



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา

สาขา

ปฐพีวิทยา

ภาควิชา

เรื่อง ลักษณะความชื้นในโซนรากของดินต่างพันธุ์ที่ปลูกบนดินที่เกิดจากหินปูน

Root Zone Moisture Characteristic of Limestone Derived Soils under Different Grape Varieties

นามผู้วิจัย นางสาวกรรณิการ์ เพ็ชรมาก

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

( อาจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( ศาสตราจารย์เอิบ เขียวรัตน์, Ph.D. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( รองศาสตราจารย์สุรศักดิ์ นิลนนท์, Ph.D. )

หัวหน้าภาควิชา

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิบูลย์ กังแฮ, วท.ม. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ลักษณะความชื้นในโซนรากองุ่นต่างพันธุ์ที่ปลูกบนดินที่เกิดจากหินปูน

Root Zone Moisture Characteristic of Limestone Derived Soils under Different Grape Varieties

โดย

นางสาวกรรณิการ์ เพ็ชรมาก

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อขอความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

พ.ศ. 2552

กรณีการ เพ็ชรมาก 2552: ลักษณะความชื้นใน โชนรากองุ่นต่างพันธุ์ที่ปลูกบนดินที่เกิดจากหินปูน  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D. 104 หน้า

ทำการศึกษาลักษณะความชื้นใน โชนรากองุ่นต่างพันธุ์ที่ปลูกบนดินที่เกิดจากหินปูน บริเวณสถานีวิจัย  
กาญจนบุรี ต. วังคัง อ. เมือง จ. กาญจนบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 -มีนาคม พ.ศ. 2552 เพื่อ  
เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นใน โชนรากองุ่นพันธุ์ต่าง ๆ โดยใช้เครื่องมือ Time Domain  
Reflectometry ( TDR) วัดความชื้นที่ระดับความลึกต่าง ๆ ในแปลงองุ่น 6 บริเวณและพื้นที่ว่างเปล่า 1 บริเวณ  
และศึกษาสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการกระจายความชื้นของดิน ผลการศึกษา พบว่าดินตัวแทนของพื้นที่จำแนกได้  
เป็น Typic Haplustalf ซึ่งเป็นดินร่วนถึงดินร่วนเหนียว ความหนาแน่นรวมของดินค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง  
สภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัวอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำมาก ดินมีค่าความจุความชื้นสะสมอยู่ในพิสัยร้อยละ  
23.4-25.6 โดยปริมาตร ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวรอยู่ในพิสัยร้อยละ 14.2-18.9 โดยปริมาตร และมีความจุน้ำใช้  
ประโยชน์ได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 6.6-9.2 โดยปริมาตร โดยในชั้นดินบน (Ap1) มีความจุน้ำทั้งหมดสูงสุด ขณะที่  
ชั้น Ap2 มีความจุน้ำทั้งหมดต่ำสุดเนื่องจากดินแน่น แต่มีความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ใกล้เคียงกับชั้นดินล่าง

การเปลี่ยนแปลงความชื้นในบริเวณที่ทำการศึกษาทั้ง 7 บริเวณ พบว่า ปริมาณความชื้นที่ระดับความ  
ลึก 10-20 เซนติเมตรส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าความชื้นระดับวิกฤตสำหรับการเจริญเติบโตขององุ่น (ร้อยละ 21.7  
โดยปริมาตร) เนื่องจากมีการสูญเสียโดยการระเหย ขณะที่ความชื้นที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตรส่วนใหญ่  
มีค่าสูงกว่าระดับวิกฤต (ร้อยละ 24.5-24.9 โดยปริมาตร) เฉพาะในช่วงที่มีฝนตกแต่หลังจากนั้นประมาณเดือน  
พฤศจิกายน-ธันวาคม ดินจะเริ่มมีปริมาณความชื้นไม่เพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้งจะทำให้มีการ  
ระเหยเพิ่มขึ้น สำหรับที่ความลึก 60 และ 100 เซนติเมตรส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าระดับวิกฤต (ร้อยละ 25.3 โดย  
ปริมาตร) ซึ่งพบว่า มีปริมาณน้ำเต็มความจุความชื้นทั้งในช่วงปลายฤดูฝนจนถึงช่วงกลางของฤดูแล้ง เนื่องจาก  
เป็นชั้นดินอิมดัวเคปิลลารี ซึ่งเป็นชั้นดินที่อยู่ในสภาพอิมดัวหรือเกือบอิมดัวด้วยแรงดึงน้ำ ในช่องขนาดเล็ก แต่  
มีบางบริเวณที่ความลึกนี้มีปัญหาความชื้นในช่วงฤดูแล้งเพราะบริเวณนั้นพบหินมาร์ลในดิน ปริมาณความชื้น  
ในดินระหว่างแปลงองุ่นทำไถนที่ระดับความลึก 10-30 เซนติเมตรมีสูงกว่าแปลงองุ่นรับประทานสด เนื่องจาก  
ผิวดินมีเศษซากพืชปกคลุมหนาแน่น ขณะที่แปลงองุ่นรับประทานสดหน้าดินไม่มีสิ่งปกคลุมจึงทำให้น้ำ  
สูญเสียออกจากดินตอนบนโดยการระเหยมากกว่าแปลงองุ่นทำไถน ขณะที่การกระจายความชื้นในส่วนลึก  
พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน การคลุมหลังคามีผลทำให้ความชื้นที่ชั้นดินบนเปลี่ยนแปลงง่าย และมีปริมาณน้อย  
กว่าการไม่คลุมหลังคาที่ได้รับน้ำเพิ่มเติมจากฝนที่ตกที่มีค่าใกล้เคียงกับการสูญเสียโดยการคายระเหย ขณะที่  
การกระจายความชื้นในส่วนลึกพบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ขณะที่การให้น้ำจำนวน 20 ลิตรทุก ๆ 3  
วันในแปลงทั้ง 2 แบบไม่มีผลต่อความชื้นที่ระดับความลึก 10-30 เซนติเมตร อย่างไรก็ตาม ดินที่ระดับความลึก  
มากกว่านี้มีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอ

Kannika Phetmak 2009: Root Zone Moisture Characteristic of Limestone Derived Soils under Different Grape Varieties. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Mr. Somchai Anusornpornperm, Ph.D. 104 pages.

A study on root zone moisture characteristic of limestone derived soils under different grape varieties was conducted in the area of Kanchanaburi station, Wandong subdistrict, Muang district, Kanchanaburi province during June 2008-March 2009. The objectives were to compare soil moisture changes within root zone of different grape varieties using TDR (Time Domain Reflectometry) to measure volumetric moisture content at various depths and to investigate soil properties relating to soil moisture characteristic. The instrument was installed in six plots of grape plantation and in a bareland nearby. Result showed that soil in the area was classified as Typic Haplustalf, having loam to clay loam texture. The soil had slightly low to slightly high bulk density and moderate to very slow saturated hydraulic conductivity. Moisture content by volume at field capacity and permanent wilting point ranged between 23.4-25.6% and 14.2-18.9% respectively. The available moisture content (AWC) in this soil varied between 6.6-9.2%. A surface layer (Ap1) contained the greatest total moisture content whereas Ap2 layer had the lowest amount but with quite similar AWC to all subsoil horizons.

Moisture characteristic of seven locations revealed that moisture contents at 10 cm depth were mostly below critical level for normal growth of grape (21.7% by volume) due to a loss by evaporation while the amount at 20-40 cm depths mostly being greater than the critical level (24.5-24.9% by volume) only during raining period. However, the moisture became insufficient because of higher rate of evaporation during drought period, roughly starting from November- December. For depths 60 and 100 cm, the moisture contents were above critical value of 25.3% by volume and it was found that the moisture was stored in pores to the maximum capacity of these two layers of the soil accounting from nearly the end of rainy season period to mid summer season. It was called capillary fringe of which all or almost all of micropores were saturated with water but there was a problem of deficient moisture in some areas where marl was present in a particular depth. Comparing moisture contents in the soil as affected by vineyard and table grapes, moisture under vineyard varieties was tentatively higher than that under table varieties at depths between 10 and 30 cm probably because the former area was quite densely covered by killed weeds which might help preserve the moisture at these depths. On the contrary, the latter area was bare thus moisture would evaporate from the soil more than the former with mulched surface. There was no difference in moisture contents at the greater depth in the areas under both varieties. Moisture contents of topsoils in the vineyard without plastic roof were rather constant and higher than that with plastic cover. It was possibly due to the amount of rain falling through soil surface being equal to the loss by evapotranspiration. Irrigation at a rate of 20 litres every three days in both no plastic roof and with plastic roof plots had no effect on increasing moisture above critical content for normal growth of grape at depths of 10 and 30 cm, nevertheless the moisture was sufficient at greater depths.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

\_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้า ขอกราบขอบพระคุณ ดร.สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศ.ดร.เอิบ เขียวรื่นรมณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ดร.สุรศักดิ์ นิลนนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาทั้งในด้านการเรียน การวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.อัญชลี สุทธิประการ ประธานการสอบ และดร.ธวัชชัย ณ นคร ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เพิ่มเติมจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตลอดจนครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ข้าพเจ้าเคารพนับถือ ที่ให้การอบรมสั่งสอนวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้า ตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยาที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือตลอดมา และส่วนวิจัยกายภาพดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน สำหรับงานวิเคราะห์สมบัติที่เกี่ยวข้องกับความชื้นดิน หัวหน้าสถานีและเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยกาญจนบุรีทุกท่านสำหรับสถานที่ทดลองและการช่วยเหลืองานในสนาม

ขอขอบคุณสำหรับความเป็นพี่และเพื่อนที่ดีเสมอมาจาก พี่ธรรณท์ พี่ทรายขาว พี่ชลาลัย พี่ศิริขวัญ พี่เพชร พี่กรวรรณ และเพื่อน พี่ น้อง ชาวปฐพีวิทยาทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในยามที่เจอปัญหาตลอดมา

ท้ายสุดนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อบุญเชิด คุณแม่สุทธิดา พร้อมทั้งทุกคนในครอบครัว “เพชรมาท” ทุกท่านที่ได้ให้ความรัก ความอบอุ่น อบรมเลี้ยงดูสั่งสอนข้าพเจ้า ให้การสนับสนุนในการศึกษาตลอดจนคอยเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่งที่ทำให้ข้าพเจ้าก้าวสู่ความสำเร็จในวันนี้

กรรณิการ์ เพ็ชรมาท

เมษายน 2552

## สารบัญ

|                             | หน้า |
|-----------------------------|------|
| สารบัญ                      | (1)  |
| สารบัญตาราง                 | (2)  |
| สารบัญภาพ                   | (3)  |
| คำนำ                        | 1    |
| วัตถุประสงค์                | 3    |
| การตรวจเอกสาร               | 4    |
| อุปกรณ์และวิธีการ           | 17   |
| อุปกรณ์                     | 17   |
| วิธีการ                     | 17   |
| ผลและวิจารณ์                | 27   |
| สรุปและข้อเสนอแนะ           | 69   |
| สรุป                        | 69   |
| ข้อเสนอแนะ                  | 71   |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง        | 72   |
| ภาคผนวก                     | 83   |
| ประวัติการศึกษา และการทำงาน | 104  |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่ |                                                                                          | หน้า |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1        | ร้อยละโดยปริมาตรของปริมาณความชื้นที่พลังงานกำกับก้อนดินระดับต่างๆ<br>ของดินที่ทำการศึกษา | 36   |
| 2        | ค่าปริมาณความชื้นวิกฤตสำหรับการเจริญเติบโตของงุ่น (% โดยปริมาตร)                         | 48   |

## ตารางผนวกที่

|    |                                                                                                                        |     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1  | ข้อมูลสภาพอากาศบริเวณสถานีวิจัยกาญจนบุรี ต.วังดัง อ.เมือง จ.กาญจนบุรี<br>ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2551-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2552 | 87  |
| 2  | สมบัติทางกายภาพของดินที่ทำการศึกษา                                                                                     | 88  |
| 3  | สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา                                                                                       | 89  |
| 4  | ตารางแสดงข้อมูลการเก็บข้อมูลความชื้นในแปลงงุ่น                                                                         | 90  |
| 5  | การแบ่งกลุ่มเนื้อดิน                                                                                                   | 97  |
| 6  | เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน                                                                                  | 98  |
| 7  | เกณฑ์การแบ่งสภาพการนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ                                                                        | 98  |
| 8  | เกณฑ์การแบ่งระดับความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้                                                                               | 99  |
| 9  | ข้อจำกัดต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี และการประเมิน<br>ความอุดมสมบูรณ์ของดิน                              | 99  |
| 10 | แสดงการเปลี่ยนแปลง non SI unit เป็น SI unit                                                                            | 103 |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่                                                                                                                       | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณแปลงงุ่นท่าไวน์                                                                                          | 18   |
| 2 พื้นที่ศึกษาบริเวณแปลงงุ่นรับประทานสดและพื้นที่ว่างเปล่าข้างแปลงงุ่น                                                       | 19   |
| 3 การติดตั้งอุปกรณ์วัดความชื้น TDR                                                                                           | 20   |
| 4 ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิเฉลี่ย ระหว่างเดือนมกราคมพ.ศ. 2551-เดือนมีนาคมพ.ศ. 2552 ในสถานีวิจัยกาญจนบุรี      | 26   |
| 5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา                                                                          | 26   |
| 6 ลักษณะภูมิประเทศและหน้าตัดดินของแปลงปลูกงุ่นท่าไวน์ (Pedon-1)                                                              | 28   |
| 7 ลักษณะภูมิประเทศและหน้าตัดดินของแปลงปลูกงุ่นรับประทานสด (Pedon-4)                                                          | 30   |
| 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคนาดทราย (ก) อนุภาคนาดทรายแป้ง (ข) และอนุภาคนาดดินเหนียว (ค) กับความลึกของดิน                      | 32   |
| 9 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของดินกับความลึกของดินที่ทำการศึกษา                                                       | 33   |
| 10 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการนำน้ำของดินที่อิ่มตัว กับชั้นกำเนิดดินตามระดับความลึกของดินในบริเวณที่ทำการศึกษา                | 34   |
| 11 กราฟดูดยืดความชื้นของดินในบริเวณที่ทำการศึกษา                                                                             | 35   |
| 12 ความสัมพันธ์ระหว่างความจุความชื้นสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุน้ำใช้ประโยชน์ กับความลึกของหน้าตัดดินที่ทำการศึกษา          | 37   |
| 13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชดินที่วัดในน้ำ (ก) และค่าพีเอชดินที่วัดในโพแทสเซียมคลอไรด์ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา   | 38   |
| 14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ก) และปริมาณไนโตรเจนรวม (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา                         | 40   |
| 15 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ก) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา | 41   |



## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่                                                                                                                                                                        | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 16 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (ก) ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ (ข) ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ (ค) และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (ง) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา | 44   |
| 17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (ก) และปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา                                                             | 45   |
| 18 ความสัมพันธ์ระหว่างความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (ก) และปริมาณอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา                                                       | 46   |
| 19 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในแปลงองุ่นพันธุ์ Shiraz                                                                                                                             | 49   |
| 20 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในแปลงองุ่นพันธุ์ Chenin Blanc 16                                                                                                                    | 50   |
| 21 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในแปลงองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless (มีหลังคาคลุม)                                                                                                     | 53   |
| 22 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในแปลงองุ่นพันธุ์ Marroo Seedless (ไม่มีหลังคาคลุม)                                                                                                  | 54   |
| 23 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในแปลงองุ่นพันธุ์ Perlette (มีหลังคาคลุม)                                                                                                            | 56   |
| 24 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในแปลงองุ่นพันธุ์ Perlette (ไม่มีหลังคาคลุม)                                                                                                         | 58   |
| 25 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในพื้นที่ว่างเปล่าข้างแปลงองุ่น                                                                                                                      | 60   |
| 26 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตรในแปลงองุ่นทำไวน์กับแปลงองุ่นรับประทานสด                                                                      | 61   |
| 27 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตรในแปลงองุ่นทำไวน์กับแปลงองุ่นรับประทานสด                                                                      | 62   |
| 28 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรในแปลงองุ่นทำไวน์กับแปลงองุ่นรับประทานสด                                                                      | 62   |
| 29 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 40 เซนติเมตรในแปลงองุ่นทำไวน์กับแปลงองุ่นรับประทานสด                                                                      | 63   |
| 30 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 60 เซนติเมตรในแปลงองุ่นทำไวน์กับแปลงองุ่นรับประทานสด                                                                      | 63   |
| 31 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตรในแปลงองุ่นทำไวน์กับแปลงองุ่นรับประทานสด                                                                     | 64   |

### สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |                                                                                                                            | หน้า |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 32     | การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตรในแปลง<br>องุ่นที่มีหลังคาคลุมและแปลงองุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุม  | 65   |
| 33     | การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตรในแปลง<br>องุ่นที่มีหลังคาคลุมและแปลงองุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุม  | 65   |
| 34     | การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรในแปลง<br>องุ่นที่มีหลังคาคลุมและแปลงองุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุม  | 66   |
| 35     | การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 40 เซนติเมตรในแปลง<br>องุ่นที่มีหลังคาคลุมและแปลงองุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุม  | 67   |
| 36     | การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 60 เซนติเมตรในแปลง<br>องุ่นที่มีหลังคาคลุมและแปลงองุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุม  | 67   |
| 37     | การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตรในแปลง<br>องุ่นที่มีหลังคาคลุมและแปลงองุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุม | 68   |

# ลักษณะความชื้นในโซนรากองุ่นต่างพันธุ์ที่ปลูกบนดินที่เกิดจากหินปูน

## Root Zone Moisture Characteristic of Limestone Derived Soils under Different Grape Varieties

### คำนำ

องุ่นเป็นไม้ผลในวงศ์ Vitaceae ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของโลกและของประเทศไทย เนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดีจึงเป็นที่นิยมสำหรับการบริโภค เช่น รับประทานสด ใช้ตากแห้ง ใช้คั้นทำน้ำองุ่นสด ใช้บรรจุกระป๋อง และยังสามารถนำมาผลิตเป็นไวน์ได้อีกด้วย สำหรับประเทศไทยมีการปลูกองุ่นกันอย่างแพร่หลายในหลายบริเวณ เช่น พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ นครราชสีมา นครปฐม ราชบุรี เลย และจังหวัดกาญจนบุรี เป็นต้น (ปวิณ, 2504; ปวิณ และคณะ, 2530) มีการศึกษาพบว่า องุ่นสามารถเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพเมื่อได้รับน้ำอย่างเพียงพอ (Jawanda and Chadha, 1977) ถ้าหากน้ำไม่เพียงพอจะทำให้เกิดสภาพเครียดมีผลทำให้คุณภาพของผลผลิตไม่ดี (Jackson and Lombard, 1993)

การขาดน้ำในองุ่นเกิดขึ้นได้เนื่องจาก น้ำที่เป็นประโยชน์ถูกใช้ไปโดยพืช บางส่วนสูญเสียไปกับการระเหย รวมถึงการระบายออกไปในลักษณะการไหลซึมผ่าน (percolation) มีผลทำให้ความชื้นในดินเหลือไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช อย่างไรก็ตาม ดินที่มีลักษณะแตกต่างกันย่อมมีสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการแจกกระจายและการกักเก็บความชื้นที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของดินที่เกิดจากหินปูน ซึ่งส่วนใหญ่ความชื้นเป็นปัญหาหรือข้อจำกัดที่สำคัญของดินนี้ โดยเฉพาะในกรณีขององุ่นที่ปลูกภายในพื้นที่ของสถานีวิจัยกาญจนบุรีซึ่งเป็นดินในลักษณะดังกล่าว คือ ดินจะขาดแคลนน้ำหรือมีความชื้นไม่เพียงพอสำหรับการเพาะปลูกพืชได้ง่าย เพราะดินมีความพรุนสูงจึงทำให้เก็บกักน้ำไม่ค่อยอยู่ดินจึงสูญเสียความชื้นได้ง่ายหรือแห้งเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งมีผลทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต ส่งผลกระทบต่อผลผลิตของพืชที่ปลูก ส่งผลให้ต้องมีการให้น้ำชลประทานในช่วงฤดูแล้ง หรือในระยะที่องุ่นต้องการน้ำมาก เช่น ในระยะออกดอกและระยะติดผล อย่างไรก็ตาม ข้อมูลปริมาณการให้น้ำชลประทานในดินดังกล่าวยังไม่มีการศึกษาขึ้นละเอียด ประกอบกับในฤดูแล้งสถานีวิจัยกาญจนบุรีจำเป็นต้องซื้อน้ำเพื่อใช้สำหรับการชลประทาน ดังนั้น การศึกษาลักษณะความชื้นในโซนรากองุ่นต่างพันธุ์ที่ปลูกบนดินที่เกิดจากหินปูน ผลการศึกษาน่าจะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมากับการแจกกระจายของความชื้นบริเวณ โซนรากองุ่นที่ระดับความลึกต่าง ๆ และปริมาณการดูดใช้น้ำ

ของอุณหภูมิต่าง ๆ เพื่อประโยชน์สำหรับการวางแผนการให้น้ำชลประทานที่เหมาะสมในการ  
ปลูกอุ้งบนดินที่เกิดจากหินปูนต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นในโซนรากงุ่นพันธุ์ต่าง ๆ ที่ปลูกบนดินที่เกิดจากหินปูนที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนที่ตก
2. เพื่อศึกษาระดับความชื้นวิกฤตสำหรับการวางแผนการชลประทานที่มีประสิทธิภาพเพื่อการปลูกงุ่นในดินที่เกิดจากหินปูน

## การตรวจเอกสาร

### 1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับองุ่น

องุ่นเป็นพืชในวงศ์ Vitaceae เป็นไม้เลื้อยประเภทไม้ยืนต้น มีมือจับเพื่อเกาะยึด เป็นไม้ผลที่มีถิ่นกำเนิดแถบ Asia Minor บริเวณตอนใต้ระหว่างทะเลดำและทะเลแคสเปียน องุ่นสามารถแยกการใช้ประโยชน์ได้หลายประเภท เช่น องุ่นรับประทานสด องุ่นทำไวน์ องุ่นตากแห้ง องุ่นคั้นน้ำ และองุ่นบรรจุกระป๋อง เป็นต้น (ปวิณ และคณะ, 2530)

#### 1.1 พันธุ์องุ่น

##### 1.1.1 องุ่นพันธุ์ Perlette

องุ่นพันธุ์นี้มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vitis vinifera* L. เป็นองุ่นรับประทานสดไม่มีเมล็ด เกิดจากการผสมกันระหว่างพันธุ์ Muscat Reine des Vignes และ Thompson Seedless (Galet, 1979) องุ่นพันธุ์ Perlette เป็นพันธุ์ที่มีความแข็งแรง เปลือกของลำต้นจะมีรอยแตกเป็นช่องแคบ ๆ ขี้อปล้องสั้น มือเกาะแบบ intermittent เป็นช่วงไม่ต่อเนื่อง ตรงส่วนโคนจะมีสีออกม่วง ส่วนอื่นจะมีสีเขียว ใบอ่อนจะมีสีเขียวอมเหลือง ส่วนใบที่โตเต็มที่จะมี 5 แฉกใบ (lobe) ใบขนาดปานกลาง รอยเว้าระหว่างแฉกใบค่อนข้างตื้น มีลักษณะเป็นรูปหัวใจ สำหรับรอยเว้าตรงก้านใบค่อนข้างกว้างมีลักษณะเป็นรูปตัวยู ก้านใบสั้นมีสีเขียวอมชมพู

ช่อดอกจะเกิดในกิ่งอ่อนตำแหน่งที่ 3-4 ของข้อ ช่อผลค่อนข้างใหญ่ ผลค่อนข้างจะอัดตัวกันแน่น รูปร่างช่อผลเป็นทรงกรวย ที่ตอนบนของช่อมีไหล่ (shoulder) เมื่อผลแก่จะมีสีเหลืองอมเขียว หรือสีเหลืองทอง ผลมีรูปร่างเป็นทรงกลม เปลือกผลจะติดแน่นกับเนื้อ ผลที่สุกเต็มที่จะมีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 18-20 และมีปริมาณกรดร้อยละ 0.5-1.0 องุ่นพันธุ์นี้เป็นพันธุ์เมล็ดลีบหรือพันธุ์ไม่มีเมล็ด ให้ผลผลิตค่อนข้างดี และผลแก่เร็ว (ปวิณ, 2504; Chadha and Randhawa, 1974; Morton and Adams, 1979)

### 1.1.2 องุ่นพันธุ์ Shiraz (Syrah)

องุ่นพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่เก่าแก่มาก มีการปลูกตั้งแต่สมัยโรมัน อยู่ทางตอนเหนือของเมือง Cotes du Rhone ประเทศฝรั่งเศส เป็นพันธุ์ที่มีความแข็งแรงและสามารถเจริญเติบโตได้ดีในหลายพื้นที่ ใบอ่อนจะถูกปกคลุมไปด้วยขน ด้านหลังใบจะมีสีขาวอมเหลือง ส่วนด้านท้องใบจะมีสีขาวอมชมพู ใบที่โตเต็มที่จะมี 5 แฉกใบ รูปร่างค่อนข้างกลม ผิวใบมีลักษณะเป็นคลื่น มีขนขึ้นปกคลุมบริเวณท้องใบ มือเกาะมีขนาดเล็ก สำหรับช่อผลนั้นมีขนาดค่อนข้างยาว มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ช่อผลค่อนข้างโปร่ง และมีก้านช่อผลยาว ผลมีขนาดเล็ก รูปทรงไข่ เมื่อผลสุกเต็มที่มีสีดำ เป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดนิยมนำไปทำไวน์แดง

องุ่นพันธุ์นี้แตกตาค่อนข้างช้า ไม่ทนทานต่อสภาพแห้งแล้ง แต่เป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคราแป้งได้ดี ผู้ที่ปลูกองุ่นพันธุ์นี้ในประเทศฝรั่งเศสได้จำแนกองุ่นพันธุ์นี้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 คือ petite Syrah และกลุ่มที่ 2 ได้แก่ grosse Syrah โดยในกลุ่มที่ 2 นี้จะให้ผลผลิตสูงกว่า และมีความแข็งแรงมากกว่า แต่ถ้านำไปทำไวน์จะได้ไวน์ที่คุณภาพต่ำกว่าในกลุ่มแรก (Winkler *et al.*, 1974; Anticliff, 1979; Morton and Adams, 1979)

### 1.1.3 องุ่นพันธุ์ Chenin Blanc (Pineau de La Loire หรือ White Pinot)

พันธุ์นี้เป็นองุ่นพันธุ์ที่เก่าแก่พันธุ์หนึ่ง ครั้งแรกที่พบปลูกอยู่ที่โบสถ์ Glanfeuilริมฝั่งแม่น้ำ Loire ในเมือง Anjou ประเทศฝรั่งเศส ราวปีคริสต์ศักราช 845 เป็นพันธุ์ที่มีความแข็งแรงและสามารถแตกตาได้เร็ว แต่ไม่ต้านทานต่อ โรคราแป้งและราสีน้ำตาล ยอดอ่อนมีสีขาว ใบอ่อนจะถูกปกคลุมไปด้วยขนทำให้มองเห็นเป็นสีbronze ใบที่โตเต็มที่จะมี 3-5 แฉกใบ รอยเว้าระหว่างแฉกใบ ค่อนข้างตื้น ใบรูปร่างกลม มีสีเขียวเข้ม แผ่นใบเป็นคลื่นไม่เรียบ บริเวณใต้ท้องใบจะมีขนขึ้นปกคลุม ส่วนหลังใบบริเวณส่วนโคนของเส้นใบหลักจะเป็นสีแดง

ช่อผลมีขนาดปานกลาง รูปทรงกรวย หรือมีปีก (wing) จำนวน 1 อัน ผลภายในช่ออัดกันแน่น ผลมีขนาดเล็ก รูปไข่ เมื่อผลสุกเต็มที่จะมีสีเหลืองทอง และมีการสะสมกรดสูงสำหรับพันธุ์นี้นิยมนำไปทำไวน์ขาว เป็นองุ่นชนิดมีเมล็ด (Winkler *et al.*, 1974; Morton and Adams, 1979; Kerridge and Anticliff, 1996)

#### 1.1.4 องุ่นพันธุ์ Marroo Seedless

องุ่นพันธุ์นี้เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์ Carolina Black Rose กับพันธุ์ Ruby Seedless (สุรศักดิ์, 2540) มีถิ่นกำเนิดในประเทศออสเตรเลีย เป็นพันธุ์ที่ทนทานต่อโรคราน้ำค้าง (downy mildew) ได้ดีมาก ช่อผลโปร่งและมีขนาดค่อนข้างใหญ่ เมื่อแก่ผลมีสีม่วงดำหรือดำ ขนาดผลใหญ่ปานกลางเปลือกผลติดแน่นกับเนื้อ เนื้อค่อนข้างแน่นและกรอบ องุ่นพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่ไม่มีเมล็ด (seedless) หรือเมล็ดอ่อนนุ่ม (Dokoozlian, 1998; California Table Grape Commission, 2004)

#### 1.2 สภาพแวดล้อมและดินที่เหมาะสมกับการปลูกองุ่น

องุ่นเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีทั้งในเขตหนาว เขตกึ่งร้อนและเขตร้อน เพราะองุ่นมีอยู่หลากหลายสายพันธุ์แต่ละพันธุ์จะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศที่ต่างกัน (Scholefield, 1984) โดยทั่วไปองุ่นจะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศแบบกึ่งร้อนคือ มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง แดดจัด ในฤดูร้อน อากาศเย็นพอควรในฤดูหนาว (Fennell and Hoover, 1991) โดยในเขตอากาศหนาวนั้นองุ่นจะมีการพักตัวโดยสลัดใบทิ้ง ในฤดูหนาวมีการสะสมอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตไว้ที่ลำต้นและกิ่งที่มีอายุมากเพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตในฤดูถัดไป (สุนันทา, 2523) แต่องุ่นที่ปลูกในเขตร้อนที่มีสภาพอากาศค่อนข้างคงที่ตลอดปี ต้นองุ่นจะเจริญเติบโตโดยไม่มีการสลัดใบ (Lavee, 2000)

องุ่นสามารถเจริญเติบโตได้ในดินทั่วไป ดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกองุ่นได้ผลดีนั้น คือ ดินที่มีเนื้อดินร่วนถึงเหนียว มีหน้าดินลึก ต้องมีน้ำเพียงพอต่อความต้องการสำหรับการเจริญเติบโตขององุ่น แต่ต้องเป็นบริเวณที่น้ำท่วมไม่ถึง เพราะถ้าองุ่นถูกน้ำท่วมเพียง 2 วัน ก็อาจทำให้เกิดอาการรากเน่าและตายได้ และต้องไม่เป็นพื้นที่ที่น้ำทะเลท่วมถึงเพราะจะทำให้ต้นองุ่นได้รับความเสียหายเช่นกัน

#### 2. บทบาทของน้ำต่อการเจริญเติบโตของต้นองุ่น

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการปลูกองุ่นเพราะองุ่นจะเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพถ้าได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ซึ่งจำนวนและความถี่ของการให้น้ำสำหรับการปลูกองุ่นนั้นจะขึ้นอยู่กับอายุ ความสมบูรณ์ของต้นองุ่น สภาพภูมิอากาศ และลักษณะของดิน (Jawanda and



Chadha, 1977) องุ่นมีความต้องการปริมาณน้ำอยู่ในช่วง 250 มิลลิเมตรถึง 800 มิลลิเมตรต่อการให้ผลผลิตหนึ่งครั้ง (Campo *et al.*, 2000) การที่องุ่นได้รับน้ำไม่เพียงพอจะทำให้เกิดสภาพเครียดจากการขาดน้ำมีผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นองุ่นอยู่ในสภาพไม่สมดุล ทำให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตลดลง (Jackson and Lombard, 1993) ในสภาวะการขาดน้ำทำให้องุ่นมีการแตกตาไม่สม่ำเสมอ ยอดเจริญเติบโตช้าลงทำให้มีจำนวนช่อดอกน้อย ในสภาวะที่ขาดน้ำอย่างรุนแรงการพัฒนาของช่อดอกจะไม่สมบูรณ์และอาจเป็นสาเหตุให้ช่อดอกหลุดร่วงได้ (McCarthy and Coombe, 1984) ซึ่งการยืดของยอดองุ่นจะไวต่อการขาดน้ำ ยอดองุ่นจะเจริญเติบโตช้าลงเมื่อแรงดึงความชื้นในดินเพิ่มขึ้นถึง 50 กิโลพาสคัล และยอดองุ่นจะหยุดการเจริญเติบโตเมื่อแรงดึงความชื้นในดินเพิ่มขึ้นถึง 65 กิโลพาสคัล (Kliewer *et al.*, 1983) ในระยะติดผลองุ่นจะมีการแบ่งเซลล์เพื่อขยายขนาดของผล การขาดน้ำในระยะนี้จะทำให้ผลองุ่นมีขนาดเล็กและทำให้ผลผลิตลดลง ในระยะที่ผลเปลี่ยนสีและระยะเก็บเกี่ยว ถ้าองุ่นได้รับน้ำไม่เพียงพอก็จะทำให้ใบหลุดร่วงและอาจทำให้ผลถูกแดดเผาได้โดยเฉพาะในพื้นที่ที่แห้งแล้ง (Kliewer *et al.*, 1983) หลังจากการตัดแต่งกิ่งองุ่นจะมีการเจริญเติบโตของส่วนยอดอย่างรวดเร็วและจะมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งผลแก่ หากความชื้นในดินตลอดจนความชื้นบริเวณรากน้อยลงจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง (Shoemaker, 1978) โดยเฉพาะการยืดตัวของเถาองุ่นจะไวต่อการขาดน้ำมาก การขาดน้ำเป็นสาเหตุให้ยอดเหี่ยว กิ่งแห้ง สีของใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองซีด จากการขาดน้ำอย่างรุนแรงทำให้มือเกาะเหี่ยวแห้ง ใบและขอบใบแห้งมีวนหิก และใบจะหลุดร่วง (Weaver, 1976) ก่อนและระหว่างการออกดอกจำเป็นต้องให้น้ำอย่างเพียงพอ การขาดน้ำในระยะนี้จะทำให้ออกดอกช้าเพราะองุ่นต้องการธาตุอาหารเพื่อใช้ในการออกดอก การขาดน้ำอย่างรุนแรงในระหว่างที่ดอกบาน จะทำให้จำนวนดอก การบานของดอกและการติดผลลดลง หลังจากการออกดอกแล้วจะเป็นช่วงที่ใบ ยอดและผล มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและในช่วงที่ผลกำลังโตถ้าขาดน้ำในช่วงนี้จะทำให้ได้ผลผลิตน้อย (Jawanda and Chadha, 1977; Davies and Bower, 1994)

