



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ตามโครงการวิจัยที่ 3025 – 3409

งบประมาณปี 2547-2548

เรื่อง การเพิ่มคุณภาพผลผลิตสตรอเบอรี่

สำหรับการค้าเชิงอุตสาหกรรม

(improvement of strawberry quality for commercial industry)

โครงการย่อยที่ 1 การประยุกต์ใช้แคลเซียมและซิลิกา

ในการพัฒนาคุณภาพผลผลิตสตรอเบอรี่

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์ Narongchai Pipattanawong

รองหัวหน้าโครงการ

อานัฐ ตันโช

Arnat Tancho

ผู้ร่วมงานวิจัย

ยุพา ขันคำ

Yupa Kunkham

เวช เต้จ๊ะ

Vate Taeja

## บทคัดย่อ

ซิลิกอน (Si) และ แคลเซียม (Ca) ธาตุอาหารพืชที่มีบทบาทสำคัญด้านความแข็งแรงของพืชและช่วยส่งเสริมให้ผลผลิตมีความหวานเพิ่มขึ้น เป็นธาตุอาหารพืชที่เป็นธาตุเสริมประโยชน์ต่อพืชคือ ช่วยให้ท่อลำเลียงน้ำของพืชแข็งแรง ลดการคายน้ำผ่านผิวเคลือบคิวติน และขัดขวางการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืช ทดสอบกับสตรอเบอร์รี่ 2 สายพันธุ์ (พันธุ์พระราชทาน 50 และพันธุ์พระราชทาน 72) การใช้ซิลิกอนและแคลเซียมมีวัตถุประสงค์ให้พืชมีความต้านทานการทำลายของโรคแมลงเพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และปรับปรุงคุณภาพผลผลิต สถานีวิจัยคอกยปุ๋ย มวลนิธิโครงการหลวง โดยวางแผนการทดลองแบบ RDBD ศึกษาเปรียบเทียบแคลเซียมที่ 6 ระดับความเข้มข้นประกอบด้วย 0, 1000, 1500, 2000, 2500 และ 3000 ppm และซิลิกอนที่ 6 ระดับความเข้มข้นคือ 0, 100, 150, 200, 250 และ 300 ppm ตามลำดับ โดย ทดลองในสภาพระบบการปลูกพืชไร่ดิน โดยวัดจากลักษณะด้านการเจริญเติบโต ปริมาณและ คุณภาพผลผลิต สำหรับผลของซิลิกอนต่อ การเจริญเติบโต ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตพบว่า พันธุ์พระราชทาน 72 ซิลิกอนที่ความเข้มข้น 200 ppm มีพื้นที่ใบมากที่สุด และพันธุ์พระราชทาน 50 ซิลิกอนที่ความเข้มข้น 200 ppm สำหรับผลของซิลิกอนต่อคุณภาพของผลผลิตพบว่าไม่มีผลเปลี่ยนแปลงต่อคุณภาพผลผลิตซึ่งทางด้านความแน่นเนื้อ (Firmness) และเปอร์เซ็นต์ความหวาน (TSS) แต่พบว่าส่งผลต่อปริมาณผลผลิตทั้งน้ำหนัก และจำนวนผลโดยในพันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 150 ppm มีปริมาณน้ำหนักผลผลิตมากที่สุดและจำนวนผลโดยในพันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 200 ppm มีปริมาณจำนวนผลผลิตมากที่สุด พันธุ์พระราชทาน 50 ไม่มีแตกต่างทางสถิติด้านปริมาณผลผลิต และสำหรับแคลเซียมไม่มีผลเปลี่ยนแปลงต่อพื้นที่ใบและคุณภาพผลผลิตด้านความแน่นเนื้อของทั้ง 2 สายพันธุ์แต่พบว่าเปอร์เซ็นต์ความหวาน (TSS) มีมากขึ้นแปรผันตามระดับเข้มข้นแคลเซียมเพิ่มขึ้น

### Abstract

Silicon (Si) and Calcium (Ca) are the major plant nutrient effected and enhance vigor of plants and fruits quality. Otherwise, the advantage of the nutrients are increase effective of xylem and cutin as well as reduce infection of plant diseases and insect damage. The objectives of this experiment are to induce resistance mechanism in plant to plant diseases and insect damage that can reduce pesticide usage at Doi Pui station of Thai royal project. The experiment was designed in RCBD to comparison six concentrations of calcium, including 0, 1000, 1500, 2000, 2500 and 3000 ppm, respectively. Test plants were planted in hydroponics system and evaluation was based on vegetative growth, quality and quantity of fruits.

Effective of silicon to vegetative growth of plants in cultivar Praratchatan 72 at 200 ppm, founds leaf area was biggest compare with other treatment .The effect of silicon to fruit quantitative, found in cultivar Praratchatan 72 at 150 ppm was highest . Number of fruits, in cultivar Praratchatan 72 at 200 ppm was more than other treatment. Percentage of TSS was increase corresponded with calcium concentration. The result in cultivar Praratchatan 72 at 2000 ppm, showed % TSS was higher than other treatment as well as in cultivar Praratchatan 50 at 2000 ppm. The data was recorded on December 2004 and January-February 2005. However, the result showed percent TSS was increase corresponded with calcium concentration

## สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
ABSTRACT	(2)
สารบัญเรื่อง	(3)
สารบัญตาราง	(5)
สารบัญภาพ	(7)
สารบัญตารางภาคผนวก	(10)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
การตรวจเอกสาร	3
สตรอเบอรี่ ( <i>Fragaria</i> spp.)	3
ชนิดของสตรอเบอรี่ทั่วโลก	3
ชนิดของสตรอเบอรี่ที่ปลูกในประเทศไทย	3
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ และสัณฐานวิทยาของสตรอเบอรี่	4
วิธีการปลูกสตรอเบอรี่	8
โรคสำคัญของสตรอเบอรี่	11
แมลงและสัตว์ศัตรูสำคัญของสตรอเบอรี่ (Arthropod and Animal pest)	13
ธาตุอาหาร (Nutrition)	14
ผลของซิลิโคนที่มีต่อพืช	15
บทบาทของซิลิโคนต่อการผลิตสตรอเบอรี่	16
ผลของแคลเซียมที่มีต่อสตรอเบอรี่	16
บทบาทและความสำคัญของแคลเซียมที่มีต่อพืช	17
บทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอรี่	17
ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	18
อุปกรณ์	19
สารเคมี	19
วิธีดำเนินงานการวิจัย	19

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของแคลเซียมความเข้มข้นต่างๆต่อการผลิตสโตรเบอร์	20
การทดลองที่ 1.1 การศึกษาระดับความเข้มข้นของแคลเซียมต่อการผลิต สโตรเบอร์ในระบบการปลูกพืชไร้ดิน	20
การทดลองที่ 1.2 การศึกษาผลของแคลเซียมต่อการผลิตสโตรเบอร์ ในโรงเรือน	21
การทดลองที่ 1.3 การทดสอบผลของแคลเซียมต่อการผลิตสโตรเบอร์ ในสภาพไร่	22
การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของแคลเซียมต่อการผลิตสโตรเบอร์ ในระบบไร้ดิน	23
การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของซิลิกอนต่อการผลิตสโตรเบอร์ ในระบบไร้ดิน	24
ผลการวิจัยและวิจารณ์	25
การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของแคลเซียมความเข้มข้นต่างๆต่อการผลิตสโตรเบอร์	25
การทดลองที่ 1.1 การศึกษาระดับความเข้มข้นของแคลเซียมต่อการผลิต สโตรเบอร์ในระบบการปลูกพืชไร้ดิน	25
การทดลองที่ 1.2 การศึกษาผลของแคลเซียมต่อการผลิตสโตรเบอร์ ในโรงเรือน	32
การทดลองที่ 1.3 การทดสอบผลของแคลเซียมต่อการผลิตสโตรเบอร์ ในสภาพไร่	40
วิจารณ์ผลการทดลองที่ 1	60
การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของแคลเซียมต่อการผลิตสโตรเบอร์ในระบบ ไร้ดิน DRF	61
วิจารณ์ผลการทดลองที่ 2	72
การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของซิลิกอนต่อการผลิตสโตรเบอร์ในระบบไร้ดิน	73
วิจารณ์ผลการทดลองที่ 3	84
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	85
เอกสารอ้างอิง	86
ภาคผนวก	89

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลของแคลเซียมต่อการเจริญทางลำต้นของสตรอเบอรี่2สายพันธุ์ในระบบไฮโดรโปนิกส์	27
2	ผลของแคลเซียมต่อการเจริญทางลำต้นของสตรอเบอรี่2สายพันธุ์ในโรงเรือน	34
3	ผลของแคลเซียมต่อการเจริญทางลำต้นของสตรอเบอรี่2สายพันธุ์ในสภาพไร่	42
4	ผลของแคลเซียมต่อปริมาณและน้ำหนักผลผลิตสตรอเบอรี่ใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้สภาพการทดลองในระบบการปลูกพืชไร้ดิน DRF การปลูกในโรงเรือน และการปลูกในสภาพไร่ (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2546-มีนาคม 2548)	46
5.1	ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้สภาพการทดลองในระบบการปลูกพืชไร้ดิน DRF การปลูกในโรงเรือน และการปลูกในสภาพไร่ (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2546-มีนาคม 2548)	50
5.2	ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้สภาพการทดลองในระบบการปลูกพืชไร้ดิน DRF การปลูกในโรงเรือน และการปลูกในสภาพไร่ (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2546-มีนาคม 2548)	51
5.3	ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้สภาพการทดลองในระบบการปลูกพืชไร้ดิน DRF การปลูกในโรงเรือน และการปลูกในสภาพไร่ (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2546-มีนาคม 2548)	52
5.4	ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้สภาพการทดลองในระบบการปลูกพืชไร้ดิน DRF การปลูกในโรงเรือน และการปลูกในสภาพไร่ (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2546-มีนาคม 2548)	53
6	ผลของแคลเซียมต่อเปอร์เซ็นต์การตายของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ ในสภาพการทดลองระบบไร้ดินการทดลองในโรงเรือน และในสภาพไร่	58
7	ผลของแคลเซียมต่อการเจริญทางลำต้นของสตรอเบอรี่ 2 สายพันธุ์ในระบบไร้ดิน	62
8	ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้สภาพการทดลองในระบบการปลูกพืชไร้ดิน (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2547-กุมภาพันธ์ 2548)	66

## ตารางที่

## หน้า

- |    |  |    |
|----|--|----|
| 9  | ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้สภาพการทดลองในระบบการปลูกพืชไร่ดิน (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2547-กุมภาพันธ์ 2548)    | 70 |
| 10 | ผลของซิลิกอนต่อคุณภาพผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้สภาพการทดลองในระบบการปลูกพืชไร่ดิน (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2547-มกราคม 2548)         | 75 |
| 11 | ผลของซิลิกอนต่อคุณภาพผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้สภาพการทดลองในระบบการปลูกพืชไร่ดิน DRF (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2547-กุมภาพันธ์ 2548) | 78 |



ภาควิชาการสวนพฤกษศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสูงพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 1	28
2	ความกว้างพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 1	28
3	ความยาวก้านใบของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 1	29
4	พื้นที่ใบของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 1	29
5	ความสูงพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในโรงเรือนในการทดลองที่ 1.2	35
6	ความกว้างพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในโรงเรือนในการทดลองที่ 1.2	35
7	ความยาวก้านใบของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในโรงเรือนในการทดลองที่ 1.2	36
8	พื้นที่ใบของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในโรงเรือนในการทดลองที่ 1.2	36
9	ความสูงพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในการปลูกในไร่การทดลองที่ 1.3	42
10	ความกว้างพุ่มสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในไร่การทดลองที่ 1.3	43
11	ความยาวก้านใบพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพไร่การทดลองที่ 1.3	43
12	พื้นที่ใบพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพไร่การทดลองที่ 1.3	44
13	ปริมาณผลผลิตของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไร้ดิน โรงเรือน และสภาพไร่การทดลองที่ 1	47



