มูลนิธิโครงการหลวง

รายงานฉบับสมบูรณ์ ปีงบประมาณ 2546

การศึกษาการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลี ด้วยโพแทสเซียมคลอเรท (ปีที่ 2)

Seed Production of *Brassica campestris* ssp. *pekinensis* by Potassium Chlorate

โดย

นางนพมณี โทปุญญานนท์ นายดำเกิง ป้องพาล

นางสาวศิริรัตน์ จงแสง นางสาวปวีณา นวมเจริญ

นายสมบูรณ์ อนันตลาโภชัย นายนิพนธ์ ไชยมงคล

การผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีด้วยโพแทสเซียมคลอเรท

Seed Production of *Brassica campestris* ssp. *pekinensis* by Potassium Chlorate

นพมณี โทปุญญานนท์[1] ศิริรัตน์ จงแสง[2] ดำเกิง ป้องพาล[3] ปวีณา นวมเจริญ[1]
สมบูรณ์ อนันตลาโภชัย[2] และ นิพนธ์ ไชยมงคล[3]

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
[2] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[3] สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของโพแทสเซียมคลอเรท และอุณหภูมิต่ำต่อการออกดอกของผักกาดขาวปลี (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*) ในสภาพแปลงปลูก โดยใช้โพแทสเซียมคลอเรทที่มีความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสนาน 10 และ 20 วัน พบว่า การใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทสามารถชักนำให้ต้นผักกาดขาวปลีออกดอกได้เช่นเดียวการใช้อุณณหภูมิต่ำ และมีเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกสูงกว่าต้นควบคุม อีกทั้งเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากต้นที่ได้รับการชักนำโดยการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทนั้นมีปริมาณและคุณภาพใกล้เคียงกับเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ

นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาต้นทุนการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลี โดยเปรียบเทียบระหว่างการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทและการใช้อุณหภูมิต่ำพบว่า การใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทชักนำให้ผักกาดขาวปลีออกดอกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์มีต้นทุนต่ำกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำถึง 12,500 เท่า ในขณะที่ผลผลิตที่ได้มีปริมาณใกล้เคียงกัน

ดังนั้นการใช้โพแทสเซียมคลอเรทความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อต้น จึงมีความเหมาะสมในการนำมาใช้เพื่อให้ผักกาดขาวปลีแทงช่อดอก เพราะการใช้โพแทสเซียมคลอเรทสามารถทดแทนความเย็นได้ อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการให้อุณหภูมิต่ำในการผลิตเมล็ดพันธุ์

Abstract

The effects of potassium chlorate ($KClO_3$) and low temperature on flowering of Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*) were investigated by using $KClO_3$ (250 mg/plant) and low temperature ($10^{o}C$) exposure for 10 and 20 days, compared to the control. The results showed that both vegetative growth and floral induction were affected by these factors. $KClO_3$ showed similar results by increasing percentage of bolting and floral induction while the control ones have lower. The seeds from these induced plants had similar quantitative and qualitative characteristics with seeds exposed to low temperature.

In addition to this, another study was conducted on the production cost of Chinese cabbage seeds in comparison between the use of $KClO_3$ and exposure to low temperature. Results showed that the application of $KClO_3$ for seed induction incurred production cost of 12,500 fold lower than exposure to low temperature with similar yield results.

The use of $KClO_3$ 250 mg/plant, therefore, is considered suitable for further use in inducing flowering of Chinese cabbage since its application was able to replace the low temperature necessary for growth besides having a much lower cost in producing seeds.

คำนิยม

การศึกษาการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีด้วยโพแทสเซียมคลอเรทครั้งนี้ ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณวิจัยจากมูลนิธิโครงการหลวง ประจำปี 2546 นั้น คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคุณรังสิมา อัมพวัน ฝ่ายวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ คุณสมาน ณ ลำปาง หัวหน้าสถานีสถานีเกษตรหลวงปางดะ และคุณพีระชาติ เรืองประดิษฐ์ เจ้าหน้าที่สถานีเกษตรหลวงปางดะที่อนุเคราะห์พื้นที่ให้ใช้ในการปลูกทดสอบ และให้คำแนะนำในการวิจัย นอกจากนี้ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ เจ้าหน้าที่สาขาพืชผัก เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร และผู้ช่วยวิจัยของหน่วยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ทุกท่าน ที่ช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ ทำให้การวิจัยดำเนินไปได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
คำนิยม	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง	ช
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	8
ผลการทดลอง	10
วิจารณ์ผลการทดลอง	30
สรุปผลการทดลอง	32
ปัญหาและอุปสรรค	33
เอกสารอ้างอิง	34

โครงการหลวง

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของหอยแว่นที่ทำลายต้นผักกาดขาวปลี	10
2	ต้นผักกาดขาวปลีที่เป็นโรคเน่าซึ่งเกิดหลังจากหอยแว่นเข้าไปทำลาย	11
3	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อความสูงของผักกาดขาวปลี	12
4	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 และ อุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อจำนวนใบของผักกาดขาวปลี	12
5	ลักษณะต้นผักกาดขาวปลีที่ได้รับปัจจัยต่าง ๆ เมื่อปลูกในแปลงทดลอง	13
6	ต้นผักกาดขาวปลีที่มีการปนเปื้อนของต้นผักกาดพันธุ์อื่น	14
7	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกของผักกาดขาวปลี	15
8	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อจำนวนวันที่แทงช่อดอกของต้นผักกาดขาวปลี	15
9	ต้นผักกาดขาวปลีที่แทงช่อดอกแล้วผันกลับเป็นใบบริเวณตาข้าง	16
10	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อความสูงของผักกาดขาวปลี	19
11	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อจำนวนใบของผักกาดขาวปลี	19
12	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกของผักกาดขาวปลี	20
13	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อจำนวนวันที่ต้นแทงช่อดอกของต้นผักกาดขาวปลี	21

ภาพที่		หน้า
14	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นของต้นผักกาดขาวปลี	22
15	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อความสูงของผักกาดขาวปลี	23
16	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อจำนวนใบของผักกาดขาวปลี	24
17	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกของผักกาดขาวปลี	25
18	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อจำนวนวันที่ต้นแทงช่อดอกของต้นผักกาดขาวปลี	26
19	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นของต้นผักกาดขาวปลี	27
20	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดของต้นผักกาดขาวปลี	28
21	ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดของต้นผักกาดขาวปลี	28

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ต้นทุนผันแปรในการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลี	29

โครงการหลวง

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการเมล็ดพันธุ์ผัก เพื่อผลิตผักในปริมาณมาก แต่สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ได้เพียง 36.7 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดพันธุ์ที่ต้องการเท่านั้น จึงมีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศถึง 63.3 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดผักที่ต้องการทั้งหมด (จานุลักษณ์, 2541) โดยเฉพาะผักกาดขาวปลี (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*) ซึ่งเป็นพืชผักที่มีความนิยมในการบริโภค ทำให้มีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ใน พ.ศ. 2541 สูงถึง 85,641.9 กิโลกรัม และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี

การผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีต้องอาศัยอุณหภูมิต่ำในการกระตุ้นการออกดอก เพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ (จานุลักษณ์, 2541) สภาพพื้นที่ในประเทศไทยที่มีอุณหภูมิต่ำเหมาะแก่การผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลี ได้แก่ พื้นที่บนที่สูงในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยสามารถผลิตได้เฉพาะในช่วงฤดูหนาวเท่านั้น ดังนั้นหากสามารถหาวิธีการผลิตเมล็ดพันธุ์ได้โดยไม่ต้องอาศัยอุณหภูมิต่ำในการกระตุ้นการออกดอก อาจทำให้การผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีสามารถผลิตได้ตลอดทั้งปีและมีพื้นที่ในการผลิตมากขึ้น ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตและการนำเข้าเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศลงได้

จากรายงานความสำเร็จในการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรท (potassium chlorate, $KClO_3$) ชักนำการออกดอกของลำไยซึ่งต้องการอุณหภูมิต่ำในการชักนำการออกดอก (พาวิน, 2543) ต่อมามีการศึกษาการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทในการชักนำการออกดอกของพืชผักที่ต้องการอุณหภูมิต่ำในการออกดอก 2 ชนิด ได้แก่ ป่วยเล้ง และผักกาดขาวปลี โดยเปรียบเทียบกับการใช้สาร 5-azacytidine หรืออุณหภูมิต่ำ ในสภาพปลอดเชื้อปรากฏว่า การใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทสามารถชักนำให้ต้นป่วยเล้งและผักกาดขาวปลีออกดอกได้เช่นเดียวกับการใช้สาร 5-azacytidine หรืออุณหภูมิต่ำ และออกดอกเร็วกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารหรืออุณหภูมิต่ำ (นพมณี และคณะ, 2543; นพมณี และคณะ, 2544)

ในการวิจัยปีที่ 1 จากการศึกษาผลของโพแทสเซียมคลอเรท 5-azacytidine และอุณหภูมิต่ำต่อการออกดอกของผักกาดขาวปลี (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*) ในสภาพแปลงปลูก 2 สถานที่ ได้แก่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 880 เมตร และสาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งเป็นที่ราบสูงจากระดับน้ำทะเล 316.53 เมตร ของจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้โพแทสเซียมคลอเรทที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน คือ 25, 100, 250 และ 500 ไมโครกรัมต่อต้น 5-azacytidine ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสนาน 10 และ 20 วัน พบว่า ต้นควบคุมมีลักษณะใบซ้อนทับกันแน่นเป็นปลี และเกิดตาดอกอยู่ด้านใน แต่ไม่สามารถแทงช่อออกมาได้ ต้นที่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรทและ 5-azacytidine มีลักษณะคล้ายต้นควบคุม แต่ใบซ้อนทับเป็นปลีแบบหลวม ๆ ช่อดอกสามารถแทงออกมาได้เร็วกว่าทำให้มีเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกสูง แต่ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำไม่เข้าปลีมีการยืดของช่อดอกและมีเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิต่ำมีอิทธิพลต่อการเข้าปลีและการออกดอกของผักกาดขาวปลี ในขณะที่การใช้โพแทสเซียมคลอเรทและ 5-azacytidine สามารถทดแทนความต้องการอุณหภูมิต่ำในการเข้าปลีและการออกดอก

ได้บางส่วน และพบว่าผลผลิตเมล็ดจากต้นที่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรทและ 5-azacytidine สูงกว่าต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ และมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการให้อุณหภูมิต่ำในการผลิตเมล็ดพันธุ์ด้วย

ในการวิจัยปีที่ 2 จึงเน้นการนำผลงานวิจัยจากปีที่ 1 มาพัฒนาเพื่อให้งานเข้าสู่ระบบการผลิตเชิงพาณิชย์

โครงการหลวง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของความเย็นต่อการชักนำการออกดอกของผักกาดขาวปลี
2. เพื่อศึกษาผลของโพแทสเซียมคลอเรทในการชักนำการออกดอกของผักกาดขาวปลี
3. เพื่อศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการชักนำการออกดอกของผักกาดขาวปลี
4. เพื่อหาแนวทางการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักที่ต้องการอุณหภูมิต่ำในประเทศไทย

โครงการหลวง

ตรวจเอกสาร

ผักกาดขาวปลี เป็นผักที่อยู่ในวงศ์ Cruciferae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica campestris* ssp. *pekinensis* และมีชื่อสามัญว่า chinese cabbage, white cabbage, celery cabbage, peking cabbage เป็นผักฤดูหนาว (cool-season vegetable) มีระบบรากตื้น ลึกประมาณ 15-30 เซนติเมตร ใบ มีลักษณะอวบ อ่อน เปราะและบางกว่าพวกกะหล่ำด้วยกัน บางทีอาจมีขนตามใบ ก้านใบ ดอก อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการห่อปลีอยู่ในช่วง 15-20 องศาเซลเซียส (กองบรรณาธิการ ฐานเกษตรกรรม, 2531) ส่วนช่อดอกของผักกาดขาวปลีเป็นดอกแบบ raceme เกิดตรงปลายสุดของลำต้น และกิ่งแขนงมีช่อดอก 5-30 ช่อต่อต้น แต่ละช่อประกอบด้วยดอกจริงมากกว่า 20 ดอกขึ้นไป ซึ่งเป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบเลี้ยงสีเขียว 4 กลีบ กลีบดอกสีเหลือง ขาว ม่วงหรือขาวสลับม่วง 4 กลีบ อับละอองเกสรตัวผู้มี 6 อัน ดอกมีก้านชูเกสรตัวเมีย รังไข่มี 2 ห้อง ฝักมีขนาดยาว 2-6 เซนติเมตร การแก่ของฝักจากด้านล่างขึ้นด้านบน ฝักแก่มีสีน้ำตาลอ่อนหรือเหลือง เมล็ดมีสีน้ำตาล น้ำตาลแดงและสีดำ มีเมล็ด 1-20 เมล็ดต่อฝัก (จานุลักษณ์, 2541)

