



Food and Agriculture  
Organization of the  
United Nations



# วิธีการทดสอบดิน Soil testing methods

โครงการหมอดินนานาชาติ  
โปรแกรมการอบรมจากเกษตรกรสู่เกษตรกร





# Soil testing methods

**Global Soil Doctors Programme**  
A farmer-to-farmer training programme

Food and Agriculture Organization of the United Nations  
Rome, 2020

Required citation:

FAO. 2020. *Soil testing methods – Global Soil Doctors Programme - A farmer-to-farmer training programme*. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca2796en>

The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO in preference to others of a similar nature that are not mentioned.

The views expressed in this information product are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views or policies of FAO.

ISBN 978-92-5-131195-0

© FAO, 2020



Some rights reserved. This work is made available under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 IGO licence (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/legalcode/legalcode>).

Under the terms of this licence, this work may be copied, redistributed and adapted for non-commercial purposes, provided that the work is appropriately cited. In any use of this work, there should be no suggestion that FAO endorses any specific organization, products or services. The use of the FAO logo is not permitted. If the work is adapted, then it must be licensed under the same or equivalent Creative Commons licence. If a translation of this work is created, it must include the following disclaimer along with the required citation: "This translation was not created by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAO is not responsible for the content or accuracy of this translation. The original [Language] edition shall be the authoritative edition.

Disputes arising under the licence that cannot be settled amicably will be resolved by mediation and arbitration as described in Article 8 of the licence except as otherwise provided herein. The applicable mediation rules will be the mediation rules of the World Intellectual Property Organization <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> and any arbitration will be conducted in accordance with the Arbitration Rules of the United Nations Commission on International Trade Law (UNCITRAL).

Third-party materials. Users wishing to reuse material from this work that is attributed to a third party, such as tables, figures or images, are responsible for determining whether permission is needed for that reuse and for obtaining permission from the copyright holder. The risk of claims resulting from infringement of any third-party-owned component in the work rests solely with the user.

Sales, rights and licensing. FAO information products are available on the FAO website ([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)) and can be purchased through [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org). Requests for commercial use should be submitted via: [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request). Queries regarding rights and licensing should be submitted to: [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org).

# สารบัญ

<b>บทนำ</b>	<b>1</b>
<b>บทนำเกี่ยวกับชุดทดสอบดินอย่างง่าย</b>	<b>2</b>
<b>สมบัติทางกายภาพดิน</b>	<b>4</b>
<b>เนื้อดิน</b>	<b>4</b>
วิธีที่ 1: วิธีการสัมผัส	6
วิธีที่ 2: วิธีการรึบปั้น	10
วิธีที่ 3: วิธีการเขย่าดิน (เพื่อแยกดินเหนียวออกจากดินทรายแป้ง)	12
<b>ความหนาแน่นรวม</b>	<b>16</b>
วิธีที่ 1: วิธีการใช้กระบอกเก็บดิน	17
วิธีที่ 2: วิธีการชั่งดิน	20
วิธีที่ 3: วิธีการหาความหนาแน่นรวมโดยการใช้ก้อนดิน	22
<b>ความชื้นในดิน</b>	<b>24</b>
วิธีที่ 1: วิธีการวัดความชื้นโดยมวล	25
วิธีที่ 2: วิธีการวัดความชื้นโดยปริมาตร	26
วิธีที่ 3: วิธีการวัดความชื้นดินโดยการสัมผัสและรูปลักษณ์ของดิน	27
วิธีที่ 4: วิธีการวัดความชื้นดินโดยใช้เครื่องมือเทนซิโอมิเตอร์	33
<b>สมบัติทางเคมีของดิน</b>	<b>35</b>
<b>ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)</b>	<b>35</b>
วิธีที่ 1: วิธีการใช้เครื่องวัดค่า pH ของดิน	36
วิธีที่ 2: วิธีตารางสี	38
วิธีที่ 3: แถบทดสอบค่า pH ดิน	40
วิธีที่ 4: การทดสอบด้วยน้ำส้มสายชูและเบคกิ้งโซดา	41
<b>ความเค็มของดิน</b>	<b>43</b>
วิธีที่ 1: วิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้า	44
วิธีที่ 2: วิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้าโดยใช้ดินที่อิมตัวด้วยน้ำ	46
วิธีที่ 3: วิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้าโดยใช้วิธีอัตราส่วน 1:1	47
วิธีที่ 4: วิธีการตรวจหาซัลเฟตและคลอไรด์	49
วิธีที่ 5: วิธีการดูอาการที่มองเห็นในภาคสนาม	50

<b>คุณสมบัติทางชีวภาพของดิน</b>	<b>52</b>
วิธีที่ 1: วิธีการนับความหนาแน่นไส้เดือนดิน	53
วิธีที่ 2: วิธีการย่อยสลายเศษซากพืช (ในถุงชา)	55
วิธีที่ 3: วิธีการวัดแอกทีฟคาร์บอน	57
วิธีที่ 4: การวัดการหายใจของดิน – วิธีโซดาโลม	59
<b>ภาคผนวก I: การประเมินดินด้วยสายตา</b>	<b>64</b>
1. เนื้อดิน	67
2. โครงสร้างและความเหนียวของดิน	70
3. ความพรุนของดิน	72
4. สีดิน	74
5. จำนวนและจุดประสีของดิน	76
6. ไส้เดือนดิน	78
7. ศักยภาพในการหยั่งลึกของราก	80
8. การกักน้ำที่ผิวดิน	82
9. แผ่นแข็งปิดผิวดิน และการคลุมผิวดิน	84
10. การชะล้างพังทลายของดิน	86
<b>ภาคผนวก II – วิธีการใช้เตาไมโครเวฟเพื่อให้ตัวอย่างดินแห้ง</b>	<b>88</b>
<b>อ้างอิง</b>	<b>90</b>

# บทนำ

การทดสอบดินด้วยวิธีต่างๆ ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของโครงการฝึกอบรมเกษตรกรผู้เกษตรกรในโครงการหมอดินนาานาชาติ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางด้านดินให้แก่เกษตรกรผ่านการฝึกอบรม เอกสารชุดนี้ประกอบด้วยวิธีการทดสอบดินต่างๆ ที่สามารถช่วยเกษตรกรประเมินสภาพของดินในพื้นที่ได้ ซึ่งช่วยชะลอหรือหยุดยั้งความเสื่อมโทรมของดินและเป็นก้าวแรกที่สำคัญสู่การจัดการดินอย่างยั่งยืน

ในการป้องกันความเสื่อมโทรมของดินและการสูญเสียหรือการลดลงของการทำหน้าที่ของดิน รวมถึงการบริการของดินในการผลิตอาหารที่ดีและมีคุณค่าทางโภชนาการ จำเป็นจะต้องมีการจัดการดินอย่างยั่งยืน โดยข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับการจัดการทรัพยากรดินอย่างยั่งยืนคือข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบของการจัดการดินวิธีต่างๆ ต่อสมบัติดิน

วิธีการทดสอบดิน (Soil Testing Methods: STM) ฉบับนี้แนะนำวิธีการและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นในการประเมินสมบัติดินที่มีความสำคัญต่อสุขภาพดิน ทั้งนี้ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับหมอดินและเกษตรกรให้มีข้อมูลดินในเบื้องต้น นอกจากนี้ ยังมีหัวข้อเกี่ยวกับการสังเกตดินด้วยตาเปล่าโดยใช้วิธีการประเมินดินด้วยสายตา (Visual Soil Assessments: VSA) สำหรับการเพาะปลูกในแต่ละปีและเป็นข้อมูลสนับสนุนสำหรับการประเมินสุขภาพดิน

วิธีการทดสอบดินฉบับนี้สามารถใช้เป็นส่วนหนึ่งในเครื่องมือของหมอดินซึ่งถูกพัฒนาโดยโครงการหมอดินนาานาชาติ เอกสารและสื่อการอบรมและวิธีทดสอบดินเป็นเครื่องมือที่สามารถเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงได้ตลอดเวลาหากมีคำแนะนำจากผู้ใช้งานของโครงการ โดยสำนักเลขาธิการสมัชชาความร่วมมือด้านทรัพยากรดินโลก (Global Soil Partnership: GSP) จะติดตามการใช้ชุดเครื่องมือของโปรแกรมหมอดินในภาคสนามเพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น

การเลือกวิธีที่จะใช้ในการประเมินสมบัติดินที่มีความแตกต่างกันจะอิงตามการใช้ตารางเปรียบเทียบดังแสดงในตารางที่ 1 แต่ละวิธีจะได้รับการประเมินโดยใช้ปัจจัยหลักที่อาจจำกัดการใช้ในแต่ละประเทศ ระบบการประเมินนี้เป็นการให้ดาว (\*) ตามที่อธิบายไว้ในคำอธิบาย ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมกับความต้องการของตนได้ดีขึ้น ตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สำนักเลขาธิการสมัชชาความร่วมมือด้านทรัพยากรดินโลกขอให้ผู้ใช้ส่งข้อเสนอแนะหรือความเห็นเกี่ยวกับสื่อการฝึกอบรมนี้ รวมถึงความถูกต้องของตารางประเมินผลหลังจากที่มีการนำไปใช้งาน

ตารางที่ 1 ระบบการประเมินสำหรับวิธีการ/อุปกรณ์ที่ได้รับการประเมิน

วิธีการ	ประหยัด	ใช้เทคโนโลยีต่ำ	มีความแม่นยำสูง	ง่าย	ต้องการการฝึกอบรมต่ำ	ต้องการการดูแลรักษาต่ำ	ใช้เวลาน้อย
วิธีการที่ 1							
วิธีการที่ 2							
วิธีการที่ 3							
วิธีการที่ 4							
อื่นๆ							

ความเหมาะสมในภาคสนาม: (\*) ต่ำ (\*\*ปานกลาง (\*\*\*) สูง

วิธีการทดสอบดินฉบับนี้ควรต้องได้รับการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้ใช้งานได้รับวิธีการและอุปกรณ์ที่ครบถ้วน และมีความทันสมัยมากยิ่งขึ้นในการทดสอบดิน

ข้อดีของการใช้ชุดทดสอบดินฉบับนี้โดยเกษตรกร ได้แก่

- เพื่อรักษาและปรับปรุงสุขภาพของดินซึ่งจำเป็นต่อการบรรลุความมั่นคงด้านอาหารของชาติ
- เพื่อทำการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการดินทันทีในภาคสนาม
- เพื่อลดภาระงานบริการส่งเสริมระดับชาติและห้องปฏิบัติการด้านดิน

## บทนำเกี่ยวกับชุดทดสอบดินอย่างง่าย

### การวิเคราะห์ดินอย่างง่ายและวิธีการในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบดินและการใช้ปุ๋ยอย่างมีจรรยาบรรณนับเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการดินอย่างยั่งยืน การวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับวิธีการทางเคมีที่มีมาตรฐานและได้รับการปรับปรุงอย่างเหมาะสมเพื่อให้สามารถจัดการกับตัวอย่างดินจำนวนมากที่ต้องใช้ความแม่นยำและความรวดเร็วในระดับหนึ่ง การวิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการสามารถดำเนินการได้สะดวก เนื่องจากมีเครื่องมืออุปกรณ์พร้อม ทั้งเครื่องมือทั่วไปและเครื่องมือที่ทันสมัย โดยปกติ การทดสอบดินในห้องปฏิบัติการมักใช้เวลาสองสามวันถึงสัปดาห์ เกษตรกรมักต้องเดินทางเพื่อเข้าถึงห้องปฏิบัติการทดสอบดิน ในบางประเทศศักยภาพในการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการอาจมีจำกัด รวมถึงจำนวนเจ้าหน้าที่ที่สามารถทำการทดสอบดิน ปริมาณและความพร้อมใช้งานของอุปกรณ์ ซึ่งนำไปสู่ปัญหาเรื่องความล่าช้าในการได้รับผลการวิเคราะห์ดิน ชุดทดสอบดินฉบับนี้จะคล้ายกับการวินิจฉัยเบื้องต้นในทางการแพทย์ การไม่มีเครื่องมือหรือห้องปฏิบัติการทดสอบดินรวมทั้งบุคลากรที่ได้รับการฝึกอบรมเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ต้องมีการทดสอบดินอย่างง่ายในภาคสนาม นอกจากนี้ การประเมินสถานการณ์ในพื้นที่ขนาดใหญ่จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานะภาพของดินให้เร็วที่สุด

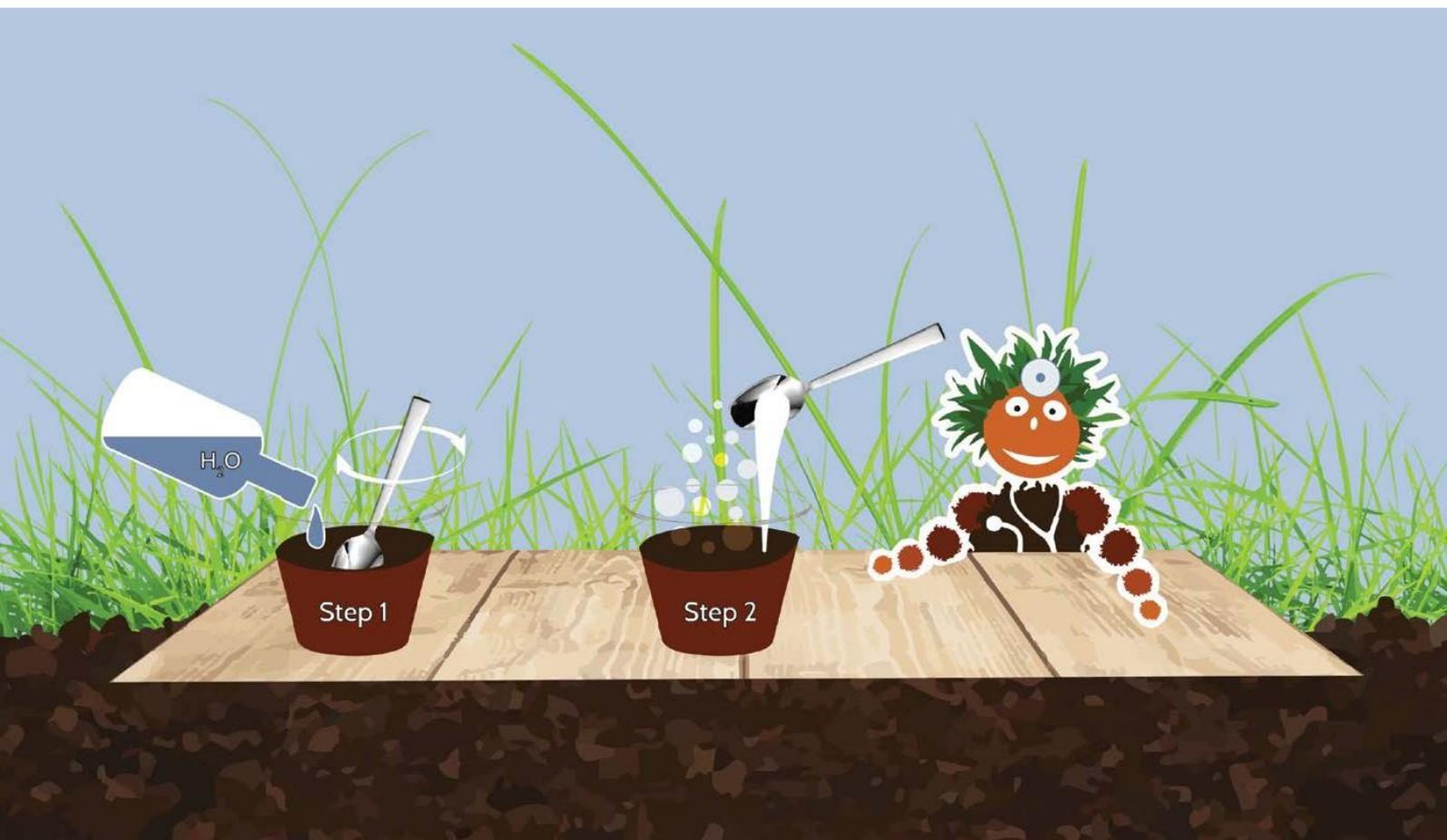
ชุดทดสอบดินอย่างง่ายได้รับการพัฒนาเพื่อลดความซับซ้อนในการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดินในภาคสนาม ซึ่งมีความสำคัญต่อการประเมินสุขภาพของดิน ด้วยเหตุนี้ ชุดทดสอบจึงได้รับการออกแบบสำหรับการทดสอบในสภาพแปลงเพื่อให้สามารถตัดสินใจในการจัดการดินที่เหมาะสมตามผลลัพธ์ที่ได้ โดยทั่วไป ชุดทดสอบดินจะเกี่ยวข้องกับวิธีการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (เช่น ตัวบ่งชี้ประเภทสี การพัฒนาของสี และการไต่เตตรอย่างง่าย) ซึ่งแตกต่างจากวิธีการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือในห้องปฏิบัติการที่เป็นวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ หลังจากทำการสกัดดินและได้สารละลาย สารละลายจะผสมกับสารเคมีที่กล่าวถึงข้างต้น จะทำให้สารละลายเปลี่ยนสี จากนั้น สีที่ได้จะนำไปเปรียบเทียบกับแผนภูมิสีพร้อมคำอธิบายที่เกี่ยวข้องซึ่งเชื่อมโยงกับสี แม้ว่าการทดสอบเหล่านี้จะไม่ได้ค่าที่แน่นอน แต่สามารถให้ค่าการประเมินสภาพดินในแปลงทั่วไปได้ในระดับที่น่าพอใจ

ชุดทดสอบดิน (Soil Testing Kit: STK) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือสำหรับหมอดินหรือเกษตรกร จะถูกแจกจ่าย และสามารถช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถดำเนินการวิเคราะห์ดินตามวิธีการที่ระบุไว้ในเอกสารนี้ได้ โดยชุดทดสอบดินนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่มักใช้เพื่อเจาะดินที่ลึกลงไปนสภาพแปลง เช่น เกรียง และตลับเมตร รวมถึงชุดเคมีที่เน้นวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นตัวกำหนดความสามารถของดินในการรักษาการเจริญเติบโตของพืชด้วยการให้ธาตุอาหารที่จำเป็นและรักษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ สำหรับการเจริญเติบโตของพืช ชุดเครื่องมือนี้สามารถช่วยให้ผู้ใช้ที่ดินประเมินธาตุอาหาร (ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K)) และ pH ของดินได้อย่างง่ายดาย

## สมบัติของดิน

คำนิยามของ ‘สุขภาพดิน’ โดยสมัชชาความร่วมมือด้านทรัพยากรดินโลก (Global Soil Partnership: GSP) และ คณะกรรมการวิชาการด้านดิน (Intergovernmental Technical Panel on Soils: ITPS) คือ ความสามารถของดิน ในการรักษาผลผลิตการผลิต ความหลากหลาย และการบริการด้านสิ่งแวดล้อมของระบบนิเวศบนบก ในระบบ นิเวศเกษตร สุขภาพดินสามารถรักษา ส่งเสริม หรือฟื้นฟูได้ด้วยการใช้มาตรการจัดการดินอย่างยั่งยืน โดยสุขภาพดิน จะเป็นตัวประเมินว่าดินทำหน้าที่ของตนเองทั้งหมดได้ดีหรือไม่/อย่างไร ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยการผลิตที่ใช้และวิธีปฏิบัติ ในการจัดการดิน และสุขภาพดินยังบ่งบอกว่าจะรักษาหน้าที่ของดินเหล่านี้ได้อย่างไร แต่เนื่องจากสุขภาพดินไม่ใช่สิ่ง ที่สามารถวัดได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องมีตัวบ่งชี้ที่ตรวจวัดได้ง่าย มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของดิน และ ครอบคลุมสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน ดังนั้น ในเอกสารฉบับนี้ สมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของดินจะถูกใช้เป็นตัวชี้วัดการประเมินสุขภาพดิน ซึ่งสามารถตรวจวัดได้ค่อนข้างง่ายในภาคสนาม

วิธีการที่แนะนำสำหรับการประเมินสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน พร้อมทั้งข้อดี ข้อเสีย และความ เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขของสภาพอากาศ พันธุ์พืช และประเภทของดิน จะแสดงในหัวข้อต่อไป



# สมบัติทางกายภาพของดิน

## เนื้อดิน

"เนื้อสัมผัส" ของดิน เรียกว่าเนื้อดิน (soil texture) เป็นส่วนที่แสดงถึงเปอร์เซ็นต์หรือสัดส่วนสัมพัทธ์ของอนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวที่มีอยู่ในดิน (FAO, 2006) อนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวเป็นชื่อที่อธิบายขนาดของอนุภาคแต่ละส่วนในดิน เนื้อดินเป็นคุณลักษณะพื้นฐานของสมบัติดินและมีผลกระทบต่อกระบวนการเจริญเติบโตของพืชและผลผลิตทางการเกษตรโดยรวม (ตารางที่ 2) เนื้อดินเป็นสมบัติที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของดินหลายประการ เช่น เป็นปัจจัยสำคัญในการกักเก็บน้ำและความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน โครงสร้างดิน การระบายอากาศของดิน การระบายน้ำของดิน ความสามารถในการไถพรวนและการจราจรบนดิน ความหลากหลายทางชีวภาพของดิน และการเคลื่อนย้ายและกักเก็บธาตุอาหารในดิน ด้วยเหตุนี้ การตรวจวัดเนื้อดินจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตทางการเกษตร (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมสำหรับการประเมินเนื้อสัมผัสของดินในภาคสนามได้ด้วยตาเปล่าในภาคผนวก 1)

ตารางที่ 2 สมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับเนื้อดิน

S/N	คุณสมบัติ/กิจกรรมของดิน	ระดับของอนุภาคดิน		
		ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว
1	ความสามารถในการเก็บกักน้ำของดิน	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
2	การระบายอากาศ	ดี	ปานกลาง	เลว
3	การระบายน้ำ/อัตราการแทรกซึมของน้ำ	สูง	ปานกลาง	ช้ามาก
4	อัตราการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ	เร็ว	ปานกลาง	ช้า
5	การอัดตัวแน่นของดิน	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
6	ความเสี่ยงในการชะล้างพังทลายโดยลม	ปานกลาง	สูง	ต่ำ
7	ความเสี่ยงในการชะล้างพังทลายโดยน้ำ	ต่ำ	สูง	ต่ำ
8	การยึดและหดตัวของดิน	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลางถึงสูงมาก
9	การปิดผนึกบ่อ, เชื้อน, หลุมฝังกลบ	เลว	เลว	ดี
10	ความเหมาะสมสำหรับการไถพรวนหลังฝนตก	ดี	ปานกลาง	เลว
11	ศักยภาพในการชะล้างมลพิษในดิน	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
12	ความสามารถในการกักเก็บธาตุอาหารพืช	เลว	ปานกลาง	สูง
13	ความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
14	การฟื้นตัวในฤดูหนาว	เร็ว	ปานกลาง	ช้า
15	ระดับอินทรีย์วัตถุในดิน	ต่ำ	ปานกลาง	สูง

วิธีการที่แนะนำในการประเมินเนื้อดินในภาคสนามระบุไว้ในตารางที่ 3







ตารางที่ 4 หลักการจำแนกเนื้อดิน -วิธีการสัมผัส

			~% ดินเหนียว
1. ไม่สามารถปั้นเป็นแท่งกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 มม. ได้ (เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับดินสอ)			
1.1 ไม่เป็นคราบ ไม่เป็นแป้ง ไม่มีดินติดในร่องนิ้วมือ:	ทราย	S	<5
ถ้าขนาดเม็ดดินปนกัน:	ทรายผสม	US	<5
ถ้าเม็ดดินส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่ (>0.6 มม.):	ทรายหยาบมากและทราย	CS	<5
ถ้าเม็ดดินส่วนใหญ่มีขนาดปานกลาง (0.2-0.6 มม.):	ทรายปานกลาง	MS	<5
ถ้าเม็ดดินส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก (<0.2 มม.) แต่ยังคงมีความหยาบ :	ทรายละเอียด	FS	<5
ถ้าเม็ดดินส่วนใหญ่มีขนาดเล็กมาก (<0.12 มม.) และมีความเป็นแป้ง:	ทรายละเอียดมาก	VFS	<5
1.2 เนื้อดินไม่เป็นแป้ง เป็นเม็ดเล็กหยาบ มีเนื้อดินติดตามร่องนิ้ว ไม่สามารถปั้นเป็นแท่งได้ มีเม็ดดินติดที่นิ้วเล็กน้อย	ดินทรายปนร่วน	LS	<12
1.3 คล้ายคลึงกับข้อ 1.2 แต่ดินจะมีเนื้อละเอียดปานกลาง	ดินร่วนปนทราย	SL (clay-poor)	<10
2. สามารถปั้นเป็นแท่งกลมได้ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-7 มม. (ประมาณครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางดินสอ) แต่จะแยกจากกันเมื่อปั้นแท่งกลมให้เป็นวงแหวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 ซม. มีความเหนียวปานกลาง และมีเนื้อดินติดที่นิ้วมือ			
2.1 ดินมีเนื้อละเอียดเป็นแป้งและไม่เหนียว			
เมื่อสัมผัสจะรู้สึกหยาบเล็กน้อย	ดินร่วนปนทรายแป้ง	SiL (clay poor)	
เมื่อสัมผัสจะรู้สึกลื่นมือ	ดินทรายแป้ง	Si	
2.2 มีความเหนียวปานกลาง เนื้อดินติดที่นิ้วมือ เมื่อกำดินแน่นในฝ่ามือดินลุดออกมาทางร่องนิ้วมือ และมีเนื้อดินติดที่นิ้วเล็กน้อย			
ไม่เหนียวติดมือ มีความหยาบสูง	ดินร่วนทราย	SL (clay-rich)	
มีทรายหยาบปานกลาง:	ดินร่วน	L	
ไม่มีความหยาบ นุ่มมือ และค่อนข้างเหนียว:	ดินร่วนปนทรายแป้ง	SiL (clay-rich)	
2.3 ผิวขรุขระ ผิวดินมันวาวปานกลางเมื่อบดดินด้วยนิ้วมือ มี ความเหนียวและหยาบถึงหยาบมาก:	ดินร่วนเหนียวปนทราย	SCL	
3. สามารถปั้นเป็นแท่งกลมยาวเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มม. ได้ (ประมาณครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางดินสอ) และสามารถปั้นแท่งยาวให้เป็นวงแหวนเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 ซม. ได้ มีความเหนียว เมื่อกำดินให้แน่นในฝ่ามือดินที่ลุดออกมาทางร่องนิ้วมือ ดินมีลักษณะเงาปานกลางถึงเงา			
3.1 มีความหยาบสูง:	ดินเหนียวปนทราย	SC	35-55
3.2 สามารถสังเกตหรือสัมผัสเนื้อดินหยาบได้			
สามารถปั้นเป็นแท่งได้ปานกลาง มีความเงาปานกลาง:	ดินร่วนเหนียว	CL	25-40
สามารถปั้นเป็นแท่งได้ ผิวดินมีลักษณะเป็นมันเงา:	ดินเหนียว	C	40-60
3.3 ไม่สามารถสังเกตหรือสัมผัสสัมผัสความหยาบได้			
ปั้นเป็นแท่งได้น้อย:	ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง	SiCL	25-40
สามารถปั้นเป็นแท่งได้ ผิวดินมีลักษณะเป็นมันเงาปานกลาง :	ดินเหนียวปนทรายแป้ง	SiC	40-60
สามารถปั้นเป็นแท่งได้ ผิวดินมีลักษณะเป็นมันเงา:	ดินเหนียวจัด	HC	>60

หมายเหตุ: การจำแนกเนื้อดินภาคสนามอาจขึ้นอยู่กับองค์ประกอบแร่ดินเหนียว หลักการนี้สามารถใช้ได้เฉพาะกับดินที่มีแร่ซิลิเกต คลอไรต์ และหรือเวอร์มิคูไลต์ในองค์ประกอบ แร่ดินเหนียวที่มีสเมกไทต์จะมีความยืดหยุ่นมากกว่า และเนื้อดินอาจถูกประเมินค่าสูงเกินไปโดยใช้หลักการนี้ และเนื้อดินที่มีแร่คาร์บอเนตนั้นมีความเหนียวมากกว่า และเนื้อของพวกมันอาจถูกประเมินต่ำเกินไป ที่มา: ดัดแปลงจากแนวทางของ FAO'S GUIDELINES FOR SOIL DESCRIPTION, 2006.