ภาพที่		หน้า
14	ปริมาณผลผลิตของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไร่ดิน โรงเรือน และสภาพไร่การทดลองที่ 1	47
15	ความแน่นเนื้อของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไร่ดิน โรงเรือน และสภาพไร่การทดลองที่ 1(ธันวาคม 2546)	54
16	ความแน่นเนื้อของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไร่ดิน โรงเรือน และสภาพไร่การทดลองที่ 1 (มกราคม 2547)	54
17	ความแน่นเนื้อของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียม สภาพระบบไร่ดิน โรงเรือน และสภาพไร่การทดลองที่ 1 (กุมภาพันธ์ 2547)	55
18	ความแน่นเนื้อของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไร่ดิน โรงเรือน และสภาพไร่การทดลองที่ 1(มีนาคม 2547)	55
19	ความหวานของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไร่ดิน โรงเรือน และสภาพไร่การทดลองที่ 1(ธันวาคม 2546)	56
20	ความหวานของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไร่ดิน โรงเรือน และสภาพไร่การทดลองที่ 1(มกราคม 2547)	56
21	ความหวานของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไร่ดิน โรงเรือน และสภาพไร่การทดลองที่ 1(กุมภาพันธ์ 2547)	57
22	ความหวานของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไร่ดิน โรงเรือน และสภาพไร่การทดลองที่ 1(มีนาคม 2547)	57
23	อัตราการตายของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไร่ดิน โรงเรือน และสภาพไร่การทดลองที่ 1	59
24	ความสูงพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบการปลูกพืช ไร่ ดินในการทดลองที่ 2	63
25	ความกว้างพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร่ดินในการทดลองที่ 2	63

ภาพที่		หน้า
26	ความยาวก้านใบพุ่มของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 2	64
27	พื้นที่ใบของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 2	64
28	น้ำหนักของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 2	66
29	จำนวนผลของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 2	67
30	ความแน่นเนื้อผลสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบการปลูกพืช ไร้ดินในการทดลองที่ 2	71
31	ความหวานผลสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 2	71
32	32 ความสูงพุ่มของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซิลิกอนในระบบการปลูกพืช ไร้ดินในการทดลองที่ 3	75
33	ความกว้างพุ่มของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซิลิกอนในระบบการปลูกพืช ไร้ดินในการทดลองที่ 3	75
34	ความยาวก้านใบของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซิลิกอนในระบบการปลูกพืช ไร้ดิน ในการทดลองที่ 3	76
35	พื้นที่ใบของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซิลิกอนในระบบการปลูกพืช ไร้ดินในการทดลองที่ 3	76
36	น้ำหนักผลผลิตของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซิลิกอนในระบบการปลูกพืช ไร้ดินในการทดลองที่ 3	77
37	จำนวนผลของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซิลิกอนในระบบการปลูกพืช ไร้ดินในการทดลองที่ 3	79
38	ความแน่นเนื้อของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซิลิกอนในระบบการปลูกพืช ไร้ดินในการทดลองที่ 3	79
39	ความหวานของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซิลิกอนในระบบการปลูกพืช ไร้ดินในการทดลองที่ 3	83

## สารบัญภาคผนวก

		หน้า
ภาคผนวก ก.	การคำนวณปริมาณแคลเซียมและซิลิกอนที่ใช้ในการทดลอง	90
ภาคผนวก ข.	สารประกอบสำคัญในผลสตรอเบอร์รี่	91
ภาคผนวก ค.	ผลการวิเคราะห์แคลเซียมและซิลิกอนในใบสตรอเบอร์รี่	96
ภาคผนวก ง.	ภาพการทดลอง	97
ตารางภาคผนวก ข 1	องค์ประกอบทางโภชนาการที่สำคัญในผลสตรอเบอร์รี่	91
ตารางภาคผนวก ข 2	สารต่อต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในผลสตรอเบอร์รี่	92
ตารางภาคผนวก ข 3	ปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในผลสตรอเบอร์รี่ที่ยอมรับได้	92
ตารางภาคผนวก ข 4	แสดงประเทศที่มีการผลิตสตรอเบอร์รี่สูงสุดทั่วโลก	95
ตารางภาคผนวก ค 1	ผลการวิเคราะห์ซิลิกอนในใบสตรอเบอร์รี่	96
ตารางภาคผนวก ค 2	ผลการวิเคราะห์แคลเซียมในใบสตรอเบอร์รี่	96
ภาพภาคผนวก ง 1	แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 1	97
ภาพภาคผนวก ง 2	แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 1	97
ภาพภาคผนวก ง 3	แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 1	98
ภาพภาคผนวก ง 4	แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 1	98
ภาพภาคผนวก ง 5	แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพการทดลองที่ 1	99
ภาพภาคผนวก ง 6	แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพโรงเรือนการทดลองที่ 1	99
ภาพภาคผนวก ง 7	แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพไร่การทดลองที่ 1	100

ภาพภาคผนวก ง 8	แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพไร่การทดลองที่ 1	100
ภาพภาคผนวก ง 9	ผลการทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 2	101
ภาพภาคผนวก ง 10	ผลการทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 2	101
ภาพภาคผนวก ง 11	ผลการทดลองบทบาทของซิลิกอนต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 3	102
ภาพภาคผนวก ง 12	การทดลองบทบาทของซิลิกอนต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 3	102



คณะการทดลอง

## คำนำ

สตรอบเอรีเป็นไม้ผลเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมในการบริโภค ทั้งผลสดและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ อย่างมากเนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีสีสรรูปรางชวนมอง รสชาติ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีวิตามินซีสูงมาก และนับวันความนิยมบริโภคมีแต่จะสูงขึ้น จัดเป็นพืชที่มีอนาคตทางการตลาดชนิดหนึ่ง

การปลูกสตรอบเอรีนั้นปัจจุบันปลูกในแถบพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงรายของภาคเหนือซึ่งการปลูกสตรอบเอรีให้ได้ผลดีนั้นนอกจากการบำรุงรักษาจากผู้ปลูกอย่างใกล้ชิดแล้ว ต้องมีการกำจัดศัตรูพืชหลากหลายชนิดทั้งนก หนู โรค แมลงต่างๆ ทำให้เกษตรกรต้องพึ่งพาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่สูง กระทั่งก่อให้เกิดปัญหาทางสุขภาพที่แก่เกษตรกร ผู้บริโภค และ สารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมทั้งทางดิน น้ำ อากาศ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านนิเวศวิทยาอย่างกว้างขวาง ซึ่งเป็นที่ตระหนักในสังคมปัจจุบัน

ความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการบริโภคอาหารที่ปลอดภัยจากสารเคมีให้มากที่สุด และความมีสุขภาพที่ดีของเกษตรกรที่เป็นผู้ใช้สารเคมีเอง จึงมีทางเลือกเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีให้มากที่สุด โดยการใช้สารกำจัดศัตรูพืชจากธรรมชาติ เช่น การพ่นสะเดากการใช้ศัตรูธรรมชาติ ตัวห้ำ ตัวเบียน เชื้อจุลินทรีย์ มากำจัดโรคต่างๆ และการทำให้พืชแข็งแรง เพื่อให้มีความต้านทานโรค และแมลง โดยการให้สารอาหารหรือปุ๋ยแก่พืช จึงเป็นหนทางหนึ่งเพื่อการผลิตสตรอบเอรีอินทรีย์ และธาตุอาหารที่ได้รับความสนใจจากมีบทบาทโดดเด่นในการเสริมความแข็งแรงแก่เซลล์พืช เพื่อป้องกันโรคและแมลง ได้แก่ ซิลิกอนและแคลเซียม ซึ่งการวิจัยทางด้านธาตุอาหารชนิดนี้ในประเทศไทยยังไม่เป็นที่ปรากฏ

ปัจจุบันนักวิจัยได้หันมาสนใจธาตุอาหารรองมากขึ้น ได้แก่ ซิลิกอน และแคลเซียม เนื่องจากแคลเซียมมีผลกระทบต่อคุณภาพที่ของผลไม้ ผัก ไม้ตัดดอก และยี่ออายุพืช แคลเซียมเป็นส่วนหนึ่งของผนังเซลล์และช่วยในการเสริมสร้างความแข็งแรงของผนังเซลล์เท่ากับว่า แคลเซียมเป็นปัจจัยที่สำคัญของความคงทนและยี่ออายุผลผลิตได้ยาวนาน ในส่วนของซิลิกอนมีความสามารถในการปรับสภาพที่ดินให้มีความพรุนในตัวสูง มีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำที่ดี และช่วยรักษาสมดุลระหว่างปริมาณน้ำและอากาศในดิน โดยซิลิกอนเกิดในรูปไร้ผลึกเป็นซิลิกา (amorphous silica) ซึ่งบางส่วนละลายน้ำได้ในรูปซิลิกาซิกแอซิก ( $H_2SiO_4$ ) พืชจะนำไปใช้ในการสร้างผนังเซลล์ ทำให้พืชแข็งแรง สามารถต้านทานต่อเชื้อราและแมลงบางชนิดได้ บทบาทในการป้องกันการเข้าทำลายของศัตรูพืช โดยทั่วไป พบว่า มีบทบาทอย่างสูงในพืชตระกูลหญ้า (Graminea) และพืชตระกูลแตง (Cucumbiteceae) การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหาร

ซิลิกอนกับสตรอบอรี่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก บทบาทด้านป้องกันศัตรูพืชกับคุณภาพที่ของผลผลิตของสตรอบอรี่ จึงจำเป็นต้องทดสอบเพื่อหาหนทางในการเพิ่มคุณภาพที่ของสตรอบอรี่ และเพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้สารเคมีในการผลิตสตรอบอรี่ เพื่อประโยชน์ของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมต่อไป

ดังนั้นแนวทางในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อต้องการให้เกษตรกรให้ความสำคัญกับธาตุอาหารรองมากขึ้น โดยไม่เน้นเฉพาะธาตุอาหารหลักเพียงอย่างเดียวตามที่บริษัทปุ๋ยแนะนำ ซึ่งการวิจัยดังกล่าวจำเป็นต้องควบคุมธาตุอาหาร ปริมาณ และรูปของจุลธาตุที่พืชต้องการ จึงได้นำเทคนิคการปลูกพืชระบบไร้ดินมาใช้ในงานวิจัย เนื่องจากเทคนิคดังกล่าวสามารถควบคุมการใช้ธาตุอาหารของพืชได้ง่ายกว่าการปลูกในดิน ซึ่งมักจะพบความไม่สม่ำเสมอของธาตุอาหารในดินที่เกิดจากต้นกำเนิดที่แตกต่างกัน และควบคุม pH (ความเป็นกรด - ด่าง) ของดินได้ง่าย นอกจากนี้ยังควบคุมผลตกค้างของการมีธาตุอาหารสะสม (Residual effect) ในพืช ในดิน และในสภาพที่แวดล้อมจนเกิดเป็นพิษในระบบนิเวศน์ (อานันท์, 2546) จากจะใช้เทคนิคดังกล่าวแล้วยังได้ทดลองในแปลงธรรมชาติอีกด้วย

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาปริมาณของธาตุอาหารซิลิกอนและแคลเซียมที่เหมาะสมกับการผลิตสตรอบอรี่
2. สามารถใช้ปุ๋ยซิลิกอนและแคลเซียมได้อย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด
3. เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพที่ดีและค่อนข้างแข็งแรงทนทานต่อการขนส่งระยะไกลได้

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในอนาคต
2. เพื่อลดต้นทุนในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกระบวนการผลิตสตรอบอรี่
3. เพื่อเป็นพื้นฐานในการทดลองและวิจัยในขั้นต่อไป

## การตรวจเอกสาร

### สตรอเบอร์รี่ (*Fragaria* spp.)

สตรอเบอร์รี่เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็กเป็นที่รู้จักตั้งแต่คริสตศตวรรษที่ 1 ในยุคกรีกและโรมัน (สังคม, 2532) ในปัจจุบันสตรอเบอร์รี่นับเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญเนื่องด้วยคุณสมบัติเฉพาะตัวที่มีสีส้มสะดุดตามีคุณค่าทางวิตามินซีและมีไฟเบอร์สูง และเมื่อมีการปรับปรุงสตรอเบอร์รี่ให้มีรสชาติที่ดีในปัจจุบันทำให้สตรอเบอร์รี่เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั่วโลก

### ชนิดของสตรอเบอร์รี่ทั่วโลก

สตรอเบอร์รี่ในปัจจุบันมีหลากหลายชนิดทั้งสายพันธุ์ป่า หรือสายพันธุ์ดั้งเดิมและที่ และที่ผสมพันธุ์ขึ้นมาใหม่เพื่อเพิ่มคุณลักษณะที่ต้องการเช่น การปรับตัวให้เข้ากับสภาพที่แวดล้อมได้ดีหรือมีรสชาติ ตลอดจนสีที่ต้องการ โดยมีสายพันธุ์หลักดังนี้

