

ความสัมพันธ์ระหว่างดิน น้ำ และพืช¹

ธวัชชัย ณ นคร²

บทคัดย่อ

บทความเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างดิน น้ำ และพืช นี้ได้ใช้ในการประกอบคำบรรยายในการอบรมเรื่องดิน และปุ๋ย แก่ข้าราชการและพนักงานเกษตร ซึ่งมีความรู้ในระดับไม่สูงกว่าปริญญาตรี ซึ่งจัดขึ้นโดยสาขาดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร ระหว่างวันที่ 16-20 พฤษภาคม 2526 ณ ห้องประชุมกองปฐพีวิทยา เนื้อหาของบทความประกอบด้วย ความชื้นและวิธีการวัดความชื้นของดิน การระเหยของน้ำจากผิวดิน การคายน้ำของพืช ความสมดุลน้ำในพืช อิทธิพลของการขาดน้ำต่อการคายน้ำและการเจริญเติบโตของพืช การตอบสนองของพืชต่อการมีน้ำมากเกินไป การจัดการดินและน้ำ และการระบายน้ำ นอกจากนี้ผู้เขียนได้กล่าวถึงผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างดิน น้ำ และพืช ไว้ด้วยเล็กน้อยตามที่เห็นสมควร

ดิน นอกจากจะเป็นที่ยึดเหนี่ยวของรากพืชเพื่อให้พุ่มต้นสามารถทรงตัวอยู่ได้แล้ว ดินยังเป็นที่มาของธาตุอาหารและน้ำของพืชอีกด้วย น้ำมีความจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืชและทำให้เซลล์พืชเต่ง ดินทั่ว ๆ ไปจะมีปริมาตรของช่องว่างในดิน (pore spaces) ประมาณครึ่งหนึ่ง และในช่องว่างเหล่านี้เองก็จะเป็นที่อยู่ของน้ำและอากาศในดินในอัตราส่วนต่าง ๆ อัตราส่วนของน้ำและอากาศในดินจะขึ้นอยู่กับขนาดของช่องว่างในดิน ช่องว่างในดินขนาดเล็ก (capillary pores) ส่วนใหญ่จะเป็นที่อยู่ของน้ำ ส่วนช่องว่างในดินขนาดใหญ่ (non-capillary pores) จะเป็นที่อยู่ของอากาศในดิน น้ำฝนที่ตกลงมาจะถูกยึดไว้ในช่องว่างของดินขนาดเล็กซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้โอกาสต่อไป ส่วนน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่ชั่วคราวจะไหลซึมลึกลงไปใต้ดินเกินกว่ารากพืชจะนำมาใช้ได้ และมีน้ำอีกบางส่วนจะไหลบ่าไปตามผิวน้ำดินหากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมามากเกินกว่าที่ดินจะรับไว้ได้ น้ำที่ดินสามารถดูดซับไว้ในที่สุดก็จะระเหยไปจากผิวดิน (evaporation) กลับไปสู่บรรยากาศ หรือไม่ก็รากดูดน้ำไปใช้แล้วคายออกไปสู่บรรยากาศทาง

ลำต้นและใบ (transpiration) ปริมาณน้ำที่ดินสามารถดูดยึดไว้เป็นประโยชน์ต่อพืชนี้จะต่างกันตามชนิดของเนื้อดินและการเรียงตัวของเม็ดดิน ดินที่มีเนื้อละเอียดจะดูดยึดน้ำไว้ได้มากกว่าดินเนื้อหยาบ ดินบางชนิดสามารถดูดยึดน้ำไว้ได้ถึง 25 ซม. ในระดับความลึก 0-100 ซม. ของดินชั้นบน อย่างไรก็ตามพืชสามารถนำน้ำจำนวนนี้ไปใช้ได้อย่างมากเพียงครึ่งหนึ่งเท่านั้น ส่วนที่เหลือจะสูญเสียไปทางอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งโดยการระเหยไปจากผิวดินโดยตรง และมีบางส่วนดินดูดยึดไว้ซึ่งพืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ ความสัมพันธ์ระหว่างดิน-น้ำและพืชนี้ถือว่ามีค่าสำคัญมากในแง่ของการจัดการน้ำให้พอเหมาะพอดีกับความต้องการของพืช ตลอดจนทำให้ทราบถึงผลเสียต่าง ๆ อันจะกระทบกระเทือนผลผลิตของพืชเมื่อพืชขาดน้ำหรือมีน้ำมากเกินไป

ความชื้นของดิน (Soil moisture)

ดินทุกชนิดจะมีน้ำประกอบอยู่เสมอ จะมากน้อยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและเนื้อดิน บางส่วนของน้ำจะอยู่ในรูปของสารประกอบทางเคมีของดินซึ่งจะไม่กล่าวถึงในที่นี้ น้ำหรือความชื้นในดินในที่นี้หมายถึงน้ำที่อยู่ในช่องว่างของดินซึ่งอาจเป็นได้ทั้งของเหลวหรือแก๊ส แต่น้ำที่มีความสำคัญต่อพืชที่สุดคือน้ำซึ่งอยู่ในสภาพของเหลว

น้ำในดินไม่ใช่ น้ำบริสุทธิ์ แต่จะมีองค์ประกอบทางเคมีต่าง ๆ กันไปตามสภาพแวดล้อมในดินและองค์ประกอบทางเคมี

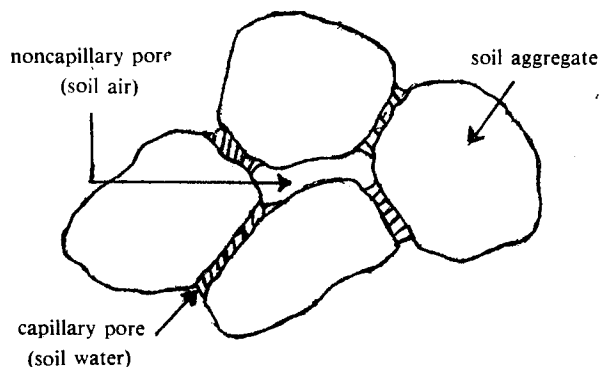
¹เอกสารประกอบการบรรยายในการฝึกอบรมเรื่องดินและปุ๋ย ของกองปฐพีวิทยา ระหว่างวันที่ 16-20 พฤษภาคม 2526 ณ ห้องประชุมกองปฐพีวิทยา

²นักวิชาการเกษตร กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900.

ของดิน ปริมาณน้ำในดินขณะใดขณะหนึ่งคือมวลสารซึ่งหายไปเมื่อนำดินมาอบที่อุณหภูมิ 100-110° C นาน 24-48 ชม. หรือจนน้ำหนักของดินคงที่

ที่มาของน้ำในดินอาจเป็นอย่างหนึ่งอย่างใดหรือหลาย ๆ อย่าง เช่น ฝน น้ำค้าง หิมะ น้ำใต้ดิน และน้ำชลประทาน เป็นต้น น้ำที่ได้มาเหล่านี้บางส่วนดินจะดูดซับไว้ในช่องว่างของดิน บางส่วนก็ไหลไปตามผิวหน้าดิน และบางส่วนก็ไหลซึมลึกลงไปดินเกินกว่าที่รากพืชจะนำมาใช้ได้

น้ำส่วนที่ดินดูดซับไว้เรียกว่า capillary water ส่วนที่ซึมลึกลงไปดินหรือส่วนที่ดินไม่สามารถดูดซับไว้ได้เรียกว่า gravitational water หรือ free water น้ำประเภทหลังนี้คือน้ำที่อยู่ในช่องว่างในดินขนาดใหญ่ซึ่งจะไหลซึมลึกลงไปใต้ดินตามแรงดึงดูดของโลก ส่วนน้ำประเภทแรกหรือ capillary water นั้นเป็นน้ำที่อยู่ในช่องว่างในดินขนาดเล็กซึ่งแรงดึงดูดของโลกไม่สามารถดึงดูดให้ซึมลึกลงไปใต้ดินได้ และเป็นน้ำซึ่งรากพืชสามารถนำมาใช้ได้ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงการเรียงตัวของเม็ดดิน (soil aggregate) ทำให้เกิดช่องว่างขนาดเล็กและใหญ่ขึ้นในดินอันเป็นที่อยู่ของน้ำและอากาศในดิน