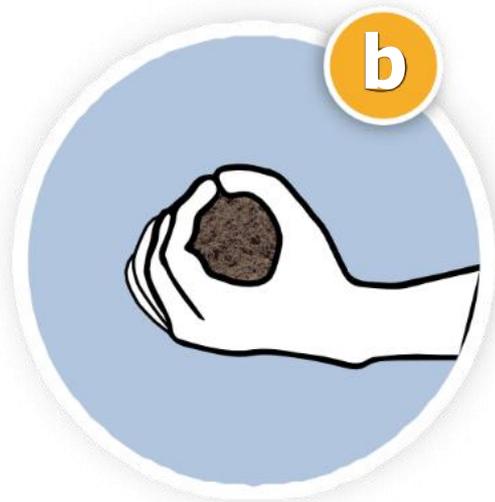
## วิธีที่ 2: วิธีการรึบปึน

### คำอธิบาย:

วิธีการรึบปึนมีความใกล้เคียงกับวิธีสัมผัส เนื่องจากใช้การจับดินเพื่อจำแนกเนื้อดินสัมผัส วิธีการนี้สามารถช่วยให้ผู้ใช้จำแนกประเภทของเนื้อดินได้โดยการสร้างรึบปึนกับดินที่มีความชื้น

### ขั้นตอนวิธีการ:

- **ขั้นตอนที่ 1:** หยิบดินหนึ่งกำมือ ประมาณ 25 กรัม เทน้ำใส่ดินให้เปียกแล้วเริ่มคลึงดินให้เข้ากัน เพื่อให้สามารถปั้นดินได้ ถ้าดินเปียกเกินไปให้ใส่ดินแห้งเพิ่ม และถ้าแห้งเกินไปให้ใส่น้ำเพิ่ม
- **ขั้นตอนที่ 2:** ลองปั้นดินเป็นลูกบอล ดินสามารถสร้างเป็นลูกบอลได้หรือไม่? ถ้าหากไม่ได้? เนื้อดินคือ ดินทราย



- **ขั้นตอนที่ 3:** ลองทำรึบปึนโดยวางดินระหว่างนิ้วโป้งกับนิ้วชี้ แล้วบีบดินขึ้นด้านบนให้เป็นรึบปึน ดินสามารถสร้างเป็นรึบปึนได้หรือไม่? ถ้าหากไม่ได้? เนื้อดินคือ ดินทรายปนร่วน



- **ขั้นตอนที่ 4:** ดินสามารถสร้างเป็นริบบิ้นได้ แต่จะยาวได้นานแค่ไหน? ถ้าริบบิ้นยาวได้ไม่เกิน 2.5 ซม. แสดงว่าเป็นดินร่วน ถ้าริบบิ้นยาว 2.5-5.0 ซม. แสดงว่าเป็นดินร่วนเหนียว ถ้ายาวเกิน 5 ซม. แสดงว่าเป็นดินเหนียว
- **ขั้นตอนที่ 5:** ในขั้นตอนนี้ ให้นำดินบางส่วนมาทำให้เปียก วางที่ฝ่ามือ แล้วพิจารณาว่าดินมีความเป็นเม็ดทราย เรียบหรือไม่หยาบหรือไม่เรียบ



#### **ประเภทของดินร่วน**

ถ้ารู้สึกที่ดินมีความหยาบ? > ดินร่วนทราย

ถ้ารู้สึกที่ดินมีความเรียบ? > ดินร่วนปนทรายแป้ง

ถ้าไม่หยาบและไม่เรียบ? > ดินร่วน

#### **ประเภทของดินร่วนเหนียว**

ถ้ารู้สึกที่ดินมีความหยาบ? > ดินร่วนเหนียวปนทราย

ถ้ารู้สึกที่ดินมีความเรียบ? > ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง

ถ้าไม่หยาบและไม่เรียบ? > ดินร่วนเหนียว

#### **ประเภทของดินเหนียว**

ถ้ารู้สึกที่ดินมีความหยาบ? > ดินเหนียวปนทราย

ถ้ารู้สึกที่ดินมีความเรียบ? > ดินเหนียวปนทรายแป้ง

ถ้าไม่หยาบและไม่เรียบ? > ดินเหนียว

#### **ข้อดี**

ใช้งานง่ายหากปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างถูกต้อง

#### **ข้อเสีย**

อาจต้องมีการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจับดินและการทำริบบิ้น

#### **ความเหมาะสม**

วิธีนี้ใช้ได้กับทุกสภาพอากาศและดินทุกประเภท

### วิธีที่ 3: วิธีการเขย่าดิน (เพื่อแยกดินเหนียวออกจากดินทรายแป้ง)

#### คำอธิบาย:

วิธีการทดสอบนี้สามารถใช้เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างดินเหนียวและทรายแป้ง ทั้งดินทรายแป้งและดินเหนียวมีเนื้อสัมผัสที่เรียบเหมือนกัน และเป็นเรื่องยากที่จะแยกแยะความแตกต่างระหว่างอนุภาคทั้งสองชนิดนี้ถึงแม้ว่าความแตกต่างนี้ส่งผลต่อพฤติกรรมที่แตกต่างกัน

#### ขั้นตอนวิธีการ:

- เก็บตัวอย่างดินและทำให้เปียกโดยการเทน้ำใส่



- ปั้นให้เป็นรูปร่างกลมตามภาพด้านล่าง มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 ซม. และหนา 1.5 ซม.



- วางดินที่ปั้นเสร็จบนฝ่ามือ
- ก้อนดินตอนนี้จะมีลักษณะแข็งกระด้างและไม่มีน้ำาวที่ผิว
- เขย่าก้อนดินบนฝ่ามือของคุณจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง ในขณะเดียวกันให้สังเกตดูที่พื้นผิวของก้อนดิน



- หากพื้นผิวเป็นมันเงาแสดงว่าดินส่วนใหญ่ประกอบด้วยอนุภาคทรายแป้ง
- หากพื้นผิวยังดูแข็งกระด้างแสดงว่าดินส่วนใหญ่คือกลุ่มเนื้อดินเหนียว
- ทดสอบยืนยันโดยการรอตตัวอย่างดินด้วยนิ้ว หากดินยังมีลักษณะที่แข็งกระด้าง แสดงว่าเป็นดินทรายแป้ง



- ปล่อยให้ก้อนดินแห้งสนิท



- ถ้าก้อนดินเปราะและมีฝุ่นดินหลุดออกมาเมื่อนำนิ้วดู แสดงว่าเป็นดินทรายแป้ง



- ถ้าแข็งและไม่มีฝุ่นหลุดออกมาตอนดูนิ้ว แสดงว่าเป็นดินเหนียว





## ความหนาแน่นรวมของดิน

### ความหนาแน่นรวมของดินคืออะไรและทำไมถึงมีความสำคัญ:

ความหนาแน่นของดินเป็นตัวชี้วัดการอัดตัวแน่นของดิน อยู่ในรูปของน้ำหนักของดินแห้งต่อหน่วยปริมาตรดิน และมักจะแสดงในหน่วยกรัมต่อตารางเซนติเมตร ( $\text{g/cm}^3$ ) ปริมาตรของผิวดินทั้งหมดเป็นของแข็งประมาณ 50% ส่วนใหญ่เป็นอนินทรีย์วัตถุ (45%) และอินทรีย์วัตถุประมาณ ( 5%) ที่เหลือ 50% เป็นรูพรุน ซึ่งปกติจะเต็มไปด้วยน้ำและอากาศ ความหนาแน่นรวมของดินส่งผลกระทบต่ออัตราการแทรกซึมของน้ำในดิน การแผ่กระจายของรากพืช ความพรุนของดิน ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ การระบายอากาศในดิน และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นรวมของดินขึ้นอยู่กับเนื้อดิน โครงสร้างของดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ช่วงที่เหมาะสมของความหนาแน่นรวมของดินที่ไม่กระทบต่อกระบวนการต่างๆ ของดินและการเจริญเติบโตของพืชที่อยู่ในช่วง 1.0-1.6 กรัมต่อตารางเซนติเมตร

ความหนาแน่นรวมของดินที่เหมาะสมเป็นบพบาทหนึ่งของสุขภาพดินและสามารถปรับปรุงได้ด้วยการจัดการดิน การจัดการที่ทำให้อินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการอัดตัวแน่นและลดความหนาแน่นรวมของดินลง วิธีการที่แนะนำในการประเมินความหนาแน่นรวมของดินในภาคสนามได้แสดงไว้ในตารางที่ 5

ความหนาแน่นรวมของดิน มักกล่าวถึงดินที่ไม่มีเศษชิ้นส่วนขนาดใหญ่ในดิน ซึ่งเป็นส่วนของดินที่รากพืชสามารถขอนไชได้ มีรูพรุนและสามารถกักเก็บน้ำได้ ดังนั้น เศษชิ้นส่วนขนาดใหญ่ควรถูกนำออกจากตัวอย่างดินที่เก็บมาเพื่อการวิเคราะห์ที่แม่นยำขึ้น และน้ำหนักและปริมาตรของชิ้นส่วนนั้นต้องถูกนำไปลบออกจากน้ำหนักแห้งของดินและปริมาตรของดินก่อนทำการคำนวณใดๆ แต่อย่างไรก็ตาม เศษชิ้นส่วนขนาดใหญ่ (ความหนาแน่นรวมของดินที่มีหินรวม) ต้องนำมาพิจารณาเมื่อใช้ค่าความหนาแน่นรวมของดินคาดการณ์ผลการวิเคราะห์ดินกับหน่วยพื้นผิว (เช่น ปริมาณน้ำชลประทานต่อเฮกตาร์ ปริมาณปุ๋ยที่ต้องการต่อพื้นที่ เป็นต้น) ดังนั้น เมื่อวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดินควรระบุมองว่าความหนาแน่นรวมของดินนั้นมีเศษชิ้นส่วนขนาดใหญ่รวมอยู่ด้วยหรือไม่

### ตารางที่ 5 วิธีการประเมินความหนาแน่นในภาคสนาม

วิธีการ	ประหยัด	ใช้เทคโนโลยีต่ำ	มีความแม่นยำสูง	ง่าย	ต้องการการฝึกอบรม	ต้องการการดูแลรักษาต่ำ	ใช้เวลาสั้น
วิธีการใช้กระบอกเก็บดิน	**	**	**	**	**	**	*
วิธีการขุดหลุมดิน	*	**	**	**	**	***	**
วิธีการใช้ก้อนดิน	*	**	**	*	*	*	**

ความเหมาะสมในภาคสนาม: (\*) ต่ำ (\*\*ปานกลาง (\*\*\*) สูง

## วิธีที่ 1: วิธีการใช้กระบอกลูกเต๋าดิน

### คำอธิบาย:

วิธีนี้ใช้กระบอกลูกเต๋าดินที่ทราบในปริมาณที่แน่นอน ซึ่งแสดงถึงปริมาณของดินสำหรับการคำนวณความหนาแน่นรวมของดิน กระบอกลูกเต๋าดินควรเป็นรูปทรงกระบอกลูกเต๋าดินเพื่อให้สามารถกำหนดปริมาตรได้ง่าย กระบอกลูกเต๋าดินจะถูกตอกลงไปในดินจนถึงระดับความลึกที่ต้องการ จากนั้น ค่อยๆ เติมน้ำออกเบาๆ โดยไม่ทำให้ปริมาณของดินในกระบอกลูกเต๋าดินเปลี่ยนแปลงไป หลังจากได้ดินมาแล้ว ชั่งน้ำหนักดิน และใช้ปริมาตรของกระบอกลูกเต๋าดิน (การประเมินปริมาตรของดิน) คำนวณความหนาแน่นรวมของดิน

### อุปกรณ์:

- กระบอกลูกเต๋าดินเส้นผ่านศูนย์กลาง 7–10 ซม. (ความสูงควรเท่ากันหรืออาจต่างกันก็ได้)
- ค้อนปอนด์/ค้อน
- บล็อกไม้
- เกรียงสำหรับทำสวน
- มีดที่มีลักษณะแบน
- กระจกตาชปิดผนึกและปากกาเคมีสำหรับเขียนฉลากติด
- ไม้บรรทัด
- เต้าปอบ (หรือเต้าปอบไมโครเวฟ หากไม่มี โปรดดูวิธีการใช้เต้าปอบไมโครเวฟเพื่อให้ดินแห้งในภาควงก)

### ขั้นตอนวิธีการ:

- ในภาคสนาม ให้ระบุจุดสุ่มเก็บตัวอย่างดิน โดยพยายามหลีกเลี่ยงการสุ่มบนทางเดินให้มากที่สุด เนื่องจากตามรอยทางเดินมีแนวโน้มที่จะถูกบดอัดหรือใกล้กับรากพืช จากนั้นกำจัดดินบางส่วนที่บนพื้นผิวและวัชพืชหรือเศษซากพืชบางส่วนออก
- วางกระบอกลูกเต๋าดินลงไปในดิน:
  - วางกระบอกลูกเต๋าดินบริเวณที่จะเก็บตัวอย่าง
  - วางบล็อกไม้บนกระบอกลูกเต๋าดินเพื่อผลักกระบอกลูกเต๋าดินลงไปในดินให้มีความสม่ำเสมอ
  - ใช้ค้อนปอนด์/ค้อน ตอกกระบอกลูกเต๋าดินลงไปในดินลึก 7 ซม.
- หากไม่ได้ดินกระบอกลูกเต๋าดินลงไปในดินจนสุด จะต้องกำหนดความลึกที่แน่นอนของกระบอกลูกเต๋าดินเพื่อการวัดปริมาตรดินที่แม่นยำ ในการทำเช่นนี้ ควรวัดความสูงของกระบอกลูกเต๋าดิน จากนั้นลบความสูงของกระบอกลูกเต๋าดินออกจากความสูงโดยรวมของกระบอกลูกเต๋าดิน
- เอากระบอกลูกเต๋าดินออก:
  - ใช้เกรียงหมุนวนด้านข้าง และแซะลงไปในดินด้านล่างกระบอกลูกเต๋าดิน แล้วค่อยๆ ยกกระบอกลูกเต๋าดิน ระวังอย่าให้ดินหลุดออกจากกระบอกลูกเต๋าดิน

- ขจัดดินส่วนเกินออก:
  - ใช้มีดแบนขจัดเอาดินส่วนเกินออกจากกระบอก ส่วนล่างและส่วนบนของตัวอย่างดินภายในกระบอกควรเรียบและเป็นแนวเดียวกับขอบของกระบอก
- ใส่ตัวอย่างดินลงในถุงแล้วติดฉลาก
  - ใช้มีดใบมีดแบนดันตัวอย่างดินจากภายในกระบอกโลหะเข้าไปในถุงกระดาษที่ปิดสนิท ใช้ด้วยความระมัดระวังขณะย้ายตัวอย่างดินลงถุงและตรวจสอบให้แน่ใจว่าตัวอย่างทั้งหมดถูกใส่ลงในถุงแล้ว ปิดผนึกถุงและติดฉลาก
- ชั่งน้ำหนักและบันทึกตัวอย่าง:
  - ชั่งน้ำหนักตัวอย่างดินและถุง จากนั้นชั่งน้ำหนักถุงเก็บตัวอย่างแยกกันโดยไม่มีตัวอย่างดิน เพื่อให้ได้น้ำหนักจริงของตัวอย่างดิน ให้ลบน้ำหนักของถุงเก็บตัวอย่างออกจากน้ำหนักของตัวอย่างดินและถุง น้ำหนักที่ได้คือ น้ำหนักของดิน (น้ำหนักดินเปียก =  $W_t$ )
- ทำให้ตัวอย่างแห้ง
  - ใส่ตัวอย่างดินในถุงกระดาษและอบในตู้อบตัวอย่าง
  - ปล่อยให้ตัวอย่างแห้งประมาณ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส หรือเมื่อต้องจัดการกับดินที่มียิบซัมสูงให้อบที่ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลาหลายวัน (จนกว่าดินจะแห้ง)
  - หลังจากตัวอย่างดินแห้ง ให้ชั่งน้ำหนักแห้งของดิน + ถุงใส่ตัวอย่าง จากนั้น ลบน้ำหนักของถุงเก็บตัวอย่างออกจากตัวอย่าง (ดินแห้ง + ถุงใส่ตัวอย่าง) น้ำหนักที่ได้คือ น้ำหนักแห้งของดินที่ไม่มีถุงใส่ตัวอย่าง ( $W_d$ )

**คำนวณความหนาแน่นรวมของดิน:**

- $\rho = \left(\frac{W_d}{V}\right)$
- $\theta_d = \left(\frac{W_t - W_d}{W_d}\right) * 100$
- $\theta_v = \left(\frac{\theta_d * \rho_s}{\rho_w}\right) * 100$
- $V = \pi r^2 * h$
- $SP(\%) = \left(1 - \frac{\rho}{2.65}\right) * 100$
- $Water\ saturation\ of\ the\ field\ pore\ space\ (\%) = \left(\frac{\theta_v}{SP}\right) * 100$



## วิธีที่ 2: วิธีการขุดหลุมดิน

### คำอธิบาย:

วิธีการนี้แตกต่างจากวิธีการใช้กระบอกเก็บดิน วิธีการขุดหลุมดินจะใช้ความสัมพันธ์ของมวลและปริมาตรของน้ำ นั่นคือ น้ำ 1 กรัมมีค่าเท่ากับน้ำ 1 มล. ซึ่งได้มาจากข้อเท็จจริงที่ว่าความหนาแน่นของน้ำคือ 1 กรัมต่อมิลลิเมตร วิธีนี้ดำเนินการได้โดยการขุดหลุมดินในสนามอย่างระมัดระวัง แล้วเติมน้ำในปริมาตรที่ทราบแน่นอนในหลุมนั้นจนเต็ม (ระดับน้ำภายในรูจะพอดีกับระดับของผิวดิน) หลุมนี้จะรองกันด้วยพลาสติกที่น้ำซึมผ่านไม่ได้เพื่อหลีกเลี่ยงการรั่วซึมของน้ำลงสู่ดินชั้นลึกลงไป ปริมาตรของน้ำที่เทลงในรูจะเท่ากับปริมาตรของดินในพื้นที่นั้น จากนั้น ชั่งน้ำหนักดินหลังจากที่ดินแห้ง (ไม่ว่าจะอบในเตาอบหรือแห้งโดยการผึ่งลม)

### อุปกรณ์:

- เกรียงมือหรือพลั่ว
- พลาสติกกันน้ำซึมออกเพื่อรองกันหลุมดิน
- กระบอกตวง (1000 – 2000 มล.)
- น้ำ (ปริมาณน้ำจะขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่จะเก็บ)
- เตาอบ (หรือเตาอบไมโครเวฟ หากไม่มี โปรดดูวิธีการใช้เตาไมโครเวฟเพื่อให้ดินแห้ง ในภาคผนวก)

### ขั้นตอนวิธีการ:

- ใช้เกรียงหรือพลั่ว ปรับระดับพื้นผิวดินจนเรียบในตำแหน่งที่จะเก็บตัวอย่าง
- ใช้เกรียงหรือพลั่วขุดหลุมในดินให้ได้ความลึกที่ต้องการ (รูปทรงของรูจะขึ้นอยู่กับผู้ทำการขุดตัวอย่าง)
- ดินที่ขุดจากหลุมจะต้องใส่ลงในถุงกระดาษที่ปิดได้ (ตรวจสอบให้แน่ใจว่าดินทั้งหมดที่ขุดถูกใส่ในถุงเก็บตัวอย่าง)
- รองกันหลุมด้วยพลาสติก (ตรวจสอบให้แน่ใจว่าถุงพลาสติกปิดหลุมสนิทและปิดช่องว่างของหลุมทั้งหมด)
- เติมน้ำลงในหลุม (ปริมาตรน้ำสามารถวัดได้โดยใช้กระบอกตวงที่มีสเกลบอกระดับ) ตามความหนาแน่นของน้ำ ปริมาณน้ำที่เติมลงในหลุมจะเท่ากับปริมาตรของดินที่ขุด ( $V_s$ )
- จากนั้นอบดินที่ขุดขึ้นมาให้แห้งในเตาอบ แล้วชั่งน้ำหนักดินแห้ง ( $W_d$ ) หรือเมื่อต้องจัดการกับดินที่มีเปียกชื้นมาก ให้อบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลาหลายวัน (จนกว่าดินแห้ง) แล้วชั่งน้ำหนักดินแห้ง

### การคำนวณ:

สำหรับการคำนวณความหนาแน่นรวมและสมการที่เกี่ยวข้อง โปรดดูสมการที่ผ่านมา

### ข้อดี:

- วิธีการนี้สามารถทำได้ในพื้นที่ที่ดินมีก้อนหินหรือก้อนกรวด
- หากดำเนินการอย่างถูกต้องเหมาะสม จะสามารถประมาณความหนาแน่นรวมของดินได้แม่นยำยิ่งขึ้น

### ข้อเสีย:

- ค่อนข้างมีผลกระทบต่อดิน และดินที่ขุดขึ้นมาจะถูกรบกวนโครงสร้าง
- การขนย้ายน้ำไปรอบๆ พื้นที่อาจทำได้ยาก ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่จะเก็บ



### วิธีที่ 3: วิธีการหาความหนาแน่นรวมโดยใช้ก้อนดิน

#### คำอธิบาย:

วิธีการนี้จะใช้ก้อนดิน โดยการจุ่มก้อนดินลงในน้ำที่ทราบปริมาตรในภาชนะที่เตรียมไว้แล้ว เมื่อจุ่มลงในน้ำ ก้อนดินจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรน้ำภายในภาชนะเก็บน้ำ ปริมาตรใหม่ที่ได้นี้เป็นผลมาจากปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่โดยก้อนดิน ดังนั้น ค่าที่ได้จึงเป็นค่าของปริมาตรดิน สิ่งสำคัญคือต้องป้องกันไม่ให้น้ำซึมเข้าไปในก้อนดิน ทำได้โดยการเคลือบก้อนดินด้วยซีเมนต์ ซึ่งจะป้องกันไม่ให้น้ำซึมเข้าไปในก้อนดินและเป็นสาเหตุให้การประเมินปริมาตรดินสูงเกินไป

#### อุปกรณ์:

- พลั่ว/เกรียง
- ถังกระดาษตัวอย่างที่ปิดผนึกได้และปากกาเคมีสำหรับเขียนฉลากตัวอย่าง
- เต้าอบ
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- ซีเมนต์พาราฟินและวิธีการหลอมละลายซีเมนต์
- ปีกเกอร์และน้ำ
- ด้าย (ประมาณ 50 ซม.)
- ตู้อบ (หรือเต้าอบไมโครเวฟ หากไม่มี โปรดดูวิธีการใช้เต้าไมโครเวฟเพื่อทำให้ดินแห้งในภาคผนวก)

#### ขั้นตอนวิธีการ:

- ใช้พลั่วหรือเกรียงขุดดินจากจุดสุ่มตัวอย่าง
- วางลงในถังกระดาษเก็บตัวอย่างอย่างระมัดระวัง และส่งไปยังห้องปฏิบัติการหรือสถานที่ดำเนินการอื่นๆ
- ตรวจสอบตัวอย่างอย่างระมัดระวัง (น้ำหนักดินเปียก,  $W_t$ ) จากนั้น อบตัวอย่างดินให้แห้งที่ 150 องศาเซลเซียสใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง และวัดตัวอย่างดินที่แห้งในเต้าอบ (น้ำหนักดินแห้ง,  $W_d$ ) หรือเมื่อต้องการจัดการกับดินที่มีลิปซุ่มสูง ให้อบที่ 40 องศาเซลเซียสจนกระทั่งดินแห้ง
- หลังจากดินแห้ง ให้ผูกด้ายไว้รอบๆ ก้อนดินอย่างระมัดระวังเพื่อให้สามารถยกก้อนดินขึ้นได้โดยใช้ด้าย ระยะห่างระหว่างก้อนดินกับปลายของด้ายอาจอยู่ที่ประมาณ 20 ซม.
- ละลายซีเมนต์พาราฟินโดยใช้ถ้วยเซรามิกและอุณหภูมิประมาณ 50-70 องศาเซลเซียส
- จากนั้น จุ่มก้อนดินลงในซีเมนต์ที่ละลายแล้ว ตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้เคลือบซีเมนต์ไว้ทั้งก้อน ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้น้ำซึมเข้าไปในก้อนดิน
- จากนั้น รอให้ซีเมนต์เย็นและแข็งตัว
- ชั่งน้ำหนักของก้อนดินที่เคลือบซีเมนต์ ( $W_x$ ) แล้วนำมวลน้ำหนักดินแห้ง ( $W_d$ ) เพื่อให้ได้น้ำหนักเดิมของก้อนดินที่ไม่มีซีเมนต์ ( $W_{d2}$ ) หาปีกเกอร์ที่ทราบปริมาตรน้ำที่แน่นอน ( $V_1$ ) จากนั้นใช้ด้ายที่มีก้อนดินและหย่อนดินลงในปีกเกอร์ที่มีน้ำจนเต็ม ตรวจสอบให้แน่ใจว่าตัวอย่างไม่ได้สัมผัสกับฐานหรือด้านข้างของปีกเกอร์ น้ำในปีกเกอร์จะเพิ่มขึ้นสู่ระดับใหม่ ( $V_2$ ) นี่คือปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยก้อนดิน เพื่อให้ได้ปริมาตรที่แท้จริงของก้อนดิน ให้ลบ  $V_1$  ออกจาก  $V_2$  จะได้ปริมาตรที่แท้จริงของดิน ( $V_3$ )
- จากนั้นคำนวณความหนาแน่นของมวลดินตามสมการก่อนหน้า



# ความชื้นดิน

## ความชื้นดินคืออะไรและทำไมถึงมีความสำคัญ:

ความชื้นดิน (soil moisture) คือปริมาณน้ำในดิน โดยน้ำจะถูกกักเก็บไว้ในช่องว่างระหว่างอนุภาคดิน นอกจากนี้ในช่องว่างในดินแล้ว ยังมีน้ำส่วนหนึ่งที่เกาะอยู่กับอนุภาคของดิน (คอลลอยด์) การที่น้ำเกาะอยู่รอบๆ อนุภาคดินนี้เกิดจากสมบัติทางเคมีของน้ำ (ประจุไฟฟ้าบวก) และประจุไฟฟ้าของอนุภาคดิน (มีค่าเป็นลบ) ซึ่งแรงที่ก่อให้เกิดการกักเก็บน้ำบนผิวคอลลอยด์เรียกว่าแรงดึงดูดผิวและการดึงดูดพื้นผิว และเรียกรวมกันว่าแรงดึงน้ำที่พื้นผิว (surface moisture retention) ในส่วนที่เกี่ยวกับพืช แรงนี้หมายถึงปริมาณพลังงานที่พืชต้องการเพื่อดูดใช้น้ำสำหรับการเจริญเติบโตทางสรีรวิทยา ความชื้นดินเป็นองค์ประกอบหลักของดินที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืช ความชื้นดิน (ร่วมกับค่า pH ดิน) จะเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาต่างๆ ในดิน รวมถึงการแลกเปลี่ยนความร้อนและก๊าซภายในดิน นอกจากนี้ น้ำในดินยังช่วยให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารจากดินในรูปของเกลือที่ละลายได้

ข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นดินมีความจำเป็นสำหรับ:

- การประเมินความต้องการน้ำของพืชและกำหนดการชลประทาน
- การดูดใช้น้ำและการใช้น้ำของพืช
- ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน
- อัตราและปริมาณการเคลื่อนตัวของน้ำ
- การกำหนดผลผลิตทางการเกษตร
- กิจกรรมทางเคมีและชีวภาพของดิน

วิธีการที่แนะนำสำหรับการประเมินความชื้นดินในภาคสนามแสดงในตารางที่ 7

### ตารางที่ 7 วิธีการประเมินความชื้นในดิน

วิธีการ	ประหยัด	ใช้เทคโนโลยีต่ำ	มีความแม่นยำสูง	ง่าย	ต้องการการอบรม	ต้องการการดูแลรักษาต่ำ	ใช้เวลาน้อย
วิธีการวัดความชื้นโดยมวล	**	**	***	**	**	**	**
วิธีการวัดความชื้นโดยปริมาตร	**	**	***	**	**	***	**
วิธีการสัมผัสและรูปลักษณ์ของดิน	***	***	*	***	**	***	***
วิธีการใช้เทนซิโอมิเตอร์	*	*	*	*	*	*	**

ความเหมาะสมในภาคสนาม: (\*) ต่ำ (\*\*) ปานกลาง (\*\*\*) สูง

## วิธีที่ 1: วิธีการวัดความชื้นโดยมวล

### คำอธิบาย:

วิธีวัดความชื้นโดยมวล (gravimetric water content) คือ มวลของน้ำต่อมวลของดินแห้ง วัดโดยการชั่งน้ำหนักดินที่ชื้น (น้ำหนักเปียก) จากนั้นจึงทำให้ดินนั้นแห้งหรืออบด้วยตู้อบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เพื่อกำจัดน้ำในดินทั้งหมด ชั่งน้ำหนักดินอีกครั้ง (เพื่อวัดน้ำหนักแห้ง) ความแตกต่างระหว่างน้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้งคือปริมาณน้ำในดินนั้น