เมื่อองุ่นติดผลแล้วจะมีการเจริญเติบโตของผลอย่างรวดเร็ว ในช่วงนี้องุ่นจะต้องได้รับน้ำอย่างเพียงพอ การขาดน้ำในช่วงที่ผลกำลังขยายขนาดจะทำให้ได้ผลที่มีขนาดเล็ก ถึงแม้จะมีการให้น้ำเพิ่มขึ้นภายหลังก็ไม่สามารถทำให้ผลใหญ่ขึ้นได้ (Shoemaker, 1978; Matthews and Anderson, 1989) การให้น้ำแก่องุ่นควรเริ่มให้เมื่อค่าแรงดึงความชื้นในดินเพิ่มขึ้นถึง 50 กิโลพาสคัล (มนตรี และ บุญมา, 2543) การให้น้ำกับต้นองุ่นพันธุ์ Perlette ที่ระดับแรงดึงความชื้นในดินระหว่าง 25-35 กิโลพาสคัล จะให้ผลผลิตสูง (Klein, 1983) สภาวะขาดน้ำจะทำให้การพัฒนาของใบ องุ่นพันธุ์ Chardonnay และ Airen ลดลงทำให้ประสิทธิภาพในการรับแสงของใบและอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง (Campo *et al.*, 2002)

Neja *et al.* (1977) ศึกษาการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตขององุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ที่แรงดึงความชื้นในดิน 30, 50 และ 80 กิโลพาสคัล พบว่า การให้น้ำที่แรงดึงความชื้นในดิน 80 กิโลพาสคัล จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (Total Soluble Solid, TSS) และผลผลิตน้อยที่สุด ส่วนที่แรงดึงความชื้นในดิน 30 กิโลพาสคัล จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Total Acidity, TA) ไม่แตกต่างจากการให้น้ำที่แรงดึงความชื้นในดิน 50 กิโลพาสคัล

Zyl and Van (1982) ศึกษาความชื้นในดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตขององุ่นพันธุ์ Colombard พบว่า การเจริญเติบโตของยอด ผลและลำต้นจะไวต่อสภาวะขาดน้ำ ส่วนผลผลิตองุ่นจะเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นในดินเพิ่มจากร้อยละ 25, 50 และ 70 ของระดับความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

### 3. ความชื้นในดิน

#### 3.1 ความหมายและประเภทของความชื้นในดิน

ความชื้นดิน (soil moisture) หมายถึง น้ำซึ่งถูกดูดซับบนผิวอนุภาคดินหรือยังอยู่ชั่วคราวหรืออยู่ในสภาวะไอน้ำในช่องอากาศระหว่างอนุภาคดิน น้ำเหล่านี้สามารถทำให้หมดได้เมื่ออบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง (คณะกรรมการการจัดทำพจนานุกรมปฐพีวิทยา, 2551)

ความชื้นในดินแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้ (วิชา, 2535; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Marshall *et al.*, 1996)

1) น้ำผลึกที่อยู่ในรูปของแข็ง (Chemical combined water) โดยอยู่ในรูปของน้ำผลึก (water of crystallization หรือ water of hydration) คือ เป็นองค์ประกอบทางเคมีของส่วนประกอบที่เป็นของแข็งของดิน ดินที่แห้งสนิทที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จะยังคงมีความชื้นประเภทนี้อยู่

2) น้ำดูดซับจากบรรยากาศ (Hygroscopic water) น้ำที่ดินแห้งดูดซับจากบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง หรือน้ำที่ยังคงเหลือในดินเมื่อน้ำดินชื้น ไปฝั่งแห้งในที่ร้อน หรือน้ำที่ดูดซับไว้ใน

ดินเมื่อตัวอย่างดินถูกนำไปวางให้สมดุลกับบรรยากาศที่มีความชื้นและอุณหภูมิที่กำหนดให้ ปกติใช้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 98 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

3) น้ำแคพิลลารี (Capillary water) ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ดินดูดซับไว้ในช่องขนาดเล็กด้วยแรงดึงสูงกว่า 60 เซนติเมตรของน้ำ อีกนัยหนึ่งน้ำแคพิลลารีคือน้ำที่บรรจุอยู่ในความพรุนแคพิลลารี บางส่วนของน้ำแคพิลลารีพืชสามารถนำไปใช้ได้

4) น้ำไหลอิสระ (Gravitational water) น้ำซึ่งไหลเข้าสู่ดิน ไหลผ่านหรือไหลออกจากดิน ภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงของโลก

ในทางปฏิบัติแล้วเป็นการยากที่จะบอกว่าน้ำในดินเป็นน้ำประเภทใด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Landon, 1991; Lal and Shukla, 2004) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะบอกว่าน้ำในดินมีความสัมพันธ์เป็นเช่นไรจึงได้มีคำศัพท์ทางวิชาการน้ำในดินแต่ละระดับ ดังนี้

1) จุดเหี่ยวถาวร (Permanent wilting point, PWP) คือ ปริมาณน้ำในดินที่น้อยที่สุดที่พืชเอาไปใช้ประโยชน์ได้ แต่ถ้าหากความชื้นมากกว่านี้แล้วพืชต่างๆไปจะนำเอาไปใช้ได้ หรือใช้วิธีการในห้องปฏิบัติการโดยใช้เครื่องทำความดัน (Pressure membrane) ที่แรงดัน 15 บรรยากาศ บังคับให้น้ำออกมา เป็นค่าพิกลต่างของระดับความชื้นของดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

2) ความจุความชื้นสนาม (Field capacity, FC) คือ ปริมาณน้ำที่ยังคงเหลืออยู่ในดินหลังจากที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ และน้ำส่วนเกินได้ระบายออกไปหมดแล้วโดยแรงดึงดูดของโลก ซึ่งปกติใช้เวลา 2-3 วันหรืออาจจะใช้เครื่องมือทำความดัน (Pressure plate) ที่แรงดันประมาณ 1/3 บรรยากาศบังคับให้น้ำระบายออกมา ค่านี้เป็นความจุสูงสุดในการดูดซับความชื้นของดินในสภาพธรรมชาติ สามารถใช้บอกค่าพิกลบนของระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

3) น้ำใช้ประโยชน์ได้ (Available water, AWC) คือ ปริมาณน้ำหรือความชื้นดินที่อยู่ในดินตั้งแต่ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร ขึ้นไปถึงความจุความชื้นสนาม ซึ่งเป็นน้ำที่อยู่ในลักษณะน้ำแคพิลลารีทั้งหมด เป็นน้ำส่วนที่พืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ( $AWC = FC - PWP$ )

### 3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความชื้นในดิน

สิ่งสำคัญต่อปริมาณความชื้นที่พบในดินอย่างหนึ่ง คือ สภาพการนำน้ำของดิน (Hydraulic conductivity) หรือการเคลื่อนย้ายน้ำลงไปดิน ซึ่งน้ำที่มีการไหลซึมลงไปดินนี้เองจะเป็นส่วนของความชื้นในดิน กล่าวคือ ถ้าปริมาณน้ำที่ซึมลงไปดินมีมากก็ทำให้มีปริมาณความชื้นในดินเพิ่มขึ้น สำหรับปัจจัยพื้นฐานในการควบคุมสภาพการนำน้ำของดินมีดังนี้

1) เนื้อดิน (Soil texture) การที่ดินมีปริมาณอนุภาคขนาดทรายมากก็จะเพิ่มสภาพการนำน้ำของดิน แต่อย่างไรก็ตามชั้นของดินแต่ละชั้นมีสภาพให้น้ำไหลซึมได้ (permeability) แตกต่างกัน (Donahue *et al.*, 1971) ทั้งนี้เนื่องจากดินทรายสามารถดูดยึดน้ำได้น้อยกว่า เพราะมีพื้นที่ผิวน้อยกว่า โดยดินเหนียวดูดยึดน้ำได้มากกว่าเพราะมีพื้นที่ผิวมากกว่า (Miller, 1977) นอกจากนี้ช่องว่างในดิน (soil pore) ของดินเหนียวมีขนาดเล็กกว่าดินทราย (Singer and Munns, 1987) มีผลทำให้การไหลซึมของดินเหนียวช้ากว่าดินทรายซึ่งมีขนาดของช่องว่างในดินใหญ่กว่า

2) โครงสร้างของดิน (Soil structure) ดินที่มีโครงสร้างดีจะมีสัดส่วนของช่องว่างขนาดใหญ่มากทำให้น้ำได้ดี (Donahue *et al.*, 1971) ดินพวกนี้จึงมีอัตราการไหลซึมน้ำสูงตรงกันข้ามกับดินที่มีโครงสร้างไม่ดีหรือไม่มีโครงสร้าง (Structureless) คือ ดินไม่จับตัวกันเป็นก้อน จึงมีสัดส่วนของช่องว่างขนาดเล็กอยู่มาก สภาพนำน้ำของดินมีค่าต่ำ ดินก็จะมีอัตราการไหลซึมต่ำ ปริมาณของช่องว่างในดินจะลดลงโดยการอัดตัวของดินและแปรผันกับความลึก ดินบนที่เป็นทรายจะมีช่องว่างในดินอยู่ในช่วงร้อยละ 35-50 ในขณะที่ดินเหนียวจนถึงดินเนื้อละเอียดจะอยู่ในช่วงร้อยละ 40-60 หรือมากกว่า สำหรับในดินล่างที่มีการอัดตัวบางครั้งอาจมีปริมาณช่องว่างเพียงร้อยละ 25-30 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ดินที่มีสมบัติทางกายภาพเหมาะสมในการเพาะปลูก (Good tillth) จะต้องมีความชื้นในดินใหญ่ไม่น้อยกว่า 10% ของช่องว่างทั้งหมดของดิน นอกจากปริมาณช่องว่างในดินแล้ว ความต่อเนื่องของช่องว่าง (pore continuity) ก็มีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากต่อสภาพการนำน้ำของดิน

3) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter content) ถ้ามีอินทรียวัตถุในดินมากจะช่วยให้การซึมน้ำลงสู่ดินเร็วขึ้นเพราะเป็นสารตัวเชื่อมทำให้ดินเป็นก้อนมีโครงสร้างที่ดีและคงทน อินทรียวัตถุมีความสามารถในการดูดซับน้ำไว้ในปริมาณที่มาก คือ ประมาณ 6-20 เท่าของน้ำหนักตัว ทั้งนี้เนื่องจากเป็นอนุภาคขนาดเล็กและมีลักษณะเป็นสารคอลลอยด์ จึงมีพื้นที่ดูดซับน้ำไว้ได้มากเป็นพิเศษ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ในพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ

สูง ทำให้ความจุในการเก็บกักน้ำมีมาก ความสามารถในการดูดซับน้ำของดินป่าไม้ที่มีซากพืชปกคลุม จะดูดซับน้ำได้มากกว่าดินป่าไม้ที่ปราศจากซากพืชคลุมดินประมาณ 3 เท่าเป็นอย่างน้อย (Donahue *et al.*, 1971; Gotshalk, 1939)

4) ความลึกของดิน (Soil depth) ดินที่มีความหนาของชั้นดินน้อยจะทำให้ให้น้ำผ่านได้น้อยกว่าชั้นดินที่มีความหนาของชั้นดินที่มากกว่า และความสามารถในการเก็บกักน้ำจะขึ้นอยู่กับชนิดของดินและความลึกของดิน (Donahue *et al.*, 1971)

5) ปริมาณน้ำในดินหรือปริมาณความชื้นในดิน (Soil moisture) มีบทบาทอย่างมาก เพราะความชื้นในดินมีผลต่อสมรรถนะการซึมผ่านผิวดินทั้งให้น้ำถูกเก็บไว้ในดิน และความสามารถในการดูดซับน้ำไว้ของดินอีกด้วย ในระยะแรกน้ำจะซึมลงไปดินเท่านั้น ต่อมาถ้าดินแห้งจะทำให้อัตราการซึมน้ำสูงมาก ครั้นเมื่อดินเริ่มเปียกกลายเป็นสารคอลลอยด์ต่าง ๆ ปะปนกันอยู่ เมื่อดินก็จะพองตัวซึ่งอาจมีผลทำให้เกิดการอุดตันในช่องว่างของดินทำให้ลดการซึมผ่านผิวดิน อีกทั้งมีส่วนทำให้แรงดึงดูดระหว่างเม็ดดินลดน้อยลง (เกษม, 2539; Donahue *et al.*, 1971)

6) ลักษณะและปริมาณพืชคลุมดิน (Vegetal cover) เช่น หญ้า หรือป่า มีแนวโน้มในการทำให้การซึมผ่านผิวดินสูงและมากขึ้น เพราะพืชคลุมดินนั้นนอกจากจะป้องกันไม่ให้ฝนตกกระทบดินโดยตรงแล้วยังช่วยเสริมสร้างให้เกิดชั้นอินทรีย์วัตถุ โดยชนิดของพืชคลุมดินมีความสำคัญต่อการซึมผ่านผิวดินมากกว่าชนิดดิน (เกษม, 2539; Donahue *et al.*, 1971)

7) สภาพภูมิประเทศ (Topography) สภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกันทำให้การซึมน้ำลงดินแตกต่างกัน (Sampson, 1952) ซึ่งจะทำให้เกิดความผันแปรของน้ำในดินเป็นอย่างมาก โดยสภาพภูมิประเทศที่มีความลาดชันจะมีโอกาสซึมน้ำได้น้อยกว่าพื้นที่ราบที่ดินเป็นชนิดเดียวกัน เนื่องจากในที่ลาดชันมาก ๆ เวลาเกิดฝนตกน้ำจะซึมลงสู่ดินได้น้อยเกิดเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดินรุนแรงตามระดับความลาดชัน ตรงข้ามกับในพื้นที่ราบซึ่งน้ำจะไหลซึมลงไปในดินได้ดีกว่าทำให้ความชื้นในดินเพิ่มขึ้น (จรินทร์, 2516; วิชา, 2535)

8) ปริมาณน้ำฝน (Rainfall) ถ้ามีฝนมากการซึมน้ำก็จะสูงขึ้น จากการศึกษาพบว่าความผันแปรความชื้นในดินทุกบริเวณภายใต้สภาพป่าเบญจพรรณขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน เมื่อมีปริมาณน้ำฝนมากจะทำให้ปริมาณน้ำในดินเพิ่มมากขึ้น และเมื่อปริมาณน้ำฝนน้อยหรือช่วงที่ไม่มีฝนตกลงมาค่าความชื้นในดินจะมีค่าเพียงเล็กน้อย (อมลรัตน์, 2544; Sakurai *et al.*, 1991)

### 3.3 กราฟดูดยึดความชื้น (Water Retention Curve)

กราฟดูดยึดความชื้น เป็นเส้นกราฟที่แสดงถึงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดินขณะสมดุลกับระดับพลังงานกำกับกับดินหนึ่ง ๆ เส้นนี้ครอบคลุมตั้งแต่ช่วงที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำจนถึงสภาพดินแห้ง ความสัมพันธ์นี้เป็นลักษณะประจำตัวซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละดิน แม้ในดินชนิดหนึ่ง กราฟดูดยึดน้ำในดิน จะไม่คงตัวขึ้นอยู่กับความชื้นของดินนั้น ๆ ว่าเปียกมาก่อนแล้วถูกปล่อยให้แห้ง (desorption) หรือแห้งมาก่อนแล้วจึงได้น้ำชลประทาน (sorption) กราฟดูดยึดน้ำในดินที่ได้จากกระบวนการทั้งสองจะไม่เป็นเส้นเดียวกันหรือทับกัน ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นดังกล่าวนี้เรียกว่า ความไม่ซ้ำรอย (hysteresis) เส้นกราฟที่ได้จากการให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำแล้วระบายออกจึงมักใช้เป็นตัวแทนในทางปฏิบัติเพื่อหาช่วงความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Kirkham and Powers, 1972; Mualem, 1974; Poulavassilis, 1974)

#### ปัจจัยที่มีผลต่อกราฟดูดยึดความชื้น

กราฟดูดยึดความชื้นเป็นลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละดิน ซึ่งขึ้นกับลักษณะเนื้อดิน โครงสร้างและการกระจายช่องว่างขนาดต่าง ๆ ของดิน (สุนทรี, 2525; Lal and Shukla, 2004) ความชันของเส้นกราฟ เรียกว่า ความจุความชื้นจำเพาะของดิน (specific water capacity) ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำที่ถูกดูดซับหรือปลดปล่อยออกมาจากดิน เมื่อพลังงานกำกับกับดินเปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย อีกนัยหนึ่งเมื่อพืชลดพลังงานศักย์ของน้ำลงหนึ่งหน่วย จะสามารถดึงน้ำจากดิน ได้มากที่สุดในช่วงที่ค่าความจุความชื้นจำเพาะของดินมีค่าสูงสุด

ปริมาณของน้ำในดินที่เหลืออยู่เมื่อดินมีพลังงานของน้ำกำกับกับดินต่ำ (ระหว่าง 0.1-10 กิโลพาสคัล) นั้น ขึ้นอยู่กับผลของแรงดึงของน้ำในช่องขนาดเล็ก (capillary effect) และการกระจายของขนาดของช่องในดิน ซึ่งเป็นผลมาจากโครงสร้างของดิน ในขณะที่ดินมีแรงดึงสูง ซึ่งเกิดจากการดูดยึดน้ำที่ผิวของเม็ดดินจะเป็นผลเนื่องมาจากโครงสร้างของดิน อย่างไรก็ตาม เนื้อดินจะมีอิทธิพลมากกว่าเพราะเนื้อดินละเอียดจะมีพื้นที่ผิวที่ดูดซับน้ำไว้ได้มาก ปริมาณความชื้นในดินที่ระดับ 1500 กิโลพาสคัล จะขึ้นอยู่กับการที่ผิวของดินมากที่สุด จึงกล่าวได้ว่า กราฟดูดยึดน้ำในดินนั้นจะขึ้นอยู่กับการที่ผิวของดินมากที่สุด นั่นคือถ้ามีอนุภาคดินเหนียวมากก็จะมีน้ำถูกยึดไว้ในดินได้มากกว่าดินชนิดอื่นในระดับพลังงานกำกับกับดินเดียวกัน และกราฟการดูดยึดน้ำของดินจะมีลักษณะค่อย ๆ ลดลงมากกว่าลดลงอย่างเฉียบพลัน อย่างเช่นที่ปรากฏในดินที่มีอนุภาคขนาดทรายปะปนอยู่มาก อีกประการหนึ่ง ดินเหนียวจะมีการกระจายของช่องในดินขนาดต่าง ๆ ก่อนข้าง

สม่ำเสมอ ดังนั้นเมื่อพลังงานกำกับกับดินค่อย ๆ เพิ่มมากขึ้น ความชื้นในดินจึงค่อย ๆ ลดลง (Gardner, 1968; Hillet, 1973)

โครงสร้างของดินมีผลต่อลักษณะของกราฟการดูดยึดความชื้นของดินด้วย โดยเฉพาะในขณะที่ดินมีความเครียดต่ำ ความแน่นทึบของดินก็มีส่วนทำให้ความพรุนหรือช่องว่างในดินน้อยลง ลดปริมาตรของช่องว่างขนาดใหญ่ ส่งผลไปถึงปริมาณความชื้นของดินระดับอิมตัว และการเริ่มต้นลดลงของความชื้นจะถูกลดลงเมื่อใช้แรงดึงดูดน้ำออกเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากช่องว่างของดินขนาดกลางเพิ่มมากขึ้นในดินที่มีการอัดตัว ในขณะที่การเรียงตัวและขนาดของช่องขนาดเล็กไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก จึงทำให้การใช้แรงดูด (suction) ที่ระดับความดันสูง มีผลต่อกราฟการดูดยึดความชื้นก่อนและภายหลังจากดินที่ถูกอัดแน่นมักมีลักษณะคล้ายคลึงกัน (นิพนธ์, 2541; Lal and Shukla, 2004)

#### 4. การตรวจสอบความชื้นในดิน

##### 4.1 วิธีวัดโดยน้ำหนัก (Gravimetric Method)

ทำโดยการเก็บตัวอย่างดินที่ต้องการทราบความชื้นใส่กระป๋องความชื้นหรือห่อด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ที่ทราบมวลอยู่แล้ว รวบรวมตัวอย่างไว้ในถุงพลาสติกผนึกแน่นกันการรั่วของไอน้ำ เมื่อนำกลับมาถึงห้องปฏิบัติการก็ชั่งตัวอย่างดินพร้อมภาชนะบรรจุก่อนอบ นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส ประมาณ 24 ชั่วโมงและนำมาชั่งมวลอีกครั้งเมื่อตัวอย่างเย็นแล้ว ผลที่ได้นำมาคำนวณระดับความชื้นโดยมวล (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Donahue *et al.*, 1971)

##### 4.2 การใช้มาตรความตึง (Tensiometer)

มาตรความตึงออกแบบไว้สำหรับวัดความตึงศักย์วัสดุพื้น (matric suction) ของน้ำในดิน แต่เนื่องจากความตึงศักย์วัสดุพื้นผันแปร โดยตรงกับระดับความชื้นจึงสามารถวัดแปลงมาตรความตึงมาใช้วัดความชื้นได้ ค่าที่อ่านได้จากการใช้มาตรความตึงไม่ใช่ความชื้นในดิน จึงมีความจำเป็นต้องสร้างเส้นโค้งเปลี่ยนค่าก่อนนำเครื่องไปใช้งาน การสร้างเส้นโค้งเปลี่ยนค่าทำได้โดยเตรียมตัวอย่างดินให้มีระดับความชื้นที่ทราบค่าแน่นอนต่าง ๆ กัน แล้วฝังมาตรความตึงลงไปอ่าน

ค่าจากเครื่องมือจนถึงจุดสมดุล ทำเช่นนี้หลาย ๆ ครั้งแล้วเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้กับระดับความชื้นในดิน (calibration curve) (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

#### 4.3 การใช้แท่งวัดความต้านทาน (Electric Resistance Block)

แท่งวัดประกอบด้วย ขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ที่ฝังอยู่ในแท่งวัสดุพอร์ซเลนและมีสายไฟฟ้าเชื่อมต่อออกมาจากภายนอก โดยแท่งวัสดุพอร์ซเลนอาจเป็นยิปซัม ไฟเบอร์กลาส โพลีนหรือเทฟลอน และมีมิเตอร์วัดความต้านทานไฟฟ้า ได้แก่ Bouyoucos (Hassett and Banwart, 1992) การวัดความชื้นโดยวิธีนี้ต้องสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินกับค่าความต้านทานที่อ่านได้จากกราฟ (นิวัติ, 2514) เส้นโค้งที่สร้างขึ้นสำหรับดินหนึ่งควรใช้เฉพาะกับดินนั้น ถ้าเปลี่ยนชนิดของดินก็ควรสร้างเส้นโค้งเปลี่ยนค่าขึ้นมาใหม่ เพราะลักษณะเฉพาะตัวทางความชื้นของดินรวมทั้งปริมาณเกลือในดินแต่ละแห่งจะไม่เหมือนกันแม้แต่ใช้วัดในดินเดียวกัน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

แท่งวัสดุพอร์ซเลนเหมาะกับการใช้งานเมื่อดินมีระดับความชื้นในดินอยู่ระหว่างจุดเหี่ยวถาวร และจุดซึ่งต่ำกว่าความจุความชื้นสนามเล็กน้อย เมื่อค่าระดับความชื้นในดินต่ำกว่าจุดเหี่ยวถาวร หรือใกล้เคียงกับความจุความชื้นสนาม ความแม่นยำของเครื่องมือจะลดลง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) การวัดความชื้นในดินโดยวิธีนี้ ค่าความชื้นที่ได้จะเป็นความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่มักจะไม่ใช่ค่าความชื้นในดิน หรือปริมาณน้ำที่แท้จริง (นิวัติ, 2514)

#### 4.4 การใช้มาตรวัดความชื้นนิวตรอน (Neutron Moisture Probe)

เครื่องมือนี้ใช้สำหรับวัดระดับความชื้น โดยอาศัยหลักการชนของนิวตรอนความเร็วสูงกับไฮโดรเจนอะตอมซึ่งเป็นองค์ประกอบของน้ำในดิน นิวตรอนความเร็วสูงจะถ่ายทอดพลังงานของมันให้ไฮโดรเจนอะตอม แล้วเปลี่ยนไปเป็นนิวตรอนความเร็วต่ำ จำนวนของนิวตรอนความเร็วต่ำจะสะท้อนกลับไปเข้าเครื่องวัด ซึ่งจะมีค่าผันแปร โดยตรงกับระดับความชื้นในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Kramer, 1978) ค่าที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือนี้ ไม่ใช่ค่าความชื้นในดินจึงทำให้ต้องมีการสร้างเส้นโค้งเปลี่ยนค่าเป็นความชื้นสำหรับดินชนิดนั้นขึ้นมาเสียก่อน สำหรับปัจจุบันเครื่องบางรุ่นจะมีหน่วยประเมินผลอยู่ภายใน จึงทำให้สามารถรู้ค่าความชื้นได้ทันทีเมื่อสามารถตรวจนับจำนวนนิวตรอนความเร็วต่ำทั้งหมด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)



การวัดความชื้นด้วยนิวตรอนเป็นการวัดที่สะดวก เหมาะสำหรับการติดตามความชื้นของดินภาคสนาม สามารถวัดได้หลาย ๆ ระดับความลึกเฉพาะจุดที่ต้องการ จึงไม่ทำให้สภาพดินทั่วไปเสียหาย (นิวัติ, 2514; คณะจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Kramer, 1978) ปราศจากการเสี่ยงด้านการสูญเสียข้อมูล แต่ทั้งนี้การวัดด้วยวิธีนี้ไม่เหมาะต่อการวัดความชื้นดินบนชั้นไถพรวน เพราะให้ค่าที่สูงเกินความจริงเนื่องจากหน้าดินมีอินทรีย์วัตถุซึ่งมีไฮโดรเจนอะตอมเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย รวมทั้งผู้ใช้อาจได้รับอันตรายจากรังสีนิวตรอนหากขาดมาตรการป้องกันที่ดี (นิพนธ์, 2541; คณะจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) นอกจากนี้ เมื่อเทียบด้านราคา พบว่า การใช้การวัดความชื้นด้วยนิวตรอนเสียค่าใช้จ่ายสูง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการวัดด้วยมาตรความตึงและแท่งวัดความต้านทาน (Hassett and Banwart, 1992)

#### 4.5 เครื่องวัดความชื้นในดินแบบ Time Domain Reflectometer (TDR)

เครื่องมือนี้เป็นเครื่องวัดความชื้นในดินที่มีการทำงานโดยใช้วัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของโมเลกุลน้ำเพื่อใช้ประมาณความชื้นในดิน อุปกรณ์ในการวัดความชื้นของ TDR ประกอบด้วย Pulser, Sampling Receiver, Timing และ Display unit ลักษณะการทำงาน เครื่องจะปล่อยกระแสไฟฟ้าลงไปสู่ดิน และมีการวัดปริมาณที่ย้อนกลับมาซึ่งที่ปลายของสายส่ง เทคนิคในการวัดของ TDR ก็คือ การวัดความเร็วของการแพร่สัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูง โดยความเร็วของการแพร่จะลดลงในวัตถุที่มี dielectric constant สูงกว่า สำหรับค่า dielectric constant ของน้ำมีค่าประมาณ 80 องค์ประกอบที่เป็นของแข็งในดินมีค่า dielectric constant อยู่ระหว่าง 2-7 และอากาศมีค่า dielectric constant เท่ากับ 1 (Topp, 1993)

การวัดความชื้นในดิน โดยใช้เครื่องวัดแบบ TDR นิยมใช้ในการวัดปริมาณน้ำในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาการใช้น้ำของพืช เพราะค่าที่ได้เป็นสัดส่วน โดยตรงต่อปริมาตร และสามารถฝังไว้ใต้ดินเพื่อทำการวัดที่เดิมได้อย่างต่อเนื่อง โดยที่มีการรบกวนดินเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Topp *et al.*, 1980) ทั้งยังสามารถวัดความชื้นในดินบริเวณใกล้ผิวดินที่มีความเป็นอิสระกับชนิดดินและความเค็ม รวมทั้งยังสามารถเชื่อมต่อข้อมูลเข้ากับคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง (ESI Environment Sensor, Inc., 1999) ค่า dielectric constant ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดิน จะไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของดิน ชนิดดิน ความหนาแน่นของดิน และปริมาณเกลือของดิน (Topp *et al.*, 1980)

## 5. ดินที่เกิดจากหินปูน

หินปูนเป็นหินเนื้อละเอียดประกอบด้วยสารคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ หินในกลุ่มนี้จะผุพังอยู่กับที่ทางเคมีได้ง่าย โดยกระบวนการละลายทำให้ยุบและละลายไปกับน้ำในรูปของไบคาร์บอเนต ส่วนตะกอนมีขนาดอื่น ๆ อาจจะตกค้างอยู่ หินในกลุ่มนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่งหินปูนและหินอ่อนนั้น อัตราการสร้างตัวของดินจะเร็วในสภาพร้อนชื้น กล่าวคือเมื่อหินผุพังแล้วจะเกิดเป็นดินได้เร็ว ดังนั้น จึงไม่ค่อยพบชั้นวัตถุต้นกำเนิดดินที่หนา แต่มักพบชั้นดินวางตัวอยู่บนชั้นหินแข็ง หรือมีชั้นหินผุบาง ๆ และหน้าตัดดินที่มีความหนามากกว่าอยู่ด้านบน ส่วนความลึกของดินขึ้นอยู่กับกระบวนการละลาย (leaching) และระยะเวลาในการเกิดดิน

ดินที่เกิดขึ้นจะเป็นดินที่มีเบสสูง อิ่มตัวด้วยแคลเซียม แร่ดินเหนียวที่สำคัญ คือ แร่ในกลุ่มสมекไทต์ ดินจะลึกหรือตื้นขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ส่วนมากดินที่เกิดจากหินปูนจะเป็นที่มีสีแดง หรือน้ำตาลแดง เช่น ดินเทอร์ราโรซา (Terra Rosa) โดยเข้าใจว่าสีแดงเกิดจากสีแดงของแร่อะลูมิโนซิลิเกตที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการทับถมของหินปูน สีแดงจะเกี่ยวข้องกับสัณนิมเหล็กหรือเหล็กออกไซด์ซึ่งจะสังเกตเห็นคราบสีแดงตามหน้าผาของหินปูน Glazovskaya Parfenova (1974) ศึกษาถึงการเกิดสีดินเทอร์ราโรซาบนหินปูนหลายชนิด พบว่า ดินสีแดงเกิดจากการผุพังของหินปูน และน้ำจากคราบสีแดงที่ไหลลงมาตามลาดเทในหินปูนเหล็กจะอยู่ในรูปของของไพไรต์หรือเหล็กซัลไฟด์ ซึ่งได้สรุปไว้ว่า ดินเทอร์ราโรซาเกิดขึ้นในปัจจุบันภายใต้สภาวะอากาศของแต่ละท้องถิ่น เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของกลุ่มหินปูนและหินอ่อนเป็นภูมิประเทศคาร์สต์ ซึ่งมีลักษณะความลาดเทสูงมากมีหน้าผาสูงชัน ยอดเขาเป็นตะปุ่มตะป่ำมาก ดินที่เกิดขึ้นจึงพบอยู่เฉพาะตามแอ่งต่ำหรือเชิงเขาส่วนบนภูเขาจะมีดินน้อยมาก เช่น ตามหลืบหินหรือรอยแตกของหิน ดินที่เกิดตามแอ่งต่ำจะเกิดจากการตกตะกอนของสารละลายที่ละลายน้ำออกไป จึงพบปูนมาร์ลเป็นวัสดุปะปนอยู่ ซึ่งเป็นดินที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก แต่มักพบเป็นพื้นที่เล็ก ๆ และบางครั้งมีหินโผล่ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการไถพรวน ส่วนดินที่เกิดตามเชิงเขานั้นมักพบว่ามีหินโผล่มาก เช่น ภูมิประเทศแบบป่าช้าหิน ซึ่งพบเสมอในประเทศไทย เช่น บริเวณสระบุรี ลพบุรี นครราชสีมา และกาญจนบุรี เป็นต้น ดินที่อยู่ตามช่องหินอาจจะมีสีแดงหากพบบนพื้นที่สูง และมีสีคล้ำหรือสีดำบนพื้นที่ต่ำลงมา ซึ่งดินในกลุ่มนี้จะมีแร่ดินเหนียวเป็นพวกซิลิโไนต์ (Sylonite) (อภิสิทธิ์, 2527)

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. เครื่องมือการตรวจวัดความชื้นในดินแบบ TDR (Time Domain Reflectometer)
2. เครื่องมือการสำรวจดินในภาคสนามแบบมาตรฐาน (เอิบ, 2542ก; Soil Survey Division Staff, 1993)
3. เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพ และทางเคมี
4. เครื่องมือและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์ผลและการเก็บรวบรวมข้อมูล

### วิธีการ

#### 1. การปฏิบัติงานในภาคสนาม

คัดเลือกพื้นที่สำหรับทำการศึกษา แบ่งออกได้เป็น แปลงอุ้งนุ่นพันธุ์ต่าง ๆ จำนวน 6 บริเวณ และพื้นที่ว่างเปล่าข้างแปลงอุ้งนุ่น จำนวน 1 บริเวณ ทั้งหมด 7 บริเวณ (ภาพที่ 1 และ 2) ดังนี้

บริเวณที่ 1: แปลงอุ้งนุ่นพันธุ์ Shiraz เป็นอุ้งนุ่นที่ใช้ทำไวน์ ปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2546

บริเวณที่ 2: แปลงอุ้งนุ่นพันธุ์ Chenin Blanc 16 เป็นอุ้งนุ่นที่ใช้ทำไวน์ ปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2546

บริเวณที่ 3: แปลงอุ้งนุ่นพันธุ์ Marroo Seedless (แปลงมีหลังคาคลุม) เป็นอุ้งนุ่นรับประทานสด ปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2546

บริเวณที่ 4: แปลงอุ้งนุ่นพันธุ์ Marroo Seedless (แปลงไม่มีหลังคาคลุม) เป็นอุ้งนุ่นรับประทานผลสด ปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2546

บริเวณที่ 5: แปลงองุ่นพันธุ์ Perlette (แปลงมีหลังคาคลุม) เป็นองุ่นรับประทานผลสด ปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2545

บริเวณที่ 6: แปลงองุ่นพันธุ์ Perlette (แปลงไม่มีหลังคาคลุม) เป็นองุ่นรับประทานผลสด ปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2545

บริเวณที่ 7: พื้นที่ว่างเปล่าข้างแปลงองุ่น



แปลงองุ่นทำไวน์พันธุ์ Shiraz



แปลงองุ่นทำไวน์พันธุ์ Chenin Blanc 16

ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณแปลงองุ่นทำไวน์

## 2. การติดตั้งอุปกรณ์วัดความชื้น TDR (Time Domain Reflectometer)

ดำเนินการฝังท่อในแนวตั้งสำหรับวัดความชื้นในดิน โดยฝังห่างจากโคนต้นองุ่น 50 เซนติเมตร ที่ระดับความลึก 70-100 เซนติเมตร (บริเวณโซนรากองุ่น) ขึ้นอยู่กับความลึกของดินที่สามารถเจาะด้วยสว่านเจาะดินได้ในแต่ละบริเวณ โดยทำการฝังท่อบริเวณละ 2 จุด เมื่อฝังท่อแล้วทิ้งท่อนั้นไว้ 1 เดือนเพื่อให้ดินรอบ ๆ ท่อกลับคืนสภาพเดิม จึงทำการเก็บตัวอย่างดินมาเพื่อวัดความชื้นเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้ขณะนั้น เพื่อทำการปรับค่าให้ตรงกับค่าความชื้นที่แท้จริง (calibration) (ภาพที่ 3)



