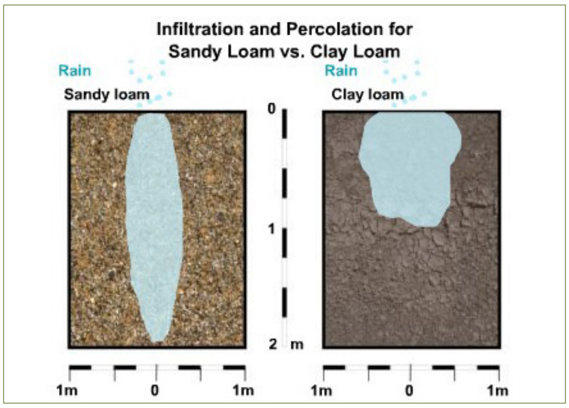
ความสามารถในการกักเก็บน้ำ และความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน

ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน หมายถึง ความสามารถที่ดินดูดยึดน้ำหรืออุ้มน้ำไว้ให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช) ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น เนื้อดิน โครงสร้างดิน อินทรียวัตถุในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขนาดและปริมาตรของช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ดินบางชนิดกักเก็บน้ำได้มาก และดินบางชนิดกักเก็บน้ำได้น้อย การกักเก็บน้ำจึงมีความสำคัญต่อการเพาะปลูกพืช เนื่องจากธาตุอาหารพืชหลายชนิดถูกละลายให้เป็นประโยชน์ในดินเมื่อมีน้ำ และพืชเกือบทั้งหมดต้องการน้ำเพื่อให้สามารถเจริญเติบโตและมีชีวิตอยู่ได้ ความถี่ที่ต้องรดน้ำให้พืชและปริมาณน้ำที่ดินสามารถกักเก็บได้จึงส่งผลกระทบอย่างมากต่อสุขภาพของพืช

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน

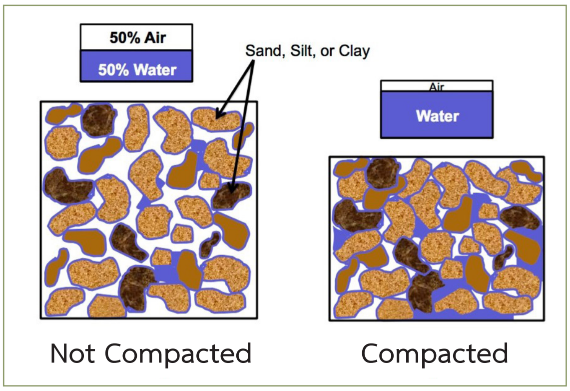
เนื้อดิน (soil texture) หมายถึง สัดส่วนของอนุภาคขนาดทราย (sand; เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0-0.05 มิลลิเมตร) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (silt; เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.05-0.002 มิลลิเมตร) และอนุภาคขนาดดินเหนียว (clay; เส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร) อนุภาคทั้ง 3 ขนาด ประกอบรวมกันเป็นเนื้อดิน เป็นสมบัติที่บอกถึงความหยาบหรือละเอียดของดิน มีผลต่อการดูดซับน้ำ การดูดยึดธาตุอาหาร และปฏิกิริยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในดิน ขนาดอนุภาคดินต่างๆ ที่ผสมอยู่ในเนื้อดินจะทำให้ดินแต่ละพื้นที่มีขนาดช่องว่างไม่เท่ากัน เช่น ดินที่มีอนุภาคขนาดทรายปริมาณมากมีแนวโน้มเป็นดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำตามธรรมชาติ อนุภาคขนาดใหญ่มีพื้นที่ผิวจำเพาะน้อย การดูดยึดน้ำและธาตุอาหารจึงน้อยตามไปด้วย



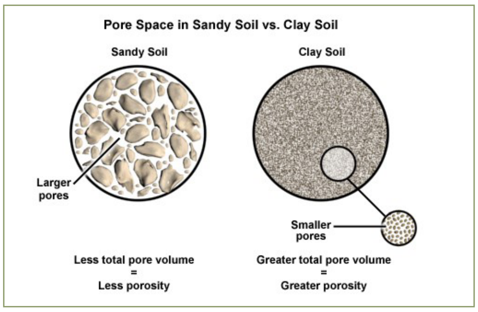
ภาพที่ 1 เปรียบเทียบความสามารถในการกักเก็บน้ำระหว่างดินร่วนปนทรายกับดินร่วนเหนียว
ที่มา: The COMET Program (2010)