### อุปกรณ์:

- ส่วนเจาะดิน
- ถังเก็บตัวอย่างดินที่ปิดสนิท
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- ตู้อบ (หรือเตาอบไมโครเวฟ ถ้าไม่มีตู้อบไมโครเวฟในการทำให้ดินแห้งในภาคผนวก) (ไม่บังคับ แต่แนะนำ)

### ขั้นตอนวิธีการ:

- ใช้ขั้นตอนปกติสำหรับการสุ่มตัวอย่างดิน เก็บตัวอย่างดินในระดับความลึกที่ต้องการโดยใช้ส่วนเจาะดิน (หรือจอบ/เกรียง/พลั่ว)
- จากนั้นใส่ตัวอย่างดินลงในถุงกระดาษเก็บตัวอย่าง ตัดฉลาก และส่งตัวอย่างดินไปยังห้องปฏิบัติการ
- ชั่งน้ำหนักดินเปียก (Wt)
- อบดินที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสประมาณ 24 ชั่วโมงหรือตากดินไว้เป็นเวลา 7 วัน
- หลีกเลี่ยงการอบดินหรือตากดินให้แห้ง ชั่งน้ำหนักดินเพื่อให้ได้น้ำหนักแห้งของดินนั้น (Wd)
- คำนวณปริมาณน้ำในดิน

### การคำนวณ:

$$\text{Gravimetric water content} = \theta_d = \left( \frac{W_t - W_d}{W_d} \right) * 100$$

โดยที่  $W_t =$  น้ำหนักดินเปียก (g)

$W_d =$  น้ำหนักดินแห้ง (g)

### ข้อดี:

- วิธีการนี้ทำได้ง่าย และไม่ต้องใช้ความรู้ทางเทคนิคมากนัก

### ข้อเสีย:

- อุปกรณ์บางอย่าง เช่น ตู้อบ อาจมีราคาแพง แต่การทำให้ดินแห้งสามารถทำได้โดยปล่อยให้ตัวอย่างดินแห้งในสภาพบรรยากาศเป็นเวลา 7 วัน
- ต้องใช้เครื่องชั่งน้ำหนักสำหรับวิธีนี้

### ความเหมาะสม: (สภาพภูมิอากาศ, พืช, ประเภทของดิน)

- ไม่ระบุ

## วิธีที่ 2: วิธีการวัดความชื้นโดยปริมาตร

### คำอธิบาย:

วิธีวัดความชื้นโดยปริมาตร (volumetric water content) จะคล้ายกับการวัดความชื้นโดยมวล โดยมีความแตกต่างคือวิธีวัดความชื้นโดยมวลจะใช้ฐานของมวลในการคำนวณ ในขณะที่วิธีวัดความชื้นโดยปริมาตรจะใช้ฐานในเชิงปริมาตร ด้วยการให้ความหนาแน่นรวมของดินเป็นปัจจัยในการแปลงค่า วิธีการนี้จะวัดปริมาตรน้ำต่อปริมาตรดิน โปรดดูวิธีการก่อนหน้านี้สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการวัดความชื้นโดยมวล

$$\text{Volumetric water content} = \theta_v = \left( \frac{\theta_d - \rho_s}{\rho_w} \right) * 100$$

โดยที่	$\theta_v$	= ความชื้นโดยปริมาตร (cm <sup>3</sup> น้ำ /cm <sup>3</sup> ดิน)
	$\theta_d$	= ความชื้นโดยมวล (g/g)
	$\rho_s$	= ความหนาแน่นของดิน (g/cm <sup>3</sup> )
	$\rho_w$	= ความหนาแน่นของน้ำ (g/cm <sup>3</sup> ) = 1

### ข้อดี:

- เนื่องจากวิธีนี้แปลงมาจากวิธีหาความชื้นโดยมวล จึงถือได้ว่ามีคุณภาพเทียบเท่ากับวิธีวัดความชื้นโดยมวล
- แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้แนะนำสำหรับการนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในการคำนวณปริมาณธาตุอาหารหรือคาร์บอนในดิน

### ข้อเสีย:

- ความถูกต้องของผลลัพธ์ขึ้นอยู่กับความแม่นยำของความหนาแน่นรวมของดินที่ใช้เป็นปัจจัยในการแปลงค่า
- ต้องใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก (ดูข้อเสียในวิธีการวัดความชื้นโดยมวล).

**ความเหมาะสม: (สภาพภูมิอากาศ, พืช, ประเภทของดิน)**

- ไม่ระบุ



ตารางที่ 8 แนวทางการประเมินค่าความขึ้นดินตามวิธีการสัมผัสและรูปลักษณะที่ปรากฏของดินที่มีเนื้อสัมผัสต่างกัน

เปอร์เซ็นต์ความขึ้นดิน	กลุ่มดินเนื้อหยาบ – ทรายละเอียด และดินร่วนละเอียดปนทราย	กลุ่มดินเนื้อหยาบปานกลาง – ดินร่วนปนทราย และร่วนปนทรายละเอียด	กลุ่มดินเนื้อปานกลาง – ดินร่วนเหนียวปนทราย, ดินร่วนและดินร่วนปนทรายแป็ง	กลุ่มดินเนื้อละเอียด – ดินเหนียว, ดินร่วนเหนียว, หรือ ดินร่วนเหนียวปนทรายแป็ง
0-25	แห้ง เม็ดดินเกาะกันหลวมๆ และจะเกาะติดกันได้ถ้าไม่ถูกรบกวน ดินทรายจะแตกเมื่อใช้นิ้วบีบ	แห้งสามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่แตกง่าย เม็ดดินหลุดออกจากก้อนกลมที่ปั้นได้ง่าย	แห้ง เม็ดดินหลุดง่าย ไม่มีความขึ้นดินเปื้อนบนนิ้วมือ ก้อนดินจะแตกได้ด้วยแรงบีบ	แห้ง เม็ดดินหลุดออกง่าย ก้อนดินแข็งแตกยากหากบีบด้วยมือ
25-50	ขึ้นเล็กน้อยสามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่แตกง่ายและมีรอยนิ้วมือชัดเจน มีเม็ดทรายติดที่นิ้วมือ	ขึ้นเล็กน้อยสามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่แตกง่ายและมีรอยนิ้วมือ มีสีเข้ม ไม่มีคราบน้ำติดที่นิ้วมือ เม็ดดินหลุดออกได้ง่าย	ขึ้นเล็กน้อยสามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่แตกง่ายและมีผิวขรุขระ ไม่มีคราบน้ำติดที่นิ้วมือ เม็ดดินหลุดออกได้เล็กน้อย	ขึ้นเล็กน้อยสามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่แตกง่าย เม็ดดินหลุดออกเล็กน้อย ไม่มีคราบน้ำติดที่นิ้วมือ ก้อนดินบีบให้แบนได้
50-75	ขึ้น สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่อาจแตกง่าย และมีเม็ดดินติดบนนิ้ว มีสีเข้ม มีคราบน้ำบนนิ้วมือปานกลาง ไม่สามารถสร้างรูปทรงรับขึ้นได้	ขึ้น สามารถปั้นเป็นก้อนกลมและมีรอยติดที่นิ้วมือ น้ำหนักเบา มีคราบน้ำติดที่นิ้วมือนิดหน่อย มีสีเข้ม ผิวจะไม่เรียบ	ขึ้น สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้ มีคราบน้ำติดที่นิ้วมือนิดหน่อย มีสีเข้ม ยืดหยุ่นได้ สร้างรับขึ้นได้เล็กน้อยด้วยการใช้นิ้วโป้งกับนิ้วชี้บีบ	ขึ้น สามารถปั้นเป็นก้อนกลม มีผิวเรียบและมีรอยนิ้วมือ น้ำหนักเบา มีคราบติดที่นิ้วมือ สามารถสร้างเป็นรับขึ้นได้ด้วยการใช้นิ้วโป้งกับนิ้วชี้บีบ
75-100	เปียก สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่อาจแตกง่าย เม็ดดินหลุดติดที่นิ้วมือ มีสีเข้ม มีคราบติดบนนิ้วมือมาก ไม่สามารถสร้างรับขึ้นได้	เปียก สามารถปั้นเป็นก้อนกลมและมีดินติดมือ มีคราบติดที่นิ้วมือปานกลางถึงมาก สร้างรับขึ้นได้เล็กน้อยด้วยการใช้นิ้วโป้งกับนิ้วชี้บีบ	เปียก สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้ดี มีคราบติดที่นิ้วมือน้อยถึงมาก สร้างเป็นรับขึ้นได้ด้วยการใช้นิ้วโป้งกับนิ้วชี้บีบ	เปียก สามารถปั้นเป็นลูกบอลได้ ไม่สม่ำเสมอ มีคราบติดที่นิ้วมือปานกลางถึงมาก สร้างเป็นรับขึ้นได้ง่ายด้วยการใช้นิ้วโป้งกับนิ้วชี้บีบ
100 (ความจุความขึ้นสนาม)	เปียก สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่อาจแตกง่าย มีคราบบนนิ้วมือปานกลางถึงมาก โครงสร้างของก้อนดินจะยังคงอยู่	เปียกสามารถปั้นเป็นก้อนกลมนิ่มๆ ได้ มีน้ำเกาะผิวดินหลังจากบีบหรือเขย่า มีคราบน้ำติดที่นิ้วมือปานกลางถึงมาก	เปียกสามารถปั้นเป็นก้อนกลมนิ่มๆ ได้ มีน้ำเกาะที่ผิวหลังจากบีบหรือเขย่า มีคราบน้ำติดที่นิ้วมือปานกลางถึงมาก	เปียกสามารถปั้นเป็นก้อนกลมนิ่มๆ ได้ มีน้ำเกาะที่ผิวหลังจากบีบหรือเขย่า มีคราบน้ำติดที่นิ้วมือมาก ผิวเรียบและเหนียว



**ตารางที่ 9** รูปภาพแนวทางสำหรับการประมาณค่าความชื้นในดินตามความรู้สึกและรูปลักษณะที่ปรากฏ  
วิธีการสำหรับดินที่มีผิวสัมผัสต่างกัน

เปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน	กลุ่มดินเนื้อหยาบ - ทรายละเอียด และ ดินร่วนละเอียดปนทราย	กลุ่มดินเนื้อหยาบปานกลาง - ดินร่วนปนทราย และร่วนปนทรายละเอียด
0-25	แห้ง เม็ดดินเกาะกันหลวมๆ และจะเกาะติดกันได้ถ้าไม่ถูกรบกวน ดินทรายจะแตกเมื่อใช้นิ้วบีบ	แห้ง สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่แตกง่าย เม็ดดินหลุดออกจากก้อนกลมที่ปั้นได้ง่าย
25-50	ชื้นเล็กน้อย สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่แตกง่าย และมีรอยนิ้วมือชัดเจน มีเม็ดทรายติดที่นิ้วมือ 	ชื้นเล็กน้อย สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่แตกง่าย และมีรอยนิ้วมือ มีสีเข้ม ไม่มีคราบน้ำติดที่นิ้วมือ เม็ดดินหลุดออกได้ง่าย 
50-75	ชื้น สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่อาจแตกง่ายและมีเม็ดดินติดบนนิ้ว มีสีเข้ม มีคราบน้ำบนนิ้วมือปานกลาง ไม่สามารถสร้างรูปทรงรับบิ้นได้ 	ชื้น สามารถปั้นเป็นก้อนกลมและมีรอยติดนิ้วมือ น้ำหนักเบา มีคราบน้ำติดที่นิ้วมือนิดหน่อย มีสีเข้ม ผิวจะไม่เรียบ 
75-100	เปียก สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่อาจแตกง่าย เม็ดดินหลุดติดนิ้วมือ มีสีเข้ม มีคราบน้ำติดบนนิ้วมือมาก ไม่สามารถสร้างรับบิ้นได้ 	เปียก สามารถปั้นเป็นก้อนกลมและจะมีดินติดมือ มีคราบน้ำติดที่นิ้วมือปานกลางถึงมาก สร้างรับบิ้นได้เล็กน้อยด้วยการใช้นิ้วโป้งกับนิ้วชี้บีบ 
100 (ความจุความชื้นสนาม)	เปียก สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่อาจแตกง่าย มีคราบน้ำบนนิ้วมือปานกลางถึงมาก โครงสร้างของก้อนดินจะยังคงอยู่	เปียกสามารถปั้นเป็นก้อนกลมนิ่มๆได้ มีน้ำเกาะผิวดินหลังจากบีบหรือเขย่า มีคราบน้ำติดที่นิ้วมือปานกลางถึงมาก

เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่มีอยู่ในดิน	กลุ่มดินเนื้อปานกลาง – ดินร่วนเหนียวปนทราย, ดินร่วนและดินร่วนปนทรายแป้ง	กลุ่มดินเนื้อละเอียด – ดินเหนียว, ดินร่วนเหนียว, หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง
0-25	แห้ง เม็ดดินหลุดง่าย ไม่มีความชื้นดินปั้นบนนิ้วมือ ก้อนดินจะแตกได้ด้วยแรงบีบ	แห้ง เม็ดดินหลุดออกง่าย ก้อนดินแข็งแตกยาก หากบีบด้วยมือ
25-50	ชื้นเล็กน้อย สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่แตกง่าย และมีผิวขรุขระ ไม่มีคราบน้ำตันทิ้งไว้ เม็ดดินหลุดออกได้เล็กน้อย 	ชื้นเล็กน้อย สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้แต่แตกง่าย เม็ดดินหลุดออกเล็กน้อย ไม่มีคราบน้ำตันทิ้งไว้ ก้อนดินบีบให้แบนได้ 
50-75	ชื้น สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้ มีคราบน้ำตันทิ้งไว้ นิดหน่อย มีสีเข้ม ยืดหยุ่นได้ สร้างริบปั้นได้เล็กน้อยด้วยการใช้นิ้วโป้งกับนิ้วชี้บีบ 	ชื้น สามารถปั้นเป็นก้อนกลม มีผิวเรียบและมีรอยนิ้วมือ น้ำหนักเบา มีคราบน้ำตันทิ้งไว้ สามารถสร้างเป็นริบปั้นได้ด้วยการใช้นิ้วโป้งกับนิ้วชี้บีบ 
75-100	เปียก สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้ดี มีคราบน้ำตันทิ้งไว้ น้อยถึงมาก สร้างเป็นริบปั้นได้ด้วยการใช้นิ้วโป้งกับนิ้วชี้บีบ 	เปียก สามารถปั้นเป็นลูกบอลได้ ไม่สม่ำเสมอ มีคราบน้ำตันทิ้งไว้ปานกลางถึงมาก สร้างเป็นริบปั้นได้ง่ายด้วยการใช้นิ้วโป้งกับนิ้วชี้บีบ 
100 (ความจุความชื้นสนาม)	เปียก สามารถปั้นเป็นก้อนกลมนิ่มๆ ได้ มีน้ำเกาะที่ผิวหลังจากบีบหรือเขย่า มีคราบน้ำตันทิ้งไว้ปานกลางถึงมาก	เปียก สามารถปั้นเป็นก้อนกลมนิ่มๆ ได้ มีน้ำเกาะที่ผิวหลังจากบีบหรือเขย่า มีคราบน้ำตันทิ้งไว้ น้อยมาก ผิวเรียบและเหนียว



## วิธีที่ 4: วิธีการวัดความชื้นดินโดยใช้เครื่องเทนซิโอมิเตอร์

### คำอธิบาย:

เทนซิโอมิเตอร์ (tensiometer) คือหลอดบรรจุน้ำสุญญากาศที่ปิดสนิทและแน่นสนิท โดยที่ปลายด้านหนึ่งมีกระเปราะเซรามิกที่มีรูพรุน และที่ปลายอีกด้านหนึ่งมีมาตรวัดสุญญากาศ เทนซิโอมิเตอร์ใช้เพื่อประเมินปริมาณความชื้นในดินโดยการวัดแรงดึงน้ำในดิน ซึ่งปกติจะแสดงเป็นความตึงผิว การดึงน้ำโดยทั่วไปเทียบเท่ากับพลังงานที่พืชใช้เพื่อดูดน้ำที่เกาะอยู่บนอนุภาคของดิน ดังนั้น เครื่องวัดเทนซิโอมิเตอร์จึงช่วยประเมินปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช แรงดูดในปลายกระเปราะจะถูกส่งผ่านท่อขนาน้ำภายในท่อและแสดงเป็นค่าความตึงผิวบนมาตรวัดสุญญากาศ หน่วยมักแสดงเป็นบาร์ เช่นติบาร์ หรือกิโลปาสคาล จากนั้น ค่าที่อ่านได้เหล่านี้จะถูกแปลงเป็นความชื้นดินโดยใช้โมโนกราฟ (เส้นโค้งความชื้นในดิน)

### อุปกรณ์:

- เทนซิโอมิเตอร์ (ประกอบด้วยหลายส่วน ได้แก่ ท่อทรงกระบอก เกจวัดสุญญากาศ กระเปราะเซรามิกที่มีรูพรุน)
- ภาชนะบรรจุน้ำ
- น้ำ

### การเตรียมเครื่องเทนซิโอมิเตอร์:

- ปรับเทียบเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าตามคำแนะนำของผู้ผลิตเสมอ
- จุ่มกระเปราะเซรามิกในน้ำประมาณ 12 ชั่วโมงก่อนใช้งาน
- ใส่แหวนรองยางเข้าไปในส่วนบนของท่อแล้วใส่เกจวัดแรงดันเข้ากับท่อและปิดให้สนิท
- เปิดท่อน้ำเข้าที่ด้านข้างของท่อเพื่อเติมน้ำเข้าไปในท่อ เหน้่าจนน้ำเต็มท่อ
- ถือเครื่องวัดเทนซิโอมิเตอร์ในอากาศสักครู่จนกว่าค่าที่อ่านได้จากมาตรวัดจะปรากฏขึ้น
- ลองปรับเทียบเทนซิโอมิเตอร์ด้วยการใส่ลงไปในน้ำในแนวตั้งสักสองสามนาที ตรวจสอบให้แน่ใจว่ากระเปราะเซรามิกไม่ได้สัมผัสกับฐานของภาชนะบรรจุน้ำ และจมอยู่ใต้น้ำอย่างน้อย 2 ซม.
- เครื่องวัดเทนซิโอมิเตอร์พร้อมที่จะนำไปใช้ในภาคสนามเพื่อวัดความชื้นดิน

### การติดตั้งและการวัดภาคสนาม:

- เลือกพื้นที่สำหรับติดตั้งในภาคสนาม ห่างจากขอบของพื้นที่อย่างน้อย 10 เมตร
- ใช้อุปกรณ์เจาะดินในบริเวณที่ต้องการติดตั้งเครื่องวัดเทนซิโอมิเตอร์ (สามารถใช้ส่วนเจาะดินหรือวัสดุใดๆ ที่สามารถเจาะทะลุดินได้)
- จากนั้นติดตั้งเครื่องวัดเทนซิโอมิเตอร์ลงในดินที่ระดับความลึกของรากพืช และตรวจสอบให้แน่ใจว่าเครื่องเทนซิโอมิเตอร์สัมผัสกับกระเปราะเซรามิกและดิน (หากมีเครื่องวัดเทนซิโอมิเตอร์มีมากกว่าหนึ่งตัว สามารถใช้หลายเครื่องเพื่อเป็นตัวแทนความชื้นในดินทั้งแปลง)
- เพื่อประคองเครื่องวัดเทนซิโอมิเตอร์ให้ยึดแน่นในดิน ให้พยายามเติมดินลงในหลุมที่ขุดเพื่อใส่เทนซิโอมิเตอร์ให้แน่น
- จากนั้นรอประมาณ 12 ชั่วโมง ก่อนจะอ่านค่าจากมาตรวัดสุญญากาศ ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัดสุญญากาศจะขึ้นอยู่กับความแห้งหรือความชื้นของดิน ค่าที่อ่านได้ต่ำแสดงว่าดินมีความชื้นในดินสูง ในขณะที่ค่าที่อ่านได้สูงหมายถึงดินมีความชื้นในดินต่ำ จากนั้น ใช้กราฟเส้นโค้งความชื้นในดิน แปลงค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดเทนซิโอมิเตอร์เป็นความชื้นในดิน



# สมบัติทางเคมีของดิน

## ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

ความเป็นกรดเป็นด่างของดินคืออะไร และทำไมถึงมีความสำคัญ:

ค่า pH ของดินเป็นตัววัดความเป็นกรดหรือความเป็นด่างที่มีอยู่ในดิน โดยปกติจะมีค่าอยู่ที่ 0 ถึง 14 ซึ่ง pH ที่ต่ำกว่า 7 แสดงว่าดินมีค่าเป็นกรด ในขณะที่ระดับ pH สูงกว่า 7 แสดงว่าดินมีค่าเป็นด่าง และ pH เท่ากับ 7 แสดงว่าดินมีความเป็นกลาง (ไม่เป็นกรดหรือด่าง) ค่า pH ของดินเป็นสมบัติที่สำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากความสามารถในการกำหนดความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินสำหรับการดูดใช้ของพืช ธาตุอาหารในดินที่แตกต่างจะเป็นประโยชน์ต่อการดูดใช้ของพืชใน pH ดินที่แตกต่างกัน ธาตุอาหารในดินบางชนิดจะเป็นประโยชน์ในดินที่มี pH เป็นกรด ในขณะที่ธาตุบางชนิดจะเป็นประโยชน์ในดินที่มี pH เป็นด่าง ช่วงของ pH ที่ทำให้ธาตุอาหารส่วนใหญ่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีค่าอยู่ในช่วง 5.5-7.5 ในบางครั้ง ค่า pH ของดินที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้พืชมีอาการคล้ายกับอาการของโรคหรือการติดเชื้อจากศัตรูพืช หากไม่ได้รับการวินิจฉัยที่เหมาะสม อาจนำไปสู่ความเสียหายของพืชผลทางการเกษตรหรือการสูญเสียเงินทุนโดยไม่มีเหตุจำเป็น ดังนั้น การทราบค่า pH ที่แน่นอนของดินถือเป็นปัจจัยสำคัญในการจัดการธาตุอาหารพืชอย่างเหมาะสม

ค่า pH ของดินสามารถปรับหรือแก้ไขให้อยู่ในระดับที่ต้องการสำหรับการผลิตทางการเกษตรได้ วิธีการที่สามารถใช้ประเมินค่า pH ของดินในพื้นที่เกษตรกรรมแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 วิธีการที่สามารถใช้ประเมินค่า pH ของดินในพื้นที่เกษตรกรรม

วิธีการ	ประหยัด	ใช้เทคโนโลยีต่ำ	มีความแม่นยำสูง	ง่าย	ต้องการการอบรม	ต้องการการดูแลรักษาต่ำ	ใช้เวลาสั้น
เครื่องวัด pH	**	**	***	**	**	*	**
ตารางสี	*	**	**	**	**	*	**
แถบทดสอบ pH	**	**	**	***	***	*	***
น้ำส้มสายชูและเบคกิ้งโซดา	***	***	*	***	***	***	***

ความเหมาะสมในภาคสนาม: (\*) ต่ำ (\*\*) ปานกลาง (\*\*\*) สูง

# วิธีที่ 1: วิธีการใช้เครื่องวัดค่า pH ของดิน

## คำอธิบาย:

วิธีนี้ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบด้วยหัววัดกระเปาะแก้ว (glass electrode) ที่มีความไวต่อไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ ) ซึ่งใช้ในการวัดระดับความเป็นกรด หัววัดกระเปาะแก้วจะประกอบไปด้วยสารละลายเกลือ (โซเดียมที่เป็นต่าง- $Na^+$ ) และเมื่อจุ่มหัววัดกระเปาะแก้วลงในสารละลายดิน จะมีการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างสารละลายในดิน ( $H^+$ ) กับกระเปาะแก้ว ( $Na^+$ ) นอกจากนี้ หัววัดอ้างอิง (reference electrode) ที่สร้างแรงดันไฟฟ้าคงที่ที่มีความจำเป็นเนื่องจากเมื่อจุ่มหัววัดกระเปาะแก้วลงในสารละลายของดิน จะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (แรงดัน) หรือศักย์ไฟฟ้าที่วัดในรูปแบบลิโวลต์มิเตอร์ ปรากฏการณ์เหล่านี้ ช่วยประเมินค่า pH ของดิน

## อุปกรณ์:

- ขวดน้ำขนาด 50-100 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด
- ซ่อนตวง (ซ่อนโต๊ะ/ซ่อนชา)
- เครื่องวัด pH
- สารละลายสำหรับการเปรียบเทียบ (สารละลาย pH 4 และ 7)
- ขวดฉีดยา
- น้ำ (หากเป็นไปได้ ใช้น้ำดีไอไอออนหรือน้ำกลั่นบริสุทธิ์)
- ดินตากแห้ง

## ขั้นตอนวิธีการ:

- ใส่ดินแห้งจำนวน 1 ซ่อนโต๊ะ (ถ้ามีตาชั่ง ให้ชั่งดิน 20 กรัม) ลงในขวดน้ำ
- เติมน้ำ 40 มิลลิลิตร
- ปิดฝาขวด และเขย่าสารละลายดินแรงๆ ประมาณ 1 นาที
- รอประมาณ 20 ถึง 30 นาทีให้สารละลายคงตัว
- เปรียบเทียบเครื่องวัดค่า pH ตามคำแนะนำของผู้ผลิตเสมอ
- สูดท้าย วัดค่า pH ของสารละลายในดินโดยใส่ทั้งหัววัดกระเปาะแก้วและหัววัดอ้างอิงลงในสารละลายดิน ตรวจสอบให้แน่ใจว่าหัววัดกระเปาะแก้วไม่ได้สัมผัสโดยตรงกับดินที่ตกค้างในขวดน้ำ แต่ต้องสัมผัสกับสารละลายเหนือตะกอนดิน
- อ่านค่า pH ของดินบนเครื่องวัด pH

หมายเหตุ ค่า pH ที่วัดโดยใช้น้ำอย่างเดียวนั้น เรียกว่าการวัดกรดแบบพาสซีฟ การวัดนี้จะวัดเฉพาะความเป็นกรดภายในสารละลายของดิน (น้ำในดิน) โดยไม่คำนึงถึงความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนของอนุภาคดิน ซึ่งเป็นการวัดกรดแบบนี้เรียกว่า การวัดกรดแบบแอคทีฟ ทำได้โดยการใส่ปริมาณโพแทสเซียมคลอไรด์ลงในสารละลายของดินหลังจากการใส่ น้ำ ค่า pH ที่ได้นี้จะต่ำกว่าค่าที่วัดโดยใช้น้ำเท่านั้น



## วิธีที่ 2: วิธีการใช้ตารางสี

### คำอธิบาย:

วิธีนี้ใช้ pH อินดิเคเตอร์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด-ด่างของสารละลายและนิยมใช้กันแพร่หลาย สารประกอบนี้จะเปลี่ยนสีเมื่อผสมกับสารละลายที่เป็นกรดหรือด่าง ในการประมาณค่า pH ของดิน สารประกอบ pH อินดิเคเตอร์เหล่านี้จะถูกใส่ลงในสารละลายดิน ซึ่งสีของสารละลายดินจะเปลี่ยนไปอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนในสารละลายนั้น จากนั้น เปรียบเทียบสีที่ได้กับตารางสี โดยตารางสีจะมีช่วงสีที่แสดงมาตราส่วน pH (ตั้งแต่ 0-14) โดยสีจากสารละลายดินที่คล้ายคลึงกับสีของตารางจะบ่งบอกค่า pH ของดินนั้น

### อุปกรณ์:

- ขวดน้ำขนาด 50 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด
- ซ้อนตวง (ซ้อนชา)
- สารเคมีที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด-ด่างของสารละลายดิน
- ตารางสี
- น้ำ (หากเป็นไปได้ ใช้น้ำดีไอไอออนหรือน้ำกลั่นบริสุทธิ์)
- ดินแห้ง