ผักกาดขาวปลีเป็นพืชที่ต้องการอุณหภูมิต่ำในการออกดอก เรียกว่า vernalization ซึ่งเป็นกระบวนการที่เมื่อพืชได้รับอุณหภูมิต่ำ ส่วนของเนื้อเยื่อเจริญจะเป็นอวัยวะที่รับสัญญาณอุณหภูมิต่ำจนกระทั่งถึงช่วงหนึ่งที่พืชมีความพร้อมจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงของ vegetative meristem เป็น floral meristem (Lang, 1965)

vernalization แบ่งประเภทตามการตอบสนองออกเป็น 2 ประเภท (สัมพันธ์, 2527)

1. absolute หรือ obligate cold requirement พืชจำเป็นต้องได้รับอุณหภูมิต่ำจึงจะสามารถออกดอก พืชที่มีการตอบสนองแบบนี้มีทั้งพืชสองปี และพืชที่มีอายุหลายปี พืชสองปีที่ต้องการอุณหภูมิต่ำเพื่อการออกดอก เช่น บีท ขึ้นฉ่าย กะหล่ำปลี แคร์รอท ส่วนพืชหลายปี ได้แก่ ไวโอเลต เบญจมาศ ไรย์กราส ในปีแรกมีการเจริญของส่วนทางด้านลำต้น มีลักษณะต้นเป็นพุ่มเตี้ย มีข้อสั้น เมื่อเข้าฤดูใบไม้ร่วง ใบจะตายเหลือแต่ส่วนของหัวซึ่งยังมีเนื้อเยื่อเจริญอยู่ที่ปลายยอดและปีที่ 2 ใบใหม่เริ่มผลิและส่วนที่เจริญเป็นดอก (flowering shoot) จะยืดตัวอย่างรวดเร็ว ที่เรียกว่าระยะ bolting หลังจากติดเมล็ดแล้วจะตายในปีที่ 2 พืชสองปี ถ้าไม่ได้รับอุณหภูมิต่ำจะยังคงเติบโตต่อไปโดยไม่ออกดอกได้หลายปี สำหรับพืชหลายปีนั้นต้องการอุณหภูมิต่ำทุก ๆ ปี จึงจะออกดอกในแต่ละปี บางปีอากาศไม่เย็นพอจะไม่ออกดอก

2. quantitative หรือ facultative cold requirement คือความต้องการอุณหภูมิต่ำแบบสะสม ถ้าหากต้นได้รับอุณหภูมิต่ำนานขึ้นจะสามารถออกดอกได้เร็วขึ้น เป็นพืชมีอายุภายในปีเดียว (winter annuals) ซึ่งนิยมปลูกในฤดูใบไม้ร่วง พอเริ่มงอกก็ผ่านเข้าฤดูหนาว เช่น ผักกาดหอม ปวยเล็ง และข้าวไรย์

ขั้นตอนการออกดอกของพืชสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ระยะ (McDaniel, 1994)

1. induction เป็นระยะที่พืชต้องได้รับการชักนำหรือการกระตุ้นจากสารเคมี และปัจจัยต่าง ๆ เพื่อให้เนื้อเยื่อส่วนปลายยอดสามารถพัฒนาเป็นตาดอกได้
2. competance ยอดมีความพร้อมที่จะออกดอกเนื่องจากได้รับการชักนำแล้ว
3. initiation เนื้อเยื่อเจริญเริ่มมีการแบ่งตัว ขยายตัวเพื่อเปลี่ยนแปลงเป็นตาดอกหรือส่วนประกอบของดอก
4. flower morphogenesis มีการเกิดรูปร่างส่วนประกอบของดอก สามารถมองเห็นเป็นส่วนประกอบอื่นๆ ของดอกที่พร้อมจะพัฒนาต่อไป
5. flower development ตาดอกเริ่มสร้างส่วนประกอบของดอก เช่น เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมียกลีบดอก กลีบเลี้ยง โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างของจนสามารถสังเกตเห็นได้

มีการศึกษาเกี่ยวกับผลของอุณหภูมิต่ำต่อการออกดอกพร้อมกันของพืชหลายชนิด เช่น ประสิทธิ์และเกษม (2535) ได้ทดลองการทำให้ออกดอกของผักกาดขาวปลี สายพันธุ์ B-18 และ E-7 พร้อมกันเพื่อผสมข้ามกันระหว่าง 2 สายพันธุ์ โดยนำเมล็ดเพาะที่อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส แสง 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน ปรากฏว่าผักกาดขาวปลีที่เพาะในอุณหภูมิต่ำนาน 7 วัน ไม่เกิดการแทงช่อดอกทั้ง 2 สายพันธุ์ ส่วนการใช้อุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 14 วัน ผักกาดขาวปลีออกดอกพร้อมกันทั้ง 2 สายพันธุ์ ในขณะที่เวลาการให้ความอุณหภูมิต่ำ 21 และ 28 วัน กลับทำให้วันที่เห็นดอกแรกห่างกัน 1-2 วัน และการออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ห่างกันมาก แม้ว่าอุณหภูมิต่ำ 28 วัน ชักนำให้ผักกาดขาวปลีออกดอกได้เร็วที่สุดก็ตาม ต่อมาโกษิต (2539) ได้ศึกษาการใช้อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส แก่เมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีเป็นเวลา 15, 20 และ 25 วัน พบว่า การใช้อุณหภูมิต่ำกับเมล็ดนาน 25 วัน จะช่วยย่นระยะการออกดอกและการเก็บเกี่ยวได้ดีที่สุด การให้อุณหภูมิต่ำกับเมล็ดเป็นเวลานาน 20 วัน จะให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ดีที่สุด ส่วนการใช้อุณหภูมิต่ำกับเมล็ดเป็นเวลานาน 15 วัน ออกดอกแต่จะส่งเสริมให้ช่อดอกยืดยาวสูงที่สุด

จากข้อจำกัดของการใช้อุณหภูมิต่ำในการชักนำการออกดอก ทำให้มีแนวความคิดที่จะใช้สารเคมีเพื่อทดแทนอุณหภูมิต่ำในการชักนำให้พืชสามารถออกดอกได้ตลอดปี มีรายงานการใช้สาร 5-azacytidine ซึ่งเป็นสารจำพวก demethylating agent ช่วยลดระดับการเกิด DNA methylation สามารถชักนำให้ *Arabidopsis thaliana* และ *Thlaspi arvernse* ออกดอกได้เช่นเดียวกับการชักนำด้วยความเย็น ดังนั้นจึงมีการตั้งสมมุติฐานว่า การชักนำการออกดอกของพืชด้วยอุณหภูมิต่ำน่าจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการ DNA methylation (Peacock *et al*., 1992; Burn *et al*., 1993) ต่อมานพมณี และคณะ (2543) พบว่าการใช้สาร 5-azacytidine ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อลิตรสามารถชักนำให้ต้นปวยเล้งในสภาพปลอดเชื้อ ออกดอกได้เช่นเดียวกับต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ เช่นเดียวกับการศึกษาของ เสาวภา (2543) ในการใช้สาร 5-azacytidine ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในการชักนำการออกดอกของผักกาดขาวปลีพบว่า สามารถชักนำให้ผักกาดขาวปลีเกิดตุ่มดอกได้

นอกจากนี้ Demeulemeester and de Proft (1999) ได้ศึกษาการออกดอกของต้น chicory ในสภาพปลอดเชื้อ พบว่ารากพิเศษที่มีอายุ 85 วันที่ได้รับอุณหภูมิต่ำร่วมกับสาร 5-

azacytidine มีเปอร์เซ็นต์การออกดอกสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่รากพิเศษอายุ 85 วัน ที่ได้รับเพียงอุณหภูมิต่ำ จะมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกเหลือเพียง 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรากพิเศษที่ไม่ได้รับอุณหภูมิต่ำ หรือสาร 5-azacytidine มีเปอร์เซ็นต์การออกดอกเพียง 5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ต่อมา Fieldes and Amyot (2001_http:\\//Four\c\My%20Documents\15.htm) พบว่า การใช้สาร 5-azacytidine สามารถชักนำให้ *Linum usitatissimum* ออกดอกและพัฒนาไปเป็นเมล็ดได้

ในปัจจุบันมีการนำสารโพแทสเซียมคลอเรทมาใช้ในการชักนำการออกดอกของลำไยได้ จากการศึกษาของพิทักษ์ (2542) ในการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทกับลำไยอายุ 3-4 ปี ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม 2.5-3 เมตร พบว่าการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรท 50, 100 และ 200 กรัมต่อต้น ทำให้ลำไยออกดอกได้ใกล้เคียงกัน ในขณะเดียวกันพาวิน และคณะ (2542b) รายงานว่าการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรท 0 (ตัวเปรียบเทียบ) 10, 20 และ 40 กรัมต่อพื้นที่ทรงพุ่ม 1 ตารางเมตรกับลำไยพันธุ์ดออายุ 9 ปี โดยการหว่านสารรอบ ๆ ทรงพุ่มและให้น้ำตาม พบว่าการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรททุกความเข้มข้นสามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้ภายใน 20-30 วัน โดยการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทความเข้มข้นต่ำจะออกดอกช้ากว่าความเข้มข้นสูงกว่า และได้ศึกษาถึงการให้สารโพแทสเซียมคลอเรท ($KClO_3$) ทางดินโดยหว่านรอบทรงพุ่มของลำไยพันธุ์ดออายุ 4 ปี ในอัตรา 0, 4, 8 และ 12 กรัม ต่อตารางเมตร และลำไยพันธุ์สีชมพูอายุ 10 ปี ในอัตรา 0, 1, 2 และ 4 กรัมต่อตารางเมตร พบว่าลำไยพันธุ์ดอที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทสามารถออกดอกได้ ส่วนต้นที่ไม่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทไม่ออกดอก เช่นเดียวกับลำไยพันธุ์สีชมพูที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทออกดอก 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นที่ไม่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทออกดอกเพียง 28 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (พาวิน และคณะ, 2542a)

ต่อมานพมณี และคณะ (2544) ได้ศึกษาผลของสารโพแทสเซียมคลอเรทต่อการออกดอกของผักกาดขาวปลี (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*) ในสภาพปลอดเชื้อ เปรียบเทียบกับการใช้สาร 5-azacytidine และอุณหภูมิต่ำ (10°C) โดยใช้ช่วงวันต่างกัน 2 ระดับ คือ วันสั้น (10 ชั่วโมงแสง) และ วันยาว (14 ชั่วโมงแสง) พบว่า การใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทสามารถชักนำให้ลำต้นของผักกาดขาวปลียืดยาวขึ้น (bolting) เกิดตุ่มดอกและพัฒนาเป็นดอกที่สมบูรณ์ได้ในสภาพวันยาว (14 ชั่วโมง) เช่นเดียวกับต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ ส่วนต้นที่ได้รับสาร 5-azacytidine มีการยืดยาวของลำต้นและเกิดตุ่มดอก แต่ไม่มีการพัฒนาเป็นดอก ในขณะที่ต้นที่ไม่ได้รับปัจจัยทั้งสามยังคงมีสภาพเป็นพุ่ม ส่วนในสภาพวันสั้น (10 ชั่วโมง) พบแต่การยืดยาวของลำต้นแต่ไม่มีการออกดอก แม้ว่าต้นจะได้รับปัจจัยทั้งสามชนิดก็ตาม

จากการวิจัยของคณะวิจัยในโครงการการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีในปีที่ 1 พบว่าสารโพแทสเซียมคลอเรท 5-azacytidine และอุณหภูมิต่ำ สามารถชักนำการออกดอกของผักกาดขาวปลี (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*) ในสภาพแปลงปลูกได้ทั้ง 2 แห่ง คือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่และสาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยอุณหภูมิต่ำมีอิทธิพลต่อการเข้าปลี และการออกดอกของผักกาดขาวปลี ส่วนโพแทสเซียมครอเรทและสาร 5-azacytidine สามารถทดแทนความต้องการของอุณหภูมิต่ำในการเข้าปลีและการออกดอกได้บางส่วน โดยต้นที่

