Nielsen. 2005. Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. *Field Crops Research* 97 (2006) 248–253

Caldwell, M.M. and R.A. Virginia. 1989. In R.W. Pearcy et al. (eds.): *Plant Physiological Ecology. Field Methods and Instrumentation*. Chapman and Hall, London : 367-398.

Gardner, F.P., B.R. Pearce and R.L. Mitchell. 1985. *Physiology of Crop Plants*. Iowa State University Press, U.S.A.

Gollan, T., N.C. Turner and E.D. Schulze. 1985. *Oecologia* 65 : 356-362.

Guha, M.M. 1986. *Agro-Climatic and Soil Factors in Land Use Planning for Oil Palm Development in Thailand*. Oil Palm Research and Development Project (UNDP/FAO/DOA). (P72.)

Isabel Lopez-Zamora, Newton Falcao, N.B. Comerford and N.F. Barros. 2001. Root isotropy and an evaluation of a method for measuring root distribution in soil trenches. *Forest Ecology and Management* 166 (2002) 303-310

Kawata, S., and M. Katano. 1976. On the direction of crown root growth of rice plants. *Jpn. J. Crop Sci.* 45 : 471-483

Kawata, S., K. Yamazaki, K. Ishihara, H. Shibayama and K. Lai. 1963. Studies on root system formation in rice plants in a paddy. *Proc. Crop Sci. Soc. Jpn.* 32 : 163-180.

Russell, R.S. 1977. *Plant Root Systems : Their function and interaction with the soil*. McGraw-Hill

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Book Company (UK) Limited, London.

Sdoodee, S. 1990. Adaptive Mechanisms of Blackgram (*Vigna mungo* (L.) Hepper) and Pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) to Water Stress at Different Growth Stages. Ph.D. Thesis, Univ. of Queensland, Australia.

Snyman, H.A. 2005. Root distribution with changes in distance and depth of two-year-old cactus pears *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* plants. South Africa Journal of Botany 72 (2006) 434-441

Turner, N.C., E.D. Schulze and T. Gollan. 1985. *Oecologia* 65 : 348-355.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 พื้นที่หน้าตัดและความยาวเส้นรอบวงรากปาล์มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม 2551

ต้นที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง (cm)
0-25	0-7	0.064	1.389
	7-15	0.177	2.636
	15-23	0.121	2.591
	23-25	0.007	0.358
	รวม	0.369	6.974
26-50	26-41	0.061	2.834
	41-50	0.070	1.562
	-	-	-
	-	-	-
	รวม	0.131	4.396
51-75	51-60	0.164	2.981
	-	-	-
	รวม	0.164	2.981

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ต้นไม้ที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-8	0.168	3.092
	8-15	0.039	1.193
	15-22	0.180	2.430
	22-25	0.052	1.036
	รวม	0.439	7.752
26-50	26-31	0.104	2.073
	31-40	0.106	2.286
	40-50	0.038	1.545
	-	-	-
	รวม	0.248	5.904
51-75	51-54	0.015	0.618
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	รวม	0.015	0.618

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ชั้นที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 3 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-7	0.052	1.986
	7-13	0.116	2.731
	13-21	0.125	2.863
	21-25	0.065	1.403
	รวม	0.359	8.983
26-50	26-34	0.126	3.463
	34-44	0.039	0.886
	44-50	0.094	1.720
	-	-	-
	รวม	0.258	6.069
51-75	-	-	-
	รวม	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ต้นไม้ที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง (cm)
0-25	0-8	0.162	2.793
	8-13	0.079	2.487
	13-19	0.068	1.779
	19-25	0.018	0.848
	รวม	0.327	7.908
26-50	26-29	0.058	1.570
	29-41	0.090	2.464
	41-50	0.083	1.421
	-	-	-
	รวม	0.232	5.455

