

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญของน้ำต่อการเติบโตของพืช

พืชทุกชนิดต้องการน้ำเพื่อสร้างความเติบโต โดยน้ำเป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ ภายในพืช เช่น กระบวนการสังเคราะห์แสงเป็นตัวทำละลาย (solvent) ธาตุอาหารพืชในดินเพื่อให้รากสามารถดูดขึ้นไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ น้ำยังเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดปริมาณการให้ผลผลิตของพืชอีกด้วย พืชแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำแตกต่างกัน ขึ้นกับชนิด พันธุ์ และอายุของพืชชนิดนั้น ๆ ดังนั้นในการปลูกพืช จึงจำเป็นต้องให้น้ำแก่พืชตามปริมาณความต้องการของพืช ทั้งนี้เพราะ ถ้าให้น้ำน้อยไป ก็จะส่งผลทำให้พืชเติบโตช้าและให้ผลผลิตต่ำ แต่ถ้าให้น้ำมากเกินไปเกินความต้องการก็ทำให้สิ้นเปลืองน้ำและค่าใช้จ่ายในการให้น้ำ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องให้น้ำแก่พืชอย่างเหมาะสมกับความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิด ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงอาศัยข้อมูลนี้เป็นศึกษาปริมาณการให้น้ำในแต่ละช่วงอายุของมันสำปะหลังที่จะทดลอง

ความต้องการน้ำของพืช

ความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิดเพื่อการเติบโตและการให้ผลผลิตเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับออกแบบระบบการชลประทานในโครงการวิทยานิพนธ์ เพราะความต้องการน้ำของพืช เป็นข้อมูลที่สามารถใช้กำหนดปริมาณน้ำที่จะต้องจัดหามาให้กับพืชในเขตชลประทาน รวมไปถึงการออกแบบระบบชลประทานด้วย

ปริมาณการใช้น้ำของพืชเป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียไปเนื่องจากสาเหตุสำคัญ 2 ประการ คือ การระเหย (evaporation) ซึ่งหมายถึง ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินรอบๆ ต้นพืช จากผิวน้ำ ในขณะที่ให้น้ำหรือในขณะที่มีน้ำขังอยู่ รวมถึงจากน้ำที่เกาะอยู่ตามใบ เนื่องจากฝนหรือจากการให้น้ำ การคายน้ำ (transpiration) ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำที่พืชดูดไปจากดินเพื่อนำไปใช้ในการสร้างเซลล์และเนื้อเยื่อ แล้วคายออกทางใบสู่บรรยากาศ

ผลรวมของการสูญเสียน้ำของทั้งสองสาเหตุนี้เรียกว่า “การคายระเหย” (evapotranspiration) (ดิเรก ทองอร่ามและคณะ, 2545)

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการให้น้ำแก่พืช

1.1 สภาพแวดล้อมรอบๆ ต้นพืช ได้แก่ ความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นของอากาศ และความเร็วลม เป็นต้น

1.2 พืช ซึ่งได้แก่ ชนิดและอายุของพืช พืชแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำแตกต่างกัน สำหรับพืชชนิดเดียวกัน การใช้น้ำจะน้อยเมื่อเริ่มปลูก และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนมากที่สุดเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ ซึ่งเป็นระยะที่พืชโตเต็มที่ จากนั้นความต้องการน้ำจะค่อยๆ ลดลง

1.3 ดิน ซึ่งได้แก่ ความชื้นในดิน เนื้อดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ความเข้มข้นของเกลือในดินหรือสารเป็นพิษอื่นๆ ในดิน เป็นต้น

1.4 องค์ประกอบอื่นๆ เช่น วิธีการให้น้ำ การเตรียมดิน ฯลฯ เป็นต้น

2. การวัดปริมาณการใช้น้ำของพืช

2.1 การวัดการระเหยน้ำจากผิวดิน อาจทำได้หลายวิธีซึ่งมีทั้งข้อดี ข้อเสียและการที่จะเลือกใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ว่าต้องการความละเอียดถูกต้องแม่นยำแค่ไหน และหาเพื่อไปใช้ทำอะไร แต่ในระดับเกษตรกรแล้ว ควรใช้วิธีที่ง่าย สะดวกและมีการคำนวณเพียงเล็กน้อย ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการคำนวณหาปริมาณความต้องการน้ำของพืช โดยใช้ข้อมูลจากการวัดการระเหยเป็นหลัก โดยเฉพาะการวัดจากผิวดิน เพราะเป็นข้อมูลที่สามารถหาได้ง่ายและสะดวก ซึ่งสูตรในการคำนวณหาปริมาณความต้องการน้ำของพืชมีดังนี้ ปริมาณความต้องการน้ำของพืช = $0.75 \times$ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช $\times$ อัตราการระเหยจากผิวดินวัดการระเหย (มม./วัน)

โดย ค่า 0.75 เป็นค่าคงที่ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้วัดอัตราการระเหยซึ่งต้องนำมาคูณในสูตรสำเร็จ

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ซึ่งต้องนำค่ามาเป็นตัวคูณในสูตรสำเร็จเช่น (ดิเรก ทองอร่ามและคณะ, 2545)

ไม้ผลและพืชผักต่าง ๆ ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ = 0.67

กล้วยและมะเขือเทศ ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ = 0.75

พืชตระกูลถั่ว ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ = 0.67

มันสำปะหลัง ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ = 0.75 ซึ่งใช้ในการหาปริมาณน้ำที่จะให้มันสำปะหลัง

ส่วนอัตราการระเหยจากผิวดินวัดการระเหย ซึ่งเป็นค่าที่ต้องนำมาเป็นตัวคูณในสูตรสำเร็จนี้ จะได้จากตารางอัตราการระเหยจากผิวดินวัดการระเหยเฉลี่ยรายเดือนสำหรับพื้นที่ต่างๆ

2.2 การวัดจากปริมาณความชื้นในดินโดยตรง เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับดินที่มีเนื้อดินสม่ำเสมอตลอดความลึก และระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าผิวดินมาก ปฏิบัติโดยการหาปริมาณความชื้นในดินก่อนและหลังการให้น้ำแก่พืชทุกครั้ง หรือวัดเพิ่มเติมบ่อยๆ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มรายละเอียดให้ถูกต้องมากขึ้น แล้วนำมาคำนวณตามสมการต่อไปนี้

$$ET = \frac{\sum_{i=n}^n (\theta_1 - \theta_2)_i \Delta s_i + Re - Wd}{\Delta t} \quad (1)$$

เมื่อ ET = อัตราการใช้น้ำของพืชเฉลี่ยในช่วงก่อนและหลังให้น้ำแก่ดิน (มม./วัน)

n = จำนวนชั้นดินในเขตราก ที่แบ่งไว้เพื่อเก็บตัวอย่างดิน

$(\theta_1 - \theta_2)_F$ ผลต่างของปริมาณความชื้นของดินระหว่างช่วงก่อนและหลังให้น้ำแก่ดิน

i = ชั้นความลึกของเขตราก (i)

Δs_i = ความหนาของชั้นความลึกของเขตรากแต่ละชั้น

Re = ปริมาณน้ำฝนที่แทรกซึมเข้าไปในดิน

Wd = ปริมาณน้ำที่แทรกซึมเลยเขตราก

Δt = ระยะเวลาระหว่างการเก็บตัวอย่างก่อนและหลังให้น้ำแก่ดิน

2.3 การวัดจากปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง คือปริมาณการให้น้ำของหญ้าในพื้นที่ที่ให้น้ำชลประทานแก่พืช ซึ่งไม่ต้องคำนึงถึงอายุของหญ้า เพราะเป็นพืชที่เจริญงอกงามตลอดทั้งปี ในดินที่มีความชื้นสูงตลอดเวลา การใช้น้ำของหญ้าจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศอย่างเดียว ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์จึงได้คิดสูตรสำหรับคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ปลูกพืช ซึ่งมีอยู่หลายวิธีแต่ที่นิยมใช้กันมาก มี 2 วิธีคือ

2.3.1 วิธีการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยวิธี modified penman method ในพื้นที่ที่มีข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายวันในแต่ละเดือน ความเร็วลมเฉลี่ย และค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ได้รับแสงต่อวันในแต่ละเดือน โดยใช้ค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ได้รับแสงแดดจริงต่อวันในแต่ละเดือนหารด้วยค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่รับแสงแดดนานที่สุดที่จะเกิดขึ้นในช่วงนั้น และค่าเฉลี่ยรังสีแสงอาทิตย์ ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ ควรใช้ค่าเฉลี่ยในระยะ 5, 10, 15, 20 หรือเกิน 25 ปีขึ้นไป ในการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

2.3.2 วิธีคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยวิธีการ pan method จาก American class A pan ในพื้นที่ที่มีข้อมูลอัตราการระเหยของน้ำต่อวันในแต่ละเดือนจาก American class A pan นอกจากนั้น ยังต้องทราบความเร็วลมในแต่ละเดือน ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละเดือนและค่าระยะทางที่ลมพัดผ่านบริเวณพื้นที่ที่มีพืชปกคลุม หรือพื้นที่ไม่มีพืชปกคลุม ก่อนที่จะติดตั้ง American class A pan ในระยะ 5, 10, 15, 20 หรือ 25 ปีขึ้นไป เพื่อนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์การวัดการระเหย (Pan CO-efficient) ดังสมการต่อไปนี้

$$ET = K_c \times ET_p \quad (2)$$

เมื่อ ET = อัตราการใช้น้ำของพืชที่ต้องการทราบ (มม. / วัน)