แปลงองุ่นรับประทานสดพันธุ์ Marroo Seedless  
(มีหลังคาคลุม)



แปลงองุ่นรับประทานสดพันธุ์ Marroo Seedless  
(ไม่มีหลังคาคลุม)



แปลงองุ่นรับประทานสดพันธุ์ Perlette  
(มีหลังคาคลุม)



แปลงองุ่นรับประทานสดพันธุ์ Perlette  
(ไม่มีหลังคาคลุม)



พื้นที่ว่างเปล่าข้างแปลงองุ่น (ด้านขวาของภาพ)

ภาพที่ 2 พื้นที่ศึกษาบริเวณแปลงองุ่นรับประทานสดและพื้นที่ว่างเปล่าข้างแปลงองุ่น





(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์วัดความชื้น TDR เจาะดินด้วยสว่านเจาะดิน (ก) ฟังท่อสำหรับวัดความชื้น (ข) และ (ค)

### 3. การเก็บตัวอย่างดิน

จัดทำลักษณะดินที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ (site characterization) โดยการขุดดินเพื่อศึกษาหน้าตัดดินโดยวิธีมาตรฐาน (เอิบ, 2547) และเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติต่าง ๆ ของดินเพื่อใช้ในการจำแนกดินในระดับกลุ่มดินย่อย (subgroup) (Soil Survey Staff, 1993) การเก็บตัวอย่างดินแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

3.1 ตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน (disturbed soil samples) จะเก็บทุกชั้นดินตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ที่ได้แบ่งไว้ภายในหน้าตัดประมาณ 2-3 กิโลเมตร

3.2 ตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวน (undisturbed soil samples) โดยเลือกเก็บเฉพาะชั้นที่ต้องการนำมาศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินบางประการ โดยใช้กระบอกล็อกเก็บตัวอย่าง (core) (เอิบ, 2542ข; Buol *et al.*, 2003)

#### 4. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

##### 4.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

4.1.1 นำตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม หลังจากนั้นนำดินมาบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 มิลลิเมตร แยกก้อนกรวด เศษหิน แร่ และเศษซากพืชออก ซึ่งจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดิน

4.1.2 นำตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวนมาศึกษาความหนาแน่นรวมของดิน และค่าสภาพน้ำของดิน

##### 4.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน

4.2.1 การวิเคราะห์การกระจายของอนุภาคดิน (Particle size distribution analysis) โดยวิธีแยกด้วยตะแกรง (sieving method) ในขนาดอนุภาคทราย และโดยวิธีไปเปต (pipette method) (Day, 1965) ในขนาดอนุภาคทรายแป้งและอนุภาคดินเหนียว ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ให้นำมาแจกแจงประเภทของดิน (soil textural class) โดยการเปรียบเทียบกับชั้นดินตามเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA textural class) (Soil Survey Staff, 2006)

4.2.2 ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) โดยวิธี core method ซึ่งใช้กระบอกล็อกเก็บตัวอย่างดินชนิดไม่ทำลายโครงสร้างในการเก็บตัวอย่างดิน (Blake and Hartge, 1986; Culley, 1993)

4.2.3 สภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัว (Saturated hydraulic conductivity) โดยวิธีพลังงานขับน้ำผันแปร (variable head method) (Soil Survey Staff, 2006)

4.2.4 ความชื้นในดินโดยวิธีวัดโดยน้ำหนัก (gravimetric method) (Donahue *et al.*, 1971)

4.2.5 การหากราฟคูยัคความชื้น (water retention curve) โดยการแช่ดินให้อิ่มตัวแล้ว ผลักน้ำออกจากดินด้วยแรงดันอากาศ ระดับต่าง ๆ คือ 0.1, 10, 33, 100 และ 1500 กิโลปาสกาล (Klute, 1986)

#### 4.3 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

4.3.1 ปฏิกิริยาดิน (Soil reaction, pH) โดยใช้เครื่องวัดพีเอชดิน (pH meter) ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ และดินต่อสารละลาย 1 M KCl เท่ากับ 1:1 (National Soil Survey Center, 1996)

4.3.2 คาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon:OC) โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934; Faithfull, 2002) แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter:OM) จากสูตร  $OM = OC \times 1.724$

4.3.3 ไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl (Jackson, 1965)

4.3.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Spectrophotometer

4.3.5 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) โดยใช้ 1 M  $\text{NH}_4\text{OAc}$  ที่เป็นกลาง (pH 7.0) (Pratt, 1965) แล้ววัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer



4.3.6 เบสรวมที่สกัดได้ (Extractable bases) ซึ่งประกอบด้วย แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม โดยสกัดด้วยสารละลาย 1 M  $\text{NH}_4\text{OAc}$  ที่เป็นกลาง (pH 7.0) (Peech, 1945) แล้ววัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

4.3.7 ความเป็นกรดที่สกัดได้ (Extractable acidity) โดยวิธี barium chloride triethanolamine pH 8.2 (Peech, 1965)

4.3.8 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity) โดยการใช้สารละลาย แคตไอออนด้วยสารละลาย 1M  $\text{NH}_4\text{OAc}$  ที่เป็นกลาง (pH 7.0) และแทนที่แคตไอออนของ แอมโมเนียมไอออนด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (10%) ในสภาพที่เป็นกรด กลั่นหา แอมโมเนียมไอออน แล้วคำนวณหาความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Chapman, 1965; Summer and Miller, 1996)

4.3.9 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (Base saturation percentage, % BS) โดยคำนวณ จากค่าของปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ทั้งหมด และค่าความเป็นกรดที่สกัดได้ (National Soil Survey Center, 1996) จากสูตร

$$\% \text{ BS} = \frac{\text{Extractable Bases}}{\text{Extractable Bases} + \text{Extractable Acidity}} \times 100$$

## 5. การเก็บบันทึกข้อมูล

วัดความชื้นในดินที่ระดับความลึก 10, 20, 30, 40, 60 และ 100 เซนติเมตรโดยทำการวัด แล้วบันทึกค่าความชื้นทุกวันตั้งแต่ช่วงปลายฤดูฝนจนถึงฤดูแล้งเป็นระยะเวลา 6 เดือน

## สถานที่และระยะเวลาในการทำวิจัย

### 1. สถานที่

#### 1.1 การศึกษาในภาคสนาม

สถานีวิจัยกาญจนบุรี หมู่ที่ 9 ตำบลวังด้ง อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี (สถาบันค้นคว้าและพัฒนากระบวนการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

#### 1.2 การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

วิเคราะห์ดินที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

วิเคราะห์ความชื้นในดินที่ส่วนวิจัยกายภาพดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ

### 2. ระยะเวลาในการทำวิจัย

การศึกษาเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 สิ้นสุดเดือนมีนาคม พ.ศ. 2552

## สภาพทั่วไปของบริเวณที่ทำการศึกษา

### 1. ขอบเขตและลักษณะพื้นที่ที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณแปลงวิจัยของศูนย์ ภายในสถานีวิจัยกาญจนบุรี ซึ่งอยู่ในเขตปฏิรูปที่ดินเลขที่ 303 หมู่ที่ 9 ตำบลวังด้ง อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี อยู่ห่างจากจังหวัดกาญจนบุรีประมาณ 30 กิโลเมตร บนถนนสายกาญจนบุรี-ไทรโยค-ทองผาภูมิ

## 2 สภาพภูมิอากาศ

ตามระบบการจำแนกประเภทภูมิอากาศของ Köppen (1931) พื้นที่บริเวณสถานีวิจัยกาญจนบุรี มีเขตภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน (tropical savanna, Aw) จากข้อมูลลักษณะภูมิอากาศโดยเฉลี่ย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2552 ของสถานีวิจัยกาญจนบุรี ดังแสดงไว้ใน ภาพที่ 4 และตารางผนวกที่ 1 สรุปได้ดังนี้

### 2.1 ปริมาณน้ำฝน

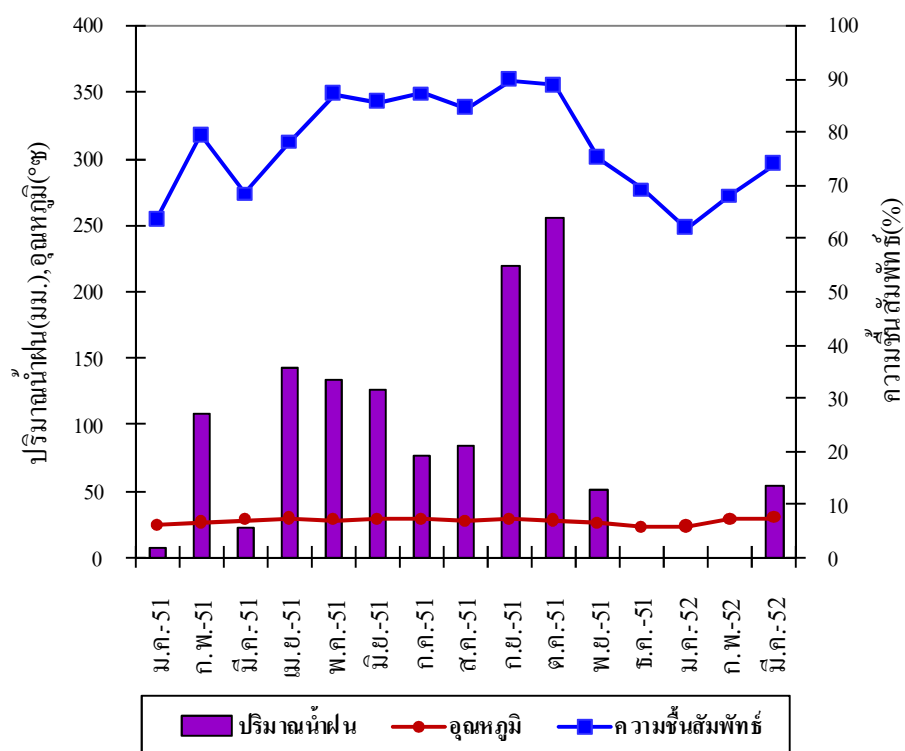
ปริมาณน้ำฝนในสถานีวิจัยกาญจนบุรีเฉลี่ยในปีที่ผ่านมาเท่ากับ 1,220.5 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 เท่ากับ 255.0 มิลลิเมตร และในระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551-เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 ไม่มีวันที่ฝนตก

### 2.2 อุณหภูมิ

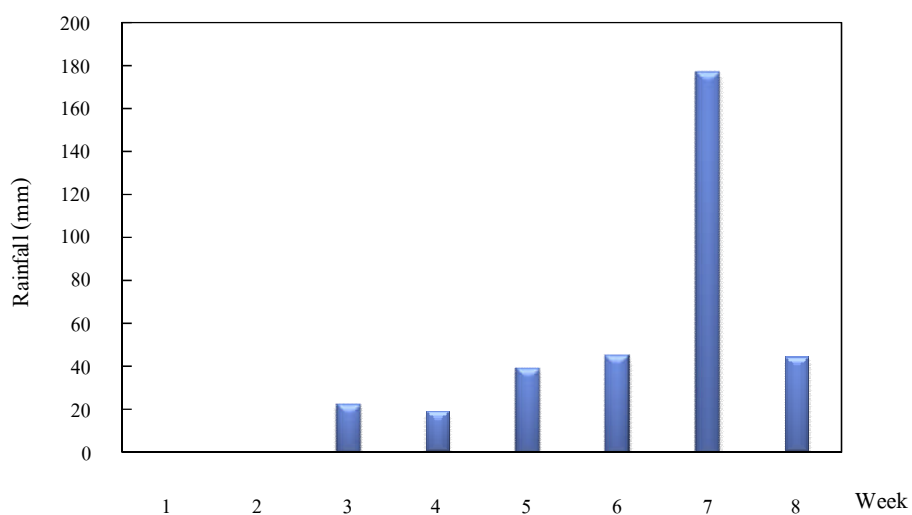
อุณหภูมิบริเวณสถานีวิจัยกาญจนบุรี จะมีค่าเฉลี่ย อยู่ในช่วง 22.3-29.4 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2552 เท่ากับ 29.4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 เท่ากับ 22.3 องศาเซลเซียส

### 2.3 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในสถานีวิจัยกาญจนบุรี มีค่าประมาณร้อยละ 79.6 โดยค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2551 มีค่าสูงสุด (ร้อยละ 89.7) และในเดือนมกราคม พ.ศ. 2552 มีค่าต่ำสุด (ร้อยละ 61.7)



ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิเฉลี่ย ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2551-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2552 ในสถานีวิจัยกาญจนบุรี



หมายเหตุ หลังจากสัปดาห์ที่ 8 เป็นต้นไปไม่มีฝนตก

ภาพที่ 5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

## ผลและวิจารณ์

การศึกษาลักษณะความชื้นในโชนรากองุ่นต่างพันธุ์ที่ปลูกบนดินที่เกิดจากหินปูน ได้ดำเนินการในพื้นที่แปลงทดลองปลูกองุ่น สถานีวิจัยกาญจนบุรี ตำบลวังด้ง อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี (สถาบันค้นคว้าและพัฒนากระบวนการนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) โดยเลือกบริเวณที่ทำการศึกษากำหนด 7 บริเวณ ผลการศึกษาทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการประกอบด้วยสภาพทั่วไปและสัณฐานวิทยาสนามของดิน สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี ความเป็นประโยชน์ของน้ำ และการเปลี่ยนแปลงความชื้นในบริเวณที่ทำการศึกษามีดังต่อไปนี้

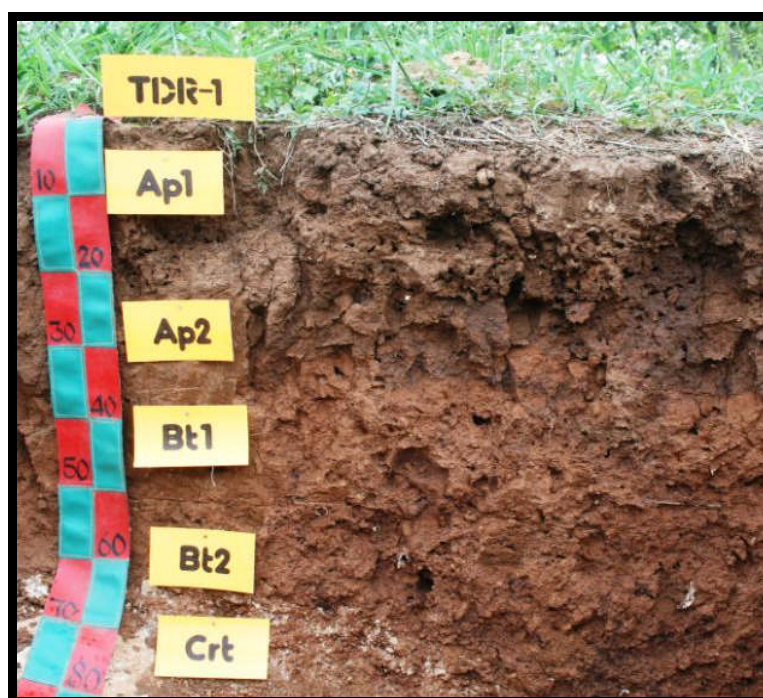
### 1. สภาพทั่วไปและสัณฐานวิทยาสนามของดิน

#### 1.1 บริเวณที่ 1 แปลงปลูกองุ่นทำไวน์ (Pedon-1) (ภาพที่ 6)

ดินนี้เป็นดินลิกปานกลาง มีพัฒนาการของหน้าตัดดินแบบ Ap-Bt-Crt อยู่ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 71 เมตร พื้นที่มีความลาดชันร้อยละ 3 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำพาท้องถิ่นวางตัวบนวัสดุตกค้างของหินปูน (local alluvium over residuum of limestone) ลักษณะภูมิสัณฐานที่พบเป็นพื้นผิวกัดกร่อนของดินเขาที่ถูกซอยแบ่ง (erosional surface of dissected footslope) ดินมีการระบายน้ำดี สภาพให้ซึมได้ปานกลาง น้ำไหลบ่าหน้าดิน (Runoff water) ปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินลึกมากกว่า 80 เซนติเมตร

ชั้นดินบนหนา 0-36 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลเข้ม เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงเหนียว โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน พบเศษหินที่กำลังสลายตัวของหินปูนในปริมาณเล็กน้อย ปฏิริยาสนามของดินเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0)

ชั้นดินล่างหนา 36-75 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลแดงเข้ม เนื้อดินเป็นดินเหนียว โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนเช่นเดียวกับดินบน พบการสะสมดินเหนียว รวมถึงพบชิ้นส่วนของเรควอตซ์ที่ยังไม่สลายตัวในปริมาณเล็กน้อย ปฏิริยาสนามของดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (pH 6.5-7.0)



ภาพที่ 6 ลักษณะภูมิประเทศ และภาพแสดงหน้าตัดดินบริเวณแปลงปลูกองุ่นทำไวน์ (Pedon-1)

ชั้นหินผุที่มีการสะสมดินเหนียว (75-80 เซนติเมตร) มีสีน้ำตาลแดง เนื้อดินเป็นดินเหนียว โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนเช่นเดียวกัน พบการสะสมดินเหนียว พบเศษหินที่กำลังสลายตัวของแร่ควอตซ์และหินปูนในปริมาณมาก ปฏิกริยาสนามของดินเป็นกลาง (pH 7.0)

## 1.2 บริเวณที่ 2 แปลงปลูกองุ่นรับประทานสด (Pedon-4) (ภาพที่ 7)

ดินนี้เป็นดินลิกปานกลาง มีการพัฒนาการของหน้าตัดดินแบบ Ap-Bt ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 69 เมตร พื้นที่ที่มีความลาดชันร้อยละ 2 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างของหินปูน (residuum derived from limestone) ลักษณะภูมิสัณฐานที่พบเป็นพื้นผิวกัดกร่อนของดินเขาที่ถูกตัดแบ่ง (erosional surface of dissected footslope) ดินมีการระบายน้ำดี สภาพให้ซึมได้เร็ว น้ำไหลบ่าหน้าดินปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินลึกมากกว่า 60 เซนติเมตร

ชั้นดินบนหนา 0-20 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลเข้ม เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน พบชิ้นส่วนของแร่ควอตซ์ที่ยังไม่สลายตัวในปริมาณเล็กน้อย ปฏิกริยาสนามของดินเป็นกลาง (pH 7.0)

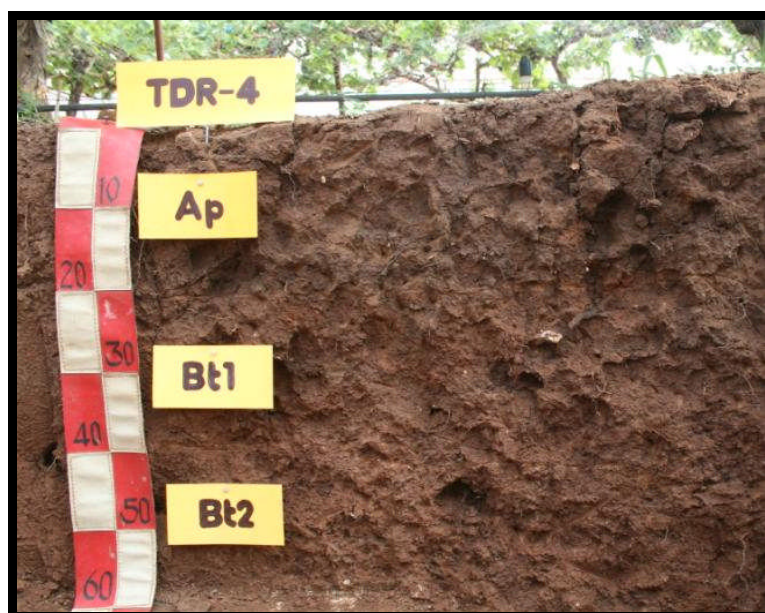
ชั้นดินล่างหนา 20-60 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลแดงเข้มถึงสีน้ำตาลเข้ม เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน พบการสะสมดินเหนียว รวมถึงพบชิ้นส่วนของแร่ควอตซ์ที่ยังไม่สลายตัว และพบเศษหินปูนที่กำลังสลายตัว ปฏิกริยาสนามของดินเป็นกรดเล็กน้อย ถึงกรดปานกลาง (pH 6.0-6.5)

## 2. สมบัติทางกายภาพของดิน

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินทั้ง 2 บริเวณที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย การกระจายของอนุภาคและชั้นเนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ค่าสภาพน้ำในดินขณะอิ่มตัว ความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ และกราฟดูดยึดความชื้น

### 2.1 การกระจายของอนุภาคและชั้นเนื้อดิน

ผลการศึกษาการแจกกระจายขนาดของอนุภาคดิน (particle size distribution) ตามความลึกในแต่ละชั้น โดยเปรียบเทียบการแจกกระจายของอนุภาคดินกับเกณฑ์การจำแนกชั้นของเนื้อดินหลักของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (ตารางผนวกที่ 2) (เอิบ, 2542ข; Soil Survey Division Staff, 1993) สามารถสรุปได้ดังนี้



ภาพที่ 7 ลักษณะภูมิประเทศ และภาพหน้าตัดดินบริเวณแปลงปลูกองุ่นรับประทานสด (Pedon-4)

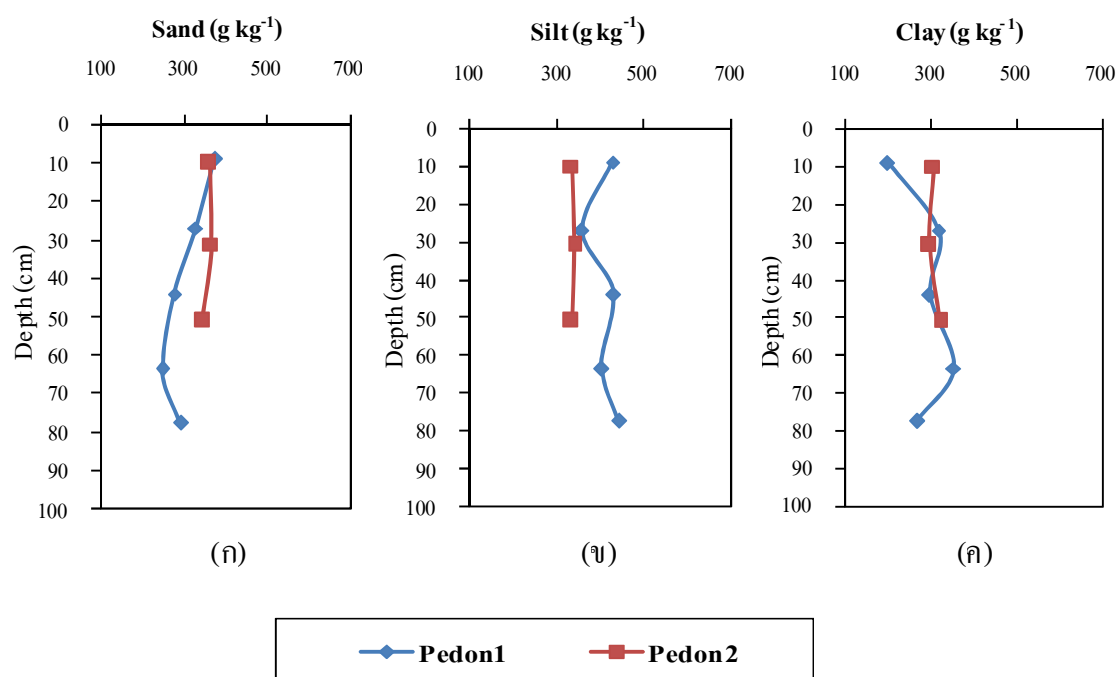
ชั้นของเนื้อดินบริเวณที่ 1 แปลงองุ่นทำไวน์ (Pedon-1) ดินบนเป็นดินเนื้อปานกลางถึงเนื้อละเอียดปานกลาง ได้แก่ ดินร่วน ดินร่วนเหนียว ดินล่างเป็นดินเนื้อปานกลางถึงเนื้อละเอียดปานกลาง ได้แก่ ดินร่วน ดินร่วนเหนียว ส่วนเนื้อดินในบริเวณที่ 2 แปลงองุ่นรับประทานสด (Pedon-4) ดินบนและดินล่างเป็นดินเนื้อละเอียดปานกลาง ได้แก่ ดินร่วนเหนียว โดยดินทั้ง 2 บริเวณดินบนมีแนวโน้มของเนื้อดินที่หยาบกว่าหรือคล้ายคลึงกับดินล่าง



เมื่อเปรียบเทียบการแจกกระจายของอนุภาคขนาดทราย (sand) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (silt) และอนุภาคขนาดดินเหนียว (clay) พบว่า มีปริมาณสัดส่วนของอนุภาคขนาดทรายแป้งมากกว่าอนุภาคขนาดอื่น ๆ เล็กน้อยโดยมีอนุภาคขนาดทรายแป้งอยู่ในพิสัย 335-443 กรัมต่อกิโลกรัม แต่ปริมาณค่อนข้างผันแปรในแต่ละชั้นดินภายในหน้าตัดดินทั้งสองบริเวณ มีแนวโน้มลดลงจากชั้นดินบน และเพิ่มขึ้นในชั้นดินล่างในบริเวณแปลงอู่จัดทำไวน์ ส่วนในแปลงอู่รับประทานสดมีแนวโน้มที่ค่อนข้างคงที่ตลอดหน้าตัดดิน (ภาพที่ 8ข)

การแจกกระจายของอนุภาคขนาดทรายในชั้นดินต่าง ๆ ของบริเวณที่ทำการศึกษ พบว่าอยู่ในพิสัย 247-373 กรัมต่อกิโลกรัม และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกในบริเวณแปลงอู่จัดทำไวน์ ส่วนในบริเวณแปลงปลูกอู่รับประทานสด มีแนวโน้มที่ค่อนข้างคงที่แต่ในตอนล่างของหน้าตัดดินมีปริมาณลดลงเล็กน้อยลดลงตามความลึก (ภาพที่ 8ก) ส่วนการแจกกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียวในชั้นดินต่าง ๆ ของบริเวณที่ทำการศึกษา พบว่าอยู่ในช่วงพิสัย 198-350 กรัมต่อกิโลกรัม และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกภายในหน้าตัดดินของทั้ง 2 บริเวณ (ภาพที่ 8ค)

จากลักษณะการแจกกระจายของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ตามความลึกโดยเฉพาะอนุภาคขนาดดินเหนียวที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเป็นส่วนใหญ่ คือ มีปริมาณดินเหนียวที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ดินส่วนใหญ่เป็นดินที่มีพัฒนาการสูง โดยได้รับอิทธิพลจากการเคลื่อนย้ายเชิงกล (lessivage) ของอนุภาคขนาดเล็ก และกระบวนการเคลื่อนย้ายวัสดุจากชั้นดินบน (elluviation) ไปสะสมในชั้นดินล่าง ทำให้ชั้นดินตอนบนมีอนุภาคขนาดใหญ่เหลืออยู่มาก (Soil Survey Staff, 1999; Buol *et al.*, 2003) และพบลักษณะผิวเคลือบดินเหนียวตามธรรมชาติ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนย้ายมาสะสมของอนุภาคดินเหนียวกลายเป็นชั้นสะสมดินเหนียว (อภิสัทธี, 2527; Buol *et al.*, 2003; Soil Survey Staff, 1999) ซึ่งชั้นสะสมเมื่อพิจารณาจากปริมาณการเพิ่มขึ้นของดินเหนียวตามความลึกสามารถจัดได้เป็นชั้นดินล่างวินิจัยอาร์จิลลิก (argillic horizon) (เอิบ, 2533; Soil Survey Staff, 1999)

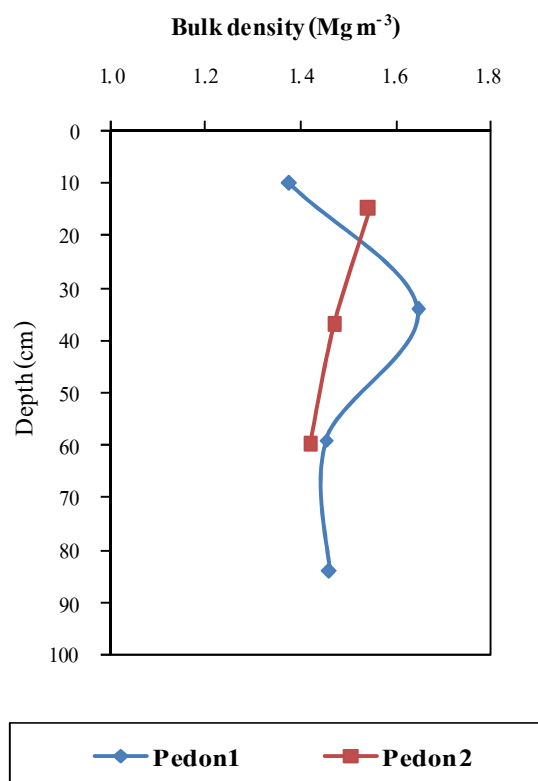


ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคขนาดทราย (ก) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (ข) และอนุภาคขนาดดินเหนียว (ค) กับความลึกของดินทั้งสองบริเวณ

## 2.2 ความหนาแน่นรวมของดิน

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) ในบริเวณที่ทำการศึกษากับความลึกของดิน โดยวิธี core method แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 2 และใช้เกณฑ์การประเมินความหนาแน่นรวม (นงคราญ, 2529) ตามตารางผนวกที่ 6

จากการศึกษาดินทั้ง 2 บริเวณ พบว่า ค่าความหนาแน่นรวมของดินบริเวณที่ 1 ซึ่งเป็นแปลงอูุ่่นทำไวน์มีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง (1.38-1.65 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) โดยที่ความหนาแน่นรวมสูงสุด (1.65 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) พบที่บริเวณความลึกประมาณ 36 เซนติเมตร สอดคล้องกับค่าสภาพการนำน้ำของดินขณะอิ่มตัว (ตารางผนวกที่ 2) ดินบริเวณที่ 2 แปลงอูุ่่นรับประทานสดค่าความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในระดับปานกลาง (1.42-1.54 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ตลอดความลึกที่ได้ทำการเก็บตัวอย่าง (0-60 เซนติเมตร) (ภาพที่ 9)



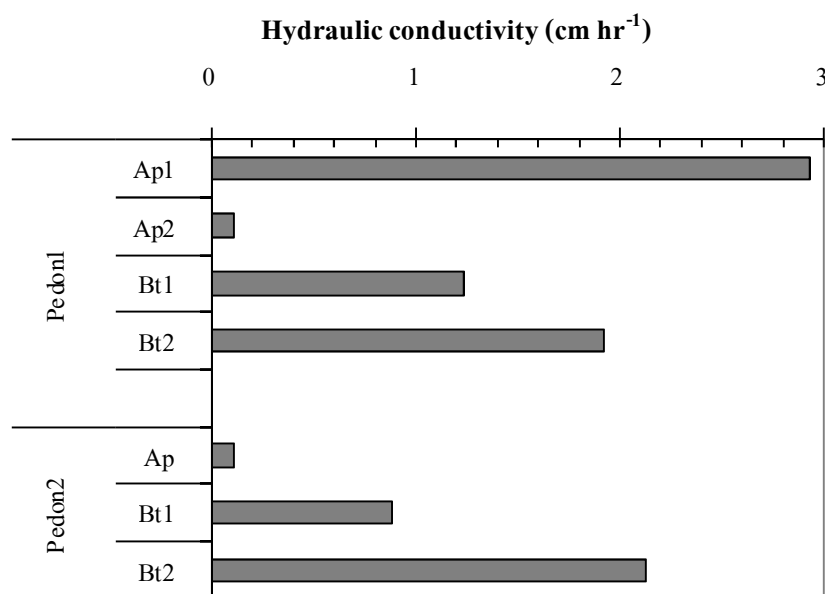
ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมกับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

### 2.3 ค่าสภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัว

ผลการศึกษาสภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัว (saturated hydraulic conductivity,  $K_{sat}$ ) แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 2 และใช้เกณฑ์การประเมินสภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัว (O'neal, 1952) ในตารางผนวกที่ 7

ผลการศึกษาดินทั้ง 2 บริเวณ พบว่า ในดินบริเวณที่ 1 ที่เป็นแปลงอุ้มทำไวนั้นมีสภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง (0.11-2.93 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) ส่วนดินในบริเวณที่ 2 ในบริเวณแปลงอุ้มรับประทานสดสภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลางเช่นกัน (0.11-2.13 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากดินมีการแจกกระจายของอนุภาคดินเหนียว มีความหนาแน่นรวมสูง ทำให้ช่องว่างขนาดใหญ่มีปริมาณลดลง น้ำจึงเคลื่อนที่ผ่านได้ช้า (ภาพที่ 10) โดยสภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวขึ้นอยู่กับ โครงสร้างของดิน ชนิดของเนื้อดิน ขนาด รูปร่าง การเชื่อมโยง ความต่อเนื่อง ความคดเคี้ยว ความคงทน การแจกกระจายของช่องว่างในดิน และชนิดของไอออนที่จะทำให้อนุภาคดินฟุ้งกระจาย (Iwata *et al.*, 1995; Hillel,

1998; Juma, 2001) ซึ่งในกรณีของดินที่ทำการศึกษาทั้งสองบริเวณนี้ ดินมีการแจกกระจายของขนาดอนุภาคทั้งสามค่อนข้างใกล้เคียงกัน ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ที่อนุภาคขนาดเล็กและปานกลางจะไปอุดตันในช่องว่างทำให้สภาพน้ำดินขณะอิ่มตัวอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง แต่เนื่องจากดินเริ่มมีพัฒนาการทำให้โครงสร้างของดินไม่แน่นทึบมากนักจึงทำให้น้ำสามารถซึมผ่านลงไปดินได้ด้วยความเร็วระดับหนึ่ง