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ชั้นที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-10	0.028	1.128
	10-18	0.112	2.505
	18-25	0.052	0.967
	-	-	-
	รวม	0.192	4.600
26-50	26-32	0.076	0.845
	32-41	0.025	1.467
	41-50	0.064	1.551
	-	-	-
	รวม	0.165	3.863

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ชั้นที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 3 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-13	0.086	2.177
	13-23	0.039	1.751
	23-25	0.054	0.307
	-	-	-
	รวม	0.179	4.235
26-50	26-32	0.187	1.703
	32-41	0.039	2.287
	41-46	0.152	2.253
	-	-	-
	รวม	0.378	6.243

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ต้นที่ 3 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง (cm)
0-25	0-8	0.054	0.829
	8-13	0.023	1.216
	13-18	0.057	1.882
	18-25	0.148	3.303
	รวม	0.282	7.230
26-50	26-29	0.082	1.505
	29-36	0.076	1.509
	36-44	0.251	1.673
	44-50	0.088	1.249
	รวม	0.497	5.936
ต้นที่ 3 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง (cm)
0-25	0-9	0.070	2.308
	9-15	0.046	1.685
	15-20	0.040	1.930
	20-25	0.306	2.887
	รวม	0.462	8.810
26-50	26-29	0.026	1.110
	29-34	0.148	2.572
	34-39	0.039	1.246
	39-50	0.024	1.413
รวม	0.236	6.342	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ชั้นที่ 3 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 3 เมตร

ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-10	0.047	1.238
	10-16	0.028	1.540
	16-21	0.085	1.907
	21-28	0.056	1.104
	รวม	0.216	5.789
26-50	28-34	0.078	1.957
	34-40	0.062	1.839
	40-53	0.073	1.764
	-	-	-
	รวม	0.213	5.560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 พื้นที่หน้าตัดและความยาวเส้นรอบวงรากปาล์มน้ำมัน เดือนมีนาคม 2552

ต้นที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร			
ช่วงความถี่ (cm)	ความถี่สะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-10	0.046	1.312
	10-16	0.033	1.094
	16-22	0.027	1.520
	22-25	0.004	0.245
	รวม	0.110	4.170
26-50	26-30	0.016	0.409
	30-36	0.120	1.818
	36-42	0.024	1.222
	42-50	0.234	3.689
	รวม	0.394	7.138
51-75	51-55	0.423	2.312
	55-62	0.049	0.984
	62-67	0.061	2.305
	67-75	0.161	2.259
	รวม	0.694	7.860
76-100	76-80	0.178	0.888
	-	-	-
	-	-	-
	รวม	0.178	0.888

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชั้นที่ 1 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-6	0.021	1.096
	6-10	0.013	0.637
	10-16	0.041	1.221
	16-25	0.037	1.798
	รวม	0.112	4.752
26-50	26-31	0.068	0.889
	31-38	0.148	2.363
	38-44	0.023	1.087
	44-50	0.122	2.410
	รวม	0.361	6.749
51-75	51-55	0.085	1.593
	55-60	0.218	2.755
	60-67	0.079	1.899
	67-75	0.057	1.519
	รวม	0.438	7.766
76-100	76-80	0.034	0.398
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	รวม	0.034	0.398

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชั้นที่ 1 ระยะห่างจากดินป่าลุ่มน้ำมัน 3 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-6	0.045	1.680
	6-11	0.102	1.937
	11-16	0.028	1.029
	16-25	0.163	3.898
	รวม	0.338	8.544
26-50	26-32	0.078	2.532
	32-42	0.041	1.667
	42-47	0.043	1.981
	47-53	0.104	1.340
	รวม	0.266	7.519
51-75	51-53	0.104	1.340
	53-58	0.049	1.323
	58-64	0.007	0.363
	64-75	0.036	0.570
	รวม	0.196	3.596
76-100	76-80	0.025	0.475
	-	-	-
	-	-	-
	รวม	0.025	0.475