K_c = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ET_p = อัตราการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของพืชเพียงอย่างเดียว ค่าดังกล่าวนี้ได้จากการทดลองวัดจริงในสนาม โดยการปลูกหญ้าหรือพืชอ้างอิงชนิดอื่นและพืชที่ต้องการหาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำในถ่วงวัดการใช้น้ำของพืชซึ่งติดตั้งไว้ใกล้เคียงกัน จากนั้นหาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชในช่วงการเติบโตช่วงใดช่วงหนึ่งหรือตลอดอายุการเพาะปลูกโดยสมการที่ 3

$$K_c = \frac{ET}{ET_p} \quad (3)$$

เมื่อ ET และ ET_p เป็นค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชหลักและพืชอ้างอิงที่ได้จากการวัดในช่วงเวลาเดียวกัน เนื่องสภาพภูมิอากาศ สมบัติดิน และปัจจัยอื่นๆ คล้ายคลึงกัน ดังนั้นค่า K_c จึงขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของพืช ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้ได้โดยไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่เพาะปลูกรวมทั้งสภาพภูมิอากาศของพื้นที่

3. การชลประทาน

การชลประทาน หมายถึง กิจกรรมและวิธีการทุกประเภทที่ได้จัดทำขึ้นเพื่อส่งน้ำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก วิธีการให้น้ำชลประทานมีหลายวิธี เช่น การให้น้ำบนผิวดิน (surface irrigation) การให้น้ำแบบฉีดฝอย (sprinkling) การให้น้ำแบบหยด (drip irrigation) และการให้น้ำใต้ผิวดิน (subsurface irrigation) หรือในอีกความหมายหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความชื้นในดิน การชลประทาน หมายถึง “การให้น้ำแก่พืชโดยการเติมน้ำลงในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน เพื่อให้ดินมีความชื้นพอเหมาะกับการเติบโตของพืช” ซึ่งอาจรวมถึงการเก็บกัก การชะลอน้ำ การทดน้ำ การส่งและให้น้ำ (มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552) ดังนั้นการชลประทานจึงเป็นวิธีการควบคุมการให้น้ำในแปลงปลูกพืชด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้ดินดูดซับน้ำไว้ได้ในระดับความลึกใต้ผิวดินที่พืชต้องการ รวมถึงเกิดการกระจายน้ำอย่างสม่ำเสมอเท่าเทียมกันทั่วทั้งแปลงปลูกพืช ซึ่งวิธีการให้น้ำมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน มักเรียกชื่อตามลักษณะการให้น้ำแก่พืช การที่เกษตรกรจะเลือกใช้วิธีการใดในการให้น้ำแก่พืชขึ้นกับลักษณะภูมิประเทศ สมบัติของดิน ลักษณะพื้นที่ ชนิดของพืชที่จะปลูก แหล่งน้ำและเงินลงทุน การให้น้ำแก่พืชแบ่งตามลักษณะการให้น้ำได้ 4 วิธี ซึ่งใช้ข้อมูลนี้ในการเลือกระบบการให้น้ำแต่ละชนิดเปรียบเทียบประสิทธิภาพ คือ

3.1 การให้น้ำทางผิวดิน (surface Irrigation) คือ การให้น้ำโดยให้น้ำขังหรือไหลไปบนผิวดิน และแทรกซึมลงไปในดิน ตรงจุดที่น้ำขังหรือไหลผ่าน ดังนั้นอาจถือได้ว่าผิวดินเป็นทางน้ำที่มีขนาดรูปร่าง และสมบัติทางชลศาสตร์แตกต่างกันออกไป และเมื่อพิจารณาจากลักษณะของทางน้ำ สามารถแบ่งการให้น้ำทางผิวดินออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

3.1.1 การให้น้ำแบบท่วมเป็นผืน (flooding) การให้น้ำโดยวิธีนี้เป็นการให้พืชใช้น้ำจากน้ำที่ท่วมขังหรือหล่อเลี้ยงอยู่บนผิวดินในบริเวณพื้นที่ปลูก เป็นวิธีที่เกษตรกรนิยมมาก โดยเฉพาะในการทำนาเพราะทำได้สะดวกและเหมาะสมสำหรับพื้นที่กว้างใหญ่ และยังมีต้นทุนต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ แต่ข้อเสียของวิธีนี้ก็คือน้ำจะระเหยได้ง่ายในปริมาณมาก

3.1.2 การให้น้ำแบบให้ตามร่องคู (furrow) การให้น้ำโดยวิธีนี้เป็นการให้น้ำโดยการปล่อยให้น้ำไหลไปตามความลาดเทของร่องคู ซึ่งเป็นร่องน้ำขนาดเล็กที่ขุดขึ้นระหว่างแถวพืชปลูกหรือร่องที่เกิดจากการยกร่องปลูกพืช เพื่อให้น้ำจากร่องคูไหลซึมสู่สันร่องคู ที่ใช้ปลูกพืชทั้งสองข้างตามบริเวณที่พืชต้องการใช้ วิธีนี้เหมาะสำหรับทำสวนทำไร่



ภาพที่ 2.1 ระบบชลประทานแบบการให้น้ำทางดิน

3.2 การให้น้ำทางใต้ผิวดิน (subsurface irrigation) คือ การให้น้ำเพื่อยกระดับน้ำใต้ดินให้สูงขึ้นในระดับที่สูงพอที่จะให้น้ำซึมขึ้นมาสู่ระดับรากพืชหรือใกล้เคียง ซึ่งพืชสามารถดูดความชื้นในดินขึ้นมาใช้ได้ วิธีการยกระดับน้ำใต้ดิน อาจทำได้ 2 แบบ คือ การให้น้ำในคู เช่น ในสวนไม้ผลต่างๆ และโดยการให้น้ำไหลเข้าไปในท่อซึ่งฝังไว้ใต้ดิน

การให้น้ำทางใต้ผิวดินเหมาะสำหรับพื้นที่ราบและดินที่มีเนื้อดินสม่ำเสมอและมีความสามารถในการให้น้ำแทรกซึมผ่านขึ้นมาได้มากพอที่น้ำจะไหลทั้งในแนวราบและแนวตั้งได้อย่างรวดเร็ว และจะต้องมีชั้นดินที่น้ำซึมผ่านขึ้นมาได้ยาก ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมระดับน้ำใต้ดินได้โดยสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหยจากผิวดินน้อยมาก ทำให้มีประสิทธิภาพการชลประทานสูง และเป็นวิธีการที่ใช้ได้ดีกับดินที่มีอัตราการแทรกซึมสูงแต่มีความสามารถอุ้มน้ำไว้ได้น้อย อย่างไรก็ตาม ข้อเสียของวิธีนี้ คือใช้ได้กับพื้นที่เฉพาะบางแห่งและคุณภาพของน้ำต้องดี มิฉะนั้นจะเกิดปัญหาการสะสมของเกลือและยังใช้ได้กับพืชบางชนิดเท่านั้น



ภาพที่ 2.2 ระบบชลประทานแบบการให้น้ำทางใต้ผิวดิน

3.3 การให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ (sprinkler irrigation) การให้น้ำโดยวิธีนี้จะปฏิบัติโดยการฉีดน้ำขึ้นไปบนอากาศแล้วให้เม็ดน้ำตกลงมาบนพื้นที่เพาะปลูก โดยมีรูปทรงการแผ่กระจายของเม็ดน้ำสม่ำเสมอและอัตราการน้ำที่ตกลงบนพื้นน้อยกว่าอัตราการซึมของน้ำเข้าไปในดิน การให้น้ำแบบสปริงเกลอร์สามารถใช้ได้กับพืชและดินเกือบทุกชนิดและเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพการให้น้ำดี เป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะวิธีมินิสปริงเกลอร์ ข้อเสียก็คือ อัตราการสูญเสียจากการระเหยน้ำสูง และไม่เหมาะสมกับพื้นที่ซึ่งมีลมแรง



ภาพที่ 2.3 ระบบชลประทานแบบสปริงเกลอร์

3.4 การให้น้ำแบบหยดบนผิวดิน (surface drip irrigation) เป็นวิธีการให้น้ำแก่พืชจากหัวฉีดขนาดเล็กที่ต้องการแรงดันไม่มากนัก หรือเป็นการให้น้ำไหลเป็นหยดหรือสายน้ำเล็กๆ ที่ให้น้ำแก่พืชในอัตราน้อย โดยเป็นการให้น้ำกับบริเวณรากพืชโดยตรง การให้น้ำแบบนี้เหมาะสำหรับดินที่มีเนื้อดินสม่ำเสมอและมีสมบัติการแทรกซึมด้านข้างดีพอสมควร แต่ถ้าเนื้อดินหยาบมากเกินไปจะทำให้น้ำไหลซึมลึกลงในดินมากกว่าที่จะซึมไปหารากพืชทางด้านข้างและจะทำให้สูญเสียน้ำจากการซึมลึก (percolation) เกินเขตรากพืช วิธีการให้น้ำแบบนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพการให้น้ำสูงเพราะน้ำจะเกิดการสูญเสียเนื่องจากการระเหยน้อยมาก ทำให้การสะสมของเกลือในเขตรากพืชมีไม่มากเหมือนวิธีอื่น ๆ ข้อเสียของการให้น้ำแบบนี้ก็คือ ต้องมีการลงทุนสูง ท่อที่ทำหน้าที่ปล่อยน้ำและหัวปล่อยน้ำเกิดการอุดตันง่ายและต้องมีอุปกรณ์สำหรับกรองน้ำและต้องการระยะเวลาในการให้น้ำนานจึงไม่เหมาะสำหรับการส่งน้ำแบบรอบเวรระยะสั้น ๆ



ภาพที่ 2.4 ระบบชลประทานแบบหยดบนผิวดิน

4. ข้อดีและข้อเสียระบบการให้น้ำ

ระบบการให้น้ำที่กำลังเป็นที่นิยมใช้ของเกษตรกร คือ ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ โดยเฉพาะแบบมินิสปริงเกลอร์ การให้น้ำทางร่องคูและระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด ซึ่งเกษตรกรจะเลือกใช้ระบบใด จะต้องทำความเข้าใจกับระบบและข้อจำกัดของระบบ ตลอดจนข้อดีและข้อเสียของระบบ ซึ่งได้พบว่าแม้ระบบการให้น้ำแบบหยดบนดินจะมีประสิทธิภาพสูงแต่ยังมีข้อบกพร่องบางประการที่ต้องทำการแก้ไข เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการชลประทานต่อมันสำปะหลัง