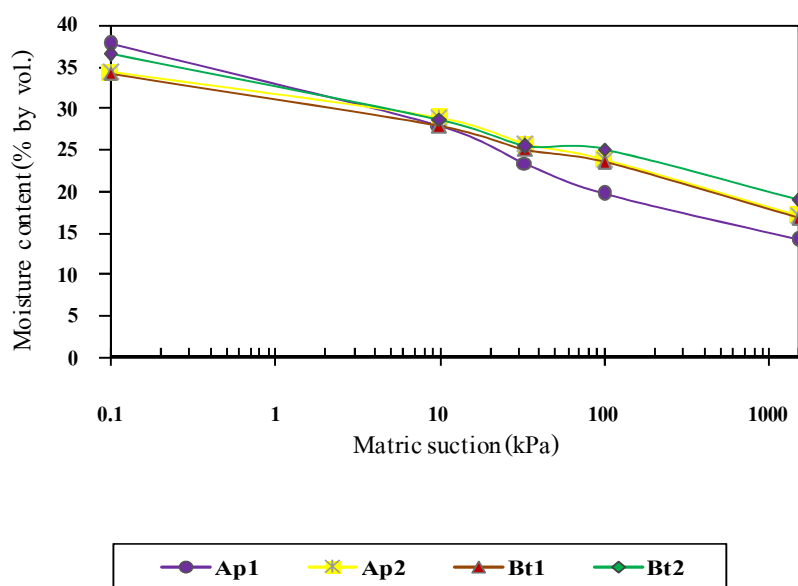
ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัว กับชั้นกำเนิดดินตามระดับความลึกของดินในบริเวณที่ทำการศึกษา

#### 2.4 กราฟดูดยึดความชื้นของดิน (Soil Moisture Retention Curve)

กราฟดูดยึดความชื้นของดิน เป็นเส้นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานก่อกับก้อนดิน (matric potential) กับปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดิน ซึ่งจะครอบคลุมตั้งแต่ช่วงที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำจนถึงสภาพดินแห้ง โดยเป็นการศึกษาพลังงานก่อกับก้อนดินในช่วงตั้งแต่ 0.1 ถึง 1500 กิโลพาสคัล (kPa) จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำในดินที่ระดับของพลังงานก่อกับก้อนดินต่าง ๆ ที่พบในบริเวณที่ทำการศึกษา กราฟดูดยึดความชื้นของดินจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยจะแบ่งเป็น 3 ช่วง กล่าวคือ ในช่วงแรกที่มีพลังงานก่อกับก้อนดินต่ำ คือตั้งแต่ -0.1 ถึง -10 กิโลพาสคัล พลังงานก่อกับก้อนดินจะสัมพันธ์กับแรงดึงน้ำของดินในช่องว่างขนาดกลางและช่องว่างขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นช่องว่างที่อยู่ระหว่างเม็ดดิน (Tawornpruek *et al.*, 2005) ลักษณะของเส้นกราฟค่อนข้างลาด

ชั้น แสดงปริมาณน้ำในดินที่เปลี่ยนไปอย่างมากเมื่อค่าพลังงานกำกับกอนดินเปลี่ยนแปลงไปหนึ่งหน่วย จากนั้นเป็นช่วงที่สอง ซึ่งความชันของเส้นกราฟจะลดลงเล็กน้อย โดยเฉพาะในช่วงพลังงานกำกับกอนดินที่อยู่ระหว่าง -10 ถึง -100 กิโลพาสคัล ซึ่งอยู่ในช่วงที่แรงดึงน้ำของดินเกิดขึ้นในช่องว่างขนาดเล็ก (micropore) ปริมาณน้ำในดินลดน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับหนึ่งหน่วยของพลังงานกำกับกอนดินที่เปลี่ยนแปลงไป ส่วนในช่วงสุดท้ายคือที่มีค่าพลังงานกำกับกอนดิน -100 ไปจนถึง -1500 กิโลพาสคัล ปริมาณน้ำในดินมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เนื่องจากเป็นแรงดึงน้ำที่ออกจากช่องว่างภายในเม็ดดิน (intra-aggregate pore) ซึ่งเป็นช่องว่างขนาดเล็กมาก จากลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า กราฟดูดซับความชื้น มีลักษณะของเส้นกราฟคล้ายกับดินทรายแต่จากการวิเคราะห์เนื้อดินแล้วกลับพบว่าบริเวณเหล่านี้มีเนื้อดินเป็นดินร่วนถึงดินร่วนเหนียว แสดงให้เห็นว่าบริเวณเหล่านี้เป็นดินเหนียวที่มีพัฒนาการสูง ทำให้ดินมีโครงสร้างดี ซึ่งจะมีทั้งช่องขนาดใหญ่ (macropores) และช่องขนาดเล็ก ปะปนกันอยู่ โดยจะมีช่องขนาดใหญ่ในสัดส่วนที่มากกว่าช่องขนาดเล็ก และยังมีช่องภายในเม็ดดินด้วย ซึ่งจะแตกต่างจากดินเหนียวทั่วไปที่มีช่องขนาดเล็กอยู่ในปริมาณที่มากกว่าช่องขนาดใหญ่ จากลักษณะดังกล่าวจึงทำให้ดินมีการระบายน้ำและการระบายอากาศ แต่ดินอุ้มน้ำได้น้อย ทำให้ดินมีน้ำใช้ประโยชน์ได้ต่ำกว่าดินเหนียว (ภาพที่ 11)

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำในดินกับพลังงานกำกับกอนดินที่ระดับความดันต่างๆ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1



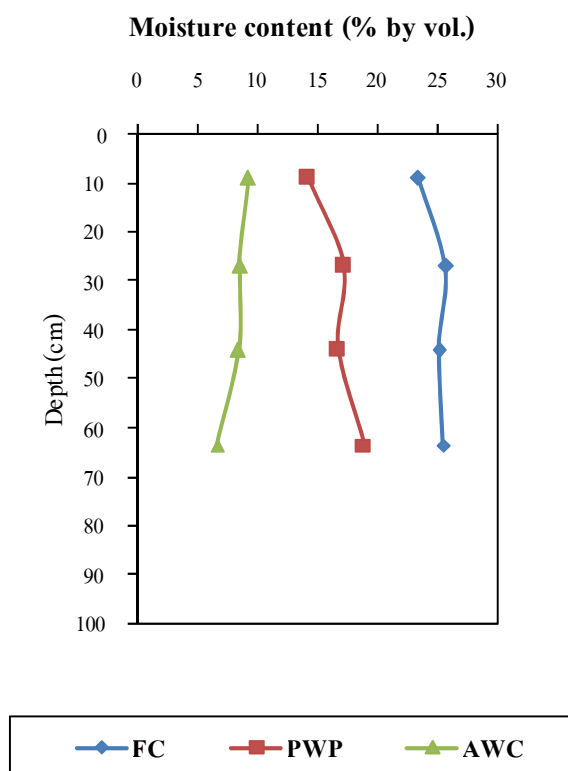
ภาพที่ 11 กราฟดูดซับความชื้นของดิน ในบริเวณที่ทำการศึกษา

## 2.5 ความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ (Available Water Capacity, AWC))

ผลการศึกษาดิน พบว่า ดินมีค่าความจุความชื้นสนาม (field capacity, FC) และจุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point, PWP) ใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดินในทุกบริเวณ โดยค่าความจุความชื้นสนามมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 23.4-25.6 โดยปริมาตร จุดเหี่ยวถาวรมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 14.2-18.9 โดยปริมาตร และค่าความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ อยู่ในพิสัยร้อยละ 6.6-9.2 โดยปริมาตร (ตารางที่ 1) โดยจะมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดหน้าตัดดิน (ภาพที่ 11) จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าดินมีค่าความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ต่ำ ตามเกณฑ์ในตารางผนวกที่ 8 ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ดินในบริเวณเหล่านี้ เป็นดินเหนียวที่มีพัฒนาการดี ทำให้ดินมีโครงสร้างดี ช่องในดินส่วนมากจะเป็นช่องขนาดใหญ่ ช่องขนาดเล็กมีน้อย เป็นผลให้เกิดการเคลื่อนย้ายของน้ำออกไปจากหน้าตัดดินเป็นไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ดินที่มีเนื้อปานกลางควรจะมีค่าความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ประมาณร้อยละ 29 โดยปริมาตร (Landon, 1996) และมีค่าประมาณร้อยละ 15-20 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) สำหรับในกรณีของดินในพื้นที่ปลูกองุ่นที่มีความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ต่ำ ลักษณะเช่นนี้อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อการใช้น้ำของพืชในฤดูแล้งได้ (สุนทรี, 2535)

**ตารางที่ 1** ร้อยละโดยปริมาตรของปริมาณความชื้นที่พลังงานก่อกับกอนดินระดับต่าง ๆ ของดินที่ทำการศึกษา

| Depth<br>(cm)                                   | Matric potential (kPa) |       |          |       |             | AWC  |
|-------------------------------------------------|------------------------|-------|----------|-------|-------------|------|
|                                                 | -0.1                   | -10   | -33 (FC) | -100  | -1500 (PWP) |      |
| บริเวณที่ 1: แปลงองุ่นท่าไฉน (Typic Haplustalf) |                        |       |          |       |             |      |
| 0-18                                            | 37.72                  | 28.01 | 23.40    | 19.68 | 14.17       | 9.23 |
| 18-36                                           | 34.29                  | 28.86 | 25.64    | 23.81 | 17.16       | 8.48 |
| 36-52                                           | 34.25                  | 27.91 | 25.11    | 23.46 | 16.72       | 8.39 |
| 52-63/75                                        | 36.46                  | 28.70 | 25.46    | 25.10 | 18.88       | 6.58 |



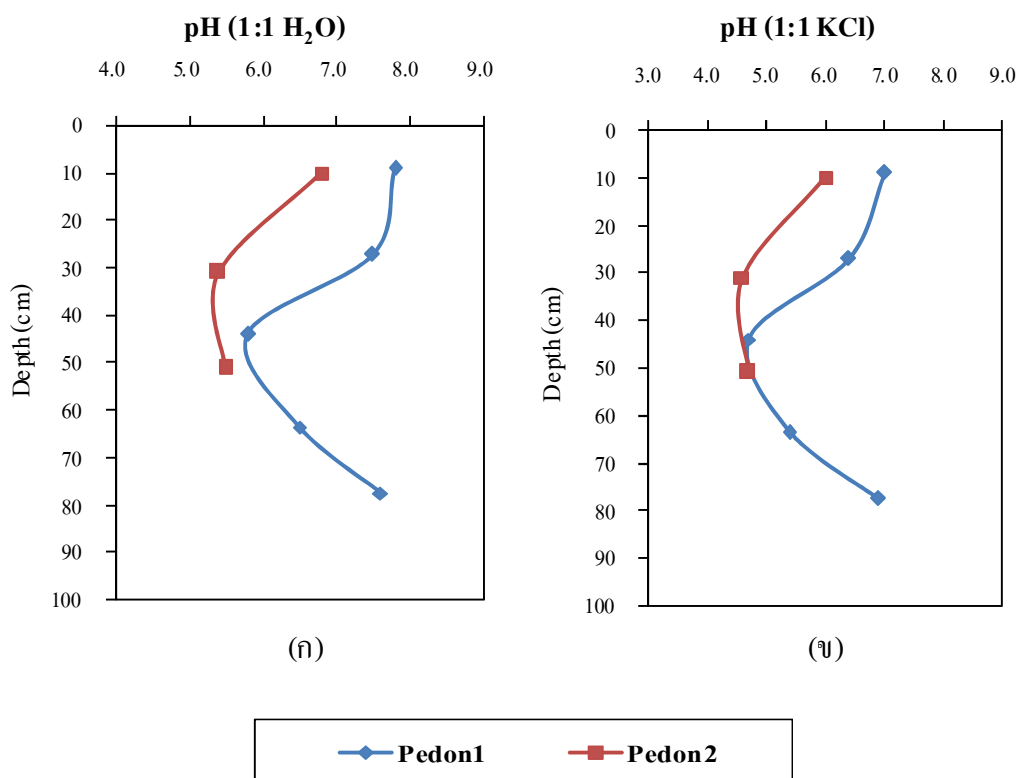
ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างความจุความชื้นสนาม, จุดเหี่ยวถาวร และความจุน้ำใช้ประโยชน์  
ได้กับความลึกของหน้าตัดดินที่ทำการศึกษา

### 3. สมบัติทางเคมีของดิน

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินในบริเวณที่ทำการศึกษา แสดงผลไว้ในตารางผนวก  
ที่ 3 โดยใช้เกณฑ์การแบ่งระดับค่าวิเคราะห์ต่าง ๆ ตามตารางผนวกที่ 9 (นงคราญ, 2529; Land  
Classification Division and FAO Project Staff, 1973) ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

#### 3.1 พีเอชดิน

ค่าพีเอชดินที่ทำการศึกษาทั้ง 2 บริเวณเมื่อวัดโดยใช้ดินต่อน้ำในอัตราส่วน 1:1 ดินใน  
บริเวณที่ 1 แปลงอู่ท่าไฉ่น้ำ พบว่า ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดปานกลางถึงด่างเล็กน้อย (pH 5.8-7.8)  
และดินในบริเวณที่ 2 แปลงอู่ท่าประจักษ์ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (pH 5.4-6.8)  
โดยทั้ง 2 บริเวณค่าพีเอชมีแนวโน้มลดลงในตอนกลางของหน้าตัดดินและเพิ่มขึ้นในชั้นล่างสุดของ  
หน้าตัดดิน (ภาพที่ 13ก)



ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชดินที่วัดในน้ำ (ก) และค่าพีเอชดินที่วัดในโพแทสเซียมคลอไรด์ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

ส่วนค่าพีเอชดินเมื่อวัดโดยใช้ดินต่อโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตราส่วน 1:1 ดินในบริเวณที่ 1 แปลงอุ่นท่าไวนั้นมีปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงด่างเล็กน้อย (pH 4.7-7.0) และดินในบริเวณที่ 2 แปลงอุ่นรับประทานสดมีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (pH 4.6-6.0) โดยทั้ง 2 บริเวณมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชภายในหน้าตัดดินเหมือนกับ ในกรณีของค่าพีเอชที่วัดโดยในน้ำ (ภาพที่ 13ข)

โดยค่าพีเอชดินที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้น้ำมีค่าสูงกว่าค่าวิเคราะห์โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ แสดงให้เห็นว่าผลรวมประจุสุทธิของดินมีผลลัพท์ของประจุรวมในดินเป็นลบจึงบ่งชี้ได้ว่าธรรมชาติของระบบดินควบคุมโดยอิทธิพลของแร่ดินเหนียวซิลิเกตและทำให้เกิดการดูดซับแคตไอออนที่ผิวของอนุภาคดินเหนียวได้ดีกว่าแอนไอออน (Van and Peech, 1972; Sanchez, 1976)



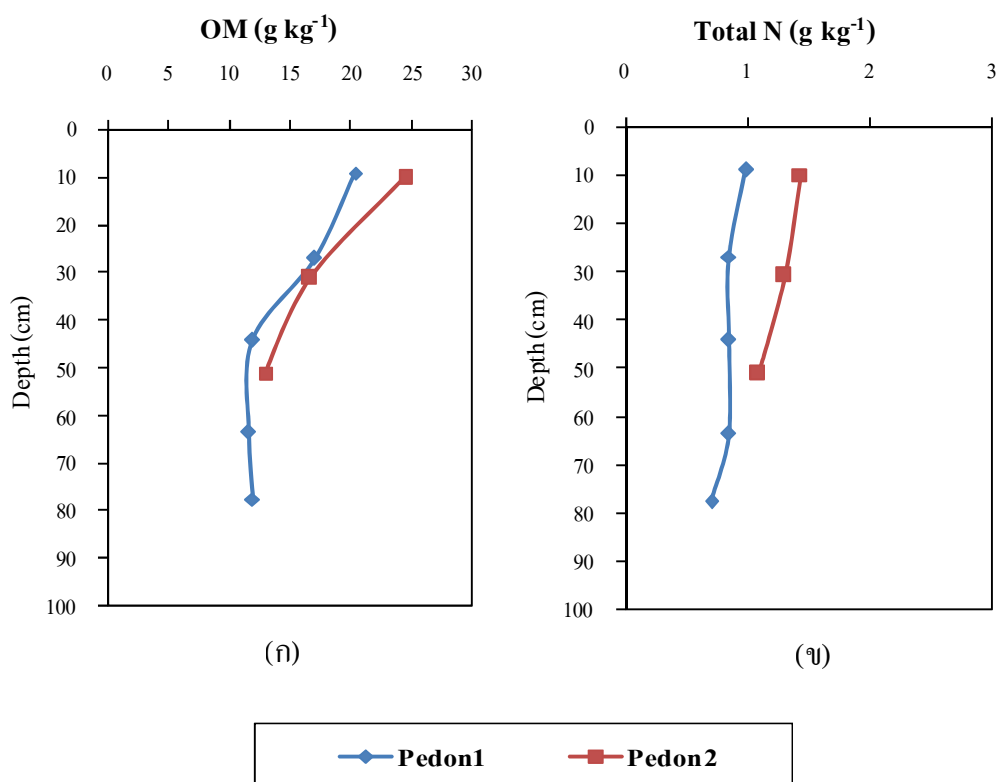
### 3.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 2 บริเวณ พบว่า อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (11.6-24.4 กรัมต่อกิโลกรัม) โดยชั้นดินบนจะมีปริมาณสูงกว่าชั้นดินล่างทั้งสองบริเวณและมีแนวโน้มลดลงตามความลึก (ภาพที่ 14ก) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในชั้นดินบนที่สูงกว่าชั้นดินล่าง เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากการสลายตัวของเศษซากอินทรีย์ที่ตกค้างจากการทำการเกษตร หรือจากพืชพรรณธรรมชาติ รากพืชที่ปกคลุมอยู่ที่ผิวดิน ตลอดจนการจัดการดินในพื้นที่ ทำให้เกิดการสะสมอินทรีย์วัตถุในชั้นดินบนมากกว่าชั้นดินล่าง ส่วนชั้นดินล่างซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่า เป็นลักษณะโดยทั่วไปของดินที่ไม่ได้รับอินทรีย์วัตถุเพิ่มเติมมากพอ ประกอบกับอัตราการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินบนของเขตร้อนเป็นไปอย่างรวดเร็ว การชะละลายลงไปถึงสะสมในชั้นดินล่างจึงน้อย ซึ่งทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (Sanchez, 1976; Virgo and Holmes, 1977; Vangai *et al.*, 1986)

### 3.3 ปริมาณไนโตรเจนรวม

ปริมาณไนโตรเจนรวมของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 2 บริเวณ พบว่า อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (0.69-1.43 กรัมต่อกิโลกรัม) โดยการแจกกระจายภายในหน้าตัดดินพบในลักษณะเดียวกันกับปริมาณอินทรีย์วัตถุคือมีแนวโน้มลดลงตามความลึก (ภาพที่ 14ข) ทั้ง 2 บริเวณ

ลักษณะแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนรวม มีลักษณะรูปแบบที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Brady and Weil, 2008) เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งปลดปล่อยไนโตรเจนที่สำคัญให้แก่ดิน และจากผลการศึกษาไม่พบว่ามีหินหรือแร่ธาตุใดที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ดังนั้น ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจึงขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนรูปของอินทรีย์ในโตรเจนเป็นอนินทรีย์ในโตรเจนเท่านั้น การที่มีปริมาณไนโตรเจนที่ต่ำมากในดินเกิดจากการนำไปใช้ของพืชและจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งเกิดจากกระบวนการชะละลาย และมีบางส่วนสูญหายไปในรูปแบบของแก๊ส (ไพบูลย์, 2528; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544; Kononova, 1966; Buol *et al.* 2003)



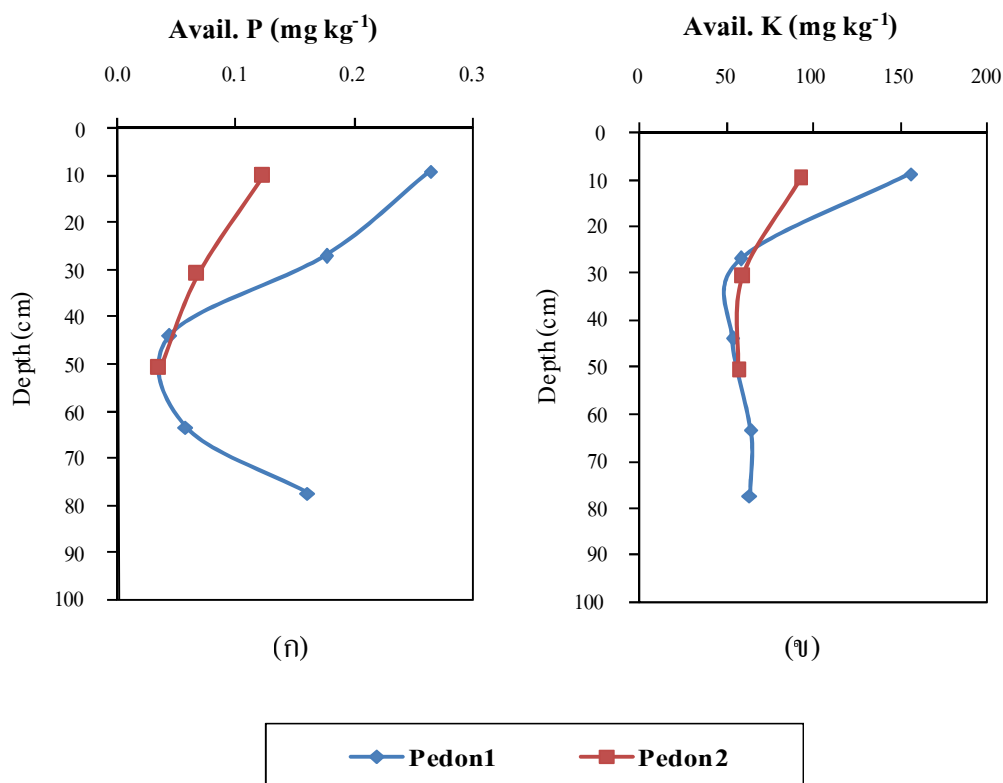
ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ก) และปริมาณไนโตรเจนรวม (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

### 3.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในบริเวณที่ทำการศึกษานี้ทั้ง 2 บริเวณ พบว่ามีปริมาณอยู่ในระดับต่ำมากทั้งในชั้นดินบนและชั้นดินล่าง โดยปริมาณสูงสุดที่พบมีเพียง 0.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยแนวโน้มของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จะลดลงตามความลึกของดินในทั้ง 2 บริเวณ (ภาพที่ 15ก)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่มีแนวโน้มลดลงตามความลึกมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของอินทรีย์ฟอสเฟต (Tisdale and Nelson, 1975; Sanchez, 1976; Potichan, 1991) จึงทำให้ชั้นดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าในชั้นดินล่าง และการที่มีปริมาณดินเหนียวเพิ่มขึ้นในชั้นดินล่างจะทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสลดลง (Brady and Weil, 2008) อาจ

เนื่องจากกลุ่มไฮดรอกซิลในแผ่นอะลูมินาของแร่ดินเหนียวชนิดเคโอลิไนต์สามารถที่จะแลกเปลี่ยนฟอสฟอรัสได้ (Halvin *et al.*, 1999)



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ก) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

### 3.5 ปริมาณ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินในบริเวณที่ทำการศึกษากว่า 2 บริเวณพบว่า ในดินบริเวณที่ 1 แปรลงอุณหภูมิอยู่ในระดับต่ำถึงสูงมาก (54-156 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และในดินในบริเวณที่ 2 แปรลงอุณหภูมิต่ำถึงสูง (57-93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน พืดอน 1 มีแนวโน้มลดลงและเพิ่มขึ้นในชั้นถัดไป และในบริเวณที่ 2 แปรลงอุณหภูมิต่ำถึงสูงมีแนวโน้มลดลงตามความลึก (ภาพที่ 15ข) ซึ่งการที่ดินที่ทำการศึกษากว่า 2 บริเวณ มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชั้นดินบนสูงกว่าชั้นถัดลงไป เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุซึ่งมีมากกว่าชั้นถัดลงไป อินทรีย์วัตถุเป็นสารที่มีความสามารถในการดูดซับแคตไอออนได้ในปริมาณสูง และการสลายตัวของอินทรีย์สารก็

จะทำให้มีการปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาบางส่วน (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2544; Green and Kowal, 1960, Sanchez *et al.*, 1983; Brady, 1984) ส่วนในฟีดคอน 1 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงขึ้นในตอนล่างของหน้าตัดดินเป็นผลมาจากประสิทธิภาพของการชะละลายยังไม่มากพอในดินเหล่านี้ (เอิบ, 2533)

### 3.6 ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้

ปริมาณเบสที่สกัดได้ ได้แก่ธาตุประจุบวกที่เป็นค้างอยู่ในรูปที่สกัดได้ที่ทำการวิเคราะห์ในการศึกษานี้คือ แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และ โซเดียม ซึ่งผลการวิเคราะห์มีดังนี้

#### แคลเซียมที่สกัดได้

ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในดินที่ทำการศึกษา พบว่า ในดินบริเวณที่ 1 แปลงอุ่นทำไถนมีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก (12.2-27.0 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ดินในบริเวณที่ 2 แปลงอุ่นรับประทานสดอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (8.6-11.2 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้กับความลึกแต่ละหน้าตัดดินพบว่า มีค่าแปรปรวนทำให้มีแนวโน้มของการแจกกระจายไม่ชัดเจน (ภาพที่ 16ก)

#### ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้

ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินที่ทำการศึกษา พบว่า ในดินบริเวณที่ 1 แปลงอุ่นทำไถนมีปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก (0.11-0.15 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ดินในบริเวณที่ 2 แปลงอุ่นรับประทานสดอยู่ในระดับปานกลาง (1.04-2.20 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้กับความลึกแต่ละหน้าตัดดินพบว่า มีแนวโน้มลดลงตามความลึก (ภาพที่ 16ข)

#### ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้

ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ในดินที่ทำการศึกษา พบว่า ดินบริเวณที่ 1 แปลงอุ่นทำไถนมีปริมาณโซเดียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (0.30-0.83 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ดินใน

บริเวณที่ 2 แปลงอุน่รับประทานสดอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (0.11-0.44 เซนติเมตรต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณโซเดียมที่สกัดได้กับความลึกแต่ละหน้าตัดดินพบว่า มีแนวโน้มผันแปรมากทั้งสองบริเวณ (ภาพที่ 16ค)

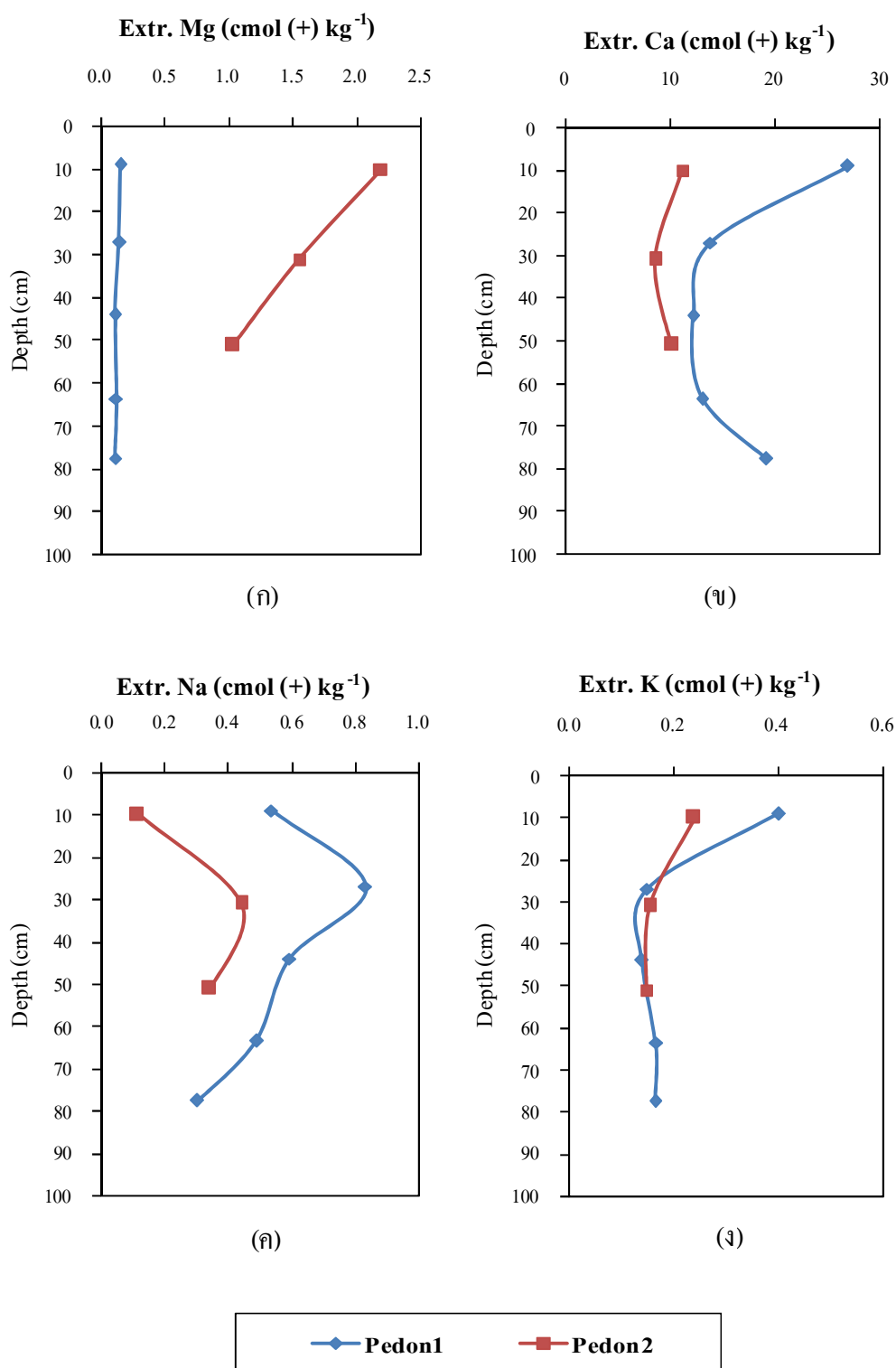
#### ปริมาณ โพแทสเซียมที่สกัดได้

ปริมาณ โพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินที่ทำการศึกษา พบว่า ในดินบริเวณที่ 1 แปลงอุน่ทำไวน้มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง (0.14-0.40 เซนติเมตรต่อกิโลกรัม) ดินในบริเวณที่ 2 แปลงอุน่รับประทานสดอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (0.15-0.24 เซนติเมตรต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้กับความลึกแต่ละหน้าตัดดิน พบว่า ส่วนใหญ่ชั้นดินบนมีค่ามากกว่าชั้นดินล่างและมีแนวโน้มลดลงตามความลึกในบริเวณที่ 2 แปลงอุน่รับประทานสด ส่วนบริเวณที่ 1 แปลงอุน่ทำไวน้มีแนวโน้มลดลงและเพิ่มขึ้นในตอนล่างของหน้าตัดดิน (ภาพที่ 16ง)

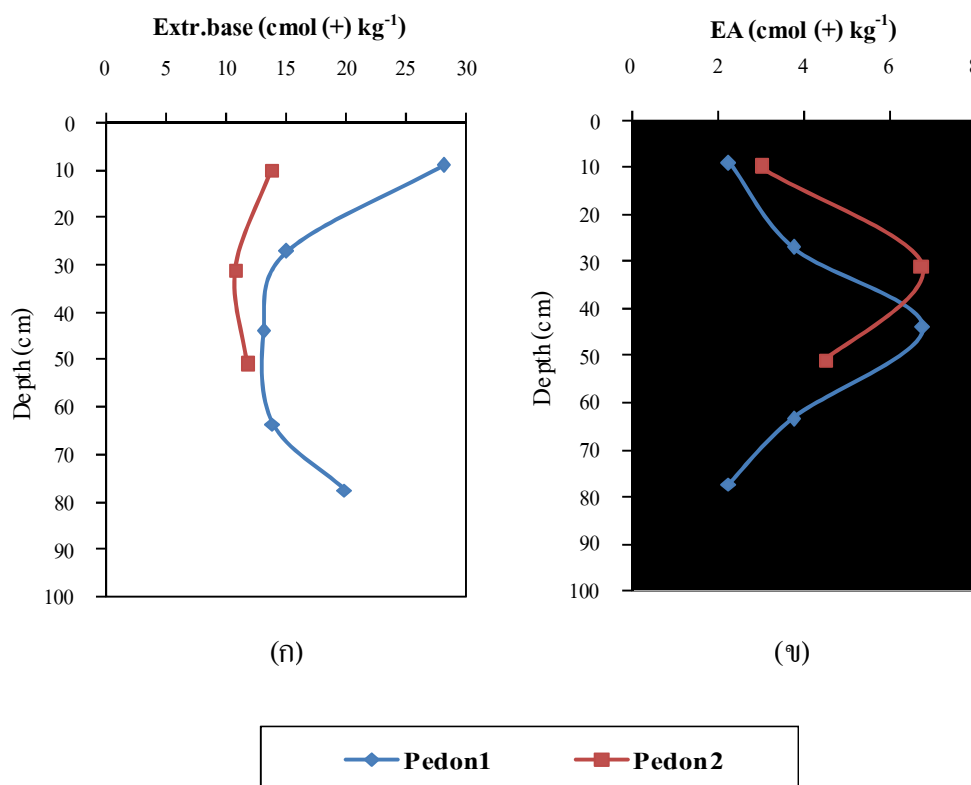
จากการศึกษา พบว่า ดินส่วนใหญ่มีแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับสูง เนื่องจากดินส่วนใหญ่มีวัตถุดิบกำเนิดเป็นหินปูนและบริเวณนั้นมีสภาพอากาศที่แห้งแล้งจึงทำให้การชะละลายต่ำ นอกจากนี้การที่ดินมีโซเดียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำเนื่องมาจากโซเดียมมีความสัมพันธ์ในทางลบกับแคลเซียมอื่นๆ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมเนื่องจากดินส่วนใหญ่มีแรงดูดยึดแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมได้ดีกว่าโซเดียม ประกอบกับโซเดียมเป็นธาตุที่ละลายน้ำและเคลื่อนย้ายได้ง่ายจึงทำให้โซเดียมสูญหายโดยการชะละลายออกไปจากหน้าตัดดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Brady and Weil, 2008)

#### ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้

ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ พบว่า ดินบริเวณที่ 1 แปลงอุน่ทำไวน้มีปริมาณเบสรวมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (13.06-28.05 เซนติเมตรต่อกิโลกรัม) ดินในบริเวณที่ 2 แปลงอุน่รับประทานสดอยู่ในระดับปานกลาง (10.74-13.71 เซนติเมตรต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณเบสรวมที่สกัดได้กับความลึกแต่ละหน้าตัดดินพบว่า ส่วนใหญ่มีความแปรปรวนเล็กน้อยและมีแนวโน้มลดลงตามความลึกของดินและเพิ่มขึ้นในตอนล่างของหน้าตัดดิน (ภาพที่ 17ก)



ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (ก) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ (ข) ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ (ค) และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (ง) กับความลึกของหน้าตัดดินที่ทำการศึกษา



ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (ก) และปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