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชั้นที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-7	0.151	4.863
	7-12	0.020	0.820
	12-18	0.074	1.323
	18-25	0.072	1.535
	รวม	0.317	8.541
26-50	26-29	0.025	0.966
	29-36	0.005	0.455
	36-40	0.007	0.499
	40-50	0.088	3.111
	รวม	0.125	5.031
51-75	50-60	0.299	4.157
	60-70	0.350	4.218
	รวม	0.648	8.374
76-100	-	-	-
	-	-	-
	รวม	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชั้นที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-8	0.012	0.811
	8-14	0.054	1.709
	14-24	-	-
	21-25	0.006	0.429
	รวม	0.073	2.948
26-50	26-34	0.056	1.753
	34-38	0.028	0.958
	38-44	0.028	0.958
	44-50	0.007	0.734
	รวม	0.119	4.403
51-75	51-56	0.092	1.758
	56-62	0.030	0.977
	62-68	0.037	1.312
	68-72	0.009	0.487
	รวม	0.168	4.533
76-100	72-80	0.007	0.210
	-	-	-
	-	-	-
	รวม	0.007	0.210

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชั้นที่ 2 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 3 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-6	0.146	2.776
	6-13	0.040	1.541
	13-20	0.027	1.331
	20-25	0.019	0.878
	รวม	0.232	6.526
26-50	26-30	0.153	2.759
	30-35	0.192	2.093
	35-40	0.051	1.085
	40-50	0.057	1.688
	รวม	0.453	7.626
51-75	51-56	0.053	1.217
	56-60	0.005	0.438
	60-70	0.003	0.386
	70-75	0.032	1.515
	รวม	0.093	3.555
76-100	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	รวม	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชั้นที่ 3 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 1 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-8	0.067	1.504
	8-15	0.205	3.258
	15-22	0.115	1.846
	22-25	0.026	0.688
	รวม	0.412	7.297
26-50	26-34	0.214	1.888
	34-40	0.013	0.554
	40-44	0.026	1.176
	44-50	0.047	1.373
	รวม	0.301	4.990
51-75	51-56	0.071	1.487
	56-62	0.135	2.066
	62-70	0.063	1.195
	-	-	-
	รวม	0.269	4.749
76-100	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	รวม	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ต้นไม้ที่ 3 ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน 2 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-7	0.281	3.254
	7-13	0.038	1.706
	13-20	0.041	1.723
	20-25	0.062	1.216
	รวม	0.421	7.899
26-50	26-32	0.093	1.565
	32-38	0.122	2.776
	38-44	0.315	3.237
	44-50	0.004	0.328
	รวม	0.534	7.906
51-75	51-56	0.017	1.111
	56-60	0.015	0.792
	60-65	0.193	2.109
	65-72	0.011	0.941
	รวม	0.236	4.953
76-100	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	รวม	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ชั้นที่ 3 ระยะห่างจากดินปาล์มน้ำมัน 3 เมตร			
ช่วงความลึก (cm)	ความลึกสะสม	Area	เส้นรอบวง
0-25	0-7	0.089	3.006
	7-14	0.135	2.164
	14-20	0.072	1.798
	20-25	0.036	0.881
	รวม	0.331	7.848
26-50	26-32	0.006	0.313
	32-37	0.016	0.549
	37-42	0.009	0.324
	42-48	0.026	1.134
	รวม	0.057	2.320
51-75	48-55	0.011	0.599
	55-60	0.016	0.993
	60-68	0.007	0.599
	68-73	0.005	0.548
	รวม	0.040	2.739
76-100	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	รวม	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 พื้นที่หน้าตัดและความยาวเส้นรอบวงรากปลั้มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม 2551 จาก

การเก็บตัวอย่างดินแบบ Core

ระยะห่างจากต้นปลั้มน้ำมัน (m)	ช่วงความลึก (cm)	Area	เส้นรอบวง
1	0 - 10	0.030	1.173
	10-20	0.219	5.204
	20-30	0.140	2.919
2	0 - 10	0.130	3.986
	10-20	0.038	1.701
	20-30	0.002	0.301
3	0 - 10	0.035	1.509
	10-20	0.051	2.350
	20-30	0.072	1.740