ได้รับสารโพแทสเซียมครอเรท และสาร 5-azacytidine มีลักษณะคล้ายกับการเข้าปลี แต่เข้าปลีหลวม ๆ ทำให้สามารถแทงช่อดอกออกมาได้เร็วขึ้น ส่วนต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำจะมีการยืดข้อปล้องและเกิดช่อดอกได้เร็วที่สุด ทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นออกดอกสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และออกดอกเร็วขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนกว่าต้นที่ได้รับสารทั้ง 2 ชนิด และต้นควบคุม

โครงการหลวง

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

จากการวิจัยในปีที่ 1 การใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทสามารถชักนำให้ผักกาดขาวปลีออกดอกได้เช่นเดียวกับการใช้สาร 5-azacytidine ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกใช้เฉพาะสารโพแทสเซียมคลอเรทความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อต้นเปรียบเทียบกับต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ และต้นควบคุม

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยทั้งสิ้น 5 ครั้ง ตามระยะเวลาดังนี้

ครั้งที่ 1 ระหว่างเดือนสิงหาคม-ตุลาคม 2545

ครั้งที่ 2 ระหว่างเดือนธันวาคม 2545 -กุมภาพันธ์ 2546

ครั้งที่ 3 ระหว่างเดือนมีนาคม-เมษายน 2546

ครั้งที่ 4 ระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม 2546

ครั้งที่ 5 ระหว่างเดือนธันวาคม 2546 -เมษายน 2547

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1. เมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีพันธุ์ 1 White Sun 615 บริษัทเพื่อนเกษตรกร จำกัด
2. ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0, 15-15-15 และ 13-13-21
3. สารเคมีโพแทสเซียมคลอเรท ($KClO_3$)
4. สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง ได้แก่ เซฟวิน 85% WP และ มาลาเฟซ 57% EC
5. สารเคมีกำจัดหอยแว่น
6. สารเคมีป้องกันโรค

วิธีการดำเนินการ

ในการดำเนินงานวิจัยทั้ง 5 ครั้ง มีวิธีในการดำเนินงานที่เหมือนกันดังรายละเอียด ดังนี้

1. แผนงานวิจัย

นำต้นที่มาทดสอบในแปลงปลูก โดยมีการวางแผนการทดสอบแบบ CRD ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี ๆ ละ 100 ต้น ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ต้นควบคุม คือ ต้นที่ไม่ได้รับสารหรืออุณหภูมิต่ำ 10 $^{\circ}$C

กรรมวิธีที่ 2 ต้นที่ได้รับสารละลายโพแทสเซียมคลอเรท 250 ไมโครกรัมต่อต้น

กรรมวิธีที่ 3 ต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 $^{\circ}$C นาน 10 วัน

กรรมวิธีที่ 4 ต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 $^{\circ}$C นาน 20 วัน

2. การดำเนินการทดลอง

2.1 การให้สารละลายและการให้พืชได้รับอุณหภูมิต่ำ

- เพาะเมล็ดในถาดเพาะในส่วนผสมที่ประกอบด้วยเถ้าแกลบ ขุยมะพร้าว และดิน อัตราส่วน 1 : 1 : 1 จนกระทั่งต้นกล้ามีใบจริงประมาณ 3 ใบ (12 วันหลังหยอดเมล็ด) จึงให้สารละลายโพแทสเซียมคลอเรท 250 ไมโครกรัมต่อต้น
- ส่วนต้นที่ต้องการอุณหภูมิต่ำ 10 $^{\circ}$C นำต้นกล้าที่เพาะไว้ไปเลี้ยงในตู้เพาะเลี้ยงพืช (Growth Chamber) ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 10 $^{\circ}$C และให้แสง 16 ชั่วโมง เป็นเวลา 10 วัน และ 20 วัน ตามลำดับ

2.2 ย้ายต้นกล้าจากข้อ 2.1 ลงปลูกในแปลงหรือถุงปลูกที่เตรียมไว้

2.3 การดูแลรักษา

- การให้น้ำ หลังจากย้ายกล้าปลูกแล้วต้องให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ โดยใช้สายบัวสวมสายยางรด ในระยะติดดอกไม่ควรให้ขาดน้ำ หรือให้น้ำมากเกินไป ควรให้แต่พอเหมาะเพราะอาจทำให้ดอกร่วง และคุณภาพของผลผลิตอาจจะออกมาไม่ดี
- การพรวนดิน ครั้งแรกควรทำหลังย้ายปลูก 15 วัน และพรวนดินครั้งที่ 2 เมื่อผักกาดขาวปลีอายุได้ 30 วัน หลังย้ายปลูก ทำพร้อมกับการกำจัดวัชพืช
- การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 และ 13-13-21 อัตราส่วน 50 กิโลกรัมต่อไร่
- การป้องกันกำจัดแมลง โดยการพ่นสารเคมี เซฟวิน และมาลาเฟซ เพื่อป้องกันกำจัดแมลง เช่น หมัดกระโดด ตามความเหมาะสม

<u>3. การบันทึกข้อมูล</u>

- นับจำนวนใบทุก ๆ 7 วัน
- วัดความสูงของต้นทุก ๆ 7 วัน
- วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น
- บันทึกวันที่ออกดอก
- สังเกตการพัฒนาของดอกและการติดเมล็ด
- ชั่งน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อต้น
- เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด
- ชั่งน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด
- คำนวณต้นทุนการผลิต

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของสารโพแทสเซียมคลอเรท และอุณหภูมิต่ำ ต่อการออกดอกและการผลิตเมล็ดพันธุ์ของผักกาดขาวปลี (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*) ในสภาพแปลงปลูก พบว่า ต้นมีการตอบสนองตามลำดับระยะการพัฒนา ดังต่อไปนี้

1. การปลูกครั้งที่ 1 (เดือนสิงหาคม-ตุลาคม 2545)

ในการปลูกทดสอบในแปลงระหว่างเดือนสิงหาคม-ตุลาคม 2545 ทำการปลูก ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะและสาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 2 สถานที่ ได้แก่ สถานีเกษตรหลวงปางดะและสาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้โดยอยู่ในพื้นที่ราบเชียงใหม่ ซึ่งได้ผลงานวิจัยบางส่วน คือ ที่สถานีเกษตรหลวงปางดะซึ่งปลูกในเรือนโรงกันฝน ส่วนต้นผักกาดขาวปลีที่ปลูก ณ สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ไม่ได้ปลูกในเรือนโรง และมีฝนตกหนักในระยะที่ย้ายต้นกล้าลงปลูกในแปลง พบว่า ต้นกล้าไม่สามารถตั้งตัวได้ และเป็นโรคเน่าตายหมด

ในที่นี้จึงรายงานเฉพาะต้นที่ปลูก ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะเท่านั้น โดยต้นผักกาดขาวปลีสามารถเจริญเติบโตและพัฒนาได้อย่างสม่ำเสมอ จนกระทั่งมีการแทงช่อดอก แต่ในที่สุดก็ไม่สามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ได้ เพราะว่าการระบาดและการเข้าทำลายต้นผักกาดขาวปลีของหอยแว่น (ภาพที่ 1) โดยหอยแว่นจะกัดกินทำลายต้นตั้งแต่ย้ายลงปลูก โดยเฉพาะในช่วงที่ต้นผักกาดขาวปลีออกดอกและช่วงที่มีการผ่าปลีนั้น หอยแว่นมีการระบาดอย่างรุนแรง ทำให้ต้นผักกาดขาวปลีได้รับความเสียหายอย่างมาก และเป็นสาเหตุให้โรคเข้าทำลายต้นซ้ำ ได้แก่ โรคเน่า (ภาพที่ 2) ทั้งนี้ทางคณะผู้วิจัยร่วมกับคุณพีรชาติ เรืองประดิษฐ์ เจ้าหน้าที่สถานีเกษตรหลวงปางดะได้ดำเนินการโดยการใช้ยาและการเก็บหอยแว่นเพื่อควบคุมการเข้าทำลาย แต่ไม่สามารถควบคุมการระบาดและการเข้าทำลายของหอยแว่นได้ ทำให้ต้นตายหมด ไม่สามารถเก็บข้อมูลหลังการแทงช่อดอกได้

ภาพที่ 1 ลักษณะของหอยแว่นที่ทำลายต้นผักกาดขาวปลี

ภาพที่ 2 ต้นผักกาดขาวปลีที่เป็นโรคเน่าซึ่งเกิดหลังจากหอยแว่นเข้าไปทำลาย

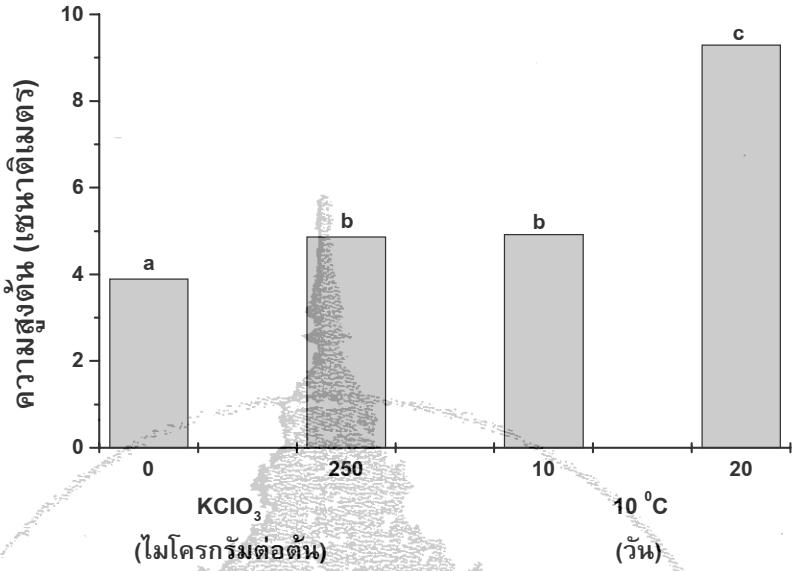
1.1 การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้น (vegetative growth)

<u>ความสูงของต้น</u>

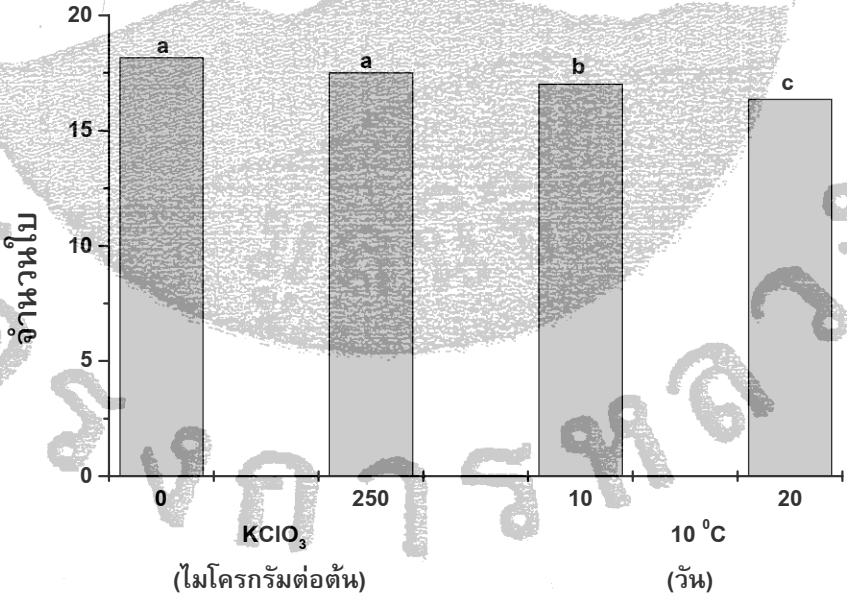
หลังจากย้ายต้นผักกาดขาวปลีปลูกลงแปลงได้ 50 วัน พบว่า ต้นควบคุมมีความสูงน้อยที่สุด คือ 3.90 เซนติเมตร ในขณะที่ต้นที่รับอุณหภูมิต่ำนาน 20 วัน มีความสูงมากที่สุด คือ 9.30 เซนติเมตร ส่วนต้นผักกาดขาวปลีที่รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีความสูงใกล้เคียงกับต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำนาน 10 วัน และสูงกว่าต้นควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีความสูงเท่ากับ 4.87 และ 4.98 เซนติเมตรตามลำดับ (ภาพที่ 3)

<u>จำนวนใบ</u>

จำนวนใบของต้นผักกาดขาวปลีหลังปลูกลงแปลง 50 วัน พบว่า ต้นควบคุมมีจำนวนใบมากที่สุด คือ 18.19 ใบ ในขณะที่ต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำมีจำนวนใบน้อยกว่าต้นควบคุม โดยเฉพาะต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน 20 วัน มีจำนวนใบน้อยที่สุด คือ 16.02 ใบ ส่วนต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อต้น มีจำนวนใบใกล้เคียงกับต้นควบคุม แต่มากกว่าต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ ซึ่งมีจำนวนใบเท่ากับ 17.52 ใบ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 3 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อความสูงของผักกาดขาวปลี อายุ 50 วันหลังการย้ายปลูก วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 4 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 และ อุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อจำนวนใบของผักกาดขาวปลี อายุ 50 วันหลังการย้ายปลูก วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)

จากผลการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นในด้านความสูงและจำนวนใบ จะเห็นว่าต้นควบคุมมีจำนวนใบมาก และต้นเตี้ย ส่วนต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำมีจำนวนใบน้อยกว่าต้นควบคุม ต้นสูง มีการยืดยาวของปล้องอย่างเห็นได้ชัดเจน ในขณะที่ต้นซึ่งได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทนั้นมีจำนวนใบใกล้เคียงกับต้นควบคุม แต่มีความสูงต้นใกล้เคียงกับต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำนาน 10 วัน

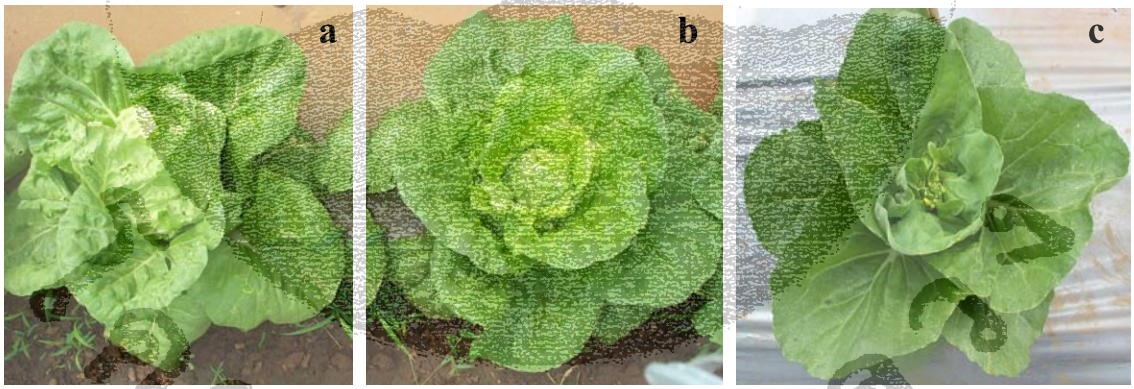
1.2 สัณฐานวิทยาของต้นผักกาดขาวปลีเมื่อเริ่มแทงช่อดอก

จากการสังเกตการตอบสนองของต้นที่ได้รับปัจจัยแตกต่างกันสามารถแบ่งลักษณะการตอบสนองได้ดังนี้

1. ต้นผักกาดขาวปลีห่อปลีแน่น ลักษณะใบซ้อนทับกันแน่นจนเกิดเป็นปลีหรือหัวที่เรียกกันโดยทั่วไป ลักษณะต้นเช่นนี้ส่วนใหญ่พบในต้นควบคุม (ภาพที่ 5a)

2. ต้นผักกาดขาวปลีเข้าปลีหลวมหรือไม่ห่อปลี ลักษณะใบคล้ายต้นที่เข้าปลีแต่ใบจะไม่ซ้อนทับกันแน่น จะห่อปลีหลวมต้นที่มีช่อดอกภายในช่อดอกสามารถแทงพ้นปลีได้เร็วขึ้น ส่วนใหญ่พบในต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรท (ภาพที่ 5b)

3. ต้นผักกาดขาวปลีที่ไม่เข้าปลี ใบมีขนาดเล็กกว่าต้นควบคุมและต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรท ช่อดอกจะยืดขึ้นมาเห็นข้อปล้องได้ชัดเจน พบได้ในต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 5c)



ภาพที่ 5 ลักษณะต้นผักกาดขาวปลีที่ได้รับปัจจัยต่าง ๆ เมื่อปลูกในแปลงทดลองนาน 30 วัน
(a) ต้นควบคุมมีการเข้าปลีแน่น
(b) ต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีการเข้าปลีหลวม
(c) ต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส ไม่เข้าปลี

แต่อย่างไรก็ตาม สังเกตพบว่า ต้นผักกาดขาวปลีในการวิจัยครั้งนี้มีความแปรปรวนสูงมาก แม้กระทั่งในกรรมวิธีเดียวกัน ต้นมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด อีกทั้งยังพบการปนเปื้อนของต้นผักกาดพันธุ์อื่นด้วย (ภาพที่ 6)

ภาพที่ 6 ต้นผักกาดขาวปลีที่มีการปนเปื้อนของต้นผักกาดพันธุ์อื่น (ลูกศรชี้)

1.2 การเจริญเติบโตระยะออกดอก (reproductive growth)

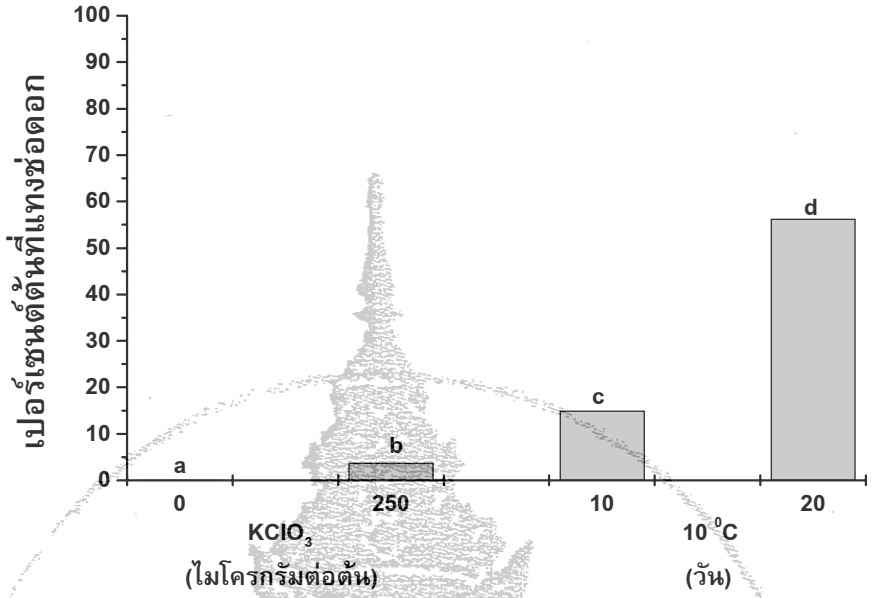
<u>เปอร์เซ็นต์ของต้นที่แทงช่อดอก</u>

เปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอก ปรากฏว่าต้นควบคุมไม่มีต้นที่แทงช่อดอก ในขณะที่ต้นได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน มีเปอร์เซ็นต์ต้นที่ออกดอกสูง 15.0 และ 56.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อต้นต้น มีเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอก 3.75 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 7)

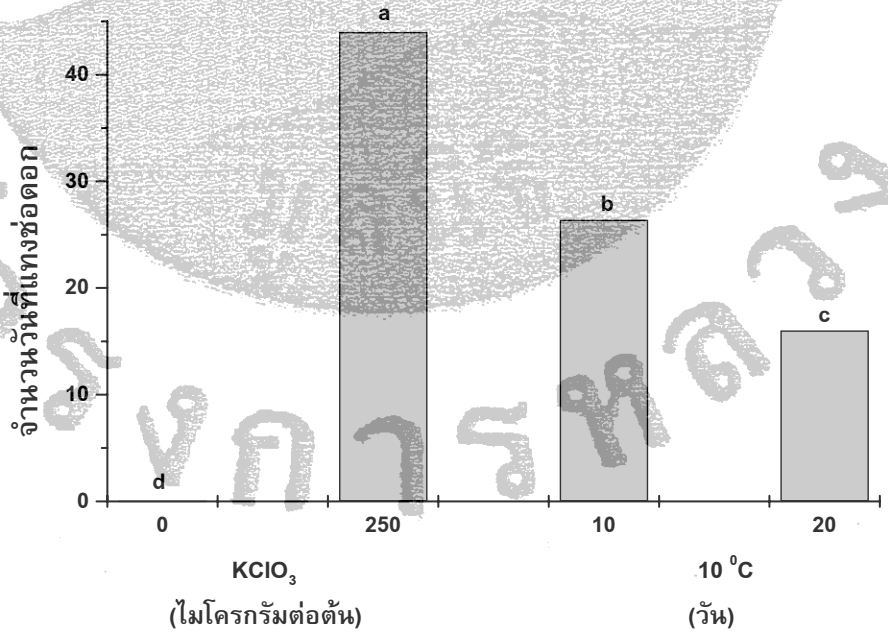
แต่อย่างไรก็ตามหากต้นผักกาดขาวปลีไม่ตายจากการระบาดของหอยแว่น คาดว่าต้นผักกาดขาวปลีที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทจะมีเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกมากกว่านี้ เพราะต้นกำลังทยอยออกดอก

<u>จำนวนวันที่ต้นแทงช่อดอก</u>

จำนวนวันที่แทงช่อดอกวันของต้นผักกาดขาวปลีที่ปลูก ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะพบว่าต้นควบคุมไม่ออกดอก ในขณะที่ต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20 วัน สามารถแทงช่อดอกได้เร็วที่สุดเท่ากับ 16.02 วัน และต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน 10 วัน จำนวนวันที่แทงช่อดอกเพิ่มขึ้นเท่ากับ 26.41 วัน ส่วนจำนวนวันที่แทงช่อดอกของต้นที่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรทนั้นมากกว่าต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ คือ 44.0 วัน (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 7 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกของผักกาดขาวปลี อายุ 50 วันหลังการย้ายปลูก วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 8 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อจำนวนวันที่แทงช่อดอกของต้นผักกาดขาวปลี อายุ 50 วันหลังการย้ายปลูก วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)

นอกจากนี้ยังพบว่า ต้นที่แทงช่อดอกบริเวณปลายยอดแล้ว มีการแตกตาข้างแล้วเจริญเป็นใบซ้อนทับกันจนเกิดเป็นปลีขนาดเล็ก (ภาพที่ 9)

ภาพที่ 9 ต้นผักกาดขาวปลีที่แทงช่อดอกแล้วผันกลับเป็นใบบริเวณตาข้าง (ลูกศรชี้)

2. การปลูกครั้งที่ 2 (ระหว่างเดือนธันวาคม 2545- มกราคม 2546)

ทำการปลูกทดสอบระหว่างเดือนธันวาคม 2545 - มกราคม 2546 ทำการทดลองซ้ำ พบว่าเมล็ดที่ใช้มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ คือ ประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ทำให้ปริมาณต้นที่จะใช้ในการทดสอบไม่เพียงพอ และต้นแคระแกรน อีกทั้งเมื่อนำต้นกล้าที่ได้ไปเลี้ยงในตู้เพาะเลี้ยงพืช (Growth Chamber) ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ปรากฏว่า ตู้เพาะเลี้ยงพืชมีปัญหาในการทำงาน คือ ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามที่กำหนด ทำให้ไม่สามารถนำต้นกล้าปลูกทดสอบในแปลงได้

3. การปลูกครั้งที่ 3 (ระหว่างเดือนมีนาคม-เมษายน 2546)

นำเมล็ดที่ทางบริษัทให้มาปลูกทดสอบระหว่างเดือนมีนาคม-เมษายน 2546 เมื่อนำเมล็ดที่ทางบริษัทให้มาปลูกพบว่า เมล็ดก็ยังคงมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ และเมื่อนำต้นกล้าที่ได้ไปเลี้ยงในตู้เพาะเลี้ยงพืช (Growth Chamber) ปรากฏว่า หลังจากนำต้นกล้าไปเลี้ยงในตู้แล้วประมาณ 7 วัน ตู้เพาะเลี้ยงพืชกลับมีปัญหาในการทำงานอีก คือ ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ทำให้ไม่สามารถนำต้นกล้าปลูกทดสอบในแปลงได้