#### 1. สตรอเบอร์รี่วูด (Wood strawberry; *Fragaria vesca*)

สตรอเบอร์รี่ที่มีโครโมโซมเป็น Diploid ถิ่นกำเนิดแถบซีกโลกเหนือเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพที่แวดล้อมได้กว้างขวาง ผลมีลักษณะยาวรีรูปไข่สีแดงสด นิยมเมล็ดนูนมีกลิ่นหอมมากจึงนิยมนำมาทำแยมที่มีรสชาติดี

#### 2. สตรอเบอร์รี่มัสกี (Musky; *F. elatior* Ehrh. = *F. moschata* Duch)

สตรอเบอร์รี่ที่มีโครโมโซมเป็น Hexaploid ถิ่นกำเนิดทางตอนเหนือของยุโรป จนถึงไซบีเรียพันธุ์พื้นเมืองที่สามารถทนต่อความหนาวเย็นได้ดี ผลมีลักษณะยาวรีรูปไข่ใหญ่กว่า *F. vesca* เล็กน้อย เมล็ดนูนออกมาสีแดงจางถึงแดงจัดมีความสุกสม่ำเสมอมีกลิ่นหอม เป็นพันธุ์ที่ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

#### 3. สตรอเบอร์รี่เวอจิเนียหรือสกาเลต (*F. virginiana* Duch)

สตรอเบอร์รี่ที่มีโครโมโซมเป็น Octoploid ถิ่นกำเนิดตะวันออกเฉียงเหนือของอเมริกามีลักษณะเด่นที่สามารถต้านทานต่อโรคและสภาพที่แวดล้อมต่าง ๆ ได้ดีชนิดหนึ่งผลมีขนาดใหญ่เป็น 2 เท่าของ *F. vesca* ผลมีลักษณะนูนมีสีจางถึงแดงจัดเนื้อผลสีขาว มีกลิ่นหอม รูปกลมถึงยาวรีมีเมล็ดฝัก ผลสุกเร็วทำให้มีช่วงการเก็บเกี่ยวที่ยาวนานผลมีความหวานคุณภาพที่ดี เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมนำมาเป็นแม่พันธุ์มากชนิดหนึ่ง

#### 4. สตรอเบอร์รี่ชิลเลียน (*F. chiloensis* Duch)

สตรอเบอร์รี่ที่มีโครโมโซมเป็น Octoploid ถิ่นกำเนิดชายฝั่งแปซิฟิกของทางเหนือของอเมริกา ซิลิ อาเจนตินา และฮาวาย มีลักษณะเด่นที่สามารถต้านทานต่อโรค แมลง และสภาพที่แวดล้อมต่าง ๆ ได้ดีชนิดหนึ่งผลมีขนาดเล็ก ถึงใหญ่ เนื้อผลสีขาว ผลมีรูปกลมถึงกลมแป้น เมล็ดมีทั้งฝักเล็กและนูน

#### 5. สตรอเบอร์รี่ไพน์ (*F. x ananassa* Duch)

สตรอเบอร์รี่ที่มีโครโมโซมเป็น Octoploid ถิ่นกำเนิดตะวันออกเฉียงเหนือของแปซิฟิกมีลักษณะเด่นคือผลมีขนาดใหญ่สีแดง เนื้อผลด้านในมีสีขาว ที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพที่แวดล้อมได้ดี เป็นที่มาจากการผสมพันธุ์ระหว่าง *F. chiloensis* x *F. Virginiana* (ณรงค์ชัย, 2543)

#### ชนิดของสตรอเบอร์รี่ที่ปลูกในประเทศไทย

สตรอเบอร์รี่ในประเทศไทยมาจากการนำเข้ามาจากต่างประเทศ มาทดลองปลูกตั้งแต่ปีพ.ศ. 2512 โดยดำเนินงานบทบาทสำคัญจากมูลนิธิโครงการหลวง โดยพันธุ์ที่นำมาปลูกจากปีพ.ศ. 2515 ได้แก่ พันธุ์พระราชทาน 13 (Cambridge) พันธุ์พระราชทาน 16 (Favorite) พันธุ์พระราชทาน 20 (Sequoia) ซึ่งพบว่าสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพที่แวดล้อมที่จังหวัดเชียงราย และ เชียงใหม่ได้ดี ต่อมาจึงใช้พันธุ์ไทโอคะ ซึ่งสามารถปรับตัวเจริญได้ในที่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 1,200 เมตร จึงเป็นพันธุ์หลักที่เกษตรกรเกือบทั้งหมดใช้ปลูกเป็นการค้าในขณะนั้นจนถึงในปัจจุบัน พันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้า ได้แก่ เนียวโฮ โคเฮอร์ เซลวา พันธุ์พระราชทาน 70 (Toyonoka) และ พันธุ์พระราชทาน 50 พันธุ์พระราชทาน 16 และพันธุ์พระราชทาน 20 ซึ่งสามารถปรับตัวเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่สูงเข้ามาแทน

#### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ และสัณฐานวิทยาของสตรอเบอร์รี่

สตรอเบอร์รี่จัดอยู่ในอันดับ Rosales ตระกูล (วงศ์) Rosaceae สกุล *Fragaria* จำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ  $n = 7$  (สังคม, 2532)

ลักษณะโดยทั่วไปของสตรอเบอร์รี่ ประกอบด้วยราก-ยอด ใบ ช่อดอก และผล สามารถผันแปรตามลักษณะแวดล้อมได้อย่างมาก นั่นคือ สตรอเบอร์รี่เป็นพืชที่มีการปรับตัวเข้ากับสภาพที่แวดล้อมได้ดีหรือกว้างขวางนั่นเอง



### การเจริญส่วนยอด (Shoot growth)

เนื้อเยื่อเจริญส่วนยอดนั้นมีทั้งที่เจริญเป็นใบ (ตรงโคนใบ) ไหลสาขาของลำต้น ซึ่งการเจริญเหล่านี้ขึ้นกับฤดูกาลสภาพที่แวดล้อมและพันธุ์ของสตรอเบอรี่

### ลำต้น (Crown)

ลำต้นของสตรอเบอรี่ (Crown) มีลักษณะสั้นโดยปกติมีความยาว 2.5 ซม. ส่วนนอกจะปกคลุมด้วยการซ้อนกันของหูใบ ลำต้น จะผลิตใบในบริเวณใกล้กันตามความยาวของ Stem axis ผลิตดอกตรงจุดปลายสุดของ Stem axis และผลิตรากตรงฐานของลำต้น

### ไหล (Runner หรือ Stolon)

ไหลประกอบไปด้วย 2 ข้อ และ 2 ปล้อง ไหลอาจมีความยาวหลายนิ้วโดยมีใบหรือตาที่ข้อแรก จัดเป็นลำต้นที่แท้จริงหรือสามารถลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร ไปกลับระหว่างต้นแม่ได้ ตาไหลคือตาข้าง (Axillary bud) ต้นแม่ต้นหนึ่งสามารถผลิตไหลได้ 10-15 เส้นต่อต้นแล้วแต่ความแข็งแรงของต้นแม่และสายพันธุ์สตรอเบอรี่

### ใบ (Leaves)

ใบส่วนใหญ่เป็น 3 ใบย่อย (Trifoliate) แต่บางพันธุ์อาจมี 4-5 ใบย่อยซึ่งตามปกติเป็นใบที่มีสายพันธุ์มาจาก *F. chiloensis* ใบย่อยหรือ Leaflets สามารถผันแปร รูปร่างเป็นทรงรีหรือทรงกลมได้ ทั้งผิวใบและก้านใบมีขนปกคลุม ซึ่งเป็นไปตามอายุและพันธุ์ของสตรอเบอรี่

การเรียงของใบเป็นแบบสลับกันไปลักษณะ 1/5 รอบลำต้น ใบที่ 6 ตำแหน่งจะตรงกับตำแหน่งที่ 1 ปากใบของ *F. chiloensis* มี 300-400 ปากใบ/ mm<sup>2</sup> บริเวณผิวใบด้านล่าง จะสูญเสียจากการคายน้ำของใบเท่ากับ 7.6 ซีซี ต่อพื้นที่ใน 100 ตารางเซนติเมตรซึ่งจะแปรผันไปตามสภาพที่อากาศและพันธุ์สตรอเบอรี่

### ราก (Root)

ระบบรากของสตรอเบอรี่แตกต่างกันมากในแต่ละชนิดและพันธุ์ ต้นสตรอเบอรี่อาจมีราก 20-30 ราก และมีรากแขนงเล็กๆ ถึง 1,000 ราก และสามารถยึดและหุดตัวได้ถึง 1 ซม. รากแขนงเล็กๆ มีบทบาทในการดูดน้ำและแร่ธาตุโดยตรง รากที่แก่มีการดูดธาตุอาหารเล็กน้อย รากแรกจะเจริญมาจากส่วนของลำต้นที่ฐานของใบแต่ละใบโดยประมาณใบละ 6 ราก รากจะงอกออกจากหูใบด้านล่างละ 3 ราก รากมีส่วนประกอบได้แก่

1. ปลายรากมีเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว
2. รากขนาดเล็กสีเขียวมีหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารโดยส่วนมาก ส่วนที่เป็นขนราก
3. Cork cell ที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงธาตุอาหารและน้ำเป็นส่วนใหญ่

วงจรชีวิตของราก รากของสตรอเบอร์รี่มีอายุ 1 ปี โดยมีสภาพที่แวดล้อมเป็นตัวจำกัดอายุให้สั้นยาวแตกต่างกันไป

#### การพัฒนาของตาดอก (Flower bud development)

ตาดอกจะพัฒนามาจากส่วนโคนใบ พัฒนาได้มากในช่วงฤดูใบไม้ร่วง การสร้างตาดอก จะเป็นผลมาจากช่วงแสงและสภาพที่วันสั้นและอุณหภูมิต่ำ โดยส่วนใหญ่และที่ปลูกในประเทศไทยจะเป็นประเภทนี้

#### ประเภทของช่อดอก (Inflorescences types)

ช่อดอกเป็นส่วนหนึ่งของลำต้นที่เปลี่ยนแปลง ชื่อของช่อดอกคือ 1 กลีบเลี้ยง (Bract) กลีบเลี้ยงบางครั้งจะประกอบด้วย 3 ใบย่อยและที่ช่อดอกต่อไปจะมีขนาดกลีบเลี้ยงลดลงตามลำดับ 1 ช่อดอกประกอบด้วย ดอก Primary 1 ดอก, ดอก secondary 2 ดอก, ดอก Tertiary 4 ดอก และดอก Quaternary 8 ดอก แต่สายพันธุ์ที่ต่างกันก็สามารถมีช่อดอกได้หลากหลายแบบเช่นกัน

#### โครงสร้างของดอก (Flower structure)

ดอกของสตรอเบอร์รี่ประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่

1. แกนกลางซึ่งเป็นส่วนเกสรตัวเมีย
2. กลีบเลี้ยงซึ่งเป็นส่วนที่ขยายจากส่วนของฐานของดอก
3. กลีบดอก
4. เกสรตัวผู้
5. เกสรตัวเมียโดยจะเรียงกันไปเช่นเดียวกัน การเรียงของตำแหน่งใบ

#### ประเภทของดอก (Flower type)

ดอกของสตรอเบอร์รี่มีได้หลายประเภทดังนี้

1. ดอกตัวผู้ (Male หรือ staminate)
2. ดอกสมบูรณ์เพศ (Perfect-flowered หรือ Hermaphrodite)
3. ดอกตัวเมีย (female หรือ Pistil late)

เกสรตัวผู้มักมีจำนวน 20 – 35 ดอก (หารด้วย 5 ลงตัว) เรียงเป็น 3 ชั้น ละอองเกสรมีชีวิตได้หลายสัปดาห์

เกสรตัวเมียถูกจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบรอบๆ ฐานรองดอก

ผลของสตรอเบอรี่ (Berry)