ตารางผนวกที่ 4 พื้นที่หน้าตัดและความยาวเส้นรอบวงรากปลั้มน้ำมัน เดือนมีนาคม 2552 จาก
การเก็บตัวอย่างดินแบบ Core

ระยะห่างจากต้นปลั้มน้ำมัน (m)	ช่วงความลึก (cm)	Area	เส้นรอบวง
1	0 - 10	0.005	0.387
	10-20	0.006	0.354
	20-30	0.233	4.716
2	0 - 10	0.038	1.696
	10-20	0.089	2.315
	20-30	0.355	3.931
3	0 - 10	0.114	3.728
	10-20	0.046	1.532
	20-30	0.165	3.782

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากปาล์มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม ปี 2551

	ช่วงความลึก (cm)	ขนาดราก	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)		
			1 m	2 m	3 m
ต้นที่ 1	0-25	เล็ก	0.271	0.203	0.132
		กลาง	0.853	0.731	1.005
		ใหญ่	2.626	3.031	3.325
	26-50	เล็ก	0.335	0.233	0.162
		กลาง	1.164	0.635	1.088
		ใหญ่	3.664	2.566	6.102
	51-75	เล็ก	0.110	-	-
		กลาง	0.440	-	-
		ใหญ่	1.233	-	-
ต้นที่ 2	0-25	เล็ก	0.463	0.193	0.203
		กลาง	1.090	0.888	0.659
		ใหญ่	2.642	2.140	3.781
	26-50	เล็ก	0.188	0.169	0.195
		กลาง	1.407	0.721	0.952
		ใหญ่	6.204	4.384	5.939
ต้นที่ 3	0-25	เล็ก	0.680	0.179	0.194
		กลาง	2.823	0.741	0.991
		ใหญ่	0.193	3.282	4.338
	25-50	เล็ก	0.890	0.201	0.172
		กลาง	4.597	1.159	0.988
		ใหญ่			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอกปาล์มน้ำมัน เดือนมีนาคม ปี 2552

	ช่วงความลึก (cm)	ขนาดรอก	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)		
			1 m	2 m	3 m
ชั้นที่ 1	0-25	เล็ก	0.183	0.203	0.206
		กลาง	1.084	1.160	0.975
		ใหญ่	5.951	2.800	3.033
	26-50	เล็ก	0.177	0.214	0.196
		กลาง	1.043	1.108	1.096
		ใหญ่	6.137	5.583	4.903
	51-75	เล็ก	0.169	0.161	0.141
		กลาง	1.032	0.824	1.095
		ใหญ่	5.313	4.103	0.000
76-100	เล็ก	0.120	0.078	0.165	
	กลาง	0.985	1.163	1.153	
	ใหญ่	-	-	-	
ชั้นที่ 2	0-25	เล็ก	0.231	0.219	0.233
		กลาง	0.959	1.019	0.977
		ใหญ่	2.305	0.000	2.506
	26-50	เล็ก	0.232	0.238	0.204
		กลาง	0.980	1.050	0.956
		ใหญ่	4.399	2.500	3.067
	51-75	เล็ก	0.219	0.186	0.203
		กลาง	1.170	1.014	1.133
		ใหญ่	5.825	5.490	4.293
76-100	เล็ก	0.168	0.168	0.153	
	กลาง	1.098	-	-	
	ใหญ่	2.173	-	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

		เล็ก	0.217	0.196	0.203
	0-25	กลาง	1.179	1.035	1.030
		ใหญ่	3.146	3.141	2.313
		เล็ก	0.225	0.178	0.199
	26-50	กลาง	1.088	1.081	1.190
		ใหญ่	5.768	5.358	0.000
		เล็ก	0.195	0.227	0.192
	51-75	กลาง	1.058	1.036	1.162
		ใหญ่	4.425	4.968	4.763
		เล็ก	-	-	-
	76-100	กลาง	-	-	-
		ใหญ่	-	-	-