4.1 ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ (sprinkler irrigation) การให้น้ำแบบฉีดฝอยคือการให้น้ำพืชโดยการฉีดน้ำขึ้นไปบนอากาศแล้วให้เม็ดน้ำตกลงมาบนพื้นที่ซึ่งต้องการให้น้ำ นั่นก็หมายความว่า จะต้องปรับความดันของน้ำให้มีแรงดันพอที่จะพุ่งขึ้นไปในอากาศ โดยผ่านหัวปล่อยน้ำแล้วตกลงพื้นที่เพาะปลูก การสร้างแรงดันให้แก่ น้ำ ทำได้โดยใช้เครื่องสูบน้ำหรือให้น้ำจากที่สูงไหลลงมาสู่ท่อ น้ำ เพื่อสร้างแรงดัน สำหรับระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์แบ่งตามชนิดของหัวจ่ายน้ำเป็นประเภทใหญ่ๆ 3 ประเภท คือ

4.1.1 แบบหัวพ่นหมอก (mist หรือ fogger) เป็นหัวจ่ายน้ำที่น้ำที่ถูกปล่อยออกมาจากหัวจ่ายน้ำในรูปละอองหมอกเล็กๆ อัตราการจ่ายน้ำน้อย กล่าวคือมีขนาดอัตราการจ่ายน้ำประมาณ 7-10 ลิตรต่อชั่วโมงต่อหัว แต่หัวจ่ายน้ำแบบพ่นหมอกต้องการความดันน้ำในการใช้งานสูงประมาณ 4 บาร์ หัวพ่นหมอกเหมาะสำหรับใช้ในการเพิ่มความชื้นให้กับอากาศ หรือใช้ระบายนความร้อนในโรงเรือนเพาะชำในกรณีที่ให้น้ำแก่พืชด้วย ซึ่งน้ำที่จะใช้กับระบบให้น้ำแบบหมอกจะต้องมีความสะอาดมาก เพื่อป้องกันการอุดตันของหัวพ่นละอองหมอกซึ่งมีขนาดของรูจ่ายน้ำเล็กมาก

4.1.2 แบบสเปรย์ (spray) เป็นหัวจ่ายน้ำที่ฉีดน้ำออกมาเป็นเม็ดน้ำ ซึ่งมีขนาดเม็ดน้ำใหญ่กว่าหัวพ่นหมอกและมีปริมาณการจ่ายน้ำมากกว่าหัวแบบพ่นหมอกแต่ความดันที่ใช้ต่ำกว่า มีรัศมีการให้น้ำ 1-2 เมตร สามารถเลือกมุมในการฉีดน้ำได้ เช่น 90 180 และ 360 องศาในแนวราบ ตามลักษณะการปลูกพืชหรือแปลงปลูกพืช น้ำที่ใช้กับหัวจ่ายชนิดนี้ต้องมีความสะอาดพอสมควร

4.1.3 แบบมินิสปริงเกลอร์ (mini sprinkler) เป็นหัวกระจายน้ำที่มีลักษณะของเม็ดน้ำที่ฉีดออกมา มีขนาดใหญ่ขึ้น อัตราการจ่ายน้ำ 50 -350 ลิตรต่อชั่วโมง รัศมีการให้น้ำ 1-6 เมตร ใช้ความดัน 1-2 บาร์ มีทั้งแบบติดตั้งบนท่อแขนงโดยใช้ท่อตั้ง (riser) แยกขึ้นมาเหนือดินและแบบที่มีท่อเล็กๆ จ่ายน้ำจากท่อแขนงมายังหัวจ่ายน้ำ

4.1.4 แบบไพลอต (centre pivot) เป็นระบบหัวฉีดแบบหมุนรอบตัวเองหรือหมุนเป็นมุมต่างๆ โดยอัตโนมัติ มีความดันสูง 2-7 บาร์ มีอัตราการฉีดน้ำสูง สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่า 70 เมตรขึ้นไป มีทั้งระบบหัวฉีดเดี่ยวกำลังสูง (single sprinkler) และหัวฉีดแบบมีหลายหัว (multi-sprinkler) เป็นระบบการให้น้ำที่สามารถเคลื่อนที่ได้

ข้อดีและข้อเสียของระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ มีดังนี้

1) ข้อดี

- 1.1) มีประสิทธิภาพในการให้น้ำสูงและสามารถควบคุมปริมาณน้ำได้
- 1.2) การติดตั้งระบบทำได้รวดเร็ว
- 1.3) สามารถให้ปุ๋ยและสารเคมีแก่พืชไปพร้อมกับการให้น้ำได้
- 1.4) สามารถใช้ระบบการให้น้ำแบบนี้ได้กับพืชและดินเกือบทุกชนิด

2) ข้อเสีย

- 2.1) ค่าลงทุนครั้งแรกค่อนข้างสูง

2.2) การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์การให้น้ำไปใช้ในพื้นที่อื่นหลังจากการให้น้ำพืชเสร็จแล้วอาจทำได้ไม่สะดวก

2.3) การให้น้ำพืชโดยให้เมื่อน้ำตกลงบนผิวดินอย่างทั่วถึงทำให้วัชพืชงอกงามด้วยจึงเป็นภาระในการกำจัดวัชพืชมากขึ้นด้วย

2.4) เมื่อน้ำที่ตกลงบนใบพืชอาจชะล้างยาฆ่าแมลงหรือสารเคมีที่ฉีดไว้ออกไปด้วย ดังนั้นการฉีดยาฆ่าแมลงหรือสารเคมีจะต้องกระทำภายหลังจากการให้น้ำแล้ว

2.5) ในเขตพื้นที่มีลมพัดแรงเป็นประจำจะทำให้เมื่อน้ำที่ตกลงบนผิวดินไม่สม่ำเสมอทำให้ประสิทธิภาพการให้น้ำลดลง

2.6) การสูญเสียน้ำของระบบสปริงเกลอร์ มักเกิดจากการระเหยของน้ำที่พืชและลมที่พัดนำออกจากตำแหน่งเป้าหมายที่จะให้น้ำ

เมื่อทราบข้อแตกต่างตลอดจนถึงข้อดีและข้อเสียของระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์แบบต่างๆ แล้ว ผู้ใช้น้ำสามารถตัดสินใจเลือกระบบการให้น้ำที่เหมาะสมกับพืชที่ปลูกได้ ซึ่งอาจสรุปได้ว่า ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์เหมาะสำหรับพืชผัก พืชไร่ หรือแปลงหญ้าที่ปลูกเป็นแปลงขนาดใหญ่ ส่วนระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกลอร์ เหมาะสำหรับ พืชผัก ไม้ดอก ไม้ผล และพืชที่ปลูกในโรงเรือน

2) ระบบการให้น้ำแบบหยด (drip or trickle irrigation system) ระบบนี้เป็นระบบที่ประหยัดน้ำอย่างแท้จริง เนื่องจากจะเกิดการสูญเสียจากปัจจัยอื่น ๆ น้อยมาก และแรงดันของน้ำ ที่ใช้กับระบบการให้น้ำแบบนี้ จะอยู่ในเกณฑ์ต่ำ คือที่แรงดันประมาณ 0.5-2 บาร์ อัตราการไหลของหัวปล่อยน้ำอยู่ระหว่าง 1-12 ลิตรต่อชั่วโมง

ข้อดีและข้อเสียของระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด มีดังนี้

1) ข้อดี

1.1) ประสิทธิภาพการให้น้ำสูงมากเพราะสามารถควบคุมการให้น้ำได้ทุกขั้นตอน น้ำสูญเสียไปกับการระเหยน้อยมาก

1.2) แรงดันที่ใช้ในระบบไม่มาก ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับเครื่องสูบน้ำไม่ต้องใช้ขนาดที่มี แรงดันมากเหมือนแบบสปริงเกลอร์

1.3) สามารถให้ปุ๋ยและสารเคมี พร้อมๆ กับการให้น้ำได้

1.4) ไม่มีปัญหาโรคพืชที่เกี่ยวข้องเนื่องจากการเปียกชื้นของใบ เหมือนระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์

1.5) ลดปัญหาวัชพืชในแปลงพืชได้ เพราะผิวดินจะเปียกบริเวณแคบๆ เท่านั้น

2) ข้อเสีย

2.1) มีปัญหาในเรื่องการอุดตันที่หัวจ่ายน้ำเนื่องจากขนาดช่องทางน้ำออกที่หัวจ่ายน้ำมีขนาดเล็ก ซึ่งจะต้องใช้เครื่องกรองน้ำเพื่อลดปริมาณสิ่งสกปรกที่มาจากแหล่งน้ำ

2.2) เนื่องจากระบบการให้น้ำแบบน้ำหยดทำให้ดินบริเวณรากเปียกชื้นเพียงบางส่วนเท่านั้น การแผ่ขยายของรากพืชส่วนใหญ่จึงจำกัดอยู่ในส่วนที่เปียกชื้น ดังนั้นถ้าหัวปล่อยน้ำเกิดการอุดตัน โอกาสที่จะเกิดความเสียหายต่อพืชจึงมีมากกว่าแบบสปริงเกลอร์

2.3) ค่าลงทุนในการติดตั้งระบบค่อนข้างสูง จากข้อมูลต่างๆ ของระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด สรุปได้ว่า ระบบการให้น้ำแบบนี้เหมาะสมกับพืชที่มีพื้นที่จำกัด เช่น ไม้กระถาง หรือพืชที่มีราคาแพง เช่น องุ่น ฯลฯ ตลอดจนถึงพืชที่มีรากตื้น เช่น พืชผักต่างๆ พืชไร่บางชนิด เช่น มันสำปะหลัง ฯลฯ