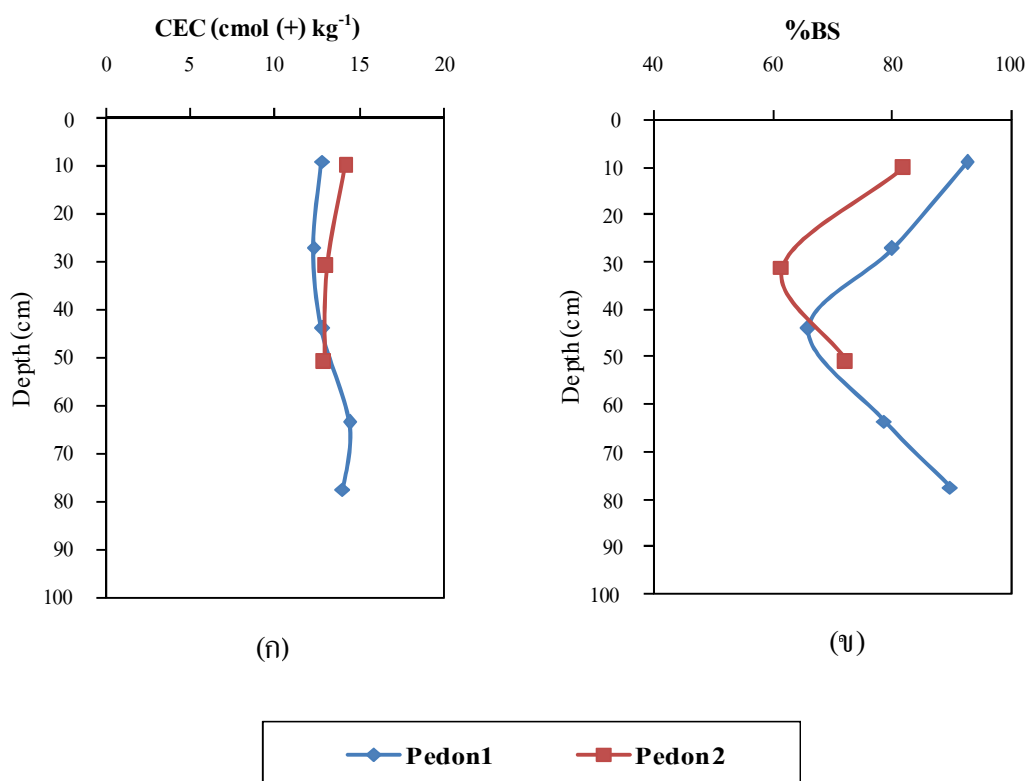
### 3.7 ความเป็นกรดที่สกัดได้

ความเป็นกรดที่สกัดได้ในดินที่ศึกษาทั้ง 2 บริเวณ พบว่า ดินมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง ถึงค่อนข้างสูง (2.3-6.8 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้กับความลึกแต่ละหน้าตัดดินพบว่ามีความแปรปรวนภายในหน้าตัดดินค่อนข้างมาก (ภาพที่ 17ข) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการชะละลายแคตไอออนที่เป็นเบส และการแทนที่ของไฮโดรเจนไอออนในดิน และบ่งชี้ว่าดินมีพัฒนาการปานกลางถึงค่อนข้างสูง (Sanchez, 1976; Buol *et al.*, 2003; Brady and Weil, 2008)

### 3.8 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินทั้ง 2 บริเวณ พบว่า มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (12.25-14.37 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) (ภาพที่ 18ก) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของความจุแลกเปลี่ยน

แคตไอออน พบว่า มีแนวโน้มลดลงตามความลึกซึ่งมีความสัมพันธ์กับเนื้อดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Sanchez, 1976; Young, 1976; Osher and Buol, 1998)



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (ก) และปริมาณอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

### 3.9 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส

อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสของดินทั้ง 2 บริเวณ พบว่า มีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ตั้งแต่ร้อยละ 61.42-92.58 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสกับความลึกในแต่ละหน้าตัดดิน พบว่า ดินบริเวณที่ 1 แปลงอู่ท่าไวนั้นมีแนวโน้มที่ผันแปร และในบริเวณที่ 2 แปลงอู่รับประทานสดมีแนวโน้มลดลงตามความลึก (ภาพที่ 18ข) ความสัมพันธ์ของอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสกับความลึกแต่ละหน้าตัดดินที่มีแนวโน้มผันแปร บางบริเวณเพิ่มขึ้นและลดลงตามความลึกของดิน อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของการชะละลายที่ไม่รุนแรงมากพอและไม่สม่ำเสมอในหน้าตัดดิน (Thomson and Troeh, 1978; Sanchez *et al.*, 1983; Brady and Weil, 2008) การที่อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสของดินสูงกว่าร้อยละ 35 นั้นแสดงถึงมีการชะล้างยังไม่เต็มที่ ทำให้ดิน



ยังคงมีธาตุที่เป็นค่าเฉลี่ยอยู่มาก โดยเฉพาะในดินล่าง (Bear, 1967; Lgwe *et al.*, 1999; Brady and Weil, 2008)

#### 4. ผลการวัดปริมาณความชื้นโดยใช้เครื่องมือ TDR

ผลการวัดปริมาณความชื้นในบริเวณที่ทำการศึกษาทั้ง 7 บริเวณ ได้แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 4 ผลการศึกษาสามารถสรุปได้โดยแบ่งกลุ่มการเปรียบเทียบออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ คือ เปรียบเทียบระหว่างแปลงอู้นทำไวน์ บริเวณแปลงอู้นรับประทานสด และบริเวณพื้นที่ว่างเปล่าข้างแปลงอู้น การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นระหว่างแปลงอู้นที่ใช้ทำไวน์กับแปลงอู้นที่รับประทานสด การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นระหว่างแปลงอู้นที่มีหลังคาคลุมกับไม่มีหลังคาคลุม

สำหรับในกรณีของอู้น ปริมาณความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้จะแตกต่างจากพืชอื่น โดยจะคำนวณจากปริมาณความชื้นที่อยู่ในช่องว่างที่แรงดึงเท่ากับ 50 กิโลพาสคัล (Kliewer *et al.*, 1983; มนตรี และบุญมา, 2543) ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าค่าความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ทั่วไปที่พิจารณาจากความชื้นที่ความจุความชื้นสนามกับความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร สำหรับในการศึกษานี้ระดับความชื้นวิกฤตที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของอู้นแสดงไว้ในตารางที่ 2 โดยพบว่า ระดับความชื้นวิกฤตสำหรับการเจริญเติบโตมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละชั้นดิน โดยมีแนวโน้มของค่าสูงขึ้นในตอนล่างของหน้าตัดดิน ค่าทั้งหมดอยู่ในพิสัยร้อยละ 21.7-25.3 โดยปริมาตร และเปลี่ยนแปลงไปตามความลึกของดิน โดยมีแนวโน้มของค่าสูงขึ้นตามความลึก ซึ่งหมายความว่า การวัดปริมาณความชื้นในกรณีของดินล่างจะต้องมีค่าสูงกว่าในชั้นดินตอนบนเพื่อที่ดินจะได้มีปริมาณน้ำเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของอู้น หรือมีปริมาณสูงกว่าค่าวิกฤต

##### 4.1 บริเวณแปลงอู้นทำไวน์ 2 บริเวณ

###### 4.1.1 แปลงอู้นพันธุ์ Shiraz

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่วัดด้วยเครื่อง TDR ที่ระดับความลึกต่าง ๆ เปรียบเทียบกับกราฟดูยึดความชื้นของตัวอย่างดินในบริเวณที่ทำการศึกษาและค่าความชื้นวิกฤตสำหรับการเจริญเติบโตของอู้น (ตารางที่ 2) และ (ภาพที่ 19) พบว่า

ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 21.7 โดยปริมาตร แต่ความชื้นที่เป็นประโยชน์ที่ชั้นผิวดินนี้มีไม่เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นอยู่ในพิสัยร้อยละ 5.5-17.5 โดยปริมาตรซึ่งน้อยกว่าค่าความชื้นวิกฤตที่เพียงพอสำหรับองุ่นในการเจริญเติบโต

**ตารางที่ 2** ค่าปริมาณความชื้นวิกฤตสำหรับการเจริญเติบโตขององุ่น (% โดยปริมาตร)

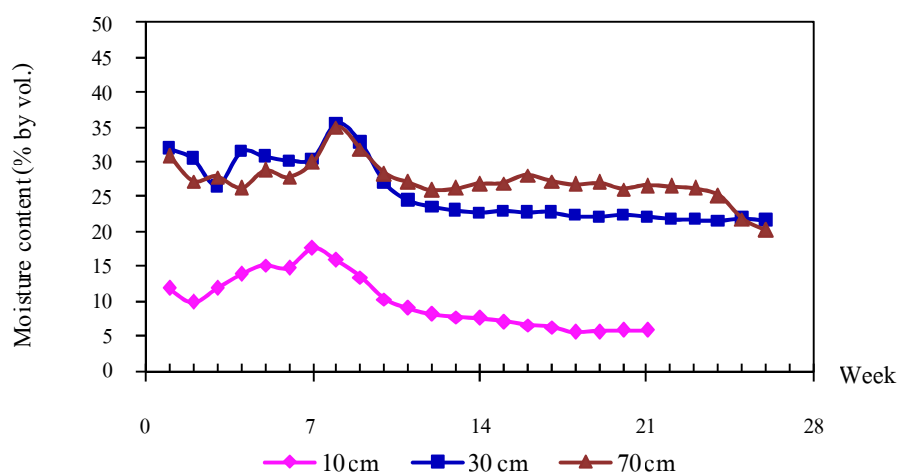
| Depth            |       | Matric potential (kPa) |      |             | AWC  | Critical moisture |
|------------------|-------|------------------------|------|-------------|------|-------------------|
|                  | -0.1  | -33 (FC)               | -50  | -1500 (PWP) |      | level for grape   |
| Typic Haplustalf |       |                        |      |             |      |                   |
| 0-18             | 37.72 | 23.40                  | 21.7 | 14.17       | 9.23 | 21.7              |
| 18-36            | 34.29 | 25.64                  | 24.9 | 17.16       | 8.48 | 24.9              |
| 36-52            | 34.25 | 25.11                  | 24.5 | 16.72       | 8.39 | 24.5              |
| 52-63/75         | 36.46 | 25.46                  | 25.3 | 18.88       | 6.58 | 25.3              |

ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 24.9 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอในช่วงสัปดาห์ที่ 1-10 เพราะในช่วงเวลานั้นมีฝนตกจึงได้รับความชื้นเพิ่มเติมจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 10 ไปแล้วความชื้นลดลงทำให้ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์มีไม่เพียงพอ โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 21.5-35.4 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 70 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 25.3 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอเกือบจะตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา ยกเว้น 2 สัปดาห์สุดท้ายที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 20.1-35.0 โดยปริมาตร

บริเวณที่ทำการศึกษานี้พบเศษหินมาร์ลปะปนอยู่ที่ผิวดินในปริมาณพอสมควรจึงทำให้ดินบริเวณตอนบนสูญเสียความชื้นไปกับการระเหย (evaporation) ได้ง่าย เนื่องจาก วัสดุในส่วนที่เป็นดินถูกแทนที่ด้วยหินดังกล่าว ส่วนที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรลงไป ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอในช่วงสัปดาห์แรก ๆ ของการศึกษา แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 10 (สัปดาห์ที่ 2 ของเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551) ดินมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอเนื่องจากไม่มีฝนตกหลังจากนั้น (ภาพที่ 5) สำหรับการเปลี่ยนแปลงความชื้นภายหลังฝนตก พบว่า ในสัปดาห์ที่ 7

ซึ่งมีฝนตกหนัก ความชื้นที่ผิวดินเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนที่ระดับความลึก 30 และ 70 เซนติเมตรเพิ่มในอัตราที่ช้ากว่า และเป็นที่น่าสังเกตว่า ที่ระดับความลึก 70 เซนติเมตรตั้งแต่สัปดาห์ที่ 25 เป็นต้นไป ความชื้นเริ่มลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากในชั้นดังกล่าวเป็นชั้นที่มีหินมาร์ลสะสมอยู่มากจึงทำให้ชั้นนี้เกิดการสูญเสียความชื้นได้ง่าย โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่ดินสูญเสียความชื้นโดยการระเหย และการคายระเหยโดยพืชค่อนข้างมาก เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำ และไม่มีฝนตก และเมื่อเปรียบเทียบกับที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรที่สัปดาห์ดังกล่าว จะสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ความสามารถในการกักเก็บความชื้นของชั้นที่มีปูนมาร์ลปะปนจะต่ำกว่า ทำให้ปริมาณความชื้นในชั้นดังกล่าวซึ่งอยู่ลึกกว่าสูญเสียได้รวดเร็วกว่า ดังนั้น หากปลูกพืชในพื้นที่นี้จะต้องพิจารณาถึงชั้นสะสมดังกล่าวด้วย เพราะเป็นชั้นที่สูญเสียความชื้นได้ง่าย หากโชนรากพืช อยู่ในระดับดังกล่าวก็อาจจะประสบปัญหาการขาดความชื้นได้ โดยเฉพาะอุณหภูมิมีโชนรากพืชอยู่ที่ความลึกประมาณไม่เกิน 75 เซนติเมตร



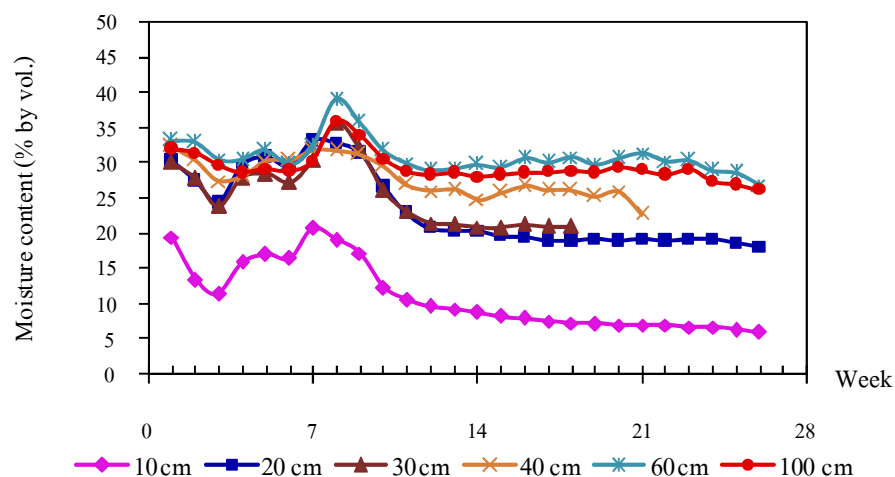
ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในแปลงอุ้งพันธุ์ Shiraz

#### 4.1.2 แปลงอุ้งพันธุ์ Chenin Blanc 16

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่วัดด้วยเครื่อง TDR ที่ระดับความลึกต่าง ๆ เปรียบเทียบกับกราฟดูดยึดความชื้นของตัวอย่างดินในบริเวณที่ทำการศึกษาประกอบกับค่าความชื้นวิกฤตสำหรับการเจริญเติบโตของอุ้ง (ตารางที่ 2) และ (ภาพที่ 20) พบว่า

ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 21.7 โดยปริมาตร แต่ความชื้นที่เป็นประโยชน์ที่ชั้นผิวดินนี้มีไม่เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

โดยมีปริมาณความชื้นอยู่ในพิสัยร้อยละ 5.9-20.7 โดยปริมาตร ซึ่งน้อยกว่าค่าความชื้นวิกฤตที่เพียงพอสำหรับองุ่นในการเจริญเติบโต



ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในแปลงองุ่นพันธุ์ Chenin Blanc 16

ระดับความลึก 20 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 21.7 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอในช่วงสัปดาห์ที่ 1-11 ของระยะเวลาที่ทำการศึกษา เพราะในช่วงนั้นได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 11 ไปแล้วปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์มีปริมาณลดลงและมีไม่เพียงพอ โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 18.0-33.2 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 24.9 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอในช่วงสัปดาห์ที่ 1-10 ของระยะเวลาที่ทำการศึกษา แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 10 ไปแล้วปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์มีไม่เพียงพอและมีปริมาณความชื้นลดลง โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 20.8-35.7 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 40 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 24.5 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอในช่วงสัปดาห์ที่ 1-20 ของระยะเวลาที่ทำการศึกษา แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 20 ไปแล้วปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์มีไม่เพียงพอและมีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 22.8-32.4 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 60 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 25.3 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 26.8-39.0 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 25.3 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 26.2-35.9 โดยปริมาตร

บริเวณที่ทำการศึกษานี้ก็พบเศษหินมาร์ลปะปนที่ผิวหน้าเช่นกันและยังมีหญ้าขึ้นปกคลุมผิวหน้าดินด้วย เมื่อพิจารณาการแจกกระจายความชื้นภายในดิน พบว่าความชื้นที่ระดับผิวดิน (10 เซนติเมตร) มีปริมาณความชื้นต่ำมากโดยเห็นได้อย่างชัดเจน เนื่องจากมีการสูญเสียไปโดยการคายระเหย (evapotranspiration) ที่ระดับความลึกระหว่าง 20-40 เซนติเมตรนั้น มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นไปในทิศทางเดียวกันโดยความชื้นเริ่มลดลงอย่างมากตั้งแต่สัปดาห์ที่ 11 เป็นต้นไป แสดงให้เห็นว่า ดินมีการสูญเสียความชื้นออกไปโดยการระเหยและถูกดูดขึ้นไปโดยรากของพืช เนื่องจากน่าจะเป็นบริเวณที่มีการสะสมรากของพืชรากก่อนข้างมาก แต่ที่ระดับความลึก 40 เซนติเมตร ปริมาณความชื้นจะลดลงน้อยกว่า เนื่องจากมีการสูญเสียโดยการระเหยน้อยกว่า และอาจจะได้รับน้ำที่ขึ้นมากับท่อน้ำขนาดเล็กหรือในลักษณะการเคลื่อนขึ้นแคพิลลารี (capillary rise) อย่างไรก็ดีตาม ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 20 เป็นต้นไป ในชั้นดังกล่าวปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลงอย่างมาก (ไม่สามารถวัดความชื้นได้เนื่องจากเครื่อง TDR ไม่สามารถตรวจวัดความชื้นที่ระดับดังกล่าวได้ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 21) ซึ่งน่าจะเป็นเพราะว่า รากของพืชใช้น้ำในส่วนดังกล่าวโดยไม่มีการเพิ่มเติมน้ำจากด้านบน (ไม่มีฝนตก)

ส่วนที่ระดับความลึกระหว่าง 60-100 เซนติเมตร ยังมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพออาจเกี่ยวข้องกับระบบน้ำที่ต่อเนื่องตามลำดับภูมิประเทศในช่วงความลึกดังกล่าวทำให้เกิดลักษณะของชั้นดินอ้อมตัวแคพิลลารี (capillary fringe) ซึ่งแสดงว่าชั้นดังกล่าวเป็นชั้นดินที่อยู่ในสภาพอ้อมตัวหรือเกือบอ้อมตัวด้วยแรงดึงน้ำในช่องขนาดเล็ก (capillary tube) เพราะว่าเป็นชั้นดังกล่าวมีความจุความชื้นประมาณร้อยละ 36.46 โดยปริมาตร (ตารางที่ 2) ซึ่งปกติชั้นนี้จะอยู่เหนือจากระดับน้ำใต้ดิน

## 4.2 บริเวณแปลงงุ่นรับประทานสด

### 4.2.1 แปลงงุ่นพันธุ์ Marroo Seedless (มีหลังคาคลุม)

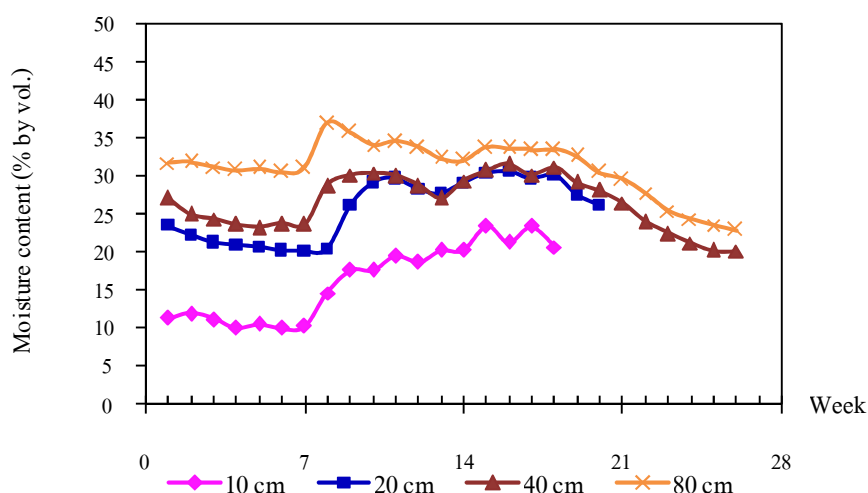
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่วัดด้วยเครื่อง TDR ที่ระดับความลึกต่าง ๆ เปรียบเทียบกับกราฟดูดัชนีความชื้นของตัวอย่างดินในบริเวณที่ทำการศึกษากับค่าความชื้นวิกฤตสำหรับการเจริญเติบโตของงุ่น (ตารางที่ 2) และ (ภาพที่ 21) พบว่า

ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 21.7 โดยปริมาตร แต่ความชื้นที่เป็นประโยชน์ที่ชั้นผิวดินนี้มีไม่เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นอยู่ในพิสัยร้อยละ 9.9-23.5 โดยปริมาตร ซึ่งน้อยกว่าค่าความชื้นวิกฤตที่เพียงพอสำหรับงุ่นในการเจริญเติบโต แต่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 9 มีการให้น้ำในแปลงงุ่นในอัตรา 20 ลิตรทุก ๆ 3 วัน แต่ความชื้นที่เป็นประโยชน์ก็ยังมีไม่เพียงพอ

ระดับความลึก 20 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 21.7 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 20.1-30.7 โดยปริมาตร แต่มีบางสัปดาห์ที่ความชื้นน้อยกว่าค่าความชื้นวิกฤตแต่ไม่มากนัก

ระดับความลึก 40 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 24.5 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอในช่วงสัปดาห์ที่ 1-21 ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาแต่หลังจากสัปดาห์ที่ 21 ไปแล้ว ดินมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอ โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 20.1-31.6 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 80 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 25.3 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอในช่วงสัปดาห์ที่ 1-23 ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาแต่หลังจากสัปดาห์ที่ 23 ไปแล้ว ดินมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอ โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 22.9-37.0 โดยปริมาตร



ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในแปลงอุ่นพันธุ์ Marroo Seedless (มีหลังคาคลุม)

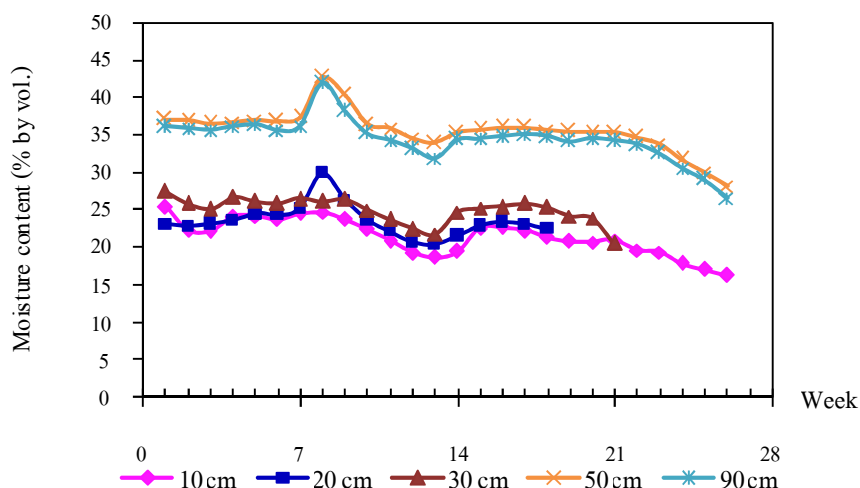
บริเวณที่ทำการศึกษานี้ที่บริเวณผิวหน้าดิน (ความลึก 10 เซนติเมตร) มีความชื้นที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอ แม้จะมีการให้น้ำชลประทานเพิ่มก็ตาม ส่วนที่ระดับความลึก 20 และ 40 เซนติเมตรความชื้นมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันคือตั้งแต่สัปดาห์ที่ 20 จะมีปริมาณความชื้นลดลงเนื่องจากเป็นช่วงระยะเวลาที่เข้าฤดูร้อนส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้น จึงส่งผลให้มีการระเหยมากขึ้นและบริเวณความลึกนี้รากอุ่นสะสมมากจึงมีการดูดน้ำไปแต่ก็จะมีปริมาณความชื้นสูงกว่าบริเวณผิวหน้าดินอาจเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากน้ำที่ขึ้นมากับท่อน้ำขนาดเล็กหรือการเคลื่อนขึ้นแคพิลลารี ส่วนที่ระดับความลึก 80 เซนติเมตรก็มีแนวโน้มลดลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 20 เช่นกันแต่ปริมาณความชื้นจะสูงกว่าที่ระดับความลึก 20 และ 40 เซนติเมตร เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากน้ำใต้ดินทำให้เกิดลักษณะของชั้นดินอ้อมตัวแคพิลลารี ซึ่งแสดงว่าชั้นดังกล่าวเป็นชั้นดินที่อยู่ในสภาพอ้อมตัวหรือเกือบอ้อมตัวด้วยแรงดึงน้ำในช่องขนาดเล็ก

#### 4.2.2 แปลงอุ่นพันธุ์ Marroo Seedless (ไม่มีหลังคาคลุม)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่วัดด้วยเครื่อง TDR ที่ระดับความลึกต่าง ๆ เปรียบเทียบกับกราฟดูดยืดความชื้นของตัวอย่างดินในบริเวณที่ทำการศึกษาประกอบกับค่าความชื้นวิกฤตสำหรับการเจริญเติบโตของอุ่น (ตารางที่ 2) และ (ภาพที่ 22) พบว่า

ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 21.7 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอในช่วงสัปดาห์ที่ 1-10 ในช่วง

ระยะเวลาที่ทำการศึกษาแต่หลังจากสัปดาห์ที่ 10 แล้ว ดินมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอ โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 16.2-25.4 โดยปริมาตร



ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในแปลงงุ่นพันธุ์ Marroo Seedless (ไม่มีหลังคาคลุม)

ระดับความลึก 20 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 21.7 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 20.3-29.8 โดยปริมาตร แต่มีบางสัปดาห์ที่ความชื้นน้อยกว่าค่าความชื้นวิกฤตแต่ไม่มากนัก

ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 24.9 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอในช่วงสัปดาห์ที่ 1-18 ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาแต่หลังจากสัปดาห์ที่ 18 แล้ว ดินมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอ โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 20.5-27.4 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 24.5 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 28.1-42.6 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 90 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 25.3 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 26.5-41.9 โดยปริมาตร



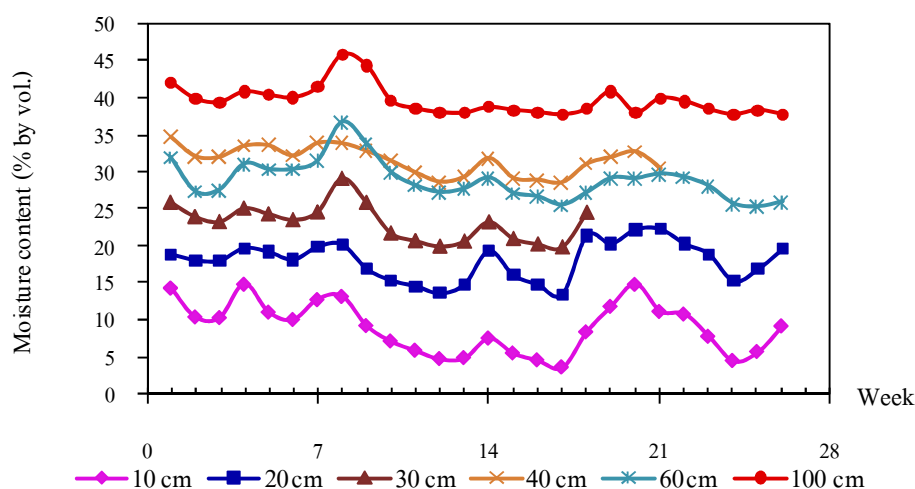
บริเวณที่ทำการศึกษานี้พบว่าที่ระดับความลึก 10-30 เซนติเมตรมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยที่ระดับ 10 เซนติเมตรจะมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดและมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความลึกแต่ความชื้นก็ยังไม่เพียงพออาจเนื่องมาจากสูญเสียไปกับการระเหยเป็นส่วนใหญ่เพราะบริเวณแปลงนี้ไม่มีหลังคาคลุม แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 20 ก็มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกันเนื่องจากเป็นช่วงที่เข้าฤดูร้อนจึงทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่วนที่ระดับความลึก 50 และ 90 เซนติเมตรมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอและใกล้เคียงกัน และเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากน้ำที่ขึ้นมากับท่อน้ำขนาดเล็กหรือการเคลื่อนขึ้นแคพิลลารี เป็นที่น่าสังเกตว่า ที่ความลึก 90 เซนติเมตรมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตรตลอดช่วงเวลากการวัดทั้ง ๆ ที่บริเวณส่วนลึกนี้ไม่มีรากงอกอยู่หรือมีอยู่น้อยมาก การสูญเสียโดยการคายระเหยควรเกิดขึ้นน้อยกว่า ประกอบกับชั้นนี้จะมีลักษณะของชั้นดินอิมตัวแคพิลลารี ซึ่งโดยปกติแล้วควร จะมีความชื้นมากกว่าดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตรที่มีปริมาณรากงอกมากกว่าด้วย คาดว่าน่าจะมีสาเหตุมาจากการที่ดินในชั้นนี้มีการสะสมปุ๋ยมาร์ลในปริมาณพอสมควร (สังเกตได้จากการฝังท่อที่ไม่สามารถขุดฝังให้ลึกกว่าระดับดังกล่าว เนื่องจากพบชั้นหินมาร์ล) ซึ่งการที่มีมวลดินน้อยกว่าชั้นข้างบน ทำให้สมบัติด้านการกักเก็บน้ำไม่ดีเท่าที่ควร

#### 4.2.3 แปลงงุ่นพันธุ์ Perlette (มีหลังคาคลุม)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่วัดด้วยเครื่อง TDR ที่ระดับความลึกต่าง ๆ เปรียบเทียบกับกราฟดูดัชนีความชื้นของตัวอย่างดินในบริเวณที่ทำการศึกษาร่วมกับค่าความชื้นวิกฤตสำหรับการเจริญเติบโตของงุ่น (ตารางที่ 2) และ (ภาพที่ 23) พบว่า

ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 21.7 โดยปริมาตร แต่ความชื้นที่เป็นประโยชน์ที่ชั้นผิวดินนี้มีไม่เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นอยู่ในพิสัยร้อยละ 3.7-14.9 โดยปริมาตร ซึ่งน้อยกว่าค่าความชื้นวิกฤตที่เพียงพอสำหรับงุ่นในการเจริญเติบโต

ระดับความลึก 20 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 21.7 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 13.4-22.3 โดยปริมาตร ซึ่งน้อยกว่าค่าความชื้นวิกฤตที่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของงุ่น



ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในแปลงงุ่นพันธุ์ Perlette (มีหลังคาคลุม)

ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 24.9 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอในช่วงสัปดาห์ที่ 1-9 ของช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาค้นคว้าแต่หลังจากสัปดาห์ที่ 9 ไปแล้ว ดินมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอ โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 20.0-29.2 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 40 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 24.5 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาค้นคว้า โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 28.6-35.0 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 60 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 25.3 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาค้นคว้า โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 25.4-36.9 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 25.3 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาค้นคว้า โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 37.8-46.0 โดยปริมาตร

บริเวณที่ทำการศึกษาค้นคว้ามีการให้น้ำกับงุ่นโดยจะเห็นได้ว่าการแจกกระจายของความชื้นแต่ละระดับความลึกแตกต่างกัน และมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นตลอดระยะเวลาการวัดอยู่ตลอดเวลา แสดงให้เห็นว่า ดินในบริเวณนี้ค่อนข้างมีโครงสร้างดี หรืออีกนัยหนึ่งดินมี

พัฒนาการก่อนข้างดี ทำให้มีช่องว่างค่อนข้างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงความชื้นจึงเกิดขึ้นได้เร็ว ไม่  
 ว่าจะเป็น การเพิ่มเมื่อฝนตก หรือการลดเนื่องจากการใช้น้ำโดยองุ่นและการระเหยตามท่อแคพิลลารี  
 แต่เนื่องจากที่ระดับความลึกดินมีความจุน้ำสูง เนื่องจาก มีลักษณะของชั้นดินอ้อมตัวแคพิลลารี ซึ่ง  
 แสดงว่าชั้นดังกล่าวเป็นชั้นดินที่อยู่ในสภาพอ้อมตัวหรือเกือบอ้อมตัวด้วยแรงดึงน้ำในช่องขนาดเล็ก  
 เมื่อช่องว่างในดินค่อนข้างต่อเนื่อง การเคลื่อนย้ายของน้ำขึ้นมากับท่อน้ำขนาดเล็กจึงเกิดได้ต่อเนื่อง  
 จนทำให้ความชื้นที่ระดับความลึกตั้งแต่ 40 เซนติเมตรลงไปมีค่าอยู่เหนือความชื้นระดับวิกฤต  
 สำหรับการเจริญเติบโตขององุ่น ส่วนที่ความลึก 60 เซนติเมตรที่มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าชั้นดิน  
 ข้างบน น่าจะเกิดจากสมบัติของดินในชั้นนั้นที่มีความจุความชื้นต่ำกว่า ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะ  
 พบการปะปนของเศษหินควอตไซต์และชิ้นส่วนของแร่ควอตซ์ดังที่พบในหน้าตัดดินตัวแทนของ  
 พื้นที่ (ถ้าอธิบายหน้าตัดดินภาคผนวก)

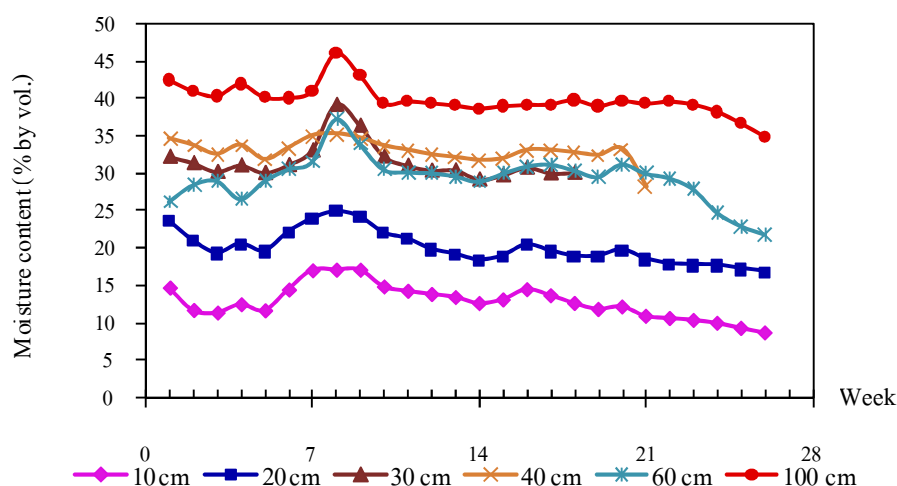
ส่วนที่ระดับความลึกระหว่าง 10-20 เซนติเมตร ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์  
 มีไม่เพียงพอถึงแม้จะมีการให้น้ำชลประทานเป็นเพราะสูญเสียไปโดยการระเหยเนื่องจากเป็น  
 บริเวณผิวหน้าดิน ส่วนที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรก็เช่นเดียวกันแต่จะมีปริมาณความชื้น  
 มากกว่าแต่ก็ยังไม่เพียงพอ