Capillary water หรือปริมาณน้ำที่ดินสามารถดูดซับไว้ได้เต็มที่นี้เรียกว่าปริมาณน้ำที่ field capacity ของดิน หรือน้ำที่ดินสามารถดูดซับไว้ที่ความกดดัน 1/3 บรรยากาศ อีกนัยหนึ่งในช่องว่างของดินที่ดูดซับน้ำไว้จะมีแรงดึงดูดประมาณ 1/3 บรรยากาศหรือมากกว่าปริมาณน้ำในดินชั้นต่ำสุดหรือปริมาณน้ำในดินที่พืชนำมาใช้ไม่ได้ซึ่งสังเกตจากพืชแสดงอาการเหี่ยวอย่างเห็นได้ชัดคือปริมาณน้ำที่ดินดูดซับไว้ด้วยแรงดึงดูด 15 บรรยากาศ (wilting point) ฉะนั้นปริมาณน้ำในดินซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชจริง ๆ คือปริมาณน้ำของดินที่อยู่ระหว่างแรงดึงดูด 1/3-15 บรรยากาศ ซึ่งเรียกว่า plant available water

การหาปริมาณน้ำหรือความชื้นของดินอาจทำได้โดย 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ โดยทางตรงและทางอ้อม

การหาความชื้นของดินโดยทางตรงหาได้โดยวิธีการที่เรียกว่า gravimetric method โดยการเก็บตัวอย่างดินมาอบที่อุณหภูมิ 100-110° C จนดินแห้งหรือน้ำหนักดินคงที่ ถ้าปริมาณดินไม่มากนักเช่น 200-300 กรัม จะใช้เวลาประมาณ 24 ชม. วิธีนี้ถือเป็นวิธีมาตรฐานแต่ใช้เวลาและแรงงานมากกว่าวิธีอื่น ความชื้นของดินจากวิธีการนี้หาได้จากสูตร

$$\% \theta_w = 100 (m_1 - m_2) / m_2$$

เมื่อ $\% \theta_w$ = เปอร์เซนต์ความชื้นของดินโดยน้ำหนัก

m_1 = นน.ดินก่อนอบ (กรัม)

m_2 = นน.ดินหลังอบที่ 100-110° C จนนน.คงที่ (กรัม)

ถ้าหากทราบความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) ก็สามารถหาเปอร์เซนต์ความชื้นของดินโดยปริมาตรได้ โดยสูตร

$$\% \theta_v = \% \theta_w \times p$$

เมื่อ $\% \theta_v$ = เปอร์เซนต์ความชื้นของดินโดยปริมาตร

p = ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัม/ลบ.ซม.)

การหาความชื้นของดินทางอ้อมอาจทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ gypsum block, tensiometer หรือ neutron probe เป็นต้น ซึ่งจะไม่กล่าวถึงรายละเอียดในที่นี้

การคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration)

การคายระเหยน้ำประกอบด้วยการสูญเสียของน้ำไปจากดิน 2 ขบวนการซึ่งจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันไปคือ การระเหยของน้ำจากผิวดิน (evaporation) และการคายน้ำของพืช (transpiration) การระเหยของน้ำจากผิวดินโดยตรงและการคายน้ำของพืชซึ่งเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันนี้ยากที่จะบอกได้ว่าน้ำที่สูญเสียไปจากดินเกิดจากขบวนการไหนมากเท่าไร จึงนิยมใช้ค่ารวมของสองขบวนการนี้ว่า evapotranspiration หรือการคายระเหยน้ำ บางครั้งก็เรียกว่า water consumptive use of crop คือปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการปลูกพืชในฤดูหนึ่ง ๆ หรืออาจเรียกว่าการใช้น้ำของพืช (crop water use)

การคายระเหยน้ำในฤดูปลูกหนึ่ง ๆ จะมากน้อยขึ้นอยู่กับภูมิอากาศ ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ ชนิดของพืช ชนิดของเนื้อดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ตลอดจนการจัดการดินในการปลูกพืช โดยปกติแล้วในฤดูปลูกหนึ่ง ๆ ค่าการคายระเหยน้ำจะมีประมาณ 0.1-1.0 ซม./วัน

ปริมาณน้ำที่พืชคายออกไปสู่บรรยากาศในฤดูปลูกหนึ่ง ๆ มีปริมาณมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องใช้ภายในต้นพืชจริง ๆ มีผู้ประเมินว่าต้นข้าวโพดต้องการน้ำใช้ภายในต้นเพียง 2,000 กรัม/ต้น เท่านั้น แต่น้ำที่สูญเสียไปในขบวนการคาย

น้ำมีถึง 200,000 กรัม/ตัน (200 ลิตร/ตัน) ซึ่งหมายความว่าน้ำที่ผ่านต้นข้าวโพดไปสู่บรรยากาศมากกว่าน้ำที่จำเป็นต้องใช้สอยในต้นถึง 100 เท่า ในฤดูปลูกหนึ่ง ๆ ถั่วพุ่มจะคายน้ำประมาณ 50 ลิตร/ตัน ส่วนมะเขือเทศประมาณ 130 ลิตร/ตัน

ในช่วงฤดูปลูกหนึ่ง ๆ นั้นปริมาณน้ำที่พืชคายออกไปสู่บรรยากาศจะมากน้อยไม่เท่ากันในระยะการเจริญเติบโตของพืช อย่างไรก็ตามการคายน้ำของพืชในระยะใดระยะหนึ่งมักจะมีความไม่เกินค่าการระเหยของน้ำจากพื้นผิวน้ำโดยตรง ในขณะที่ช่วงที่พืชมักจะคายน้ำสูงสุดมากกว่าระยะการเจริญเติบโตอื่น ๆ คือตรงช่วงต่อระหว่าง vegetative growth stage กับ reproductive growth stage สำหรับข้าวโพดคือช่วงที่กำลังเริ่มจะออกไหม

การระเหยของน้ำจากผิวดินเกิดขึ้นควบคู่กันไปกับการคายน้ำของพืช การระเหยของน้ำจากผิวดินในฤดูปลูกหนึ่ง ๆ มีค่าโดยประมาณเท่ากับค่าการคายน้ำของพืช หรืออีกนัยหนึ่งค่าการระเหยของน้ำจากผิวดินจะมีประมาณ 50% ของค่าการคายระเหยน้ำนั่นเอง (Peters, 1960a) จากการสรุปนี้จะเห็นได้ว่าน้ำซึ่งสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ในฤดูปลูกหนึ่ง ๆ มีมากถึง 50% ของน้ำที่ดินสามารถดูดยึดไว้ได้จากน้ำฝนและ/หรือน้ำชลประทาน ฉะนั้นหากเราสามารถลดค่าการระเหยของน้ำจากผิวดินซึ่งไม่มีประโยชน์ต่อพืชนี้ลงได้ก็จะทำให้น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีมากขึ้น โดยเฉพาะในท้องที่การเกษตรที่อาศัยน้ำฝนอย่างเดียวหรือมีน้ำจำกัดเรื่องนี้มีความสำคัญมาก

การคายน้ำของพืชนอกจากถูกควบคุมด้วยตัวพืชเองเช่นพื้นที่ใบ โครงสร้างของใบ อัตราส่วนระหว่างรากและลำต้น และใบแล้วยังขึ้นอยู่กับอีก 2 ปัจจัยใหญ่ ๆ คือ สภาพแวดล้อมของบรรยากาศเหนือดิน (microclimatic factors) เช่นความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ ความเร็วลม แสงและความเข้มของแสง และอุณหภูมิของบรรยากาศรอบต้นพืชเป็นต้น และปัจจัยโดยตรงที่มาจากดิน (soil factors) ในสภาพที่ดินมีน้ำไม่จำกัดต่อการเจริญเติบโตของพืช จะมีเพียงสภาพแวดล้อมเหนือดินอย่างเดียวที่ควบคุมการคายน้ำของพืช แต่ถ้าพืชขาดน้ำหรือดินมีน้ำไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้วการคายน้ำของพืชจะถูกควบคุมโดยทั้งสองปัจจัย คือสภาพแวดล้อมเหนือดินและปัจจัยที่เกี่ยวกับดินโดยตรง