ชั้นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากปาล์มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม 2551 จากการเก็บตัวอย่างดิน

แบบ Core

ช่วงความลึก (cm)	ขนาดราก	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)		
		1 m	2 m	3 m
0-10	เล็ก	0.35	0.27	0.26
	กลาง	0.86	0.62	0.70
	ใหญ่	1.80	1.81	-
10-20	เล็ก	0.26	0.33	0.32
	กลาง	0.80	1.08	0.28
	ใหญ่	-	2.02	0.96
20-30	เล็ก	0.21	0.31	-
	กลาง	1.00	-	0.41
	ใหญ่	-	-	0.35

ตารางผนวกที่ 8 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากปาล์มน้ำมัน เดือนมีนาคม 2552 จากการเก็บตัวอย่างดิน

แบบ Core

ช่วงความลึก (cm)	ขนาดราก	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)		
		1 m	2 m	3 m
0-10	เล็ก	0.26	0.25	0.25
	กลาง	0.66	-	-
	ใหญ่	1.95	-	-
10-20	เล็ก	0.21	0.23	0.26
	กลาง	1.04	0.97	1.33
	ใหญ่	6.91	4.51	-
20-30	เล็ก	0.20	0.22	0.24
	กลาง	0.82	-	0.61
	ใหญ่	-	6.68	2.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 น้ำหนักแห้งรากปาล์มน้ำมัน เดือนกรกฎาคม ปี 2551

ต้นที่ 1								
1 เมตร			2 เมตร			3 เมตร		
ช่วง	ความ	น้ำหนัก	ช่วง	ความ	น้ำหนัก	ช่วง	ความ	น้ำหนัก
ความลึก	ลึก	รากแห้ง	ความลึก	ลึก	รากแห้ง	ความลึก	ลึก	รากแห้ง
(cm)	สะสม	(g)	(cm)	สะสม	(g)	(cm)	สะสม	(g)
	0-7	0.8412		0-8	0.6799		0-7	0.8066
	7-15	0.8931		8-15	0.6678		7-13	0.2921
0-25	15-23	0.9310	0-25	15-22	0.7076	0-25	13-21	0.4887
	23-25	0.2322		22-25	0.1871		21-25	1.0574
		2.8975			2.2424			2.6448
	26-32	0.8125		26-31	0.3742		26-28	0.7930
	32-41	2.2198		31-40	1.2080		28-34	2.0340
26-50	41-50	0.2483	26-50	40-54	0.1967	26-50	34-44	1.4086
	-	-		-	-		44-54	0.5653
		3.2806			1.7789			4.8009
51-75	50-60	0.1543	51-75	-	-	51-75	51-54	0.3767
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
		0.1543						0.3767
76-100	-	-	76-100	-	-	76-100	-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

ต้นไม้ที่ 2								
1 เมตร			2 เมตร			3 เมตร		
ช่วง	ความ	น้ำหนัก	ช่วง	ความ	น้ำหนัก	ช่วง	ความ	น้ำหนัก
ความลึก	ลึก	รากแห้ง	ความลึก	ลึก	รากแห้ง	ความลึก	ลึก	รากแห้ง
(cm)	สะสม	(g)	(cm)	สะสม	(g)	(cm)	สะสม	(g)
0-25	0-8	1.2455	0-25	0-10	0.9730	0-25	0-13	1.0291
	8-13	0.7197		10-18	0.4649		13-23	1.2340
	13-19	0.5672		18-25	0.5190		23-25	0.2944
	19-25	0.9652		-	-		-	-
		3.4976			1.9569			2.5575
26-50	26-29	2.6327	26-50	26-32	0.8908	26-50	26-32	1.0303
	29-41	3.2296		32-41	2.3043		32-41	0.0901
	41-50	2.4023		41-50	0.4866		41-46	0.6395
	-	-		-	-		-	-
		8.2646			3.6817			1.7599
51-75	50-60	0.1543	51-75	51-75	-	51-75	51-54	0.3767
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
		0.1543			-			0.3767
76-100	-	-	76-100	-	-	76-100	-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