### ขั้นตอนวิธีการ:

- ใส่ดินแห้งจำนวนครึ่งซ้อนชาลงในขวดน้ำขนาด 50 มิลลิลิตร
- หยดสารเคมีที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด - ด่างจำนวน 2-3 หยดลงบนดิน เมื่อสารเคมีผสมกับดินอย่างสมบูรณ์ จะปรากฏสีที่เด่นชัด (อยู่ในช่วงสีฟ้าถึงสีส้ม)
- จับคู่สีกับตารางสี
- คู่สีที่คล้ายกันที่สุดจะเป็นการประมาณค่า pH ของดินนั้น
- เมื่อใช้กระดาษลิตมัส (litmus) แทนตารางสี
  - ใส่ดินแห้งจำนวนครึ่งซ้อนชาลงในขวดน้ำขนาด 50 มิลลิลิตร
  - เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร ลงบนดิน (ระวังอย่าให้ดินเปียกเกินไป)
  - ใช้กระดาษลิตมัสจุ่มลงในสารละลายดิน จนเกิดสี
  - จับคู่สีจากกระดาษลิตมัสกับตารางสี
  - คู่สีที่คล้ายกันที่สุดจะเป็นการประมาณค่า pH ของดินนั้น



## วิธีที่ 3: วิธีการใช้แถบทดสอบค่า pH ดิน

### คำอธิบาย:

วิธีการใช้แถบทดสอบค่า pH ใช้หลักการเดียวกับ pH อินดิเคเตอร์ แต่ใช้แถบทดสอบ (test strip) ที่เป็นกระดาษแทนการใช้สารเคมี โดยการนำดินประมาณ 2-3 ช้อนชา ผสมกับน้ำประมาณ 500 มิลลิลิตร แล้วเขย่าแรงๆ เป็นเวลา 3 ถึง 5 นาที วางสารละลายทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้อนุภาคดินตกตะกอน หลังจากที่ยังสารละลายตกตะกอนแล้ว จุ่มแถบกระดาษทดสอบ (ตัวอินดิเคเตอร์) ลงไปในสารละลาย เมื่อสีของกระดาษจะเปลี่ยนไปตามค่าของ pH ในสารละลาย จับคู่สีที่สอดคล้องกันระหว่างกระดาษทดสอบกับตารางสี เพื่อประมาณค่า pH ของดินนั้น

### อุปกรณ์:

- แถบกระดาษทดสอบ และตารางสี
- ภาชนะใส่ดิน (เช่น ปีกเกอร์ ถ้วยเซรามิก เป็นต้น)
- น้ำ (หากเป็นไปได้ ใช้น้ำดีไอโอนไนซ์หรือน้ำกลั่นบริสุทธิ์)
- ช้อนตวง (ช้อนโต๊ะ)

### ขั้นตอนวิธีการ:

- ใส่ดินแห้งจำนวนสองช้อนชาลงในภาชนะใส่ดิน
- เติมน้ำ 500 มิลลิลิตรลงในภาชนะใส่ดิน
- เขย่าแรงๆ ด้วยมือเป็นเวลา 3 ถึง 5 นาที
- วางสารละลายทิ้งไว้ครู่หนึ่งเพื่อให้อนุภาคดินตกตะกอน
- เมื่อสารละลายตกตะกอนแล้ว ใช้แถบทดสอบจุ่มลงในสารละลาย และสังเกตการเปลี่ยนสีของกระดาษ
- จับคู่สีบนแถบทดสอบและตารางสี โดยคู่สีที่คล้ายกันที่สุดจะเป็นการประมาณค่า pH ของดินนั้น

### ข้อดี:

- วิธีการนี้มีความรวดเร็ว สะดวก และง่าย

### ข้อเสีย:

- เป็นการประเมินค่า pH คร่าวๆ ไม่สามารถให้ค่าที่ชัดเจนได้

**ความเหมาะสม: (สภาพภูมิอากาศ, พืช, ประเภทของดิน)**

- ไม่ระบุ

## วิธีที่ 4: วิธีการใช้น้ำส้มสายชูและเบคกิ้งโซดา

### คำอธิบาย:

วิธีการนี้อิงตามค่า pH ของน้ำส้มสายชูและเบคกิ้งโซดา (vinegar and baking soda) และการทำปฏิกิริยากับวัสดุหรือสารเคมีที่มีค่า pH ต่างกัน น้ำส้มสายชูมีค่าเป็นกรดและเมื่อสัมผัสกับวัสดุที่เป็นด่าง (หรือสารประกอบทางเคมี) ก็จะเกิดเป็นฟอง ส่วนเบคกิ้งโซดามีค่าเป็นด่างและเมื่อสัมผัสกับสารที่เป็นกรด (เคมี) ก็จะเกิดเป็นฟองเช่นเดียวกัน เนื่องจากคุณสมบัติทางเคมีของทั้งน้ำส้มสายชูและเบคกิ้งโซดาดังที่กล่าวข้างต้น สารประกอบเหล่านี้จึงสามารถใช้ในการประมาณค่า pH ของดินในแปลงได้คร่าวๆ หากน้ำส้มสายชูทำปฏิกิริยากับดิน แสดงว่าดินนั้นมีค่า pH เป็นด่างและในทำนองเดียวกัน ถ้าเบคกิ้งโซดาทำปฏิกิริยากับดิน แสดงว่าดินนั้นมีค่า pH เป็นกรด

วิธีการนี้เป็นเพียงการประมาณค่า pH ของดินอย่างรวดเร็ว แต่ไม่ได้ให้ช่วงของค่า pH ของดินหรือค่า pH สัมบูรณ์ของดิน ให้แค่แนวคิดว่าดินนั้นเป็นกรด เป็นด่าง หรือเป็นกลาง (ถ้าไม่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้น) ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีนี้จะต้องได้รับการยืนยันเพิ่มเติมโดยใช้วิธีการที่แม่นยำยิ่งขึ้น

### อุปกรณ์:

- พลั่วมือ
- ภาชนะใส่ดิน (เช่น บีกเกอร์ ถ้วยเซรามิก เป็นต้น)
- น้ำส้มสายชู
- เบคกิ้งโซดา
- น้ำ (หากเป็นไปได้ ใช้น้ำดีไอไอโอนซ์หรือน้ำกลั่นบริสุทธิ์)
- ช้อน ไม้ หรือแท่งแก้วสำหรับคนดินผสมกับน้ำ

### ขั้นตอนวิธีการ

- เก็บเศษซากพืช ใบไม้ รากไม้ ออกจากบริเวณที่ต้องการเก็บดินตรวจสอบ
- ใช้พลั่วมือเก็บดินจากชั้นดินตามความลึกที่ต้องการ
- เก็บเศษซากพืช ใบไม้ รากไม้ ออกจากดินให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- ใส่ดินลงในภาชนะใส่ดิน
- เติมน้ำลงในภาชนะใส่ดินและคนให้เข้ากัน (ระวังอย่าให้ดินเปียกหรือแห้งเกินไป ให้ดินมีความเหนียวพอสมควร)
  - การทดสอบความเป็นกรด (Acidity Test)
    - ใส่เบคกิ้งโซดาประมาณ ½ ถ้วยลงในดินที่เตรียมไว้ แล้วคนเบาๆ ให้เข้ากัน (ประมาณ 1-2 นาที)
    - ถ้าหลังจากคนดินแล้ว ถ้าดินมีเสียงฟู่คล้ายการเกิดฟองหรือเกิดฟอง แสดงว่าดินนั้นเป็นกรด
  - การทดสอบความเป็นด่าง (Alkalinity Test)
    - ใส่น้ำส้มสายชูประมาณ ½ ถ้วยลงในดินที่เตรียมไว้ แล้วคนเบาๆ ให้เข้ากัน (ประมาณ 1-2 นาที)
    - ถ้าหลังจากคนดินแล้ว ถ้าดินมีเสียงฟู่คล้ายการเกิดฟองหรือเกิดฟอง แสดงว่าดินนั้นเป็นด่าง



## ความเค็มของดิน

**ความเค็มของดินคืออะไร และทำไมถึงมีความสำคัญ:**

เกลือที่ละลายน้ำได้ดีกว่ายิปซัม สามารถเคลื่อนย้ายไปยังผิวดินได้โดยการเคลื่อนย้ายแบบแคพพิลารี (capillary transport) จากน้ำใต้ดินที่มีเกลือและต่อมาเกิดการสะสมเกลือในดิน เนื่องจากเกิดการระเหยของน้ำ กระบวนการเกิดความเค็มเกิดขึ้นเมื่อมีการชลประทานโดยไม่ทำการระบายน้ำและการชะล้างเกลือออกจากดิน เกลือยังสามารถสะสมเนื่องจากการบุกรุกของน้ำทะเลหรืออาจเกิดขึ้นตามธรรมชาติ เมื่อความเค็มของดินเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของดินและพืช เกลือที่พบบ่อยที่สุดในดิน คือ โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมที่เป็นประจุบวก กับคลอไรด์และซัลเฟตที่เป็นประจุลบ

วิธีการที่ใช้ในการประเมินความเค็มของดินในสภาพแปลง แสดงในตารางที่ 11

**ตารางที่ 11** วิธีการที่สามารถใช้ประเมินค่าความเค็มของดินในพื้นที่เกษตรกรรม

วิธีการ	ประหยัด	ใช้เทคโนโลยีต่ำ	มีความแม่นยำสูง	ง่าย	ต้องการการอบรม	ต้องการการดูแลรักษาต่ำ	ใช้เวลาสั้น
ค่าการนำไฟฟ้า	**	**	***	**	**	**	***
ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ	**	**	**	**	**	**	*
อัตราส่วน 1:1	**	**	**	**	**	**	***
การพบซัลเฟตและคลอไรด์	***	**	*	**	**	**	**
อาการที่พบ	***	***	*	**	**	***	***

ความเหมาะสมในภาคสนาม: (\*) ต่ำ (\*\*) ปานกลาง (\*\*\*) สูง

## วิธีที่ 1: วิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้า

### คำอธิบาย:

ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity: EC) คือการวัดความสามารถของสารละลายในการนำกระแสไฟฟ้าหรือความเข้มข้นของเกลือที่ละลายน้ำได้ที่อุณหภูมิเฉพาะใดๆ การวัดค่า EC เป็นผลจากการบอนด์ไอออนที่ละลายน้ำ อุณหภูมิ และคุณลักษณะของประจุต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และความเข้มข้นสัมพัทธ์ของประจุเหล่านั้น ค่า EC สามารถวัดได้ในภาคสนามหรือในห้องปฏิบัติการโดยใช้เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า ซึ่งวัดค่าผกผันของความต้านทานไฟฟ้าของสารละลาย ค่าการนำไฟฟ้ามีตั้งแต่น้อยกว่า 0.02 dS/m สำหรับน้ำกลั่น จนถึงมากกว่า 20 dS/m สำหรับน้ำเกลือที่มีความเค็มสูง วิธีการต่อไปนี้เกี่ยวข้องกับการเตรียมตัวอย่างและอ้างอิงถึงวิธีที่ 1 เท่านั้น

### อุปกรณ์:

- เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า
- เซลล์นำไฟฟ้า (Conductivity cell)
- ปีเปต
- เทอโมมิเตอร์
- บีกเกอร์

### ขั้นตอนวิธีการ:

ขั้นตอนแรก จะเป็นการสอบเทียบเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า

- ปรับเทียบเครื่องวัดค่า pH ตามคำแนะนำของผู้ผลิตเสมอ
- ล้างเซลล์นำไฟฟ้าด้วยน้ำ (หรือน้ำดีไอไอโคโนซ์หรือน้ำกลั่นบริสุทธิ์) และซับให้แห้ง
- ล้างเซลล์การนำไฟฟ้าให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นสองสามครั้ง
- ใส่สารละลายตัวอย่างประมาณ 75 มิลลิลิตรลงในบีกเกอร์แก้วขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นใส่เซลล์นำไฟฟ้าที่ทำความสะอาดและแห้งลงในบีกเกอร์แก้ว
- อ่านและบันทึกค่า EC ของสารละลาย
- อุณหภูมิการวัดควรอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส และผลลัพธ์จะแสดงเป็นหน่วย dS/m หากทำการวัดที่อุณหภูมิอื่นควรมีการปรับแก้ไขค่า
- ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องวัด EC โดยใช้สารละลาย 0.01 M KCl และค่าที่วัดได้ ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ควรอยู่ที่ 1.413 dS/m
- ค่าที่อ่านได้จะถูกบันทึกเป็น mmhos/cm หรือ dS/m



## วิธีที่ 2: วิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้าโดยใช้ดินที่อิมตัวด้วยน้ำ

### คำอธิบาย:

วิธีนี้ใช้สารละลายที่สกัดจากดินที่อิมตัวเพื่อตรวจวัดความเค็มของดิน นอกจากนี้ วิธีการนี้ยังสามารถหาประจุบวกและประจุลบที่ละลายน้ำได้และประมาณค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญอื่นๆ เช่น อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio: SAR) ซึ่งใช้ประเมินเปอร์เซ็นต์ความจุในการแลกเปลี่ยนโซเดียม (Exchangeable Sodium Percentage: ESP) วิธีนี้เป็นวิธีที่มักใช้เป็นประจำในกรณีที่สงสัยว่าดินมีความเค็ม ประจุบวกที่วิเคราะห์ในสารละลายที่สกัดจากดินที่อิมตัว ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โพแทสเซียม (K) และ โซเดียม (Na) ในขณะที่ประจุลบ คือ ซัลเฟต ( $\text{SO}_4$ ) คาร์บอเนต ( $\text{CO}_3$ ) ไบคาร์บอเนต ( $\text{HCO}_3$ ) และ คลอไรด์ (Cl)

### อุปกรณ์:

- ถ้วยเซรามิก
- ไม้พายหรือช้อนผสม
- ระบบกรองสุญญากาศ
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- น้ำ (หากเป็นไปได้ เป็นน้ำดีไอโอไนซ์)
- กระดาษกรอง
- ขวดขนาดเล็กสำหรับเก็บสารละลายจากการกรอง
- เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า

### ขั้นตอนวิธีการ:

- ชั่งดินแห้งหนัก 200-300 กรัม (< 2-mm) ลงในถ้วยเซรามิก
- ค่อยๆ เติมน้ำลงไป และผสมจนดินชื้นเหนียว ไม่มีน้ำเกาะบนพื้นผิวดิน
- ปล่อยให้ส่วนผสมดินทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และสามารถเติมน้ำเพิ่มหากจำเป็นเพื่อให้ได้เนื้อดินที่เหนียวขึ้น
- ปล่อยให้ส่วนผสมดินทิ้งไว้เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (สูงสุด 16 ชั่วโมง) แล้วกรองด้วยระบบกรองสุญญากาศโดยใช้กรวยกรองบุชเนอร์ (Buchner) พร้อมกระดาษกรอง
- เก็บสารละลายจากการกรองลงในขวด และเก็บไว้สำหรับการวัดค่าการนำไฟฟ้าในภายหลัง (ดูวิธีการที่ 1)

### ข้อดี:

- วิธีการวัดค่า EC แบบนี้เป็นวิธีที่มีความแม่นยำ

### ข้อเสีย:

- ผลลัพธ์อาจแตกต่างกันไปตามเนื้อดินและปริมาณน้ำตั้งต้นในดิน
- ต้องใช้ความเชี่ยวชาญด้านเทคนิค เนื่องจากแต่ละตัวอย่างต้องการน้ำในปริมาณที่ต่างกัน
- ต้องใช้วัสดุหลายอย่างเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง
- วิธีการนี้มีราคาแพง
- ดูข้อเสียในวิธีที่ 1

## วิธีที่ 3: วิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้าโดยใช้วิธีอัตราส่วน 1:1

### คำอธิบาย:

วิธีอัตราส่วน 1:1 เป็นวิธีการที่ง่ายในการวัดความเค็มของดิน โดยใช้วัสดุที่น้อยที่สุด รวดเร็ว และราคาไม่แพง และยังให้แนวคิดที่ดีเกี่ยวกับความเค็มในพื้นที่ภาคสนามได้ จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้าเช่นเดียวกับวิธีการสองวิธีในการวัดความเค็มของดินในข้างต้น

### อุปกรณ์:

- ตัวอย่างดิน
- ภาชนะผสม เช่น ถ้วยเซรามิก
- น้ำ (หากเป็นไปได้ ใช้น้ำดีไอไอออนหรือน้ำกลั่นบริสุทธิ์)
- เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า

### ขั้นตอนวิธีการ:

- ชั่งดินแห้งและผสมน้ำในสัดส่วนเท่ากันลงในภาชนะผสม เช่น ดินหนัก 10 กรัม ใช้น้ำ 10 กรัม
- เมื่อผสมดินกับน้ำแล้ว ปล่อยให้ส่วนผสมดินทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที
- หลังจากปล่อยให้ส่วนผสมดินทิ้งไว้เป็นเวลามากกว่า 30 นาที ให้ทำการวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (ดูวิธีวัดในวิธีการที่ 1)

### ข้อดี:

- วิธีนี้ทำได้ง่ายและรวดเร็ว ไม่ต้องการความรู้ด้านเทคนิคมากนัก
- วิธีนี้มีราคาถูก ดังนั้น สามารถใช้ตรวจสอบวัดตัวอย่างจำนวนมากๆ เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างพื้นที่ในแปลงเดียวกัน

### ข้อเสีย:

- แม้ว่าวิธีนี้จะถูก รวดเร็ว และง่าย แต่วิธีนี้ต้องใช้อุปกรณ์ที่อาจไม่สามารถหาได้ในท้องถิ่นและมีราคาค่อนข้างสูง
- ค่อนข้างแม่นยำ แต่อาจแม่นยำน้อยกว่าวิธีอื่นๆ (ดังอธิบายไว้ข้างต้น)
- ดูข้อเสียในวิธีที่ 1



## วิธีที่ 4: วิธีการตรวจหาซัลเฟตและคลอไรด์

### คำอธิบาย:

เกลือที่ละลายน้ำได้หลายชนิดที่ส่งผลให้ดินเกิดความเค็ม คือ ซัลเฟต (เช่น เฮนาร์ไดต์ ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) หรือ มิราบีไลต์ ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )) หรือคลอไรด์ (ในรูปของเฮไลต์ ( $\text{NaCl}$ ) หรือ ซิลไวท์ ( $\text{KCl}$ )) การปรากฏของซัลเฟต ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) หรือคลอไรด์ ( $\text{Cl}^-$ ) ในสารละลายสามารถตรวจพบได้ง่ายในภาคสนามด้วยรีเอเจนต์เฉพาะสองชนิดที่มีแบเรียมหรือซิลเวอร์ไอออนเป็นองค์ประกอบ เพื่อให้ตกตะกอนเป็นแบเรียมซัลเฟต ( $\text{BaSO}_4$ ) หรือซิลเวอร์คลอไรด์ ( $\text{AgCl}$ ) ตามลำดับ วิธีการตรวจหาซัลเฟตยังมีประโยชน์ในการพิจารณาการมีอยู่ของยิปซัม ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ซึ่งไม่ถือว่าเป็นเกลือที่ละลายน้ำได้ (ความสามารถในการละลายของยิปซัมประมาณ 2.3 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร)

### อุปกรณ์:

- หลอดทดลอง 2 หลอด (เช่น แก้วหรือพลาสติกใส)
- กรวยขนาดเล็ก
- กระดาษกรอง
- สารละลายแบเรียมคลอไรด์ ( $\text{BaCl}_2$ ) 10% (เพื่อตรวจหาซัลเฟต)
- สารละลายซิลเวอร์ไนเตรต ( $\text{AgNO}_3$ ) 5% (เพื่อตรวจหาคลอไรด์)
- มีดหรือไม้พายขนาดเล็ก
- น้ำ

### ขั้นตอนวิธีการ:

- ใช้ปลายไม้พายตักดินปริมาณเล็กน้อยใส่ลงในหลอดทดลองที่หนึ่ง
- เติมน้ำลงไปให้ดินให้สัดส่วนดิน/น้ำมีค่าประมาณ 1/10
- ปิดหลอดทดลองด้วยนิ้วหัวแม่มือและเขย่าแรง ๆ สักครู่
- วางกรวยไว้ในหลอดทดลองที่สอง ปิดด้วยกระดาษกรอง
- แล้วเทส่วนผสมของดินกับน้ำที่ต้องการจะกรองลงไป
- รอจนกว่าสารละลายจากการกรองมีความสูงประมาณ 1 เซนติเมตร
- ใส่แบเรียมคลอไรด์ (เพื่อตรวจหาซัลเฟต) หรือซิลเวอร์ไนเตรต (เพื่อตรวจหาคลอไรด์) 1 หยดลงในสารละลายที่กรอง
- ถ้าตะกอนมีสีขุ่น แสดงว่ามีซัลเฟตหรือคลอไรด์ในสารละลายดินนั้น

### ข้อดี:

- วิธีนี้ทำได้ง่ายและรวดเร็วในภาคสนาม สามารถใช้กับดิน เกลือ การสะสมของเกลือ หรือแม้แต่ น้ำโดยตรง (น้ำบาดาล น้ำชลประทาน)

### ข้อเสีย:

- เป็นการทดสอบเชิงคุณภาพที่ไม่สามารถวัดปริมาณเกลือในดินที่แน่นอนได้ จำเป็นต้องมีการตรวจวัดในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม

## วิธีที่ 5: วิธีการดูอาการที่มองเห็นในภาคสนาม

### คำอธิบาย:

ดินเค็มจะมีเกลือที่ละลายน้ำได้ในสัดส่วนที่สูงมากทั้งในสารละลายดินและบนอนุภาคดินเหนียว และพืชส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตในดินเค็ม หรือการเจริญเติบโตของพวกพืชเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากซึ่งสามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่าว่าดินนั้นได้รับผลกระทบจากเกลือหรือไม่ วิธีนี้ใช้อาการทางสายตาเป็นตัวบ่งชี้ความเค็มของดิน

สิ่งบ่งชี้ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความเค็มของดิน รวมถึงประเด็นต่อไปนี้:

- การเจริญเติบโตของพืชเห็นเป็นหย่อมๆ หรือพืชที่ปลูกบริเวณนั้นตายเป็นหย่อมๆ
- บนผิวดินมักพบคราบเกลือสีขาวปรากฏอยู่บนผิวดินเป็นหย่อมๆ
- ดินแห้งฟุ้งกระจาย เมื่อดินแตกสลายเมื่อเปียกน้ำจะพองตัว
- บริเวณพื้นที่ดินเค็มจะมีพืชที่สามารถทนเค็มได้ดีขึ้นอยู่
- พบสีเทาอ่อนหรือสีขาวบนผิวดิน
- ในบางพื้นที่ พืชอาจใช้เวลาานกว่าปกติในการเจริญเติบโต

นักส่งเสริมและผู้ฝึกอบรมควรแสดงตัวอย่างความเค็มของดินในระดับท้องถิ่นด้วยชนิดของพืชที่ทนเค็มและดินเค็มจะแตกต่างกันไปตามภูมิภาค ภูมิอากาศ ฯลฯ

### ข้อดี:

- การดูลักษณะพื้นที่ด้วยสายตาอาจเป็นวิธีที่ดีในการพิจารณาว่าพื้นที่นั้นมีปัญหาดินเค็มหรือไม่ โดยเฉพาะในกรณีที่ไม่ม่เครื่องมือหรือห้องปฏิบัติการในพื้นที่ที่ช่วยวิเคราะห์ความเค็มของดินได้
- ไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุใดๆ
- วิธีนี้ค่อนข้างถูก

### ข้อเสีย:

- วิธีนี้ต้องใช้ความเชี่ยวชาญทางเทคนิคและประสบการณ์ด้านความเค็มของดิน
- อาการที่เห็นได้ทางสายตาอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของดินและสภาพอากาศ
- ในพื้นที่เพาะปลูก อาจไม่มีตัวบ่งชี้ถึงความเค็มของดิน
- เมื่อสามารถมองเห็นอาการด้วยตาเปล่าได้ อาจสายเกินไปเพราะดินอาจจะมีเค็มอยู่ในระดับสูงแล้ว
- วิธีการนี้มีความแม่นยำไม่มากนัก



# สมบัติทางชีวภาพของดิน

## กิจกรรมทางชีวภาพ

กิจกรรมทางชีวภาพคืออะไร และทำไมถึงมีความสำคัญ:

กิจกรรมทางชีวภาพของดินเป็นพารามิเตอร์ของดินที่สามารถใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงการทำงานของดินที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพหรือสุขภาพดิน โดยองค์ประกอบทางชีวภาพของดินเป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการกำหนดสุขภาพของดิน เนื่องจากประกอบด้วยส่วนประกอบที่มีชีวิต นั่นคือ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก/ขนาดใหญ่ในดิน กิจกรรมทางชีวภาพของดินจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินหรือตรวจวัดสุขภาพของดิน ความสำคัญของกิจกรรมทางชีวภาพเกิดขึ้นจากข้อเท็จจริงที่ว่าจุลินทรีย์ในดินมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการหมุนเวียนธาตุอาหารของพืชและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารสำหรับพืชผ่านการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุในดิน

เมื่อรวมองค์ประกอบหลายอย่างเข้าด้วยกัน กิจกรรมทางชีวภาพของดินสามารถวัดหรือประเมินจากสมบัติที่ต่างกันของดิน รวมถึงความหลากหลายและความอุดมสมบูรณ์ของจุลินทรีย์ อัตราการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินและการเกิดคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ในกระบวนการทั้งหลายเหล่านี้ สันนิษฐานว่ายิ่งสิ่งมีชีวิตมีความหลากหลายและอุดมสมบูรณ์มากขึ้นและอัตราการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินเกิดเร็วขึ้นเท่าใดคุณภาพของดินก็จะยิ่งสูงขึ้น

วิธีการที่เสนอในการประเมินกิจกรรมทางชีวภาพของดินในพื้นที่ แสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 วิธีการที่สามารถใช้ประเมินกิจกรรมทางชีวภาพของดินในพื้นที่เกษตรกรรม

วิธีการ	ประหยัด	ใช้เทคโนโลยีต่ำ	มีความแม่นยำสูง	ง่าย	ต้องการอบรม	ต้องการดูแลรักษาต่ำ	ใช้เวลาน้อย
การนับจำนวนไส้เดือน	***	***	**	***	**	***	**
วิธีถุงชา	***	***	**	**	**	***	**
แอคทีฟคาร์บอน	*	**	**	***	***	***	**
วิธีโซดาไลม์	*	*	***	*	*	*	**

ความเหมาะสมในภาคสนาม: (\*) ต่ำ (\*\*) ปานกลาง (\*\*\*) สูง

## วิธีที่ 1: วิธีการนับความหนาแน่นไส้เดือนดิน

### คำอธิบาย:

การประเมินความหนาแน่นของไส้เดือนเป็นวิธีประเมินกิจกรรมทางชีวภาพของดิน ซึ่งประกอบด้วยการนับจำนวนไส้เดือนต่อหน่วยพื้นที่ในแปลง สมมติฐานของวิธีนี้คือ ยิ่งไส้เดือนมีจำนวนมาก คุณภาพของดินก็จะยิ่งดีขึ้น โดยสมมติฐานนี้อิงกับบทบาทหน้าที่ที่ไส้เดือนมีต่อดิน เช่น ช่วยเร่งกระบวนการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ ปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพของดินและการหมุนเวียนธาตุอาหารในดิน นอกจากจำนวนแล้ว การระบุชนิดของไส้เดือนยังเป็นข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับบทบาททางนิเวศวิทยาของไส้เดือน

### อุปกรณ์:

- สายวัด
- ป้ายสัญลักษณ์ (แท่ง ลวด หรือโครงไม้)
- น้ำประปา (ปริมาณจะขึ้นอยู่กับพื้นที่เก็บตัวอย่าง)
- จอบหรือเกรียงมือหรือพลั่ว
- แผ่นหรือถาดพลาสติกขนาดใหญ่
- ภาชนะพลาสติกมีฝาปิดสำหรับนับจำนวนตัวไส้เดือน
- แหนบ/คีม ฉลาก ปากกาเคมี
- สารละลายมัสตาร์ด โดยใช้ผงมัสตาร์ดละลายในน้ำ จำนวน 2 ช้อนโต๊ะต่อน้ำสองลิตร
- กล้องเย้นและแพ็คน้ำแข็ง