ตัวอย่างปัจจัยควบคุมการคายน้ำของพืชที่มาจากดินคือปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (availability of soil water) อัตราน้ำที่จะไหลจากดินแห้งไปสู่รากย่อมน้อยกว่าดินชื้น ฉะนั้นรากจะดูดน้ำไปเลี้ยงลำต้นและใบได้ลดลง ซึ่งจะทำให้

ให้การคายน้ำของพืชลดลงด้วย ในดินเนื้อหยาบเช่นดินทรายพืชจะแสดงอาการขาดน้ำก่อนที่ความเครียดของน้ำในดิน (soil water tension) ลดลงถึง 15 บรรยากาศ (wilting point) เสียด้วยซ้ำไป เพราะฟิล์มของน้ำในช่องว่างในดินจะถูกตัดขาดเสียก่อนหน้านั้น อย่างไรก็ตามในพืชทนแล้งบางชนิด แม้ความเครียดของน้ำในดินจะเพิ่มขึ้นถึง 15 บรรยากาศ ก็ยังสามารถคายน้ำได้เท่า ๆ กับอัตราการคายน้ำปกติเมื่อมีน้ำอยู่อย่างบริบูรณ์ สำหรับฝ้ายสามารถคายน้ำได้ตามอัตราปกติคือประมาณ 10 มม./วัน จนกระทั่งความเครียดของน้ำในดินเพิ่มขึ้นเป็น 10 บรรยากาศ และยังคงคายน้ำได้อีกประมาณ 3 มม./วัน เมื่อความเครียดของน้ำในดินเพิ่มขึ้นถึง 30 บรรยากาศ มีผู้ได้ทำการศึกษาการดูดน้ำของรากพืชพบว่าโดยเฉลี่ยแล้วรากพืชสามารถดูดน้ำได้ประมาณ 0.1 ลบ.ซม./ราก 1 ซม. และพบว่ารากจะดูดน้ำจากดินที่มีความเครียด 5 บรรยากาศได้ความเครียดของน้ำในรากต้องมีไม่น้อยกว่า 7 บรรยากาศ และความเครียดของน้ำภายในรากจะต้องมีถึง 28 บรรยากาศที่จะดูดน้ำจากดินซึ่งมีความเครียด 15 บรรยากาศได้ (Gardner, 1960)

Peters (1960b) ได้ศึกษาอิทธิพลของความเครียดของน้ำในดิน ความชื้นของดิน และความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศต่อการเจริญเติบโตและการคายน้ำของข้าวโพด พบว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศต่ำคืออากาศแห้งการเจริญเติบโตและการคายน้ำของข้าวโพดจะขึ้นอยู่กับความเครียดของน้ำในดินและความชื้นของดินเป็นสำคัญ แต่ถ้าหากความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศสูง ความเครียดของน้ำในดินและความชื้นของดินจะไม่ค่อยมีผลต่อการเจริญเติบโตและการคายน้ำของข้าวโพดแต่อย่างใด

การใช้น้ำของพืชหรือการคายระเหยน้ำในแต่ละพืชแต่ละปีจะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ได้รับในช่วงฤดูปลูก Harrold และ Dreibelbis (1967) พบว่าข้าวโพดใช้น้ำไป 44.2-63.0 ซม. ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน Russell และ Danielson (1956) พบว่าข้าวโพดใช้น้ำ 16.8, 32.8, และ 43.9 ซม. เมื่อข้าวโพดไม่ได้รับฝนเลย ได้รับฝนเพียงอย่างเดียว และได้รับทั้งฝนและน้ำชลประทานเสริมตามลำดับ Rhoades และ Nelson (1955) รายงานว่าข้าวโพดที่ปลูกในเขตชลประทานใช้น้ำไปในฤดูหนึ่ง ๆ ประมาณ 40-64 ซม. และอาจต่ำถึง 30 ซม. ก็ยังคงปรากฏ

การทดลองของ Na Nagara (1971) พบว่าการปลูกข้าวโพดอาศัยน้ำฝนอย่างเดียวนั้นข้าวโพดใช้น้ำไปในฤดูปลูก 30-50 ซม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณฝนที่ได้รับในช่วงฤดูปลูก ซึ่งจะให้น้ำหนัก

แห้งข้าวโพด 2,095 และ 3,167 กก./ไร่ ตามลำดับ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชในกรณีนี้เท่ากับ 177 และ 157 กก. ของน้ำหนักแห้งต่อ 1 ซม. ของน้ำที่พืชใช้ตามลำดับ การทดลองของ Harrold และ Dreibelbis (1967) พบว่าการปลูกข้าวโพดโดยอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียวมีประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพดจะอยู่ระหว่าง 68 ถึง 176 กก. ของน้ำหนักแห้งต่อ 1 ซม. ของน้ำที่ใช้ และรายงานว่าการปลูกข้าวโพดมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงสุดเมื่อใช้แผ่นพลาสติกคลุมดินถึง 240 กก. ของน้ำหนักแห้งต่อ 1 ซม. ของน้ำที่ใช้เท่านั้น

การทดลองใช้แผ่นพลาสติกคลุมดินปรากฏว่าทำให้การใช้น้ำของพืชลดลงเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากการระเหยของน้ำจากผิวดินได้ถูกกักกั้นให้หมดไป ดังนั้นการใช้น้ำของพืชหรือการคายระเหยน้ำในกรณีนี้ก็คือการคายน้ำของพืชเพียงอย่างเดียวนั่นเอง มีผู้พบว่าการปลูกข้าวโพดโดยใช้แผ่นพลาสติกคลุมดินข้าวโพดใช้น้ำไปจากดินเพียง 21.6 ซม. เท่านั้น (Harrold *et al.*, 1967)

การทดลองใช้วัสดุคลุมดินอื่น ๆ ในการลดการระเหยของน้ำจากผิวดินหรืออีกนัยหนึ่งเพื่อทำให้การใช้น้ำของพืชเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นนั้นได้มีผู้ทำการทดลองกันมากมาย ซึ่งบางครั้งก็ได้ผลดีและบางครั้งก็ไม่มีผลต่อการใช้น้ำของพืชที่ไม่ได้ผลต่อการลดปริมาณการใช้น้ำของพืชเป็นเพราะสาเหตุต่าง ๆ หลายประการ เช่น ปริมาณวัสดุคลุมดินน้อย การกระจายของฝนไม่สม่ำเสมอ คือมีระยะฝนทิ้งช่วงนานเกินไป หรือระดับน้ำใต้ดินอยู่ตื้นเกินไป เป็นต้น ตัวอย่างเช่นการทดลองของ ธวัชชัย และคณะ (2521) พบว่าการใช้น้ำของถั่วเหลืองและถั่วลิสงไม่มีความแตกต่างกันเลยไม่ว่าจะปลูกโดยการคลุมดินด้วยฟางข้าว แกลบ ขี้เถ้าแกลบ หรือการปลูกโดยไม่มีอะไรคลุมดิน กรณีดังกล่าวนี้ผู้ทำการทดลองอธิบายว่าเป็นเพราะระดับน้ำใต้ดินอยู่ตื้น ในการทดลองนี้การใช้น้ำของถั่วเหลืองและถั่วลิสงเฉลี่ย 38.5 และ 37.6 ซม.ตามลำดับ ประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วเหลืองเท่ากับ 66 กก.ของเมล็ดหรือ 161 กก.ของน้ำหนักแห้งต่อน้ำที่ใช้ไป 1 ซม. ส่วนประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วลิสงเท่ากับ 18 กก. ของเมล็ด หรือ 109 กก.ของน้ำหนักแห้งต่อน้ำที่ใช้ไป 1 ซม.