4. การปลูกครั้งที่ 4 (เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม 2546)

การปลูกทดสอบในแปลงระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม 2546 ทำการปลูกในเรือนโรง ณ ฝ่ายวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เพราะช่วงที่ปลูกเป็นฤดูฝน มีการระบาดของโรคและหอยแว่น ซึ่งในระหว่างการวิจัยพบว่า เมื่อต้นผักกาดขาวปลีออกดอกแล้วมีการติดฝักต่ำ เนื่องจากไม่มีผึ้งช่วยในการผสมเกสร ดังนั้นจึงได้ย้ายต้นผักกาดขาวปลีที่ออกดอกแล้วมาไว้ ณ สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้

4.1 การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้น (vegetative growth)

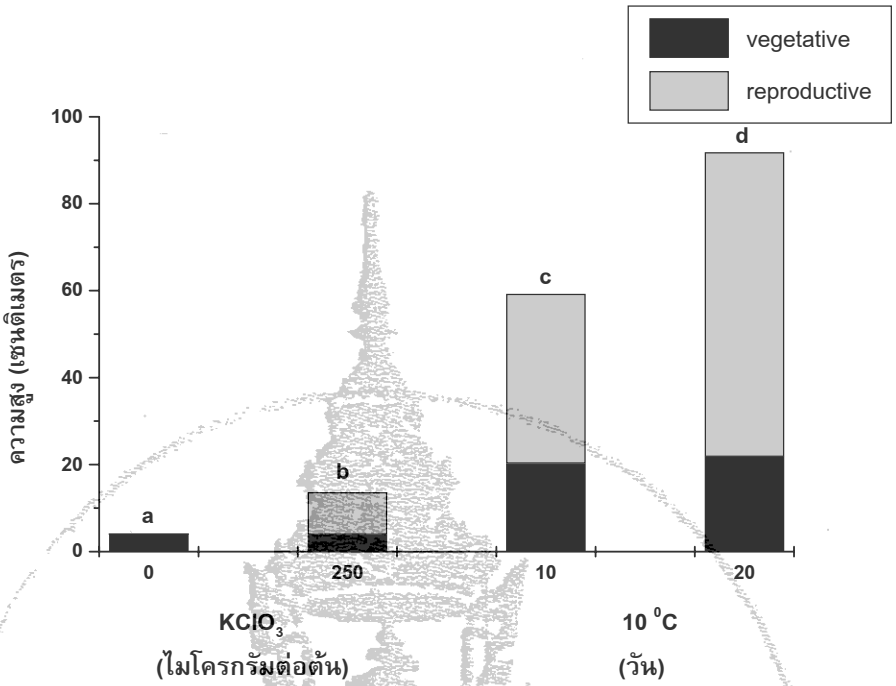
<u>ความสูงของต้น</u>

ในการวัดความสูงต้นจะแบ่งความสูงที่วัดได้เป็น 2 ส่วน คือ ความสูงของส่วนที่เป็น vegetative และความสูงของส่วนที่เป็น reproductive โดยต้นควบคุมมีความสูงส่วนที่เป็น vegetative น้อยที่สุด ส่วนต้นที่รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส มีความสูงของส่วนที่เป็น vegetative มากกว่าต้นควบคุมและต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทอย่างเห็นได้ชัด ขณะที่ต้นผักกาดขาวปลีที่รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีความสูงส่วน vegetative ใกล้เคียงกับต้นควบคุม (ภาพที่ 10)

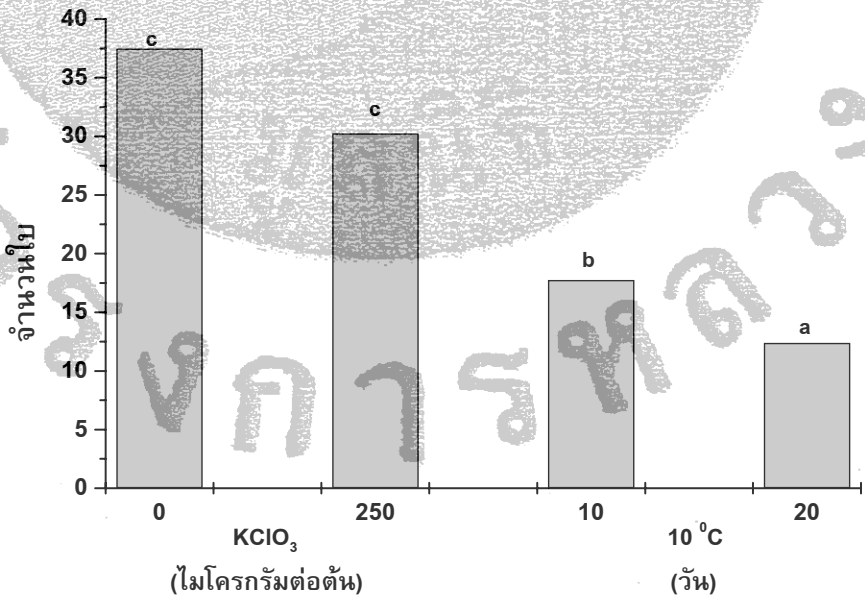
ความสูงส่วนที่เป็น reproductive ของต้นผักกาดขาวปลีนั้นพบว่า ต้นควบคุมไม่มีความสูงส่วนนี้ เพราะต้นควบคุมไม่ออกดอก ส่วนต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสมีความสูงของส่วน reproductive มากที่สุด ต้นที่รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีความสูงของส่วนที่เป็น reproductive มากกว่าต้นควบคุม แต่น้อยกว่าต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ (ภาพที่ 10)

<u>จำนวนใบ</u>

หลังจากปลูกนาน 70 วัน พบว่า ต้นผักกาดขาวปลีควบคุมมีจำนวนใบมากที่สุด คือ 38.5 ใบ ต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำมีจำนวนใบน้อยกว่าต้นควบคุมอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน 20 วัน มีจำนวนใบ 11.0 ใบ ส่วนต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีจำนวนใบเท่ากับ 36.65 ใบ ซึ่งใกล้เคียงกับต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำนาน 10 วันและต้นควบคุม (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 10 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อความสูงของผักกาดขาวปลีอายุ 70 วัน หลังการย้ายปลูก วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกันหมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 11 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อจำนวนใบของผักกาดขาวปลีอายุ 70 วัน หลังการย้ายปลูก วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกันหมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)

จากผลการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นในด้านความสูงและจำนวนใบนั้น จะเห็นว่าต้นควบคุมมีจำนวนใบมาก ต้นเตี้ย ไม่พบการยืดยาวของปล้อง ส่วนต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำมีจำนวนใบน้อยกว่าต้นควบคุม ต้นสูง มีการยืดยาวของปล้องอย่างชัดเจนทั้งในระยะ vegetative และ reproductive ในขณะที่ต้นซึ่งได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทนั้นมีจำนวนใบใกล้เคียงกับต้นควบคุมและต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำนาน 10 วัน แต่มีความสูงต้นมากกว่าต้นควบคุม ชี้ให้เห็นว่าต้นมีการยืดยาวของปล้อง

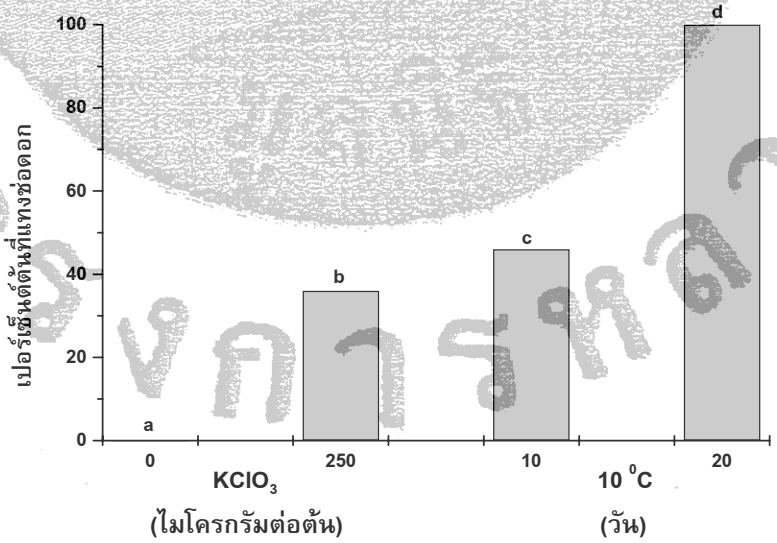
4.2 สัณฐานวิทยาของต้นผักกาดขาวปลี

จากการสังเกตการตอบสนองของต้นที่ได้รับปัจจัยแตกต่างกันสามารถแบ่งลักษณะการตอบสนองได้เช่นเดียวกับต้นผักกาดขาวปลีที่ปลูกในครั้งที่ 1 ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ (ภาพที่ 5a-c)

4.3 การเจริญเติบโตระยะออกดอก (reproductive growth)

<u>เปอร์เซ็นต์ของต้นที่แทงช่อดอก</u>

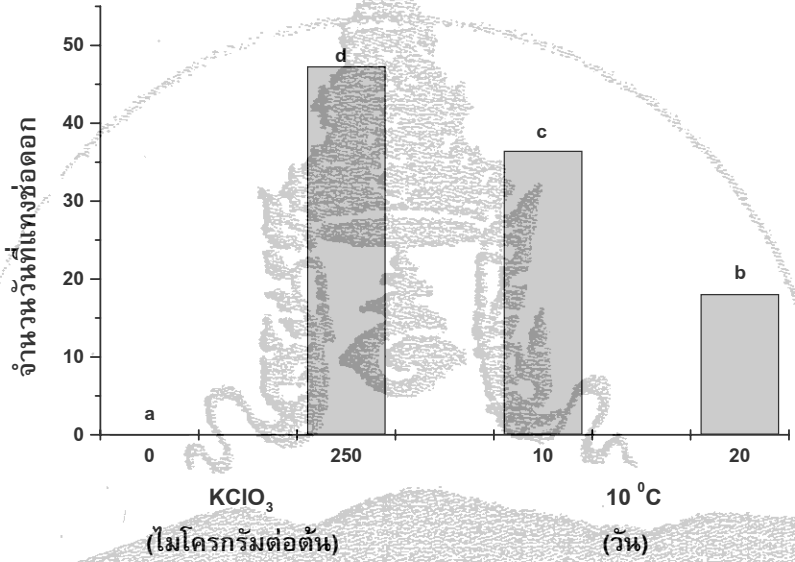
จากภาพที่ 11 จะเห็นว่า ต้นควบคุมไม่มีต้นที่ออกดอก ส่วนต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสมีเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกสูงกว่าต้นที่ได้รับสาร โดยเฉพาะต้นที่รับอุณหภูมิต่ำนาน 20 วัน มีเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอก 100 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ต้นผักกาดขาวปลีที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อเท่ากับ 36.0 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับต้นที่ได้อุณหภูมิต่ำนาน 10 วัน (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกของผักกาดขาวปลีอายุ 70 วันหลังการย้ายปลูก วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)

จำนวนวันที่ต้นแทงช่อดอก

ต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20 วัน สามารถชักนำให้ออกดอกได้เร็วที่สุดเท่ากับ 18.07 วัน และต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน 10 วัน จำนวนวันออกดอกเพิ่มขึ้นเท่ากับ 36.47 วัน ในขณะที่ต้นควบคุมไม่ออกดอก ส่วนต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทออกดอกช้ากว่าต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ คือ 48.0 วัน (ภาพที่ 13)