โครงสร้างดิน (soil structure) หมายถึง การจับตัวกันของอนุภาคเดี่ยวโดยกลไกธรรมชาติ เม็ดดินที่ได้อาจเรียกว่าหน่วยโครงสร้างดิน (structural unit หรือ ped) ซึ่งมีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกัน เมื่อเชื่อมยึดกันเข้าจะเกิดเป็นโครงสร้างดินประเภทต่างๆ ดังนั้นความหมายของโครงสร้างดิน ก็คือลักษณะการจัดเรียงและการเชื่อมยึดกันของอนุภาคเดี่ยวของดินเป็นเม็ดดินและลักษณะของการเชื่อมยึดกันของเม็ดดินเหล่านั้น โครงสร้างดินเป็นสมบัติทางกายภาพที่บ่งชี้ถึงประเภท ขนาด การจัดเรียงตัวกันและระดับการสร้างตัวของหน่วยโครงสร้างดิน โครงสร้างดินที่ดีจะต้องมีการกระจายขนาดช่อง (pore size distribution) ของดินให้เหมาะสมต่อการอุ้มน้ำ การระบายน้ำ ระบายอากาศ และการเจริญเติบโตของรากพืช ในสภาพความจุความชื้นสนาม (field capacity) ซึ่งเป็นระดับความชื้นที่ดีที่สุดนั้น โครงสร้างดินที่ดีควรมีช่องว่างในการระบายอากาศอย่างน้อยร้อยละ 10 ของปริมาตรดินทั้งหมด

ความหนาแน่นรวมของดิน (soil bulk density)หมายถึงสัดส่วนระหว่างน้ำหนักดินแห้งกับปริมาตรรวมของดิน ซึ่งรวมปริมาตรของส่วนที่เป็นของแข็ง ของเหลวและอากาศ มีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (g/cm^3) ความหนาแน่นรวมของดินขึ้นอยู่กับการจัดเรียงโครงสร้างของอนุภาคดิน โดยทั่วไปมีค่าอยู่ในช่วง 0.8-1.8 g/cm^3 และค่าประมาณความหนาแน่นรวมของดิน มีค่า 1.3 g/cm^3 กลุ่มดินเนื้อหยาบ เช่น ดินทราย มีช่องว่างขนาดใหญ่ แต่ปริมาตรรวมกันของช่องว่างจะมีค่าต่ำ เมื่อคำนวณเป็นค่าความหนาแน่นรวมจึงมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างสูงกว่ากลุ่มดินเหนียว ที่มีช่องว่างขนาดเล็กจำนวนมาก การพรวนดินหรือการไถพรวนส่งผลให้ดินโปร่ง ความหนาแน่นรวมลดลง แต่หากมีการไถพรวนด้วยเครื่องจักรกลขนาดใหญ่มากๆ จะส่งผลให้ดินอัดตัวเข้าอยู่ในช่องว่างของดิน อาจมีผลทำให้ความหนาแน่นรวมของดินสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงของช่องว่างเหล่านี้ส่งผลต่อการกักเก็บน้ำของดินเช่นเดียวกัน



ภาพที่ 2 สัดส่วนของน้ำและอากาศในช่องว่างในดินที่ส่งผลต่อความหนาแน่นรวมของดิน
ที่มา: ดัดแปลงจาก Baerg M. (2020)

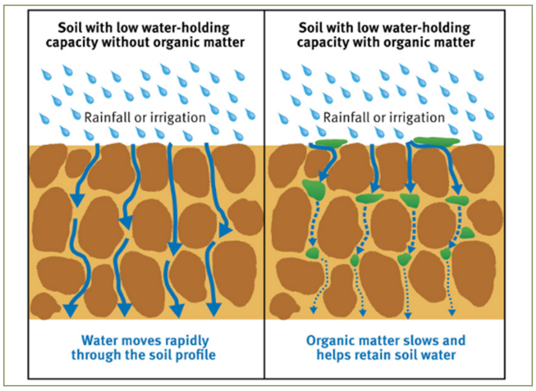


ภาพที่ 3 เปรียบเทียบขนาดช่องว่างในดินระหว่างดินทรายกับดินเหนียว
ที่มา: The COMET Program (2010)