การศึกษาการใช้น้ำของพืชสำคัญบางชนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยพบว่าข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และปอแก้วใช้น้ำในช่วงฤดูปลูกไม่แตกต่างกันคือ 48.4, 49.1, 50.0, และ 49.4 ซม. ตามลำดับ แต่การใส่ปุ๋ยทำให้พืชใช้น้ำในฤดูปลูกลดลงอย่างเด่นชัด (ธวัชชัย และวิจิตร, 2518)

สำหรับการใช้น้ำของข้าวในฤดูปลูกหนึ่ง ๆ จะมีประมาณ 75-150 ซม. Kung *et al.* (1965) พบว่าการทำนาในปี 2507 ในภาคกลางของประเทศไทย ข้าวใช้น้ำเฉลี่ยประมาณ 88.5 ซม. หรือประมาณ 0.59 ซม.ต่อวัน ธวัชชัย และคณะ (2525) พบว่าข้าวไร่ใช้น้ำ 76.3 และ 88.4 ซม. ในฤดูปลูกปี 2522 ที่ขอนแก่นเมื่อข้าว ได้รับฝนเพียงอย่างเดียว และได้รับฝนกับน้ำชลประทานเสริมเมื่อฝนทิ้งช่วงตามลำดับ อัตราการดูดน้ำของรากข้าวในระยะ vegetative ในสภาพข้าวไร่มีประมาณ 0.55-0.78 ลบ.ซม./ราก 1 ม./วัน ส่วนในสภาพนาคามีประมาณ 0.61-1.03 ลบ.ซม./ราก 1 ม./วัน (Na Nagara and De Datta, 1982)

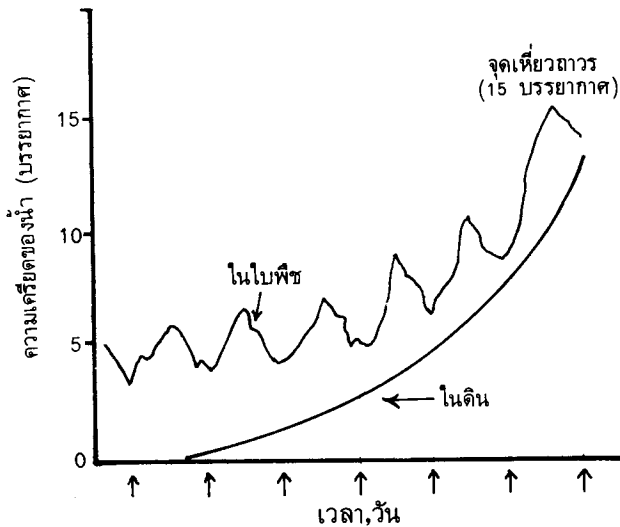
สมดุลน้ำภายในต้นพืช (Water balance in plant)

พืชที่กำลังเจริญเติบโตจะไม่อยู่ในสภาวะสมดุลน้ำกับบรรยากาศรอบ ๆ ต้นพืช การที่น้ำในดินถูกรากดูดขึ้นสู่ลำต้นและใบได้ต้องมี ความแตกต่างระหว่างสภาวะของน้ำในพืชและในดิน กล่าวคือความเครียด (tension) ของน้ำในดินและใบต้องมากกว่าความเครียดของน้ำในดิน ทำนองเดียวกันการที่พืชคายน้ำไปสู่บรรยากาศก็เนื่องจากบรรยากาศมีความเครียดของน้ำสูงกว่าความเครียดของน้ำในพืช ความแตกต่างระหว่างความเครียดของน้ำในดินและใบกับบรรยากาศมีความสำคัญมากในการส่งผลให้รากดูดน้ำจากดิน ส่วนความแตกต่างระหว่างความเครียดของน้ำในดินและใบกับรากและระหว่างรากกับดินมีความสำคัญน้อย

การได้มาและเสียไปของน้ำในต้นพืชจะทำให้ turgor และ osmotic pressure ในดินและใบพืชปรับตัวอยู่ตลอดเวลา สมมุติว่าเริ่มต้นจากดินชื้นและไม่มีการให้น้ำอีกเลย (ภาพที่ 2) ความเครียดของน้ำในดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ปริมาณน้ำที่รากพืชสกัดจากดินได้ก็ค่อย ๆ ลดลงตามลำดับขณะที่การคายน้ำของพืชไปสู่บรรยากาศยังคงมีอยู่ต่อไป ในระยะหลัง ๆ นี้อัตราการสูญเสียน้ำไปสู่บรรยากาศจะมีมากกว่าอัตราที่รากสามารถดูดได้จากดิน ทำให้ปริมาณน้ำในดินและใบพืชลดลงเป็นเหตุให้ turgor pressure ของเซลล์พืชลดลงพืชจะเริ่มเหี่ยว ขณะเดียวกัน osmotic pressure จะสูงขึ้น ในระยะนี้พืชจะดูดน้ำด้วยแรงดูดที่มากกว่าเดิมเพื่อความอยู่รอดโดยที่ความเครียดในดินและใบจะถูกปรับให้สูงขึ้นโดยอัตโนมัติเมื่อความชื้นในดินลดลงเรื่อย ๆ ความเครียดของน้ำในดินและใบจะถูกปรับให้สูงขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อรากจะสามารถดูดน้ำจากดินได้ อย่างไรก็ตามหากความชื้นของดินลดลงจนถึงจุด (ความชื้นของดินที่ประมาณ 15 บรรยากาศ) ซึ่งพืชไม่

สามารถปรับตัวเองได้อีกแล้วพืชก็จะเหี่ยวและตายไปในที่สุด เพราะขาดน้ำ

จากภาพที่ 2 การที่ความเครียดของน้ำภายในใบเพิ่มขึ้นในตอนกลางวันและลดลงในเวลากลางคืนก็เพราะตอนกลางวันพืชไม่คายน้ำจึงทำให้ความเครียดของน้ำในใบพืชลดลง



ภาพที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของความเครียดของน้ำภายในใบพืช (Gardner, 1964) ลูกศรชี้คือช่วงระยะเวลากลางวัน

อิทธิพลของการขาดน้ำต่อการคายน้ำของพืช

(Effect of soil water shortage on transpiration)

โดยทั่วไปพืชจะคายน้ำน้อยลงเมื่อรากพืชไม่สามารถสกัดน้ำจากดินได้เพียงพอกับความต้องการของบรรยากาศรอบ ๆ ต้นพืช กรณีนี้ปากใบจะเปิดแคบลงซึ่งทำให้การสูญเสียน้ำไปสู่บรรยากาศทางปากใบโดยกระบวนการ diffusion เป็นไปโดยยากลำบากขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อพืชขาดน้ำจนเหี่ยวมันไม่จำเป็นว่าการคายน้ำของพืชจะหยุดชะงักลงเพราะยังมีน้ำบางส่วนสามารถ diffuse ผ่าน epidermis และ cuticle layer ของใบได้แต่เป็นในปริมาณน้อยมาก

ถ้าหากสังเกตการเปลี่ยนแปลงของต้นพืชโดยเริ่มจากดินขึ้นและไม่มีการให้น้ำอีกเลยหลังจากนั้นต่อมาจะพบว่าพืชเริ่มเหี่ยวเฉพาะช่วงใดช่วงหนึ่งของวันเป็นระยะเวลาสั้น ๆ และสามารถฟื้นได้อีกเมื่อถึงตอนกลางคืน (พืชไม่คายน้ำ) และถ้าดินยังไม่ได้รับน้ำอีกหรือปล่อยให้ดินแห้งต่อไป ช่วงการเหี่ยวของพืชจะนานขึ้น และจะนานขึ้นเรื่อย ๆ ตามความชื้นของดินที่ลดลงตามลำดับ จนกระทั่งถึงจุดซึ่งพืชจะเหี่ยวตลอดไม่ฟื้นขึ้นมาอีกถึงแม้จะให้น้ำหลังจากนั้นก็ตาม ณ จุดนี้เรียกว่าจุดเหี่ยวถาวร (wilting point) ความเครียดของน้ำในดิน ณ จุดนี้จะมี