เมื่อดอกของสตรอเบอรี่ได้รับการผสมแล้ว ส่วน Ovule จะพัฒนาผลิตฮอร์โมนอย่างรวดเร็ว เนื้อรอบเมล็ดจะเริ่มพองผลแรกในช่อดอกจะมีขนาดผลโตที่สุดเรียงลำดับลดหลั่นกันมาจนถึงผล Quaternary ตามลำดับและปริมาณของเมล็ดต่อผลก็เช่นกันขนาดของผลจะขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาของช่อดอกในช่วงแรก
2. พื้นที่ใบที่มากทำให้ขนาดของผลดีไปด้วย
3. ตำแหน่งของดอก ดอกแรกๆ จะมีขนาดโตที่สุด
4. การแบ่งตัวและขยายตัวของเซลล์ในผล
5. ขนาดของช่องอากาศ (Air space) ภายในผล
6. พันธุ์ของสตรอเบอรี่ เช่นพันธุ์ *Fragaria X ananassa* posh มีผลขนาดใหญ่กว่า

พันธุ์ *F. nilgerensis* Schlecht. ส่วนที่รับประทานคือส่วนของฐานรองดอก (Receptacle)

### ปัจจัยการเจริญเติบโตของสตรอเบอรี่

1. ลักษณะทางพันธุกรรมของสตรอเบอรี่แต่ละสายพันธุ์
  2. สิ่งแวดล้อม
    - อุณหภูมิ พบว่าการสังเคราะห์กลิ่น (volatile compounds) จะเพิ่มขึ้นที่ 25°C /10°C อุณหภูมิในช่วงกลางวัน/กลางคืน การสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสจะมากที่สุดในอุณหภูมิกลางวัน 25°C และกลางคืน 15°C (Sanz et al., 2002)
    - ปริมาณน้ำที่ได้รับ
    - ความอุดมสมบูรณ์ของดินหรือความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช
    - แสงหรือช่วงแสง
    - อากาศการระบายอากาศที่ไม่ดีส่งผลต่อกระบวนการดูธาตุอาหารของพืช
- ย่อมลำบากการเจริญของสตรอเบอรี่ย่อมลดลง
- ศัตรูพืช ( วัชพืช โรค แมลง สัตว์อื่นๆ )
  - อื่นๆ เช่น ลูกเห็บ
3. การจัดการจากมนุษย์

## วิธีการปลูกสตรอเบอร์รี่ (Strawberry Cultivation)

ระบบปลูก ในการปลูกสตรอเบอร์รี่ได้มีการพัฒนาในรูปแบบต่างๆ หลายระบบตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่และสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน และปัจจัยจำกัดต่างๆ เช่น แรงงาน สภาพที่เศรษฐกิจของเกษตรกร กฎหมาย สังคม เทคโนโลยี ฯลฯ ซึ่งมีระบบปลูกหลักๆ ดังนี้

1. ระบบ Matted row เป็นการปลูกที่ให้ผลผลิตมากกว่า 1 ปี เนื่องจากปล่อยให้ต้นไหลเจริญจากต้นแม่แล้วปล่อยให้ต้นงอกเกี่ยวเกี่ยวผลผลิตได้ ในประเทศสก็อตแลนด์ใช้ 3,384 ต้น/ไร่ ในปีแรก และปีที่ 2 มี 7,692 ต้น/ไร่

2. ระบบ Annual hill เป็นระบบที่ปลูกบนแปลงปลูกที่ยกระดับจากพื้นดิน และให้เจริญ 1 ปี ซึ่งต้องเกิดไหลทิ้งตลอดช่วงอายุปลูก

3. ระบบ Synthetic ระบบนี้เป็นระบบที่ไม่ใช้ดิน (Soilless culture) อาจปลูกได้ในสารละลายและตัวกลางอื่นทั้งอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก, ขุยมะพร้าว) และอนินทรีย์ (ทราย, กรวด, rock wool) ตามความสะดวกและเหมาะสม ซึ่งการปลูกลักษณะนี้ต้องมีการควบคุมความชื้นของธาตุอาหารของสตรอเบอร์รี่ให้ครบถ้วนและปริมาณเหมาะสม ราคาใบ ความเป็นกรดเป็นด่าง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งจะส่งผลทางตรงและทางอ้อมแก่ ปริมาณและคุณภาพของสตรอเบอร์รี่ การปลูกระบบนี้ต้องอาศัยประสบการณ์และความเชี่ยวชาญของผู้ปลูกเป็นสำคัญ

ในการปลูกสตรอเบอร์รี่ให้ได้คุณภาพที่และผลตอบแทนที่ดีต้องมีการคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกพื้นที่ (Location)
2. การคัดเลือกสายพันธุ์ที่จะปลูก (Cultivars)
3. การจัดการและการเตรียมดิน
4. การดูแลระหว่างปลูก

1. การคัดเลือกพื้นที่ มีความสำคัญเป็นอย่างมาก พื้นที่ที่จะปลูกควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- เป็นพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายต่ำ
- พื้นที่ที่ดินมีโครงสร้างการระบายน้ำ อากาศดี
- พื้นที่ดังกล่าวไม่ควรมียุทธศาสตร์การระบาดของโรคหรือศัตรูพืชอย่างรุนแรง
- ดินมี pH เป็นกรดเล็กน้อย (5.5-6.5)

2. พันธุ์ที่ใช้ปลูก (Cultivars) ควรเป็นสายพันธุ์ที่มีการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี การคัดเลือกต้องพิจารณาถึงสภาพที่พื้นที่ ภูมิอากาศ ซึ่งหากการคัดเลือกมีประสิทธิผล สตรอเบอรี่ที่ปลูกก็จะเกิดตาดอก ติดผล ให้ผลผลิตที่ดีได้

### 3. การจัดการและการเตรียมดิน (Soil management and provision)

การจัดการดินให้มีสภาพที่เหมาะสมกับการผลิตสตรอเบอรี่ที่มีคุณภาพที่ดิน จะจัดการเพื่อให้ดินมีลักษณะสำคัญ 3 ประการคือ

1. ให้ดินมีโครงสร้างที่ดี
2. ธาตุอาหารเพียงพอเหมาะสม พืชสามารถดูดไปใช้ได้
3. น้ำหรือความชื้นในดินเหมาะสม

ซึ่งมีวิธีการได้หลายวิธีร่วมกันตามความเหมาะสมดังนี้

#### 3.1 มีการปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อ

- ตัดวงจรของ โรคและแมลงเนื่องจากพื้นที่ที่มีการใช้ต่อเนื่องมานานย่อมมีการสะสมของโรคและแมลงหรือแม้แต่วัชพืชด้วย

- เพิ่มธาตุอาหารพืชเช่นการปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อเพิ่ม Nitrogen หรือ อินทรีย์วัตถุแก่ดิน

3.2 ใช้ปุ๋ยคอก (Farm manures) ซึ่งปุ๋ยคอกนับเป็นประโยชน์แก่สตรอเบอรี่เป็นอย่างมาก เนื่องจาก

- ปุ๋ยคอกมีอินทรีย์วัตถุสูงซึ่งช่วยให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น

- มีธาตุอาหารและปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นประโยชน์แก่พืชได้อย่างเหมาะสม ซึ่ง ควรมีการใช้ปุ๋ยคอกขณะที่เตรียมดินก่อนปลูก (ในสถานที่ที่มีวัชพืชที่มีการจัดการแล้ว) สภาพที่ทั่วไปควรใช้ปุ๋ยคอก 2-4 ตัน/ไร่ และในสภาพที่ดินทรายอาจใช้ 12 ตัน/ไร่

3.3 การใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยเคมีที่มีการใช้ในปริมาณที่สูงที่สุดได้แก่ปุ๋ยไนโตรเจน เนื่องจากสตรอเบอรี่ต้องการไนโตรเจนในปริมาณที่สูง

การใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพที่ต้องมีกลวิธีดังนี้

- ปุ๋ยวิทยาศาสตร์หรือปุ๋ยเคมีควรใส่ก่อนปลูกล่วงหน้าระยะหนึ่งใส่ปุ๋ยในโตรเจน 4.5-9 กก./ไร่ หลังจากย้ายปลูกแล้ว 4-6 สัปดาห์

- การให้ปุ๋ย ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของดิน ประวัติที่ดิน และ ความต้องการของพืช

- การให้ปุ๋ยต้องอาศัยประสบการณ์ความเชี่ยวชาญดังนั้นจึงควรปรึกษา นักวิชาการให้เข้าใจถ่องแท้

#### 4. การดูแลระหว่างปลูก มีข้อควรปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

- ต้องมีการเตรียมดิน ให้มีวัชพืชน้อยที่สุด ไถพรวนให้ลึกและละเอียด พื้นที่มีการระบายน้ำและอากาศดี
- การปลูกสตอเบอรี่ในประเทศไทยที่ระดับ ( $\geq 800$  เมตร) ควรปลูกในช่วง 15 สิงหาคม – 15 กันยายน และพื้นที่ราบลงมาจากนั้น ควรปลูกในช่วง 15 กันยายน – 15 ตุลาคม และเวลาที่ปลูกควรเป็นช่วงเวลายืนหรือขณะแสงแดดไม่จัด และให้น้ำทันทีหลังการปลูก
- คัดเลือกต้นที่มีความแข็งแรงสมบูรณ์ให้มากที่สุด ระบบรากแข็งแรง เนื้อเยื่อส่วนต่างๆ สดใส โดยใช้ดินจากแหล่งเพาะพันธุ์ที่มีคุณภาพที่
- สายพันธุ์ที่นำมาปลูก ควรมีลักษณะความต้านทานต่อโรคและแมลงสำคัญทางเศรษฐกิจที่นักวิจัยปรับปรุงพันธุ์คัดเลือกแล้วรับรองผล
- ระยะเวลาและการจัดการระบบปลูก ในประเทศไทยจะเป็นการปลูกแบบยกร่องซึ่งนับเป็นระบบปลูกที่ทำให้สตอเบอรี่มีคุณภาพที่ดีและมีขนาดใหญ่ใน 1 ปี โดยจะมีเด็ดต้นไหลทิ้ง ทุก 2 สัปดาห์ เป็นอย่างต่ำ ซึ่งจะช่วยให้ลำต้นมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยให้มีระยะระหว่างต้น 25-30 ซม. ระหว่างแถว 45-50 ซม. นิยมปลูกเป็น 2 แถว เพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยว ยกร่องสูงจากระดับประมาณ 30 ซม. ซึ่งจะใช้ดินไหลประมาณ 8,000 ต้น/ไร่

5. การตกแต่งพืชก่อนปลูก (Setting the plant) ต้นไหลที่จะนำมาปลูกต้องมีการจัดการเด็ดข้อและไหลทิ้งให้หมด เด็ดใบแก่  $2/3$  ของเดิม ตัดรากที่ยาวเกิน 10 ซม. ออกไม่ควรกลบดินให้ท่วมยอดหรือเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดและไม่ให้รากโผล่พ้นจากระดับพื้นดิน

6. การคลุมแปลง การคลุมแปลงเป็นไปเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในดินเป็นสำคัญ (ในต่างประเทศ) และมีบทบาทในการรักษาความชื้น ลดปริมาณวัชพืช และช่วยถนอมผิวของผลผลิตให้สะอาดปราศจากโรคที่เกิดจากดินหากมีการสัมผัสกับดินที่มีความชื้นที่จะส่งเสริมให้ผลผลิตเสียหายได้

7. วัสดุคลุมแปลง มีหลายชนิด ทั้งเศษพืช เช่น ฟาง ใบตอง พลาสติกดำ ซึ่งพลาสติกในต่างประเทศคลุมเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิ ส่วนในไทยนิยมใช้ใบตองเนื่องจากช่วยให้คุณภาพที่ของผลผลิตดีที่สุด และภูมิอากาศแถบประเทศไทยนั่นเองการคลุมแปลงควรคลุมหลังจากปลูกไปแล้ว 2 สัปดาห์

8. การให้น้ำ เนื่องจากสตอเบอรี่เป็นพืชที่มีระบบรากตื้นไม่เกิน 30 ซม. ทำให้ต้องมีการให้น้ำมากเนื่องจากรากไม่สามารถลงลึกไปหาน้ำที่อยู่ในดินลึกมากได้ เนื่องจากรากไม่สามารถลงลึกไปหาน้ำที่อยู่ในดินลึกได้ ซึ่งหากสตอเบอรี่ได้รับปริมาณน้ำไม่เพียงพอจะกระทบ

ต่อปริมาณและคุณภาพที่ผลิตได้อย่างรุนแรง จึงควรมีระบบชลประทานที่ดี จัดการน้ำให้สตอเบอรี่อย่างเพียงพอได้