ตื้นที่ 3								
1 เมตร			2 เมตร			3 เมตร		
ช่วง	ความลึก	น้ำหนัก	ช่วง	ความลึก	น้ำหนัก	ช่วง	ความลึก	น้ำหนัก
(cm)	สะสม	(g)	(cm)	สะสม	(g)	(cm)	สะสม	(g)
0-25	0-8	0.6902	0-25	0-9	0.8115	0-25	0-10	0.3723
	8-13	0.1763		9-15	0.2721		10-16	1.7266
	13-18	0.4190		15-20	0.1250		16-21	1.3085
	18-25	0.8325		20-25	0.9841		21-25	0.8603
	-	2.1180		-	2.1927		-	4.2677
26-50	26-29	0.5807	26-50	26-29	0.1098	26-50	26-28	0.6542
	29-36	0.9438		29-34	0.0945		28-34	0.4263
	36-44	4.9757		34-39	0.9311		34-40	0.3655
	44-50	0.4178		39-50	0.9789		40-50	0.4550
	-	6.9180		-	2.1143		-	1.9010
51-75	-	-	51-75	-	-	51-75	-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
76-100	-	-	76-100	-	-	76-100	-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 น้ำหนักแห้งรากปาล์มน้ำมัน เดือนมีนาคม ปี 2552

ต้นที่ 1								
1 เมตร			2 เมตร			3 เมตร		
ช่วง	ความ	น้ำหนัก	ช่วง	ความ	น้ำหนัก	ช่วง	ความ	น้ำหนัก
ความลึก	ลึก	รากแห้ง	ความลึก	ลึก	รากแห้ง	ความลึก	ลึก	รากแห้ง
(cm)	สะสม	(g)	(cm)	สะสม	(g)	(cm)	สะสม	(g)
0-25	0-10	0.6568	0-25	0-6	0.2509	0-25	0-6	0.4742
	10-16	1.1450		6-10	0.2549		6-10	1.1712
	16-22	0.3640		10-16	0.1682		10-16	0.2066
	22-25	0.3294		16-25	0.3231		16-25	0.2586
	รวม	2.4952		รวม	0.9971		รวม	2.1106
26-50	26-30	0.5490	26-50	26-31	0.2311	26-50	26-32	0.3340
	30-36	0.9399		31-38	0.1882		32-42	0.2586
	36-42	0.0875		38-44	0.1183		42-47	0.7182
	42-50	1.2320		44-50	1.8431		47-50	0.3875
	รวม	2.8084		รวม	2.3807		รวม	1.6983
51-75	51-55	1.2527	51-75	51-55	0.3919	51-75	51-53	0.3875
	55-62	0.9608		55-60	0.5559		53-58	0.0880
	62-67	0.1239		60-67	0.1572		58-64	0.0694
	67-75	0.1790		67-75	0.1357		64-75	0.0487
	รวม	2.5164		รวม	1.2407		รวม	0.5936
76-100	76-80	0.0788	76-100	76-80	0.0535	76-100	76-80	0.0405
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	รวม	0.0788		รวม	0.0535		รวม	0.0405