ประมาณ 15 บรรยากศ

การที่รากจะดูดน้ำจากดินให้กับต้นและใบเพื่อการใช้ในต้นและการคายน้ำจากใบได้มากนักน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความชื้นของดิน ความยาวของรากพืช ปริมาตรของดินที่รากแผ่กระจายอยู่ อัตราการไหลของน้ำไปสู่ราก ผลแตกต่างระหว่างความเครียดของน้ำในใบและของดินรอบ ๆ ราก ระยะทางจากรากถึงใบ ตลอดจน permeability ของรากเองด้วย

อัตราการไหลของน้ำไปยังรากในดินแห้งย่อมน้อยกว่าดินชื้น เพราะ capillary conductivity ของดินแห้งน้อยกว่าดินชื้นมาก ในดินชื้นน้ำส่วนใหญ่จะไหลไปยังรากด้วยกระบวนการ mass flow ส่วนดินแห้งกระบวนการที่สำคัญที่น้ำจะไปถึงรากได้คือ diffusion ซึ่งช้ามากเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแรก อย่างไรก็ตามสองกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นต่อเนื่องพร้อม ๆ กันไปเล็กน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับความชื้นของดิน

อิทธิพลของการขาดน้ำต่อการเจริญเติบโตของพืช (Effect of soil water shortage on crop growth)

การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชที่ปลูกในดินซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์สูงอาจลดลงอย่างมาก เพียงพืชขาดน้ำเล็กน้อยหรือขาดน้ำระยะใดระยะหนึ่งของการเจริญเติบโตเท่านั้น ตรงกันข้ามพืชที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำต่ำกว่าการขาดน้ำเพียงเล็กน้อยอาจไม่กระทบกระเทือนต่อผลผลิตเลย ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือการทดลองของ Stanberry และ Lowrey (Unpublished) พบว่าข้าวสาลีให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันหากไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ถึงแม้ว่าความถี่ของการให้น้ำต่างกัน แต่หากใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โดยเฉพาะที่อัตราสูง การให้น้ำถี่กว่าจะให้ผลผลิตสูงกว่า (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 อิทธิพลของความถี่การให้น้ำต่อผลผลิตของข้าวสาลี (กก./ไร่) เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ กัน (Stanberry and Lowrey, 1965)

ความถี่ของการให้น้ำ	อัตราปุ๋ยไนโตรเจน, กก.N/ไร่			
	0	10.7	21.6	43.2
ให้น้ำเมื่อความชื้นในดินลดลงถึง 8 บรรยากศ	131	558	726	770
ให้น้ำเมื่อความชื้นในดินลดลงถึง 15 บรรยากศ	139	488	472	571

ตารางที่ 4 อิทธิพลของการขาดน้ำต่อผลผลิตของมะเขือเทศที่ ICRISAT, India (1976)

การให้น้ำ	ผลผลิตมะเขือเทศ (กก./ไร่)
ให้น้ำเมื่อปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินลดลง 50%	6,400
ให้น้ำ 2.5 ซม. หลังพืชเหี่ยว 3 ซม.	2,614
ให้น้ำ 2.5 ซม. หลังพืชเหี่ยว 7 ซม.	2,675
ไม่ให้น้ำเลย (ได้รับฝนอย่างเดียว)	1,997

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่ามะเขือเทศอ่อนไหวต่อการขาดน้ำมาก การให้น้ำทุกกรณีทำให้ผลผลิตมะเขือเทศเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด นอกจากนี้การตอบสนองของพืชแต่ละชนิดต่อการขาดน้ำนั้นพบว่าไม่เหมือนกัน บางพืชเมื่อกระทบแล้งหรือฝนทิ้งช่วงแล้วผลผลิตจะลดลงอย่างมากขณะที่บางพืชลดลงเล็กน้อย การที่มีน้ำชลประทานเสริมในขณะฝนทิ้งช่วงบางครั้งทำให้ผลผลิตพืชเพิ่มขึ้นอย่างมาก ตัวอย่างคือการทดลองที่ ICRISAT, India ในปี พ.ศ. 2517(Unpublished) พบว่าการให้น้ำชลประทานเสริมเพียง 5 ซม. ในช่วงฝนแล้งสามารถเพิ่มผลผลิตของพืชต่าง ๆ ได้จาก 32-106% (ตารางที่ 5)

ส่วนความเสียหายต่อผลผลิตเมื่อพืชขาดน้ำในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ นั้นได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 ซึ่งมีข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าว ฝ้าย ถั่วเหลือง และถั่วลิสง

การตอบสนองของพืชต่อการมีน้ำมากเกินไป (Crop responses to excess water)

การที่ดินมีน้ำมากเกินไปถึงขั้นดินแฉะหรือมีน้ำขังอันสืบเนื่องมาจากการระบายน้ำของดินเวลานั้น ก็เป็นสาเหตุอันหนึ่งที่ทำให้การเจริญเติบโตของพืชทั้งรากและส่วนเหนือดินไม่เป็นไปตามปกติ ทั้งนี้สาเหตุใหญ่เพราะอากาศในดินมีน้อยและดินขาดการถ่ายเทอากาศที่ดีไป ดินที่ทำการเกษตรซึ่งมีการระบายน้ำที่ดีทั่ว ๆ ไปจะมีปริมาณอากาศในดินประมาณ 20% โดยปริมาตร และประมาณ 20% โดยปริมาตรของอากาศในดินจะเป็นออกซิเจน ส่วนองค์ประกอบของอากาศในดินที่เป็นคาร์บอนไดออกไซด์จะมีประมาณ 1% โดยปริมาตร และที่เหลือเป็นแก๊สไนโตรเจน ซึ่งมีประมาณ 79% โดยปริมาตร (ส่วนประกอบของบรรยากาศเหนือดินจะมีออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สไนโตรเจนประมาณ 20.96, 0.03, และ 79.0% โดยปริมาตร ตามลำดับ) โดยปกติดินที่กำลังปลูกพืชอยู่จะมีออกซิเจนน้อยกว่าดินที่ทิ้งไว้ว่างเปล่า ตรงกันข้ามกับคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งจะมีมากกว่าในดินที่กำลังปลูกพืชอยู่ ในดินที่มีการระบายน้ำเลวหรือดินน้ำขัง

ตารางที่ 5 อิทธิพลของการให้น้ำชลประทานเสริม (5 ซม.) แก่พืชชนิดต่าง ๆ ในช่วงฝนแล้งที่ ICRISAT, India (1974).

พืช	ผลผลิต (กก./ไร่)		
	ไม่มีการให้น้ำ	ให้น้ำ 5 ซม.	% ผลผลิตที่เพิ่ม
ข้าวฟ่าง	301	621	106
เพิร์ล มิลเล็ท	326	518	59
ข้าวโพด	474	920	95
ทานตะวัน	144	192	32

ปริมาณออกซิเจนในดินจะถูกกระทบกระเทือนมากกว่าคาร์บอนไดออกไซด์มาก คือออกซิเจนจะลดลงเป็นปริมาณมากกว่าการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ (ในดินน้ำขังปริมาณออกซิเจนในดินจะลดลงแต่คาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้น) การลดลงของออกซิเจนและเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์จะทำให้ความสามารถในการดูดน้ำของรากลดลง คือเมื่อรากขาดออกซิเจนจะทำให้การดูดน้ำของรากโดยขบวนการ active absorption ตารางที่ 6 ความเสียหายต่อผลผลิตเมื่อพืชขาดน้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ที่ ICRISAT, India (1977).