### ขั้นตอนวิธีการ:

- กำหนดพื้นที่สุ่มตัวอย่างในแปลง แล้วทำความสะอาดพื้นที่ด้วยการเก็บเศษซากพืชออกจากพื้นผิว หากมีชั้นทับถมของเศษซากพืช ให้ย้ายชั้นทับถมนี้ลงในถาดแล้วตัดแยกไส้เดือนด้วยมือ
- ใช้สายวัดกำหนดขนาดของพื้นที่สุ่มตัวอย่าง เช่น 1 ตารางเมตร และขุดลงไปพื้นที่ 20 – 30 เซนติเมตร ความลึกนี้เทียบเท่ากับความลึกของรากพืชส่วนใหญ่
- วางดินที่ขุดไว้บนแผ่นพลาสติก คัดแยกดินด้วยตนเอง นำไส้เดือนออกทั้งหมดแล้วใส่ลงในภาชนะที่มีฉลากกำกับไว้ ถ้าเป็นไปได้ ให้แยกความแตกต่างของไส้เดือนตามประเภท และใส่ลงในภาชนะเก็บและติดฉลาก
- (ขั้นตอนทางเลือก) ปรับระดับกันหลุมให้สม่ำเสมอ แล้วค่อยๆ เทสารละลายมัสตาร์ดลงในหลุมดิน ไส้เดือนที่อยู่ในระดับลึกควรปรากฏขึ้นหลังจากเติมสารละลายไปสักกระยะหนึ่ง จากนั้นเก็บรวบรวมไส้เดือนลงในภาชนะ เก็บภาชนะให้ห่างจากแสงแดดและในที่เย็น (ในกล่องเย้น)
- จากนั้น นับและบันทึกจำนวนไส้เดือนทั้งหมดที่รวบรวมได้ จำนวนไส้เดือนจะถูกบันทึกต่อหน่วยพื้นที่เก็บ (เช่น จำนวนไส้เดือน/พื้นที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งปกติแล้วจะเป็นตารางเมตร)



## วิธีที่ 2: วิธีการย่อยสลายเศษซากพืช (ในถุงชา)

### คำอธิบาย:

กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเป็นการหมุนเวียนของคาร์บอนและธาตุอาหารในระบบนิเวศบนบกโดยส่วนใหญ่ รวมถึงระบบนิเวศในพื้นที่เกษตรกรรมและ/หรือระบบนิเวศทุ่งหญ้า โดยการประมาณอัตราการสูญเสียมวลชีวภาพผ่านการย่อยสลายและการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่จับกับอินทรีย์วัตถุในดินเป็นปัจจัยสำคัญของการประเมินการทำงานของระบบนิเวศ การย่อยสลายตัวของเศษซากพืชเป็นกระบวนการทางชีววิทยาในดินที่สำคัญซึ่งกำหนดการสะสมของคาร์บอนและธาตุอาหาร ตลอดจนอัตราและระยะเวลาของการปลดปล่อยธาตุอาหารในรูปแบบที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและสิ่งมีชีวิตในดิน ระยะเวลาและการปลดปล่อยธาตุอาหารมีความสำคัญในแง่ความสอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบที่มีการจัดการแบบอินทรีย์ หรือภายใต้ระบบของเกษตรกรายย่อยที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณน้อย การย่อยสลายของเศษซากพืชกับการหมุนเวียนของธาตุอาหารถูกควบคุมโดยปัจจัยต่าง ๆ รวมถึงธรรมชาติของวัสดุอินทรีย์ สมบัติของดิน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรด และจำนวนจุลินทรีย์ เป็นต้น อัตราที่วัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายและธาตุอาหารที่หมุนเวียนอยู่ในดินเป็นปัจจัยสำคัญในการประเมินการทำงานของระบบนิเวศหรือความมีประสิทธิภาพของแนวทางการจัดการดิน (เช่น การเปรียบเทียบเกษตรกรรมเชิงอนุรักษ์กับการเกษตรแบบสมัยใหม่ เป็นต้น)

มีหลายวิธีที่สามารถใช้เพื่อตรวจวัดการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ วิธีถุงชาเป็นหนึ่งในวิธีการเหล่านี้ เป็นวิธีที่ง่ายและสามารถทำได้โดยเกษตรกรในพื้นที่โดยไม่ต้องพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิค วิธีการนี้ประกอบด้วยการวัดการสูญเสียมวลของวัสดุอินทรีย์ วัสดุอินทรีย์ที่ทราบน้ำหนัก (ถุงชา) จะถูกฝังอยู่ในแปลงทดลองในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นเก็บถุงชามาเพื่อตรวจวัดเปอร์เซ็นต์ของมวลที่สูญเสียไปในระหว่างการฝังในแปลง

### อุปกรณ์:

- ถุงชา
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- ถุงเก็บหรือถุงใส่ถุงชาที่เก็บจากภาคสนาม
- หมุดสำหรับติดแท็กตำแหน่งฝังถุงชาในระหว่างการทดลอง เพื่อความสะดวกในช่วงที่เก็บถุงชากลับมาตรวจวัด

### ขั้นตอนวิธีการ:

- ตากถุงชาให้แห้งประมาณ 7 วันก่อนนำไปใช้ในการทดลอง
- หลังจากถุงชาแห้ง ชั่งน้ำหนักของถุงชาแต่ละถุง (น้ำหนักนี้จะเป็นน้ำหนักเริ่มต้นก่อนการสลายตัว)
- จากนั้น นำถุงชาไปบ่มโดยการฝังในแปลงทดลองโดยปฏิบัติตามหลักการสุ่มตัวอย่าง ระบุอย่างน้อย 4 จุดต่อแปลง
- ฝังถุงชาลงในดินให้ลึกประมาณ 7 ซม. ใต้ผิวดิน หลังจากใส่ถุงชาลงในดินแล้ว ให้ปักหมุดไว้ใกล้กับถุงชาที่ฝังไว้เพื่อทำเครื่องหมายตำแหน่งที่บ่มถุงชา ระบุตัวรับทดลอง/วิธีการแต่ละจุดและติดฉลากให้ชัดเจน
- ปลอมถุงชาทิ้งไว้ในแปลงทดลองเป็นเวลา เดือน 3
- หลังจาก เดือน นำถุงชาออกจากแปลง 3ทดลอง ให้กำจัดวัสดุอินทรีย์และดินที่ติดอยู่กับถุงชาออก
- หลังจากนั้น ฝังถุงชาทิ้งไว้เป็นเวลา วัน แล้วจึง 7ชั่งน้ำหนัก (น้ำหนักนี้จะเป็นน้ำหนักสุดท้าย)

จากนั้น ทำการคำนวณเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของมวลชีวภาพที่หายไป (percentage of mass loss) ในช่วงที่บ่มในแปลงทดลอง

**การคำนวณ:** 
$$\text{Percentage of mass loss} = \left( \frac{W_i - W_f}{W_i} \right) * 100$$

**โดยที่:**

$W_i$  = น้ำหนักถ่วงขาเริ่มต้น (กรัม)

$W_f$  = น้ำหนักถ่วงขาสุดท้าย (กรัม)

**ข้อดี:**

- วิธีนี้ง่ายและสะดวก
- ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านเทคนิคพิเศษ

**ข้อเสีย:**

- วิธีการนี้อาจประเมินอัตราการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุในอัตราที่ต่ำเกินไป เนื่องจากสิ่งมีชีวิตในดินบางส่วนไม่ได้อยู่ในถ่วงขา
- วิธีการนี้ทำให้สภาพแวดล้อม ณ จุดบ่มถ่วงขาเปลี่ยนไป ดังนั้น จึงอาจจะชะลอหรือเร่งกระบวนการย่อยสลายตัวของอินทรีย์วัตถุได้
- วิธีการนี้ไม่อนุญาตให้ศึกษาอิทธิพลของเนื้อดินหรือโครงสร้างของดินในการย่อยสลาย เนื่องจากอินทรีย์วัตถุถูกแยกออกจากสภาพแวดล้อมของดิน

**ความเหมาะสม: (สภาพภูมิอากาศ, พืช, ประเภทของดิน)**

- ภายใต้สภาพที่ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูง วิธีการนี้อาจประเมินอัตราการย่อยสลายสูงมากเกินไป
- ภายใต้สภาพอากาศชื้น อินทรีย์คาร์บอนในดินโดยรอบอาจเข้าไปในถ่วงขา และอาจทำให้การประเมินกระบวนการย่อยสลายต่ำเกินไป และนำไปสู่การสันนิษฐานว่ามวลถ่วงขาหายไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

### วิธีที่ 3: วิธีการวัดแอกทีฟคาร์บอน

#### คำอธิบาย:

แอกทีฟคาร์บอนเป็นส่วนของอินทรีย์วัตถุในดินที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายโดยสิ่งมีชีวิตในดิน และเป็นตัวที่ชี้ให้เห็นถึงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่พร้อมใช้เป็นพลังงานสำหรับจุลินทรีย์ในดินและเป็นธาตุอาหารสำหรับพืชพืช สัดส่วนของคาร์บอนนี้สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้กิจกรรมทางชีวภาพของดินและสุขภาพของดินได้ วิธีการนี้อิงความสามารถของคาร์บอนที่สามารถออกซิไดซ์ได้ง่าย และจากนั้นสังเกตการเปลี่ยนสีของตัวออกซิไดซ์ ดินที่ผสมกับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ( $\text{KMnO}_4$ ) ซึ่งเป็นสารออกซิไดซ์ (ซึ่งมีสีม่วงเข้ม) และเมื่อกระบวนการออกซิเดชันเกิดขึ้น สีม่วงของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตจะจางลง ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจน รวมถึงสามารถใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำและสามารถระบุปริมาณที่แน่นอนของแอกทีฟคาร์บอนที่มีอยู่ได้ แต่อย่างไรก็ตาม สำหรับการประเมินภาคสนามอย่างง่าย การทดสอบด้วยการเปลี่ยนสีอาจเพียงพอหากไม่มีเครื่องเทียบสีแบบพกพา

แอกทีฟคาร์บอนในดินสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้กิจกรรมทางชีวภาพของดิน และสามารถใช้ในการตอบสนองต่อแนวทางการจัดการดิน ซึ่งการจัดการบางชนิดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับตัวบ่งชี้กิจกรรมทางชีวภาพของดิน เช่น การหายใจของดิน ชีวมวลของจุลินทรีย์ในดิน และไนโตรเจนที่สามารถปลดปล่อยได้ แอกทีฟคาร์บอนในดินตอบสนองอย่างรวดเร็วต่อแนวทางการจัดการดิน ซึ่งแตกต่างจากอินทรีย์วัตถุในดินหรืออินทรีย์คาร์บอนในดินทั้งหมด ทำให้แอกทีฟคาร์บอนเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของแนวทางการจัดการดินที่ดีที่สุด

#### อุปกรณ์:

- โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.02 โมลาร์ ( $0.02\text{M KMnO}_4$ )
- หลอดเซนตริฟิวจ์ หลอดทดลองชนิดหมุนเหวี่ยง พร้อมฝาปิด (~50-100ml)
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- ซ้อนชา
- พลาสติกสีดำ (ถุงพลาสติกทิ้งขยะ) หรือภาชนะสีดำ
- ตัวจับเวลา
- เครื่องเทียบสีแบบพกพา (ถ้ามี)
- แคลเซียมคลอไรด์ 0.1 โมลาร์ ( $0.1\text{M CaCl}_2$ ) (เป็นทางเลือก)

#### ขั้นตอนวิธีการ:

- เก็บตัวอย่างดิน ประมาณ 50 กรัมต่อจุดสุ่มตัวอย่าง
- เกลี่ยดินบนถุงหรือภาชนะพลาสติกสีดำ แล้วปล่อยให้ดินตากแดดให้แห้งประมาณ 15 นาที
- บดดินด้วยมือเพื่อให้ได้ขนาดอนุภาคที่สม่ำเสมอ (หรือสามารถใช้ตะแกรงร่อนดินได้ หากมี)
- จากนั้นชั่งดินจำนวน 5 กรัมแล้วใส่ลงในหลอดเซนตริฟิวจ์
- เติมน้ำ  $\text{KMnO}_4$  ประมาณ 35 มิลลิลิตร ลงในหลอดเซนตริฟิวจ์ และเขย่าสารละลายประมาณ 2 นาที
- ปล่อยให้สารละลายให้คงตัวประมาณ 5 นาที
- จากนั้น รอให้สารละลายดินเปลี่ยนสี โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตมีสีม่วงสีน้ำเงินเข้ม หากสีม่วงของสารละลายในหลอดจางลงหลังจากผสมดินกับ  $\text{KMnO}_4$  แล้ว แสดงว่าอินทรีย์คาร์บอนที่อยู่ในดินถูกออกซิไดซ์ ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างจำนวน 2 ตัวอย่างจากพื้นที่ที่มีการจัดการที่แตกต่างกัน ดินที่มีสีม่วงจางที่สุดมีความเข้มข้นของคาร์บอนสูงที่สุด

- หากต้องการหาค่าของการเปลี่ยนสีของสารละลายเพิ่มเติม สามารถใช้เครื่องเทียบสีแบบพกพาได้ โดยการใช้ปิเปตดูดสารละลายจากหลอดเซนตริฟิวจ์ 10 มิลลิลิตร และอ่านค่าการดูดกลืนแสงสีที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตรโดยใช้เครื่องเทียบสีแบบพกพา และเพื่อให้อนุภาคดินตกตะกอนได้เร็วขึ้นและไม่รบกวนการอ่านค่าสี ให้เติมสารละลาย 0.1 โมลาร์แคลเซียมคลอไรด์ลงในสารละลายดิน

**ข้อดี:**

- วิธีการที่ง่ายหากได้รับการฝึกอบรมและมีอุปกรณ์พร้อม
- วิธีการนี้ค่อนข้างถูกและใช้ได้ในระดับภาคสนาม

**ข้อเสีย:**

- หากไม่มีเครื่องเทียบสีแบบพกพา วิธีการนี้ไม่สามารถวัดอินทรีย์คาร์บอนเชิงปริมาณได้ แต่เป็นเพียงการบ่งชี้ถึงอินทรีย์คาร์บอนที่มีอยู่
- ประสิทธิภาพของวิธีการขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแอกทีฟคาร์บอนในดิน สำหรับดินที่มีความเข้มข้นของคาร์บอนทั้งหมดในปริมาณที่สูง วิธีนี้อาจประเมินปริมาณของแอกทีฟคาร์บอนในดินต่ำเกินไป

**ความเหมาะสม: (สภาพภูมิอากาศ, พืช, ประเภทของดิน)**

- ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง เช่น ดินพรู (ฮิสโตซอล) หรือมอลลิซอล วิธีการนี้อาจส่งผลให้ค่าประมาณ อินทรีย์คาร์บอนต่ำเกินไป ทั้งนี้ เนื่องจากความเข้มข้นและปริมาณของ  $\text{KMnO}_4$  ที่ใส่ลงไปดินอาจไม่เพียงพอที่จะทำให้กระบวนการออกซิเดชันเกิดขึ้นสมบูรณ์ สำหรับดินดังกล่าว จำเป็นต้องกำหนดความเข้มข้นที่แน่นอนของ  $\text{KMnO}_4$  นอกจากนั้น หากมีเครื่องเทียบสีแบบพกพา ความเข้มข้นของคาร์บอนที่สูงในตัวอย่างอาจรบกวนการตรวจวัดค่าที่แน่นอนของแอกทีฟคาร์บอนในดิน

**บันทึก:**

Making a 0.02M solution of  $\text{KMnO}_4$

Molar mass of  $\text{KMnO}_4 = 39 (\text{K}) + 55 (\text{Mn}) + 16 \times 4 (\text{O}) = 158 \text{g/mol}$  So 0.02

M  $\text{KMnO}_4 = 0.02 \text{ mol/L} * 158 \text{ g/mol} = 3.16 \text{g/L}$   $\text{KMnO}_4$

Thus, to make a 0.02M  $\text{KMnO}_4$ , dissolve 3.16g of  $\text{KMnO}_4$  in 1L of deionized water

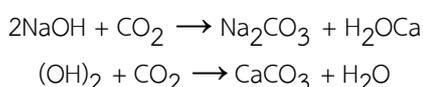
## วิธีที่ 4: วิธีการวัดการหายใจของดิน-วิธีโซดาไลม์

### คำอธิบาย:

การหายใจของดินเป็นกระบวนการที่ดินปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งคาร์บอนไดออกไซด์นี้เป็นผลมาจากการหายใจของรากพืชและการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินโดยจุลินทรีย์ ชนิดของดิน รวมถึงจากการละลายของคาร์บอนเนตในดิน การหายใจของดินเป็นกระบวนการหนึ่งของดินที่ใช้ในการวัดกิจกรรมทางชีวภาพของดิน เป็นตัวบ่งชี้ที่มีประโยชน์ที่สามารถใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของการจัดการดิน แนวคิดนี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าแนวทางการจัดการที่ดีที่สุด ส่งผลให้มีการสะสมอินทรีย์วัตถุในดินและจำนวนจุลินทรีย์ที่หลากหลาย ดินที่มีคุณสมบัติเหล่านี้ จะส่งผลให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณมาก ซึ่งเผยให้เห็นกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน

วิธีที่ใช้ในการประมาณการการหายใจของดินมีหลายวิธี บางวิธีดำเนินการภายในห้องปฏิบัติการ ในขณะที่วิธีอื่นๆ ใช้ในภาคสนาม โซดาไลม์ (เป็นส่วนผสมของแคลเซียมออกไซด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์) ใช้ในการวัดการหายใจของดินในแปลงเพาะปลูก วิธีการนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของโซดาไลม์ในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งส่งผลให้โซดาไลม์มีมวลเพิ่มขึ้น เนื่องจากการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ มวลที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นผลมาจากการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งถูกนับว่าเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากดิน

โซดาไลม์ที่รู้ปริมาณแน่นอนมากจะถูกใส่ในท่อระบบปิด (close chambers) และวางไว้ในแปลงทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้น โซดาไลม์จะถูกเก็บและชั่งน้ำหนักใหม่เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก ความแตกต่างระหว่างน้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักสุดท้ายของโซดาไลม์บ่งบอกถึงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาจากดิน ต่อไปนี้เป็นปฏิกิริยาเคมีของกระบวนการ:



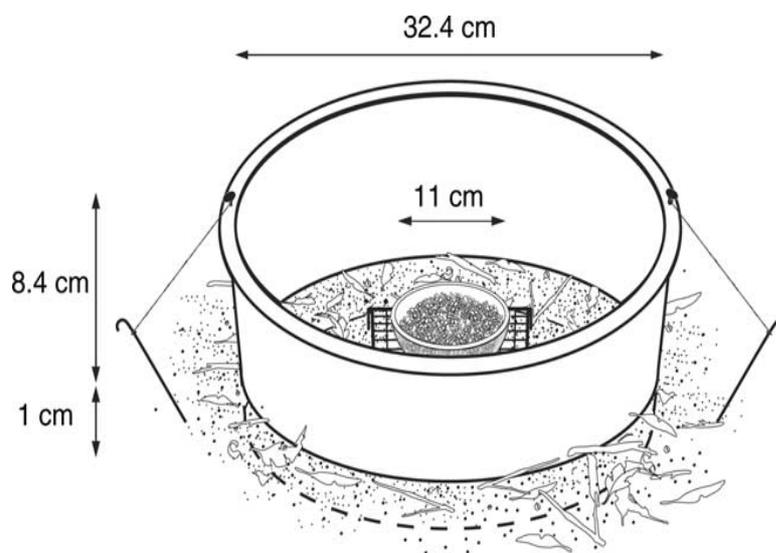
### อุปกรณ์:

- โซดาไลม์ (เป็นส่วนผสมของแคลเซียมออกไซด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์)
- ท่อ (โลหะรูปทรงกระบอกที่สามารถใส่ลงไปในดินหรือถังที่ใช้บรรจุน้ำภายในครีวเรือน) สีขาวหรือสีเงินตามต้องการ
- อะลูมิเนียมฟอยล์
- เครื่องชั่งน้ำหนัก (ที่แสดงผลเป็นทศนิยมอย่างน้อยสองตำแหน่ง)
- เตาดอบ
- ถ้วยเซรามิก
- เครื่องวัดความชื้น (ถ้ามี)
- กระบอกสเปรย์น้ำ
- น้ำ
- ที่พันสายไฟ

## ขั้นตอนวิธีการ

- การประกอบและติดตั้งท่อภาคสนาม
  - ท่ออาจเป็นถึงพลาสติกโพลีเอทิลีนที่ตัดฐานออก ซึ่งถึงควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30-40 เซนติเมตร ควรมีฝาที่ปิดสนิท เนื่องจากจำเป็นจะต้องป้องกันการไหลของก๊าซเข้าและออกจากท่อ ท่อสีขาวจะเหมาะกว่าสีเข้มเพื่อลดการสะสมความร้อนภายในท่อ และอาจใช้ลูมึเนียม พอยล์คลุมท่อเพื่อสะท้อนแสงแดดออกไป ซึ่งจะช่วยลดความร้อนภายในท่อได้เพิ่มเติม
  - ฝาดังควรมีความลึกอย่างน้อย 2 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถปิดผนึกท่อได้อย่างเหมาะสม
  - จะต้องวางท่อในพื้นที่และเสียบเข้าไปในดิน (ลึก 1-2 ซม.) ประมาณ 1-3 สัปดาห์ก่อนจะทำการวัด ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบของการรบกวนดินในการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ หลังจากใส่ท่อลงไป ในดินแล้ว ให้เปิดฝาท่อทิ้งไว้รอจนกระทั่งใส่โซดาไลม์ ทั้งนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ภายในท่อ
  - เพื่อลดผลกระทบของหญ้า/พืชภายในท่อ ให้ตัดหญ้า/พืชทั้งหมดทิ้ง
  - ระหว่างดำเนินการตรวจวัดในแปลง ให้วางน้ำหนก (หิน) ไว้บนฝาเพื่อปิดท่อให้แน่น
  - นอกจากนั้น สามารถใช้พลาสติกช่วยควบคุมคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่อาจใช้เข้าไปในถังในระหว่างการวัดค่าคาร์บอนไดออกไซด์
  - ภาพประกอบสำหรับท่อที่ฝังอยู่ในดิน พร้อมถ้วยเซรามิกที่มีโซดาไลม์บนขาตั้งลวด ท่อมีความสูงจากผิวดิน 8.4 เซนติเมตร ซึ่งพื้นที่ส่วนนี้เป็นพื้นที่ส่วนที่จะมีการไหลเข้าของคาร์บอนไดออกไซด์ และความลึกของท่อที่ฝังอยู่ในดินคือ 1 เซนติเมตร

รูปที่ 2 ภาพประกอบสำหรับท่อที่ฝังอยู่ในดิน พร้อมถ้วยเซรามิกที่มีโซดาไลม์บนขาตั้งลวดท่อมีความสูงจากผิวดิน 8.4 เซนติเมตร ซึ่งพื้นที่ส่วนนี้เป็นพื้นที่ส่วนที่จะมีการไหลเข้าของคาร์บอนไดออกไซด์ และความลึกของท่อที่ฝังอยู่ในดินคือ 1 เซนติเมตร

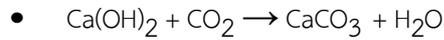
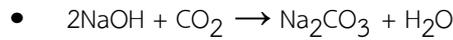


- โซดาไลม์

- ใช้ถ้วยเซรามิกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10-15 เซนติเมตร ซึ่งน้ำหนักโซดาไลม์ประมาณ 50 กรัม เม็ดโซดาไลม์ไม่ควรมีเนื้อละเอียด เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.4 – 4.8 มิลลิเมตรมีขนาดที่เหมาะสมที่สุด
- ใช้เตาอบ (หรือวิธีการใดๆ ก็ตามที่มี) อบโซดาไลม์ที่ 105 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้น้ำหนักโซดาไลม์คงที่ อบประมาณ 14 ชั่วโมง จากนั้นปล่อยให้โซดาไลม์เย็นประมาณ 30 นาที ระหว่างที่ทำให้เย็น ให้คลุมถ้วยเซรามิกที่มีโซดาไลม์ด้วยผ้า เพื่อป้องกันไม่ให้คาร์บอนไดออกไซด์ในห้องถูกดูดซึมเข้าสู่โซดาไลม์และยังช่วยป้องกันไม่ให้ความชื้นซึมเข้าสู่โซดาไลม์
- ชั่งน้ำหนักแห้งของโซดาไลม์แห้ง
- ปิดถ้วยเซรามิกให้แน่น หลังจากชั่งน้ำหนักเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศถูกดูดซับลงบนโซดาไลม์ แล้วใส่กล่องเพื่อเตรียมนำไปแปลงทดลอง
- ในสนาม เอาถ้วยเซรามิกที่มีโซดาไลม์ออกมา และพ่นโซดาไลม์ด้วยน้ำ 8 มิลลิตร ตรวจสอบให้แน่ใจว่าเม็ดโซดาไลม์ทั้งหมดถูกพ่นอย่างทั่วถึง น้ำนี้เทียบเท่ากับปริมาณน้ำที่สูญเสียไประหว่างการอบแห้งด้วยโซดาไลม์ ความชื้นนี้จำเป็นสำหรับปฏิกิริยาของคาร์บอนไดออกไซด์กับไฮดรอกไซด์ในโซดาไลม์ เนื่องจากปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีน้ำเท่านั้น
- จากนั้น วางถ้วยเซรามิกที่ใส่โซดาไลม์ลงในท่อ (ถังพลาสติก) ที่ติดตั้งไว้ล่วงหน้า ใช้ขาตั้งลวด (หรืออะไรก็ได้ที่ไม่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน) เพื่อวางถ้วยเซรามิกไว้ด้านบน
- หลังจากใส่โซดาไลม์ลงในท่อแล้ว ให้ปิดฝาท่ออย่างระมัดระวัง วางวัสดุที่มีน้ำหนัก (หิน) ลงบนฝาเพื่อให้ฝาปิดเข้าที่ จากนั้น รอประมาณ 24 ชั่วโมง บันทึกเวลาที่ระหว่างการปิดท่อและการเอาโซดาไลม์ออกจากท่อให้แม่นยำ เพื่อคำนวณเวลาที่แน่นอน ขึ้นตอนนี้ ควรดำเนินการในตำรับควบคุมเช่นกัน
- หลังจากบ่มโซดาไลม์ 1 วัน ให้เก็บโซดาไลม์ออกมาจากท่อ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าถ้วยเซรามิกที่มีโซดาไลม์ถูกปิดผนึกอย่างแน่นหนาเหมือนเมื่อเมื่อตอนที่นำไปวาง และบรรจุลงในกล่องเพื่อขนส่งไปยังคำนวณน้ำหนักแห้ง
- นำโซดาไลม์ในถ้วยเซรามิกไปอบให้แห้งเป็นเวลา 14 ชั่วโมง และอีกรอ 30 นาทีเพื่อให้เย็นและชั่งน้ำหนัก ทำขั้นตอนนี้ในทุกแปลงหรือจุดที่ตรวจวัด การวัดค่าจุดควบคุมจะช่วยคำนวณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่โซดาไลม์ดูดซับในระหว่างการทดลองได้
- จากนั้น ทำการคำนวณหาอัตราไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งก็คือการหายใจของดิน

### การคำนวณ:

- การวัดวิธีนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของโซดาไลม์ในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ โดยพิจารณาจากการเพิ่มของน้ำหนักโซดาไลม์ สมการต่อไปนี้เป็นสมการที่ควบคุมกระบวนการหายใจของดิน:



$$\text{CO}_2 \text{ efflux} = \left( \left( \frac{S_w - C_w}{CA} \right) * 1.69 \right) * \left( \frac{24h}{IP} \right) * \left( \frac{12}{44} \right)$$

### โดยที่:

- $\text{CO}_2 \text{ efflux}$  = การหายใจของดิน = การไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ในดิน (กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อวัน)
- $S_w$  = ความแตกต่างของน้ำหนักโซดาไลม์ ความแตกต่างของน้ำหนักโซดาไลม์หลังการบ่มและก่อนการบ่ม) กรัม
- $C_w$  = ความแตกต่างของน้ำหนักโซดาไลม์ควบคุม น้ำหนักของโซดาไลม์ = ควบคุมหลังบ่มและก่อนบ่ม) กรัม
- $CA$  = พื้นที่ท่อ (ตารางเมตร)
- $24h$  = ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ในระหว่างที่โซดาไลม์ถูกวางไว้ในแปลงทดลอง
- $1.69$  = ค่าประกอบการปรับแก้ที่ใช้ในการคำนวณน้ำที่เกิดขึ้นระหว่างการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์โดยโซดาไลม์และการสูญเสียน้ำระหว่างการอบแห้งโซดาไลม์
- $44/12/12$  = ค่าประกอบการปรับแก้คาร์บอนไดออกไซด์ ทุกๆโมลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับโซดาไลม์ น้ำหนึ่งโมลจะก่อตัวขึ้น ซึ่งจะระเหยไปในระหว่างการทำให้แห้งโซดาไลม์ในเวลาต่อมา กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นของมวลแห้งโซดาไลม์หลังการบ่มในแปลงจะทำให้การประเมินคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกดูดซับไว้ต่ำกว่าความเป็นจริง  $((44/18) \%40.09$

### ข้อดี:

- วิธีนี้ใช้ได้กับพื้นที่ขนาดใหญ่ที่ต้องการการจำลองในเชิงพื้นที่ และการตรวจสอบระยะยาว
- เป็นวิธีการที่แม่นยำในการวัดการหายใจของดินด้วยวัสดุที่ใช้หาได้ง่าย
- เป็นวิธีที่ค่อนข้างเร็วเมื่อเทียบกับวิธีมาตรฐานอื่นๆ ในการตรวจวัดการหายใจของดิน

### ข้อเสีย:

- ขึ้นอยู่กับสภาพของดินเป็นอย่างมาก เช่น อุณหภูมิของดิน ความชื้น และเนื้อสัมผัส ซึ่งทำให้ไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้ในระดับสากลได้อย่างแท้จริง
- อาจทำให้ประเมินการหายใจของจุลินทรีย์ในดินสูงเกินไป เนื่องจากอาจรวมถึงการหายใจของรากพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้ทุ่งหญ้าหรือทุ่งหญ้าที่มีรากฝอยมาก



# ภาคผนวก 1 : การประเมินดินด้วยสายตา

## คำอธิบาย:

สมบัติทางกายภาพของดินมีความสำคัญต่อการทำหน้าที่ของดินและผลผลิตทางการเกษตร โดยสมบัติทางกายภาพของดินจะช่วยควบคุมการเคลื่อนที่ของน้ำและอากาศในดิน และทำให้รากพืชสามารถงอกขึ้นในดินได้ง่าย ความเสื่อมโทรมของดินทำให้สมบัติทางกายภาพของดินเปลี่ยนแปลงไป และอาจทำให้ผลผลิตพืชลดลงได้ถึงแม้สถานะของธาตุอาหารในดินจะมีความเหมาะสมก็ตาม สมบัติทางกายภาพของดินที่เสื่อมโทรมนั้นฟื้นฟูได้ยาก ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มความเสียหายของความเสื่อมโทรมของดินในด้านอื่นๆ เช่น การชะล้างพังทลายของดิน เป็นต้น

การประเมินดินด้วยสายตาเป็นการประเมินที่คิดค้นโดยองค์การอาหารและการเกษตร (FAO) แห่งสหประชาชาติ ในปี ค.ศ. 2008 ซึ่งอิงจากการประเมินด้วยสายตาของสถานะหลักของดินและการเจริญเติบโตของพืชที่บ่งชี้คุณภาพดิน (visual assessment of key soil 'state' and plant performance indicators of soil quality) ตัวชี้วัดทางด้านดินแทบทั้งหมดยกเว้นเนื้อดิน ที่เป็นตัวชี้วัดที่เปลี่ยนแปลงได้ภายใต้ระบบการจัดการที่แตกต่างกันและแรงกดดันจากการใช้ที่ดิน และเนื่องจากดินมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง สมบัติดินเหล่านี้จึงเป็นประโยชน์ในการบ่งชี้ล่วงหน้าถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพดิน และด้วยเหตุนี้ ถือว่าเป็นเครื่องมือตรวจสอบและติดตามที่มีประสิทธิภาพ

สมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดินหลายประการ รวมถึงสมบัติทางเคมีบางประการของดิน สามารถแสดงออกมาให้เห็นทางสายตาได้ ในบริบทนี้ สุขภาพของดินสามารถประเมินได้จากการประเมินด้วยอาการและคุณลักษณะที่มองเห็นในพื้นที่ เอกสารในส่วนนี้จะกล่าวถึงการประเมินด้วยสายตา ตามคุณลักษณะของดินต่อไปนี้:

1. เนื้อดิน
2. โครงสร้างและความเหนียวของดิน
3. ความพรุนของดิน
4. สีดิน
5. จำนวนและจุดประสีของดิน
6. จำนวนไส้เดือนดิน
7. ศักยภาพในการหยั่งลึกของรากพืช
8. การขังน้ำที่ผิวดิน
9. แผ่นแข็งที่ผิวดิน และการคลุมผิวดิน
10. การชะล้างพังทลายของดิน

## วัสดุที่จำเป็นในการดำเนินการประเมินนี้คือ:

- จอบ
- อ่างพลาสติก
- กระดาษสีเหลืองแข็ง
- ถุงพลาสติก
- มีด
- ขวดน้ำ
- ตลับเมตร
- เอกสารฉบับนี้เพื่อเปรียบเทียบพื้นที่จริงกับการแสดงภาพของดิน
- แผ่นจดคะแนน

### ก่อนที่จะเริ่มต้น:

การประเมินดินด้วยสายตาสามารถดำเนินการได้เมื่อไหร่?