ความพรุนรวมของดิน (soil porosity) คือสัดส่วนปริมาตรช่องว่างในดิน (ปริมาตรของเหลว และปริมาตรอากาศ) ต่อปริมาตรรวมของดิน มีค่าอยู่ในช่วง 0-1 ไม่มีหน่วย หรือหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อลูกบาศก์เมตร (m^3/m^3) ปกติดินที่มีความหนาแน่นรวมต่ำจะมีค่าความพรุนสูง ส่วนดินที่มีการอัดตัวแน่นมีค่าความหนาแน่นรวมสูง จะมีค่าความพรุนต่ำลง ความพรุนของดินจึงเป็นสมบัติที่ถูกควบคุมโดยปริมาตรและขนาดของช่องว่างในดิน

ช่องว่างในดิน (soil pores) มีความหลากหลายของขนาดและความต่อเนื่อง ไม่เป็นเส้นตรง ช่องว่างในดินจะประกอบด้วย ช่องว่างขนาดใหญ่ (macrospores; >80 ไมโครเมตร) ช่องว่างขนาดกลาง (mesopores; 30-80 ไมโครเมตร) และช่องว่างขนาดเล็ก (micropores; 5-30 ไมโครเมตร) ซึ่งเป็นช่องที่กักเก็บน้ำที่ถูกดูดซับด้วยแรงคาพิลลารี (capillary forces) ช่องว่างเหล่านี้ทำให้อากาศ น้ำ ธาตุอาหาร และรากสามารถเคลื่อนที่ผ่านดินได้ หากดินมีอนุภาคขนาดทรายจะมีช่องว่างระหว่างอนุภาคขนาดใหญ่มาก ดินทรายจะมีความสามารถในการกักเก็บน้ำต่ำที่สุด เนื่องจากน้ำจะไหลผ่านช่องว่างระหว่างอนุภาคของดินเมื่อมีฝนตกได้เร็วและมากขึ้น ช่องว่างขนาดใหญ่จะทำให้น้ำไหลลงสู่ใต้ดินอย่างรวดเร็ว โดยนำธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชออกไปด้วย ในขณะที่ดินร่วนซึ่งมีช่องว่างเล็กกว่าดินทรายจะกักเก็บน้ำไว้ในช่องได้ดีกว่า ทำให้การชะละลายของน้ำไหลช้าลง ดินเหนียวซึ่งมีช่องว่างในดินขนาดเล็กที่สุด มีความสามารถในการกักเก็บน้ำได้สูงกว่าดินทรายและดินร่วน โดยสามารถกักเก็บน้ำได้มากถึงหกเท่าของดินทราย แต่อาจส่งผลต่อการไหลของน้ำได้ช้าเกินไป และมีแนวโน้มให้เกิดน้ำท่วมขังจนส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชเช่นกัน

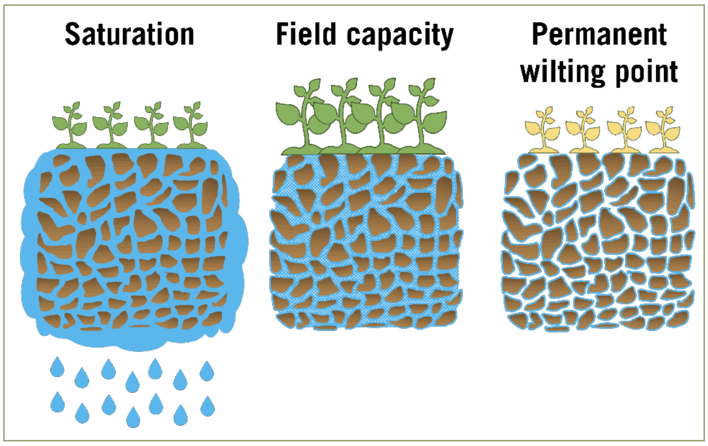
อินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter) มีความสามารถในการดูดซับน้ำไว้ได้ในปริมาณมากประมาณ 6-20 เท่าของน้ำหนัก เนื่องจากมีอนุภาคขนาดเล็กและมีลักษณะเป็นสารคอลลอยด์ จึงมีพื้นที่ผิวในการดูดซับน้ำไว้ได้มากเป็นพิเศษ อีกทั้งอนุภาคของอินทรียวัตถุยังประกอบกันเป็นโครงสร้างมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ มีช่องขนาดเล็กที่ดูดซับน้ำได้ดีอยู่มาก การใส่อินทรียวัตถุลงไปในดิน จึงช่วยเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินทรายหรือดินเนื้อหยาบ นอกจากนี้อินทรียวัตถุยังทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมอนุภาคดินที่มีประสิทธิภาพสูงในการเกาะยึดหรือรวมตัวกับอนุภาคดินขนาดต่างๆ โดยเฉพาะในดินเหนียวหรือเซลล์จุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งการจับตัวกันนี้บางส่วนมาจากประจุที่แตกต่างกันระหว่างอินทรียวัตถุกับดินเหนียวหรือการเกาะยึดระหว่างประจุลบของอนุภาคทั้งสองโดยมีประจุบวกชนิดต่างๆเป็นตัวเชื่อมโยง นอกจากนี้การสร้างสารเชื่อมโดยจุลินทรีย์ทำให้ดินเหนียวเกาะยึดกันเป็นเม็ดดิน มีลักษณะเป็นหน่วยโครงสร้างย่อยที่สามารถรวมกลุ่มกันเป็นจำนวนมากก่อให้เกิดโครงสร้างดินที่ดีสามารถดูดซับน้ำไว้ได้มาก ขณะเดียวกันก็ทำให้ดินมีความร่วนซุย มีการซาบซึมน้ำและการระบายอากาศดี