### การเก็บเกี่ยวและการคัดบรรจุ (Harvesting and Packing the Crop)

สตอเบอรี่เป็นผลไม้ที่ง่ายเมื่อสุกแล้ว การเก็บเกี่ยว จึงนับเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดขั้นตอนหนึ่ง เพื่อคงทั้งรสชาติและกลิ่นที่ดีผลคงรูปสวยงามฉะนั้น

1. ผู้เก็บเกี่ยวจำเป็นต้องระมัดระวังวิธีการเก็บ คือภาชนะมีความสะอาดไม่มีการปนเปื้อนของในขณะเก็บ จำนวนผู้เก็บเกี่ยวที่เหมาะสมคือ 2-4 คน/ไร่

2. การเก็บผลควรเก็บโดยช่วงเช้า ที่แดดยังไม่แรงและอุณหภูมิไม่สูงนัก เมื่อเก็บแล้วรีบนำเข้าร่มภาชนะบรรจุไม่ควรบรรจุทับซ้อนกันหลายชั้น เพื่อป้องกันการช้ำของผลและควรเก็บผลขณะที่ยังเขียว 75%

3. การจำแนกคุณภาพที่ผล (Grading the berries) การคัดขนาดคุณภาพที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าแก่ผลผลิตจึงนับเป็นขั้นตอนที่จำเป็นอย่างยิ่งขั้นตอนหนึ่งซึ่งการคัดเกรดหรือคุณภาพที่แบ่งตามน้ำหนัก ตามมาตรฐานของมูลนิธิโครงการหลวงเป็นดังนี้

สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

เกรด	น้ำหนัก (g)
พิเศษ	≥ 25
1	15 - 25
2	11 - 15
3	9 - 11
4	7 - 9

4. การบรรจุและการขนส่ง

สำหรับการบริโภคผลสดที่ผ่านการคัดเลือกแล้วควรบรรจุในภาชนะ พลาสติกใส หรือกล่องกระดาษแข็ง มีการรักษาอุณหภูมิให้ต่ำใกล้ 0°C เล็กน้อย เพื่อป้องกันโรคหลังการเก็บเกี่ยวเช่น โรคราสีเทาเป็นต้น (ฉรงค์ชัย, อ้างแล้ว)

### โรคสำคัญของสตอเบอรี่

1 โรคราสีเทา (Botrytis gray mold rot)

โรคราสีเทามีเชื้อสาเหตุคือ *Botrytis cinerea* Press ex Fr. เป็นโรคที่เกิดกับผลผลิตในสภาพที่มีความชื้นสูง (ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90%) ช่วงอุณหภูมิ 15-20° เซลเซียส

## 2. โรคแอนแทรคโนส (Anthracnose)

โรคแอนแทรคโนสมีเชื้อสาเหตุได้แก่ *Colletotrichum fragaria* Brooks., *C. dematium* (Pres: Fr) Grove, *C.acutatum* Simmonds, และ *gloeosporioides*. Penz. โดยเข้าทำลายทั้งไหล ลำต้น ก้านใบ และผลสตรอเบอรี่โดยหากปรากฏอาการที่ผลจะมีสีน้ำตาลดำ แผลกลม เนื้อผลยุบลง แล้วค่อยเน่าและกลายเป็นสีดำ ภายใน 2-3 วัน

ในลำต้น ก้านใบ อาการที่ปรากฏจะเหี่ยว รอยแผลฟังกัก กลมดำแล้วขยายทำลายเนื้อเยื่อไปเรื่อยๆ และจะระบาดได้ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 21°C

## 3. โรคใบจุด (Strawberry leafspot)

โรคใบจุดในสตรอเบอรี่ มีเชื้อสาเหตุเป็นเชื้อรา *Ramularia tulasnei* sacc ซึ่งเข้าทำลายในก้านใบ ก้านผล กลีบเลี้ยง โดยพัฒนาจากจุดเล็กๆ ม่วงอ่อนตามผิวใบย่อย (อ่อน) แล้วค่อยขยายใหญ่ขึ้น ตรงกลางเป็นสีเทาหรือขาวมีขอบแดงน้ำตาล มีรูปร่างกลมในใบและรูปรีในอวัยวะอื่น

## 4. โรคราแป้ง (Powdery mildew)

โรคราแป้ง พบเป็นปัญหากับผลของสตรอเบอรี่อย่างมาก มีเชื้อสาเหตุมาจาก *Sphaerotheca macularis* (Wallr. Ex Fr.) Jacz.f.sp. *fragariae* นอกจากที่ผลแล้วยังพบที่บริเวณใบ กลีบเลี้ยงยอดอ่อนโดยมีลักษณะสีขาวขึ้นที่หลังใบเชื้อมีการระบาดมากในช่วง 15 – 25°C และใบที่มีความชื้น 80% ขึ้นไป

## 5. โรคเหี่ยวและรากเน่า (Red stele)

โรคเหี่ยวและรากเน่า มีเชื้อสาเหตุคือ *Phytophthora fragariae* Hickman อาการของโรคพบจะลำต้นมีลักษณะแคะแกระ ใบแก่เหี่ยวแห้ง ใบใหม่เล็กลงก้านใบสั้น หากระบาดช่วงดอกผลผลที่ได้จะเล็กหากเมื่อทำลายรากแข็ง ต้นจะตายจากยอดลงมา โรคนี้จะมีการระบาดมากในพื้นที่ที่มีน้ำขังและ (ฉรมค้ำชั้ย, อ้างแล้ว)

6. โรคจากแบคทีเรีย โรคใบจุดเหลี่ยม จากเชื้อแบคทีเรียชื่อ *Xanthomonas fragariae* kenne-dyshing มีอาการเริ่มจากใบจุดเล็กๆ แผลได้ใบอมน้ำ จากนั้นขยายตัวกลายเป็นลักษณะเหลี่ยม ซึ่งถูกจำกัดพื้นที่โดยเส้นใบ แผลจะโปร่งแสงในสภาพที่ชื้น แผลจะเลอะจากเชื้อแบคทีเรียเมื่อแห้งจะกลายเป็นแผ่นบางสีขาว ซึ่งเป็นอาการบ่งชี้ของ angular Leaf spot นั้นเอง (ชูพงษ์, 2531)

## 7. โรคที่เกิดจากไวรัสและมีลักษณะคล้าย virus (Virus and Virus-like Diseases)



โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส นับเป็นโรคที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอย่างยิ่ง อีกทั้งการป้องกันแก้ไขจากโรคไวรัสนั้นยุ่งยากซับซ้อน ต้องใช้เทคนิควิธีการการดูแลใกล้ชิดและพิถีพิถันมาก ซึ่งไวรัสที่พบว่าสำคัญๆ มีดังนี้

- June yellows (JY) โดยถ่ายทอดจากการขยายพันธุ์ทางไหลละอองเกสรหรือเมล็ดเองทำให้เกิดอาการอ่อนแอให้ผลผลิต 50% จากปกติ

- Strawberry mottle virus (SMV) ถ่ายทอดโดยการระบาดเป็นเพลี้ยอ่อนสตรอเบอรี่ (*Chaetosiphon fragaefolli* (Ckll.) อาการของโรคเป็นจุดสีเหลืองปรากฏที่ใบ ทั้งพาหะและไวรัสสาเหตุมีได้มากกว่า

- Strawberry crinkle virus (SCV) นับเป็นโรคที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมาก ใบจะมีอาการหงิกงอหรือลักษณะอาการที่ปรากฏจะผันแปรไปตามสายพันธุ์ของสตรอเบอรี่เองและสายพันธุ์ (Strain) ของไวรัสเอง (ณรงค์ชัย, อ่างแล้ว)

#### แมลงและสัตว์ศัตรูสำคัญของสตรอเบอรี่ (Arthropod and Animal pest)

นอกเหนือจากโรค วัชพืชแล้ว แมลง หอยทาก และสัตว์ ศัตรูของสตรอเบอรี่มีหลายชนิดมากที่ก่อให้เกิดความเสียหายการผลิตสตรอเบอรี่ ทั้งด้านการทำลายให้เสียหายทางกายภาพที่ คุณภาพที่โดยตรงหรือ เป็นพาหะของสตรอเบอรี่เองซึ่งสัตว์ศัตรูที่สำคัญของสตรอเบอรี่มีดังนี้

1. เพลี้ยอ่อนสตรอเบอรี่ (Strawberry aphids, *Chaetosiphon* spp.) ลักษณะการทำลายจะอยู่ตรงส่วนเนื้อเยื่ออ่อนของสตรอเบอรี่ที่อยู่เหนือดิน โดยการดูดน้ำเลี้ยง ส่งผลให้พืชอ่อนแอ ทั้งยังเป็นพาหะของไวรัสอีกด้วย

2. ไร (Spider mites, *Tetranychus telaridus* L.) เมื่อไรชนิดนี้เข้าทำลายจะทำให้ใบมีสีน้ำตาลและค่อยๆ เหงื่อกรอบแล้วตายไปในที่สุดไวจะชอบลักษณะอากาศแห้ง

2. คีวัก (White grubs, *Phylaphaga decimlineata*. (SAY) ลักษณะการเข้าทำลายจะทำลายกินรากและส่วนของลำต้น

3. ทาก (Garden slugs, *Arion subfuscus*) ลักษณะการทำลายทำให้เกิดรูที่ผลของสตรอเบอรี่และมักเข้าทำลายในช่องที่มีอากาศชื้น

4. ไร้เดือนฝอย (Nematode Diseases) สตรอเบอรี่มีไร้เดือนฝอยเป็นศัตรูอยู่มากหลายสปีชีส์ ซึ่งนับเป็นตัวบั่นทอนการเจริญเติบโตของสตรอเบอรี่อย่างมาก ซึ่งจะฝังตัวในรากหรือลำต้นคอยดูดน้ำเลี้ยงทำให้ทำให้พืชขาดธาตุอาหารและเกิดเป็นผลแล้วโรคเชื้อรา แบคทีเรีย เข้ามาได้ง่ายอีกด้วย (ณรงค์ชัย, อ่างแล้ว)

## ธาตุอาหาร (Nutrition)

เนื่องจากธาตุอาหารมีความสำคัญต่อพืชทุกชนิดการขาดธาตุอาหารจึงมีผลกระทบ ต่อกระบวนการทางสรีระวิทยาเมตาบอลิซึมและเมื่อพืชขาดธาตุใดธาตุหนึ่ง (ธาตุอาหารจำเป็น) จน วิกฤตก็จะแสดงอาการปรากฏทางกายภาพที่ออกให้เห็นได้ (ยงยุทธ, 2543)

ผลการขาดธาตุอาหารของพืช หรือของสตรอเบอรี่เองจะปรากฏให้เห็นใบ แล้ว การเจริญเติบโตที่ลดลง พืชมีความอ่อนแอ การเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืชก็จะง่ายขึ้น และธาตุอาหารที่เป็นปัญหาต่อการผลิตสตรอเบอรี่มีดังนี้

1. ไนโตรเจน (N) สตรอเบอรี่ เป็นพืชมีความต้านทาน Nitrogen สูงในทุกระยะการ เจริญเติบโตโดย Nitrogen ในรูปของ  $\text{NO}_3$  สตรอเบอรี่ต้องการสูงไหล ช่วงขยายพันธุ์ (ออกดอก ออกผล) และในช่วงพัฒนาภาค สตรอเบอรี่ต้องการ  $\text{NH}_4^+$  มากในระยะนี้ การให้ปุ๋ยไนโตรเจนจึง เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการผลิตสตรอเบอรี่อย่างมาก (Arbbold and Mackown, 1997) หากสตรอ เบอรี่ขาดธาตุอาหาร (N, P และ K) การพัฒนาของสีและการสะสม แอนโทไซยานินของผลสตรอ เบอรี่ การขาด N จะทำให้ผลมีสีแดงเร็วกว่า เมื่อเทียบกับการขาด P และ K (Yoshida et al., 2002) อาการจะปรากฏเป็นสีส้มแดงในใบแก่ ขนาดรากเล็กและเบาบางน้ำหนักลดลง 50% ส่วนลำต้น ลดลง 60% (ณรงค์ชัย, อ้างแล้ว) และขนาดผลสตรอเบอรี่และสารฟีนอลเพิ่มขึ้นหากให้ปุ๋ย ไนโตรเจนในปริมาณที่เหมาะสม แต่หากปริมาณไนโตรเจนสูงเกินไปจะชักนำให้เกิดการเหี่ยว ใบ ความต้านทานต่อโรคและแมลงลดลงทำให้ผลเน่าง่าย วิตามิน ซี และความแน่นเนื้อลดลง (Nestby et al., 2003)