การประเมินดินด้วยสายตาสามารถดำเนินการได้เมื่อดินมีความชื้นและเหมาะสำหรับการเพาะปลูก หากไม่แน่ใจเกี่ยวกับสภาพดิน ให้ใช้การทดสอบตัวหนอนเพื่อตรวจสอบว่าดินเหมาะสมกับการใช้วิธีนี้หรือไม่

<b>การทดสอบตัวหนอน</b> คลึงดินบนฝ่ามือข้างหนึ่งให้เป็นเหมือนตัวหนอน โดยใช้นิ้วของมืออีกข้างจนได้แท่งดินยาว 50 มม.	และหนา 4 มม. ถ้าดินแตกก่อนเป็นตัวหนอน หรือทำเป็นตัวหนอนไม่ได้ (เช่น ดินเป็นดินทราย) แสดงว่าสภาพดินเหมาะสำหรับการประเมิน หากทำเป็นตัวหนอนได้ แสดงว่าดินเปียกเกินไปที่จะประเมิน
--	---

การจัดเตรียมการทดสอบการประเมินดิน:

**เวลา:** ควรใช้เวลาประมาณ 25 นาทีต่อจุด โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน 4 จุดบนพื้นที่ประมาณ 5 เฮกตาร์ (31.25 ไร่) เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการประเมินคุณภาพดิน

**ตัวอย่างอ้างอิง:** เก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่บริเวณขอบรั้วหรือพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ ซึ่งใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงจากตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวน จะทำให้สามารถให้คะแนนสีดินรวมทั้งเปรียบเทียบโครงสร้างดินและความพรุนดินได้อย่างถูกต้องมากขึ้น

**จุดที่เก็บตัวอย่าง:** สิ่งหนึ่งที่สำคัญมากคือต้องเลือกจุดเก็บตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของพื้นที่อย่างแท้จริง เนื่องจากสภาพของดินในแปลงเป็นสภาพเฉพาะ จึงควรหลีกเลี่ยงเก็บดินในบางพื้นที่ เช่น พื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่นหรือทางเดินรถ เป็นต้น

**ข้อมูลสถานที่:** กรอกข้อมูลสถานที่ที่เก็บตัวอย่างในตารางสรุปสถิติ (หน้าถัดไป) บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องในหมายเหตุของตารางสรุปสถิติ

### แบบทดสอบการประเมินดินด้วยสายตา:

การประเมินดินด้วยสายตาซึ่งอิงวิธีการจากการประเมินด้วยสายตาของสถานะหลักของดินและการเจริญเติบโตของพืชที่บ่งชี้คุณภาพดิน (visual assessment of key soil 'state' and plant performance indicators of soil quality) และนำเสนอในตารางสรุปสถิติ ตัวชี้วัดทางด้านดินแทบทั้งหมดยกเว้นเนื้อดิน ที่เป็นตัวชี้วัดที่เปลี่ยนแปลงได้ภายใต้ระบบการจัดการที่แตกต่างกันและแรงกดดันจากการใช้ที่ดิน และเนื่องจากดินมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง สมบัติดินเหล่านี้จึงเป็นประโยชน์ในการบ่งชี้ล่วงหน้าถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพดิน และด้วยเหตุนี้ ถือเป็นเครื่องมือตรวจสอบและติดตามที่มีประสิทธิภาพ

**การสังเกตเบื้องต้น:** ขั้นตอนแรกของการประเมิน ทำได้โดยชุดหลุมสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก กว้าง 200 มม. X ยาว 200 มม. X ลึก 300 มม. โดยใช้จอบ เพื่อสังเกตดินบนและดินล่าง สิ่งสำคัญคือ ต้องสังเกตความสม่ำเสมอของดินรวมถึงตรวจสอบดูว่าดินนิ่มหรือแข็งหรือแน่นเกินไปหรือไม่ สามารถใช้มีดช่วยในการสังเกตเบื้องต้นนี้ได้

**นำตัวอย่างมาทดสอบ:** หากดินบนดูสม่ำเสมอ ให้ขุดดินขนาด 200 ลบ.มม. โดยใช้จอบ แล้วทำการสุ่มตัวอย่างในระดับความลึกที่ต้องการ แต่สิ่งสำคัญคือต้องแน่ใจว่าตัวอย่างเป็นก้อนดินขนาด 200 ลบ.มม.

**การทดสอบการตกหล่น:** ทิ้งตัวอย่างดินที่ทดสอบจากความสูง 1 เมตรลงบนสี่เหลี่ยมไม้ในถังขยะพลาสติกจำนวนสูงสุดสามครั้ง ดูรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับจำนวนครั้งที่ทิ้งตัวอย่างและความสูงที่ทิ้งในเนื้อดินและระดับที่ดินแตกตัว



# 1. เนื้อดิน

## ความเกี่ยวข้องและความสำคัญ:

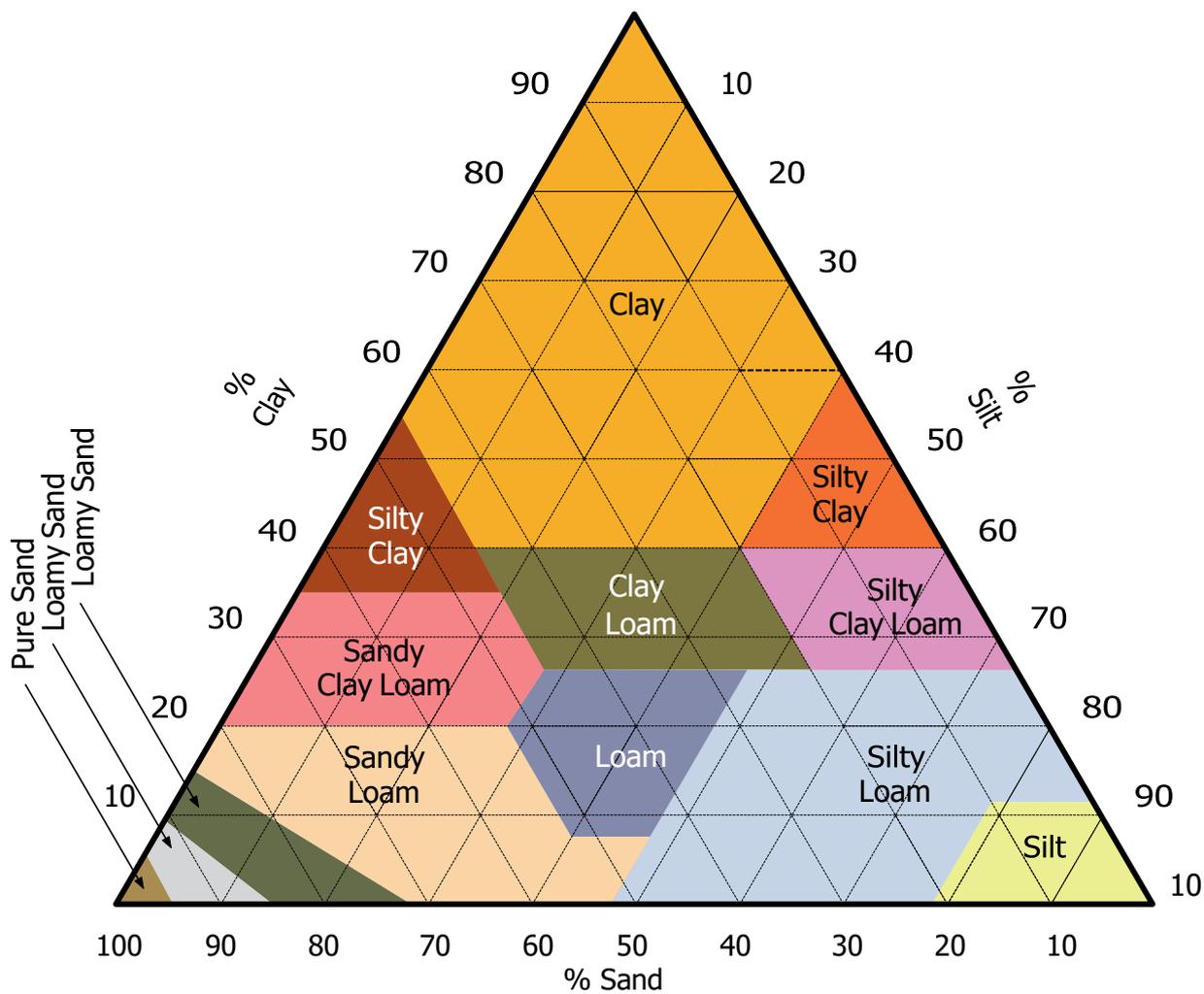
เนื้อดิน (soil texture) ถูกกำหนดโดยขนาดของอนุภาคแร่ โดยเฉพาะสัดส่วนสัมพัทธ์ของอนุภาคแร่ขนาดต่างๆ ในดิน ได้แก่ อนุภาคทราย (sand) อนุภาคทรายแป้ง (silt) และอนุภาคดินเหนียว (clay) ทรายเป็นส่วนที่มีขนาดอนุภาคมากกว่า 0.06 มม. ทรายแป้งมีขนาดแตกต่างกันระหว่าง 0.06 ถึง 0.002 มม. และขนาดอนุภาคของดินเหนียวน้อยกว่า 0.002 มม. เนื้อดินมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของดินในหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบต่อ การกักเก็บน้ำและความเป็นประโยชน์ของน้ำ โครงสร้างดิน การระบายอากาศของดิน การระบายน้ำ ความสามารถในการไถพรวนและการจราจรบนดิน สิ่งมีชีวิตในดิน และการจัดสรรและการเก็บรักษาธาตุอาหารในดิน ดังนั้น ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภทเนื้อดินและศักยภาพในการหยั่งลึกของรากได้จะช่วยในการประเมินความสามารถโดยรวมของดินในการกักเก็บน้ำได้ ซึ่งเป็นหนึ่งในตัวขับเคลื่อนหลักของการผลิตพืชผลทางการเกษตร

## ขั้นตอนวิธีการ:

- นำตัวอย่างดินจำนวนเล็กน้อย (ขนาดครึ่งนิ้วโป่ง) ของดินบน และตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของดินล่าง
- ทำดินให้เปียก และนวดดินบนฝ่ามือด้วยนิ้วโป่งและนิ้วชี้ จนกระทั่งเนื้อดินเหนียวมากที่สุด
- ประเมินสภาพเนื้อดินตามเกณฑ์ที่กำหนดด้านล่าง โดยพยายามปั้นดินให้เป็นก้อนกลม
- ผู้ประเมินสามารถประเมินเนื้อดินได้โดยตรงจากการประมาณเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคทราย ทรายแป้งและดินเหนียวจากความรู้สึก และจากนั้นจำแนกประเภทเนื้อดินโดยอ้างอิงแผนภาพเนื้อสัมผัส
- คะแนนเนื้อดินสัมผัสจำเป็นต้องมีการแก้ไขในบางครั้ง เนื่องจากธรรมชาติของวัสดุกำหนดเนื้อสัมผัส อาทิ ถ้าดินมีอินทรีย์วัตถุสูง กล่าวคือ เป็นฮิวมิกที่มีอินทรีย์วัตถุ 15–30 เปอร์เซ็นต์ ให้เพิ่มคะแนนเนื้อสัมผัสขึ้นหนึ่งคะแนน (เช่น จาก 0 เป็น 1 หรือจาก 1 เป็น 2) ถ้าดินมีองค์ประกอบที่เป็นกรวดหรือหินมาก ให้ลดคะแนนเนื้อสัมผัสลง 0.5 เป็นต้น
- นอกจากนี้ ยังมีโอกาสที่คะแนนเนื้อสัมผัสจะต้องมีการแก้ไข เนื่องจากความชอบเฉพาะของพืชในเนื้อดินประเภทนั้นๆ

วิธีการให้คะแนนเนื้อดิน	
<b>คะแนนดี (2 คะแนน):</b> เนื้อสัมผัสเป็นดินร่วนปนทราย เนื้อดินมีความเรียบและให้ความรู้สึกเหมือนสนับ มีความเหนียวเล็กน้อยและไม่มี ความหยาบกร้าน ปั้นเป็นก้อนกลมได้ เมื่อถูกกดจะแบนบนฝ่ามือ	<b>คะแนนต่ำปานกลาง (0.5 คะแนน):</b> เนื้อสัมผัสเป็น ทรายปนดินร่วน ดินเหนียวปนทรายแป้ง หรือดินเหนียว สำหรับดินทรายปนดินร่วน มีลักษณะเป็นทราย และมีเสียงแกรกราก ปั้นเป็นก้อนกลมและแตกเมื่อ ถูกกดให้แบน สำหรับดินเหนียวปนทรายแป้งและดินเหนียว เนื้อจะเนียนมาก เหนียวมาก สามารถปั้นเป็น ก้อนกลมได้ และจะเสียรูปเมื่อกดให้แบนโดยไม่มีรอย แยก
<b>คะแนนดีปานกลาง (1.5 คะแนน):</b> เนื้อสัมผัสเป็น เนื้อดินร่วนเหนียว เนื้อดินมีความเรียบ เหนียว สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้และเสียรูปทรงเมื่อกดให้ แบนแต่ไม่เกิดรอยแยก	<b>คะแนนเลว (0 คะแนน):</b> เนื้อสัมผัสเป็นทราย เนื้อดิน มีลักษณะเป็นเม็ดทรายที่มีทรายหยาบ และไม่ สามารถปั้นเป็นก้อนกลมได้
<b>คะแนนปานกลาง (1 คะแนน):</b> เนื้อสัมผัสเป็นดิน ร่วนปนทราย เนื้อดินมีความหยาบเล็กน้อย สามารถ ปั้นเป็นก้อนและแน่นเมื่อกดให้แบน	

A2. การจำแนกเนื้อดิน – ดัดแปลงจาก FAO'S GUIDELINES FOR SOIL DESCRIPTION, 2006



บันทึก

## 2. โครงสร้างและความเหนียวของดิน

### ความเกี่ยวข้องและความสำคัญ:

- โครงสร้างดินมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพาะปลูกพืชผล ซึ่งควบคุมการระบายอากาศและอัตราแลกเปลี่ยนก๊าซในดิน  
อุณหภูมิดิน  
การซึมน้ำผ่านผิวดินและการชะล้างพังทลายของดิน  
การเคลื่อนย้ายและการกักเก็บน้ำ  
เป็นแหล่งธาตุอาหาร  
การหยั่งลึกและการพัฒนาของรากพืช  
ความสามารถในการไถพรวน  
ความสามารถในการจราจรบนดิน  
ความต้านทานของดินต่อการเสื่อมโทรมของโครงสร้าง

โครงสร้างดินที่ดี จะลดความเสี่ยงในการอัดตัวแน่นของดินที่เกิดจากการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรและเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงของยานพาหนะสำหรับการเพาะปลูกแบบไม่ไถพรวน ไถพรวนน้อยครั้ง หรือไถพรวนแบบปกติระหว่างแถว โครงสร้างของดินจะเกี่ยวข้องกับขนาด รูปร่าง ความแน่น ความพรุน และจำนวนสัมพัทธ์ของเม็ดดินและก้อนดิน ดินที่มีโครงสร้างดีจะมีมวลรวมที่เปราะ ละเอียด มีรูพรุน เม็ดดินมีลักษณะเป็นเหลี่ยมและมีลักษณะกลม (ป็น) แต่ดินที่มีโครงสร้างไม่ดีจะมีก้อนดินลักษณะก้อนเหลี่ยมมุมคมและก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดใหญ่ เกาะกันแน่นและแข็งมาก และมีความต้านทานต่อแรงดึงสูง

### ขั้นตอนวิธีการ:

- นำดินชั้นบนขนาด 200 ลบ. มม. ที่ขุดด้วยจอบ (ระหว่างหรือตามรางล้อเครื่องจักรกล)
- ทิ้งตัวอย่างดินจากความสูง 1 เมตรลงในอ่างพลาสติกที่มีฐานแข็งแรงจำนวนสูงสุด 3 ครั้ง หากก้อนดินขนาดใหญ่แตกออกหลังจากโยนครั้งแรกหรือครั้งที่สอง ให้นำดินที่แตกออกมาทิ้ง 1 หรือ 2 ครั้ง หากก้อนดินแตกเป็นชิ้นเล็กๆ (โครงสร้างหลัก) หลังจากการโยนครั้งแรกหรือครั้งที่สองไม่ต้องโยนดินอีก ห้ามทิ้งดินเกินสามครั้ง สำหรับดินที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายให้ทิ้งก้อนดินเพียงครั้งเดียวจากความสูง 0.5 เมตร
- ย้ายดินลงในถุงพลาสติกใบใหญ่
- สำหรับดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วนหรือเนื้อทราย ให้ทิ้งก้อนดินบนจอบ (หนึ่งครั้ง) จากความสูงเพียง 50 มม. แล้วเทดินลงในถุงพลาสติก
- ใช้แรงกดเบา ๆ เท่านั้น พยายามแยกก้อนดินแต่ละก้อนด้วยมือตามรอยแตกหรือรอยแยกที่เห็น ถ้าก้อนดินไม่แตกง่าย ไม่จำเป็นต้องออกแรงกดเพิ่ม (เพราะรอยแตกและรอยแยกอาจจะไม่ต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้ เนื้อดินนี้อาจไม่สามารถที่จะนำออกซิเจน อากาศ และน้ำเข้าไปในดินได้ง่าย)
- ย้ายส่วนที่หยาบที่สุดของดินไปที่ปลายด้านหนึ่งและส่วนที่ละเอียดที่สุดไปอีกด้านหนึ่งบนถุงพลาสติก จัดเรียงมวลรวมบนถุงพลาสติก ดังนั้น ความสูงของดินคร่าวๆ จะเท่ากับพื้นที่ผิวของถุง วิธีนี้เป็นวิธีการกระจายขนาดของเม็ดดิน เปรียบเทียบกับผลที่ได้กับภาพถ่ายสามภาพในแผ่นภาพหน้าถัดไปและเกณฑ์ที่กำหนด

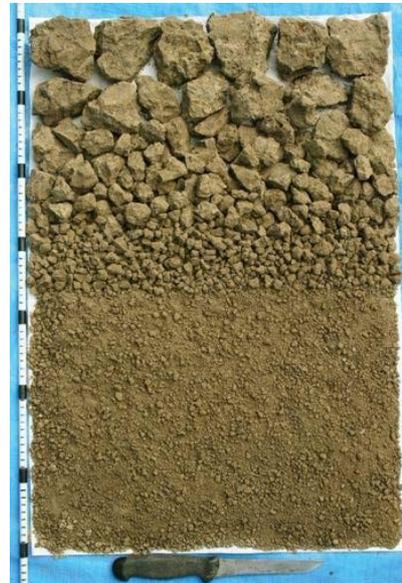
วิธีนี้ใช้ได้กับสภาพความชื้นที่หลากหลาย แต่สภาพที่ดีที่สุดคือเมื่อดินชื้นถึงชื้นเล็กน้อย ควรหลีกเลี่ยงสภาพแห้งและเปียกเกินไป

<p><b>วิธีการให้คะแนนโครงสร้างดิน</b></p> <p><b>สภาพดี (2 คะแนน):</b> ดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนซุย และเม็ดดินละเอียดที่ไม่มีร่องรอยการอัดตันอย่างเด่นชัด เม็ดดินกลมมนและมีรูพรุน</p> <p><b>สภาพปานกลาง (1 คะแนน):</b> ดินมีทั้งก้อนหยาบและเม็ดดินที่แตกง่าย (50%) ส่วนที่เป็นก้อนหยาบจะแข็งแรง เป็นก้อนเหลี่ยมมุมคมและมุมมน และมีรูพรุนเล็กน้อยถึงไม่มีเลย</p>	<p><b>สภาพเลว (0 คะแนน):</b> ดินประกอบด้วยก้อนดินเนื้อหยาบและมีเม็ดดินละเอียดน้อยมาก ก้อนมีลักษณะแข็งแรง เป็นก้อนเหลี่ยมมุมคมและมุมมน และมีรูพรุนน้อยมากถึงไม่มีเลย</p>
---	---



**สภาพดี**  
คะแนน = 2

ดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนซุยและเม็ดดินละเอียดที่ไม่มีร่องรอยการอัดตันอย่างเด่นชัด เม็ดดินกลมมนและมีรูพรุน



**สภาพปานกลาง**  
คะแนน = 1

ดินมีทั้งก้อนหยาบและเม็ดดินที่แตกง่าย (50%) ส่วนที่เป็นก้อนหยาบจะแข็งแรง เป็นก้อนเหลี่ยมมุมคมและมุมมน และมีรูพรุนเล็กน้อยถึงไม่มีเลย



**สภาพเลว**  
คะแนน = 0

ดินประกอบด้วยก้อนดินเนื้อหยาบและเม็ดดินละเอียดมีน้อยมาก ก้อนมีลักษณะแข็งแรง เป็นก้อนเหลี่ยมมุมคมและมุมมน และมีรูพรุนน้อยมากถึงไม่มีเลย

### 3. ความพรุนของดิน

#### ความเกี่ยวข้องและความสำคัญ:

การประเมินความพรุนของดิน (soil porosity) ควบคู่ไปกับโครงสร้างของดินเป็นสิ่งสำคัญ ความพรุนของดินโดยเฉพาะช่องว่างขนาดใหญ่ (หรือรูพรุนขนาดใหญ่) ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของอากาศและน้ำในดิน ดินที่มีโครงสร้างที่ดีจะมีความพรุนสูงระหว่างเม็ดดินและภายในเม็ดดิน แต่ดินที่โครงสร้างไม่ดีอาจไม่มีรูพรุนขนาดใหญ่และรูพรุนขนาดเล็กภายในก้อนดิน ซึ่งจะจำกัดการระบายน้ำและการระบายอากาศของดิน ดินที่ระบายอากาศไม่ดีอาจทำให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และซัลไฟด์ในปริมาณมาก และลดความสามารถของพืชในการดูดใช้น้ำและธาตุอาหาร โดยเฉพาะไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และกำมะถัน (S) พืชสามารถใช้กำมะถันและไนโตรเจนในรูปแบบซัลเฟต ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), ไนเตรต ( $\text{NO}_3^-$ ) และแอมโมเนียม ( $\text{NH}_4^+$ ) เท่านั้น ดังนั้น พืชจึงต้องการดินที่มีการระบายอากาศเพื่อการดูดใช้กำมะถันและไนโตรเจนที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ดินที่มีการระบายอากาศดีจะมีจำนวน กิจกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์และไส้เดือนจำนวนมาก และสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ช่วยย่อยสลายและหมุนเวียนอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การมีรูพรุนของดินช่วยให้การพัฒนาและการแผ่ขยายของรากเกิดขึ้นอย่างทั่วถึงในดิน รากพืชไม่สามารถชอนไชและเจริญเติบโตได้ในดินที่แข็ง แน่น ซึ่งจำกัดความสามารถของพืชในการใช้ประโยชน์จากน้ำและธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ความต้านทานต่อการชอนไชของรากพืชนี้ไม่เพียงจำกัดการดูดใช้น้ำและธาตุอาหารของพืชเท่านั้น ยังลดประสิทธิภาพของปุ๋ยได้อย่างมากและเพิ่มความเสี่ยงของรากพืชต่อเชื้อโรคในดิน ดินที่มีความพรุนดีก็มีแนวโน้มที่จะผลิตก๊าซเรือนกระจกในปริมาณที่น้อยลง ยิ่งดินมีความพรุนมากการระบายน้ำก็จะยิ่งดีขึ้น ดังนั้น จึงมีโอกาสน้อยที่รูพรุนของดินจะถูกขังไปด้วยน้ำจนถึงระดับวิกฤตที่กระตุ้นการผลิตก๊าซเรือนกระจก

#### ขั้นตอนวิธีการ:

- นำจอบผานดินออกขนาด (กว้าง 100 มม. x ยาว 150 มม. x ลึก 200 มม.) จากด้านข้างของหลุมและแบ่งดินออกเป็นสองส่วน
- ตรวจสอบผิวดินด้านหน้าของตัวอย่างเพื่อหาความพรุนของดินโดยเปรียบเทียบกับภาพถ่ายสามภาพในหน้าถัดไป มองหาช่องว่าง รู รอยแตก และรอยแยกระหว่างและภายในเม็ดดินและก้อนดิน
- ตรวจสอบความพรุนของก้อนดินขนาดใหญ่ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สำคัญเพิ่มเติมเกี่ยวกับความพรุนของก้อนดินแต่ละก้อน (ความพรุนภายในเม็ดดิน)