ชนิดพืช	ระยะการเจริญเติบโตที่ขาดน้ำ	ผลผลิตลดลง (%)
ข้าวโพด	การเจริญทางลำต้นและใบ	25
	ออกดอกตัวผู้-ออกใหม่-เริ่มสร้างเมล็ด	50
	หลังสร้างเมล็ดเสร็จ	21
ข้าวฟ่าง	การเจริญทางลำต้นและใบ	25
	ตั้งท้อง	36
	ออกช่อ-เริ่มสร้างเมล็ด	45
	หลังสร้างเมล็ด	25
ข้าว	การเจริญทางลำต้นและใบ	17
	สร้างรวงอ่อน-รวงแก่เต็มที่	30
ฝ้าย	ก่อนออกดอก	0
	เริ่มออกดอก	21
	ออกดอกเต็มที่	32
	ช่วงหลัง ๆ ของการออกดอก	20
ถั่วเหลือง	การเจริญทางลำต้นและใบ	12
	เริ่มออกดอก-ออกดอกเต็มที่	24
	ช่วงหลัง ๆ ของการออกดอก-เริ่มติดฝัก	35
	ช่วงหลัง ๆ ของการติดฝัก-ฝักแก่เต็มที่	13
ถั่วลิสง	การเจริญทางลำต้นและใบ-ออกดอกและเริ่มลงฝัก	36
	ช่วงลงฝักเต็มที่-เริ่มสร้างเมล็ด	24
	ช่วงหลัง ๆ ของการสร้างเมล็ด-ฝักแก่เต็มที่	12

ลดลง และเมื่อดินมีคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นจะทำให้ permeability ของรากต่อน้ำลดลง (passive absorption ลดลง) เมื่อเป็นเช่นนี้ก็หมายถึงรากสามารถดูดธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ที่ละลายมากับน้ำได้น้อยลงด้วย นอกจากนี้ดินในสภาพน้ำขังหรือการระบายน้ำไม่ดี (anaerobic condition) ยังก่อให้เกิดสารพิษขึ้นในดินอีกด้วย เช่นพวกไนโตรสออกไซด์ มีเทน และเอททิลีน เป็นต้น

ลักษณะของพืชทั่ว ๆ ไปที่ขาดออกซิเจนหรืออยู่ในสภาพน้ำขังคือใบเหลืองซึ่งนอกจากขาดออกซิเจนแล้วอาจเป็นเพราะขาดไนโตรเจนอีกส่วนหนึ่งด้วย เพราะไนโตรเจนเกือบทั้งหมดที่รากดูดขึ้นไปเลี้ยงลำต้นได้มาจากขบวนการ mass flow ซึ่งมีน้ำเป็นพาหะ ในกรณีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอาจพอช่วยได้บ้างพืชต่างชนิดกันอาจได้รับผลกระทบตอสภาพดินน้ำขังไม่เหมือนกัน ตัวอย่างที่เห็นได้ง่ายที่สุดคือระหว่างข้าวโพดกับข้าวฟ่างซึ่งปรากฏว่าข้าวฟ่างทนตอสภาพน้ำขังได้ดีกว่าข้าวโพดมาก พืชที่ชอบดินที่มีการระบายน้ำดี (well drained soil) ได้แก่ พวกถั่วเหลือง ยาสูบ มะละกอ และพวกธัญพืชต่าง ๆ นอกจากนี้ระยะการเจริญเติบโตของพืชก็มีความสำคัญในแง่ของความเสียหายเนื่องจากมีน้ำขังหรือน้ำท่วมเช่นเดียวกัน ในพวกธัญพืชผลผลิตจะลดลงอย่างมากหากเกิดมีน้ำท่วมในระยะออกดอก ในบางครั้งน้ำไม่ท่วมแต่พืชที่ปลูกมีอาการเหมือนถูกน้ำท่วมหรือน้ำขังทั้งนี้เป็นเพราะระดับน้ำใต้ดินอยู่ตื้นมาก และพืชที่ปลูกเป็นพวกพืชที่มีระบบรากหยั่งลึกเป็นต้น การหลีกเลี่ยงความเสียหายในกรณีนี้คือการปลูกพืชจำพวกที่มีระบบรากตื้นหรือกระจายอยู่บริเวณผิวดิน

การจัดการดินและน้ำ (Soil and water management)

การที่ต้องมีการจัดการดินและน้ำในการปลูกพืชก็เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงความเสียหายอันสืบเนื่องมาจากการที่มีปริมาณน้ำน้อยหรือมากเกินไปในช่วงฤดูปลูก เช่นการปลูกพืชโดยอาศัยน้ำฝนอย่างเดียว นั้น มักพบเสมอว่าผลผลิตพืชได้รับความเสียหายจากฝนแล้งหรือฝนทิ้งช่วง และบางครั้งก็มีฝนมากเกินไปจนเกิดน้ำท่วมซึ่งก็เป็นผลเสียหายแก่พืชที่ปลูกเช่นเดียวกัน ฉะนั้นการจัดการดินและน้ำในสภาพการเกษตรน้ำฝนก็คือการอนุรักษ์น้ำในดินซึ่งได้รับจากฝนให้พืชใช้ประโยชน์ได้มากที่สุดและการระบายน้ำส่วนเกินออกไปจากพื้นที่ ส่วนการจัดการดินและน้ำในเขตชลประทานนั้นจะคำนึงถึงการใช้น้ำอย่างประหยัดพอเหมาะพอดีกับการเจริญเติบโตของพืช จึงจำเป็นต้องมีการพิจารณาถึงปริมาณและเวลาในการให้น้ำชลประทานแก่พืชเป็นหลัก

การจัดการน้ำที่มีอยู่ในดิน (Profile soil-water management)

น้ำที่มีอยู่ในดินส่วนใหญ่ได้รับจากฝน แต่ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ดินเนื้อละเอียดเช่นดินเหนียวสามารถอุ้มน้ำได้มากกว่าดินซึ่งมีเนื้อหยาบเช่นดินทราย เป็นต้น นอกจากนี้ปริมาณและการกระจายของฝนในแต่ละแห่งก็ไม่เหมือนกัน ดังนั้นการจัดการดินและน้ำในกรณีนี้คือจะทำอย่างไรจึงจะอนุรักษ์น้ำที่ได้จากน้ำฝนซึ่งดินสามารถเก็บกักไว้ได้นั้นให้พืชได้ใช้เป็นประโยชน์มากที่สุด หรือให้น้ำเหล่านี้สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์น้อยที่สุด การจัดการดินและน้ำที่ดีและถูกวิธีนั้นจะช่วยลดความเสียหายต่อผลผลิตพืชในกรณีที่ฝนแล้งหรือฝนทิ้งช่วงได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะฝนทิ้งช่วงระยะสั้น ๆ ซึ่งหากไม่มีการจัดการดินและน้ำเข้าช่วยผลผลิตของพืชอาจได้รับผลกระทบกระเทือนอย่างหนัก สองวิธีการใหญ่ ๆ ที่นิยมใช้กันมากในการอนุรักษ์น้ำในดินคือ การใช้วัสดุคลุมดิน (mulching) และการปลูกพืชโดยไม่ต้องไถพรวน (no-tillage)

การใช้วัสดุคลุมดิน คือการใช้เศษซากพืชหรือสิ่งที่เหลือใช้ในการเกษตร เช่น ฟางข้าว ตอซังพืช แกลบ ขี้เถ้าแกลบ ขี้เลื่อย ตลอดจนใบไม้และหญ้าแห้งปกคลุมโคนต้นและระหว่างแถวพืชที่ปลูก การปฏิบัติอย่างนี้จะทำให้การระเหยของน้ำไปจากผิวดิน (evaporation) ลดลง ส่วนที่ว่าจะลดลงได้มากน้อยแค่ไหนนั้นก็ขึ้นอยู่กับปริมาณหรือความหนาของชั้นวัสดุคลุมดินที่ใช้เป็นประการสำคัญ การใช้วัสดุคลุมดินนั้นนอกจากจะเป็นการลดการระเหยของน้ำไปจากผิวดินแล้วยังช่วยให้น้ำฝนที่ตกลงมาซึมซาบลงไปในดินได้มากและดีขึ้น ตลอดจนจะช่วยลดการอัดแน่นหรือพังทลายของผิวดินอันเกิดจากแรงกระแทกของเม็ดฝนหรือการไหลบ่าของน้ำไปตามผิวดินอีกทางหนึ่งด้วย ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าการสูญเสียน้ำของดินไปสู่บรรยากาศเหนือดินนั้นเป็นไปได้ด้วย 2 ขบวนการคือ การระเหยของน้ำไปจากผิวดินโดยตรง และการคายน้ำของพืช เมื่อมีการใช้วัสดุคลุมดิน ปริมาณน้ำที่ระเหยออกไปจากผิวดินโดยเปล่าประโยชน์ก็จะลดลง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดินที่พืชจำเป็นต้องใช้ไปในการคายน้ำนั้นก็จะมากขึ้น ฉะนั้นการคลุมดินจึงเป็นการใช้น้ำในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ การคลุมดินนี้จะมีผลสำคัญมากในระยะแรก ๆ ของการเจริญเติบโตของพืช คือระยะที่พืชยังไม่โตพอที่จะแผ่กิ่งก้านสาขาปกคลุมดินด้วยตัวเองได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะที่พืชเริ่มงอกนั้นดินจะต้องชื้น และระยะนี้เองหากไม่มีการคลุมดินแล้วการระเหยของน้ำจากผิวดินจะเป็นไปอย่าง