3) ระบบการให้น้ำทางผิวดิน (surface irrigation) เป็นระบบการให้น้ำที่ให้น้ำทางผิวดิน โดยให้น้ำขังหรือไหลไปบนผิวดินและแทรกซึมลงไปในดินตรงจุดที่น้ำขังหรือไหลผ่าน ดังนั้น อาจถือว่าผิวดินเป็นทางน้ำ

ข้อดีและข้อเสียของระบบการให้น้ำทางผิวดิน มีดังนี้

1) ข้อดี

1.1) สามารถใช้กับดินและพืชเกือบทุกชนิด และสามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับขนาดและวิธีการส่งน้ำ

1.2) มีความคล่องตัวสูง สามารถให้น้ำแก่พืชนานๆ ครั้ง เช่น การให้น้ำแก่พืช 10 วันต่อครั้ง

1.3) ค่าลงทุนถูก ไม่ต้องใช้เครื่องสูบน้ำที่มีกำลังแรงม้าสูง

1.4) พืชจะได้รับน้ำเต็มที่ ถ้ามีน้ำเพียงพอ

1.5) ถ้าออกแบบอย่างเหมาะสมจะมีประสิทธิภาพสูง

2) ข้อเสีย

2.1) พื้นที่ต้องมีความราบเรียบ สม่ำเสมอ และถ้าไม่ราบเรียบต้องมีค่าใช้จ่ายเพื่อปรับพื้นที่

2.2) เกิดการชะล้างพังทลายของดินในกรณีพื้นที่ที่มีความลาดเท

2.3) ค้นดินและคูส่งน้ำกีดขวางการทำงานของเครื่องมืออื่นๆ

2.4) ต้องมีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ให้น้ำพอสมควร เพื่อให้สามารถใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5) ใช้แรงงานในการให้น้ำมาก

2.6) การสูญเสียที่อาจเกิดจากวิธีเขตกรรมทำลายท่อของระบบ รวมทั้งการระเหยจากความร้อน

4) ระบบการให้น้ำแบบหยดน้ำใต้ดินเฉพาะที่ (subsurface drip irrigation system)

ระบบการให้น้ำแบบหยดน้ำใต้ดินเฉพาะที่ เป็นวิธีการที่วิวัฒนาการมาจากวิธีการให้น้ำใต้ดิน ซึ่งมีการวิจัยกันอย่างกว้างขวางในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยนักวิจัยของมหาวิทยาลัย โคโลราโดในระหว่างปี ค.ศ. 1913 -1918 (Reich, et. al, 1920)

การให้น้ำใต้ดินเฉพาะที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบชลประทานสมัยใหม่ ที่มีการพัฒนาตั้งแต่ปี 1960 เพื่อใช้กับการปลูกส้มมะนาว และมะเขือเทศ (Le, et. al, 2011) ซึ่งรายงานประสิทธิภาพของระบบชลประทานแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่ ระยะแรกของการใช้จะพบปัญหาการอุดตันหัวกระจายน้ำ รากพืชถูกทำลาย และการกระจายน้ำไม่สม่ำเสมอ แต่ต่อมาได้มีการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะการนำวัสดุที่เป็นพลาสติกมาใช้แทนวัสดุเดิม ทำให้ระบบชลประทานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ปัญหาที่ได้กล่าวมาลดลง

หลักการทำงานของระบบชลประทานแบบหยดน้ำใต้ดินเฉพาะที่ จะให้น้ำใต้ผิวดิน โดยมีตัวกระจายน้ำขนาดเล็ก (microirrigation emitters) ซึ่งตัวกระจายน้ำจะให้น้ำน้อยกว่า 7 ลิตรต่อชั่วโมง ในบริเวณรากพืช (root zone) ซึ่งอาศัยเทคนิคการดึงระดับน้ำใต้ดินให้สูงขึ้นมายังระดับที่รากพืชใช้ได้

การติดตั้งความลึกของหัวกระจายน้ำจะแปรผันขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่จะให้น้ำ ชนิดดิน แหล่งน้ำ ศัตรูพืช และสภาวะอากาศ ซึ่งบางครั้งการฝังหัวกระจายน้ำจะลึกน้อยกว่า 20 เซนติเมตร ซึ่งส่วนใหญ่การให้น้ำแบบหยดน้ำใต้ดินเฉพาะที่จะเป็นระบบการชลประทานชนิดถาวร ซึ่งมีรายงานผลงานวิจัยหลายเรื่องที่ยืนยันว่า ระบบชลประทานแบบหยดน้ำใต้ดินเฉพาะที่ ที่วางแนวท่อลึกมากกว่า 45 เซนติเมตร จากหัว

แปลงไปทำแปลงปลูกพืช สามารถมีอายุการใช้งาน 15 -20 ปีและไม่มีผลกระทบจากกิจกรรมการไถพรวนของเกษตรกร (Camp, Lamm, Evans & Phene, 2000)

ระบบชลประทานแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่เป็นระบบชลประทานที่มีผลต่อพื้นที่เพาะปลูกอย่างกว้างขวางมากกว่าระบบชลประทานแบบอื่นๆ ซึ่งเกษตรกรสามารถทำการเกษตรแบบเข้มข้นได้ โดยไม่มีอุปสรรคจากระบบชลประทานระบบนี้ (Adegun, *et al*, 2011)

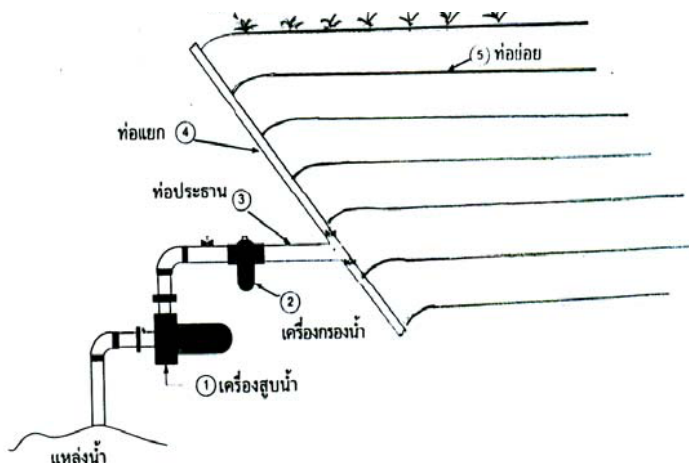
ระบบชลประทานแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบชลประทานแบบร่องคูแบบสปริงเกลอร์และระบบหยดบนผิวดิน ดังต่อไปนี้

1. เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชได้มากกว่า
2. สูญเสียน้ำโดยการซึมลึก (percolation) ลงไปในดินน้อยกว่า
3. ไม่เกิดการไหลบ่าของน้ำ (run off)
4. ไม่เกิดการระเหยน้ำจากผิวดิน
5. ใช้พลังงานน้อยกว่า
6. พืชเกิดสภาพขาดน้ำ (moisture stress) น้อยกว่า
7. ให้ผลผลิตพืชสูงกว่า
8. เกิดปัญหาโรคพืชและวัชพืชน้อยกว่า

5. องค์ประกอบและอุปกรณ์ในระบบการให้น้ำพืช

ในประเทศที่พัฒนาแล้วระบบการให้น้ำพืชที่กำลังเป็นที่นิยมและมีบทบาทมากในหมู่เกษตรกรและเป็นระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะสามารถนำไปใช้ในการให้น้ำพืชโดยเฉพาะไม้ผล รวมทั้งผักและพืชไร่ คือ ระบบการให้น้ำแบบร่องคู (furrow irrigation system) ระบบการให้น้ำพืชแบบสปริงเกลอร์ (sprinkler irrigation system) ระบบการให้น้ำพืชแบบน้ำหยด (drip or trickle sprinkler system) และระบบการให้น้ำแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่ (subsurface drip irrigation system) ซึ่งนอกจากระบบการให้น้ำแบบร่องคู แล้วทั้ง 3 ระบบที่เหลือจะมีลักษณะมีองค์ประกอบสำคัญ ๆ ในระบบและชื่อเรียกส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- 5.1 เครื่องสูบน้ำ ทำหน้าที่สูบน้ำจากแหล่งน้ำและเพิ่มความดันให้กับหัวจ่ายน้ำ
- 5.2 เครื่องกรองน้ำ ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกและเศษผงต่าง ๆ ที่เครื่องสูบน้ำสูบน้ำเข้ามาป้องกันไม่ให้เกิดการอุดตันที่หัวจ่ายน้ำ
- 5.3 ท่อประธาน คือ ท่อที่ส่งน้ำออกจากเครื่องสูบน้ำไปยังท่อแยกหรือท่อย่อยที่จ่ายน้ำแก่หัวจ่ายน้ำโดยตรง ส่วนมากนิยมใช้ท่อชนิด พีวีซี (PVC)
- 5.4 ท่อแยก คือ ท่อซึ่งแยกออกมาจากท่อประธาน และส่งน้ำไปยังท่อย่อยส่วนมากนิยมใช้ท่อชนิด พีวีซี (PVC)
- 5.5 ท่อย่อย คือ ท่อที่จ่ายน้ำให้กับหัวจ่ายน้ำโดยตรงและยังเป็นที่สำหรับติดตั้งหัวจ่ายน้ำด้วย ส่วนมากนิยมใช้ท่อ ชนิด พีอี (PE)
- 5.6 หัวจ่ายน้ำ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับน้ำมาจากท่อย่อย และจ่ายน้ำให้กับพืชตามปริมาณที่ต้องการ