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

ชั้นที่ 2								
1 เมตร			2 เมตร			3 เมตร		
ช่วง ความลึก (cm)	ความ ลึก สะสม	น้ำหนัก รากแห้ง (g)	ช่วง ความลึก (cm)	ความ ลึก สะสม	น้ำหนัก รากแห้ง (g)	ช่วง ความลึก (cm)	ความ ลึก สะสม	น้ำหนัก รากแห้ง (g)
0-25	0-7	0.8302	0-25	0-8	0.1570	0-25	0-6	0.4005
	7-12	0.2010		8-14	0.1167		6-13	0.2412
	12-18	0.2480		14-24	0.1366		13-20	0.3219
	18-25	0.3507		21-25	0.0839		20-25	0.1662
	รวม	0.7997		รวม	0.4942		รวม	1.1298
26-50	26-29	0.1251	26-50	26-34	0.3238	26-50	26-30	0.2854
	29-36	0.0709		34-44	0.1319		30-35	0.4263
	36-40	0.0699		38-44	0.2974		35-40	0.1740
	40-50	1.2312		44-50	0.1294		40-50	0.5772
	รวม	1.4971		รวม	0.8825		รวม	1.4629
51-75	51-60	2.2079	51-75	51-56	0.2734	51-75	50-56	0.3778
	60-70	2.0550		56-62	1.8047		56-60	0.0181
	70-75	0.1964		62-68	0.0624		60-70	0.0448
	-	-		68-75	0.0330		70-75	0.0509
	รวม	4.4593		รวม	2.1735		รวม	0.4916
76-100	76-80	0.1964	76-100	76-80	0.0182	76-100	76-80	0.0245
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	รวม	0.1964		รวม	0.0182		รวม	0.0245

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

ชั้นที่ 3								
1 เมตร			2 เมตร			3 เมตร		
ช่วง ความลึก (cm)	ความ ลึก สะสม	น้ำหนัก รากแห้ง (g)	ช่วง ความลึก (cm)	ความ ลึก สะสม	น้ำหนัก รากแห้ง (g)	ช่วง ความลึก (cm)	ความ ลึก สะสม	น้ำหนัก รากแห้ง (g)
0-25	0-8	0.5736	0-25	0-7	0.5654	0-25	0-7	0.8257
	8-15	1.1201		7-13	0.7256		7-14	0.3998
	15-22	0.5322		13-20	0.3180		14-20	0.2667
	22-25	0.0347		20-25	0.2490		20-25	0.1147
	รวม	2.2606		รวม	1.8580		รวม	1.6069
26-50	26-34	1.6842	26-50	26-32	0.9260	26-50	26-32	0.0481
	34-40	0.5496		32-38	0.4670		32-37	0.0416
	40-44	0.0759		38-44	2.2286		37-42	0.0163
	44-50	0.1818		44-50	1.0248		42-48	0.2898
	รวม	2.4915		รวม	4.6464		รวม	0.3958
51-75	50-56	1.4464	51-75	51-56	0.2778	51-75	48-55	0.5851
	56-62	0.4798		56-60	0.5779		55-60	0.1134
	62-70	0.5881		60-70	0.4225		60-68	0.0612
							68-73	0.0509
	รวม	2.5143		รวม	1.2782		รวม	0.8106
76-100	-	-	76-100	-	-	76-100	-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-
	-	-		-	-		-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 น้ำหนักแห้งรากปาล์มน้ำมัน เดือน กรกฎาคม 2551 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core

ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน (m)	ช่วงความลึก (cm)	น้ำหนัก (g)
1	0-10	0.1867
	10-20	0.1619
	20-30	0.1558
2	0-10	0.2348
	10-20	0.2633
	20-30	0.0245
3	0-10	0.1032
	10-20	0.1751
	20-30	0.1095

ตารางผนวกที่ 12 น้ำหนักแห้งรากปาล์มน้ำมัน เดือน มีนาคม 2552 จากการเก็บตัวอย่างดินแบบ Core

ระยะห่างจากต้นปาล์มน้ำมัน (m)	ช่วงความลึก (cm)	น้ำหนัก (g)
1	0-10	0.0838
	10-20	0.4462
	20-30	0.1569
2	0-10	0.0681
	10-20	0.3704
	20-30	0.5002
3	0-10	0.2171
	10-20	0.0829
	20-30	0.1157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้