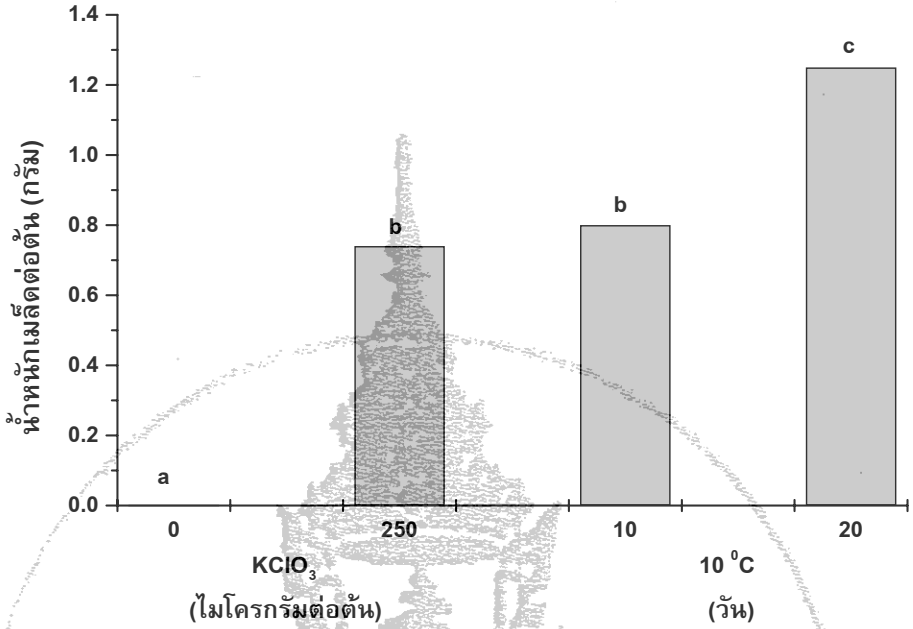


ภาพที่ 13 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อจำนวนวันที่ต้นแทงช่อดอกของต้นผักกาดขาวปลีอายุ 70 วันหลังการย้ายปลูก วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)

ในระหว่างการวิจัยซึ่งทำการปลูกในเรือนโรง ณ ฝ่ายวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้พบว่า ต้นผักกาดขาวปลีที่ออกดอกแล้วมีการติดฝักต่ำ เนื่องจากไม่มีผึ้งช่วยในการผสมเกสร ดังนั้นจึงได้ย้ายต้นผักกาดขาวปลีที่ออกดอกแล้วมาไว้ ณ สาขาพืชผักมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งต้นผักกาดขาวปลีมีการติดฝักสูงขึ้น

น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อต้น

จากภาพที่ 14 พบว่า ต้นควบคุมไม่ออกดอก จึงไม่สามารถผลิตเมล็ดได้ ส่วนต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำนาน 20 วันมีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุดคือ 1.25 กรัม ในขณะที่ต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นใกล้เคียงกับต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำนาน 10 วัน คือ 0.74 และ 0.80 กรัมตามลำดับ



ภาพที่ 14 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นของต้นผักกาดขาวปลี วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกันหมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)

5. การปลูกครั้งที่ 5 (เดือนธันวาคม 2546 -เมษายน 2547)

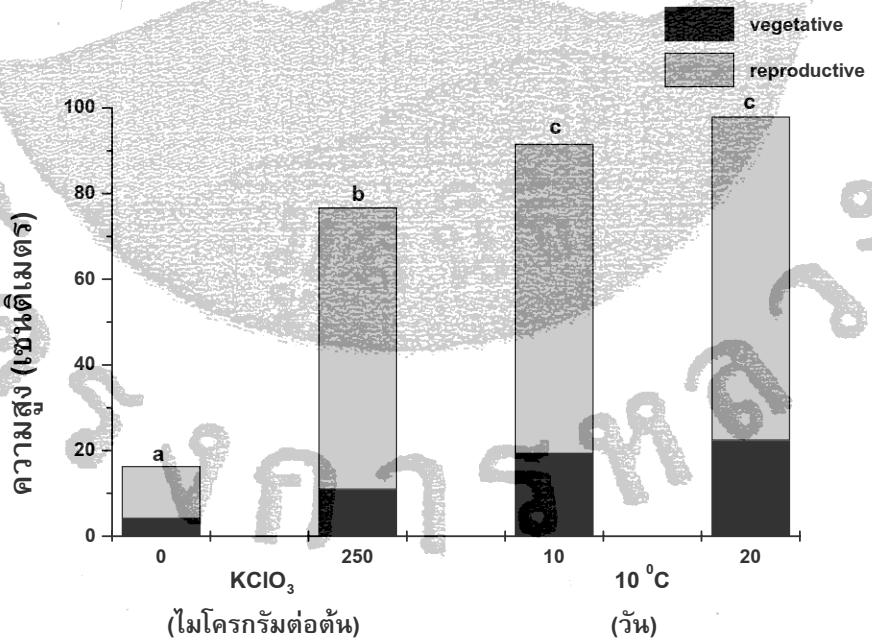
การปลูกทดสอบในแปลงระหว่างเดือนธันวาคม 2546 -เมษายน 2547 ทำการปลูก ณ สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้

5.1 การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้น (vegetative growth)

<u>ความสูงของต้น</u>

ในการวัดความสูงต้นจะแบ่งความสูงที่วัดได้เป็น 2 ส่วน คือ ความสูงของส่วนที่เป็น vegetative และความสูงของส่วนที่เป็น reproductive พบว่า ต้นควบคุมมีความสูงส่วน vegetative น้อยที่สุด คือ 4.06 เซนติเมตร ส่วนต้นที่รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส มีความสูงของส่วนที่เป็น vegetative มากกว่าต้นควบคุม และพบการยืดยาวของปล้องอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำนาน 20 วัน ขณะที่ต้นผักกาดขาวปลีซึ่งได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีความสูงส่วนที่เป็น vegetative ใกล้เคียงกับต้นควบคุมและต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำนาน 10 วัน (ภาพที่ 15)

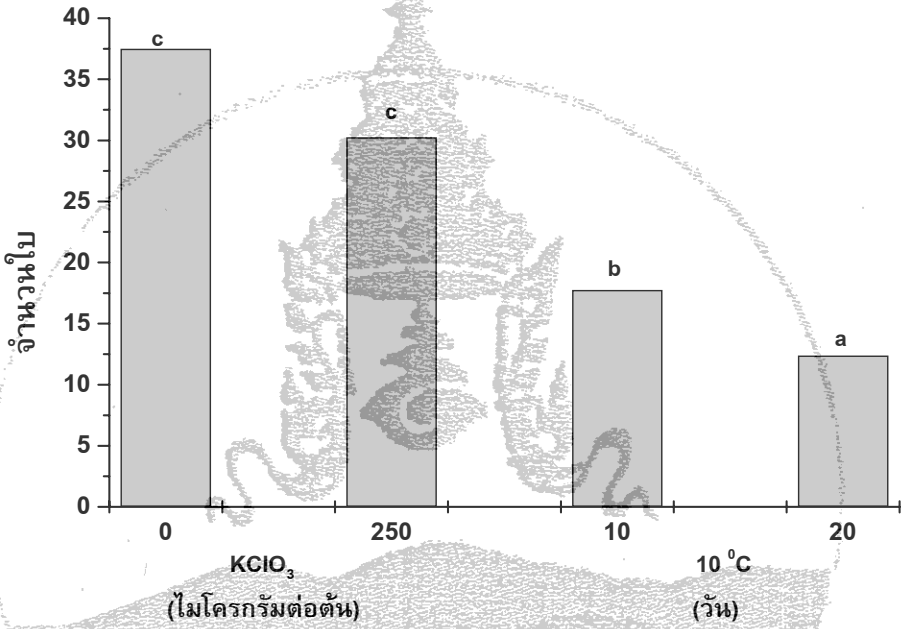
ส่วนความสูงส่วนที่เป็น reproductive ของต้นผักกาดขาวปลีนั้น พบว่า ต้นควบคุมมีความสูงส่วนนี้น้อยที่สุด ส่วนต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสมีความสูงของส่วน reproductive มากกว่าต้นควบคุม โดยเฉพาะต้นที่ได้รับความเย็นนาน 20 วัน ต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีความสูงส่วน reproductive มากกว่าต้นควบคุมอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อความสูงของผักกาดขาวปลีอายุ 75 วันหลังการย้ายปลูก วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกันหมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)

จำนวนใบ

หลังจากปลูกลงแปลงนาน 75 วันพบว่า ต้นควบคุมมีจำนวนใบมากที่สุด คือ 37.5 ใบ ส่วนต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำมีจำนวนใบน้อยกว่าต้นควบคุมอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน 20 วัน มีจำนวนใบ 12.38 ใบ ต้นผักกาดขาวปลีที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีจำนวนใบเท่ากับ 30.25 ใบซึ่งใกล้เคียงกับต้นควบคุม (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อจำนวนใบของผักกาดขาวปลี อายุ 75 วันหลังการย้ายปลูก วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกันหมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)

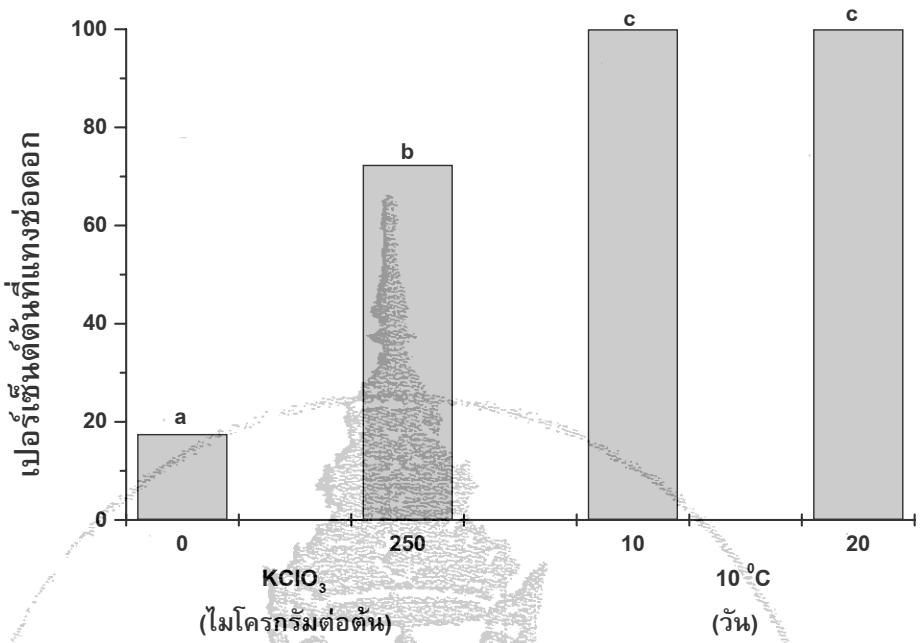
5.2 สัณฐานวิทยาของต้นผักกาดขาวปลี

จากการสังเกตการตอบสนองของต้นที่ได้รับปัจจัยแตกต่างกันสามารถแบ่งลักษณะการตอบสนองได้เช่นเดียวกับต้นผักกาดขาวปลีที่ปลูกในครั้งที่ 1 ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ (ภาพที่ 5a-c)

5.3 การเจริญเติบโตระยะออกดอก (reproductive growth)

เปอร์เซ็นต์ของต้นที่แทงช่อดอก

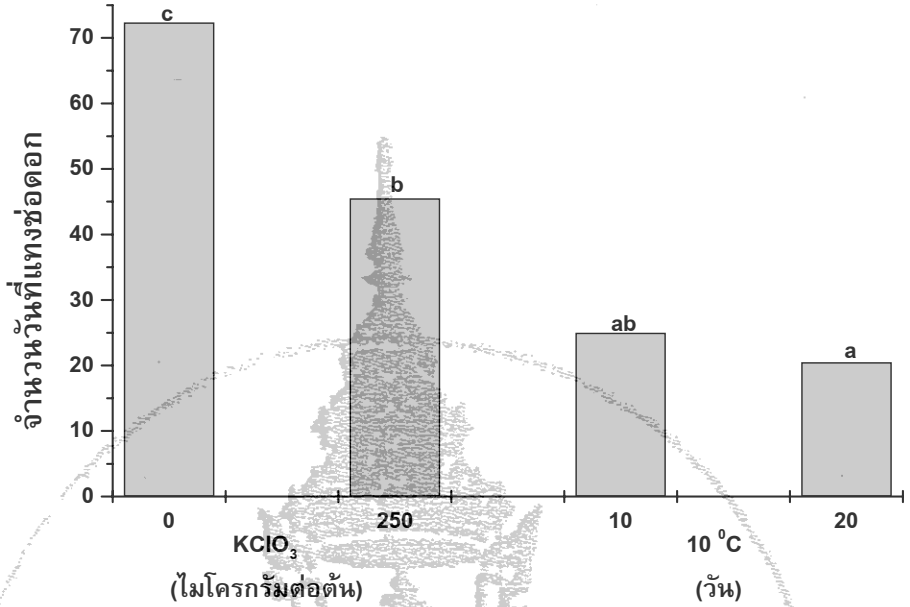
จากภาพที่ 17 เปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกที่ปลูก ณ สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปรากฏว่า ต้นควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกต่ำที่สุดเพียง 17.5 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสมีเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นที่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรทมีเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกสูงกว่าต้นควบคุม คือ 72.38 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 17 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกของผักกาดขาวปลี อายุ 75 วันหลังการย้ายปลูก วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)