ภาพที่ 2.5 องค์ประกอบและอุปกรณ์ในระบบการให้น้ำแก่พืช

6. ความต้องการธาตุอาหารและน้ำของพืช

พืชจำเป็นต้องใช้ธาตุอาหาร ซึ่งดูดมาจากดินโดยรากและลำเลียงผ่านไปกับน้ำ เพื่อนำไปสร้างอาหารในกระบวนการสังเคราะห์แสง ดังนั้นธาตุอาหารจึงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งธาตุอาหารที่มีความจำเป็นสำหรับการเติบโตของพืชซึ่งจะขาดไม่ได้และถ้าหากขาดธาตุอาหารชนิดใดชนิดหนึ่ง พืชจะไม่สามารถเติบโตจนครบวงจรชีวิตได้ โดยที่ธาตุอาหารที่พืชดูดจากดินที่พืชดูดจากดินจะเข้าไปเกี่ยวข้องในกระบวนการต่าง ๆ ของพืช และไม่สามารถจะทดแทนด้วยสารประกอบชนิดอื่นๆ ได้สำหรับธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) พืชสามารถนำมาใช้จากอากาศ ส่วนธาตุอาหารพืชที่จำเป็นอีก 13 ชนิดที่พืชดูดมาใช้จากดิน ยังแบ่งเป็น 2 ประเภทตามปริมาณความต้องการ ซึ่งจะทำให้ทราบข้อมูลในการให้ปุ๋ยแก่พืชอย่างถูกต้อง ตามความต้องการมันสำปะหลัง คือ

6.1 ธาตุอาหารหลัก (macronutrients) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S)

6.2 ธาตุอาหารรอง (micronutrients) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย ได้แก่ ธาตุเหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) และคลอรีน (Cl)

ปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการมีความแปรปรวนขึ้นกับชนิดพืช ระดับของผลผลิตและธาตุอาหารแต่ละชนิด ดังนั้นในการศึกษาเกี่ยวกับความต้องการธาตุอาหารพืช ได้มีการใช้ระดับธาตุอาหารในเนื้อเยื่อและระยะการเติบโตของพืชเป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ช่วง คือ 1) ช่วงที่ขาดธาตุอาหาร (deficient zone) 2) ระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในเนื้อเยื่อ (transition zone) 3) ช่วงที่พืชได้รับธาตุอาหารเพียงพอ (adequate zone) และ 4) ช่วงที่ธาตุอาหารเป็นพิษ (toxic zone) และปริมาณความเข้มข้นวิกฤตของธาตุอาหารพืชจะจัดอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่า ระดับที่เพียงพอต่อการเติบโตของพืช (optimum growth) (Osunbitan, et, al., 2011)

ปรากฏการณ์นี้ใช้เป็นหลักเกณฑ์พื้นฐานในการประเมินระดับธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืชเพื่อเป็นแนวทางในการแนะนำการใส่ปุ๋ยให้แก่พืช และมีการกำหนดระดับวิกฤตของธาตุอาหารที่จำเป็นในพืชหลายชนิด ซึ่งจะช่วยให้พืชที่ขาดธาตุอาหารสามารถเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อมีการให้ปุ๋ยในระดับที่เหมาะสม ในขณะที่พืชที่เติบโตเป็นปกติเพราะได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอแล้วการใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นจะไม่ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นหรือเพิ่มขึ้นเล็กน้อยซึ่งถือว่าเป็นการดูดใช้ธาตุอาหารพืชหรือปุ๋ยที่ฟุ่มเฟือย (luxury consumption)

สำหรับการปรับปรุงผลผลิตพืชโดยการให้ธาตุอาหารแก่พืชนั้น ถ้าหากให้ธาตุมากกว่าระดับที่เหมาะสมหรือในอัตราที่มากเกินไปเกินความต้องการ จะมีผลทำให้พืชตอบสนองต่อยุ่แบบลดน้อยถอยลง (diminishing response) (Burney, et al, 2012)

นอกจากนี้ น้ำก็เป็นองค์ประกอบสำคัญในส่วนต่างๆ ของพืชและจำเป็นต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช ในสภาพธรรมชาติ ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในพืชมีปริมาณน้อยมากเมื่อ เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่ถูกดูดไปจากดินผ่านต้นพืชและสูญเสียออกไปโดยการคายน้ำ สภาพที่น้ำในพืชมีการเปลี่ยนแปลงจนลดลงต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมจะมีผลทำให้พืชสูญเสียความเต่งของเซลล์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา และเกิดสภาวะขาดน้ำ (effect of water deficit) อย่างต่อเนื่องซึ่งจะมีผลทำให้พืชเหี่ยวตายได้

สภาวะขาดน้ำของพืชคือ สภาวะที่เกิดขึ้นเนื่องจากพืชคายน้ำมากกว่าอัตราการดูดน้ำ เป็นผลทำให้ปริมาณน้ำในพืชลดลงจนมีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช ซึ่งมีหลายกระบวนการและแต่ละกระบวนการตอบสนองแตกต่างกันขึ้นกับระดับความรุนแรงของการขาดน้ำและช่วงเวลาของการขาดน้ำ สภาวะขาดน้ำและผลต่อกระบวนการทางสรีระของพืชขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่สำคัญ คือ

1. การพัฒนาพื้นที่ใบซึ่งเกี่ยวข้องกับการขยายตัวของใบ การแก่และร่วงของใบนับเป็นกระบวนการที่ช่วยให้พืชอยู่รอดได้ และจัดว่าเป็นกระบวนการตอบสนองที่เร็วที่สุด

2. สภาวะขาดน้ำมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช มากน้อยขึ้นกับความรุนแรงของสภาวะขาดน้ำ สภาวะขาดน้ำส่งผลให้มีการปิดปากใบและทำให้การใช้ CO_2 ลดลงด้วย เพราะ CO_2 จะผ่านเข้าออกทางปากใบ

3. การตอบสนองของพืชทั้งต้นและการสะสมคาร์บอน (C) ภายใต้สภาวะขาดน้ำพบว่ามี การตอบสนองในสองระดับ คือ

ระดับใบพืชหรือกระบวนการภายในเซลล์พืช ดังนั้นการตอบสนองจึงเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนแก๊สต่อสภาพแวดล้อม

ระดับความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับการใช้น้ำของพืช ซึ่งเกี่ยวข้องกับการดูดซึมธาตุคาร์บอน (carbon assimilation) ของพืช

การผลิตอาหารของพืชไม่เพียงแต่จะขึ้นอยู่กับกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอนเท่านั้น แต่ยังเชื่อมโยงไปถึงการไหลเวียนของน้ำและธาตุอาหารพืช ตลอดจนกระบวนการสะสมอาหารในพืช

4. สภาวะขาดน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนภายในพืชและยังมีผลต่อกระบวนการตอบสนองทางสรีระของพืช ดังนี้

ทำให้การแพร่กระจายของ indoleacetic acid (IAA) ในพืชลดลงและมีผลทำให้เกิดการแก่และร่วงของใบซึ่งส่งผลทำให้มีพื้นที่ใบลดลง

Abscisic acid (ABA) มีบทบาทสำคัญต่อพืชในสภาวะขาดน้ำ คือช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อสภาพขาดน้ำ เพราะมีผลทำให้มีการปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียของน้ำของพืช

Cytokinins (CK) ช่วยชะลอการแก่และร่วงของใบ แต่เมื่อพืชขาดน้ำจะมีผลทำให้การสร้าง CK จากรากมีปริมาณลดลง ซึ่งจะมีผลต่อการปิดของปากใบ เพราะการปิดเปิดของปากใบขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ ABA/CK เมื่ออัตราส่วนนี้มีค่าสูงขึ้นจะส่งผลให้มีการปิดของปากใบ

สภาวะขาดน้ำของพืชมีผลทำให้เกิดการสังเคราะห์ ethylene ซึ่งทำให้เกิดการแก่และร่วงของใบเร็วขึ้น

สภาวะขาดน้ำของพืชมีผลทำให้ปฏิกิริยาของ gibberellins (GA) ในใบพืชลดลง

ฮอร์โมนพืชเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์ในสภาวะขาดน้ำ กล่าวคือ ABA และ ethylene จะถูกสังเคราะห์มากขึ้นในสภาวะขาดน้ำ แต่ในทางตรงกันข้าม IAA, CK และ GA จะมีแนวโน้มลดลงในสภาวะขาดน้ำ

5. การเติบโตของรากและการทำงานของรากปกติ ในสภาพที่พืชได้รับน้ำสม่ำเสมอ ระบบรากส่วนใหญ่จะอยู่ที่ผิวดินชั้นบน แต่เมื่อความชื้นที่ผิวดินลดลงเพราะสภาวะขาดน้ำจะมีผลทำให้การเติบโตของรากที่ผิวดินชั้นบนลดลง แต่รากพืชจะงอกใหม่ไปผิวดินชั้นล่างเพื่อหาน้ำขึ้นมารักษาความสมดุลของน้ำในต้นพืช สภาวะขาดน้ำนอกจากจะมีผลโดยตรงต่อการปรับตัวของระบบรากแล้ว ยังมีผลทำให้การดูดธาตุอาหารของพืชลดลงด้วย (Jansen & Vellema, 2011)

7. การให้ปุ๋ยทางระบบให้น้ำของมันเป็นสำปะหลัง

การให้ปุ๋ยทางระบบให้น้ำ (fertigation) เป็นเทคโนโลยีใหม่ทางการเกษตร ซึ่งเกษตรกรไทยให้การยอมรับและนำมาใช้งานมากพอสมควรในปัจจุบัน โดยเฉพาะในสวนผลไม้ทางภาคตะวันออกและสวนปาล์มน้ำมันในภาคใต้ มีใช้กันตั้งแต่สวนขนาดเล็กไปจนถึงสวนขนาดใหญ่ โดยการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำจะเป็นการให้ปุ๋ยแก่พืชที่ปลูกในรูปของสารละลายปุ๋ยด้วยการอัดฉีดสารละลายดังกล่าวเข้าไปในระบบท่อที่ใช้ในการให้น้ำ ส่วนใหญ่จะเป็นระบบมินิสปริงเกอร์และน้ำหยด ซึ่งเป็นข้อมูลในการออกแบบระบบการให้ปุ๋ยทางท่อและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการทดลอง

7.1 ประโยชน์ของการให้ปุ๋ยทางระบบให้น้ำ

7.1.1 ด้านการเติบโตของพืช ช่วยให้พืชโตดีและแข็งแรง เนื่องจากปุ๋ยละลายอยู่ในน้ำพืชจึงสามารถนำไปใช้ได้ทันที ทำให้พืชแตกผลเร็วให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี นอกจากนี้ ยังช่วยให้พืชสามารถออกผลก่อนฤดูกาลปกติได้ ถ้ามีการจัดการที่ถูกต้อง

7.1.2 ด้านแรงงาน ลดแรงงานและพลังงานที่ต้องใช้ในการให้ปุ๋ยทางดิน ต้องใช้เครื่องจักรเข้าช่วยในการขนปุ๋ยหรือรวมทั้งใช้เครื่องหว่านหรือหยอดซึ่งสิ้นเปลืองแรงงานและพลังงาน นอกจากนี้ในฤดูฝนการนำเครื่องจักรเข้าไปปฏิบัติงานยังมีผลเสียทำให้ดินแน่นซึ่งไม่เป็นผลดีต่อพืช แต่ถ้าใช้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ปัญหาต่างๆ จะหมดไปเนื่องจากปุ๋ยจะถูกละลายไปพร้อมกับน้ำ

7.1.3 ด้านธาตุอาหาร ถ้าระบบให้น้ำมีการกระจายน้ำที่สม่ำเสมอ การกระจายของธาตุอาหารพืชก็จะสม่ำเสมอด้วย และเนื่องจากธาตุอาหารละลายและเคลื่อนย้ายมาพร้อมกับน้ำทำให้พืชสามารถดูดไปใช้ได้ทันที ประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยจึงสูงขึ้น ประกอบกับธาตุอาหารหรือปุ๋ยเคมีที่ให้โดยทั่วไปจะให้ในปริมาณไม่มาก แต่ให้บ่อยๆ ครั้งจึงเป็นการประหยัดค่าปุ๋ยไปด้วย เพราะจะช่วยลดปุ๋ยบางส่วนที่จะสูญเสียไปกับการชะล้างออกนอกเขตรากพืช

7.1.4 ด้านสิ่งแวดล้อม ลดการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการให้ปุ๋ยมากเกินไป และปุ๋ยส่วนเกินเกิดการชะล้างลงไปสู่แหล่งน้ำใต้ดิน

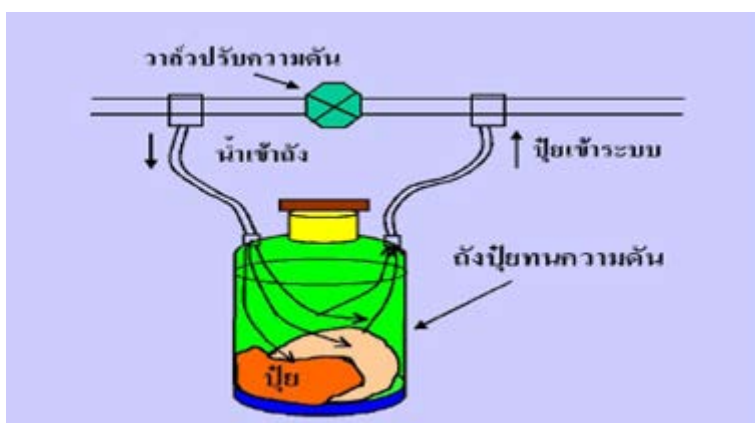
7.1.5 สำหรับข้อดีทางด้านอื่นๆ การใช้ปุ๋ยทางระบบน้ำยังสามารถใช้ร่วมกับสารเคมีควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชได้ด้วย นอกจากนั้นปุ๋ยทางดินบางชนิดอาจจะไม่เหมาะกับการให้ด้วยวิธีหว่านเนื่องจากอาจจะถูกอนุภาคของดินดูดตรึง (fix) ไว้ วิธีการให้ปุ๋ยทางระบบให้น้ำจะช่วยในการให้ปุ๋ยชนิดดังกล่าวได้ไม่มากนักน้อยเพราะธาตุอาหารดังกล่าวที่ให้ทางระบบน้ำจะถูกดินดูดตรึงไว้น้อยกว่า

7.2 อุปกรณ์ฉีดปุ๋ย

ในการให้ปุ๋ยทางระบบให้น้ำนั้นจะต้องใช้อุปกรณ์ฉีดปุ๋ย (fertilizer injector) อัตราฉีดปุ๋ยเข้าไปในระบบให้น้ำ อุปกรณ์ดังกล่าวมีหลายแบบ แต่ละแบบมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะอุปกรณ์ที่มีการนำมาจำหน่ายและมีการนำไปใช้งานในประเทศไทยเท่านั้น

7.2.1 อุปกรณ์ฉีดปุ๋ยแบบเวนจูรี (venturi) เป็นอุปกรณ์ฉีดปุ๋ยเข้าไปในระบบให้น้ำที่มีราคาถูกที่สุด ตัวอุปกรณ์ทำจากพลาสติกฉีดเป็นชิ้นเดียวกันโดยไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว การสีกหรือจึงต่ำ หลักการทำงานของอาศัยความแตกต่างของแรงดันน้ำระหว่างทางเข้ากับทางออกที่จะก่อให้เกิดสภาวะสุญญากาศ ณ จุดดูดปุ๋ย ทำให้ปุ๋ยถูกดูดขึ้นมาจากถังเข้าไปในระบบให้น้ำปกติใช้ แรงดันใช้งาน 3.5–70 บาร์ อัตราการฉีดปุ๋ย 22.7 – 4,275 ลิตร/ชม. มีหัวฉีดปุ๋ยขนาด $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ 1", 1 $\frac{1}{2}$ " และ 2"

7.2.2 อุปกรณ์ฉีดปุ๋ยแบบปั๊มพลังน้ำ หลักการทำงานของอุปกรณ์ฉีดปุ๋ยเข้าไปในระบบให้น้ำแบบนี้คือ การใช้แรงดันน้ำของระบบเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนปุ๋ยไปยังส่วนต่างๆ



ภาพที่ 2.6 อุปกรณ์ฉีดปุ๋ยท่อ

ความชื้นในดิน

ความชื้นในดิน (Soil Moisture) น้ำที่ปรากฏอยู่บนผิวดินตามอ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ และอื่นๆ แล้ว ยังมีความชื้นที่เกาะอยู่ตามเม็ดดิน ซึ่งความชื้นเหล่านี้เกิดจากการซึมของหยดน้ำลงดินและถูกดูดซับโดยอนุภาคของดินไว้ ความชื้นดังกล่าวอยู่ในดินจนกระทั่งเกิดการระเหยหรือถูกดูดซับโดยรากพืชเข้าไปใช้ ตามปกติความชื้นในดินจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน และอัตราการระเหยของน้ำและขึ้นอยู่กับความจุน้ำของดิน (Field of Capacity of Water) ซึ่งอยู่กับประเภทของเนื้อดิน เช่น ดินทรายจะมีความจุน้ำของดินต่ำสุด ส่วนดินเหนียวจะมีความจุน้ำสูงสุด ทั้งนี้ความหยาบของเนื้อดินจะยอมให้น้ำผ่านได้ง่ายกว่าเนื้อดินที่ละเอียด

น้ำใต้ดิน

น้ำใต้ดิน (Ground Water) น้ำใต้ดิน หมายถึง น้ำที่มีอยู่ในชั้นดินบนผิวโลก ซังอยู่ในช่องว่างระหว่างดินและหิน ซึ่งต้นกำเนิดของน้ำใต้ดินจะมาจากน้ำในบรรยากาศและจากน้ำผิวดินต่าง ๆ โดยปกติคุณภาพของน้ำใต้ดินมักมีคุณภาพดี อันเนื่องมาจากการถูกกรองด้วยชั้นดินและหิน แต่อาจมีแร่ธาตุและสารเคมีบางชนิด

เจือปนอยู่ในปริมาณมากกว่าน้ำผิวดิน น้ำใต้ดินเป็นส่วนหนึ่งของน้ำฝนที่ตกลงมายังผิวโลก และไหลซึมลงไปตามชั้นดินลงไปถึงชั้นที่น้ำมีการสะสมตัวรวมกัน จึงมีผลทั้งในแง่ของการละลาย การพัดพา การทับถม โดยน้ำใต้ดินมีการกระทำเพียงสองชนิดคือ การกักขังการ และการทับถม ซึ่งเกิดจากการไหลซึมผ่านชั้นดินและหินลงไป ในบางพื้นที่น้ำใต้ดินจะมีการไหลเหมือนกับน้ำบนผิวดินเพียงแต่ว่าอยู่ลึกจากผิวดินลงไป ซึ่งมักพบเสมอในบริเวณที่เป็นถ้ำ ฤดูกาลก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการพัดพาของน้ำใต้ดิน เนื่องจากมีน้ำหลากมาก ทำให้เกิดการพัดพา การกักขังการมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นน้ำใต้ดินจัดว่าเป็นกระบวนการระบายน้ำออกจากผิวดินได้อีกแบบหนึ่งเช่นกัน

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำใต้ดิน (มหาวิทยาลัยราชชมงคล, 2560)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่ากำเนิดของน้ำใต้ดินจะมาจากน้ำในบรรยากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการไหลซึมลงดิน โดยจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1.1 ช่วงเวลาที่มีฝนตก (Time) หมายถึง ถ้าช่วงเวลาที่มีฝนตกสั้น น้ำจะไหลผ่านผิวดินไปอย่างรวดเร็ว ปริมาณการไหลซึมลงดินของน้ำจะต่ำ และซึมลงได้น้อย แต่ถ้ามีฝนตกเป็นเวลานาน และเบา ๆ อัตราการไหลซึมจะมีมากกว่า

1.2 ความลาดชันของพื้นที่ (Slope) ถ้าพื้นที่มีความลาดชันมากน้ำจะไหลไปบนดินมากกว่าที่จะซึมลงดิน