รวดเร็วมาก ดังที่กล่าวมาแล้วว่าในฤดูปลูกหนึ่ง ๆ การสูญเสีย น้ำไปจากดินโดยขบวนการนี้มีมากถึง 50% ของปริมาณน้ำทั้งหมดที่ใช้ในการปลูกพืช ซึ่งส่วนใหญ่ก็สูญเสียไปในระยะนี้เอง ตรงกันข้ามการคายน้ำของพืชในระยะนี้น้อยมาก ฉะนั้นการคลุมดินก็เท่ากับการอนุรักษ์น้ำส่วนใหญ่ที่จะต้องระเหยไปจากดินไว้ให้พืชได้ในการคายน้ำในระยะต่อ ๆ ไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าไม่มีฝนตกลงมาอีกในระยะดังกล่าว อนึ่งหากฝนทิ้งช่วงระยะยาวการคลุมดินอาจมีผลน้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งดินเหนียวซึ่งเก็บกักน้ำไว้ได้ไม่มาก ฉะนั้นการคลุมดินจะได้ผลดีเพียงใดก็จะขึ้นอยู่กับ การกระจายของฝนและชนิดของดินด้วย โดยปกติการคลุมดินจะได้ผลดีมากหากมีการกระจายของฝนดีคือ ฝนไม่ทิ้งช่วงนานนัก

ในกรณีที่หาวัสดุคลุมดินไม่ได้ การไถพรวนผิวหน้าดิน หลังฝนตกก็เป็นวิธีการหนึ่งที่จะลดการระเหยของน้ำไปจากผิวดิน เพราะชั้นดินที่ถูกไถพรวนจนร่วนซุยจะทำหน้าที่คล้าย ๆ วัสดุคลุมดินไปในตัว เรียกว่า self mulching トラバコที่ยังไม่มีฝนตกครั้งใหม่ชั้นดินที่ถูกไถพรวนนี้ก็จะทำหน้าที่ลดปริมาณน้ำที่จะระเหยไปจากดินจนกระทั่งฝนตกครั้งใหม่ คุณสมบัติอันนี้ก็หมดไปเพราะดินจะยุบแน่นเหมือนเดิมจึงจำเป็นต้องไถพรวนซ้ำอีกภายหลังฝนตกทุกครั้ง (ควรไถพรวนหลังฝนตก 1-2 วัน หรือในขณะที่ผิวหน้าดินไม่เปียกและจนเกินไป)

อีกวิธีการหนึ่งซึ่งนิยมปฏิบัติกันมากโดยเฉพาะในต่างประเทศ คือการปลูกพืชโดยไม่ไถพรวนดินหรือ no-tillage วิธีการนี้ทำโดยใช้สารเคมี (herbicides) พ่นกำจัดหญ้าและวัชพืชในพื้นที่ก่อนที่จะทำการปลูกพืช หลักการก็คือหญ้าและวัชพืชต่าง ๆ ที่แห้งตายหลังจากพ่นสารเคมีกำจัดจะทำหน้าที่เป็นวัสดุคลุมดินนั่นเอง วิธีการนี้นอกจากจะมีข้อดีต่าง ๆ เหมือนวัสดุคลุมดินทั่ว ๆ ไปแล้วยังเป็นการประหยัดเวลาและแรงงานในการไถพรวนดินเพื่อปลูกพืชด้วย หลักสำคัญในการปลูกพืชโดยไม่ไถพรวนดินนี้คือต้องปราบวัชพืชให้ได้ผลจริง ๆ

การจัดการน้ำชลประทาน (Irrigation water management)

การพิจารณาว่าจะให้น้ำชลประทานเมื่อไรและเท่าไรนั้น จำเป็นต้องทราบความต้องการน้ำของพืช ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และปริมาณของน้ำชลประทานที่มีอยู่ ถ้าประเด็นหลังถูกตัดไปคือมีน้ำชลประทานเพียงพอไม่มีปัญหา ความต้องการน้ำของพืชในที่นี้หมายถึงการระเหยของน้ำจากผิวดิน รวมกับการคายน้ำออกจากต้นพืชหรือการคายระเหยน้ำ

นั่นเอง ความต้องการน้ำของพืชในแต่ละระยะการเจริญเติบโตจะไม่เท่ากัน และจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและสภาวะภูมิอากาศเหนือดินด้วย ฉะนั้นความถี่ในการให้น้ำแก่พืชไม่จำเป็นต้องเหมือนกันตลอดฤดูปลูก การให้น้ำที่มีประสิทธิภาพต้องไม่มากเกินไปจนเกิดการไหลซึมลึกของน้ำลงไปดินเกินกว่ารากพืชจะนำมาใช้ได้ หรือให้มากเกินไปจนเกิดน้ำไหลบ่าไปตามผิวหน้าดิน ดังนั้นเราต้องทราบความชื้นของดินที่ field capacity และ wilting point ณ ระดับความลึกต่าง ๆ อย่างน้อย 2-3 จุดโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ณ จุดที่มีรากพืชอยู่หนาแน่นที่สุด สำหรับพืชไร่ทั่วไปอาจลึกประมาณ 10-30 ซม. อุปกรณ์ที่ใช้หาค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับความชื้นในดินคือ tensiometer และ gypsum block สำหรับอุปกรณ์ทั้งสองนี้มีได้อ่านค่าออกมาเป็นความชื้นของดินโดยตรง ดังนั้นจำเป็นต้องทราบค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้กับความชื้นโดยตรงของดิน เมื่อทราบความสัมพันธ์ของค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือกับความชื้นของดินแล้วก็เป็นาง่ายว่าสมควรจะให้น้ำแก่พืชเมื่อไร การให้น้ำแก่พืชไม่ควรรอจนความชื้นของดินลดลงจนถึง wilting point หรือจนพืชเหี่ยวจึงทำการให้น้ำ ส่วนใหญ่ที่ปฏิบัติกันนั้นควรให้น้ำเมื่อความชื้นของดินลดลง ณ ระดับใดระดับหนึ่งระหว่าง field capacity และ wilting point เช่นให้น้ำเมื่อ plant available water ลดลง 20, 40, หรือ 60% เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดพืชเหมือนกันว่าจะอ่อนไหวต่อการขาดน้ำมากน้อยแค่ไหน ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือระยะการเจริญเติบโตของพืชซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาเป็นพิเศษ คือระยะที่พืชอ่อนไหวต่อการขาดน้ำมาก เช่น ระยะออกดอกก็ไม่ควรปล่อยไว้จนความชื้นของดินลดลงไปมากจนใกล้จุด wilting point เกินไปเป็นต้น

ส่วนที่จะให้น้ำเท่าไรนั้นมักกฎเกณฑ์อยู่ว่าต้องให้น้ำในปริมาณที่สามารถยกระดับความชื้นของดินขึ้นไม่มากไปกว่าความชื้นที่ field capacity ทั้งนี้เพื่อลดการสูญเสียของน้ำไปโดยเปล่าประโยชน์ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว นอกจากนี้การให้น้ำต้องมีการกะเผื่อประสิทธิภาพของวิธีการให้น้ำไว้ด้วย เช่น ประสิทธิภาพการให้น้ำด้วย sprinkler จะมีประสิทธิภาพเพียงประมาณ 70% เท่านั้น ส่วนการให้น้ำด้วยวิธี surface irrigation เช่น การให้น้ำแบบ furrow จะมีประสิทธิภาพประมาณ 50% ฉะนั้นปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการชลประทานจริง ๆ ต้องเพิ่มขึ้นตามประสิทธิภาพของวิธีการให้น้ำด้วย การให้น้ำแบบ trickle irrigation หรือให้น้ำแบบน้ำหยดจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ไม่นิยมใช้สำหรับพืชไร่มากนัก เพราะเป็นวิธีการที่ยุ่งยากและสิ้นเปลืองในการดูแลรักษา