#### 4.2.4 แปลงองุ่นพันธุ์ Perlette (ไม่มีหลังคาคลุม)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่วัดด้วยเครื่อง TDR ที่ระดับความลึก  
 ต่าง ๆ เปรียบเทียบกับกราฟดูดัชนีความชื้นของตัวอย่างดินในบริเวณที่ทำการศึกษาร่วมกับค่า  
 ความชื้นวิกฤตสำหรับการเจริญเติบโตขององุ่น (ตารางที่ 2) และ (ภาพที่ 24) พบว่า

ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 21.7 โดย  
 ปริมาตร แต่ความชื้นที่เป็นประโยชน์ที่ชั้นผิวดินนี้มีไม่เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา  
 โดยมีปริมาณความชื้นอยู่ในพิสัยร้อยละ 8.7-17.1 โดยปริมาตร ซึ่งน้อยกว่าค่าความชื้นวิกฤตที่  
 เพียงพอสำหรับองุ่นในการเจริญเติบโต

ระดับความลึก 20 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 21.7 โดย  
 ปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอในช่วงสัปดาห์ที่ 1-10 ในช่วง  
 ระยะเวลาที่ทำการศึกษาแต่หลังจากสัปดาห์ที่ 10 แล้ว ดินมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ไม่  
 เพียงพอ โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 16.8-24.9 โดยปริมาตร



ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในแปลงงุ่นพันธุ์ Perlette (ไม่มีหลังคาคลุม)

ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 24.9 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 29.2-39.3 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 40 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 24.5 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 28.2-35.3 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 60 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 25.3 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 21.9-37.3 โดยปริมาตร ยกเว้น 2 สัปดาห์สุดท้ายของการศึกษา

ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 25.3 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 34.9-46.2 โดยปริมาตร

บริเวณที่ทำการศึกษานี้เป็นแปลงที่ไม่มีหลังคาคลุมจึงจะเห็นได้ว่าที่บริเวณผิวหน้าดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอสาเหตุมาจากการสูญเสียไปกับการระเหยแต่ที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตรมีความชื้นมากกว่าระดับ 10 เซนติเมตรเพราะไม่ได้สัมผัสกับแสงแดด

โดยตรง แต่ระดับความลึก 30-60 เซนติเมตร ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มใกล้เคียงกันอาจเนื่องมาจากแปลงนี้มีรากงุ่นสะสมบริเวณนี้มากจึงอาจมีการดูดน้ำไปโดยรากงุ่น ส่วนที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตรมีความชื้นที่เป็นประโยชน์อยู่สูงอาจเนื่องมาจากระบบน้ำที่ต่อเนื่องตามลำดับภูมิประเทศในช่วงความลึกดังกล่าว ทำให้เกิดลักษณะของชั้นดินอึดตัวแคฟิลลารี ซึ่งแสดงว่าชั้นดังกล่าวเป็นชั้นดินที่อยู่ในสภาพอึดตัวหรือเกือบอึดตัวด้วยแรงดึงน้ำในช่องขนาดเล็ก แต่ทุกระดับความลึกจะเห็นได้ว่าหลังจากสัปดาห์ที่ 20 เป็นต้นไปความชื้นจะค่อยๆ ลดลง โดยเฉพาะที่ระดับความลึก 60 เซนติเมตร ซึ่งน่าจะเกิดจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งหรือทั้งสองสาเหตุ ซึ่งได้แก่ 1) เป็นบริเวณที่รากงุ่นสะสมอยู่หนาแน่น และ/หรือ 2) เป็นชั้นที่มีการกักเก็บความชื้นได้น้อยกว่า เนื่องจากการปะปนของเศษหินต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

#### 4.3 บริเวณพื้นที่ว่างเปล่าข้างแปลงงุ่น

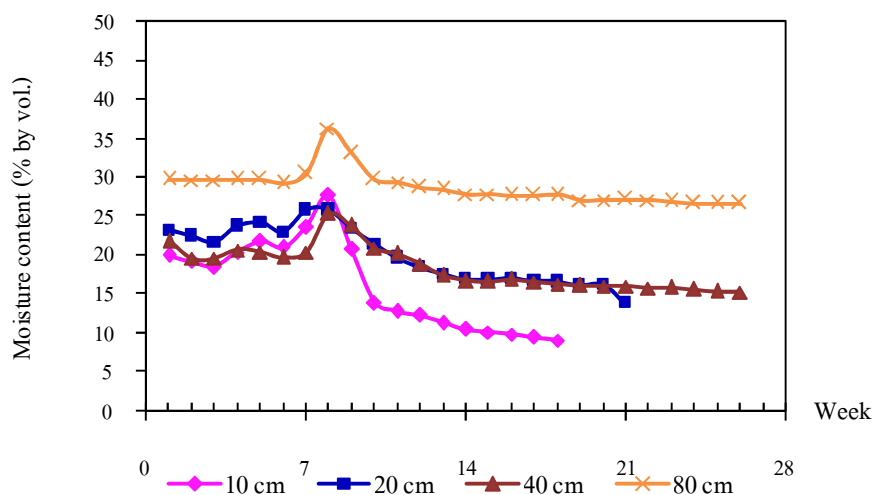
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่วัดด้วยเครื่อง TDR ที่ระดับความลึกต่าง ๆ เปรียบเทียบกับกราฟดูดยึดความชื้นของตัวอย่างดินในบริเวณที่ทำการศึกษาประกอบกับค่าความชื้นวิกฤตสำหรับการเจริญเติบโตของงุ่น (ตารางที่ 2) และ (ภาพที่ 25) พบว่า

ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 21.7 โดยปริมาตร แต่ความชื้นที่เป็นประโยชน์ที่ชั้นผิวดินนี้มีไม่เพียงพอโดยมีปริมาณความชื้นอยู่ในพิสัยร้อยละ 9.1-27.6 โดยปริมาตร แต่ในสัปดาห์ที่ 7 และ 8 มีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอเนื่องจากในช่วงนั้นมีฝนตก แต่หลังจากนั้นปริมาณความชื้นก็น้อยกว่าค่าความชื้นวิกฤตที่เพียงพอสำหรับงุ่นในการเจริญเติบโต

ระดับความลึก 20 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 21.7 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอในช่วงสัปดาห์ที่ 1-10 ของช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาแต่หลังจากสัปดาห์ที่ 10 ไปแล้ว ดินมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอ โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 13.8-25.8 โดยปริมาตร

ระดับความลึก 40 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 24.5 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 15.2-25.3 โดยปริมาตร ซึ่งน้อยกว่าค่า

ความชื้นวิกฤตที่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของงู้น ยกเว้นในสัปดาห์ที่ 8 มีปริมาณความชื้นมากกว่าค่าความชื้นวิกฤตเพราะมีฝนตก



ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงความชื้นในพื้นที่วางเปล่าข้างแปลงงู้น

ระดับความลึก 80 เซนติเมตร ดินมีค่าความชื้นวิกฤตเท่ากับร้อยละ 25.3 โดยปริมาตร ซึ่งระดับความลึกนี้ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 26.6-36.2 โดยปริมาตร ซึ่งมากกว่าค่าความชื้นวิกฤตที่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของงู้น

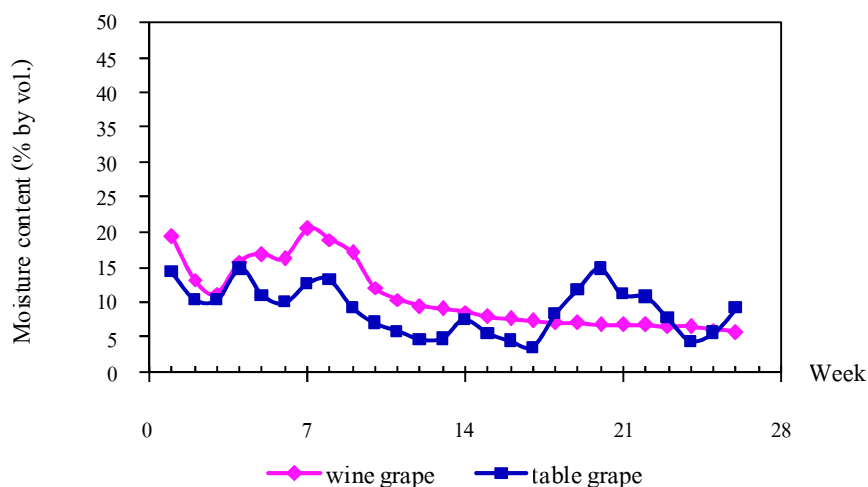
ในบริเวณที่ทำการศึกษานี้เป็นพื้นที่ว่างเปล่าโดยในช่วง 8 สัปดาห์แรกดินยังมีความชื้นอยู่เนื่องจากมีฝนตกแต่พอหลังจากที่ฝนหยุดตกแล้วความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วและเห็นได้ชัด โดยที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตรจะมีความชื้นต่ำกว่าระดับความลึกอื่นอย่างเห็นได้ชัดเจนเนื่องจากเป็นบริเวณผิวน้ำดินที่สัมผัสกับแสงแดดโดยตรงจึงทำให้สูญเสียน้ำไปโดยการระเหยมากกว่าแต่ที่ระดับความลึก 80 เซนติเมตรมีความชื้นสูงกว่าระดับความลึกอื่นเนื่องจากอาจได้รับอิทธิพลจากน้ำที่ขึ้นมากับท่อน้ำขนาดเล็กหรือการเคลื่อนขึ้นแคปิลลารี

## 5. การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินแปลงอุ่นทำไวน์กับแปลงอุ่นรับประทานสด

ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ดินในแปลงอุ่นทำไวน์มีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 5.9-20.7 ส่วนในแปลงอุ่นที่รับประทานสดมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 3.7-14.9 (ภาพที่ 26)

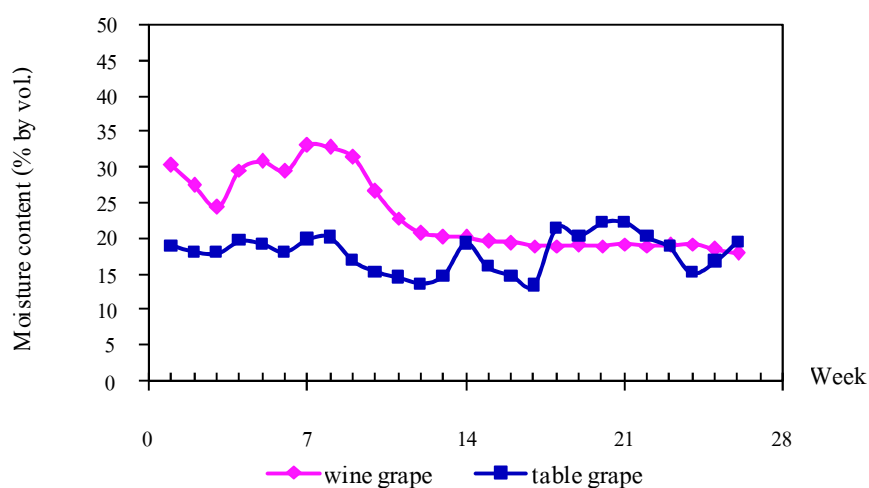
ระดับความลึก 20 เซนติเมตร ดินในแปลงอุ่นทำไวน์มีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 18.0-33.2 ส่วนในแปลงอุ่นที่รับประทานสดมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 13.4-22.3 (ภาพที่ 27)

ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ดินในแปลงอุ่นทำไวน์มีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 20.8-35.7 ส่วนในแปลงอุ่นที่รับประทานสดมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 20.0-29.2 (ภาพที่ 28)

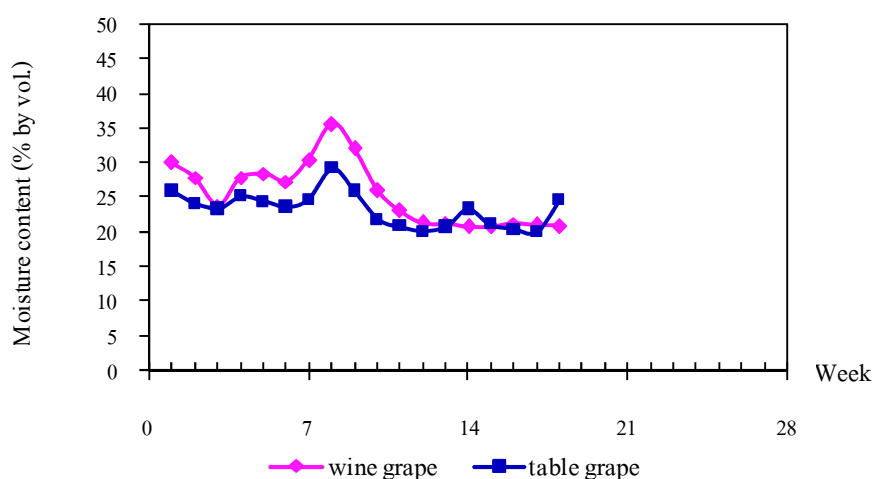


ภาพที่ 26 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตรในแปลงอุ่นทำไวน์กับแปลงอุ่นรับประทานสด

ระดับความลึก 40 เซนติเมตร ดินในแปลงอุ่นทำไวน์มีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 22.8-32.4 ส่วนในแปลงอุ่นที่รับประทานสดมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 28.6-35.0 (ภาพที่ 29)



ภาพที่ 27 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตรในแปลงองุ่นทำไวน์กับแปลงองุ่นรับประทานสด

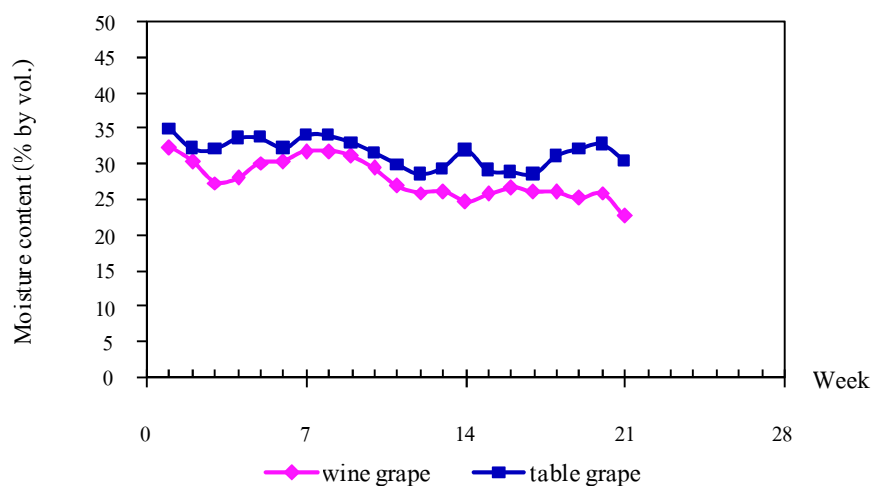


ภาพที่ 28 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรในแปลงองุ่นทำไวน์กับแปลงองุ่นรับประทานสด

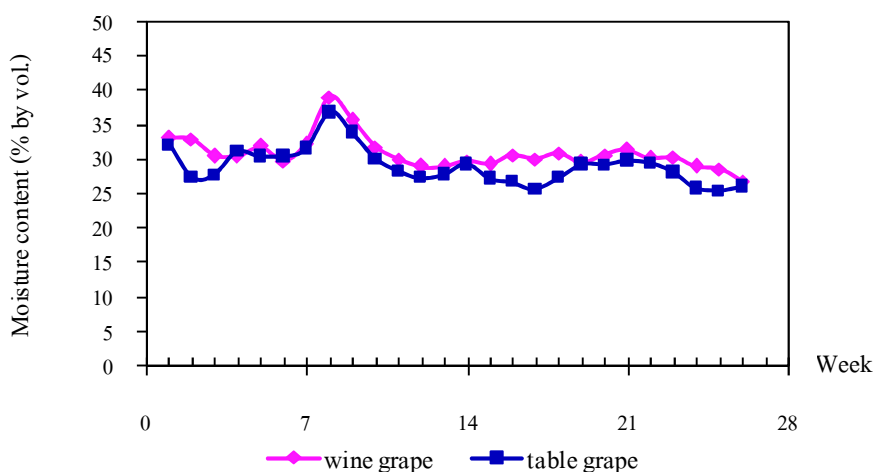
ระดับความลึก 60 เซนติเมตร ดินในแปลงองุ่นทำไวน์มีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 26.8-39.0 ส่วนในแปลงองุ่นที่รับประทานสดมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 25.4-36.9 (ภาพที่ 30)



ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ดินในแปลงอุ่นทำไวนั้นมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 26.2-35.9 ส่วนในแปลงอุ่นที่รับประทานสดมีปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 37.8-46.0 (ภาพที่ 31)



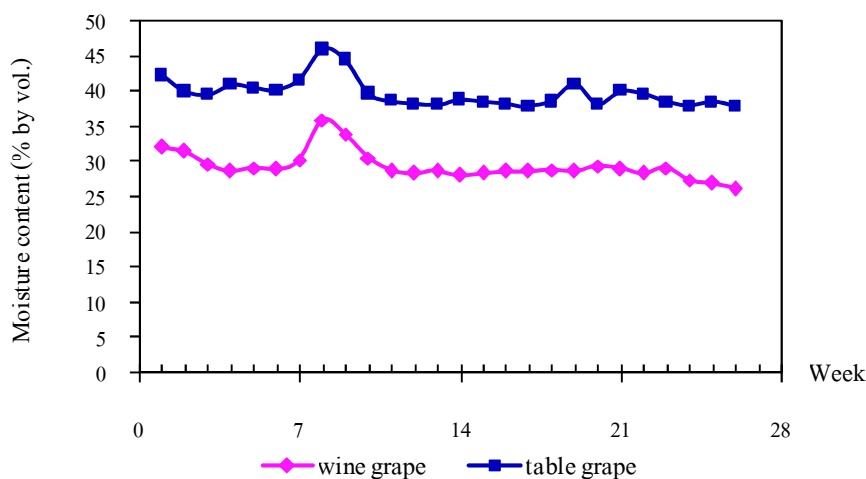
ภาพที่ 29 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 40 เซนติเมตรในแปลงอุ่นทำไวนั้นกับแปลงอุ่นรับประทานสด



ภาพที่ 30 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 60 เซนติเมตรในแปลงอุ่นทำไวนั้นกับแปลงอุ่นรับประทานสด

จากการศึกษาพบว่าที่ระดับความลึก 10-30 เซนติเมตร แปลงอุ่นทำไวนั้นจะมีปริมาณความชื้นสูงกว่าแปลงอุ่นรับประทานสดซึ่งเป็นช่วงความลึกของดินในดอนบน น่าจะมีสาเหตุมา

จากสภาพผิวดินและการจัดการที่ผิวดินมากกว่าความแตกต่างของพันธุ์องุ่น เนื่องจากที่ระดับความลึกนี้ยังไม่ค่อยมีรากองุ่นสะสมอยู่ โดยเฉพาะแปลงองุ่นทำไวน์จะมีหญ้าปกคลุมที่ผิวดินค่อนข้างหนาแน่นกว่า ขณะที่แปลงองุ่นรับประทานสดมีการกำจัดวัชพืชทำให้พื้นดินค่อนข้างโล่งเตียน น้ำจึงสูญเสียโดยการระเหยได้มากกว่า ส่วนที่ระดับความลึก 40 และ 60 เซนติเมตร ปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน และที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร แปลงองุ่นรับประทานสดมีปริมาณความชื้นมากกว่าแปลงองุ่นทำไวน์อาจมีอิทธิพลมาจากน้ำใต้ดิน เนื่องจาก แปลงองุ่นทำไวน์อยู่บริเวณสภาพภูมิประเทศที่สูงกว่าแปลงองุ่นรับประทานสดเล็กน้อย จึงน่าจะทำให้น้ำในดินด้านล่างไหลตามสภาพภูมิประเทศทำให้เกิดการสะสมได้มากกว่า

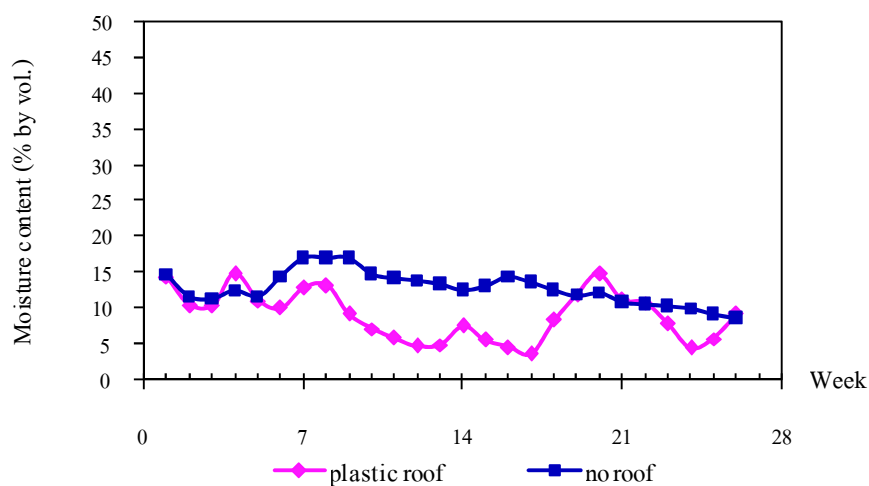


ภาพที่ 31 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตรในแปลงองุ่นทำไวน์กับแปลงองุ่นรับประทานสด

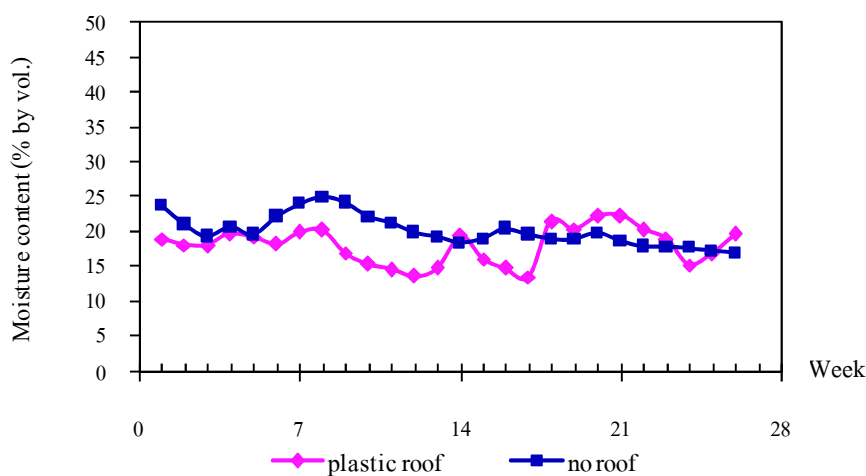
#### 6. การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินแปลงองุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุมกับแปลงที่มีหลังคาคลุม

ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ดินในแปลงองุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุมมีปริมาณความชื้นที่วัดได้ อยู่ในพิสัยร้อยละ 8.7-17.1 ส่วนในแปลงองุ่นที่มีหลังคาคลุมมีปริมาณความชื้นที่วัดได้ อยู่ในพิสัยร้อยละ 3.7-14.9 (ภาพที่ 32)

ระดับความลึก 20 เซนติเมตร ดินในแปลงงุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุมมีปริมาณความชื้นที่วัดได้ อยู่ในพิสัยร้อยละ 16.8-24.9 ส่วนในแปลงงุ่นที่มีหลังคาคลุมมีปริมาณความชื้นที่วัดได้ อยู่ในพิสัย ร้อยละ 13.4-22.3 (ภาพที่ 33)

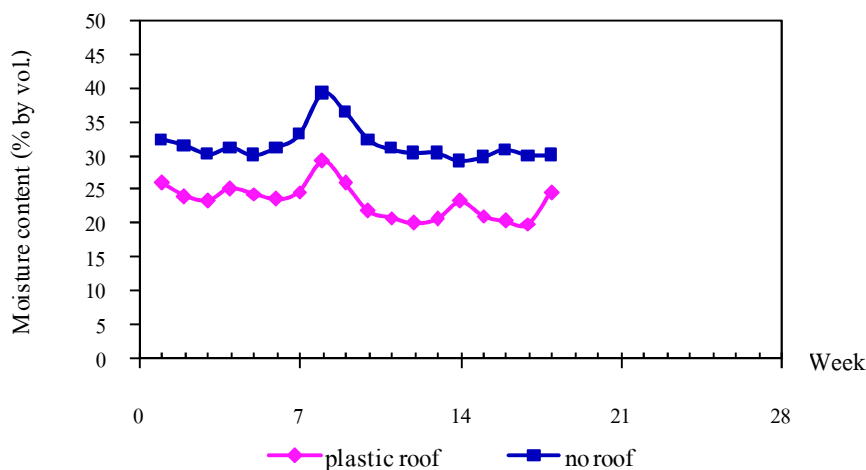


ภาพที่ 32 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ในแปลงงุ่นที่มี หลังคาคลุมและแปลงงุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุม



ภาพที่ 33 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร ในแปลงงุ่นที่มี หลังคาคลุมและแปลงงุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุม

ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ดินในแปลงอ่งุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุมมีปริมาณความชื้นที่วัดได้ อยู่ในพิสัยร้อยละ 29.2-39.3 ส่วนในแปลงอ่งุ่นที่มีหลังคาคลุมมีปริมาณความชื้นที่วัดได้ อยู่ในพิสัย ร้อยละ 20.0-29.2 (ภาพที่ 34)

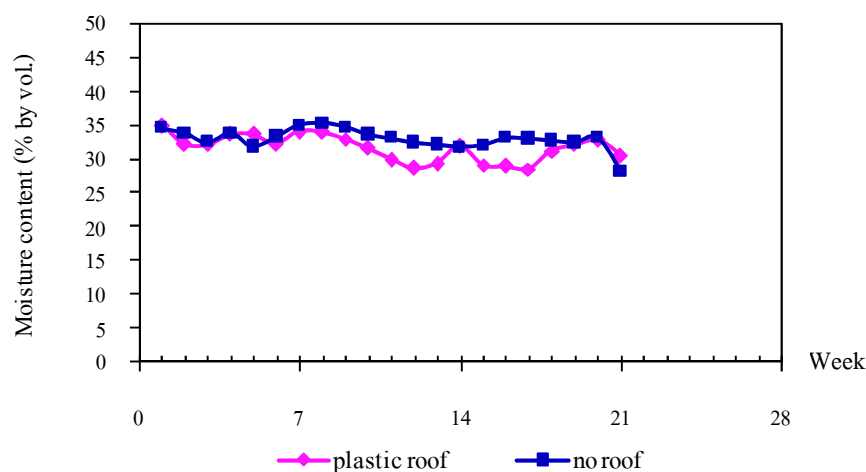


ภาพที่ 34 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ในแปลงอ่งุ่นที่มี หลังคาคลุมและแปลงอ่งุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุม

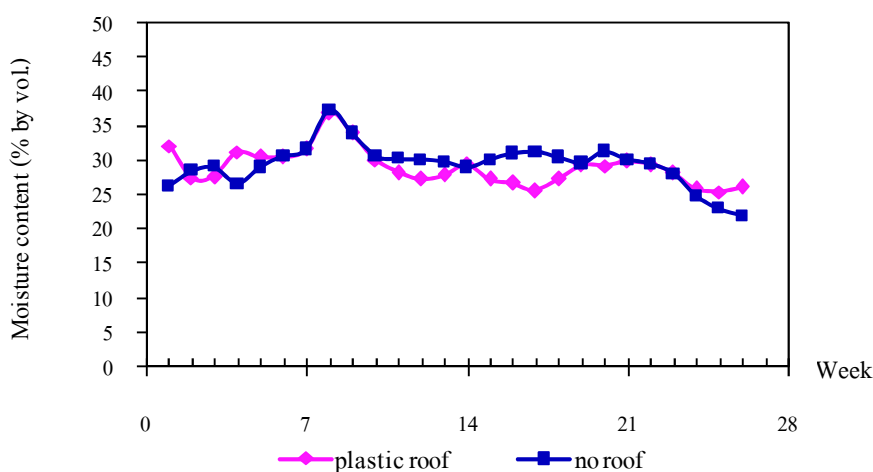
ระดับความลึก 40 เซนติเมตร ดินในแปลงอ่งุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุมมีปริมาณความชื้นที่วัดได้ อยู่ในพิสัยร้อยละ 28.2-35.3 ส่วนในแปลงอ่งุ่นที่มีหลังคาคลุมมีปริมาณความชื้นที่วัดได้ อยู่ในพิสัย ร้อยละ 28.6-35.0 (ภาพที่ 35)

ระดับความลึก 60 เซนติเมตร ดินในแปลงอ่งุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุมมีปริมาณความชื้นที่วัดได้ อยู่ในพิสัยร้อยละ 21.9-37.3 ส่วนในแปลงอ่งุ่นที่มีหลังคาคลุมมีปริมาณความชื้นที่วัดได้ อยู่ในพิสัย ร้อยละ 25.4-36.9 (ภาพที่ 36)

ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ดินในแปลงอ่งุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุมมีปริมาณความชื้นที่วัด ได้ อยู่ในพิสัยร้อยละ 34.9-46.2 ส่วนในแปลงอ่งุ่นที่มีหลังคาคลุมมีปริมาณความชื้นที่วัด ได้ อยู่ใน พิสัยร้อยละ 37.8-46.0 (ภาพที่ 37)

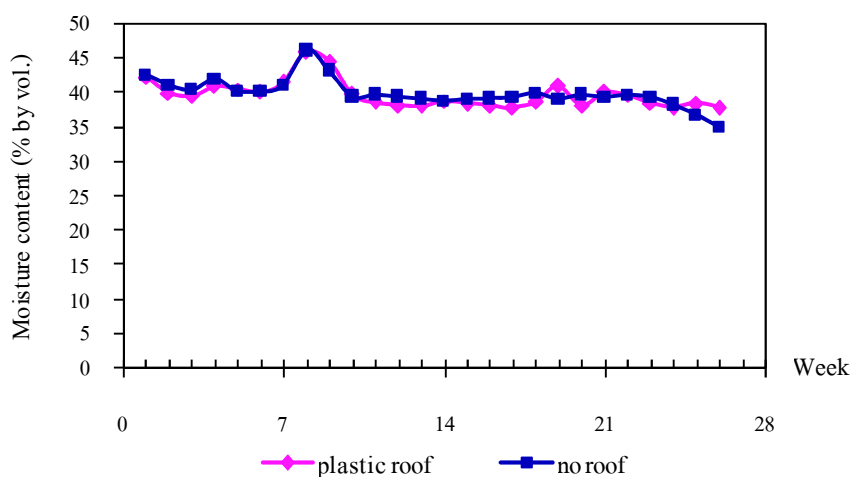


ภาพที่ 35 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 40 เซนติเมตร ในแปลงงุ่นที่มีหลังคาคลุมและแปลงงุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุม



ภาพที่ 36 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 60 เซนติเมตร ในแปลงงุ่นที่มีหลังคาคลุมและแปลงงุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุม

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นที่ระดับความลึกต่าง ๆ ภายใต้แปลงงุ่นรับประทานสด ระหว่างแปลงที่มีหลังคาคลุมและแปลงที่ไม่มีหลังคาคลุมปล่อยโล่ง พบว่า อิทธิพลของหลังคาคลุม น่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นที่ระดับผิวดินจนถึงที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร เพราะที่ระดับความลึกต่ำกว่านั้น การเปลี่ยนแปลงความชื้นตลอดระยะเวลาของการศึกษาเป็นไปในลักษณะเดียวกันและมีปริมาณความชื้นค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตรจะพบว่าเกือบจะเท่ากันในทุกสัปดาห์



ภาพที่37 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้น ในดินที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตรในแปลงงุ่นที่มี หลังคาคลุมและแปลงงุ่นที่ไม่มีหลังคาคลุม

แสดงให้เห็นว่า ชั้นดินที่อยู่ในสภาพอึดตัวหรือเกือบอึดตัวด้วยแรงดึงน้ำในช่องขนาดเล็ก ในตอนล่างของดินในบริเวณนี้ตั้งแต่ช่วงปลายฤดูฝนจนถึงกลางฤดูแล้ง ปริมาณความชื้นสะสมจะ อยู่ในพิสัยประมาณร้อยละ 35-46 โดยปริมาตร ส่วนอิทธิพลของหลังคาคลุมนั้นจะมีผลทางลบต่อ ปริมาณความชื้นที่ระดับ 0-30 เซนติเมตร กล่าวคือ ความชื้นจะต่ำกว่าในสภาพที่ไม่มีหลังคาคลุม ปล่อยโล่ง และปริมาณความชื้นไม่สม่ำเสมอตลอดระยะเวลาของการวัด ทั้งนี้เนื่องจาก การคลุม หลังคาจะทำให้พื้นที่รอบทรงพุ่มของงุ่นหรือบริเวณใต้ค้างของงุ่นไม่ได้รับน้ำฝน โดยตรงขณะ ฝนตก ความชื้นจึงลดลงเนื่องจากการระเหยเมื่อเวลาผ่านไป ขณะที่ในแปลงที่ไม่มีหลังคาคลุมจะ ได้รับน้ำเพิ่มเติมจากน้ำฝนจึงทำให้ปริมาณความชื้นค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอตาม ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ลดลงจากปลายฤดูฝนจนถึงกลางฤดูแล้ง อย่างไรก็ตามการให้น้ำ ชลประทานตั้งแต่สัปดาห์ที่ 18 ซึ่งเป็นช่วงที่งุ่นรับประทานสดกำลังติดผล มีผลทำให้ปริมาณ ความชื้นในช่วงความลึกดังกล่าวเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

ผลการศึกษาลักษณะความชื้นในโซนรากองุ่นต่างพันธุ์ที่ปลูกบนดินที่เกิดจากหินปูน โดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาสภาพแวดล้อมโดยทั่วไป สันฐาน วิถีชีวิตของดิน สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมีของดิน และผลการวัดความชื้นในบริเวณที่ทำการศึกษาทั้ง 7 บริเวณ ภายในสถานีวิจัยกาญจนบุรี สามารถสรุปได้ดังนี้

สมบัติทางกายภาพของดิน พบว่า ดินมีปริมาณอนุภาคขนาดทรายแป้งมากที่สุด เนื้อดินเป็นดินร่วนถึงดินร่วนเหนียว ค่าความหนาแน่นรวมของดินมีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง สภาพน้ำในขณะดินอิ่มตัว มีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง ดินมีค่าความจุความชื้นสนาม และจุดเหี่ยวถาวรใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดินในทุกบริเวณ โดยค่าความจุความชื้นสนามอยู่ในพิสัยร้อยละ 23.4-25.6 โดยปริมาตร จุดเหี่ยวถาวรมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 14.2-18.9 โดยปริมาตร และมีค่าความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้อยู่ในพิสัยร้อยละ 6.6-9.2 โดยปริมาตร โดยจะมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดหน้าตัดดิน