### วิธีให้คะแนนความพรุนของดิน

**สภาพดี** (2 คะแนน): ดินมีรูพรุนขนาดใหญ่และขนาดเล็กทั้งภายในและระหว่างเม็ดดินจำนวนมาก ซึ่งเป็นลักษณะของดินที่มีโครงสร้างที่ดี

**สภาพปานกลาง** (1 คะแนน): ดินมีรูพรุนขนาดใหญ่และขนาดเล็กทั้งภายในและระหว่างเม็ดดิน แต่ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนและสามารถตรวจพบได้หลังจากการตรวจสอบอย่างใกล้ชิดเท่านั้น ดินมีการรวมตัวในระดับปานกลาง

**สภาพเลว** (0 คะแนน): ดินไม่มีรูพรุนขนาดใหญ่หรือขนาดเล็กที่มองเห็นได้ ก้อนดินแข็งแรง และมีโครงสร้างที่น้อยมาก พื้นผิวของก้อนดินเรียบ ร่วมกับมีรอยแตกหรือรูเล็กน้อยและอาจมีมุมแหลมคมได้



#### สภาพดี

คะแนน = 2

ดินมีรูพรุนขนาดใหญ่และขนาดเล็กทั้งภายในและระหว่างเม็ดดินจำนวนมาก ซึ่งเป็นลักษณะของดินที่มีโครงสร้างที่ดี



#### สภาพปานกลาง

คะแนน = 1

ดินมีรูพรุนขนาดใหญ่และขนาดเล็กทั้งภายในและระหว่างเม็ดดิน แต่ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนและสามารถตรวจพบได้หลังจากการตรวจสอบอย่างใกล้ชิดเท่านั้น ดินมีการรวมตัวในระดับปานกลาง



#### สภาพเลว

คะแนน = 0

ดินไม่มีรูพรุนขนาดใหญ่หรือขนาดเล็กที่มองเห็นได้ ก้อนดินแข็งแรง และมีโครงสร้างที่น้อยมาก พื้นผิวของก้อนดินเรียบ ร่วมกับมีรอยแตกหรือรูเล็กน้อยและอาจมีมุมแหลมคมได้

## 4. สีดิน

### ความเกี่ยวข้องและความสำคัญ:

สีดินเป็นดัชนีสำคัญที่บ่งชี้ถึงคุณภาพดิน เนื่องจากสีดินนับเป็นมาตรการทางอ้อมบ่งชี้สมบัติบางประการของดินที่ไม่สามารถประเมินได้ง่ายและมีความแม่นยำมากนัก โดยทั่วไป ดินที่มีสีเข้มจะบ่งบอกว่าดินนั้นมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูง การเปลี่ยนสีดินสามารถบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุภายใต้การใช้หรือการจัดการที่ดินนั้นๆ อินทรีย์วัตถุในดินมีบทบาทสำคัญในการควบคุมกระบวนการทางชีววิทยา เคมี และกายภาพในดิน ซึ่งเป็นตัวกำหนดสุขภาพของดินโดยรวม อินทรีย์วัตถุช่วยเพิ่มความสามารถในการซึมผ่านและการกักเก็บน้ำของดิน ช่วยในการพัฒนาโครงสร้างและทำให้โครงสร้างดินมีเสถียรภาพ ช่วยลดผลกระทบของการจราจรของเครื่องยนต์ในแปลงและการเพาะปลูก ลดโอกาสที่ลมและน้ำจะก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน และบ่งชี้ว่าดินทำหน้าที่เป็น 'แหล่งกักเก็บคาร์บอน' หรือเป็น แหล่งที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก อินทรีย์วัตถุยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตในดิน และเป็นแหล่งกักเก็บธาตุอาหารพืชที่สำคัญ การลดลงของอินทรีย์วัตถุจะลดความอุดมสมบูรณ์และศักยภาพในการเป็นแหล่งธาตุอาหารของดิน ทำให้ความต้องการไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และ กำมะถันของพืชเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน อีกทั้งธาตุอาหารหลักและรองอื่น ๆ จะถูกชะล้างอย่างรวดเร็ว ผลกระทบที่ตามมาคือการใช้ปุ๋ยที่เพิ่มมากขึ้นเพื่อรักษาสถานภาพของธาตุอาหาร ยิ่งไปกว่านั้น สีของดินยังเป็นตัวบ่งชี้สภาพการระบายน้ำของดินและการระบายอากาศในดินได้อีกด้วย นอกจากอินทรีย์วัตถุแล้ว สีดินยังได้รับอิทธิพลอย่างมากจากรูปแบบทางเคมี (หรือสถานะออกซิเดชัน) ของเหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) ดินจะมีสีน้ำตาล น้ำตาลอมเหลือง น้ำตาลอมแดง และแดงที่ไม่มีจุดสีประใด ๆ บ่งบอกถึงสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศและการระบายน้ำดี โดยที่เหล็กและแมงกานีส เกิดขึ้นในรูปที่ถูกออกซิไดซ์ของเฟอร์ริกออกไซด์ ( $Fe_3^+$ ) และแมงกานีสออกไซด์ ( $Mn_3^+$ ) ดินสีเทา-น้ำเงินบ่งบอกว่าดินมีการระบายน้ำไม่ดีหรือมีน้ำขัง และไม่มีการถ่ายเทอากาศเป็นเวลานาน ซึ่งเป็นสภาพที่เปลี่ยน เหล็กและแมงกานีสให้กลายเป็นเฟอร์รัสออกไซด์ ( $Fe_2^+$ ) และแมงกานีสออกไซด์ ( $Mn_2^+$ ) การถ่ายเทอากาศที่ไม่ดีและน้ำขังเป็นเวลานานยังทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันทางเคมีและทางชีวเคมีซึ่งก่อให้เกิดสารพิษ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน เอทานอล อะซีตัลดีไฮด์ และเอทิลีน เป็นต้น ซึ่งทำลายระบบรากของพืช จะลดความสามารถของพืชในการดูดใช้น้ำและธาตุอาหาร ก่อให้เกิดความอ่อนแอและการเจริญเติบโตต่ำ ระบบรากที่ตายและเน่าเปื่อยก่อให้เกิดแมลงศัตรูพืชและโรคต่างๆ เช่น โรครากเน่าจากเชื้อ Rhizoctonia, Pythium และ Fusarium ในดินที่มีน้ำขัง เป็นต้น

### ขั้นตอนวิธีการ:

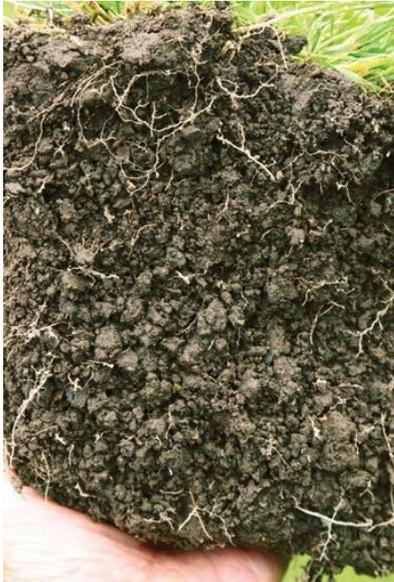
- เปรียบเทียบสีของดินหนึ่งกำมือจากพื้นที่เพาะปลูกกับดินที่เก็บมาจากแนวรั้วหรือพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่มีลักษณะคล้ายกัน
- เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ของสีดินที่เกิดขึ้น โดยใช้ภาพถ่ายและข้อกำหนดของทั้งสามภาพในหน้าถัดไป
- เนื่องจากสีของดินชั้นบนอาจแตกต่างกันมากในดินแต่ละประเภท ดังนั้น ภาพถ่ายจึงแสดงให้เห็นถึงระดับการเปลี่ยนสีมากกว่าสีของดิน

**วิธีให้คะแนนสีดิน**

**สภาพดี** (2 คะแนน) : ดินบนมีสีเข้ม สีของดินบนไม่ต่างจากสีดินใต้แนวร้วมากนัก

**สภาพปานกลาง** (1 คะแนน) : สีของดินชั้นบนซีดกว่าใต้แนวร้ว แต่ความแตกต่างของสีไม่โดดเด่นมากนัก

**สภาพแย่** (0 คะแนน): สีของดินซีดกว่าใต้แนวร้วมาก



**สภาพดี**  
คะแนน = 2

ดินบนมีสีเข้ม สีของดินบนไม่ต่างจากสีดินใต้แนวร้วมากนัก



**สภาพปานกลาง**  
คะแนน = 1

สีของดินชั้นบนซีดกว่าใต้แนวร้ว แต่ความแตกต่างของสีไม่โดดเด่นมากนัก



**สภาพเลว**  
คะแนน = 0

สีของดินซีดกว่าใต้แนวร้วมาก

## 5. จำนวนและจุดประสีของดิน

### ความเกี่ยวข้องและความสำคัญ:

จำนวนและจุดประสีของดิน (Number and color of mottles) เป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศของดินว่าดีเพียงใด นอกจากนี้ สีดินยังเป็นการเตือนล่วงหน้าถึงการเสื่อมของโครงสร้างดินที่เกิดจากการอัดตัวแน่นของดินในบริเวณที่มีการสัญจรของเครื่องจักรกลทางการเกษตรและการเพาะปลูกมากเกินไป การสูญเสียโครงสร้างดินจะลดจำนวนช่องว่างและขนาดรูพรุนที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของน้ำและอากาศในดิน ส่งผลให้เกิดการท่วมขังของน้ำและดินขาดออกซิเจนเป็นเวลานาน การพัฒนาของสภาวะที่ไม่ใช้ออกซิเจน (deoxygenated) ช่วยลดรูปของเหล็กและแมงกานีสจากเฟอร์ริกออกไซด์ ( $Fe_3^+$ ) และแมงกานีสออกไซด์ ( $Mn_3^+$ ) ที่มีสีน้ำตาล/ส้มไปเป็นเฟอร์รัสออกไซด์ ( $Fe_2^+$ ) และแมงกานีสออกไซด์ ( $Mn_2^+$ ) ซึ่งมีสีเทา จุดประสีจะพัฒนาหลายเฉดสีของสีส้มและสีเทาขึ้นอยู่กับระดับของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชันของเหล็กและแมงกานีส เมื่อออกซิเจนลดลงไปเรื่อยๆ สีจะเริ่มเปลี่ยนจากสีส้มไปเป็นสีเทาในท้ายที่สุด จุดประสีเทาจำนวนมากบ่งชี้ว่าดินมีการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศไม่ดีในช่วงของปี การปรากฏของจุดประสีส้มและสีเทาทั่วไป (10-25 เปอร์เซ็นต์) บ่งชี้ว่าดินมีการระบายน้ำที่ไม่สมบูรณ์ โดยมีน้ำท่วมขังเป็นระยะ ดินที่มีจุดสีส้มเล็กน้อยบ่งชี้ว่าดินมีการระบายน้ำในระดับปานกลาง และหากไม่มีจุดประหมายถึงดินมีการระบายน้ำดี การถ่ายเทอากาศที่ไม่ดีจะลดการดูดใช้น้ำของพืชและอาจทำให้พืชเหี่ยวได้ อีกทั้ง ยังลดการดูดใช้ธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กำมะถัน และ ทองแดง อีกทั้งการถ่ายเทอากาศที่ไม่ดีจะชะลอการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดิน และอาจทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันทางเคมีและชีวเคมีซึ่งผลิตก๊าซซัลไฟด์ มีเทน เอทานอล อะซิเตดไฮดริล และเอทิลีน เป็นต้น ซึ่งเป็นพิษต่อรากพืช นอกจากนี้ รากพืชที่มีการสลายตัวและการเน่าเปื่อยอาจก่อให้เกิดโรคจากเชื้อรา เช่น Rhizoctonia Pythium และ Fusarium โรคราน้ำค้าง และโรครากเน่าโคนเน่าในดินที่มีจุดประจำนวนมากและมีอากาศถ่ายเทไม่ดี โรคจากเชื้อราและการดูดใช้ธาตุอาหารและน้ำที่ลดลงทำให้พืชมีความอ่อนแอและเจริญเติบโตไม่ดี หากคะแนนการมองเห็นจุดประคือ  $\leq 1$  แสดงว่าจะต้องเพิ่มการระบายอากาศให้แก่ดิน

### ขั้นตอนวิธีการ:

- เก็บตัวอย่างดิน (ขนาดกว้างประมาณ 100 มม. × ยาว 150 มม. × ลึก 200 มม.) จากด้านข้างของหลุมดินมาเปรียบเทียบกับภาพถ่ายทั้งสามภาพ (ในหน้าถัดไป) และแผนภูมิเปอร์เซ็นต์เพื่อตรวจวัดเปอร์เซ็นต์ของดินที่มีจุดประสี
- จุดประสีคือจุดที่มีสีต่างๆ ในดินสลับกับสีของดิน

วิธีการให้คะแนนจุดประสีของดิน

สภาพดี (2 คะแนน): ไม่มีจุดประสี

สภาพปานกลาง (1 คะแนน): ดินมีจุดสี  
ส้มและสีเทาเล็กน้อย ระหว่าง 10 ถึง  
25% ของตัวอย่างดิน

สภาพไม่ดี (0 คะแนน): ดินที่มีจุดประ  
สีส้มและสีเทามากกว่า 50%



สภาพดี  
คะแนน = 2

ไม่มีจุดประสี



สภาพปานกลาง  
คะแนน = 1

ดินมีจุดสีส้มและสี  
เทาเล็กน้อย  
ระหว่าง 10 ถึง  
25% ของตัวอย่าง  
ดิน



สภาพเลว  
คะแนน = 0

ดินมีจุดประสีส้ม  
และสีเทา  
มากกว่า  
50%

## 6. ไส้เดือนดิน

### ความเกี่ยวข้องและความสำคัญ:

ไส้เดือนดิน (earthworms) เป็นตัวบ่งชี้สุขภาพดินและสภาพของดินทางชีวภาพ เนื่องจากความหนาแน่นและชนิดพันธุ์ของไส้เดือนเป็นผลมาจากสมบัติของดินและการจัดการดิน ไส้เดือนมีผลอย่างมากต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดินจากการขบไช การหาอาหาร การย่อยเศษซาก และมูลของเสีย ไส้เดือนจะทำลายและย่อยเศษซากพืชแล้วแปลงเป็นอินทรีย์วัตถุ ซึ่งสามารถปลดปล่อยแร่ธาตุอาหารออกมาได้ เมื่อเปรียบเทียบกับดินทั่วไป มูลไส้เดือนสามารถให้ธาตุไนโตรเจนสูงกว่าความต้องการของพืชมากถึง 5 เท่า ฟอสฟอรัสมากถึง 3-7 เท่า โพแทสเซียมมากถึง 11 เท่า และแมกนีเซียมมากถึง 3 เท่า มูลไส้เดือนยังมีแคลเซียม และ โมลิบดีนัม ที่พืชสามารถใช้ได้มากขึ้น และมีค่า pH อินทรีย์วัตถุและปริมาณความชื้นสูงกว่าดินทั่วไป นอกจากนี้ ไส้เดือนยังช่วยทำหน้าที่เป็นเครื่องเติมอากาศชีวภาพและสารปรับสภาพดินทางกายภาพ เพื่อปรับปรุง:

- ความพรุนของดิน
- การระบายอากาศ
- โครงสร้างดินและเสถียรภาพของเม็ดดิน
- การกักเก็บน้ำ
- การแทรกซึมของน้ำ
- การระบายน้ำ

ไส้เดือนยังคงมีผลต่อการลดการไหลบ่าของน้ำบนพื้นผิวและการชะล้างพังทลายของดิน รวมถึงส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยการหลั่งฮอร์โมนที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และเพิ่มความหนาแน่นของรากและการพัฒนาของรากพืชอย่างรวดเร็วในบริเวณแหล่งที่อยู่ของไส้เดือนดินซึ่งดินมีความอุดมสมบูรณ์ ในขณะที่ไส้เดือนสามารถผลิตมูลไส้เดือนได้ประมาณ 25-30 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปีบนพื้นผิวดิน ในขณะที่อีก 70 เปอร์เซ็นต์ของมูลไส้เดือนจะทับถมไว้ในชั้นดิน ดังนั้น ไส้เดือนจึงมีบทบาทสำคัญในดินที่ใช้เพาะปลูกและช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชอย่างมาก

ไส้เดือนดินช่วยเพิ่มจำนวนประชากร กิจกรรม และความหลากหลายของจุลินทรีย์ในดิน โดยแอคติโนมัยซีตเพิ่มขึ้น 6-7 เท่าในระหว่างที่ดินผ่านเข้าสู่ทางเดินอาหารของไส้เดือน ไส้เดือนดินมีบทบาทสำคัญในการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุให้เป็นฮิวมัส จุลินทรีย์ในดิน เช่น เชื้อราไมคอร์ไรซามีบทบาทในการจัดหาธาตุอาหาร ย่อยดินและปุ๋ย และการปลดปล่อยธาตุอาหาร เช่น ฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงในดิน เป็นต้น จุลินทรีย์กักเก็บธาตุอาหารจำนวนมากไว้ในชีวมวลของพวกมัน และจะปล่อยออกมาเมื่อจุลินทรีย์เหล่านี้ตาย นอกจากนี้ จุลินทรีย์ในดินยังผลิตฮอร์โมนและสารประกอบที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของราก และส่งเสริมโครงสร้าง การระบายอากาศ การแทรกซึมและความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน จุลินทรีย์ยังส่งเสริมให้อุบัติการณ์ของศัตรูพืชและโรคลดลงอีกด้วย ประโยชน์โดยรวมของจุลินทรีย์สามารถเพิ่มการผลิตพืชได้อย่างชัดเจน ในขณะเดียวกันก็ช่วยลดความต้องการปุ๋ยของพืชได้อีกด้วย

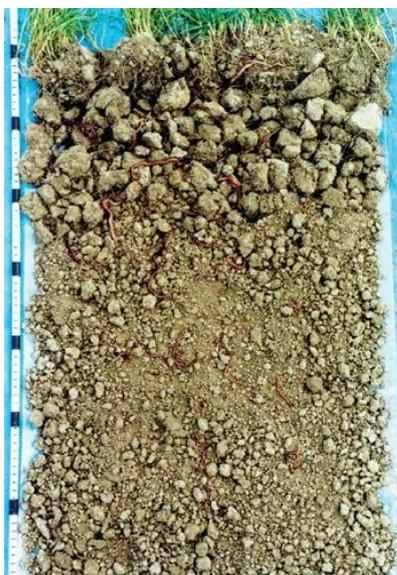
จำนวนของไส้เดือน (และชีวมวล) ถูกควบคุมโดยปริมาณอินทรีย์วัตถุและจุลินทรีย์ในดิน ปริมาณและคุณภาพของสิ่งตกค้างบนพื้นผิว (รูปหน้าถัดไป) การใช้พืชคลุมดินและวิธีการไถพรวน จำนวนของไส้เดือนในพื้นที่ไม่มีการไถพรวนสามารถเพิ่มขึ้นได้มากถึงสามเท่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไถแบบปกติ จำนวนของไส้เดือนยังถูกควบคุมโดยความชื้นในดิน อุณหภูมิ เนื้อดิน การระบายอากาศในดิน pH ธาตุอาหารในดิน (รวมถึงระดับของแคลเซียม) ชนิดและปริมาณของปุ๋ยและปริมาณไนโตรเจนที่ใช้ การใช้ปุ๋ยที่เป็นกรดมากเกินไป เช่น ปุ๋ยที่มีส่วนผสมจากแอมโมเนีย และยาฆ่าแมลง และสารฆ่าเชื้อราบางชนิด สามารถลดจำนวนไส้เดือนได้อีกด้วย

ดินควรมีพันธุ์ไส้เดือนดินที่มีความหลากหลาย ประกอบของ: (i) กลุ่มอาศัยอยู่บนหน้าดินที่ช่วยย่อยสลายเศษซากพืชและมูลสัตว์ (ii) กลุ่มอาศัยอยู่ในดินชั้นบนที่ขุด ย่อย และผสมดินชั้นบน 200–300 มม. (iii) กลุ่มอาศัยอยู่ในดินชั้นลึกลงไปและผสมเศษซากพืชและอินทรีย์วัตถุในระดับลึก ชนิดของไส้เดือนสามารถระบุสภาพโดยรวมของดินได้ เช่น ไส้เดือนหางเลื้อง (*Octolasion cyaneum*) จำนวนมากบ่งบอกถึงสภาพดินที่ไม่พึงประสงค์ เป็นต้น

**ขั้นตอนวิธีการ:**

- การนับจำนวนไส้เดือนดินด้วยมือ สามารถใช้ดินที่ใช้ประเมินโครงสร้างดินได้ ไส้เดือนจะมีขนาดและจำนวนแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดและฤดูกาล ในการเปรียบเทียบปีต่อปี การนับไส้เดือนต้องทำในช่วงเวลาเดียวกันของปี เมื่อระดับความชื้นและอุณหภูมิของดินเหมาะสม ตัวเลขไส้เดือนจะรายงานเป็นตัวเลขต่อก่อนดินขนาด 200 มม. โดยทั่วไป จำนวนไส้เดือนจะรายงานเป็นตารางเมตร ดินขนาด 200 ลบ. มม. จะเท่ากับ 1/25 ตร.ม. ดังนั้น จำนวนไส้เดือนจะต้องคูณด้วย 25 เพื่อแปลงเป็นจำนวนไส้เดือนต่อตารางเมตร

<p><b>วิธีให้คะแนนไส้เดือน</b>  <b>คะแนนดี</b> (2 คะแนน): มีไส้เดือนมากกว่า 30 ตัว และควรมี 3 พันธุ์ขึ้นไปในดินก้อนขนาด 200 ลบ.มม.</p>	<p><b>คะแนนปานกลาง</b> (1 คะแนน): มีไส้เดือนระหว่าง 15 ถึง 30 ตัว และควรมี 2 พันธุ์ขึ้นไปในดินก้อนขนาด 200 ลบ.มม.  <b>คะแนนไม่ดี</b> (0 คะแนน): มีไส้เดือนน้อยกว่า 15 ตัว ส่วนใหญ่มี 1 พันธุ์ในดินก้อนขนาด 200 ลบ.มม.</p>
--	---



## 7. ศักยภาพในการหยั่งลึกของราก

### ความเกี่ยวข้องและความสำคัญ:

ศักยภาพในการหยั่งลึกของรากคือ ความลึกของดินที่รากพืชสามารถชอนไชได้ก่อนที่จะเจออุปสรรคในการเจริญเติบโตของราก ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถของดินในการเป็นทำหน้าที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของพืช ยิ่งความลึกของการหยั่งรากมีมากเท่าไร ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ในช่วงฤดูแล้ง พืชที่มีรากลึกสามารถเข้าถึงแหล่งน้ำขนาดใหญ่ได้ ซึ่งจะช่วยลดความเครียดจากการขาดน้ำและส่งเสริมการอยู่รอดของพืชที่ปลูกในบริเวณที่ไม่มีการชลประทาน รากที่ลึกจะชอนไชดินได้มากหมายความว่าพืชเหล่านี้สามารถเข้าถึงธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองได้มากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้การเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืช ในทางกลับกัน ดินที่จำกัดการเติบโตของรากที่จำกัดซึ่งอาจเกิดจากชั้นดินที่มีความต้านทานการชอนไชสูง เช่น ชั้นที่มีการอัดตัวแน่นหรือดินที่มีชั้นดาน จะจำกัดการเจริญเติบโตและการพัฒนาของรากในแนวตั้ง ทำให้รากงอกไปด้านข้าง ซึ่งจะจำกัดการดูดซึมน้ำและสารอาหารของพืช ลดประสิทธิภาพของปุ๋ย เพิ่มการชะล้าง และลดผลผลิตพืช ความต้านทานของดินต่อการชอนไชของรากยังเพิ่มความเครียดของพืชและทำให้พืชมีความอ่อนแอต่อโรค นอกจากนี้ ดินที่มีชั้นดานยังขัดขวางการเคลื่อนที่ของอากาศออกซิเจน และน้ำผ่านชั้นหน้าตัดดิน ซึ่งเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อน้ำขังและการชะล้างพังทลายของดิน

ศักยภาพในการหยั่งลึกของรากยังอาจถูกจำกัดได้ด้วยปัจจัยดังต่อไปนี้:

- การเปลี่ยนแปลงเนื้อดินอย่างกะทันหัน
- ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน
- ความเป็นพิษของอะลูมิเนียม (Al)
- การขาดธาตุอาหาร
- ความเค็ม
- การอัดตัวแน่นของดินเนื่องจากโซเดียมในดิน
- ชั้นดานไคพรวน
- ชั้นซีเมนต์หรือพื้นหินใกล้ผิวดิน
- ระดับน้ำใต้ดินที่ผันผวนหรือสูงเกินไป
- ระดับออกซิเจนต่ำ

สภาวะที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anoxic) ที่เกิดจากการขาดออกซิเจนและการขังของน้ำเป็นเวลานานจะจำกัดความลึกของรากพืช อันเป็นผลมาจากการสะสมของไฮโดรเจนซัลไฟด์ เพอร์ร็สซัลไฟด์ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน เอทานอล อะซีตัลดีไฮด์และเอทิลีนในระดับที่เป็นพิษ พืชที่มีระบบรากลึกและแข็งแรงช่วยเพิ่มระดับอินทรีย์วัตถุในดินและสิ่งมีชีวิตในดินในระดับลึก กิจกรรมทางกายภาพของรากพืชและสัตว์ในดินรวมถึงสารหลังที่ผลิตขึ้นมาจะส่งเสริมโครงสร้าง ความพรุนดิน การกักเก็บน้ำ การระบายอากาศ และการระบายน้ำในดินที่ระดับความลึก ระบบรากที่ลึกและหนาแน่นช่วยเพิ่มปริมาณการผลิตทางการเกษตร ในขณะเดียวกันก็มีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก พืชจะพึงพาปุ๋ยน้อยลงและอัตราการใช้ปุ๋ยและไนโตรเจนเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตน้อยลง และธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ที่มีจะถูกดูดใช้มากขึ้นซึ่งช่วยลดการสูญเสียโดยการชะละลายออกสู่สิ่งแวดล้อม

### ขั้นตอนวิธีการ:

- ขุดหลุมเพื่อตรวจวัดความลึกของชั้นดินที่จำกัดการเจริญของราก และเปรียบเทียบกับข้อจำกัดของชั้น ในขณะที่ขุดหลุม ให้สังเกตการปรากฏของรากและรากเก่า โพรงไส้เดือน รอยแตกและรอยแยกที่รากสามารถแผ่ขยายไปได้
- สังเกตด้วยว่ารากมีความหนาแน่นมากเกินไปหรือไม่ (เป็นผลมาจากดินมีความต้านทานต่อการแทรกซึมสูง) และรากถูกบังคับให้เติบโตในแนวนอนหรือไม่ หรือที่รู้จักกันในชื่อ right-angle syndrome นอกจากนี้ ให้สังเกตความแข็งแรงของดิน ดินเป็นสีเทาซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากน้ำท่วมขังเป็นเวลานานหรือไม่ และมีชั้นดินดานแข็งหรือไม่ ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการต่างๆ เช่น การไถพรวนโดยกิจกรรมของมนุษย์ หรือชั้นดินที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ชั้นดานที่เกิดจากธาตุเหล็ก ทราลหรือหินปูน (หน้า 16–17) เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงชั้นดินอย่างกะทันหันจากวัสดุละเอียด (มีน้ำหนัก) ไปเป็นชั้นหยาบ (ทราย/กรวด) จะจำกัดการพัฒนาของรากด้วยเช่นกัน การประเมินศักยภาพการหยั่งลึกของรากอาจทำได้โดยสังเกตสมบัติข้างต้นในบริเวณใกล้เคียงถนนตัดใหม่หรือทางระบายน้ำ



ศักยภาพในการหยั่งลึกของ รากที่ขยายไปถึงด้านล่าง ของชั้นดิน ซึ่งดินมีความ แน่นและแข็งมาก ไม่มีราก หรือแนวรากเก่า ไม่มีโพรง ไส้เดือน และไม่มีรอยแตก และรอยแยกซึ่งรากสามารถ ขยายได้