1.3 ความพรกตัวของดินและหิน (Porosity) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของช่องว่างในหินก้อนหนึ่งกับปริมาตรทั้งหมดของหินก้อนนั้น โดยค่าความพรกตัว แสดงเป็นร้อยละ ความพรกตัวจะขึ้นอยู่กับรูปร่าง ขนาด การวางตัวของหินและเศษแร่ที่ประกอบตัวกันเป็นหิน

1.4 ความฟ้ามของดินและหิน (Permeability) หมายถึง ความสามารถในการที่ยอมให้น้ำไหลผ่านหินที่มีความฟ้ามสูง คือ หินที่น้ำไหลผ่านได้เร็ว หรือความฟ้ามขึ้นอยู่กับขนาดของช่องว่าง ไม่ใช่ปริมาตรของช่องว่าง

1.5 ปริมาณของต้นไม้ ต้นไม้จะช่วยชะลอการไหลของน้ำผิวดินให้ช้าลง ซึ่งจะช่วยให้ปริมาณน้ำไหลซึมลงดินได้มากขึ้น

1.6 ความลาดเทของชั้นหิน ที่น้ำใต้ดินไหลอยู่ น้ำใต้ดินจะไหลได้ดีไปตามชั้นหินที่มีความฟ้ามสูง โดยเฉพาะถ้าชั้นดินที่อยู่ถัดไปมีความแน่นทึบสูง น้ำจะไหลเฉพาะชั้นหินเนื้อฟ้ามนั้น และถ้าชั้นหินมีความลาดเทมากน้ำจะไหลได้เร็ว

2. ลักษณะของแหล่งน้ำใต้ดิน

สามารถแบ่งน้ำใต้ดิน หรือ เขตน้ำใต้ดิน (Zone of Subsurface water) ออกเป็นสองเขต คือ เขตมีอากาศแทรกในชั้นหิน และเขตอ้อมตัว โดยสามารถพิจารณาได้ดังนี้

2.1 เขตที่มีอากาศแทรกในชั้นหิน (Zone of Aeration) เป็นเขตที่ปริมาณของน้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เป็นชั้นที่มักอยู่ใต้ผิวดินในระดับตื้น ระดับน้ำจะแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาล เช่น ฤดูแล้งระดับน้ำจะลึกกว่าฤดูฝน จัดเป็นประเภทชั้นให้น้ำแบบเปิด (Unconfined Aquifers) เขตนี้เป็นตอนที่น้ำจากผิวดินไหลผ่านลงสู่เบื้องล่าง โดยเขตนี้เราสามารถแบ่งออกเป็น 3 เขตย่อย คือ

เขตความชื้นในดิน (Belt of Soil Moisture) ซึ่งเป็นบริเวณที่รากพืชหยั่งรากและสามารถดูดซึมน้ำนำไปใช้ได้ โดยพืชดูดความชื้นจากดิน แล้วปล่อยให้ระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศ หรือบางครั้งความชื้นในดินจะระเหยสู่บรรยากาศโดยตรง

เขตชั้นกลาง อยู่ระหว่างเขตความชื้นในดิน และเขตน้ำซึม น้ำในเขตนี้จะเกาะดินด้วยแรงดึงดูดระหว่างอนุภาค จึงมีการเคลื่อนไหวของน้ำน้อยมาก เว้นแต่ในระยะเวลาที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ช่วงกลางจึงเป็นทางผ่านของน้ำไปสู่เขตที่ลึกกว่า

เขตน้ำซึม (Capillary Fringe) เป็นบริเวณที่ได้รับน้ำจากเขตอิมตัวมีความหนาตั้งแต่ 2-3 เซนติเมตร ถึง 2-3 เมตร ลักษณะคล้ายกระดาษซับน้ำที่จะมีน้ำจากเขตที่อยู่เบื้องล่างซึมขึ้นมาตามแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของดินหรือหินกับน้ำชั้นให้น้ำในเขตอิมตัวนี้เราเรียกว่า ชั้นให้น้ำแบบปิด (Confined Aquifers) มักอยู่ในระดับลึก มีชั้นหินหนาปิดปกคลุมด้านบนไว้ ทำให้น้ำในชั้นนี้มีความดัน มลพิษจากพื้นดินไม่สามารถปนเปื้อนลงไปได้ แต่อาจมีแร่ธาตุบางอย่างปะปนอยู่ ชั้นให้น้ำแบบปิดนี้อาจมีหลายชั้นสลับกันไป

ระดับน้ำใต้ดิน

ระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) คือผิวบนของเขตอิมตัว จะเห็นได้ว่าระดับน้ำใต้ดินซึ่งหมายถึงระดับของน้ำใต้ดินที่เกิดขึ้น เนื่องจากการสะสมน้ำใต้ดินที่ไม่อาจซึมต่อไปได้ แต่ระดับน้ำใต้ดินจะไม่คงที่แน่นอน สามารถมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามฤดูกาล เช่น ในบริเวณภูเขาที่มีฝนตกสม่ำเสมอ ระดับน้ำใต้ดินอาจอยู่ลึก 2-3 เมตร ถึงหลายร้อยเมตรใต้ผิวดิน ส่วนในแถบภูมิอากาศร้อนและแห้งแล้งที่มีฝนตกน้อยและมีการระเหยกลายเป็นไอน้ำ ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ลึกมาก ส่วนบริเวณ

การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน

การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินแบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

1. การไหลตามแนวตั้ง ซึ่งเป็นการไหลซึมลงดินตามแนวตั้ง อัตราการไหลจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับโครงสร้างของชั้นดินและหินว่ามีช่องว่างในเนื้อหินและความสามารถในการยอมให้น้ำซึมผ่าน
2. การไหลตามแนวระดับ เป็นการไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลก เช่น การไหลจากระดับสูงลงไปสู่ระดับที่ต่ำกว่า อัตราการไหลจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ และเนื้อหิน เช่น หินเนื้อละเอียดมากอัตราการไหลของน้ำจะไหลได้ช้ามาก แต่ถ้าไหลผ่านโพรง เช่น ถ้ำ ที่ติดต่อกันเป็นทางยาวน้ำใต้ดินจะไหลได้เร็วพอๆ กับการไหลของน้ำผิวดิน

โดยสรุปอัตราการไหลจะเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับความพรุนของเนื้อหิน (Porosity) และความสามารถในการยอมให้น้ำซึมผ่านชั้นหิน (Permeability) นอกจากนี้ การยอมให้น้ำไหลซึมผ่านจะเป็นสัดส่วนกับความลึก เนื่องจากมีแรงกดดันสูง และความลาดชันของพื้นที่ด้วยเช่นกัน

สมมติฐานการวิจัย

ระบบการให้น้ำหยดใต้ดิน (sub-surface drip irrigation system) เป็นระบบการให้น้ำที่มีการกระจายความชื้นในดินได้ดีและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency) ประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ย (fertilizer use efficiency) ของมันสำปะหลังและเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง ลดปัญหาวัชพืช โดยเฉพาะระบบชลประทานแบบหยดใต้ดินลึก 40 เซนติเมตร

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 2.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

Rowe, et al. (2001) ได้รายงานผลวิจัยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบชลประทานแบบน้ำท่วม (flooding) กับระบบชลประทานแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่ (sub-surface irrigation system) โดยทดลองในแปลงอัลฟาลฟา (alfalfa) ผลการทดลองพบว่า อัลฟาลฟาที่ใช้ระบบชลประทานแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่ให้ผลผลิตในรูปน้ำหนักสดเท่ากับ 1,201 ปอนด์ต่อเอเคอร์ ส่วนระบบชลประทานแบบน้ำท่วมให้ผลผลิต 879 ปอนด์ต่อเอเคอร์

Savi, et al. (2013) ได้รายงานผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบชลประทานแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่กับระบบชลประทานแบบร่องคู (furrow) โดยทดลองกับฝ้าย พบว่าระบบชลประทานแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำมากกว่าระบบชลประทานแบบร่องคู และยังมีผลดีต่อการลดผลกระทบต่องี๊วงแวดล้อมและอนุรักษ์ความชื้นในดิน

Schroll, et al. (2011) ได้รายงานผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบระบบชลประทานแบบร่องคูกับระบบชลประทานแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่ในด้านการคายระเหยน้ำ (evapotranspiration) ของข้าวโพดในประเทศอียิปต์ ผลการทดลองพบว่า ระบบชลประทานแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่มีค่าการคายระเหยที่ระดับร้อยละ 60 หรือมีค่าเท่ากับ 352 มิลลิเมตร ส่วนระบบชลประทานแบบร่องคูมีค่าการคายระเหยที่ระดับร้อยละ 100 หรือมีค่าเท่ากับ 474.4 มิลลิเมตร

Voyde, et al. (2010) ได้ศึกษาระบบการให้น้ำแก่พืชในบริเวณพื้นที่ราบขนาดใหญ่ โดยการศึกษาในครั้งนี้ ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการให้น้ำและชนิดพืชที่มีความแตกต่างกัน โดยพืชที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ ข้าวโพด ฝ้าย ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ถั่วเหลืองและทานตะวัน ส่วนระบบการให้น้ำ ประกอบไปด้วย ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ชนิดหัวจ่ายน้ำแบบสเปรย์ และชนิดหัวจ่ายน้ำแบบ limited pressure application เปรียบเทียบกับระบบการให้น้ำแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่ โดยเลือกพื้นที่เมืองฮาล์ฟเวย์และบุชแลนด์ ในการเปรียบเทียบระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ชนิดหัวจ่ายน้ำแบบสเปรย์เปรียบเทียบกับระบบการให้น้ำแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่ ส่วนการเปรียบเทียบระบบการให้น้ำแบบฉีดฝอยแบบ limited pressure application กับระบบการให้น้ำแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่ ทำการวิจัยในบริเวณเมืองคอลบี ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยในการเปรียบเทียบระบบการให้น้ำดังกล่าวนี้ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพการให้น้ำแก่พืชทดลองและผลผลิตที่ได้จากการให้น้ำในแต่ละระบบ ซึ่งผลการทดลองพบว่าระบบการให้น้ำแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่มีประสิทธิภาพในการให้น้ำแก่พืชและเพิ่มผลผลิตพืชทุกชนิดที่ศึกษาได้มากกว่าระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์แบบ limited pressure application และระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ชนิดหัวจ่ายน้ำแบบสเปรย์