สมบัติทางเคมีของดิน พบว่า ค่าพีเอชดินเป็นกรดจัดถึงค่าเล็กน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ปริมาณไนโตรเจนรวมมีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าอยู่ในระดับต่ำมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงสูง ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก แมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง โพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง และโซเดียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ทำให้ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้มีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสมีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง โดยจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดินได้เป็น Typic Haplustalfs

การคิดค่าความชื้นวิกฤตสำหรับการเจริญเติบโตขององุ่นที่แรงดูดยึดความชื้นเท่ากับ 50 กิโลพาสคัล จากกราฟดูดยึดความชื้นที่ได้จากดินที่ทำการศึกษา พบว่า ค่าความชื้นวิกฤตอยู่ในพิสัยร้อยละ 21.7-25.3 โดยปริมาตร ซึ่งดินชั้น Ap1 มีความจุความชื้นรวม และความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้สูงสุด ส่วนชั้น Ap2 มีความจุความชื้นรวมต่ำสุด เนื่องจากเป็นชั้นที่มีความหนาแน่นรวมสูงมากทำ

ให้มีปริมาณช่องว่างน้อยกว่าในชั้นอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ชั้นนี้มีความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ใกล้เคียงกับชั้นดินล่าง (Bt)

การเปลี่ยนแปลงความชื้นในบริเวณที่ทำการศึกษาทั้ง 7 บริเวณ พบว่า ปริมาณความชื้นที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตรส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าความชื้นระดับวิกฤตสำหรับการเจริญเติบโตของอุน่ เนื่องจากมีการสูญเสียโดยการระเหย ซึ่งเท่ากับร้อยละ 21.7 โดยปริมาตร ขณะที่ความชื้นที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตรส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าระดับวิกฤต (ร้อยละ 24.5-24.9 โดยปริมาตร) เฉพาะช่วงที่มีฝนตกแต่หลังจากนั้นประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ดินก็จะเริ่มมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเข้าในช่วงฤดูแล้ง ส่งผลทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำลง จึงทำให้มีการระเหยเพิ่มมากขึ้นและเนื่องจากการดูดใช้น้ำของรากอุน่ เพราะเป็นช่วงชั้นความลึกของโซนรากอุน่ สำหรับที่ความลึก 60 และ 100 เซนติเมตร พบว่า มีปริมาณน้ำเต็มความจุความชื้นทั้งในช่วงปลายฤดูฝนจนถึงช่วงกลางของฤดูแล้ง เพราะความชื้นที่ระดับความลึกทั้งสองเกี่ยวข้องกับระบบน้ำที่ต่อเนื่องตามลำดับภูมิประเทศ ซึ่งทำให้เกิดลักษณะของชั้นดินอึดตัวแคพิลลารี แสดงว่าชั้นดังกล่าวเป็นชั้นดินที่อยู่ในสภาพอึดตัวหรือเกือบอึดตัวด้วยแรงดึงน้ำในช่องขนาดเล็ก แต่จะมีบางบริเวณที่ระดับที่กล่าวมานั้นมีปัญหาความชื้นในฤดูแล้งเนื่องมาจากบริเวณดังกล่าวพบหินมาร์ลในดินจึงทำให้ดินสูญเสียความชื้นได้ง่าย

การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินระหว่างอุน่ทำไวน้กับอุน่รับประทานสด พบว่า ที่ระดับความลึก 10-30 เซนติเมตร แปลงอุน่ทำไวน้จะมีปริมาณความชื้นสูงกว่าแปลงอุน่รับประทานสด โดยน่าจะมีสาเหตุมาจากสภาพผิวดินที่แปลงอุน่ทำไวน้มีหญ้าและวัชพืชปกคลุมหนาแน่น ขณะที่แปลงอุน่รับประทานสดมีพื้นที่เตียนโล่งเนื่องจากการกำจัดวัชพืชซึ่งอาจจะส่งเสริมให้น้ำสูญเสียออกจากดินตอนบน โดยการระเหย ขณะที่การกระจายความชื้นในส่วนลึกพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินระหว่างแปลงอุน่ที่มีหลังคาคลุมกับอุน่ที่ไม่มีหลังคาคลุม พบว่า ในสภาพไม่มีหลังคาคลุมที่ชั้นดินบนจะมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นน้อยกว่า เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาทำให้เกิดการสะสมความชื้นมีค่าใกล้เคียงกับการสูญเสียโดยการระเหย ขณะที่การคลุมหลังคามีผลทำให้ความชื้นที่ชั้นดินบนเปลี่ยนแปลงง่าย และมีปริมาณน้อยกว่าเพราะสูญเสียไปกับการระเหยที่ผิวดินเป็นส่วนใหญ่ และไม่มีการรับน้ำจากน้ำฝนที่ตกลงมา ขณะที่การกระจายความชื้นในส่วนลึกพบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ขณะที่การให้น้ำ



จำนวน 20 ลิตรทุก ๆ 3 วันในแปลงทั้ง 2 แบบไม่ทำให้ความชื้นที่ระดับความลึก 10-30 เซนติเมตร  
เกินค่าวิกฤตความชื้นสำหรับองุ่น แต่ที่ระดับความลึกอื่น ๆ มีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพียงพอ

### ข้อเสนอแนะ

1) การปลูกองุ่นในดินนี้ควรมีการให้น้ำชลประทานตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ภายหลังจากฝน  
หยุดตกประมาณ 1 สัปดาห์ เพราะตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนเป็นต้นไป ไม่มีฝนตก และควรมีการให้น้ำ  
ในปริมาณที่มากกว่า 20 ลิตรต่อ 3 วัน เพื่อให้มีความชื้นที่ระดับความลึก 10-30 เซนติเมตรเพียงพอ  
ต่อความต้องการขององุ่น

2) ควรมีการจัดการดินเพื่ออนุรักษ์ความชื้นในดินไว้ เช่น การคลุมดินด้วยวัสดุต่างๆ เพื่อ  
ช่วยลดปริมาณการคายระเหยของน้ำ และช่วยลดปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องใช้

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกษม จันทรแก้ว. 2539. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการการจัดทำพจนานุกรมปลูกพืชวิทยา. 2551 **พจนานุกรมปลูกพืชวิทยา**.  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปลูกพืชวิทยา. 2548. **ปลูกพืชวิทยาเบื้องต้น**. ภาควิชาปลูกพืชวิทยา คณะเกษตร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2541. **อุทกวิทยาดินลุ่มน้ำ**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิติ เรื่องพานิช. 2514. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นงคราญ กาญจนประเสริฐ. 2529. **การศึกษาลักษณะปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาการของดินอันดับ  
แอลฟิซอลส์และอินเซปติซอลส์บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปวิณ ปุณศรี. 2504. **องุ่น**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สโมสรพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปวิณ ปุณศรี, ชูพงษ์ สุขุมลันนันทน์ และสุรศักดิ์ นิลนนท์. 2530. **การพัฒนาการปลูกองุ่นใน  
ประเทศไทย**, น. 95-98. ใน พืชสวน 30 ปี. บริษัทสารมวลชน จำกัด, กรุงเทพฯ.

ไพบุลย์ ประพฤติธรรม. 2528. **เคมีของดิน**. ภาควิชาปลูกพืชวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- มนตรี คำชู และบุญมา ป้านประดิษฐ์. 2543. การออกแบบติดตั้งระบบการให้น้ำแบบประหยัด (Micro-Irrigation) และการจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพ. กองส่งเสริมเทคโนโลยี กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- วิชา นิยม. 2535. สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศบนที่สูง, น. 1-15. ใน เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการพัฒนาป่าไม้บนที่สูง. ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- \_\_\_\_\_. 2535. อุทกวิทยาป่าไม้. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุรศักดิ์ นิลนนท์. 2540. รายงานการไปสัมมนาต่างประเทศเรื่อง IV International Seminar on Tropical Viticulture and Enology. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุนันทา พงษ์วิชัย. 2523. การศึกษาการเจริญของตาดอกองุ่นพันธุ์ลูซเพอร์เลทท์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนทรี ยิ่งซ้าवाल. 2535. ชลศาสตร์ในระบบดิน-พืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
- สุนทรี อัครธนกุล. 2525. บทปฏิบัติการปฐพีวิทยามูลฐาน. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
- อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2527. การกำเนิดและการจำแนกดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อมรัตน์ เลี่ยมตระกูลพานิช. 2544. ความผันแปรของค่าความชื้นดินในป่าเบญจพรรณ ที่สถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอิบ เขียวรีนรมณ์. 2533. **ดินของประเทศไทย**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_. 2542ก. **คู่มือปฏิบัติการ การสำรวจดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_. 2542ข. **การสำรวจดิน: มโนทัศน์ หลักการและเทคนิค**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_. 2547 **การปฏิบัติการ การสำรวจดิน**. พิมพ์ครั้งที่ 5. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Anticliff, A.J. 1979. **Major Wine Grape Varieties of Australia**. Commonwealth Scientific  
and Industrial Research Organization, Australia.

Bear, F.E. 1967. **Chemistry of Soil**. Reinhold Publishing Cooperation, New York.

Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density, pp. 363-382. In A. Klute, ed. **Methods of Soil  
Analysis. Part I. Physical and Mineralogy Methods**. 2<sup>nd</sup> ed. Amer. Soc. of Agron.  
Inc., Madison, Wisconsin.

Brady, N.C. 1974. Phosphorus availability in acid soils. **The Nature and Properties of Soils**.  
The Macmillan Publishing, New York.

Brady N.C. and R.R. Weil. 2008. **The Nature and Properties of Soils**. 14<sup>th</sup> ed. Prentice Hall,  
Inc., New Jersey.

Bray, R.A. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available form of  
phosphorus in soil. **Soil Sci.** 59: 39-45.

- Buol, S.W., R.J. Southard, R.C. Graham and P.A. McDaniel. 2003. **Soil Genesis and Classification**. The Iowa State Univ. Press., Amer. Iowa.
- California Table Grape Commission. 2004. **The blue-black**. Table Grape. Available Source: <http://www.tablegrape.com/consumers/variety.asp?load=variety17.asp&section=consumers>, March 26, 2005.
- Campo, M.G., C. Ruiz and J.R. Lissarrague. 2002. Productivity in Chardonnay and Arien grapevines. **Amer. J. Enol. Vitic.** 53: 138-143.
- Campo, M.G., C. Ruiz, V. Sotes, and J.R. Lissarrague. 2000. Water consumption, leaf area development and production in four grapevine varieties. **Acta Hort.** 526:193-199.
- Chadha, K.L. and G.S. Randhawa. 1974. **Grape Varieties in India: Description and Classification**. ICAR, New Delhi.
- Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity, pp. 891-901. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties**. Agron. No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Davies, F.S. and J. Bower. 1994. Water stress, gas exchange and fruit set of 'Olinda' Valencia orange tree in Eastern Transval area of South Africa. **Acta Hort.** 365: 121-127.
- Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle size analysis, pp. 545-567. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part I: Physical and Mineralogical Methods**. Agron. No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Donahue R.L., J.C. Shickluna and L.S. Robertson. 1971. **Soils and Introduction to Soil and Plant Growth**. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

ESI Environmental Sensors, Inc. 1999. **Enhanced Time Domain Reflectometry**. Moisture Point Technology. <http://www.envsens.com/products/moisture/mpoint/faq.html>, December 21, 1998.

Funnell, A. and E. Hoover. 1991. Photoperiod influences growth, bud dormancy and cold acclimatization in *Vitis labruscana* and *Vitis riparia*. **J. Am. Soc. Hort. Sci.** 116: 270-273.

Galet, P. 1979. **A Practical of Ampelography Grapevine Identification**. Cornell University Press, London.

Gardner, W. R. 1968. Availability and measurement of soil water, pp. 107-135. **In 'Water Deficits and Plant Growth'**. Vol. 1. Academic Press, New York.

Glazovskaya, M.A. and Ye. I. Parfenova. 1974. Biogeochemical factors in Terra Rosa formations in the Southern crimea. **Soviet Soil Sci.** Translated from *Pochvove deniye* No. 11: 12-23.

Greenland, D.J. and J.M.L. Kowel. 1960. Nutrient content of the most tropical forest of Ghana. **Plant and Soil** 12: 154-174.

Halvin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 1999. **Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Managment**. 6<sup>th</sup> ed. Prince-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey.

Hassett, I.J. and W.L. Banwart. 1992. **Soils and Theirs Environment**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Hillel, D. 1973. **Soil and Water -Physica,: Principle and Processes**. 3<sup>th</sup> ed. Academic Press, New York.

- Hillel, D. 1998. **Environmental Soil Physics**. Academic Press, San Diego, USA.
- Iwata, S., T. Tabuchi and B. P. Warkentin. 1995. **Soil-Water Interaction; Mechanisms and Applications**. 2<sup>nd</sup> ed. Macel Dekker, Inc., Madison Avenue, New York, USA.
- Jawanda, J.S. and K.L. Chadha. 1977. **Grape Cultivation**. Panjab Agricultural University, Ludhiana, India.
- Jackson, D.I. and P.B. Lombard. 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality. **Am. J. Enol. Vitic.** 44: 409-430.
- Jackson, M.L. 1965. **Soil Chemistry Analysis**. Advanced Courses. Dept. of Soils, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin.
- Juma, N.G. 2001. **The Pedosphere and Its Dynamics: A Systems Approach to Soil Science**. Salman Productions Inc., Edmonton, Alberta, Canada.
- Kramer, P.J. 1978. **Plant and Soil Water Relationship : A Modern Synthesis**. Tata McGraw Hill publishing Co., Ltd., New Delhi.
- Kerridge, G. and A. Antcliff. 1996. **Wine Grape Varieties of Australia**. CSIRO publishing, Australia.
- Kirkham, D. and W.L. Powers. 1972. **Advanced Soil Physics**. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Klein, I. 1983. Drip irrigation based on soil matric potential conserves water in peach and grape. **Hort Sci.** 18(6): 942-944.

- Kleiwer, W.M., B.M. Freeman and C. Hossom. 1983. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignane vines. I. Degree of water stress and effect on growth and yield. **Am. J. Enol. Vitic.**, 34: 186-196.
- Klute, A. 1986. Water retention: laboratory methods, pp. 635-662. *In* A. Klute (ed.), **Methods of Soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods**. Agronomy, No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Köppen, W. 1931. **Grundriss der Klimakunde**. Walter de Gruyter. Leipzig, Berlin.
- Lal, R. and M. K. Shukla. 2004. **Principles of Soil Physics**. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. **Soil Interpretation Handbook for Thailand**. Dept. of Land Development, Ministry of Agri. and Coop., Bangkok.
- Landon, J.R. 1991. **Booker Tropical Soil Manual: A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics**. John Wiley & Son, Inc., New York.
- Lavee, S. 2000. Grapevine (*Vitis vinifera*) growth and performance in warm climate, pp. 343-366. *In* A. Erez, ed. **Temperate Fruit Crops in Warm Climates**. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Lgwe, C.A., F.O.R. Akamigbo and J.S.C. Mbagwu. 1999. Chemical and mineralogical properties of soil in southeastern Nigeria in relation to aggregate stability. **Geoderma** 92: 111-123.
- Matthews, M.A. and M.M. Anderson. 1989. Reproductive development in grape (*Vitis vinifera* L.): Responses to seasonal water deficits. **Am. J. Enol. Vitic.** 40(1): 52-60.
- Marshall T. J., J. N. Holmes and C. W. Rose. 1996. **Soil Physics**, 3<sup>th</sup> ed. Cambridge University Press, Cambridge.



- McCarthy, M.G. and B.G. Coombe. 1984. Water status and wine grape quality. **Acta Hort.** 171: 447-456.
- Miller, D.H. 1997. **Water at the Surface of the Earth : An Introduction to Ecosystem Hydrodynamics.** Academic Press, Inc., New York.
- Morton, L.T. and L.D. Adams. 1979. **A Practical Ampelography Grapevine Identification.** 2<sup>nd</sup> ed. Cornell University Press Ltd., United Kingdom.
- Mualem, Y. 1974. A conceptual model of hysteresis. **Water Resource Research** 10: 514-520.
- National Soil Survey Center . 1996. **Soil Survey Laboratory Methods Manual.** Soil Survey Invest. Rept. No 42, Version 3.0. U.S. Dept. of Agr., U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- Neja, R.A., W.E. Wildman, R.S. Ayers and A.N. Kasimatis. 1977. Grapevine response to irrigation and trellis treatments in the Salinas Valley. **Amer. J. Enol. Vitic.,** 28: 16-26
- O'Neal, A.M. 1952. **Pedology** (translation from French). George Allen and Unwin Ltd., London.
- Peech, M. 1945. Determinations of exchangeable cations and exchange capacity of soils rapid micromethods utilizing centrifuge and spectrophotometer. **Soil Sci.** 59: 25-28.
- Peech, M. 1965. Exchange acidity, pp. 905-913. In C.A. Black (ed.), **Methods of Soil Analysis.** Part II. Monograph No. 9. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin.
- Potichan, A. 1991. **Morphology, Genesis and Characteristics of Skeletal Soils in Sakon Nakhon Province, Northeast Thailand.** Ph.D. Thesis, University of the Philippines.

- Pratt, P.E. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties.** Agron. No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Sakurai, K., V. Tanpiban, K. Muangnil, B. Phuriyakor, S. Araki, T. Naganawa, G. Iwatsuvo, T. Attanandand and D. Prachaiyo. 1991. Change in soil moisture and temperature, pp. 267-279. *In* K. Yoda and P. Sahunulu (eds.). **Improvement of Biological Productivity of Tropical Wastelands in Thailand.** Department of Biology Osaka University, Japan.
- Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soils in the Tropics.** John Wiley and Sons, Inc., New York.
- \_\_\_\_\_. J.H. Villachuca and D.E. Bandy. 1983. Soil fertility dynamic after cleaning a tropical rainforest in Peru. **Soil Sci. Soc. Amer. J.** 47: 1171-1178.
- Sampson, A.W. 1952. **Range Management : Principle and Practice.** John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Scholefield, P.B. 1984. Vitaceae. pp. 218-221. *In* P.E. Page, ed. **Tropical Tree Fruit for Australia.** Queensland Dept. of Primary Industries, Brisbane.
- Shoemaker, J.S. 1978. **Small Fruit Culture.** AVI Pub, Connecticut.
- Singer, M.J. and D.N. Munns. 1987. **Soil and Introduction.** Macmillan Publishing Company, A Division of Macmillan, Inc., USA.
- Soil Survey Division Staff. 1993. **Soil Survey Manual.** U.S. Dept. of Agr. Handbook No. 18. U.S. Government Printing Office, Washington D.C.

- Soil Survey Division Staff. 1999. **Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys**. 2<sup>nd</sup> ed. Agr. Handbook No. 436. U.S. Dept. of Agr., U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- \_\_\_\_\_. 2006. **Key to Soil Taxonomy**. 10<sup>th</sup> ed. U.S. Dept. of Agr., U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- Summer, M.E and W.P. Miller. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients, pp. 1021-1229. *In* J.M. Bigham, ed. **Methods of Soil Analysis. Part III. Chemical Methods**. Amer. Soc. of Agron., Madison, Wisconsin.
- Tawornpruek, S., I. Kheoruenromne, A. Suddhiprakarn and R. J. Gilkes. 2005. Microstructure and water retention of Oxisols in Thailand. **Austr J. Soil Res.** 43: 973-986.
- Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. **Soil Fertility and Fertilizers**. Macmilan Publ, New York.
- Thomson, L.M. and F.R. Troeh, 1978. **Soil and Soil Fertility**. 4<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill Inc., New York.
- Topp, G.C. 1993. Soil water content, pp. 541-557. *In* M.R. carter, ed. **Soil Sampling and Methods of Analysis**. Lewis Publishers, Boca Rotan.
- Topp, G.C., J.L. Davis and A.P. Annan. 1980. Electromagnetic determination of soil water content: Measurement in coaxial transmission lines. **Water Resour Res.** 16 (3): 574-582.
- Vangai, S., I. Kheoruenromne and A. Sukthumrong. 1986. Soil organic matter, crop residue and green manure management, pp. 237-249. *In* M. Latham, ed. **The First Regional Seminar on Soil Management under Humid Conditions in Asia**. Bangkok, Thailand.

- Van Raij, B. and M. Peech. 1972. Electrochemical properties of some Oxisols and Alfisols of the tropics. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 36: 587-593.
- Virgo, K.J. and D.A. Holmes. 1977. Soil and landform features of mountainous terrain in South Thailand. **Geoderma** 18: 207-225.
- Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chroma acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-35.
- Weaver, R.J. 1976. **Grape Growing**. John Wiley & Sons, New York.
- Winkler, A.J., J.A. Cook, W.M. Kliewer and L.A. Lider. 1974. **General Viticulture**. University of California Press, Berkeley, CA.
- Young, A. 1976. **Tropical Soils and Soil Survey**. Cambridge Univ. Press, London.
- Zyl, J. and L. Van. 1982. The effect of soil moisture potential on yield, grape quality and physiological aspects of the grapevine (*Vitis vinifera* var. Colombard) under South African conditions. **Abstracts, XXIst International Horticultural Congress** No.1003.

**ภาคผนวก**

## คำอธิบายหน้าตัดดิน (Soil profile description)

### Pedon 1

#### **I Information on the site**

|                                |                                                                                                                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Profile symbol                 | : Pedon 1                                                                                                                         |
| Soil name                      | : Kanchanaburi 1                                                                                                                  |
| Classification                 | : Typic Haplustalf                                                                                                                |
| Date of examination            | : 6 <sup>th</sup> August 2008                                                                                                     |
| Described by                   | : Somchai Anusontpornperm, Kannika phetmak, Eakarad meevasana, Nuttamol apairee, Wattana aonsumran                                |
| Location                       | : Grape experimental plot Kanchanaburi Research Station, Ban Nong Sam Pran, Tambon Wang Dong, Amphoe Muang, Changwat Kanchanaburi |
| Elevation                      | : Approximately 71 m (MSL)                                                                                                        |
| Map sheet number               | : 4746 III Co-ordinate: 47P 0534784 <sup>E</sup> , 1561312 <sup>N</sup>                                                           |
| Landform                       |                                                                                                                                   |
| 1. Physiographic position      | : Corrosion plain                                                                                                                 |
| 2. Surrounding landform        | : Undulating                                                                                                                      |
| 3. Slope on which profile site | : 3% (aspect: 330° Azim.)                                                                                                         |
| Land use                       | : Grape                                                                                                                           |
| Annual rainfall                | : Approximately 1,026.5 mm                                                                                                        |
| Mean temperature               | : Approximately 27.7 °C                                                                                                           |
| Climate                        | : Tropical savanna                                                                                                                |
| Others                         | : -                                                                                                                               |

#### **II General information on the soil**

|                       |                                                                 |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Parent material       | : Local alluvium over residuum derived from weathered limestone |
| Drainage              | : Well drained                                                  |
| Permeability          | : Moderate                                                      |
| Runoff                | : Moderate                                                      |
| Depth of ground water | : Deeper than 80 cm at time of sampling                         |

#### **III Profile description**

| Horizon | Depth (cm) | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap1     | 0-18       | Very dark brown (7.5YR 2.5/3); clay loam; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and very plastic; few medium to large subrounded gravel fragments and few small subrounded weathered limestone; few small angular gravel fragments of fresh quartz; many very fine, few fine and many large vesicular pores; few very fine and fine roots; moderately alkaline (field pH 8.0); clear and smooth boundary to Ap2. |
| Ap2     | 18-36      | Very dark brown (7.5YR 2.5/3); clay; strong medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and very plastic; few faint clay coating on faces of peds and pores walls; few small to medium subrounded gravel fragments of weathered limestone;                                                                                                                                                                                             |

|     |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |          | common very fine and fine vesicular pores; very few very fine and fine roots; moderately alkaline (field pH 8.0); abrupt and smooth boundary to Bt1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Bt1 | 36-52    | Dark reddish brown (5YR 3/4); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and very plastic; common faint clay coating on faces of peds and pores walls; few traces of fresh angular quartz; few medium soil animal holes; many fine, few fine, medium vesicular and few fine dendritic tubular pores; very few very fine roots; neutral (field pH 7.0); clear and smooth boundary to Bt2.                                                                                         |
| Bt2 | 52-63/75 | Dark reddish brown (5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds and pores walls; few traces of fresh angular quartz, few medium soil animal holes, few small clay pockets few traces of weathered quartz; many fine, few fine, medium vesicular and few fine dendritic tubular pores, few medium soil animal holes; very few very fine roots; slightly acid (field pH 6.5); abrupt and wavy boundary to Crt |
| Crt | 75-80    | Reddish brown (5YR 4/4); clay; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds pores walls and weathered rock surfaces; many small to large angular gravel fragments of weathered quartz and quartzite; many very fine and few fine vesicular pores; very few very fine roots; neutral (field pH 7.0).                                                                                                                                   |

### **Pedon 2**

#### **I Information on the site**

|                                |                                                                                                                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Profile symbol                 | : Pedon 2                                                                                                                         |
| Soil name                      | : Kanchanaburi 2                                                                                                                  |
| Classification                 | : Typic Haplustalf                                                                                                                |
| Date of examination            | : 30 <sup>th</sup> January 2009                                                                                                   |
| Described by                   | : Somchai Anusontpornperm, Kannika phetmak, Wattanai aonsumran                                                                    |
| Location                       | : Grape experimental plot Kanchanaburi Research Station, Ban Nong Sam Pran, Tambon Wang Dong, Amphoe Muang, Changwat Kanchanaburi |
| Elevation                      | : Approximately 68.6 m (MSL)                                                                                                      |
| Map sheet number               | : 4746 III Co-ordinate:                                                                                                           |
| Landform                       |                                                                                                                                   |
| 1. Physiographic position      | : Erosional surface of dissected footslope                                                                                        |
| 2. Surrounding landform        | : Slightly undulating                                                                                                             |
| 3. Slope on which profile site | : 2% (aspect: 30° Azim.)                                                                                                          |
| Land use                       | : Grape                                                                                                                           |
| Annual rainfall                | : Approximately 1,026.5 mm                                                                                                        |
| Mean temperature               | : Approximately 27.7 °C                                                                                                           |
| Climate                        | : Tropical savanna                                                                                                                |

Others : -

## **II General information on the soil**

Parent material : Residuum derived from weathered limestone  
 Drainage : Well drained  
 Permeability : Rapid  
 Runoff : Moderate  
 Depth of ground water : Deeper than 60 cm at time of sampling

## **III Profile description**

| <b>Horizon</b> | <b>Depth (cm)</b> | <b>Description</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ap             | 0-20              | Dark brown (7.5YR 3/3); clay loam; strong medium subangular blocky structure; extremely hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; common traces of dead roots; few very fine angular gravel fragments of fresh quartz; few large subround gravel fragments of weathered limestone; many very fine and common fine vesicular pores; common very fine, many fine and medium roots; neutral (field pH 7.0); clear and smooth boundary to Bt1                                                                                        |
| Bt1            | 20-42             | Dark brown (7.5YR 3/4); clay loam; strong medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many faint clay coating on faces of peds and pores walls; few very fine angular gravel fragments of fresh quartz; few large subround gravel fragments of weathered limestone; many very fine and few fine vesicular pores, common very fine, few fine simple and dendritic pores; few very fine, common fine and medium roots; slightly acid (field pH 6.5); gradual and smooth boundary to Bt2 |
| Bt2            | 42-60             | Dark reddish brown (5YR 3/4); clay loam; strong medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many distinct clay coating on faces of peds and pores walls; few traces of dead roots; common fine to large subround gravel fragments of weathered limestone; many very fine and common fine vesicular pores; many very fine, fine and common medium roots; moderately acid (field pH 6.0).                                                                                               |



ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศบริเวณสถานีวิจัยกาญจนบุรี ต.วังด้ง อ.เมือง จ.กาญจนบุรี  
ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2551-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2552

| เดือน                | ปริมาณน้ำฝน<br>(มม.) | อุณหภูมิ<br>(°ซ) | ความชื้นสัมพัทธ์<br>(%) |
|----------------------|----------------------|------------------|-------------------------|
| มกราคม พ.ศ. 2551     | 7                    | 23.5             | 63.4                    |
| กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 | 107                  | 26.2             | 79.2                    |
| มีนาคม พ.ศ. 2551     | 22                   | 27.7             | 68.4                    |
| เมษายน พ.ศ. 2551     | 142                  | 28.9             | 78.2                    |
| พฤษภาคม พ.ศ. 2551    | 133                  | 27.7             | 86.9                    |
| มิถุนายน พ.ศ. 2551   | 125                  | 28.1             | 85.5                    |
| กรกฎาคม พ.ศ. 2551    | 77                   | 28.0             | 87.3                    |
| สิงหาคม พ.ศ. 2551    | 84                   | 26.5             | 84.3                    |
| กันยายน พ.ศ. 2551    | 220                  | 28.2             | 89.7                    |
| ตุลาคม พ.ศ. 2551     | 255                  | 27.4             | 88.6                    |
| พฤศจิกายน พ.ศ. 2551  | 50                   | 25.0             | 75.0                    |
| ธันวาคม พ.ศ. 2551    | 0                    | 22.3             | 69.1                    |
| มกราคม พ.ศ. 2552     | 0                    | 23.0             | 61.7                    |
| กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 | 0                    | 28.3             | 68.1                    |
| มีนาคม พ.ศ. 2552     | 53                   | 29.4             | 73.9                    |

## ตารางผนวกที่ 2 สมบัติทางกายภาพของดินที่ทำการศึกษา

| Depth<br>(cm)                                    | Particle size distribution (g kg <sup>-1</sup> ) |      |      | Textural<br>Class <sup>1/</sup> | Bulk<br>Density<br>(Mg m <sup>-3</sup> ) | Water content (%) |          | Ksat<br>cm hr <sup>-1</sup> |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------|------|---------------------------------|------------------------------------------|-------------------|----------|-----------------------------|
|                                                  | (USDA grading)                                   |      |      |                                 |                                          | at -33            | at -1500 |                             |
|                                                  | sand                                             | silt | clay |                                 |                                          | kPa               | kPa      |                             |
| บริเวณที่ 1 : แปลงจุ่นทำไวน์ (Typic Haplustalf)  |                                                  |      |      |                                 |                                          |                   |          |                             |
| 0-18                                             | 373                                              | 429  | 198  | L                               | 1.38                                     | 23.40             | 14.17    | 2.93                        |
| 18-36                                            | 327                                              | 357  | 316  | CL                              | 1.65                                     | 25.64             | 17.16    | 0.11                        |
| 36-52                                            | 274                                              | 430  | 295  | CL                              | 1.45                                     | 25.11             | 16.72    | 1.24                        |
| 52-63/75                                         | 247                                              | 403  | 350  | CL                              | 1.46                                     | 25.46             | 18.88    | 1.92                        |
| 75-80                                            | 291                                              | 443  | 266  | L                               | -                                        | -                 | -        | -                           |
| บริเวณที่ 2 : แปลงจุ่นทานผลสด (Typic Haplustalf) |                                                  |      |      |                                 |                                          |                   |          |                             |
| 0-20                                             | 361                                              | 336  | 304  | CL                              | 1.54                                     | -                 | -        | 0.11                        |
| 20-42                                            | 364                                              | 341  | 295  | CL                              | 1.47                                     | -                 | -        | 0.88                        |
| 42-60                                            | 344                                              | 335  | 321  | CL                              | 1.42                                     | -                 | -        | 2.13                        |

หมายเหตุ L/ Textural class

CL = clay loam

C = clay

ตารางผนวกที่ 3 สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา

| Depth<br><br>(cm)                                | pH 1:1           |     | OM<br>(-----g kg <sup>-1</sup> -----) | Total N | Avail.P<br>(-----mg kg <sup>-1</sup> -----) | Avail.K<br>(-----mg kg <sup>-1</sup> -----) | Extractable bases |      |      |      | Sum<br>bases | Extr.<br>acidity | CEC    |                     | BS<br>by sum |
|--------------------------------------------------|------------------|-----|---------------------------------------|---------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|------|------|------|--------------|------------------|--------|---------------------|--------------|
|                                                  | H <sub>2</sub> O | KCl |                                       |         |                                             |                                             | Ca                | Mg   | Na   | K    |              |                  | by sum | NH <sub>4</sub> OAc |              |
| (-----cmol (+) kg <sup>-1</sup> -----)           |                  |     |                                       |         |                                             |                                             |                   |      |      |      |              |                  |        |                     |              |
| บริเวณที่ 1 : แปลงจุ่นทำไวน์ (Typic Haplustalf)  |                  |     |                                       |         |                                             |                                             |                   |      |      |      |              |                  |        |                     |              |
| 0-18                                             | 7.8              | 7.0 | 20.30                                 | 0.98    | 0.26                                        | 156                                         | 26.96             | 0.15 | 0.53 | 0.40 | 28.05        | 2.25             | 30.30  | 12.75               | 92.58        |
| 18-36                                            | 7.5              | 6.4 | 16.95                                 | 0.84    | 0.18                                        | 58                                          | 13.89             | 0.14 | 0.83 | 0.15 | 15.01        | 3.75             | 18.76  | 12.25               | 80.02        |
| 36-52                                            | 5.8              | 4.7 | 11.87                                 | 0.84    | 0.04                                        | 54                                          | 12.22             | 0.11 | 0.59 | 0.14 | 13.06        | 6.75             | 19.81  | 12.75               | 65.93        |
| 52-63/75                                         | 6.5              | 5.4 | 11.55                                 | 0.84    | 0.06                                        | 64                                          | 13.06             | 0.12 | 0.49 | 0.17 | 13.83        | 3.75             | 17.58  | 14.37               | 78.67        |
| 75-80                                            | 7.6              | 6.9 | 11.87                                 | 0.70    | 0.16                                        | 64                                          | 19.24             | 0.11 | 0.30 | 0.16 | 19.82        | 2.25             | 22.07  | 14.00               | 89.81        |
| บริเวณที่ 2 : แปลงจุ่นทานผลสด (Typic Haplustalf) |                  |     |                                       |         |                                             |                                             |                   |      |      |      |              |                  |        |                     |              |
| 0-20                                             | 6.8              | 6.0 | 24.41                                 | 1.43    | 0.12                                        | 93                                          | 11.16             | 2.20 | 0.11 | 0.24 | 13.71        | 3.00             | 16.71  | 14.12               | 82.05        |
| 20-42                                            | 5.4              | 4.6 | 16.65                                 | 1.30    | 0.07                                        | 60                                          | 8.59              | 1.55 | 0.44 | 0.15 | 10.74        | 6.74             | 17.48  | 13.00               | 61.42        |
| 42-60                                            | 5.5              | 4.7 | 12.90                                 | 1.09    | 0.04                                        | 57                                          | 10.18             | 1.04 | 0.34 | 0.15 | 11.70        | 4.50             | 16.20  | 12.87               | 72.24        |