<u>จำนวนวันที่ต้นแทงช่อดอก</u>

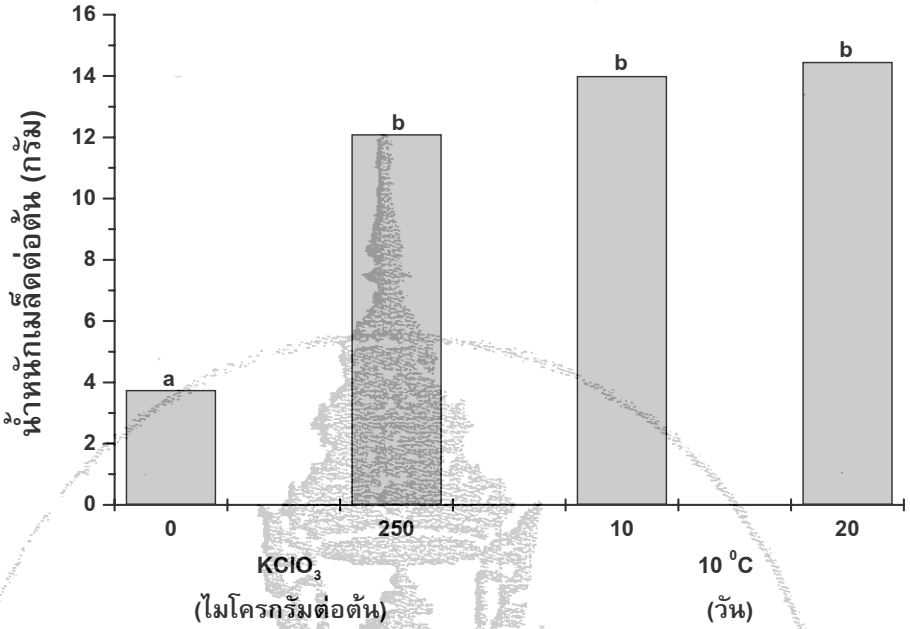
ต้นควบคุมแทงช่อดอกช้าที่สุด คือ 72.37 วัน ขณะที่ต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส สามารถแทงช่อดอกได้เร็วกว่าต้นควบคุม โดยเฉพาะต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน 20 วัน แทงช่อดอกได้เร็วที่สุดเท่ากับ 18.07 วัน ส่วนต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีจำนวนวันที่ต้นแทงช่อดอกเท่ากับ 45.50 วัน ซึ่งเร็วกว่าต้นควบคุม แต่ช้ากว่าต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 18 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อจำนวนวันที่ต้นแทงช่อดอกของต้นผักกาดขาวปลี อายุ 75 วันหลังการย้ายปลูก วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)

<u>น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อต้น</u>

จากภาพที่ 19 พบว่าต้นควบคุมมีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 3.75 กรัม ส่วนต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำนาน 20 วันมีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด ในขณะที่ต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นมากกว่าต้นควบคุมและใกล้เคียงกับต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำนาน คือ 12.10 กรัม



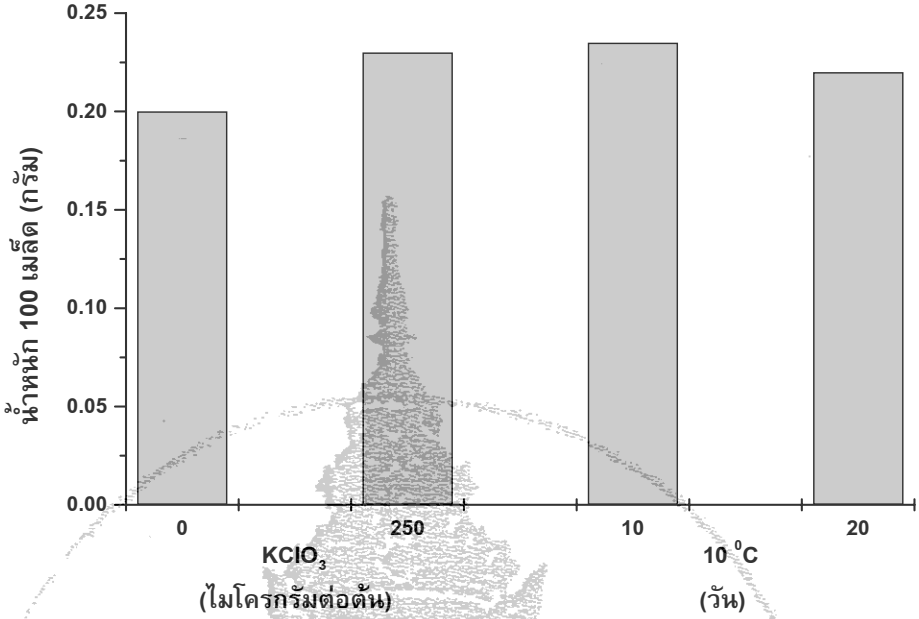
ภาพที่ 19 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นของต้นผักกาดขาวปลี วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกันหมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)

<u>น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด</u>

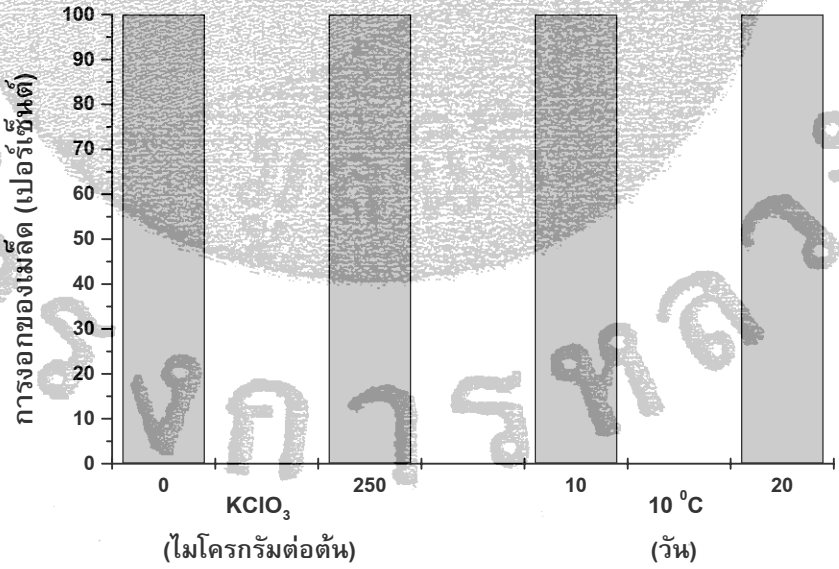
จากภาพที่ 20 พบว่า น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดที่ได้จากต้นควบคุม ต้นที่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรท และต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำนั้นไม่แตกต่างกัน คือ 0.220-0.225 กรัม แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นว่า น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดที่ได้จากต้นควบคุมนั้นมีน้ำหนักน้อยที่สุด (ภาพที่ 20)

<u>เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด</u>

เมื่อนำเมล็ดที่ได้ มาทำการทดสอบเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด พบว่าเมล็ดที่ได้จากต้นควบคุม ต้นที่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรท และต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำนั้น มีเปอร์เซ็นต์การงอกไม่แตกต่างกัน คือ 98-100% (ภาพที่ 21)



ภาพที่ 20 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดของต้นผักกาดขาวปลี วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกันหมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 21 ผลของ $KClO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 และ 20 วัน ต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดของต้นผักกาดขาวปลี วิเคราะห์ความแตกต่างแยกในแต่ละทรีตเมนต์ ตัวอักษรที่เหมือนกันหมายถึงค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (LSD 95 เปอร์เซ็นต์)

การศึกษาต้นทุนการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีบริเวณที่ราบ

การศึกษาต้นทุนการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีพบว่า ต้นทุนการผลิตทั้งหมดสามารถแบ่งออกได้เป็น ต้นทุนคงที่ (fixed cost) ได้แก่ ที่ดิน และต้นทุนผันแปร (variable cost) ได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าปุ๋ย ค่าสารเคมีป้องกันแมลงและโรค ค่าไฟฟ้า และอื่น ๆ ในที่นี้จะเป็นการศึกษาเฉพาะต้นทุนผันแปรเพียงอย่างเดียว โดยทำการศึกษาต้นทุนการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีเชิงพาณิชย์

การศึกษาครั้งนี้ สามารถแบ่งต้นทุนผันแปรการผลิตทั้งหมดออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการชักนำให้ผักกาดขาวปลีออกดอก และขั้นตอนการปลูกลงแปลงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ ซึ่งต้นทุนการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีโดยการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทและการใช้อุณหภูมิต่ำนั้น จะมีความแตกต่างกันเฉพาะในขั้นตอนการชักนำให้ผักกาดขาวปลีออกดอกเท่านั้น โดยการใช้อุณหภูมิต่ำต้องนำต้นกล้าผักกาดขาวปลีไปเพาะเลี้ยงในตู้ควบคุมอุณหภูมิเป็นเวลาอย่างน้อย 10 วัน ในขณะที่การใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทสามารถให้สารกับต้นกล้าได้โดยนำสารโพแทสเซียมคลอเรทมาละลายน้ำแล้วราดบริเวณรอบลำต้นได้ทันที ซึ่งมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำถึง 12,500 เท่า (ตารางที่ 1) ในขณะที่ผลผลิตที่ได้มีปริมาณใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 1 ต้นทุนผันแปรในการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลี

รายการ	ค่าใช้จ่ายในการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลี (บาทต่อไร่)	
	การใช้สารโพแทสเซียมคลอเรท	การใช้อุณหภูมิต่ำ
1. ค่าไฟฟ้า	-	5,000
2. ค่าสารเคมีในการชักนำการออกดอก	0.40	-
รวม	0.40	5,000

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาเรื่องการออกดอกของผักกาดขาวปลีด้วยการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทและอุณหภูมิต่ำทั้งในปีที่ 1 และ 2 นั้นประสบความสำเร็จ โดยจะเห็นได้ว่าทั้งการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทและอุณหภูมิต่ำสามารถชักนำการออกดอกของผักกาดขาวปลีได้ แต่เปอร์เซ็นต์และระยะเวลาในการแทงช่อดอกมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ การให้อุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสสามารถชักนำให้ผักกาดขาวปลีออกดอกได้สูงที่สุด คือ ประมาณ 90-100% และใช้เวลาในการออกดอกเพียง 16-26 วันเท่านั้นเช่นเดียวกับ Nonnecke (1989) กล่าวว่า พืชในตระกูลกะหล่ำ เช่น กะหล่ำปลี ต้องการอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานต้นจะไม่มีการเข้าปลี แต่จะแทงช่อดอกทันที แต่อย่างไรก็ตามพบว่าระยะเวลาในการให้อุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสมีผลต่อการชักนำการออกดอกของผักกาดขาวปลีอย่างเห็นได้ชัด โดยการให้อุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสนาน 20 วันนั้นอาจเป็นระยะเวลาที่นานเกินไปถึงแม้ว่าจะสามารถชักนำให้ผักกาดขาวปลีออกดอกได้ 100% ก็ตาม เนื่องจากต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสนาน 20 วัน มีการเจริญเติบโตช้า จำนวนใบน้อย ทำให้มีผลต่อการสร้างอาหาร ท้ายสุดทำให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ได้มีปริมาณต่ำ ในขณะที่การให้อุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสนาน 10 วัน ต้นมีการเจริญเติบโตดีกว่า แต่เปอร์เซ็นต์การออกดอกไม่ถึง 100% และออกดอกช้ากว่าต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสนาน 20 วัน และเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตเมล็ดพันธุ์พบว่า ปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ได้มีปริมาณใกล้เคียงกัน