2. ฟอสฟอรัส (Phosphorus) พืชจะมีอาการเส้นใบสีเงินในใบแก่ระหว่างช่วงออก ดอก ลำต้นเล็กลง 65% ต้นไหลมีใบลดลงถึง 50% ใบมีสีเขียวเข้มจัดในใบย่อย ดอกและผลน้อยลง

3. โพแทสเซียม (Potassium) อาการขาดจะเกิดแก่ใบแก่ มีสีแดงเข้มตรงขอบใบ และมีสีเขียวเข้มตามฐานของใบย่อยแต่ละใบและทำให้ใบร่วง การเกิดรากลดลง เหี่ยวพบในช่วง ระหว่างการติดผล และผลที่ได้จะเหลวรสชาติจัดซืด โพแทสเซียมที่มากเกินไปจะลดขนาดผล คุณภาพที่ด้านความหวาน(Nestby et al., 2003)

4. ซัลเฟอร์ (Sulfur) การขาดธาตุซัลเฟอร์จะทำให้เกิดรอยสีน้ำตาลดำที่ปลายของ ใบแก่ และใบอ่อนเป็นสีเหลือง รากมีสีขาว น้ำหนักรากลดลง 20% โดยประมาณ ลำต้นอ้วนแขนง น้อย มีการผลิตไหลน้อยและขนาดไหลกับเล็กลงน้ำหนักไหลลดลง 75%

5. แมกนีเซียม (Magnesium) การให้แมกนีเซียมช่วยเพิ่มขนาดผลได้ (Nestby et al. , 2003)อาการขาดธาตุมองไม่เห็นเด่นชัดนัก นอกจากใบจะมีขอบใบแดงถึงม่วงหรือสีน้ำตาลใบแก่

แล้วค่อยลูกกลมไปยังกลางใบและโคนของเส้นกลางใบ น้ำหนักรากลดลง 25% และชักนำให้ผลชิดได้

6. แคลเซียม (Calcium) อาการขาดจะทำให้พืชมีปลายใบไหม้ยอดไหม้ เนื้อเยื่อเจริญทางปลายรากปลายยอดเสียหาย ระบบรากถูกทำลายครั้งหนึ่ง ใบตายมีสีน้ำตาล ดอกเล็ก ผลเล็กแข็งกระด้าง มีรสชาติเปรี้ยว

7. โบรอน (Boron) ลักษณะอาการที่ใบอ่อนจะคล้ายกับอาการขาดแคลเซียมรากและรากแขนงสั้นลง ขอบใบมีสีเหลืองเป็นคลื่นลดการสร้างละอองเกสรผลของสตรอเบอรี่ที่ได้ขนาดเล็กคุณภาพที่ต่ำ

8. เหล็ก (Iron) ใบอ่อนมีสีเหลืองใบเล็กลง ระบบรากมีสีเหลืองลำต้นลดลงครั้งหนึ่ง ขนาดและการพัฒนาของใบลดลงเกือบ 50%ผลผลิตลดลง

9. สังกะสี (Zinc) มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์โปรตีนและป้องกันการสะสมฟิโนลิกซึ่งเป็นสารที่ยับยั้งกิจกรรมของออกซินและเป็นส่วนประกอบสำคัญที่สุด อย่างหนึ่งของสตรอเบอรี่ (Nestby et al., 2003) การขาดธาตุสังกะสี ใบอ่อนจะหยักเป็นสีเขียวใบแก่เป็นสีเหลืองในบางพันธุ์พบใบเป็นสีม่วง (ฉรงค์ชัย, อ่างแล้ว)

10. แมงกานีส (Manganese) อาการขาด ลดขนาดของผล

11. โมลิบดีนัม (Molybdenum) ไม่มีผลต่อขนาดผลแต่การใช้โมลิบดีนัมช่วยเพิ่มวิตามิน ซี และน้ำตาล (Nestby et al., 2003)

### ผลของซิลิกอนที่มีต่อพืช

มีรายงานถึงการใช้หินภูเขาไฟ ช่วยในการปรับสภาพที่ดินให้มีความพรุนในตัวยุวมักคุณสมบัติในการดูดซึมที่ดี และช่วยรักษาสมดุลระหว่างปริมาณน้ำและอากาศในดิน นอกจากนี้หินภูเขาไฟดังกล่าว มักมีธาตุซิลิกาเกิดในรูปไร้ผลึก (amorphous silica) ซึ่งบางส่วนละลายน้ำได้ในรูปซิลิซิกแอซิด ( $H_2SiO_4$ ) พืชจะนำไปใช้ในการสร้างผนังเซลล์ ทำให้พืชแข็งแรง สามารถต้านทานต่อเชื้อราและแมลงบางชนิดได้ นอกจากนี้ยังพบว่าซิลิกาสามารถจับอนุมูลของสารพิษ (มักมีไฮโดรเจนหรือธาตุประจุบวก) ที่เชื้อโรคขับคายออกมา เพื่อย่อยสลายผนังเซลล์ของพืชเพื่อเอื้ออำนวยต่อการติดเชื้อ (infection) ของเชื้อสาเหตุโรคนั้นๆ ทำให้ยับยั้งการทำงานของสารพิษ สารพิษได้ การใช้ประโยชน์จาก ซิลิกอน เพื่อบทบาทในการป้องกันการเข้าทำลายของศัตรูพืช เป็นที่แพร่หลายทั่วไปซึ่งส่วนใหญ่การใช้ซิลิกอน มีบทบาทอย่างสูงในพืชตระกูลหญ้า (Graminea) และพืชตระกูลแตง (Cucumbiteceae) ซึ่ง ซิลิกอน จะเป็นตัวช่วยสร้างความแข็งแกร่งให้แก่เซลล์ของพืช (ติดเขียวเล็บ) ซึ่งจะเกิดเป็นผลึกซิลิกาแหลมคมบริเวณผิวของใบและทุกส่วนของพืชตระกูลแตง

และบริเวณขอบใบของพืชตระกูลหญ้า ซึ่งสามารถลดการเข้าทำลายของศัตรูพืชบางชนิด เช่น โรคจากเชื้อรา หรือแมลงปากดูด บางชนิดได้

1. ซิลิกอนเสริมความแข็งแรงของเซลล์พืชโดยกระบวนการที่ประหยัดพลังงานมากกว่าการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ ซึ่งใช้พลังงาน ATP เป็นอัตราส่วน 1:20 โดยที่ให้ผลเท่ากัน
2. ซิลิกอนช่วยให้ผนังเซลล์มีสภาพที่ยืดหยุ่น(elasticity)ระหว่างที่เซลล์ขยายขนาด
3. ช่วยให้ใบตั้งรับแสงได้ดีกว่าพืชที่มีใบโค้งลง
4. ลดการล้มน้ำในต้นข้าวที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนสูงซึ่งมักมีความอ่อนแอ
5. ป้องกันการเข้าทำลายของโรคและแมลงเข้าทางรากและใบ
6. ป้องกันความเป็นพิษของธาตุเหล็กและแมงกานีสโดยมีบทบาทลดความเป็นพิษของแมงกานีสได้เนื่องจากซิลิกอนช่วยให้แมงกานีสกระจายสม่ำเสมอทั่วใบ (ยงยุทธ, 2543)

#### บทบาทของซิลิกอนต่อการผลิตสตรอเบอรี่

สำหรับในสตรอเบอรี่เอง การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ธาตุอาหาร ซิลิกอน กับสตรอเบอรี่ ยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก แต่ Lieten และคณะ ได้ทดลองในช่วง ค.ศ. 1993-1999 เกี่ยวกับผลของซิลิกอน กับส่วนสัมพันธ์กับสีของผลสตรอเบอรี่ ส่วนบทบาทด้านป้องกันศัตรูพืชกับคุณภาพที่ของผลผลิตของสตรอเบอรี่ จึงจำเป็นต้องทดสอบ เพื่อหาหนทางในการเพิ่มคุณภาพที่ผลผลิตของสตรอเบอรี่และเพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้สารเคมีในการผลิตสตรอเบอรี่ เพื่อประโยชน์ของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมต่อไป

#### ผลของแคลเซียมที่มีต่อสตรอเบอรี่

แคลเซียมนับเป็นธาตุอาหารที่มีความเป็นพิษกับพืชต่ำ แม้ว่าพืชจะได้รับแคลเซียมมากเกินไปก็ตาม แคลเซียมมีรูปที่เป็นประโยชน์กับพืชคือ  $Ca^{2+}$  และเป็นธาตุอาหารที่มีการนำมารักษาคุณภาพที่ผลผลิตอย่างกว้างขวางเช่นมีการใช้แคลเซียมและ โบรอนเพื่อคุณภาพที่ของลูกพลับ (Plich, 2002) การใช้ แคลเซียมและแมกนีเซียม เพื่อให้แอปเปิ้ลอร่อยและลดกระบวนการทางสรีระวิทยาและผลด้านการต้านทานโรค (Huguet, 1980; Brown et al., 1998. Ernani et al., 2002. Kahu, 2002)

## บทบาทและความสำคัญของแคลเซียมที่มีต่อพืช

แคลเซียมมีบทบาทกับกระบวนการทางเมตาบอลิซึมของพืชที่สำคัญและน่าสนใจ ดังนี้

1. แคลเซียมกับการมีเสถียรภาพที่ของผนังเซลล์ แคลเซียมเพกเตตในมิดเดิลลาเมลลา มีบทบาทสำคัญทำให้ผนังเซลล์ เนื้อเยื่อและต้นพืชแข็งแรง ซึ่งพืชจะเจริญได้ดีได้เมื่อน้ำ เซลล์มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงและขณะเดียวกันต้องมีปริมาณมากพอในเนื้อเยื่อพืชด้วย และแคลเซียมยังช่วยป้องกันการย่อยสลายของมิดเดิลลาเมลา ซึ่งเอนไซม์พอลิกลาแลกตูโรเนส (polygalacturonase) มีหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการสลายสารเพกเตตกิจกรรมของเอนไซม์จะถูกยับยั้งเมื่อมีแคลเซียมความเข้มข้นสูง ซึ่งปริมาณแคลเซียมเพกเตตในผนังเซลล์นั่นเองที่เป็นข้อมูลบ่งชี้ถึงความต้านทานของพืชต่อการทำลายของเชื้อรา หรือยึดเวลาการสุกของผลก็ได้

2. การยึดตัวของเซลล์และกระบวนการหลังการแคลเซียมภายนอกจะทำให้หน้าที่เกี่ยวกับการยึดตัวของรากคือจะช่วยถ่วงดุลและป้องกัน ไอออนอื่นที่มีความเข้มข้นสูงในสารละลายก่อความเสียหายแก่เยื่อหุ้มเซลล์ หากรากขาดแคลเซียมจากสารละลายธาตุอาหารจะหยุดการยึดตัว ภายในเวลา 2-3 ชั่วโมง การหลั่งเมือกของรากหวมจากจะแปรผันไปตามกับระดับของแคลเซียมภายนอกเซลล์นอกจากนี้ รากพืชที่ถูกลดแคลเซียมจะไม่ตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของโลกอีกด้วย

3. แคลเซียมกับการสร้างเสถียรภาพที่ของเยื่อแคลเซียมทำให้เยื่อหุ้มเซลล์มีเสถียรภาพที่เพราะเป็นสะพานเชื่อมระหว่างฟอสเฟตกับหมู่คาร์บอกซิล และ โปรตีนตรงบริเวณผิวของเยื่อเนื้อเยื่อที่ขาดแคลเซียมจะเยื่อขาดบูรณภาพที่ ก่อให้เกิดความเสียหายคือ อัตราการหายใจสูง มีการรั่วไหลของซบสเตรตจากแวกคิวโอ เช่น แคลเซียมมีผลต่อสรีรวิทยาและเมตาบอลิซึมในไม้ผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วน โครงสร้างเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ (Zocchi and Mignani, 1995 Schlegel et al., 2002)

4. บทบาทในการรักษาสมดุลของประจุบวกประจุลบและการควบคุมด้านแรงดันออสโมติกในเซลล์ แคลเซียมออกซาเลตของพืชบางชนิดยังช่วยควบคุมมิให้ความดันออสโมซิส ของแวกคิวโอเพิ่มขึ้น และการควบคุมบทบาทด้านการควบคุมออสโมซิสในการปิดเปิดของปากใบในใบทาง และใบสะดุ้งในตอนกลางคืน (ยงยุทธ์, 2543)

## บทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่

แคลเซียมเป็นธาตุที่สตรอเบอร์รี่มีความต้องการสูงมากในช่วงออกดอก และติดผล สตรอเบอร์รี่ (Chow et al., 1992) มีการใช้  $\text{CaCl}_2$  ในการปรับปรุงคุณภาพที่ของสตรอเบอร์รี่แช่แข็ง

และ แยมสโตรเบอร์ การใช้  $\text{CaCl}_2$  ร่วมกับ Pectin Methyl Esterase (PME) มาใช้ก่อนการแช่แข็ง (Suutarinen et al., 2002)

ในประเทศไทยได้มีการนำมาใช้กับสโตรเบอร์ เพื่อชะลอการสูญเสียความแน่น เนื้อของผลผลิต โดยการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ทางใบกับสโตรเบอร์ก่อนการเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์พบว่าผลสโตรเบอร์หลังการเก็บเกี่ยวมีการเน่าเสียช้าลงเนื่องจากแคลเซียมมีผลต่อการยับยั้งขบวนการ senescence โดยลดกิจกรรมเบื้องต้นของ metabolism เช่น อัตราการหายใจการผลิต เอธิลีนของผลผลิต

### ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Soilless culture) หรือมักนิยมเรียกอีกอย่างว่า ไฮโดรโปนิคส์ โดยความหมายที่กำหนดโดย องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) การปลูกพืชในสารละลาย วัสดุปลูก ที่เป็นสารเฉื่อย เช่น กรวด ทราย ฯลฯ หรือวัสดุปลูกที่เป็นสารอินทรีย์ธรรมชาติ เช่น ปุ๋ยหมัก ขี้เลื่อย ฯลฯ

การปลูกพืชในระบบไร้ดิน ทำให้จำนวนผลผลิตเพิ่มมากกว่าการปลูกในดินโดยปกติ ซึ่งหลีกเลี่ยงปัญหาข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปัญหาการสารเคมี และศัตรูพืชที่ระบาดสะสมตกค้างในดิน ที่เป็นเหตุให้ ผลผลิตของพืชลดลง อีกทั้งการปลูกพืชไร้ดินยังมีข้อได้เปรียบ คือ การจัดการควบคุมปริมาณธาตุอาหารพืช ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า อีกทั้งยังมีการจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการปลูกพืชไร้ดิน (อานัฐ , 2548)

## วิธีดำเนินงานวิจัย

### อุปกรณ์การวิจัย

1. สตรอเบอรี่ (*Fragaria* sp.) พันธุ์ 50 และ 72 จาก สถานีวิจัยคอกบูน
2. อุปกรณ์ชุดปลูกสตรอเบอรี่ไฮโดรโปนิกส์
3. เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC meter)
4. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH meter)
5. วัสดุปลูกสตรอเบอรี่ในดิน
6. ถังจุ่มทรายน้
7. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Electrical balance)
8. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
9. เครื่องวัดความหวานของผลผลิต (Hand refractometer)
10. เครื่องวัดความแน่นเนื้อของผลผลิต (Digital force gauge)
11. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

### สารเคมี

1. สารเคมีที่ใช้ในระบบการปลูกพืชไร้ดิน
2.  $\text{CaCl}_2$
3.  $\text{SiO}_2$
4.  $\text{HNO}_3$
5.  $\text{NaOH}$

### วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองใช้ซิลิซิกแอซิกและแคลเซียมคลอไรด์ ในการผลิตสตรอเบอรี่เป็นการทดสอบทั้งในสภาพที่กลางแจ้งสภาพที่ไร้ดิน และในโรงเรือนเพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมกับการผลิตสตรอเบอรี่ให้มีคุณภาพต่อไป

## การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของแคลเซียมความเข้มข้นต่างๆ ต่อการผลิตสตรอเบอรี่

ในการทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ธาตุอาหารแคลเซียมมาปรับปรุงคุณภาพที่และปริมาณผลผลิตของสตรอเบอรี่ โดยมีหัวข้อศึกษาดังนี้

### การทดลองที่ 1.1 การศึกษาระดับความเข้มข้นของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอรี่ในระบบ

#### การปลูกพืชไร้ดิน

1. การปลูกสตรอเบอรี่พระราชทาน 50 และ 72 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมและสำหรับกินสด เพื่อศึกษาปริมาณแคลเซียมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต และผลผลิตที่มีคุณภาพที่

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารแคลเซียมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสตรอเบอรี่ โดยตรวจวัดจากลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพที่ของสตรอเบอรี่ในช่วงพัฒนาและช่วงขยายพันธุ์

2. เตรียมสารละลายธาตุอาหาร สำหรับสตรอเบอรี่

3. เตรียมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์สำหรับทดสอบ โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) จำนวน 6 สิ่งทดลอง (Treatment) 2 สายพันธุ์ 5 ซ้ำๆ ละ 6 ต้นดังนี้

ใช้สตรอเบอรี่ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ 50 และ 72

สิ่งทดลองที่ 1  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 0.00%

สิ่งทดลองที่ 2  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 0.90%

สิ่งทดลองที่ 3  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 1.80%

สิ่งทดลองที่ 4  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 2.70%

สิ่งทดลองที่ 5  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 3.60%

สิ่งทดลองที่ 6  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 4.50%

โดยฉีดพ่นหลังจากปลูกแล้ว 14 วัน อัตราต้นละ 1 มิลลิลิตรทุก 14 วัน

4. แล้วหลังจากฉีดพ่นไปแล้วเก็บข้อมูลทางด้านพัฒนาการ ทุก 14 วัน โดยเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้ พื้นที่ใบ ความสูงต้น ความยาวก้านใบ ความยาว และกว้างทรงพุ่ม

5. เก็บใบพืชมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารแคลเซียม

6. เมื่อสตรอเบอรี่ติดผลแล้ว บันทึกลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพที่ ของผลผลิต



## การทดลองที่ 1.2 การศึกษาผลของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในโรงเรือน

1. การปลูกสตรอเบอร์รี่พระราชทาน 50 และ 72 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม และสำหรับกินสดเพื่อศึกษาปริมาณแคลเซียมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและผลผลิตที่มีคุณภาพที่

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารแคลเซียมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสตรอเบอร์รี่โดยตรวจวัดจากลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพของสตรอเบอร์รี่ในช่วงพัฒนาและช่วงขยายพันธุ์

2. เตรียมดินสำหรับปลูกสตรอเบอร์รี่

3. เตรียมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์สำหรับทดสอบ โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) จำนวน 6 สิ่งทดลอง (Treatment) 2 สายพันธุ์ 5 ซ้ำๆ ละ 6 ต้นดังนี้

ใช้สตรอเบอร์รี่ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์พระราชทาน 50 และ 72

สิ่งทดลองที่ 1  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 0.00%

สิ่งทดลองที่ 2  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 0.90%

สิ่งทดลองที่ 3  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 1.80%

สิ่งทดลองที่ 4  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 2.70%

สิ่งทดลองที่ 5  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 3.60%

สิ่งทดลองที่ 6  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 4.50%

โดยฉีดพ่นหลังจากปลูกแล้ว 14 วัน อัตราต้นละ 1 มิลลิลิตรทุก 14 วัน

4. แล้วหลังจากฉีดพ่นไปแล้วเก็บข้อมูลทางด้านพัฒนาการ ทุก 14 วัน โดยเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้ พื้นที่ใบ ความสูงต้น ความยาวก้านใบ ความยาวและกว้างทรงพุ่ม

5. เก็บใบพืชมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารแคลเซียม

6. เมื่อสตรอเบอร์รี่ติดผลแล้ว บันทึกลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพที่ของผลผลิต

### การทดลองที่ 1.3 การทดสอบผลของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอรี่ในสภาพที่ไร่

1. การปลูกสตรอเบอรี่พระราชทาน 50 และ 72 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม และสำหรับกินสดเพื่อศึกษาปริมาณแคลเซียมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและผลผลิตที่มีคุณภาพที่

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารแคลเซียมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสตรอเบอรี่ โดยตรวจวัดจากลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพที่ของสตรอเบอรี่ในช่วงวัฒนธรรมและช่วงขยายพันธุ์

2. เตรียม ดิน สำหรับปลูกสตรอเบอรี่

3. เตรียมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์สำหรับทดสอบ โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) จำนวน 6 สิ่งทดลอง (Treatment) 2 สายพันธุ์ 5 ซ้ำๆ ละ 6 ต้นดังนี้

ใช้สตรอเบอรี่ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์พระราชทาน 50 และ 72

สิ่งทดลองที่ 1  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 0.00%

สิ่งทดลองที่ 2  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 0.90%

สิ่งทดลองที่ 3  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 1.80%

สิ่งทดลองที่ 4  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 2.70%

สิ่งทดลองที่ 5  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 3.60%

สิ่งทดลองที่ 6  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 4.50%

โดยฉีดพ่นหลังจากปลูกแล้ว 14 วัน อัตราต้นละ 1 มิลลิตรทุก 14 วัน

4. แล้วหลังจากฉีดพ่นไปแล้วเก็บข้อมูลทางด้านวัฒนธรรม ทุก 14 วัน โดยเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้ พื้นที่ใบ ความสูงต้น ความยาวก้านใบ ความยาวและกว้างทรงพุ่ม

5. เก็บใบพืชมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารแคลเซียม

6. เมื่อสตรอเบอรี่ติดผลแล้ว บันทึกลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพที่ของผลผลิต

## การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอรี่ในระบบไร่ดิน

1. การปลูกสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 และ 72 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมและสำหรับกินสด เพื่อศึกษาปริมาณแคลเซียมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต และผลผลิตที่มีคุณภาพที่

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารแคลเซียมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสตรอเบอรี่ โดยตรวจวัดจากลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพที่ของสตรอเบอรี่ในช่วงวัฒนธรรมและช่วงเจริญพันธุ์

2. เตรียม สารละลายธาตุอาหาร สำหรับสตรอเบอรี่

3. เตรียมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์สำหรับทดสอบ โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) จำนวน 6 สิ่งทดลอง (Treatment) 2 สายพันธุ์ 5 ซ้ำๆ ละ 6 ต้นดังนี้

ใช้สตรอเบอรี่ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์พระราชทาน 50 และ 72

สิ่งทดลองที่ 1  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 0 ppm.

สิ่งทดลองที่ 2  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 1000 ppm.

สิ่งทดลองที่ 3  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 1500 ppm.

สิ่งทดลองที่ 4  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 2000 ppm.

สิ่งทดลองที่ 5  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 2500 ppm.

สิ่งทดลองที่ 6  $\text{CaCl}_2$  ให้มีความเข้มข้นของแคลเซียม 3000 ppm.

โดยฉีดพ่นหลังจากปลูกแล้ว 14 วัน อัตราต้นละ 1 มิลลิลิตรทุก 14 วัน

4. แล้วหลังจากฉีดพ่นไปแล้วเก็บข้อมูลทางด้านวัฒนธรรม ทุก 14 วัน โดยเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้ พื้นที่ใบ ความสูงต้น ความยาวก้านใบ ความยาวและกว้างทรงพุ่ม

5. เก็บใบเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารแคลเซียม

6. เมื่อสตรอเบอรี่ติดผลแล้วบันทึกลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพที่ของผลผลิต

### การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของซิลิกอนต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในระบบไร้ดิน

1. การปลูกสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 50 และ 72 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม และสำหรับกินสด เพื่อศึกษาปริมาณซิลิกอนที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต และผลผลิตที่มีคุณภาพที่

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารซิลิกอนที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสตรอเบอร์รี่ โดยตรวจวัดจากลักษณะเชิงปริมาณ และคุณภาพที่ของสตรอเบอร์รี่ ในช่วงพัฒนาภาคและช่วงขยายพันธุ์

2. เตรียมสารละลายธาตุอาหารสำหรับสตรอเบอร์รี่

3. เตรียมสารละลายซิลิกอนสำหรับทดสอบ โดยวางแผนการทดลองแบบ

Randomize Complete Block Design (RCBD) จำนวน 6 สิ่งทดลอง (Treatment) 2 สายพันธุ์ 5 ซ้ำๆ ละ 6 ต้นดังนี้

ใช้สตรอเบอร์รี่ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ 50 และ 72

สิ่งทดลองที่ 1  $\text{SiO}_2$  ให้มีความเข้มข้นของซิลิกอน 0 ppm.