Whittinghill & Rowe (2012) ได้ศึกษาระบบชลประทาน เพื่อการระบายน้ำในระบบการเกษตรในพื้นที่ดินเหนียวและแห้งแล้ง ในเขตมลรัฐโอไฮโอ ประเทศสหรัฐอเมริกาเพื่อหาแนวทางในการใช้ระบบชลประทานเพื่อระบายน้ำที่มีต้นทุนต่ำที่สุดและมีความสามารถในการระบายน้ำที่มีสารเคมีเกษตรที่ตกค้างในแปลงเกษตรกรรมได้ดี โดยที่ถ้ามีการระบายน้ำออกมากเกินไปก็จะส่งผลต่อการสูญเสียธาตุอาหารที่

จำเป็นต่อพืชที่จะถูกเคลื่อนย้ายออกไปด้วย ในขณะเดียวกัน การที่มีธาตุอาหารพืชในน้ำที่ถูกระบายออกไปมากก็อาจจะเกิดปัญหาการสะสมของธาตุอาหารเหล่านี้และมีผลทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (eutrophication) ขึ้น ซึ่งจะทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง ส่งผลเสียต่อสัตว์และพืชในแหล่งน้ำเนื่องจากปรากฏการณ์ดังกล่าว ซึ่งจากการศึกษาของ Fausey (2004) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำ 3 ระบบ ได้แก่ ระบบระบายแบบควบคุมการระบายน้ำ ระบบระบายน้ำที่ไม่มีการควบคุมการระบายน้ำ และระบบระบายน้ำใต้ดิน พบว่า ระบบการระบายน้ำแบบควบคุมการระบายน้ำมีปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารที่สำคัญออกจากพื้นที่การเกษตรน้อยที่สุด เพราะมีการระบายน้ำได้ดี รองลงมาคือระบบระบายน้ำใต้ดินและระบบระบายน้ำที่ไม่มีการควบคุมการระบายน้ำตามลำดับ

Sakellariou, et al. (2013) ได้ทดลองเพื่อเปรียบเทียบระบบชลประทานแบบร่องคูและระบบชลประทานแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพต่อการเพิ่มผลผลิตชูการ์บีท (sugar beet) โดยในแต่ละระบบให้ปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน 2 ระดับ คือให้น้ำร้อยละ 100 และร้อยละ 80 ของศักยภาพคายระเหยน้ำของพืช และแบ่งแปลงทดลองออกเป็น 4 แปลง โดยการใช้ระบบร่องคูจะให้น้ำแต่ละแปลงโดยติดตั้งหัวจ่ายน้ำในแปลงที่ 1, 2, 3 และ 4 ส่วนระบบชลประทานแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่จะแบ่งแปลงทดลอง ออกเป็น 4 แปลง โดยแต่ละแปลงจะฝังหัวจ่ายน้ำลึกลงไปใต้ดิน 0.45 เมตร แล้ววัดความชื้นของดินในแต่ละแปลงที่ระดับความลึก 0.75 เมตร ซึ่งจากการทดลองพบว่าระบบชลประทานแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่ให้ผลผลิตของชูการ์บีทมากกว่าระบบชลประทานแบบร่องคู และนอกจากนั้น ระบบชลประทานแบบจ่ายน้ำใต้ดินเฉพาะที่ยังให้ปริมาณเป็นร้อยละของน้ำตาลต่อหัวมากกว่าระบบชลประทานแบบร่องคูด้วย

นุชจรินทร์ พึ่งพา และ อรรถสิทธิ์ บุญธรรม (2555) ศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังทำการศึกษามันสำปะหลังปลูกปี 2552 โดยวางแผนการทดลองแบบ $3 \times 4 + 1$ Factorial in RCB 4 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยที่ 1 คือ ปริมาณน้ำ 3 ระดับ ประกอบด้วย 1) 8 ลบ.ม./ไร่/ครั้ง 2) 16 ลบ.ม./ไร่/ครั้ง 3) 24 ลบ.ม./ไร่/ครั้ง ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ประกอบด้วย 1) ระยะตั้งตัว (ปลูก-มันสำปะหลังอายุ 45 วัน) 2) ระยะแตกกอ (มันสำปะหลังอายุ 2-4 เดือน) 3) ระยะย่างปล้อง (มันสำปะหลังอายุ 4 เดือน - 45 วันก่อนเก็บเกี่ยว) 4) ให้น้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต เปรียบเทียบกับมันสำปะหลังที่ไม่ให้น้ำ ทำการศึกษาที่ ไร่บริษัทอุตสาหกรรมน้ำตาลบ้านไร่ บ้านหนองแกตาเรือง อ.เนินขาม จ.ชัยนาท ผลการทดลองพบว่า ที่ระยะตั้งตัวการให้น้ำที่อัตรา 8, 16 และ 24 ลบ.ม. มันสำปะหลังมีเปอร์เซ็นต์การงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในสภาพพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำจำกัดการให้น้ำเสริมในระยะตั้งตัว (ปลูก-มันสำปะหลังอายุ 45 วัน) ครั้งละ 8 ลบ.ม./ไร่/ครั้ง เป็นปริมาณที่เพียงพอต่อการงอกของมันสำปะหลัง ที่ระยะแตกกอ (มันสำปะหลังอายุ 2-4 เดือน) การให้น้ำที่อัตรา 16 และ 24 ลบ.ม. มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและขนาดลำไม่แตกต่างกัน ดังนั้นควรให้น้ำเสริมครั้งละ 16 ลบ.ม./ไร่/ครั้ง ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ในระยะย่างปล้อง เป็นระยะที่มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตรวดเร็วมันสำปะหลังมีความต้องการน้ำมากจึงต้องให้น้ำเสริมมากกว่าระยะการเจริญเติบโตอื่น คือ ให้น้ำเสริมครั้งละ 24 ลบ.ม./ไร่/ครั้ง เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่าการให้น้ำเสริมในระยะย่างปล้องมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังมากที่สุด คือ 13.55 ตัน/ไร่ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Arbat, et al. (2013) ได้ศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคของวิธีการคำนวณแบบอ่อน (soft computing) ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ แบบจำลองฟัซซี่ ลอจิก (Fuzzy Logic) โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) และ เจเนติก อัลกอริทึม (Genetic Algorithms) โดยนำหลักการทั้ง 3 วิธี มาผสมผสานกัน เพื่อได้แบบจำลอง Hybrid ที่มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ในการนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง Hybrid เพื่อการพยากรณ์ระดับน้ำสูงสุดที่สะพานนารัฐ(P1) อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการศึกษาก่อนน้ำท่วมใหญ่ตัวเมืองเชียงใหม่ปี 2005 การศึกษาในครั้งนี้ได้ประเมินค่าความถูกต้องของแบบจำลองโดยค่าทางสถิติคือ ตัววัดประสิทธิภาพ (Efficiency Index, EI) และค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root mean square error, RMSE) ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองประเภท Hybrid มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ (EI) มากกว่า 95 % และให้ RMSE เท่ากับ 0.134 m. เมื่อนำผลการพยากรณ์ไปเปรียบเทียบกับแบบจำลอง Neuro – Genetic และแบบจำลอง ANFIS พบว่าแบบจำลอง Hybrid ให้ผลการพยากรณ์ที่ดีกว่า และสามารถพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้าได้ 12 ชั่วโมง

Shekofteh, et al. (2012) ทำการศึกษาการให้ปุ๋ยไนโตรเจนผ่านระบบชลประทานแบบใหม่แทนแบบดั้งเดิมที่ใช้กันอยู่ เพื่อลดปัญหาการชะล้างปุ๋ยไนโตรเจนที่เหลือจากการใช้ของพืชลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ เกิดเป็นมลพิษทางน้ำตามมา ซึ่งการศึกษานี้จะมุ่งลดปัญหาการปนเปื้อนของปุ๋ยไนโตรเจนที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ของพืช และเพื่อประสิทธิภาพการให้น้ำและปุ๋ยไนโตรเจนแก่พืช โดยการใช้ระบบชลประทานทางเลือกคือ การชลประทานแบบหยดรวมกับการให้ปุ๋ยไนโตรเจนทางระบบท่อ (Fertigation) โดยใช้ระบบฟัซซี่ลอจิกเข้ามาช่วยในการตัดสินใจในการให้น้ำและปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า พืชมีประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ยไนโตรเจนสูงขึ้น เมื่อเทียบกับการใช้วิธีดั้งเดิม อีกทั้งยังลดการปนเปื้อนปุ๋ยไนโตรเจนในแหล่งน้ำได้เป็นอย่างดี

Grab & Friedlander (2014) ทำการศึกษาการใช้เกณฑ์ตัวสินใจหลายระดับเพื่อใช้ในการตัดสินใจ โดยการรวมเกณฑ์การตัดสินใจในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยเรียกว่าระบบฟัซซี่ลอจิก เพื่อใช้ประโยชน์ในการช่วยตัดสินใจปัญหาหรือการดำเนินงานที่มีความซับซ้อน โดยใช้การระบบฟัซซี่ลอจิก ที่ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ความคล้ายของปัญหา (SA) และการตัดสินใจ (DA) ซึ่งเรียกว่าระบบ MCDM และพัฒนาขึ้นมาใช้ในโครงการ Sri Ram Sagar Project ในประเทศอินเดีย เพื่อประโยชน์ในการควบคุมการจ่ายน้ำแก่แปลงพืชในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งได้ผลดีเป็นอย่างยิ่ง