การให้สารโพแทสเซียมคลอเรทสามารถทดแทนการให้อุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสได้โดยให้ผลคล้ายกับการให้อุณหภูมิต่ำนาน 10 วัน อย่างไรก็ตามการให้สารโพแทสเซียมคลอเรทในการชักนำการออกดอกของผักกาดขาวปลีนั้นต้องมีความเข้มข้นที่เหมาะสม จากการทดลองในปีที่ 1 พบว่าการให้สารโพแทสเซียมคลอเรทความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อต้น เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้ในการชักนำการออกดอกของผักกาดขาวปลี เพราะเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของการให้สารโพแทสเซียมคลอเรทไม่ได้ทำให้การออกดอกของผักกาดขาวปลีเพิ่มขึ้น อีกทั้งปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ได้ใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทกับต้นควบคุมจะเห็นว่า ต้นซึ่งได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกสูงกว่าและออกดอกเร็วกว่าต้นควบคุมอย่างเห็นได้ชัด อีกทั้งปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ได้ยังมากกว่าต้นควบคุมถึงประมาณ 3 เท่า นอกจากนี้พบว่า ต้นควบคุมซึ่งปลูกในฤดูหนาวพบการออกดอกบ้าง แต่มีเปอร์เซ็นต์การออกดอกต่ำมาก ในขณะที่ต้นควบคุมที่ปลูกในฤดูฝนไม่พบการออกดอก ชี้ให้เห็นว่าอุณหภูมิต่ำมีอิทธิพลต่อการออกดอกของผักกาดขาวปลี

จากการสังเกตต้นผักกาดขาวปลีที่ปลูกในฤดูฝนพบว่า มีต้นที่แทงช่อดอกบริเวณปลายยอดแล้ว จะมีการแตกตาข้างเจริญเป็นใบ จากนั้นใบซ้อนทับกันจนเกิดเป็นปลีขนาดเล็ก (ภาพที่ 9) ซึ่งเป็นการผันกลับ (reversion) จากการเจริญในระยะ reproductive ไปเป็นการเจริญในระยะ vegetative อีกครั้ง สาเหตุอาจเนื่องมาจากอุณหภูมิและช่วงวันที่ไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นตาดอก นั่นแสดงให้เห็นว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความต้องการอุณหภูมิต่ำและช่วงวัน หากขาดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งอาจทำให้ต้นผักกาดขาวปลีไม่สามารถที่จะเข้าสู่กระบวนการออกดอกได้อย่างสมบูรณ์

ในที่นี้อาจกล่าวได้ว่า สารโพแทสเซียมคลอเรทสามารถชักนำการออกดอกของผักกาดขาวปลีได้บางส่วน แต่ไม่สามารถทดแทนความต้องการวันยาวได้ เช่นเดียวกับรายงานของนพมณี และคณะ (2544) ว่าในสภาพวันสั้น การตอบสนองของต้นผักกาดขาวปลีในสภาพปลอดเชื้อที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทหรืออุณหภูมิต่ำและกลุ่มควบคุมมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเพาะเลี้ยงในสภาพวันยาว แต่ไม่พบต้นผักกาดขาวปลีมีการเกิดช่อดอกไม่ว่าจะเป็นต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำก็ตาม

ในการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่า ต้นทุนในการชักนำการออกดอกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีโดยการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทนั้นมีต้นทุนในการผลิตต่อไร่ต่ำกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสถึง 12,500 เท่า อีกทั้งการใช้อุณหภูมิต่ำต้องใช้พื้นที่ในการชักนำมากกว่าและมีความยุ่งยากกว่าการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทด้วย

จากผลการวิจัยของโครงการครั้งนี้ ถือได้ว่าประสบผลสำเร็จในการที่จะใช้สารโพแทสเซียมคลอเรททดแทนความเย็นในชักนำการออกดอกเพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ของผักกาดขาวปลี โดยความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดในการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทชักนำให้ผักกาดขาวปลีออกดอก คือ 250 ไมโครกรัมต่อต้น และสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ได้เฉลี่ย 55.90 กิโลกรัมต่อไร่

ดังนั้นควรมีการศึกษาต่อไปในการใช้ปัจจัยหลายปัจจัยร่วมในพืชต้นเดียวต่อการชักนำการออกดอก และการผลิตเมล็ดพันธุ์ของผักกาดขาวปลี เช่น การใช้อุณหภูมิต่ำนาน 5-10 วันร่วมกับการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรท ทั้งนี้เพื่อทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงและเพิ่มปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้ ซึ่งนำไปสู่การผลิตเชิงอุตสาหกรรมต่อไป

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของโพแทสเซียมคลอเรท และอุณหภูมิต่ำต่อการออกดอกของผักกาดขาวปลี (*Brassica campestris* var. *pekinensis*) โดยใช้โพแทสเซียมคลอเรทความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อต้น และอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสนาน 10 และ 20 วัน พบว่า สามารถแบ่งลักษณะของต้นผักกาดขาวปลีได้เป็น 3 ลักษณะ คือ ต้นควบคุมมีลักษณะใบซ้อนทับกันแน่นเป็นปลีและเกิดตาดอกอยู่ด้านใน แต่ไม่สามารถแทงช่อออกมาได้ เนื่องจากต้นมีการเข้าปลีแน่น ต้นที่ได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรทมีลักษณะคล้ายต้นควบคุม แต่เข้าปลีแบบหลวม ๆ ทำให้ช่อดอกสามารถแทงออกมาได้เร็วกว่า และมีเปอร์เซ็นต์ต้นแทงช่อดอกสูง แต่ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ แสดงการยืดของปล้อง ไม่เข้าปลี ทำให้เกิดช่อดอกได้เร็วและมีเปอร์เซ็นต์ต้นที่แทงช่อดอกสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทสามารถทดแทนความต้องการอุณหภูมิต่ำได้บางส่วนเท่านั้น

นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาต้นทุนการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลี โดยเปรียบเทียบระหว่างการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทและการใช้อุณหภูมิต่ำพบว่า การใช้สารโพแทสเซียมคลอเรทชักนำให้ผักกาดขาวปลีออกดอกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์มีต้นทุนต่ำกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำถึง 12,500 เท่า ในขณะที่ผลผลิตที่ได้มีปริมาณใกล้เคียงกัน

ดังนั้นการใช้โพแทสเซียมคลอเรทความเข้มข้นจึงมีความเหมาะสมในการนำมาใช้เพื่อให้ผักกาดขาวปลีแทงช่อดอก เพราะการใช้โพแทสเซียมคลอเรทสามารถทดแทนความเย็นได้ อีกทั้งการใช้โพแทสเซียมคลอเรทมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการให้อุณหภูมิต่ำในการผลิตเมล็ดพันธุ์

ปัญหาและอุปสรรค

1. โรคและแมลง

การระบาดและการเข้าทำลายต้นผักกาดขาวปลีของหอยแว่นอย่างรุนแรง โดยหอยแว่นจะกัดกินทำลายต้น โดยเฉพาะช่วงที่ต้นผักกาดขาวปลีออกดอกและช่วงที่มีการผ่าปลี ทำให้ต้นผักกาดขาวปลีได้รับความเสียหายอย่างมาก และเป็นสาเหตุให้โรคเข้าทำลายต้นซ้ำ ได้แก่ โรคเน่าทำให้ต้นตายหมด ไม่สามารถเก็บข้อมูลหลังการแทงช่อดอกได้

2. สภาพภูมิอากาศ

การปลูกในฤดูฝน ทำให้ต้นผักกาดขาวปลีเป็นโรคเน่าตายจำนวนมาก โดยเฉพาะในระยะที่ย้ายต้นกล้าลงปลูกในแปลง ดังนั้นในฤดูฝนการปลูกผักกาดขาวปลีควรปลูกในเรือนโรง

3. เมล็ดพันธุ์

เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ และต้นแคระแกรน จึงแจ้งปัญหาเกี่ยวกับเมล็ดพันธุ์ให้แก่ทางบริษัททราบ เพื่อหาสาเหตุและแนวทางแก้ไข ทางบริษัทได้ให้เมล็ดชุดใหม่มาปลูก

4. อุปกรณ์

ตู้เพาะเลี้ยงพืช (Growth Chamber) ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามที่กำหนด หลังจากนำต้นกล้าที่ได้ไปเลี้ยงในตู้เพาะเลี้ยงพืช ทำให้ไม่สามารถนำต้นกล้าปลูกทดสอบในแปลงได้ จึงได้แจ้งให้ช่างมาดำเนินการซ่อมจนตู้เพาะเลี้ยงพืชสามารถทำงานได้ตามปกติ

เอกสารอ้างอิง

กองบรรณาธิการ, ฐานเกษตรกรรม. 2531. อาชีพปลูกผัก. โรงพิมพ์เอเชีย, กรุงเทพฯ. 86 น.

โกษิต ดวงกระจ่าง. 2539. อิทธิพลของอุณหภูมิต่ำต่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลี. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

จานุลักษณ์ ขนบดี. 2541. การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก. พิมพ์ครั้งที่ 2.โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 204 น.

นพมณี โทปุญญานนท์, ปวีณา นวมเจริญ, พาวิน มะโนชัย และ สมบูรณ์ อนันตลาโภชัย. 2543. การชักนำการออกดอกของปวยเล็ง ด้วยโพแทสเซียมคลอเรต และ 5-azacytidine. บทคัดย่อการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ครั้งที่ 16 กรุงเทพฯ. 378 น.

นพมณี โทปุญญานนท์, ปวีณา นวมเจริญ, เพ็ญรัตน์ หงษ์วิทยากร และสมบูรณ์ อนันตลาโภชัย. 2544. ผลของโพแทสเซียมคลอเรทต่อการออกดอกของผักกาดขาวปลีในสภาพปลอดเชื้อ. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 1 วันที่ 11-13 กรกฎาคม 2544 ณ โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ กรุงเทพมหานคร. 180 น.

ประสิทธิ์ โนรี และ เกษม พิลึก. 2535. การทำให้ออกดอกพร้อมกันของผักกาดขาวปลี สายพันธุ์ B-18 และ E-17. ในรายงานการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติ ครั้งที่ 11 วันที่ 15-19 มกราคม 2535 ณ สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่.

พาวิน มโนชัย, วรินทร์ สุทนต์, วินัย วิริยะอลงกรณ์, เสกสันต์ อุสสหตานนท์ และนพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2542a. ผลของโพแทสเซียมคลอเรต ต่อการออกดอกของลำไยพันธุ์อีดอและสีชมพู. ในการสัมมนาเรื่องฮอร์โมนพืช เพื่อการผลิตไม้ผลนอกฤดูกาล วันที่ 9-11 มิถุนายน 2542 ณ โรงแรมพีแกรนด์ จังหวัดจันทบุรี น. 1-7.

พาวิน มโนชัย, วรินทร์ สุทนต์, วินัย วิริยะอลงกรณ์, เสกสันต์ อุสสหตานนท์ และ ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร. 2542b. การศึกษาผลของโปแตสเซียมคลอเรตต่อการออกดอกลำไย. เคหการเกษตร. 23 (2): 70-72

พิทักษ์ ปั้นทอง. 2542. สารกระตุ้นให้ลำไยออกดอกนอกฤดูโปแทสเซียมคลอเรต. เคหการเกษตร. 23 (2): 66-69.

สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. 2527. ฮอร์โมนพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. น. 30-33.

Demeulemeester, M.A.C. and M.P.de Proft. 1999. *In Vivo* and *In Vitro* Flowering Response of Chicory (*Cichorium intybus* L.) : Influence of Plant Age and Vernalization. Plant Cell Repo. 18: 781-785.

Finnegan, E.J., R.K. Genger, R.K. Peacock, J., and Dennis, E. 1998. DNA Methylation in Plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 49: 223-247.

Lang, A. 1965. Physiology of Flower Initiation. In Ruhland, W (ed).Encyclopedia of Plant Physiology. Springer – Verlag. Berlin. 1489-4536.

McDaniel, C.N. 1994. Photoperiodic induction, evocation and floral initiation. p.25-43. In: Greyson, R. I. (ed.). The development of flower. Oxford University Press, New York, Oxford.

Nonnecke, I.L. 1989. Vgetable Production. Van Nostrand Reinhold. New York. pp.375.

Internet website

Fieldes, M.A. and L.M. Amyot. 2001. Evaluating the Potential of using 5-Azacytidine as an Epimutagen. http:\\//Four\c\My%20Documents\15.htm

โครงการหลวง