การระบายน้ำ (Drainage)

การระบายน้ำคือการกำจัดน้ำที่มีมากเกินไปออกจากพื้นที่ที่ที่ต้องการระบายน้ำมีอยู่ 2 ลักษณะคือ พื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ตื้น และพื้นที่ที่การซึมผ่านของดินไม่ดีหรือการระบายน้ำเลวซึ่งจะทำให้เกิดน้ำขังอยู่เสมอ

การระบายน้ำออกจากพื้นที่อาจทำได้โดย 2 วิธีการใหญ่ ๆ คือ surface drainage เช่น การไถธรรมดา (plowing) การไถเบิกดินดาน (subsoiling) การทำคันขั้นบันได (terracing) และการขุดระบายน้ำ (open ditch drainage) เป็นต้น อีกวิธีการหนึ่งคือ subsurface drainage หรือบางทีก็เรียกว่า tile drainage ซึ่งก็คือการระบายน้ำทางใต้ดินนั่นเอง

ในกรณีที่มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ตื้น ซึ่งจะทำให้ root zone ถูกจำกัดทำให้รากพืชเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ การลดระดับน้ำใต้ดินให้ลึกลงไปอาจทำได้โดยการขุดระบายน้ำ ความลึกของคูขึ้นอยู่กับความลึกของระดับน้ำใต้ดินว่าต้องการให้ลดลงไปลึกเท่าไร ระบายน้ำต้องลึกกว่าระดับน้ำใต้ดินที่เป็นอยู่จึงจะเกิดการระบายน้ำขึ้นได้ และระดับน้ำใต้ดินจะลดลงลึกไม่เกินความลึกของระบายน้ำที่ขุดขึ้น การพิจารณาความลึกของระดับน้ำใต้ดินนั้นขึ้นอยู่กับพืชที่ปลูก ถ้าพืชมีระบบรากตื้นก็ไม่ควรลดระดับน้ำใต้ดินลึกลงไปมากเกินไปเพื่อรากพืชจะได้นำเอาน้ำใต้ดินมาใช้เป็นประโยชน์ได้ด้วย โดยปกติรากพืชส่วนใหญ่จะอยู่ลึกประมาณ 60-90 ซม. สำหรับพืชไร่ทั่ว ๆ ไปความลึกของระดับน้ำใต้ดินที่พอเหมาะควรอยู่ลึกประมาณ 100 ซม.

สำหรับสภาพที่มีน้ำขัง (water-logged condition) ซึ่งอาจเกิดจากผิวดินแน่นทึบ น้ำไม่สามารถไหลผ่านลงไปในดินได้โดยสะดวก ทำให้เกิดน้ำขังหลังฝนตกหนัก สภาพดังกล่าวนี้สามารถป้องกันได้ง่ายโดยการไถวัสดุคลุมดินหลังการไถพรวนปลูกพืช วิธีนี้จะทำให้โครงสร้างของดินบนไม่ถูกทำลายและเกิดการอัดแน่นขึ้นสาเหตุมาจากเมล็ดฝน และทำให้การรับและการซึมผ่านของดินดีขึ้นดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ฉะนั้นการขังของน้ำหลังฝนตกก็จะไม่เกิดขึ้น

การขังของน้ำอีกสาเหตุหนึ่งคือเนื่องจากมีชั้นดินแน่นทึบเกิดขึ้นในดินชั้นล่าง กรณีนี้ถ้าชั้นดินแน่นทึบอยู่ตื้นอาจใช้วิธีการไถลึกช่วยแก้ไขได้ โดยไถให้ลึกถึงชั้นดินแน่นทึบที่เกิดขึ้น แต่ถ้าชั้นดินแน่นทึบอยู่ลึกอาจต้องใช้การไถเบิกดินดานเข้าช่วย แต่ต้องไถขณะดินแห้งและไถให้ลึกถึงชั้นดินแน่นทึบจึงจะมีการระบายน้ำเกิดขึ้น ในกรณีหลังนี้อาจใช้ tile drainage ก็ได้ หรือใช้ทั้งสองวิธีร่วมกันเพื่อให้การระบายน้ำรวดเร็วขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ธวัชชัย ณ นคร, ไพบุลย์ รัตนประทีป, ประยูร สวัสดิ์, และ เปรมฤดี แซ่ลี. 2521. อิทธิพลของวัสดุคลุมดินต่อการใช้น้ำของพืช : 1. ข้าวเหลือง และ 2. ข้าวลิสง. ว. วิทย์. กษ.11(4) : 369-378.
- ธวัชชัย ณ นคร, ไพบุลย์ รัตนประทีป, และ เสรี ดาหาญ. 2525. การใช้น้ำของพืช : III อิทธิพลของความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณน้ำที่ได้รับในช่วงฤดูปลูกต่อผลผลิตและการใช้น้ำของข้าวไร่. วารสารดินและปุ๋ย 4 : 293-300.
- ธวัชชัย ณ นคร และ วิจิตร เบญจศีล. 2518. การใช้น้ำของพืชสำคัญบางชนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานประจำปี สทน. เกษตรและสหกรณ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ท้าพระ ขอนแก่น.
- Gardner, W.R. 1960. Dynamic aspects of water availability to plants. Soil Sci. 89 : 63-73.
- Gardner, W.R. 1964. Water movement below the root zone. 8 th. Intl. Congress Soil Sci., Bucharest, Romania, Vol. II : 63-68.
- Harrold, L.L. and F.R. Dreibelbis. 1967. Evaluation of agricultural hydrology by monolith lysimeters. U.S.D.A. Tech. Bull. 1367.
- Harrold, L.L., D.B. Peters, F.R. Dreibelbis, and J.L. McGuinness. 1959. Transpiration evaluation of corn grown on plastic-covered lysimeter. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 23 : 174-178.
- Kung, P., C. Atthayodhin, and S. Druthabandhu. 1965. Determining water requirement of rice by field measurement in Thailand. Int. Rice Newsl, 14(4) : 5-18.
- Na Nagara, T. 1971. Effects of no-tillage on soil water use and corn growth on Maury silt loam soil. M.S. Thesis, University of Kentucky.
- Na Nagara, T. and S.K. De Datta. 1982. Soil water regimes and nutrient uptake of rice. Terminal Rept. Department of Agronomy, IRRI, Philippines.
- Peters, D.B. 1960 a. Relative magnitude of evaporation and transpiration. Agron. J. 52 : 536-538.
- Peters, D.B. 1960 b. Growth and water absorption by corn as influenced by soil moisture tension, moisture content, and relative humidity. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24 : 523-526.
- Rhoades, H.F. and L.B. Nelson. 1955. Growing 100 bushels corn with irrigation. U.S.D.A. Yearbook of Agriculture. pp. 393-400.
- Robins, J.S. and C.E. Domingo. 1953. Some effects of severe soil moisture deficits at specific growth stages in corn. Agron. J. 45 : 618-621.
- Russell, M.B. and R.E. Danielson. 1956. Time and depth of water use by corn. Agron. J. 48 : 163-165.

Soil - Water and Plant Relationships

Tawachai Na Nagara

Soil Science Division

Department of Agriculture

ABSTRACT

The paper was prepared for handout to the participants attending the Soil and Fertilizer Training Course held at Soil Science Division, Department of Agriculture in Bangkok in May 16-20, 1983. The author intends this paper for students' background not higher than the B.S. degree. The scope of coverage included soil water content and its measurement, evaporation, transpiration, water balance in plant, effects of water shortage on transpiration and plant growth, responses of plant to excess water, soil and water management and drainage. Relevant research on soil-water and plant relationships was also briefly reviewed.