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบดินที่มีและไม่มีอินทรียวัตถุกับความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน
ที่มา: Pattison et al. (2010)

ระดับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน

น้ำในดินเป็นน้ำที่บรรจุอยู่ในช่องว่างในดิน หรือถูกดูดซับอยู่ที่ผิวอนุภาคดิน ปริมาณน้ำหรือความชื้นในดินมีความผันแปรตลอดเวลา และมีการเคลื่อนที่ได้ทุกทิศทางอยู่เสมอไม่หยุดนิ่ง น้ำในดินเป็นตัวทำละลายที่ดีมากช่วยในการละลายธาตุอาหารในดินให้อยู่ในสภาพที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ และมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินต่อพืชของดินแต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกัน หากดินได้รับน้ำในปริมาณที่มากและต่อเนื่องกัน ดินในบริเวณนั้นจะอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturation) เนื้อดินไม่ยึดเกาะน้ำ น้ำจึงไหลลงสู่ดินชั้นล่าง พืชสามารถนำน้ำในดินส่วนที่เป็นระดับความจุความชื้นสนาม (field capacity, FC) ใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโดได้ง่าย ในขณะที่หากความชื้นในดินลดลงไปเรื่อยๆ จนถึงจุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting poing, PWP) จะเป็นจุดที่รากพืชไม่สามารถดูดน้ำไปใช้ได้อีก ปริมาณน้ำที่มากเกินไปและน้อยเกินไปเป็นผลเสียต่อพืชและมีผลต่อการสูญเสียธาตุอาหารในดินทั้งในแนวดิ่งลงสู่ชั้นใต้ดิน และในแนวความลาดชันของพื้นที่ ปกติการวิเคราะห์ความชื้นในดินจะทำให้ทราบว่าปริมาณน้ำในดินมีเพียงพอที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ โดยผลต่างของระดับความจุความชื้นสนาม (FC) กับระดับความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (PWP) จะเป็นค่าความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (available water capacity, AWCA) ทั้งนี้ปริมาณน้ำในดินควรอยู่ในช่วงร้อยละ 50-100 ของค่าความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินนั้นๆ ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของพืช



ภาพที่ 5 ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินต่อพืชในสภาวะที่แตกต่างกัน
ที่มา: Coolong T. and Diaz-Perez J. C. (2022)

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 547 หน้า

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. มปป. คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบโสตทัศนูปกรณ์. คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 131 หน้า

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา ชัยสิทธ์ ทองจูและแสงดาว เขาแก้ว. 2559. มลพิษทางดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 433 หน้า

สุรเชษฐ์ อร่ามรักษ์. 2561. เอกสารคำสอน สภาวะทางกายภาพของดินกับการเจริญเติบโตของพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 153 หน้า

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดินและการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า (เล่ม 1). กรมพัฒนาที่ดิน. 184 หน้า

Baerg Madeleine. 2020. How to minimize soil compaction on your farm. Retrieved 5September 2023, from https://www.grainews.ca/features/how-to-minimize-soil-compactien-en-your-farm/

Coolong Timothy and Juan Carlos D. P. 2022. Principles of Irrigation and Scheduling for Vegetable Crops in Georgia. Retrieved 5 September 2023, from https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201511_2.PDF

Pattison T. Moody P. and Bagshaw J. 2010. Vegetable plant and soil health. Publication by the State of Queensland. Access via http://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/2479/

The COMET Program. 2010. Understanding the Hydrologic Cycle. Retrieved 1 September 2023, from https://download.comet.ucar.edu/memory-stick/hydro/basic_int/hydrologic_cycle/navmenu.php_tab_1_page_4.4.0.htm

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน