



วิทยาลัยเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

วิทยาพี ศษปริญาตรี  
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ผลของระดับความเครียดของน้ำในดินต่อการเจริญเติบโต  
และปริมาณการใช้น้ำของกะหล่ำดอก

Effect of Soil Moisture Tension on Cauliflower Growth  
and Evapotranspiration

โดย

วันทนา สุขพิณิจ

อาจารย์อภิชิตสุนทร นันทกิจ

ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา



T100314

ภาควิชารับรองแล้ว

ศพ.

๖๔๖๑ ๘

๒๕๒๖

พ.๑

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 100314

รับเดือนปี 18 JUN 2009

(อาจารย์ศรีประไพ ชื่นศรี)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ ..... (๕) ..... เดือน ..... ๕๖ ..... พ.ศ. .... ๒๕๖๐

ผลของระดับความเครียดของน้ำในดินต่อการเจริญเติบโต  
และปริมาณการใช้น้ำของกะหล่ำดอก

Effect of Soil Moisture Tension on Cauliflower Growth  
and Evapotranspiration

บทคัดย่อ

น้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในด้านกาเกษตร โดยเฉพาะพืชผักหรือพืชที่  
ต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตในปริมาณสูงจำเป็นต้องได้รับน้ำเพียงพอ แต่เกษตรกร  
มักประสบปัญหาเรื่องปริมาณการให้น้ำมากหรือน้อยเกินไป ซึ่งไม่เหมาะสมกับความต้องการ  
การของพืช จึงได้มีการศึกษาหาระดับความเครียดของน้ำในดินที่เหมาะสมต่อการเจริญ-  
เติบโตของพืช โดยศึกษาที่ระดับความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 12.5, 25 และ  
50 เซนติเมตร ทำการศึกษากับกะหล่ำดอกระหว่างวันที่ 12 มกราคม ถึง 22 มีนาคม  
2526 วางแผนการทดลองแบบ **Completely Randomized Design** ทำการทด-  
ลอง **3 treatment 4 replication** และเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 70 วัน ปรากฏว่า  
ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 25 เซนติเมตร มีปริมาณความ-  
ชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกะหล่ำดอก ให้น้ำหนักสดของต้นสูงสุด 253.65  
กรัมต่อต้น น้ำหนักแห้ง 38.75 กรัมต่อต้น และปริมาณการใช้น้ำ 24.79 ลิตรต่อต้น  
(ตลอดฤดูปลูก) เมื่อเปรียบเทียบกับระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท  
12.5 เซนติเมตร ซึ่งมีปริมาณการใช้น้ำสูงแต่ให้ผลผลิตต่ำ ส่วนที่ระดับควบคุมความ-  
เครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 50 เซนติเมตร มีปริมาณการใช้น้ำต่ำและผลผลิตก็  
ต่ำด้วย ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

จากการทดลองพบว่า ที่ทุกระดับความเครียดของน้ำ กะหล่ำดอกไม่ไห้ผล-  
ผลิตของดอก เพียงออกดอกเป็นตุ่มเล็กๆ แล้วก็เจริญเติบโตทาง **Vegetative phase**  
อีก สาเหตุจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมเพราะอุณหภูมิสูงขึ้นช่วงหลังการเจริญเติบโต  
และลักษณะของพันธุ์ที่ปลูกไม่เหมาะสมต่อสภาพอากาศร้อน กะหล่ำดอกจึงไม่ออกดอก

## Effect of Soil Moisture Tension on Cauliflower Growth and Evapotranspiration

### Abstract

Water is a basic factor which is very important for agriculture. Particularly, it is necessary for vegetables and crops demanding large amount of water for growing to get enough supply. However, an agriculturist always faces the problems of more or less amount of water. Therefore, there was a study about the optimum of soil moisture tension for the growth of plants. The study was undertaken at the level of soil moisture tension equal to the mercury 12.5, 25 and 50 centimeters high, which concerned cauliflower during the time of January 12<sup>th</sup> to March 22<sup>nd</sup>, 1983. The experimental design was the Completely Randomized Design. There were three treatments and four replications. The cauliflower was harvested after 70 days. It appeared that the optimum soil moisture tension for the best growth of the cauliflower was equal to the mercury 25 centimeters high. It gave the maximum fresh weight at 253.65 grams per plant and dry weight at 38.75 grams per plant. The evapotranspiration was 24.79 liters per plant. (throughout the season) It compared with the soil moisture tension equal to the mercury 12.5 centimeters high, the evapotranspiration was very high but the produce was lower. Beside, there was a high significant different in statistics.

From the experiment at every level of soil moisture tension, it was found that the cauliflower did not give a bloom but only a small bud. The reason were, firstly, the environment was not suitable for plant growth because the temperature was higher after the plant growth, and secondary, the kind of the variety plant was not good for the hot weather, so the cauliflower did not give the bloom.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญรูป	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญตารางผนวก	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการทดลอง	15
วิจารณ์ผลการทดลอง	19
สรุปผลการทดลอง	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.	แสดงหลักการทำงานของ <b>Tensiometer</b>	13
2.	แสดงปริมาณการไหลน้ำสะสมของกะหล่ำดอก (ลิตร/ต้น/ฤดูปลูก) ที่ระดับควบคุมความเค็มของน้ำ 3 ระดับ	16



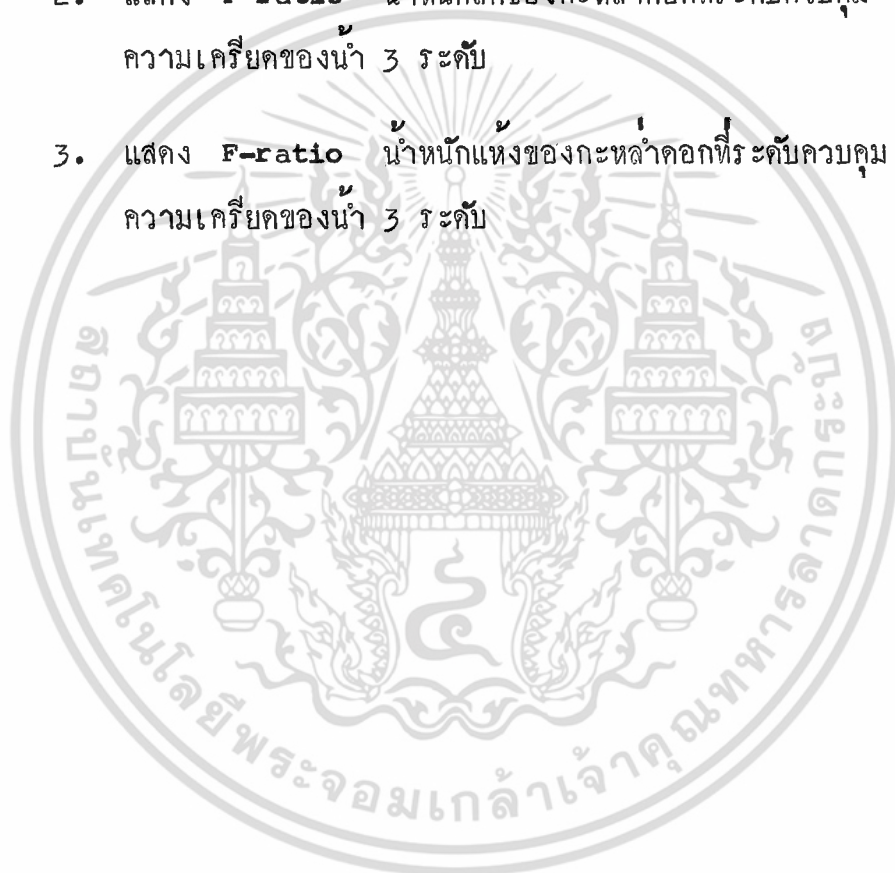
## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยของกะหล่ำดอก (ลิตร/ต้น) ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ 3 ระดับ	15
2. แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยของกะหล่ำดอก (กรัม/ต้น) ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ 3 ระดับ	17
3. แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของกะหล่ำดอก (กรัม/ต้น) ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ 3 ระดับ	18



สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1. แสดง <b>F-ratio</b> ปริมาณการใช้น้ำของกะหล่ำคอกที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ 3 ระดับ	23
2. แสดง <b>F-ratio</b> น้ำหนักสดของกะหล่ำคอกที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ 3 ระดับ	24
3. แสดง <b>F-ratio</b> น้ำหนักแห้งของกะหล่ำคอกที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ 3 ระดับ	25



ผลของระดับความเครียดของน้ำในดินต่อการเจริญเติบโต  
และปริมาณการใช้น้ำของกะหล่ำดอก

**Effect of Soil Moisture Tension on Cauliflower Growth  
and Evapotranspiration**

คำนำและวัตถุประสงค์

คำนำ

น้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในด้านการเกษตรและเพื่อที่จะให้การใช้น้ำในด้านการเกษตรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงปริมาณการใช้น้ำของพืชและระดับความชื้นของน้ำในดินที่เหมาะสม เพื่อจะนำผลที่ได้จากการศึกษาไปพิจารณาวางแผนการชลประทาน วางแผนการเพาะปลูกและแผนการส่งน้ำให้กับพืชปลูก

ความเครียดของน้ำในดิน หมายถึง ความชื้นที่อนุภาคดินอุกคึดไว้ซึ่งเป็นสิ่งที่พืชต้องเอาชนะในการดูดแต่ละอนุของน้ำไปจากดิน กล่าวคือ พืชจะต้องใช้พลังงานต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของน้ำอย่างน้อย เท่ากับความเครียดของน้ำในดินจึงจะคูดน้ำไปใช้ได้และโดยที่ค่าความเครียดของน้ำในดินจะผันแปรโดยกลับกับระดับความชื้นของดิน คือเมื่อดินมีความชื้นสูงค่าความเครียดของน้ำในดินจะลดต่ำลง ดังนั้น ระดับความเครียดของน้ำในดินจึงใช้เป็นตัวกำหนดความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินต่อพืชในขณะนั้นๆ ซึ่งระดับความเครียดของน้ำในดินสามารถวัดโดยเครื่องมือ **Tensiometer** อันเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดและศึกษาเกี่ยวกับความชื้นในดินได้อย่างกว้างขวาง โดย **Tensiometer** จะแสดงถึงระดับความเป็นประโยชน์ของความชื้นในดิน ซึ่งมีประโยชน์ในการพิจารณาการให้น้ำชลประทานแก่ดินและพืช และสามารถคิดตั้งอุปกรณ์การให้น้ำแบบอัตโนมัติโดยใช้ **Tensiometer** เป็นตัวควบคุมการให้น้ำแก่พืช

ในการศึกษาทดลองครั้งนี้เพื่อหาระดับความเครียดของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและปริมาณการใช้น้ำของพืช โดยเลือกกะหล่ำดอกเป็นพืชที่ทำการศึกษาเนื่องจากอายุการเก็บเกี่ยวสั้น และช่วงการเจริญเติบโตมีความต้องการน้ำในปริมาณที่ค่อนข้างสูง

### วัตถุประสงค์

เพื่อหาระดับความเครียดของน้ำในดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ  
กะหล่ำดอก และวัดปริมาณการใช้น้ำของกะหล่ำดอกที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน  
ต่าง ๆ กัน

### ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ทราบระดับความเครียดของน้ำในดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต  
และปริมาณการใช้น้ำของกะหล่ำดอกที่ระดับความเครียดของน้ำในดินต่าง ๆ กัน

### สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาและแปลงทดลองของคณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

### ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

วันที่ 12 มกราคม ถึง 22 มีนาคม 2526

## การตรวจเอกสาร

กะหล่ำดอก (cauliflower) เป็นผักชนิดหนึ่ง ซึ่งจัดอันดับได้ ดังนี้

**Class Angiospermae**

**Sub-class Dicotyledonae**

**Order Cruciferales**

**Family Cruciferae**

**Genus Brassica**

**Species olercea**

กะหล่ำดอกมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Brassica olercea var. botrytis เป็นพืชพวกเดียวกับ cabbage, broccòli และ kohlrabi เป็นพืชในหมู่ cole crop มีวิวัฒนาการมาจาก Green sproutibg broccolli ซึ่งวิวัฒนาการจากกะหล่ำปลีป่า (wild cabbage) อันมีถิ่นกำเนิดในภาคยุโรปตะวันตก (แวนจักร, 2510)

Bailey (1953) กะหล่ำดอกเป็นพืช biennial แต่ที่ปลูกทั่วๆ ไป ปลูกเป็น annual โดยมีหัว (curd) เป็นอาหาร หัวเป็น hypertropied stem tissue ที่เจริญเติบโตอัดแน่นขึ้นมาเพื่อสร้างตัวเป็นดอกต่อไป ดอกกะหล่ำดอกเป็นพวก perfect flower มี calyx 4, corolla 4 และ stamen 6 อัน มีลักษณะยาว 4 อัน สั้น 2 อัน anther ประกอบด้วย 2 lobes เมื่อฝักแตกจะแตกตามยาว pistil มี 1 อัน style มีลักษณะสั้น ลักษณะดอกเป็นแบบ raceme หัวเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวก็อาจมีลักษณะต่างๆ กัน ซึ่งเกิดจากสภาพแวดล้อม การดูแลรักษา และพันธุกรรม ลักษณะของหัว (curd) พอแยกได้ดังนี้

Ricey head หัวมีลักษณะเป็นเม็ดๆ (glura) กระจายไปทั่วทั้งหัว เกิดจากช่อดอกขยายออกมาและเกิดตาดอกขึ้นมาอีก มักเกิดในระยะที่เริ่มเก็บเกี่ยว

**Fuzzy head** ลักษณะของหัวมีขนาดเล็ก ๆ สีเทาปนเขียวขึ้นปะปรายทั่วทั้งหัว เนื่องจากก้านดอกยึดตัวออกมา มักเกิดในบริเวณที่ปลูกกะหล่ำดอกที่มีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม แต่อาจเกิดจากพันธุกรรมได้เช่นกัน

**Leafy head** เกิดเนื่องจากใบเจริญขึ้นมาแซมอยู่ตามหัว โดยเฉพาะบริเวณโคนหัว ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการของตลาด เกิดขึ้นเนื่องจากพันธุกรรมและการดูแลรักษาไม่ค้ำพอ (Nieuwhof, 1969)

แวนจักร (2510) ใบมีลักษณะแบบ *ellipical* แบ่งได้ 2 พวก คือ *inner leaf* คือ ใบอ่อนเล็ก ๆ ที่ติดอยู่ภายใน ซึ่งจะเจริญตั้งขึ้นแล้วโค้งเข้าเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับดอก อีกพวกหนึ่งคือ *outer leaf* เป็นใบที่อยู่รอบนอก เมื่อดอกมีขนาดโตเท่าไรจะทำการ *blanching* โดยรวบใบเข้ามาล้อมหัว แล้วใช้เชือกผูกเพื่อป้องกันมิให้หัวถูกแสงแดดเพื่อให้หัวมีสีขาวสวย รากของกะหล่ำดอกจะแผ่กระจายออกทางคานข้างและอยู่ลึกจากผิวดิน 2-3 นิ้ว ดังนั้น การพรวนดินจึงต้องทำอย่างระมัดระวัง

กะหล่ำดอกชอบดินร่วน (*loam*) แต่อาจปลูกในดินชนิดอื่นได้ แต่ต้องเป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุค่อนข้างมากและมีความชื้นตลอดเวลา pH ของดินประมาณ 6.0 - 6.8

### การไอน้ำของพืช (Evapotranspiration)

สุรชัยและคณะ (2523) กล่าวว่า น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อการดำรงชีวิตของพืช เป็นวัตถุดิบในกระบวนการสังเคราะห์แสง (*Photosynthesis*) เป็นส่วนประกอบของเซลล์ และเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุดในการละลายธาตุอาหารให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ และปริมาณการไอน้ำของพืชจะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ ชนิดของพืช ช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต การจัดการเกี่ยวกับดิน และชนิดของดิน เป็นตัวกำหนดการไอน้ำของพืช

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2524) กล่าวว่า ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) เป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ (vapor) ปริมาณน้ำดังกล่าวประกอบด้วย

1. ปริมาณน้ำที่พืชดูดจากดินนำไปสร้าง cell และ tissue แล้วคายออก (transpiration) ทางปากใบสู่บรรยากาศ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการคายน้ำของพืช ได้แก่ ความชื้นในดิน ชนิดและปริมาณของพืชที่ปลูก แสงอาทิตย์ อุณหภูมิและความอุดมสมบูรณ์ของดิน และถือว่า การคายน้ำ (Transpiration) เป็นส่วนใหญ่ของจำนวนการใช้น้ำทั้งหมดของพืช (ซีรคักดี, 2525)

2. ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดิน (Evaporation) บริเวณรอบ ๆ ต้นพืชจากผิวดินในขณะที่น้ำหรือขณะที่มีน้ำขังอยู่และจากน้ำที่เกาะอยู่ตามผิวใบ กิ่งก้านของพืช (สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2524) อัตราการระเหยขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นที่ผิวดินที่มีการระเหยตามความแตกต่างของความดันไอน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ลม แสงแดดและองค์ประกอบอื่น ๆ ในพื้นที่ที่มีการใช้น้ำขึ้น ๆ แตะบ่อยครั้งจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำจากการระเหยเพิ่มขึ้น แต่หากการให้น้ำคราวละมาก ๆ แตะบ่อยครั้ง ผิวดินจะเปียกบ่อยครั้งลงและน้ำซึมลงไปดินได้ลึก ทำให้พืชใช้น้ำได้เป็นจำนวนมาก (ซีรคักดี, 2525)

### ความหมายของความเครียดของน้ำในดิน

ถวิล (2519) ได้อธิบายว่า ความเครียดของน้ำในดิน (matrix suction หรือ matrix tension) หมายถึง แรงดึงที่เกิดจากอนุภาคดินและตัวละลายที่กูดึงน้ำในดินไว้ โดยที่ความเครียดจะผันแปรเป็นส่วนกลับกับระดับความชื้นของดิน ดังนั้น ความเครียดของน้ำจึงเป็นสิ่งที่ควบคุมระดับความเป็นประโยชน์ของความชื้นในดิน (available moisture) กล่าวคือ ถ้าความเครียดของน้ำในดินต่ำพืชจะดูดน้ำไปใช้ได้ง่าย wadleigh (1946) ได้ทดลองความเครียดของน้ำในดินต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยใช้ความเข้มข้นของเกลือเป็นตัวควบคุมระดับความเครียดของน้ำในดิน แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเครียดของน้ำในดินเพิ่มขึ้น (ดินมีความชื้นต่ำ) การเจริญเติบโตของพืชจะลดลง

โดยทั่วไปน้ำในดินที่ปรากฏอยู่ตามธรรมชาติจะมีศักย์ความเค้น ซึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่ในอากาศ ทำให้เกิด pressure ที่มีค่าติดลบ หมายความว่า น้ำตกอยู่ภายใต้สภาวะความเครียด (suction) หรือแรงดึง (tension) มากกว่าที่จะเกิดแรงดัน (pressure) ซึ่งแรงดึงนี้เป็นสาเหตุสำคัญของการดูดยึคน้ำของดิน (จักรพงษ์ และ วิสุทธิ์, 2520)

ค่าความเครียดของน้ำในดิน (matric suction) นิยมบอกค่าเป็นมิลลิเมตรของปรอท บาร์ และบรรยากาศ และที่ความเครียด 1 บาร์ เท่ากับ 0.986 บรรยากาศ และ 1 บรรยากาศ เท่ากับ แนวเส้นปรอทสูง 76.39 เซนติเมตร หรือเท่ากับ แนวน้ำสูง 1036 เซนติเมตร หรือ 34.01 นิ้ว (ธีรศักดิ์, 2525)

#### ความเป็นประโยชน์ของความชื้นในดิน (Availability of Soil Moisture)

จักรพงษ์และวิสุทธิ์ (2520) กล่าวว่า ส่วนของความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (available moisture) ของดินชนิดหนึ่ง ๆ คือความชื้นในช่วง Field Capacity (FC) กับจุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point; PWP) ของดินนั้น ๆ และผลต่างของ FC กับ PWP เรียกว่า ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Water Capacity)

Field Capacity หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดินเมื่อ free water ได้ถูกระบายออกไปหมดแล้ว หลังจากที่ดินได้รับความชื้นเพิ่มขึ้นจนเปียกโชกจากการชลประทานหรือจากน้ำฝน ซึ่งแรงดึงความชื้นของดินที่จุดนี้ประมาณ  $\frac{1}{3}$  บรรยากาศ (ธีรศักดิ์, 2525) ส่วน Permanent Wilting Point หมายถึง ระดับความชื้นของดินในขณะที่ยอดพืชซึ่งขึ้นอยู่บนดินนั้น ๆ แสดงอาการเหี่ยวเป็นครั้งแรก และจะไม่ฟื้นจากอาการเหี่ยวแม้จะนำไปไว้ในบรรยากาศที่ชื้น (Humid Atmosphere) นอกจากดินจะได้น้ำเพิ่มขึ้นเท่านั้น และแรงดึงความชื้นของดินที่จุดนี้ประมาณ 15 บรรยากาศ (จักรพงษ์ และ วิสุทธิ์, 2520)

ดินต่างชนิดกันจะปลดปล่อยความชื้นให้แก่พืชได้แตกต่างกัน โดยดินเนื้อละเอียดจะกักความชื้นไว้ได้มากกว่าในดินเนื้อหยาบที่ระดับพลังงานเท่ากัน เช่น **sandy soil** จะสูญเสียความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเกือบทั้งหมดเมื่อทำให้ความเครียดของน้ำในดินเพิ่มขึ้นเป็น 1 บรรยากาศ ในขณะที่ดิน **silt loam** หรือ **clay** จะสูญเสียความชื้นที่เป็นประโยชน์เมื่อทำให้ความเครียดของน้ำในดินเพิ่มขึ้นเป็น 4 บรรยากาศ และปัจจัยที่มีผลต่อการกักความชื้นของดิน ได้แก่ โครงสร้างของดิน อุณหภูมิ ความหนาแน่นของพืช ระบบรากพืช และการถ่ายเทอากาศในดิน กล่าวได้ว่า สิ่งใดที่มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของพืช ก็ย่อมมีผลกระทบต่อ การกักความชื้นของพืชด้วย (ซีรคักกี, 2525)

#### อิทธิพลของน้ำในดินต่อการเจริญเติบโตของพืช

อนันต์ (2526) และอำนาจ (2525) ได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตของพืชกับปริมาณน้ำในดินไว้ดังต่อไปนี้

1. ทำให้เกิดความสมดุลของน้ำในพืช (**water balance in plants**) เมื่ออัตราการดูดน้ำของรากพืชเพียงพอกับอัตราการคายของปากใบ
2. การเจริญเติบโตของพืชเป็นปกติ เนื่องจากเซลล์ขยายตัวได้เต็มที่
3. ความสัมพันธ์ของการคายน้ำและการสังเคราะห์แสงของพืช เมื่อดินมีความชื้นสูง อัตราการคายน้ำของพืชจะสูงตามไปด้วย และดูดคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้น พืชก็จะสังเคราะห์แสง (**photosynthesis**) มากขึ้น
4. เกิดการสะสมสารบางอย่างเมื่อพืชขาดน้ำ เช่น **oil**, **rubber**
5. สัดส่วนการเจริญเติบโตของยอดและรากสมดุลกันเมื่อความชื้นเพียงพอ
6. เมล็ดพืชแก่ช้าลงเมื่อเกิดสภาวะขาดน้ำ เนื่องจากการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารลดลง
7. การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง เมื่อเกิดการขาดน้ำในระยะวิกฤตของพืช
8. มีอิทธิพลต่อการงอกของต้นอ่อนในเมล็ดพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. มีอิทธิพลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในการละลายธาตุอาหารและเคลื่อนย้ายธาตุอาหารให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้

### ผลกระทบของสภาวะขาดน้ำต่อการเจริญเติบโตของพืช

เป็นที่ยอมรับว่าความชื้นของดินที่ลดลงมีผลต่อการเจริญเติบโต และขบวนการทางสรีรวิทยาบางอย่างของพืชลดลงด้วย Kramer (1969) รายงานว่า ระดับความชื้นของดินที่เริ่มมีผลในการสร้างน้ำหนักของ พืชลดลงแตกต่างกันตามชนิดของพืช เช่นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ของความจุคความชื้นที่เป็นประโยชน์เริ่มทำให้การสร้างน้ำหนักแห้งของมันฝรั่งลดลง ในขณะที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ของความจุคความชื้นที่เป็นประโยชน์เริ่มมีผลในการสร้างน้ำหนักแห้งของข้าวสาลี ข้าวโพค ถั่ว อัลฟัลฟา ถั่ว และที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ ของความจุคความชื้นที่เป็นประโยชน์ มีผลต่อการสร้างน้ำหนักแห้งของ sugar beet ลดลง

จักรพงษ์และวิสุทธิ (2520) รายงานว่า ในสภาวะที่พืชขาดน้ำ จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของ protoplasm ลดลง พืชสังเคราะห์แสงได้ไม่ดีและรูใบปิดทิ้ง ๆ ที่ปัจจัยอื่นเหมาะสมต่อการเปิดของรูใบก็ตาม และพบว่า ในข้าวโพคที่ไม่มีการขาดน้ำจะมีการเติบโตของใบเป็น 3 เท่า ของคนที่ขาดน้ำ ผลกระทบนี้จะน้อยลงเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น และใบของพืชที่มีศักยภาพของน้ำประมาณ -30 บาร์ อัตราการคายน้ำของพืชจะน้อยมากจนใกล้ศูนย์ การเติบโตและการดูดธาตุอาหารโดยเฉพาะ P, K และ Mg จะหยุดชงัก และในดินที่แห้งลงเรื่อย ๆ อัตราการหายใจของใบแอมป์เปลจะลดลงก่อนการลดอัตราการสังเคราะห์แสง อย่างน้อย 1 วัน

Hillel (1969) พบว่า การสร้างน้ำหนักแห้งของข้าวโพคที่อายุ 14 วัน ที่ปลูกในน้ำยาที่มีความเครียดเท่ากับ 0.4, 1.1, 3.3, 5.4 และ 8.0 บรรยากาศ มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 3.89, 3.41, 2.24, 1.62 และ 1.56 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง

## การวัดปริมาณการใช้น้ำของพืช

ธีรศักดิ์ (2525) สามารถวัดการใช้น้ำของพืชได้หลายวิธี คือ โดยการตั้งแปลงทดลอง การตรวจวัดปริมาณน้ำเข้าและออกในพื้นที่ การตรวจวัดด้วยถัง **Lysimeter** การคำนวณโดยใช้สูตรต่าง ๆ เช่น สูตรของ Penman และการตรวจวัดความชื้นในดิน โดยใช้เครื่องตรวจวัดที่เรียก **Tensiometer** ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาและตรวจวัดความชื้นในดินอย่างแพร่หลาย (สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2524)

**Tensiometer** มีด้วยกันหลายแบบ เช่นแบบ **Manometer** แบบ **Vaccum mercury** แบบ **Closed - arm manometer**

## องค์ประกอบของ Tensiometer

Richards and Gardne (1936) ส่วนประกอบของ **Tensiometer** ประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. กระจาปะดินเผา (porous ceramic cup)
2. ท่อที่เชื่อมต่อกันระหว่างกระจาปะดินเผาเข้ากับเครื่องวัดความเครียด
3. เครื่องวัดความเครียด ซึ่งอาจเป็นแบบ **Mercury manometer bourdon, Vaccum gauges** หรือแบบ **Closed arm manometer** ทั้ง 3 ส่วนจะบรรจุน้ำเต็มทุกส่วน

## หลักการทํางานของ Tensiometer

Richard (1936) พินังของกระจาปะดินเผาจะมีช่องว่างขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก ซึ่งเมื่อเป็ยกน้ำที่กระจาปะดินเผาจะมีน้ำบรรจุอยู่เต็มช่องว่างทุกส่วน โดยที่น้ำไหลผ่านช่องว่างนี้ได้ แต่ฟิล์มน้ำไม่ยอมให้อากาศเคลื่อนผ่านได้ และฟิล์มน้ำนี้จะต่อเชื่อมเป็นผืนเดียวกับฟิล์มน้ำที่ล้อมรอบอนุภาคดิน ขณะที่ดินแห้งฟิล์มน้ำที่ล้อมรอบอนุภาคจะบางลงและยึดกับอนุภาคดินด้วยแรงที่มากขึ้น จะเกิดแรงดึงน้ำ (**tension**) ออกจาก **Tensiometer** ผ่านทางช่องว่างของกระจาปะดินเผา ทำให้เกิดสูญญากาศขึ้นภายใน-

เครื่องมือ ซึ่งจะอ่านค่าความเครียดของน้ำได้จากเกจสูญญากาศ หรือ **manometer** และถ้าดินแห้งมากน้ำใน **Tensiometer** จะถูกดึงออกไปมากทำให้เกิดสูญญากาศมากขึ้น ในทางกลับกันถ้าดินมีความชื้นสูง คือ แรงดึงน้ำของดินน้อยกว่าแรงดึงน้ำในกระเปาะดินเผา น้ำจะไหลกลับสู่กระเปาะดินเผา ทำให้สูญญากาศใน **Tensiometer** ลดลง จนเท่ากับความเครียดของน้ำในดินน้ำก็จะหยุดไหล ตามหลักการนี้สรุปได้ว่า สูญญากาศใน หลอดแก้วจะผันแปรตามความชื้นในดิน (สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2524)

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2524) การใช้ **Tensiometer** ต้องติดตั้งในเขตรากพืช โดยให้กระเปาะดินเผาอยู่ในบริเวณที่มีระดับแนวกระจายอยู่อย่างหนาแน่น และก่อนใช้ต้องเติมน้ำให้เต็มทุกส่วน **Richards and Gardner (1936)** ช่วงการทำงานของ **Tensiometer** จะสามารถวัดความเครียดของน้ำในดินได้ตั้งแต่ 0-0.85 บรรยากาศ ถ้าความเครียดของน้ำสูงกว่า 0.85 บรรยากาศ กระเปาะดินเผาจะร้าวอากาศ ค่าที่อ่านได้จะผิดพลาดไป

**Haise and Kelley (1950)** การใช้ **Tensiometer** เพื่อหาปริมาณน้ำในดินจะต้องมีกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเครียดของน้ำในดิน (ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ) กับปริมาณน้ำในดินในช่วงแต่ละวัน จึงจะทราบปริมาณความชื้นของดินในขณะนั้น

**Alvarez (1977)** ได้ทดลองความสามารถในการทนต่อความแห้งแล้งของข้าวพันธุ์ต่างๆ โดยใช้เครื่องมือควบคุมความเครียดของน้ำในดิน (**Tensiometer**) โดยใช้ **porous cup** และปรอท เป็นตัวควบคุม เครื่องมือนี้สามารถนำมาใช้ในการหาการใช้น้ำของพืชได้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สละลิขสิทธิ์แก่สำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. กล้ากระหล่ำคอกพันธุ์ **Jumbo 80**
2. กระจกพลาสติก ขนาด 12 นิ้ว
3. สารปรอท
4. ถังใส่น้ำ
5. สายยางสีดำ ขนาด 0.5 มิลลิเมตร
6. สายยางแบบใส ขนาด 0.8 มิลลิเมตร
7. ทาวอ์ปักซี่ 1 ชุด
8. หลอดแก้วใส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3 มิลลิเมตร
9. จุกยาง
10. ท่อ **P.V.C.** ขนาด  $\frac{3}{4}$  นิ้ว
11. กระจาปะคินเผา (เผาที่อุณหภูมิ 1000 °C)
12. ขอตอ 3 ทาง
13. ไม้ขนาด หนา  $\frac{3}{4}$  นิ้ว กว้าง  $2\frac{1}{2}$  นิ้ว ยาว 40 นิ้ว
14. ปุ๋ยเคมี **Ammonium sulphate (21%N)**, สูตร 15-15-15
15. สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ไคแก เซฟวิน 85, ออร์โทโซด์
16. อุปกรณ์ที่จำเป็นอื่นๆ

### วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง ทำการทดลองแบบ **Completely Randomized Design (C.R.D.)** โดยทำการทดลอง 3 treatment ทำ 4 ซ้ำ (replication) (จำนวนสิ่งทดลอง 12 กระจก) ทำการศึกษาการให้น้ำแก่พืชที่ความเครียดของน้ำ 3 ระดับ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.1 ศึกษาที่ระดับควบคุมความเค็มของน้ำในดิน เท่ากับความสูง  
ปรอท 12.5 เซนติเมตร (16.3 เซนติบาร์)
- 1.2 ศึกษาที่ระดับควบคุมความเค็มของน้ำในดิน เท่ากับความสูงปรอท  
25 เซนติเมตร (32.7 เซนติบาร์)
- 1.3 ศึกษาที่ระดับควบคุมความเค็มของน้ำในดิน เท่ากับความสูงปรอท  
50 เซนติเมตร (65.4 เซนติบาร์)

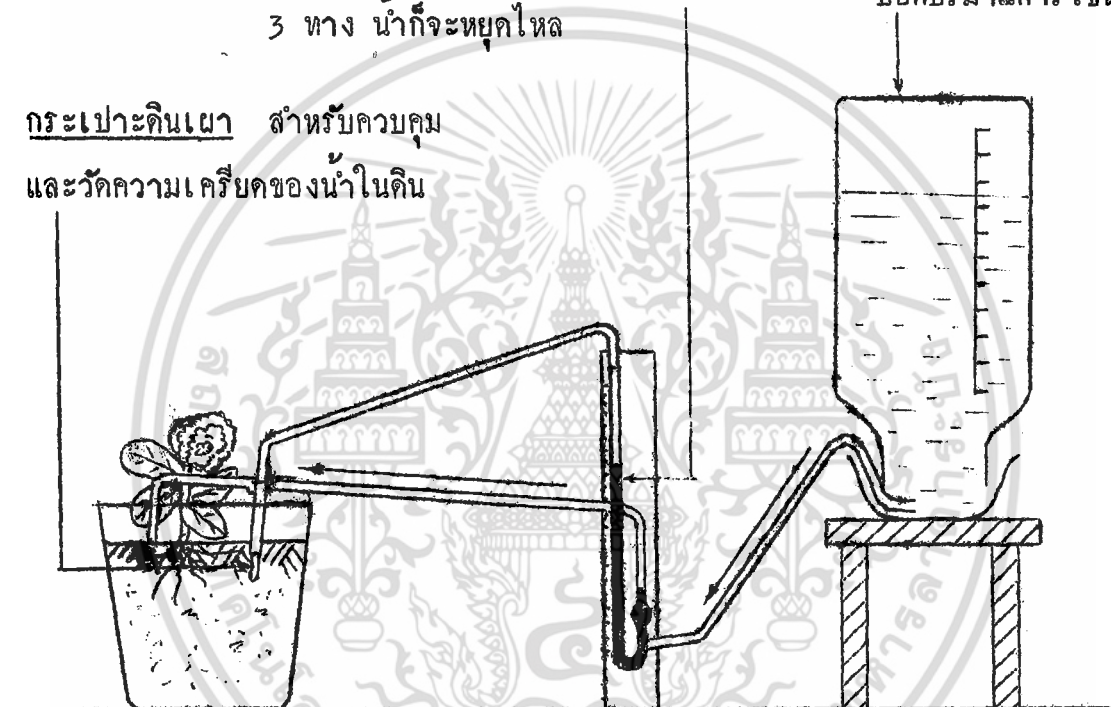
2. ประกอบเครื่องมือวัดความเค็มของน้ำในดิน (Tensiometer) และชุดควบคุมการให้น้ำพืช ประกอบด้วย Tensiometer แบบ Mercury manometer โดยใช้ท่อ P.V.C. เป็นส่วนบรรจุน้ำต่อเชื่อมกับกระเปาะดินเผา ปลายด้านหนึ่งต่อกับสายยางใสที่ต่อไปยังหลอดแก้วซึ่งบรรจุปรอท ปลายอีกด้านหนึ่งของหลอดแก้วจะมีสายยางต่อไปยังถังบรรจุน้ำ และสายยางให้น้ำแก่พืชอีกสายหนึ่ง กึ่งภาพที่ 1 และก่อนนำเครื่องมือไปใช้ต้องทดสอบรอบรั้วและไล่อากาศในหลอดก่อน

3. การปลูกและปฏิบัติดูแล การทดลองนี้เป็นการปลูกพืชในกระถางจึงต้องชุดดินดีในร่ม ขยายให้ละเอียด ผสมดินกับปุ๋ยคอก ในอัตราส่วน 3:1 (ดิน : ปุ๋ยคอก) ซึ่งดินใส่กระถาง 14 กิโลกรัม ต่อกระถาง เมื่อกล้ากะหล่ำดอกอายุ 28 วัน ก็ย้ายปลูกในวันที่ 12 มกราคม 2526 โดยฝังกระถางลงดินในแปลงอีกทีหนึ่ง ทำการรดน้ำในปริมาณที่เท่ากันทุกกระถางจนย้ายปลูกได้ 1 สัปดาห์ จึงเริ่มให้น้ำแก่พืชโดยใช้เครื่องวัดและอุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดิน

เมื่อย้ายปลูกได้ 2 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต และเมื่ออายุ 6 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 1 กรัม ต่อกระถาง ทำการฉีดยาป้องกันโรคแมลงทุก 7-10 วัน เมื่อกล้าดอกอายุ 70 วัน ก็เก็บเกี่ยวนำไปซึ่งน้ำหนักสดเมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2526 แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ  $80^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักแห้ง

หลอดแก้วบรรจุปรอท ต่อกับท่อ 3 ทาง เป็นตัวควบคุมการไหลของน้ำ โดยเมื่อความเครียดของน้ำในดินเพิ่มขึ้นจะดึงปรอทให้ยู่ต่ำกว่าท่อ 3 ทาง น้ำจะไหลสู่กระถาง เมื่อความเครียดของน้ำในดินลดลง ปรอทจะไหลขึ้นมาปิดที่ท่อ 3 ทาง น้ำก็จะหยุดไหล

กระเปาะดินเผา สำหรับควบคุมและวัดความเครียดของน้ำในดิน



ภาพที่ 1 แสดงหลักการทำงานของ Tensiometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การบันทึกข้อมูลในการศึกษา

1. วัดปริมาณการใช้น้ำของกะหล่ำคอกในแต่ละวัน
2. บันทึกน้ำหนักสด
3. บันทึกน้ำหนักแห้ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยนำข้อมูลที่ใ้จากการศึกษาทดลองมา วิเคราะห์ด้วยวิธีการของ Completely Randomized Design (C.R.D.) โดยใช้ ตาราง Analysis of variance เพื่อหาค่า F-ratio หากข้อมูลแสดงความแตกต่างก็ให้นำข้อมูลนั้นมาเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ค่า L.S.D. ทั้งสองระดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ผลการทดลอง

จากการศึกษาความเครียดของน้ำในดิน 3 ระดับ ต่ออัตราการเจริญเติบโต และปริมาณการใช้น้ำของกะหล่ำดอก ปรากฏผลดังนี้

1. ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 12.5 เซนติเมตร กับระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 25 เซนติเมตร ปริมาณการใช้น้ำของพืชไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 25 เซนติเมตร กับระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 50 เซนติเมตร และระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 12.5 เซนติเมตร กับระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 50 เซนติเมตร ปริมาณการใช้น้ำของพืชมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญถึงทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์)

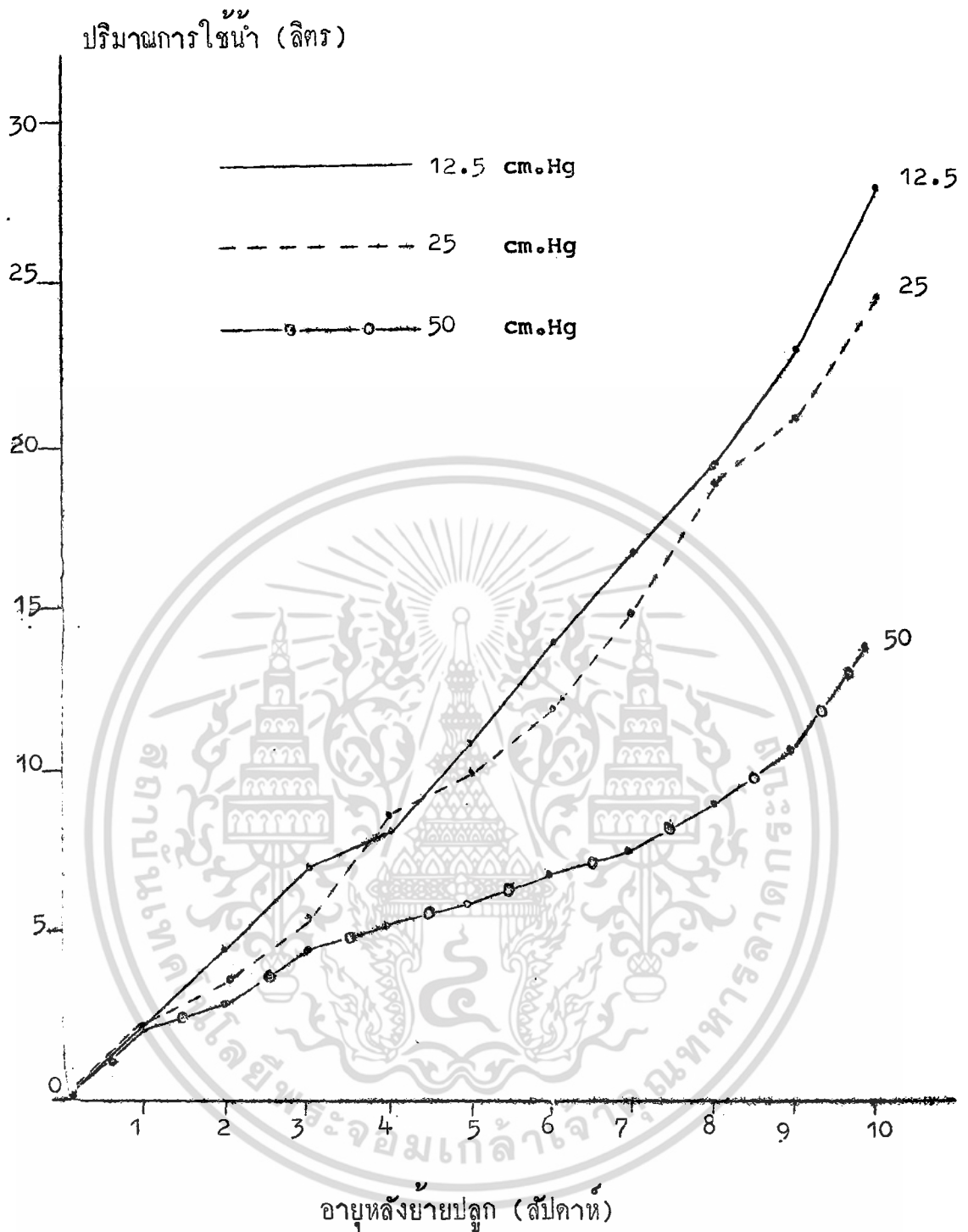
ตารางที่ 1 แสดงปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยของกะหล่ำดอก (ลิตร / ต้น)

ที่ระดับความเครียดของน้ำ 3 ระดับ

ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ	ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย (ลิตร/ต้น)
ความสูงปรอท 12.5 เซนติเมตร	28.075
ความสูงปรอท 25 เซนติเมตร	24.270
ความสูงปรอท 50 เซนติเมตร	13.315

C.V. ( % )	15.๔6
LSD .05	5.๑10
LSD .01	7.626
F- ratio	20.506

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณการใช้น้ำสะสมของกะหล่ำดอก ที่ระดับความเครียดของน้ำ 3 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. น้ำหนักสดของกะหล่ำดอก ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ เท่ากับความสูงปรอท 25 ซม.ขมติเมตร มีระดับควบคุมความเครียดของน้ำ เท่ากับความสูงปรอท 12.5 เซนติเมตร ผลของน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ เท่ากับความสูงปรอท 25 เซนติเมตร กับระดับควบคุมความเครียดของน้ำ เท่ากับความสูงปรอท 50 เซนติเมตร และระดับควบคุมความเครียดของน้ำ เท่ากับความสูงปรอท 12.5 เซนติเมตร กับระดับควบคุมความเครียดของน้ำ เท่ากับความสูงปรอท 50 เซนติเมตร ผลของน้ำหนักสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์)

ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักสดเฉลี่ยของกะหล่ำดอก (กรัม/ต้น) ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ 3 ระดับ

ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ	น้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม/ต้น)
ความสูงปรอท 25 เซนติเมตร	253.65
ความสูงปรอท 12.5 เซนติเมตร	217.03
ความสูงปรอท 50 เซนติเมตร	113.45

C.V. ( % )                      21.23

LSD<sub>.05</sub>                              66.12

LSD<sub>.01</sub>                              94.99

F- ratio                                12.38

100314

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. น้ำหนักแห้งของกะหล่ำดอก ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำในดิน เท่ากับความสูงปรอท 25 เซนติเมตร กับระดับควบคุมความเครียดของน้ำ เท่ากับความสูงปรอท 12.5 เซนติเมตร ผลของน้ำหนักแห้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์) แต่ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ เท่ากับความสูงปรอท 25 เซนติเมตร กับระดับควบคุมความเครียดของน้ำ เท่ากับความสูงปรอท 50 เซนติเมตร และระดับควบคุมความเครียดของน้ำ เท่ากับความสูงปรอท 12.5 เซนติเมตร ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ เท่ากับความสูงปรอท 50 เซนติเมตร ผลของน้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์)

ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของกะหล่ำดอก (กรัม/ต้น) ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ 3 ระดับ

ระดับควบคุมความเครียดของน้ำ	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม/ต้น)
ความสูงปรอท 25 เซนติเมตร	38.75
ความสูงปรอท 12.5 เซนติเมตร	31.85
ความสูงปรอท 50 เซนติเมตร	15.10

C.V. ( % ) 14.38

LSD .05 6.57

LSD .01 9.44

F- ratio 85.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### วิจารณ์ผลการทดลอง

จากกรทดลองพบว่า ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 25 เซนติเมตร มีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกะหล่ำ-คอกที่ปลูก ให้ผลของน้ำหนักสด 253.65 กรัมต่อต้น น้ำหนักแห้ง 38.75 กรัมต่อต้น และปริมาณการใช้น้ำ 24.79 ลิตรต่อต้น สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2524) กล่าวว่า กะหล่ำคอกจะให้ผลผลิตสูงสุดที่ระดับความเครียดของน้ำ 0.6-0.7 บาร์ เมื่อปลูกในดินที่มีการระบายน้ำดี

จะสังเกตได้ว่าที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 25 เซนติเมตร ให้ผลผลิตค่าแต่ปริมาณการใช้น้ำสูงกว่าที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 25 เซนติเมตร เนื่องจากว่าในสภาพของดินเหนียว (clay) ที่ระดับความเครียดนี้มีปริมาณน้ำในดินมากเกินไปมีผลต่อการถ่ายเทอากาศในดิน ทำให้ผลผลิตพืชไม่โตเท่าที่ควร และเมื่อดินมีความชื้นมาก อัตราการระเหยน้ำจากผิวดิน (Evaporation) ก็เกิดขึ้นมาก ทำให้ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) เกิดขึ้นมากด้วยส่วนที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 50 เซนติเมตร มีปริมาณการใช้น้ำค่าและผลผลิตก็ต่ำด้วย แสดงว่าที่ระดับความเครียดนี้กะหล่ำคอกเริ่มตอบสนองต่อสภาวะการขาดน้ำ

เป็นที่น่าสังเกตว่าที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำทุกระดับ กะหล่ำคอกไม่ให้ผลผลิตของคอก เพียงออกคอกเป็นคอกเล็กๆ เท่านั้น แล้วเปลี่ยนไปเจริญเติบโตทางคาน Vegetative อีก สาเหตุของการที่กะหล่ำคอกไม่ออกคอกเนื่องจากลักษณะทางพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เนื่องจากอุณหภูมิสูงขึ้นมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์เป็นต้นมาและกะหล่ำคอกพันธุ์ที่ปลูกนี้ มีการเจริญเติบโตไม่เหมาะสมกับสภาพอากาศร้อน กะหล่ำคอกจึงไม่ออกคอก ซึ่ง Nieuwhof (1969) กล่าวว่า อุณหภูมิทำเป็นปัจจัยสำคัญในการเร่งการออกคอกของพืชพวกกะหล่ำ

### สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาหาระดับความเครียดของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกะหล่ำดอกปรากฏว่า ที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำที่ถ่มมีตวมสูงปรอท 25 เซนติเมตร (32.7 เซนติเมตร) มีปริมาณความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกะหล่ำดอกดีที่สุด ให้น้ำหนักสด 253.65 กรัมต่อต้น น้ำหนักแห้ง 38.75 กรัมต่อต้น และปริมาณการใช้น้ำ 24.79 ลิตรต่อต้น (ตลอดฤดูปลูก) หรือประมาณ 354 มิลลิลิตร /วัน/ต้น ซึ่งให้ผลดีกว่าที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 12.5 และ 50 เซนติเมตร เพราะที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 12.5 เซนติเมตร มีปริมาณการใช้น้ำสูงแต่ให้ผลผลิตต่ำกว่าที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 25 เซนติเมตร ส่วนที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 50 เซนติเมตร มีปริมาณการใช้น้ำต่ำมากและผลผลิตก็ต่ำและต่ำกว่าที่ระดับควบคุมความเครียดของน้ำเท่ากับความสูงปรอท 25 และ 12.5 เซนติเมตร

## เอกสารอ้างอิง

1. จักรพงษ์ เจริญศิริ และ วิสุทธิ์ วีรสาร. 2520. ความเป็นประโยชน์ความชื้นในดิน. เคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน เล่ม 3. (นำสำหรับการเกษตร). กรุงเทพมหานคร: กองเกษตรเคมี, กรมวิชาการเกษตร. หน้า 45-73.
2. ถวิล คุรุฑกุล. 2519. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว. หน้า 119-178.
3. แววจักร กองพลพรหม. 2510. การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชบางชนิดในแปลงปลูกกะหล่ำดอก. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
4. เทคโนโลยีแห่งเอเชีย, สถาบัน. 2524. คู่มือการชลประทานระดับไร่นา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร, สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย. 354 หน้า.
5. ชีวศักดิ์ น้อยมีเจริญ. 2525. คู่มือการวางแผนระบบการให้น้ำในไร่นา. กรุงเทพฯ: กองนโยบายที่ดินและแผนงาน, กรมพัฒนาที่ดิน. หน้า 92-127.
6. สุชัย สงวนดีกุล, จำเนียร กรุแก้ว และ อัจฉรา ปดิฐพร. 2523. การศึกษาการใช้น้ำของพืชไร่และผัก. รายงานวิชาการประจำปี 2523. กรุงเทพฯ: กองบริหารที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน. หน้า 99-124.
7. อนันต์ วิสัยเกษม. 2526. คำบรรยายวิชาการระบบดิน พืช น้ำ. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิพืช, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า. (โรเนียว)
8. อำนวย สุวรรณฤทธิ์. 2525. ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืช เล่ม 1. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 2.6 ถึง 2.63.

**ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Alvarez, E.I. and S.K. De Datta. 1977. Automatic Feedback Control to Maintain Constant Soil Moisture Tension in the Study of Drought Tolerance in Rice. Soil Sci. Soc. AM. Proc. 41 (3): 452-454.
10. Bailey, L.H. 1953. The Standard Cyclopedia of Horticulture. Vol.I. New York: The Macmillan Co. 1200 P.
11. Haise, H.R. and O.J. Kelley. 1950. Cause of Diurnal Floetuations in Tensiometer. Soil Sci. 70: 301-303.
12. Kramer, P.S. 1969. Plant and Soil Water Relationship. A Modern Synthesis. New York: Mc. Graw-Hill Inc. 102 P.
13. Nieuwhof, M. 1969. Cole Crop. London: Leonard Hill. 353 P.
14. Rawitz, E. and D.T. Hillel. 1969. Comparison of Indexes Relating Plant Response to Soil Moisture Status. Agronomy Journal. 61 (2): 231-235.
15. Richards, L.A. and W. Gardner. 1936. Tensiometer for Measuring the Capillary Tension of Soil Water. J. AM. Soc. Agron. 28: 352-358.
16. Wadleigh, C.H. 1946. The Integrated Soil Moisture Stress upon a Root System in large Container of Saline Soil. Soil Sci. 61: 225-238.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

ตารางที่ 1 แสดง F-ratio ปริมาณการใช้น้ำของกะหล่ำดอกที่ระดับ  
ควบคุมความเค็มของน้ำ 3 ระดับ

## Analysis of Variance

Source of variation	D.F. (n-1)	S.S.	Variance (M.S.)	F-ratio
Total	11	572.953		
Treatment	2	469.844	234.920	20.66**
Error	9	103.108	11.456	

C.V. (%) 15.46

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความ  
เชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์)

ตารางที่ 2 แสดง F-ratio น้ำหนักสดของกะหล่ำดอกที่ระดับความ  
ความเครียดของน้ำ 3 ระดับ

Analysis of Variance

Source of variation	D.F. (n-1)	S.S.	Variance (M.S.)	F-ratio
Total	11	57678.11		
Treatment	2	42300.28	21150.14	12.38**
Error	9	15377.83	1708.65	

C.V. (%) 21.23

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความ  
เชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดง F-ratio นำหนักแห้งของกะหล่ำดอกที่ระดับควบคุม  
ความเครียดของน้ำ 3 ระดับ

Analysis of Variance

Source of Variation	D.F. (n-1)	S.S.	Variance (M.S.)	F-ratio
Total	11	1335.27		
Treatment	2	1183.33	591.67	35.05**
Error	9	151.94	16.88	

C.V. (%) 14.38

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น  
99 เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้