## 8. การขังน้ำที่ผิวดิน

### ความเกี่ยวข้องและความสำคัญ:

การขังน้ำที่ผิวดิน (surface ponding) และระยะเวลาที่น้ำยังคงอยู่บนพื้นผิวดินสามารถบ่งบอกถึงอัตราการแทรกซึมน้ำเข้าและผ่านดิน ความสูงของระดับน้ำใต้ดิน และเวลาที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ การเกิดน้ำท่วมขังเป็นเวลานานจะทำให้ ออกซิเจนในดินหมดไป ก่อให้เกิดสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (anoxic) และทำให้รากพืชเกิดความเครียด ซึ่งจำกัดการหายใจและการเจริญเติบโตของราก รากพืชต้องการออกซิเจนในกระบวนการหายใจ และอ่อนแอหากเกิดการขังน้ำที่ผิวดินและสภาพดินที่อิ่มตัว โดยเฉพาะในช่วงฤดูใบไม้ผลิเมื่อส่วนรากและลำต้นเจริญเติบโตรวดเร็วจะพบว่าอัตราการหายใจและการคายน้ำก็เพิ่มขึ้นอย่างมาก ความต้องการออกซิเจนในช่วงนี้จะสูงมาก รากพืชยังคงมีความเสี่ยงต่อน้ำขังในช่วงฤดูร้อนเนื่องจากช่วงนี้อัตราการคายน้ำสูงที่สุด นอกจากนี้ น้ำท่วมขังทำให้รากฝอยที่มีหน้าที่ในการดูดใช้ธาตุอาหารและน้ำตาย การลดอัตราการดูดใช้น้ำในขณะที่พืชมีการคายน้ำสูงทำให้ใบแห้งและพืชเหี่ยวเฉา น้ำท่วมขังเป็นเวลานานยังเพิ่มโอกาสของแมลงศัตรูพืชและโรคต่างๆ เช่น โรครากเน่าจากเชื้อ Rhizoctonia, Pythium และ Fusarium และเพิ่มความเสี่ยงของรากต่อเชื้อโรคที่อยู่ในบริเวณดินบน ความเครียดของพืชที่เกิดจากการระบายอากาศที่ไม่ดีและความอิ่มตัวของดินด้วยน้ำเป็นเวลานานอาจลดความความทนทานของการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช เช่น เพลี้ยอ่อน ตัวด้งคอกของผีเสื้อกลางคืน หนอนกระทู้กล้า เป็นต้น

การเกิดน้ำขังและการขาดออกซิเจนยังส่งผลให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันทางเคมีและชีวเคมีที่ไม่พึงปรารถนา ซึ่งผลพลอยได้จากปฏิกิริยาเหล่านี้จะเป็นพิษต่อรากพืช ธาตุไนเตรต ( $\text{NO}_3^-$ ) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะลดลงเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันเป็นไนไตรท์ ( $\text{NO}_2^-$ ) และไนตรัสออกไซด์ ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก และซัลเฟต ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะถูกรีดิวซ์เป็นซัลไฟด์ รวมทั้งไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $\text{H}_2\text{S}$ ) เพอร์รัสซัลไฟด์ ( $\text{FeS}$ ) และซิงค์ซัลไฟด์ ( $\text{ZnS}$ ) ธาตุเหล็กจะถูกรีดิวซ์เป็นไอออนเหล็กที่ละลายน้ำได้ ( $\text{Fe}^{2+}$ ) และ Mn เป็นไอออนของแมงกานีส ( $\text{Mn}^{2+}$ ) นอกจากนี้ผลพลอยได้ที่ เป็นพิษแล้ว ปริมาณไนโตรเจนและกำมะถันที่เป็นประโยชน์ต่อพืชลดลง ยิ่งไปกว่านั้น การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ยังผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทน (ก๊าซเรือนกระจก) ก๊าซไฮโดรเจน เอทานอล อะซิโตนไดไฮดริด์ และเอทิลีน ซึ่งก๊าซทั้งหมดเมื่อสะสมในดินจะยับยั้งการเจริญเติบโตของราก การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะสร้างพลังงานในรูปของอะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) และประจุพลังงานอะดีนิเลต (AEC) สำหรับจุลินทรีย์และการเจริญเติบโตของราก/ยอดที่ไม่เพียงพอ ซึ่งแตกต่างจากการหายใจแบบใช้ออกซิเจน

ความทนทานของระบบรากพืชต่อการขังน้ำที่ผิวดินและน้ำท่วมขังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ รวมถึงช่วงเวลาของปี และชนิดของพืช ความทนทานต่อน้ำท่วมขังยังขึ้นกับอุณหภูมิของดินและอากาศ ชนิดของดิน สภาพของดิน น้ำใต้ดินที่ผันผวน และอัตราการเริ่มมีอาการและความรุนแรงของภาวะไร้ออกซิเจน (anoxia) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมโดยปริมาณออกซิเจนในดินเริ่มต้นและอัตราการใช้ออกซิเจน น้ำขังที่ผิวดินเป็นเวลานานทำให้ดินอ่อนไหวต่อความเสียหายจากการสัญจรของรถมากขึ้น ซึ่งช่วยความสามารถในการเข้าถึงของรถ ด้วยเหตุนี้ น้ำท่วมขังอาจชะลอการเตรียมดินและการเพาะปลูกพืช นอกจากนั้น การหว่านเมล็ดอาจล่าช้าออกไปได้อีกเนื่องจากแปลงเพาะเมล็ดอาจประสบกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช การเพิ่มอุณหภูมิของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำอาจล่าช้าจนกว่าน้ำในดินระเหยออกไป

### ขั้นตอนวิธีการ:

- การประเมินระดับของการขังน้ำที่ผิวดินอิงจากการสังเกตหรือความทรงจำทั่วไปเกี่ยวกับเวลาที่น้ำผิวดินหายไป

### วิธีการให้คะแนนการขังน้ำที่ผิวดิน

(เนื่องจากความอิ่มตัวของดิน)

**คะแนนดี** (2 คะแนน): หลังจากฝนตกหนัก 1 วัน ไม่มีน้ำขังบนผิวดินหรือบริเวณที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ

**คะแนนปานกลาง** (1 คะแนน): หลังจากฝนตกหนัก 2 ถึง 4 วัน มีแอ่งน้ำบนผิวดินปานกลาง

**คะแนนไม่ดี** (0 คะแนน): มีน้ำขังบริเวณผิวดินนานถึง 5 วันหลังฝนตกหนักบนผิวดิน



## 9. แผ่นแข็งปิดผิวดินและการคลุมผิวดิน

### ความเกี่ยวข้องและความสำคัญ:

แผ่นแข็งที่ปิดผิวดิน (soil surface crusting) จะลดการแทรกซึมของน้ำและการกักเก็บน้ำของดิน ซึ่งเพิ่มการไหลบ่าของน้ำ แผ่นแข็งบนผิวดินยังลดการถ่ายเทอากาศ ทำให้เกิดไร้ออกซิเจน และยืดเวลาการกักเก็บน้ำบริเวณพื้นผิว ซึ่งอาจจำกัดการเข้าถึงพื้นที่เพาะปลูกโดยเครื่องจักรกลทางการเกษตรเป็นเวลานาน แผ่นแข็งส่วนใหญ่เป็นดินที่มีเนื้อละเอียดและมีโครงสร้างไม่ดี โดยมีเสถียรภาพของเม็ดดินต่ำและมีอนุภาคดินเหนียวที่ฟุ้งกระจาย

การคลุมผิวดิน (soil surface cover) หลังการเก็บเกี่ยวและก่อนที่ทรงพุ่มพืชปกคลุมดินทั่วทั้งแปลงจะช่วยป้องกันการเกิดแผ่นแข็งโดยการลดการกระจายตัวของดินโดยฝนหรือชลประทาน นอกจากนี้ การปกคลุมผิวดินยังช่วยลดการเกิดแผ่นแข็งปิดผิวดินโดยการสกัดกั้นเม็ดฝนขนาดใหญ่ก่อนที่จะกระแทกและบดอัดผิวดิน การปลูกพืชคลุมดินและระบบรากของพืชช่วยอินทรีย์วัตถุไปในดินและส่งเสริมสิ่งมีชีวิตในดิน รวมทั้งจำนวนและกิจกรรมของไส้เดือน กิจกรรมทางกายภาพของรากพืชและสิ่งมีชีวิตในดิน รวมถึงสารหลังจากรากพืชและสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะทำให้ส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างของดิน การระบายน้ำและอากาศ และช่วยทำลายผิวดินที่แข็ง ส่งผลให้อัตราการซึมและการเคลื่อนที่ของน้ำในดินเพิ่มขึ้น ในขณะที่การไหลบ่า การพังทลายของดิน และความเสียหายจากน้ำท่วมเฉียบพลันลดลง การคลุมผิวดินช่วยลดการพังทลายของดินผ่านการสกัดกั้นเม็ดฝนที่มีแรงกระแทกสูง ลดการกระเซ็นของฝน ซึ่งทำหน้าที่เสมือนเป็นพองน้ำที่กักน้ำฝนไว้นานพอที่จะซึมเข้าไปในดิน นอกจากนี้ ระบบรากยังช่วยลดการพังทลายของดินด้วยการรักษาเสถียรภาพของผิวดิน ทำให้ดินอยู่กับที่ในช่วงฝนตกหนัก ส่งผลให้คุณภาพน้ำปลายน้ำดีขึ้น รวมถึงปริมาณตะกอนลดลง ปริมาณธาตุอาหาร และกลุ่มของแบคทีเรียลดลง การใช้การไถพรวนแบบอนุรักษ์สามารถลดการพังทลายของดินได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์และลดการไหลบ่าของน้ำได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ผิวดินต้องมีการปกคลุมอย่างน้อย 70 เปอร์เซ็นต์เพื่อให้เกิดการป้องกันที่ดีที่สุด ในขณะที่การปกคลุมอีก 30 เปอร์เซ็นต์หรือน้อยกว่าอาจจะมี การป้องกันที่ไม่ดีมากนัก สิ่งปกคลุมผิวดินยังช่วยลดความเสี่ยงของการชะล้างพังทลายของดินที่มีสาเหตุจากลมได้อย่างมากเช่นเดียวกัน

### ขั้นตอนวิธีการ:

- สังเกตระดับของแผ่นแข็งและสิ่งปกคลุมผิวดิน และการเปรียบเทียบภาพและเกณฑ์ที่กำหนดในหน้าถัดไป การประเมินการแผ่นแข็งปิดผิวดินจะดำเนินการหลังจากการเกิดดินเปียกแล้วปล่อยให้แห้งช่วงระยะเวลาหนึ่ง และก่อนการเพาะปลูก

**การให้คะแนนแผ่นแข็งปิดผิวดินและการคลุม  
ผิวดิน**

**คะแนนดี** (2 คะแนน): มีแผ่นแข็งเล็กน้อยถึงไม่มีเลยหรือมีสิ่งปกคลุมเกิน 70%

**คะแนนปานกลาง** (1 คะแนน): มีแผ่นแข็งบนผิวดินหนาประมาณ 2-3 มม. และดินมีรอยแตก หรือมีสิ่งปกคลุมดินระหว่าง 30 และ 70%

**คะแนนไม่ดี** (0 คะแนน): มีแผ่นแข็งบนผิวดินหนามากกว่า 5 มม. และดูเหมือนจะเพิ่มมากขึ้นโดยไม่มีรอยแตกของดิน หรือมีสิ่งปกคลุมดินน้อยกว่า 30%



#### สภาพดี

คะแนน = 2

มีแผ่นแข็งเล็กน้อยถึงไม่มีเลยหรือมีสิ่งปกคลุมเกิน 70%

#### สภาพปานกลาง

คะแนน = 1

มีแผ่นแข็งบนผิวดินหนาประมาณ 2-3 มม. และดินมีรอยแตก หรือมีสิ่งปกคลุมดินระหว่าง 30 และ 70%

#### สภาพเลว

คะแนน = 0

มีแผ่นแข็งบนผิวดินหนามากกว่า 5 มม. และดูเหมือนจะเพิ่มมากขึ้นโดยไม่มีรอยแตกของดิน หรือมีสิ่งปกคลุมดินน้อยกว่า 30%

### 3. การชะล้างพังทลายของดิน

#### ความเกี่ยวข้องและความสำคัญ:

การชะล้างพังทลายของดิน (soil erosion) จะลดศักยภาพการผลิตของดินผ่านการสูญเสียธาตุอาหาร การสูญเสียอินทรีย์วัตถุ การลดความสามารถในการหึงน้ำของราก และความสามารถในการกักเก็บน้ำที่ลดลง การชะล้างพังทลายของดินยังส่งผลไปถึงพื้นที่อื่นๆ รวมถึงคุณภาพน้ำที่ลดลงจากการที่ธาตุอาหารและเชื้อแบคทีเรียเพิ่มในลำธารและแม่น้ำมากขึ้น การเพาะปลูกที่บ่อยครั้งหรือมากเกินไปอาจทำให้ดินเสื่อมโทรมอย่างมาก ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียอินทรีย์วัตถุในดินและโครงสร้างดิน นอกจากนี้ การชะล้างพังทลายของดินยังสามารถทำให้เกิดแผ่นแข็งบนหน้าดิน ดานจากการไถพรวน และลดการแทรกซึมและการซึมผ่านของน้ำลงไปสู่ชั้นหน้าตัดดิน (เป็นสาเหตุให้เกิดการไหลบ่าของน้ำที่ผิวดินเพิ่มขึ้น) หากพื้นผิวดินไม่มีการป้องกันบนพื้นที่ที่มีความลาดเอียง ดินในปริมาณมากอาจถูกน้ำกัดเซาะในลักษณะแบบร่องน้ำเป็นริ้วหรือร่องลึกและแบบแผ่นหรือพื้นผิว ซึ่งค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูอาจมีค่าใช้จ่ายสูง

การชะล้างพังทลายของน้ำของดินบนพื้นที่ลาดเอียงขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่:

- เปอร์เซ็นต์ของพืชที่ปกคลุมผิวดิน
- ปริมาณและความรุนแรงของปริมาณน้ำฝน
- อัตราการซึมผ่านของดินและการซึมผ่านของน้ำผ่านดิน
- ความชันและธรรมชาติของชั้นดินใต้ผิวดินและหินพื้น

พื้นที่โล่งเตียนที่มีการสูญเสียอินทรีย์วัตถุและโครงสร้างดิน (เป็นผลกระทบโดยตรงจากการปลูกพืชมากเกินไป) อาจนำไปสู่การสูญเสียดินโดยการชะล้างพังทลายของดินโดยลม

#### ขั้นตอนวิธีการ:

- ประเมินระดับการชะล้างพังทลายของดินตามหลักฐานที่มองเห็นได้ในปัจจุบันและลักษณะในอดีต (หากทราบข้อมูลลักษณะพื้นที่ในอดีต) เมื่อเทียบกับรูปในหน้าถัดไป

<p><b>การให้คะแนนการชะล้างพังทลายของดิน</b></p> <p><b>คะแนนดี</b> (2 คะแนน): มีการชะล้างพังทลายของดินโดยน้ำเล็กน้อยถึงไม่มีเลย ความลึกของดินชั้นบนบริเวณเชิงเขาลึกกว่า 150 มม. ไม่พบการกัดเซาะของลม และจะเห็นเพียงกลุ่มฝุ่นขนาดเล็กเท่านั้นที่สามารถมองเห็นได้หลังจากใช้เครื่องจักรกลในการเพาะปลูกในวันที่มีลมแรง ดินที่ถูกกัดเซาะส่วนใหญ่อยู่ภายในแปลง</p> <p><b>สภาพปานกลาง</b> (1 คะแนน): การชะล้างพังทลายของดินโดยน้ำเป็นปัญหาในระดับปานกลาง โดยมีการกัดเซาะและการพังทลายของดินแบบแผ่นหรือร่องเป็นจำนวนมาก ความลึกของดินชั้นบนในพื้นที่ลาดเอียง 150 ถึง 300 มม. อาจมีตะกอนดินไหลและตกลงในแม่น้ำและลำธาร การชะล้างพังทลายของดินโดยลมก็เป็นปัญหาในระดับปานกลาง มีฝุ่นจำนวนมากหลังจากใช้เครื่องจักรกลไถพรวนดินในวันที่ลมแรง ดินที่ถูกลมกัดเซาะส่วนใหญ่ถูกพัดพาออกไปจากแปลงแต่ยังคงอยู่ในฟาร์ม</p>	<p><b>คะแนนไม่ดี</b> (0 คะแนน): การชะล้างพังทลายของดินโดยน้ำเป็นปัญหาใหญ่และเกิดร่องทั้งแบบริ้วและร่องลึก และแบบแผ่นบนผิวดินอย่างรุนแรง ความลึกของดินบนในพื้นที่ลาดเอียงมากกว่า 300 มม. มีตะกอนดินไหลและตกลงในแม่น้ำและลำธาร การชะล้างพังทลายของดินโดยลมก็เป็นปัญหาสำคัญ มีกลุ่มฝุ่นขนาดใหญ่เกิดขึ้นเมื่อใช้เครื่องจักรกลในการเพาะปลูกในวันที่มีลมแรง ดินจำนวนมากที่ถูกพัดปลิวหายไปจากแปลง</p>
--	--



### สภาพดี

คะแนน = 2

มีการชะล้างพังทลายของดินโดยน้ำเล็กน้อยถึงไม่มีเลย ความลึกของดินชั้นบนบริเวณเชิงเขาลึกกว่า 150 มม. ไม่พบการกัดเซาะของลม และจะเห็นเพียงกลุ่มฝุ่นขนาดเล็กเท่านั้นที่สามารถมองเห็นได้หลังจากใช้เครื่องจักรกลในการเพาะปลูกในวันที่มีลมแรง ดินที่ถูกกัดเซาะส่วนใหญ่อยู่ภายในแปลง



### สภาพปานกลาง

คะแนน = 1

การชะล้างพังทลายของดินโดยน้ำเป็นปัญหาในระดับปานกลาง โดยมีการกัดเซาะและการพังทลายของดินแบบแผ่นหรือร่องเป็นจำนวนมาก ความลึกของดินชั้นบนในพื้นที่ลาดเอียง 150 ถึง 300 มม. อาจมีการตกตะกอนลงในแม่น้ำและลำธาร การชะล้างพังทลายของดินโดยลมก็เป็นปัญหาในระดับปานกลาง มีฝุ่นจำนวนมากหลังจากใช้เครื่องจักรกลไถพรวนดินในวันที่มีลมแรง ดินที่ถูกลมกัดเซาะส่วนใหญ่ถูกพัดพาออกไปจากแปลงแต่ยังคงอยู่ในฟาร์ม



### สภาพเลว

คะแนน = 0

การชะล้างพังทลายของดินโดยน้ำเป็นปัญหาใหญ่ และเกิดร่องทั้งแบบริ้วและร่องลึก และแบบแผ่นบนผิวดินอย่างรุนแรง ความลึกของดินบนในพื้นที่ลาดเอียงมากกว่า 300 มม. มีตะกอนดินไหลและตกลงในแม่น้ำและลำธาร การชะล้างพังทลายของดินโดยลมก็เป็นปัญหาสำคัญ มีกลุ่มฝุ่นขนาดใหญ่เกิดขึ้นเมื่อใช้เครื่องจักรกลในการเพาะปลูกในวันที่มีลมแรง ดินจำนวนมากที่ถูกพัดปลิวหายไปจากแปลง

## ภาคผนวก II – วิธีใช้เตาไมโครเวฟเพื่ออบตัวอย่างดินให้แห้ง

**ขั้นตอนที่ 1.** ทำความสะอาดจานในไมโครเวฟให้สะอาด และชั่งน้ำหนักจาน

**ขั้นตอนที่ 2.** นำตัวอย่างดินใส่ลงในจานและชั่งน้ำหนัก (น้ำหนักที่ได้จะเป็นน้ำหนักเปียก ก่อนเริ่มกระบวนการทำให้แห้ง)

**ขั้นตอนที่ 3.** วางจานที่มีตัวอย่างดินในไมโครเวฟและอบให้ โดยตั้งค่าการละลายน้ำแข็งในคำสั่งของไมโครเวฟเป็นเวลา 3 นาที

**ขั้นตอนที่ 4.** หลังจาก 3 นาที นำจานที่มีตัวอย่างดินออกมาแล้วชั่งน้ำหนัก คลุกเคล้าดินและอบให้แห้งอีก 1 นาทีโดยใช้การตั้งค่าไมโครเวฟแบบเดียวกับในขั้นตอนที่ 3 (การละลายน้ำแข็ง)

**ขั้นตอนที่ 5.** ทำซ้ำขั้นตอนที่ 4 จนกว่าน้ำหนักแห้งของตัวอย่างดินจะไม่เปลี่ยนแปลง

**ขั้นตอนที่ 6.** ตัวอย่างดินแห้งและสามารถนำไปใช้วิเคราะห์อื่นๆ ที่ต้องใช้ดินแห้งจากการอบได้

บันทึก

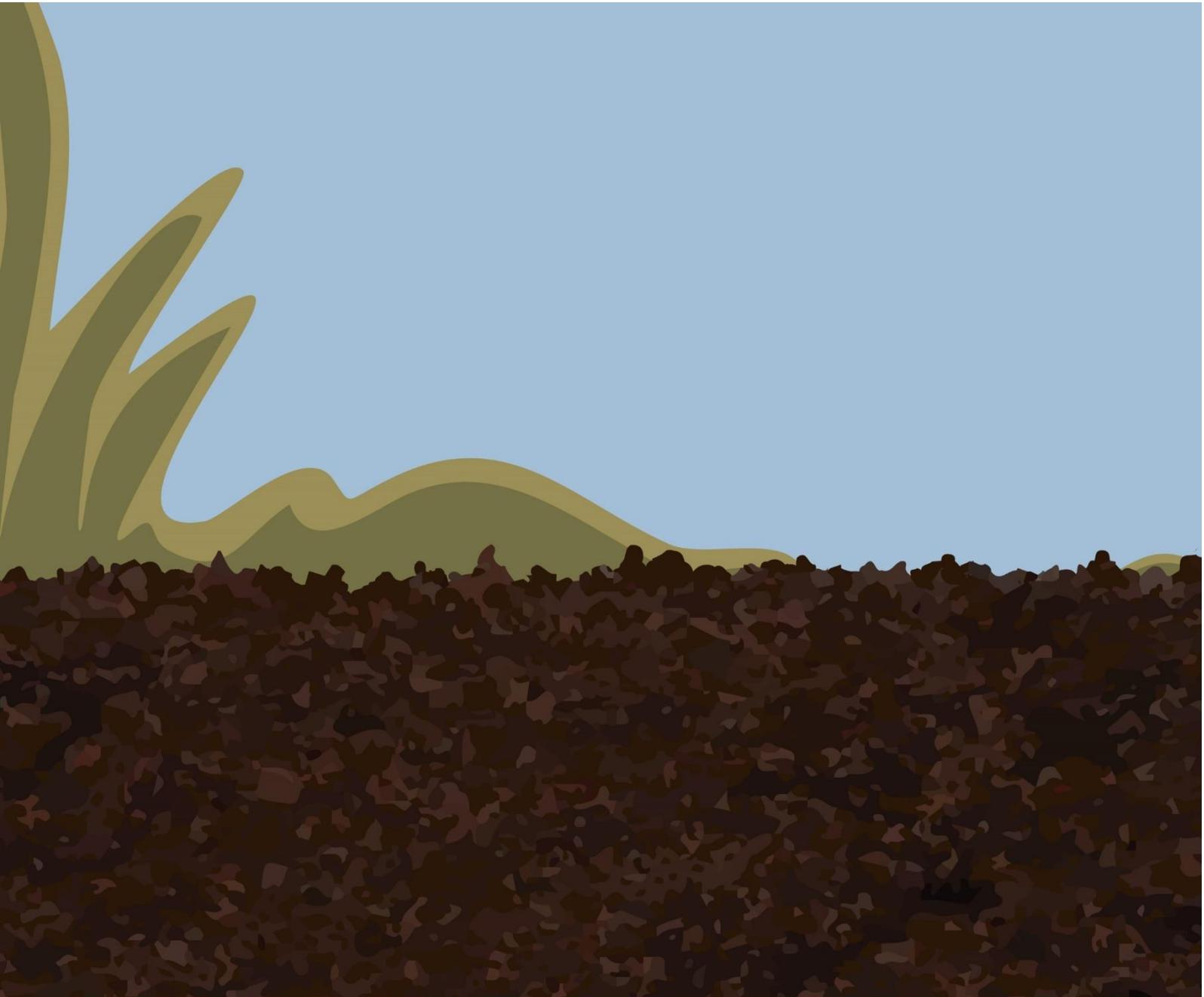
## อ้างอิง

- Blair, G., Lefroy, R. & Lisle, L.** 1995. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Australian Journal of Agricultural Research*, 46(7): 1459. <https://doi.org/10.1071/AR9951459>
- Blair, G., Lefroy, R., Whitbread, A., Blair, N. & Conte, A.R.** 2001. The development of the KMnO<sub>4</sub> oxidation technique to determine labile carbon in soil and its use in a carbon management index. *Assessment Methods for Soil Carbon*: 323–337.
- Casanellas, J.P.** 2013. *Agenda de Campo de Suelos: Información de Suelos para la Agricultura y el Medio Ambiente*. España, Mundi-Prensa. (also available at <https://library.biblioboard.com/content/9b37f9e8-c0de-43a0-ad65-bcff0fe03ca>).
- Doran, J.W., Stamatiadis, S.I. & Haberern, J.** 2002. Soil health as an indicator of sustainable management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 88(2): 107–110. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00250-X](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00250-X)
- FAO.** 2006. *Guidelines for soil description*. 4th ed edition. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 97 pp.
- FAO.** Date. General Training – Soil Texture. Fisheries and Aquaculture Department [CD- ROM]. Rome.
- Hoover, C.M., ed.** 2008. *Field measurements for forest carbon monitoring: a landscape-scale approach*. New York, NY, Springer. 240 pp.
- JG, R., Estefan, G. & Rashid, A.** 2002. *Soil--Plant-Analysis Soil and Plant Analysis Laboratory Manual*
- Kalra, Y.P.** 1995. Determination of pH of Soils by Different Methods: Collaborative Study. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 78(2): 310–324. <https://doi.org/10.1093/jaoac/78.2.310>
- Keith, H. & Wong, S.** 2006a. Measurement of soil CO<sub>2</sub> e&ux using soda lime absorption: both quantitative and reliable. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(5): 1121–1131. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.09.012>

- Keith, H. & Wong, S.** 2006b. Measurement of soil CO<sub>2</sub> e&ux using soda lime absorption: both quantitative and reliable. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(5): 1121–1131. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.09.012>
- Keuskamp, J.A., Dingemans, B.J.J., Lehtinen, T., Sarneel, J.M. & Hefting, M.M.** 2013. Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(11): 1070–1075. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12097>
- Klute, A. & Page, A.L., eds.** 1982. *Methods of soil analysis*. 2nd ed edition. Agronomy No.no. 9. Madison, Wis, American Society of Agronomy : Soil Science Society of America. 2 pp.
- Lal, R., ed.** 2001. *Assessment methods for soil carbon*. Advances in soil science. Boca Raton, Fla, Lewis Publishers. 676 pp.
- Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives.** 2008. Soil Management Guide.
- McKenzie, N., Coughlan, K. & Cresswell, H.** 2002. *Soil physical measurement and interpretation for land evaluation*. Collingwood, Vic, CSIRO Pub. 379 pp.
- Rao Mylavaram, Jamin Bergeron, Nancy Wilkinson & E. Hanlon.** 2020. Soil pH and Electrical Conductivity: A County Extension Soil Laboratory Manual. EDIS, 2020(1). (also available at <https://journals.flvc.org/edis/article/view/116038>).
- Rodrigues de Lima, A.C. & Brussaard, L.** 2010. Earthworms as soil quality indicators: local and scientific knowledge in rice management systems. *ACTA ZOOLOGICA MEXICANA (N.S.)*, 26(2). <https://doi.org/10.21829/azm.2010.262881>
- Shepherd, G., Stagnari, F. Pisante., M & Benites, J.** 2008. *Visual Soil Assessment – Field guides for annual crops*. FAO, Rome, Italy. 26 pp. (also available at <http://www.fao.org/3/i0007e/i0007e00.pdf>).
- United States Department of Agriculture (USDA).** 2001. *Soil Quality Test Kit Guide* [online]. Washington, DC. [Cited 21 February 2020]. [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_050956.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_050956.pdf)
- Weil, R., Stine, M., Gruver, J. & Samson-Liebig, S.** 2003. Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18: 3–17. <https://doi.org/10.1079/AJAA200228>







The Global Soil Partnership (GSP) is a globally recognized mechanism established in 2012. Our mission is to position soils in the Global Agenda through collective action. Our key objectives are to promote Sustainable Soil Management (SSM) and improve soil governance to guarantee healthy and productive soils, and support the provision of essential ecosystem services towards food security and improved nutrition, climate change adaptation and mitigation, and sustainable development.

Thanks to the financial support of



European  
Commission



ISBN 978-92-5-131195-0



9 789251 311950

CA2796EN/1/05.20