ตารางผนวกที่ 4 ข้อมูลการเก็บข้อมูลความชื้นในแปลงอุ่น (%โดยปริมาตร) ตั้งแต่วันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2551-14 มีนาคม พ.ศ. 2552

| ความลึก<br>(ซม.)                                    | สัปดาห์ที่<br>1  | สัปดาห์ที่<br>2  | สัปดาห์ที่<br>3  | สัปดาห์ที่<br>4  | สัปดาห์ที่<br>5  | สัปดาห์ที่<br>6  | สัปดาห์ที่<br>7  | สัปดาห์ที่<br>8  | สัปดาห์ที่<br>9  | สัปดาห์ที่<br>10 | สัปดาห์ที่<br>11 | สัปดาห์ที่<br>12 | สัปดาห์ที่<br>13 |
|-----------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>บริเวณที่ 1 :แปลงปลูกอุ่นทำไวน์พันธุ์ Shiraz</b> |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| 10                                                  | 11.9             | 9.8              | 11.9             | 13.8             | 15.1             | 14.8             | 17.5             | 15.9             | 13.4             | 10.3             | 9.0              | 8.1              | 7.7              |
| 30                                                  | 31.9             | 30.4             | 26.4             | 31.4             | 30.7             | 30.1             | 30.3             | 35.4             | 32.7             | 26.9             | 24.4             | 23.5             | 22.9             |
| 70                                                  | 30.8             | 27.2             | 27.8             | 26.2             | 28.7             | 27.7             | 29.8             | 35.0             | 31.7             | 28.3             | 27.0             | 25.9             | 26.1             |
| ความลึก<br>(ซม.)                                    | สัปดาห์ที่<br>14 | สัปดาห์ที่<br>15 | สัปดาห์ที่<br>16 | สัปดาห์ที่<br>17 | สัปดาห์ที่<br>18 | สัปดาห์ที่<br>19 | สัปดาห์ที่<br>20 | สัปดาห์ที่<br>21 | สัปดาห์ที่<br>22 | สัปดาห์ที่<br>23 | สัปดาห์ที่<br>24 | สัปดาห์ที่<br>25 | สัปดาห์ที่<br>26 |
| 10 <sup>2</sup>                                     | 7.5              | 7.1              | 6.5              | 6.3              | 5.5              | 5.6              | 5.8              | 5.8              | -                | -                | -                | -                | -                |
| 30                                                  | 22.6             | 22.8             | 22.7             | 22.7             | 22.2             | 22.0             | 22.2             | 22.0             | 21.7             | 21.6             | 21.5             | 21.8             | 21.5             |
| 70                                                  | 26.8             | 26.9             | 28.1             | 27.2             | 26.7             | 27.0             | 26.1             | 26.5             | 26.4             | 26.2             | 25.1             | 21.7             | 20.1             |

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| ความลึก<br>(ซม.)                                              | สัปดาห์ที่<br>1  | สัปดาห์ที่<br>2  | สัปดาห์ที่<br>3  | สัปดาห์ที่<br>4  | สัปดาห์ที่<br>5  | สัปดาห์ที่<br>6  | สัปดาห์ที่<br>7  | สัปดาห์ที่<br>8  | สัปดาห์ที่<br>9  | สัปดาห์ที่<br>10 | สัปดาห์ที่<br>11 | สัปดาห์ที่<br>12 | สัปดาห์ที่<br>13 |
|---------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>บริเวณที่ 2 :แปลงปลูกองุ่นทำไวน์พันธุ์ Chenin Blanc 16</b> |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| 10                                                            | 19.5             | 13.4             | 11.4             | 15.9             | 17.0             | 16.4             | 20.7             | 19.1             | 17.1             | 12.2             | 10.5             | 9.6              | 9.2              |
| 20                                                            | 30.4             | 27.6             | 24.4             | 29.7             | 30.9             | 29.5             | 33.2             | 32.8             | 31.5             | 26.7             | 22.9             | 20.7             | 20.3             |
| 30                                                            | 30.1             | 27.9             | 23.9             | 27.9             | 28.5             | 27.3             | 30.4             | 35.7             | 32.1             | 26.1             | 23.1             | 21.4             | 21.2             |
| 40                                                            | 32.4             | 30.4             | 27.4             | 28.2             | 30.2             | 30.4             | 31.8             | 31.9             | 31.2             | 29.5             | 26.9             | 26.0             | 26.2             |
| 60                                                            | 33.2             | 33.0             | 30.5             | 30.5             | 31.8             | 29.8             | 32.3             | 39.0             | 35.8             | 31.8             | 30.0             | 28.9             | 29.1             |
| 100                                                           | 32.1             | 31.4             | 29.7             | 28.7             | 29.1             | 28.9             | 30.2             | 35.9             | 33.9             | 30.5             | 28.7             | 28.3             | 28.7             |
| ความลึก<br>(ซม.)                                              | สัปดาห์ที่<br>14 | สัปดาห์ที่<br>15 | สัปดาห์ที่<br>16 | สัปดาห์ที่<br>17 | สัปดาห์ที่<br>18 | สัปดาห์ที่<br>19 | สัปดาห์ที่<br>20 | สัปดาห์ที่<br>21 | สัปดาห์ที่<br>22 | สัปดาห์ที่<br>23 | สัปดาห์ที่<br>24 | สัปดาห์ที่<br>25 | สัปดาห์ที่<br>26 |
| 10                                                            | 8.8              | 8.1              | 7.8              | 7.5              | 7.2              | 7.1              | 6.9              | 7.0              | 6.9              | 6.6              | 6.6              | 6.3              | 5.9              |
| 20                                                            | 20.2             | 19.6             | 19.5             | 19.0             | 19.0             | 19.1             | 19.0             | 19.2             | 18.9             | 19.1             | 19.2             | 18.6             | 18.0             |
| 30 <sup>±</sup>                                               | 20.8             | 20.8             | 21.3             | 21.0             | 20.9             | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                |
| 40 <sup>±</sup>                                               | 24.8             | 25.8             | 26.7             | 26.2             | 26.1             | 25.3             | 26.0             | 22.8             | -                | -                | -                | -                | -                |
| 60                                                            | 29.8             | 29.3             | 30.7             | 30.1             | 30.9             | 29.6             | 30.6             | 31.4             | 30.2             | 30.3             | 29.0             | 28.6             | 26.8             |
| 100                                                           | 28.0             | 28.4             | 28.6             | 28.7             | 28.8             | 28.7             | 29.4             | 29.0             | 28.4             | 29.1             | 27.4             | 27.0             | 26.2             |

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| ความลึก<br>(ซม.)                                                                 | สัปดาห์ที่<br>1  | สัปดาห์ที่<br>2  | สัปดาห์ที่<br>3  | สัปดาห์ที่<br>4  | สัปดาห์ที่<br>5  | สัปดาห์ที่<br>6  | สัปดาห์ที่<br>7  | สัปดาห์ที่<br>8  | สัปดาห์ที่<br>9  | สัปดาห์ที่<br>10 | สัปดาห์ที่<br>11 | สัปดาห์ที่<br>12 | สัปดาห์ที่<br>13 |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>บริเวณที่ 3 :แปลงปลูกก่อนรับประทานสดพันธุ์ Marroo seedless (มีหลังคาคลุม)</b> |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| 10                                                                               | 11.3             | 11.9             | 11.1             | 10.0             | 10.5             | 9.9              | 10.3             | 14.6             | 17.7             | 17.6             | 19.4             | 18.7             | 20.3             |
| 20                                                                               | 23.5             | 22.3             | 21.3             | 20.9             | 20.7             | 20.3             | 20.1             | 20.4             | 26.2             | 29.1             | 29.7             | 28.3             | 27.8             |
| 40                                                                               | 27.1             | 25.1             | 24.4             | 23.7             | 23.2             | 23.8             | 23.7             | 28.8             | 30.2             | 30.4             | 30.1             | 28.8             | 27.1             |
| 80                                                                               | 31.7             | 31.9             | 31.2             | 30.9             | 31.0             | 30.5             | 31.1             | 37.0             | 35.8             | 34.1             | 34.5             | 33.8             | 32.4             |
| ความลึก<br>(ซม.)                                                                 | สัปดาห์ที่<br>14 | สัปดาห์ที่<br>15 | สัปดาห์ที่<br>16 | สัปดาห์ที่<br>17 | สัปดาห์ที่<br>18 | สัปดาห์ที่<br>19 | สัปดาห์ที่<br>20 | สัปดาห์ที่<br>21 | สัปดาห์ที่<br>22 | สัปดาห์ที่<br>23 | สัปดาห์ที่<br>24 | สัปดาห์ที่<br>25 | สัปดาห์ที่<br>26 |
| 10 <sup>L</sup>                                                                  | 20.3             | 23.5             | 21.3             | 23.4             | 20.7             | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                |
| 20 <sup>L</sup>                                                                  | 29.1             | 30.4             | 30.7             | 29.7             | 30.1             | 27.5             | 26.1             | -                | -                | -                | -                | -                | -                |
| 40                                                                               | 29.4             | 30.8             | 31.6             | 30.2             | 31.2             | 29.3             | 28.2             | 26.5             | 24.0             | 22.4             | 21.2             | 20.2             | 20.1             |
| 80                                                                               | 32.1             | 33.8             | 33.7             | 33.5             | 33.5             | 32.6             | 30.5             | 29.6             | 27.8             | 25.4             | 24.3             | 23.6             | 22.9             |

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| ความลึก<br>(ซม.)                                                                    | สัปดาห์ที่<br>1  | สัปดาห์ที่<br>2  | สัปดาห์ที่<br>3  | สัปดาห์ที่<br>4  | สัปดาห์ที่<br>5  | สัปดาห์ที่<br>6  | สัปดาห์ที่<br>7  | สัปดาห์ที่<br>8  | สัปดาห์ที่<br>9  | สัปดาห์ที่<br>10 | สัปดาห์ที่<br>11 | สัปดาห์ที่<br>12 | สัปดาห์ที่<br>13 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>บริเวณที่ 4 :แปลงปลูกก่อนรับประทานสดพันธุ์ Marroo seedless (ไม่มีหลังคาคลุม)</b> |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| 10                                                                                  | 25.4             | 22.2             | 22.0             | 24.0             | 24.1             | 23.7             | 24.4             | 24.6             | 23.6             | 22.4             | 20.8             | 19.2             | 18.6             |
| 20                                                                                  | 23.0             | 22.8             | 23.1             | 23.5             | 24.4             | 24.2             | 25.1             | 29.8             | 26.2             | 23.6             | 22.1             | 20.7             | 20.3             |
| 30                                                                                  | 27.4             | 25.7             | 25.0             | 26.6             | 26.0             | 25.8             | 26.4             | 26.1             | 26.3             | 24.9             | 23.7             | 22.4             | 21.7             |
| 50                                                                                  | 37.0             | 36.9             | 36.5             | 36.6             | 36.9             | 36.8             | 37.3             | 42.6             | 40.2             | 36.3             | 35.8             | 34.5             | 33.9             |
| 90                                                                                  | 36.0             | 35.9             | 35.6             | 36.1             | 36.4             | 35.5             | 36.1             | 41.9             | 38.1             | 35.1             | 34.3             | 33.1             | 31.8             |
| ความลึก<br>(ซม.)                                                                    | สัปดาห์ที่<br>14 | สัปดาห์ที่<br>15 | สัปดาห์ที่<br>16 | สัปดาห์ที่<br>17 | สัปดาห์ที่<br>18 | สัปดาห์ที่<br>19 | สัปดาห์ที่<br>20 | สัปดาห์ที่<br>21 | สัปดาห์ที่<br>22 | สัปดาห์ที่<br>23 | สัปดาห์ที่<br>24 | สัปดาห์ที่<br>25 | สัปดาห์ที่<br>26 |
| 10                                                                                  | 19.4             | 22.5             | 22.5             | 22.1             | 21.3             | 20.8             | 20.6             | 20.9             | 19.5             | 19.3             | 17.8             | 17.0             | 16.2             |
| 20 <sup>3</sup>                                                                     | 21.5             | 22.9             | 23.4             | 23.0             | 22.4             | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                |
| 30 <sup>2</sup>                                                                     | 24.7             | 25.1             | 25.4             | 25.8             | 25.2             | 24.1             | 23.9             | 20.5             | -                | -                | -                | -                | -                |
| 50                                                                                  | 35.2             | 35.7             | 36.0             | 35.9             | 35.6             | 35.4             | 35.2             | 35.2             | 34.6             | 33.7             | 31.7             | 30.0             | 28.1             |
| 90                                                                                  | 34.4             | 34.5             | 34.7             | 35.0             | 34.8             | 34.1             | 34.5             | 34.2             | 33.7             | 32.5             | 30.5             | 29.0             | 26.5             |

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| ความลึก<br>(ซม.)                                                          | สัปดาห์ที่<br>1  | สัปดาห์ที่<br>2  | สัปดาห์ที่<br>3  | สัปดาห์ที่<br>4  | สัปดาห์ที่<br>5  | สัปดาห์ที่<br>6  | สัปดาห์ที่<br>7  | สัปดาห์ที่<br>8  | สัปดาห์ที่<br>9  | สัปดาห์ที่<br>10 | สัปดาห์ที่<br>11 | สัปดาห์ที่<br>12 | สัปดาห์ที่<br>13 |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>บริเวณที่ 5 :แปลงปลูกก่อนรับประทานสดพันธุ์ Perlette (มีหลังคาคลุม)</b> |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| 10                                                                        | 14.4             | 10.5             | 10.4             | 14.9             | 11.1             | 10.1             | 12.8             | 13.3             | 9.3              | 7.2              | 5.9              | 4.8              | 4.9              |
| 20                                                                        | 18.9             | 18.1             | 18.0             | 19.7             | 19.2             | 18.1             | 19.9             | 20.2             | 16.9             | 15.3             | 14.6             | 13.6             | 14.8             |
| 30                                                                        | 26.0             | 24.1             | 23.4             | 25.2             | 24.4             | 23.7             | 24.7             | 29.2             | 26.0             | 21.9             | 20.8             | 20.1             | 20.8             |
| 40                                                                        | 35.0             | 32.3             | 32.1             | 33.7             | 33.7             | 32.3             | 34.1             | 34.0             | 33.0             | 31.6             | 30.0             | 28.7             | 29.4             |
| 60                                                                        | 32.0             | 27.4             | 27.7             | 31.2             | 30.4             | 30.5             | 31.6             | 36.9             | 33.9             | 30.1             | 28.2             | 27.3             | 27.8             |
| 100                                                                       | 42.2             | 40.0             | 39.5             | 40.9             | 40.5             | 40.1             | 41.5             | 46.0             | 44.5             | 39.7             | 38.6             | 38.1             | 38.0             |
| ความลึก<br>(ซม.)                                                          | สัปดาห์ที่<br>14 | สัปดาห์ที่<br>15 | สัปดาห์ที่<br>16 | สัปดาห์ที่<br>17 | สัปดาห์ที่<br>18 | สัปดาห์ที่<br>19 | สัปดาห์ที่<br>20 | สัปดาห์ที่<br>21 | สัปดาห์ที่<br>22 | สัปดาห์ที่<br>23 | สัปดาห์ที่<br>24 | สัปดาห์ที่<br>25 | สัปดาห์ที่<br>26 |
| 10                                                                        | 7.6              | 5.6              | 4.6              | 3.7              | 8.4              | 11.9             | 14.9             | 11.2             | 10.9             | 7.8              | 4.5              | 5.8              | 9.2              |
| 20                                                                        | 19.4             | 16.1             | 14.7             | 13.4             | 21.4             | 20.3             | 22.2             | 22.3             | 20.3             | 18.9             | 15.2             | 16.8             | 19.6             |
| 30 <sup>๕</sup>                                                           | 23.4             | 21.1             | 20.4             | 20.0             | 24.7             | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                |
| 40 <sup>๕</sup>                                                           | 32.0             | 29.2             | 28.9             | 28.6             | 31.2             | 32.1             | 32.9             | 30.5             | -                | -                | -                | -                | -                |
| 60                                                                        | 29.3             | 27.2             | 26.7             | 25.6             | 27.3             | 29.3             | 29.2             | 29.8             | 29.4             | 28.1             | 25.8             | 25.4             | 26.1             |
| 100                                                                       | 38.8             | 38.4             | 38.1             | 37.8             | 38.6             | 40.9             | 38.1             | 40.0             | 39.6             | 38.5             | 37.8             | 38.4             | 37.8             |



ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| ความลึก<br>(ซม.)                                                              | สัปดาห์ที่<br>1  | สัปดาห์ที่<br>2  | สัปดาห์ที่<br>3  | สัปดาห์ที่<br>4  | สัปดาห์ที่<br>5  | สัปดาห์ที่<br>6  | สัปดาห์ที่<br>7  | สัปดาห์ที่<br>8  | สัปดาห์ที่<br>9  | สัปดาห์ที่<br>10 | สัปดาห์ที่<br>11 | สัปดาห์ที่<br>12 | สัปดาห์ที่<br>13 |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>บริเวณที่ 6 :แปลงปลูกก่อนรับประทานสดพันธุ์ Perlette (ไม่มีหาลังคาคลุม)</b> |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| 10                                                                            | 14.7             | 11.7             | 11.3             | 12.5             | 11.6             | 14.4             | 17.0             | 17.1             | 17.1             | 14.8             | 14.3             | 13.8             | 13.4             |
| 20                                                                            | 23.6             | 21.0             | 19.3             | 20.5             | 19.6             | 22.1             | 23.9             | 24.9             | 24.2             | 22.1             | 21.2             | 19.8             | 19.2             |
| 30                                                                            | 32.3             | 31.5             | 30.3             | 31.1             | 30.1             | 31.2             | 33.2             | 39.3             | 36.5             | 32.3             | 31.1             | 30.4             | 30.5             |
| 40                                                                            | 34.6             | 33.8             | 32.6             | 33.8             | 31.9             | 33.4             | 35.0             | 35.3             | 34.7             | 33.7             | 33.1             | 32.5             | 32.2             |
| 60                                                                            | 26.3             | 28.5             | 29.0             | 26.6             | 29.0             | 30.6             | 31.6             | 37.3             | 34.0             | 30.6             | 30.2             | 30.1             | 29.7             |
| 100                                                                           | 42.6             | 41.1             | 40.4             | 42.0             | 40.2             | 40.1             | 41.0             | 46.2             | 43.2             | 39.4             | 39.7             | 39.4             | 39.1             |
| ความลึก<br>(ซม.)                                                              | สัปดาห์ที่<br>14 | สัปดาห์ที่<br>15 | สัปดาห์ที่<br>16 | สัปดาห์ที่<br>17 | สัปดาห์ที่<br>18 | สัปดาห์ที่<br>19 | สัปดาห์ที่<br>20 | สัปดาห์ที่<br>21 | สัปดาห์ที่<br>22 | สัปดาห์ที่<br>23 | สัปดาห์ที่<br>24 | สัปดาห์ที่<br>25 | สัปดาห์ที่<br>26 |
| 10                                                                            | 12.6             | 13.1             | 14.5             | 13.7             | 12.6             | 11.8             | 12.2             | 10.9             | 10.6             | 10.4             | 9.9              | 9.3              | 8.7              |
| 20                                                                            | 18.4             | 18.9             | 20.4             | 19.6             | 18.9             | 18.9             | 19.7             | 18.5             | 17.9             | 17.8             | 17.7             | 17.2             | 16.8             |
| 30 <sup>๕</sup>                                                               | 29.2             | 29.8             | 30.8             | 30.1             | 30.2             | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                |
| 40 <sup>๕</sup>                                                               | 31.8             | 32.0             | 33.1             | 33.1             | 32.8             | 32.5             | 33.3             | 28.2             | -                | -                | -                | -                | -                |
| 60                                                                            | 28.9             | 30.0             | 31.0             | 31.2             | 30.5             | 29.6             | 31.3             | 30.0             | 29.4             | 27.9             | 24.8             | 23.0             | 21.9             |
| 100                                                                           | 38.7             | 39.0             | 39.2             | 39.3             | 39.9             | 39.1             | 39.7             | 39.4             | 39.6             | 39.3             | 38.3             | 36.7             | 34.9             |

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| ความลึก<br>(ซม.)                                 | สัปดาห์ที่<br>1  | สัปดาห์ที่<br>2  | สัปดาห์ที่<br>3  | สัปดาห์ที่<br>4  | สัปดาห์ที่<br>5  | สัปดาห์ที่<br>6  | สัปดาห์ที่<br>7  | สัปดาห์ที่<br>8  | สัปดาห์ที่<br>9  | สัปดาห์ที่<br>10 | สัปดาห์ที่<br>11 | สัปดาห์ที่<br>12 | สัปดาห์ที่<br>13 |
|--------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>บริเวณที่ 7 :พื้นที่ว่างเปล่าข้างแปลงอู้น</b> |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| 10                                               | 19.9             | 19.1             | 18.5             | 20.3             | 21.8             | 20.9             | 23.6             | 27.6             | 20.8             | 13.9             | 12.8             | 12.2             | 11.3             |
| 20                                               | 23.1             | 22.5             | 21.5             | 23.7             | 24.1             | 22.9             | 25.8             | 25.8             | 23.4             | 21.3             | 19.7             | 18.4             | 17.5             |
| 40                                               | 21.8             | 19.6             | 19.5             | 20.6             | 20.4             | 19.7             | 20.4             | 25.3             | 23.8             | 20.8             | 20.2             | 18.8             | 17.4             |
| 80                                               | 29.7             | 29.6             | 29.6             | 29.6             | 29.6             | 29.1             | 30.5             | 36.2             | 33.1             | 29.7             | 29.3             | 28.7             | 28.4             |
| ความลึก<br>(ซม.)                                 | สัปดาห์ที่<br>14 | สัปดาห์ที่<br>15 | สัปดาห์ที่<br>16 | สัปดาห์ที่<br>17 | สัปดาห์ที่<br>18 | สัปดาห์ที่<br>19 | สัปดาห์ที่<br>20 | สัปดาห์ที่<br>21 | สัปดาห์ที่<br>22 | สัปดาห์ที่<br>23 | สัปดาห์ที่<br>24 | สัปดาห์ที่<br>25 | สัปดาห์ที่<br>26 |
| 10 <sup>1</sup>                                  | 10.5             | 10.1             | 9.8              | 9.5              | 9.1              | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                | -                |
| 20 <sup>5</sup>                                  | 16.9             | 16.9             | 16.9             | 16.7             | 16.6             | 16.1             | 16.2             | 13.8             | -                | -                | -                | -                | -                |
| 40                                               | 16.7             | 16.5             | 16.8             | 16.5             | 16.3             | 16.0             | 16.0             | 16.0             | 15.7             | 15.8             | 15.5             | 15.3             | 15.2             |
| 80                                               | 27.8             | 27.7             | 27.6             | 27.6             | 27.7             | 27.0             | 27.0             | 27.1             | 27.0             | 26.8             | 26.6             | 26.6             | 26.6             |

หมายเหตุ 1 ที่ความลึก 10 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 19-26 อุปกรณ์เกิดการชำรุด  
 3 ที่ความลึก 20 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 19-26 อุปกรณ์เกิดการชำรุด  
 5 ที่ความลึก 20 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 22-26 อุปกรณ์เกิดการชำรุด  
 7 ที่ความลึก 30 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 22-26 อุปกรณ์เกิดการชำรุด

2 ที่ความลึก 10 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 22-26 อุปกรณ์เกิดการชำรุด  
 4 ที่ความลึก 20 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 21-26 อุปกรณ์เกิดการชำรุด  
 6 ที่ความลึก 30 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 19-26 อุปกรณ์เกิดการชำรุด  
 8 ที่ความลึก 40 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 22-26 อุปกรณ์เกิดการชำรุด

ตารางผนวกที่ 5 การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน (เอิบ, 2542ข; Soil Survey Division Staff, 1993)

| คำเรียกทั่วไป               | ลักษณะเนื้อดิน                                    | ชั้นเนื้อดินต่าง ๆ<br>(Texture class)                                                                                                                                 |
|-----------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ดินทราย<br>(sandy soil)     | เนื้อดินหยาบ<br>(coarse texture)                  | ได้แก่ ทรายชนิดต่าง ๆ (ทรายหยาบ ทรายละเอียด ทรายละเอียดมาก) ทรายปนดินร่วนชนิดต่าง ๆ (ทรายหยาบปนดินร่วน ทรายปนดินร่วน ทรายละเอียดปนดินร่วน และทรายละเอียดมากปนดินร่วน) |
| ดินร่วน<br>(loamy soils)    | เนื้อหยาบปานกลาง<br>(moderately coarse-textured)  | ได้แก่ ดินร่วนปนทรายหยาบ ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนทรายละเอียด                                                                                                           |
|                             | เนื้อปานกลาง<br>(medium-textured)                 | ได้แก่ ดินร่วนปนทรายละเอียดมาก ดินร่วน ดินร่วนปนทรายแป้ง และทรายแป้ง                                                                                                  |
|                             | เนื้อละเอียดปานกลาง<br>(moderately fine-textured) | ได้แก่ ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง                                                                                                      |
| ดินเหนียว<br>(clayey soils) | เนื้อละเอียด<br>(fine textured)                   | ได้แก่ ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง และดินเหนียว                                                                                                               |

### ตารางผนวกที่ 6 เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน

| ระดับ (rating) | ความหนาแน่นรวม ( $\text{Mg m}^{-3}$ ) |
|----------------|---------------------------------------|
| ต่ำ            | < 1.2                                 |
| ค่อนข้างต่ำ    | 1.2-1.4                               |
| ปานกลาง        | 1.4-1.6                               |
| ค่อนข้างสูง    | 1.6-1.8                               |
| สูง            | 1.8-2.0                               |
| สูงมาก         | > 2.0                                 |

ที่มา: นงคราญ (2529)

### ตารางผนวกที่ 7 เกณฑ์การแบ่งสภาพการนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ

| ระดับ (rating)                 | สภาพการนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ( $\text{cm hr}^{-1}$ ) |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| ช้ามาก (very slow)             | < 0.125                                                     |
| ช้า (slow)                     | 0.125-0.50                                                  |
| ช้าปานกลาง (moderately slow)   | 0.50-2.00                                                   |
| ปานกลาง (moderate)             | 2.00-5.25                                                   |
| เร็วปานกลาง (moderately rapid) | 5.25-12.50                                                  |
| เร็ว (rapid)                   | 12.50-25.00                                                 |
| เร็วมาก (very rapid)           | > 25.00                                                     |

ที่มา: O'Neal (1952)

### ตารางผนวกที่ 8 เกณฑ์การแบ่งระดับความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้

| ระดับ (rating) | พิสัย (%) |
|----------------|-----------|
| ต่ำ (L)        | < 12      |
| ปานกลาง (M)    | 12-18     |
| สูง (H)        | > 18      |

ที่มา: Landon (1991)

### ตารางผนวกที่ 9 ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Land Classification Division และ FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

#### 1. ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen)

| ระดับ (rating) | พิสัย ( $\text{g kg}^{-1}$ ) |
|----------------|------------------------------|
| ต่ำมาก (VL)    | < 1.0                        |
| ต่ำ (L)        | 1.0-2.0                      |
| ปานกลาง (M)    | 2.0-5.0                      |
| สูง (H)        | 5.0-7.5                      |
| สูงมาก (VH)    | > 7.5                        |

ที่มา: กองวางแผนการใช้ที่ดิน (2535)

## 2. ปฏิกิริยาของดิน (soil reaction), pH (ดิน:น้ำ = 1:1)

| ระดับ (rating)                          | พิสัย (range) |
|-----------------------------------------|---------------|
| เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)     | < 3.5         |
| เป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid)       | 3.5-4.4       |
| เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid)      | 4.5.-5.0      |
| เป็นกรดจัด (strongly acid)              | 5.1-5.5       |
| เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)        | 5.6-6.0       |
| เป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid)         | 6.1-6.5       |
| เป็นกลาง (neutral)                      | 6.6-7.3       |
| เป็นด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)    | 7.3-7.8       |
| เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline)   | 7.9-8.4       |
| เป็นด่างจัด (strongly alkaline)         | 8.5-9.0       |
| เป็นด่างจัดมาก (very strongly alkaline) | >9.0          |

## 3. อินทรียวัตถุ (organic matter) (% organic carbon x 1.72)

| ระดับ (rating)   | พิสัย (g kg <sup>-1</sup> ) |
|------------------|-----------------------------|
| ต่ำมาก (VL)      | < 5                         |
| ต่ำ (L)          | 5-10                        |
| ค่อนข้างต่ำ (ML) | 10-15                       |
| ปานกลาง (M)      | 15-25                       |
| ค่อนข้างสูง (MH) | 25-35                       |
| สูง (H)          | 35-45                       |
| สูงมาก (VH)      | > 45                        |

## 4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) (Bray II)

| ระดับ (rating)   | พิสัย (mg kg <sup>-1</sup> ) |
|------------------|------------------------------|
| ต่ำมาก (VL)      | < 3                          |
| ต่ำ (L)          | 3-6                          |
| ค่อนข้างต่ำ (ML) | 6-10                         |
| ปานกลาง (M)      | 10-15                        |
| ค่อนข้างสูง (MH) | 15-25                        |
| สูง (H)          | 25-45                        |
| สูงมาก (VH)      | >45                          |

5. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) (NH<sub>4</sub>OAc)

| ระดับ (rating) | พิสัย (mg kg <sup>-1</sup> ) |
|----------------|------------------------------|
| ต่ำมาก (VL)    | < 30                         |
| ต่ำ (L)        | 30-60                        |
| ปานกลาง (M)    | 60-90                        |
| สูง (H)        | 90-120                       |
| สูงมาก (VH)    | >120                         |

6. ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (extractable bases) (NH<sub>4</sub>OAc)

| ระดับ (rating) | พิสัย (cmol (+) kg <sup>-1</sup> ) |          |         |          |             |
|----------------|------------------------------------|----------|---------|----------|-------------|
|                | extr. Ca                           | extr. Mg | extr. K | extr. Na | extr. bases |
| ต่ำมาก (VL)    | < 2.0                              | < 0.3    | < 0.2   | < 0.1    | < 2.6       |
| ต่ำ (L)        | 2-5                                | 0.3-1.0  | 0.2-0.3 | 0.1-0.3  | 2.6-6.6     |
| ปานกลาง (M)    | 5-10                               | 1.0-3.0  | 0.3-0.6 | 0.3-0.7  | 6.6-14.3    |
| สูง (H)        | 10-20                              | 3.0-8.0  | 0.6-1.2 | 0.7-2.0  | 14.3-31.2   |
| สูงมาก (VH)    | >20                                | > 8.0    | > 1.2   | > 2.0    | > 31.2      |

## 7. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

| ระดับ (rating)   | พิสัย (cmol (+) kg <sup>-1</sup> ) |
|------------------|------------------------------------|
| ต่ำมาก (VL)      | < 3                                |
| ต่ำ (L)          | 3-5                                |
| ค่อนข้างต่ำ (ML) | 5-10                               |
| ปานกลาง (M)      | 10-15                              |
| ค่อนข้างสูง (MH) | 15-20                              |
| สูง (H)          | 20-30                              |
| สูงมาก (VH)      | > 30                               |

## 8. อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (base saturation)

| ระดับ (rating) | พิสัย (%) |
|----------------|-----------|
| ต่ำ (L)        | < 35      |
| ปานกลาง (M)    | 35-75     |
| สูง (H)        | > 75      |

หมายเหตุ VL = ต่ำมาก (Very Low)

L = ต่ำ (Low)

ML = ค่อนข้างต่ำ (Moderately Low)

M = ปานกลาง (Medium)

MH = ค่อนข้างสูง (Moderately High)

H = สูง (High)

VH = สูงมาก (Very High)

## 9. เกณฑ์การแบ่งระดับความเป็นกรดที่สกัดได้

| ระดับ (rating) | สภาพกรดที่สกัดได้ (cmol (+) kg <sup>-1</sup> ) |
|----------------|------------------------------------------------|
| ต่ำมาก         | < 1.0                                          |
| ต่ำ            | 1.0-2.0                                        |
| ปานกลาง        | 2.0-5.0                                        |
| ค่อนข้างสูง    | 5.0-10.0                                       |
| สูง            | 10.0-20.0                                      |
| สูงมาก         | > 20                                           |

ที่มา: นงคราญ (2529)



ตารางผนวกที่ 10 แสดงการเปลี่ยนแปลง non SI unit เป็น SI unit

| Quantity                 | SI unit                      | Conversion equation                                                                   |
|--------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Electrical conductivity  | $\text{dS m}^{-1}$           | $1 \text{ mS/cm} = \text{dS m}^{-1}$<br>$1 \mu\text{S/cm} = 0.001 \text{ dS m}^{-1}$  |
| Cation exchange capacity | $\text{cmol (+) kg}^{-1}$    | $1 \text{ meq/100g} = \text{cmol (+) kg}^{-1}$                                        |
| Anion exchange capacity  | $\text{cmol (-) kg}^{-1}$    | $1 \text{ meq/100g} = \text{cmol (-) kg}^{-1}$                                        |
| Exchange cation          | $\text{cmol (+) kg}^{-1}$    | $1 \text{ meq/100g} = \text{cmol (+) kg}^{-1}$                                        |
| Mass ratio               | $\text{g kg}^{-1}$           | $1\% = 10 \text{ g kg}^{-1}$                                                          |
|                          | $\text{mg kg}^{-1}$          | $1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg kg}^{-1}$<br>$1 \text{ mg/100g} = 10 \text{ mg kg}^{-1}$ |
|                          | $\mu\text{g kg}^{-1}$        | $1 \text{ ppb} = 1 \mu\text{g kg}^{-1}$                                               |
|                          | $\text{ng kg}^{-1}$          | $1 \text{ ppt} = 1 \text{ ng kg}^{-1}$                                                |
| Mass concentration       | $\text{g L}^{-1}$            | $1\% = 10 \text{ g L}^{-1}$                                                           |
|                          | $\text{mg L}^{-1}$           | $1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg L}^{-1}$                                                 |
|                          | $\mu\text{g L}^{-1}$         | $1 \text{ ppb} = 1 \mu\text{g L}^{-1}$                                                |
| Density                  | $\text{Mg m}^{-3}$           | $1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ Mg m}^{-3}$                                              |
| Specific surface         | $\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}$ | $1 \text{ m}^2/\text{g} = 1000 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$                           |
| Pressure                 | kPa, Mpa                     | $1 \text{ bar} = 0.1 \text{ Mpa}$                                                     |
| Radioactivity            | Bq                           | $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10}$                                                   |
| Rate, Yield              | $\text{kg ha}^{-1}$          | $1 \text{ kg/10a} = 10 \text{ kg ha}^{-1}$                                            |
|                          | $\text{Mg ha}^{-1}$          | $1 \text{ t/10a} = 10 \text{ Mg ha}^{-1}$                                             |

## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

|                                |                                                                                                  |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ –นามสกุล                  | นางสาวกรรณิการ์ เพ็ชรมาก                                                                         |
| วัน เดือน ปี ที่เกิด           | วันที่ 30 พฤษภาคม 2528                                                                           |
| สถานที่เกิด                    | สุโขทัย                                                                                          |
| ประวัติการศึกษา                | จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร<br>คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน   | -                                                                                                |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน           | -                                                                                                |
| ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ | -                                                                                                |
| ทุนการศึกษาที่ได้รับ           | -                                                                                                |