สิ่งทดลองที่ 2  $\text{SiO}_2$  ให้มีความเข้มข้นของซิลิกอน 100 ppm.

สิ่งทดลองที่ 3  $\text{SiO}_2$  ให้มีความเข้มข้นของซิลิกอน 150 ppm.

สิ่งทดลองที่ 4  $\text{SiO}_2$  ให้มีความเข้มข้นของซิลิกอน 200 ppm.

สิ่งทดลองที่ 5  $\text{SiO}_2$  ให้มีความเข้มข้นของซิลิกอน 250 ppm.

สิ่งทดลองที่ 6  $\text{SiO}_2$  ให้มีความเข้มข้นของซิลิกอน 300 ppm.

โดยฉีดพ่นหลังจากปลูกแล้ว 14 วัน อัตราต้นละ 1 มิลลิตรทุก 14 วัน

4. แล้วหลังจากฉีดพ่น ไปแล้วเก็บข้อมูลทางด้านพัฒนาภาค ทุก 14 วัน โดยเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้ พื้นที่ใบ ความสูงต้น ความยาวก้านใบ ความยาวและกว้างทรงพุ่ม

5. เก็บใบพืชมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารแคลเซียม

6. เมื่อสตรอเบอร์รี่ติดผลแล้ว บันทึกลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพที่ของผลผลิต

### การบันทึกข้อมูล

1. ข้อมูลการวิเคราะห์ด้านวัฏภาค (Vegetative growth)
  - พื้นที่ใบ จากสูตรการหาพื้นที่ใบ = กว้าง x ยาว x 0.75 x 3
  - ความสูงต้น
  - ความกว้างพุ่ม
  - ความยาวพุ่ม
  - ความยาวก้านใบ
2. ข้อมูลด้านคุณภาพที่ผลผลิต
  - น้ำหนักผล
  - ความหวาน
  - ความแน่นเนื้อ
3. อัตราการตาย

### ผลการวิจัยและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของแคลเซียมความเข้มข้นต่างๆ ต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่

การทดลองที่ 1.1 การศึกษาระดับความเข้มข้นของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในระบบการปลูกพืชไร้ดิน

การศึกษาระดับความเข้มข้นของแคลเซียมต่อการเจริญเติบโตและลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพที่ผลผลิตของสตรอเบอร์รี่เป็นดังนี้

#### (1) ความสูงพุ่ม

จากการทดลองเปรียบเทียบความสูงของพุ่มสตรอเบอร์รี่ที่ความเข้มข้นแคลเซียมต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ

สตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมความเข้มข้น 3.6, 4.5 เปอร์เซ็นต์ มี ความสูงพุ่มมากที่สุดคือ 11.7 และ 10.44 เซนติเมตรตามลำดับ โดยความเข้มข้น 0, 0.9, 1.8, 2.7 เปอร์เซ็นต์ ของแคลเซียมมีความสูงรองลงมาคือ 9.70, 9.35, 9.00 และ 10.40 เซนติเมตร ตามลำดับ

สตรอบอรีพันธุ์พระราชทาน 50 แคลเซียมความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงที่สุด คือ 12.82 เซนติเมตร รองลงมาที่ความเข้มข้นของแคลเซียม 0.9, 1.8, 2.7, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความสูง 7.26, 7.88, 7.63, 7.9 และ 8.18 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

## (2) ความกว้างพุ่ม

จากการทดลองเปรียบเทียบความกว้างทรงพุ่มสตรอบอรีที่แคลเซียมความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ของแคลเซียมแต่ละความเข้มข้น

สตรอบอรีพันธุ์พระราชทาน 72 ที่แคลเซียมความเข้มข้น 2.7 เปอร์เซ็นต์มีความกว้างพุ่มมากที่สุดคือ 19.23 เซนติเมตร รองลงมาคือแคลเซียมความเข้มข้น 0.9, 4.5, 3.6, 1.8 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีความสูง 18.33, 18.14, 17.88, 17.90 และ 17.63 ตามลำดับ

สตรอบอรีพันธุ์พระราชทาน 50 ที่แคลเซียมความเข้มข้น 4.5 เปอร์เซ็นต์มีความกว้างพุ่มมากที่สุดคือ 19.92 เซนติเมตร รองลงมาคือแคลเซียมความเข้มข้น 1.8, 0.9, 3.6, 2.7 และ 0 เปอร์เซ็นต์ คือ 16.59, 15.95, 15.79, 15.78 และ 15.57 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 1)

## (3) ความยาวก้านใบ

จากการทดลองเปรียบเทียบความยาวก้านใบสตรอบอรี ที่แคลเซียมความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในพันธุ์พระราชทาน 72 และมีความแตกต่างทางสถิติในพันธุ์พระราชทาน 50

พันธุ์พระราชทาน 72 ที่แคลเซียมความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีก้านใบยาวที่สุดคือ 6.28 เซนติเมตรรองลงคือแคลเซียมความเข้มข้น 1.8, 0, 2.7, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ มีก้านใบยาว 6.16, 6.07, 5.81, 5.80 และ 5.45 เซนติเมตรตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ที่แคลเซียมความเข้มข้น 3.6, 1.8, 0.9, 4.5 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ มีก้านใบยาวกว่า คือ 7.00, 6.91, 6.76, 6.57 และ 5.91 เซนติเมตรตามลำดับ และที่แคลเซียมความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ มีก้านใบสั้นที่สุดทางสถิติคือ 4.91 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

## (4) พื้นที่ใบ

จากการทดลองเปรียบเทียบความเข้มข้นแคลเซียมทางด้านพื้นที่ใบสตรอบอรี พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติทั้ง 2 สายพันธุ์

พันธุ์พระราชทาน 72 ที่แคลเซียมความเข้มข้น 2.7 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ใบมากที่สุดคือ 164.70 ตารางเซนติเมตร และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสตรอบอรีที่ความเข้มข้นแคลเซียม

3.6, 1.8 และ 0 เปอร์เซ็นต์โดยมีพื้นที่ใบเท่ากับ 162.32, 160.97 และ 156.67 ตารางเซนติเมตร แต่แตกต่างกันทางสถิติกับ สตรอเบอร์รี่ที่ระดับแคลเซียม 4.5 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ที่มีพื้นที่ใบน้อยที่สุดคือ 136.16 และ 131.33 ตารางเซนติเมตร

พันธุ์พระราชทาน 50 ที่ระดับแคลเซียมความเข้มข้น 3.6 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ใบมากที่สุดคือ 176.23 ตารางเซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกับแคลเซียมความเข้มข้น 4.5, 0.9, 1.8 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ใบเท่ากับ 166.12, 163.32, 157.31 และ 154.60 ตารางเซนติเมตร แต่แตกต่างกันกับ สตรอเบอร์รี่ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 0 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ใบต่ำสุดคือ 136.51 ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 1)

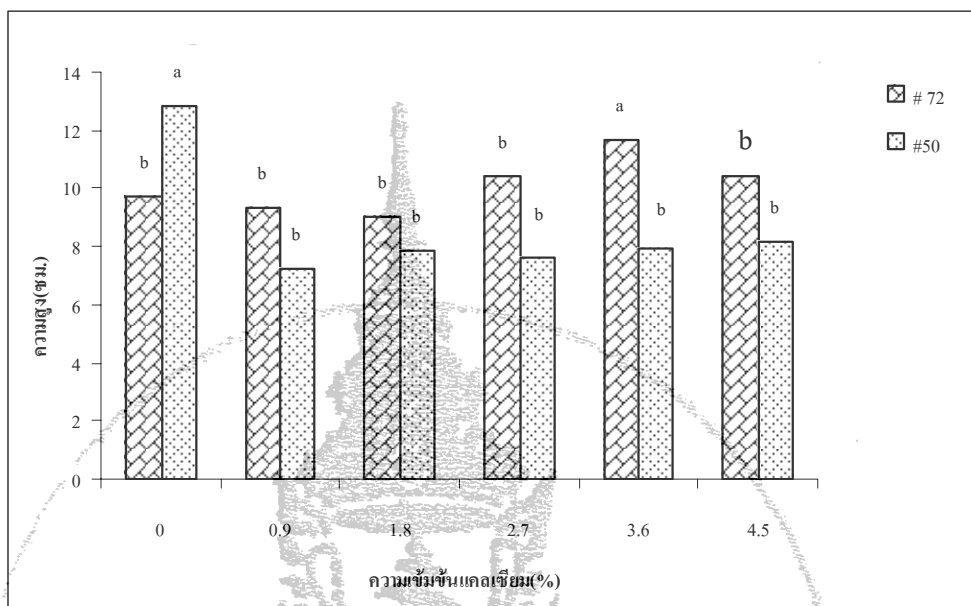
**ตารางที่ 1** ผลของแคลเซียมต่อการเจริญทางลำต้นของสตรอเบอร์รี่ 2 สายพันธุ์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์

ตัวรับทดลอง (%แคลเซียม)	ความสูงพุ่ม		ความกว้างพุ่ม		ความยาวก้านใบ		พื้นที่ใบ	
	(เซนติเมตร)		(เซนติเมตร)		(เซนติเมตร)		(ตารางเซนติเมตร)	
	# 72	# 50	# 72	# 50	# 72	# 50	# 72	# 50
0	9.70 <sup>bz</sup>	12.82 <sup>a</sup>	17.63	15.57	6.07	4.91 <sup>b</sup>	156.67 <sup>ab</sup>	136.51 <sup>b</sup>
0.9	9.35 <sup>b</sup>	7.26 <sup>b</sup>	18.33	15.95	6.28	6.76 <sup>a</sup>	131.33 <sup>c</sup>	163.32 <sup>a</sup>
1.8	9.04 <sup>b</sup>	7.88 <sup>b</sup>	17.88	16.59	6.16	6.91 <sup>a</sup>	160.97 <sup>a</sup>	157.31 <sup>ab</sup>
2.7	10.4 <sup>b</sup>	7.63 <sup>b</sup>	19.23	15.78	5.81	5.91 <sup>a</sup>	164.70 <sup>a</sup>	154.60 <sup>ab</sup>
3.6	11.70 <sup>a</sup>	7.9 <sup>b</sup>	17.90	15.79	5.80	7.00 <sup>a</sup>	162.32 <sup>a</sup>	176.23 <sup>a</sup>
4.5	10.44 <sup>ab</sup>	8.18 <sup>b</sup>	18.14	19.92	5.45	6.57 <sup>a</sup>	136.16 <sup>c</sup>	166.12 <sup>a</sup>
F-test	*	*	ns	ns	ns	*	*	*
C.V. (%)	9.85	10.25	8.57	13.69	10.87	15.65	21.84	32.14

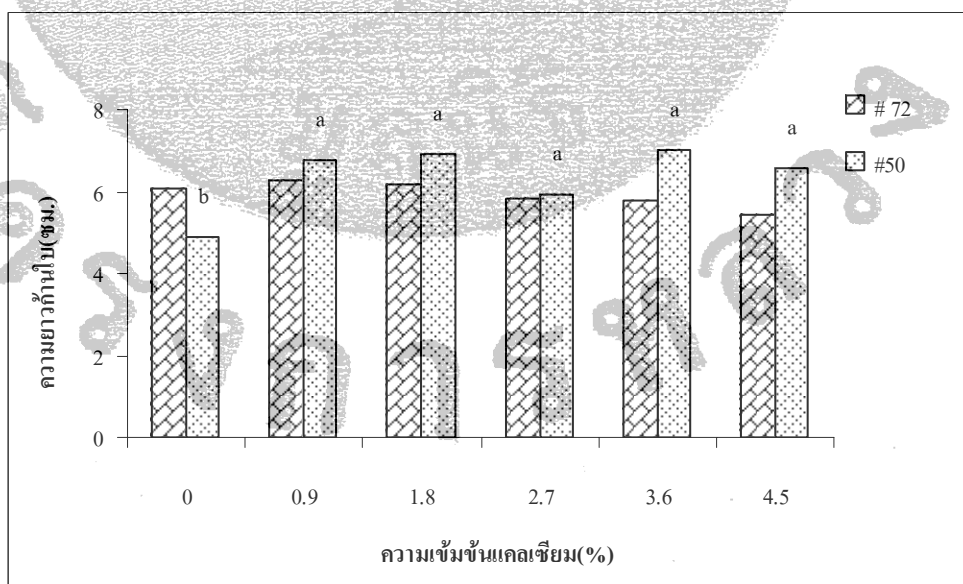
<sup>z</sup>เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

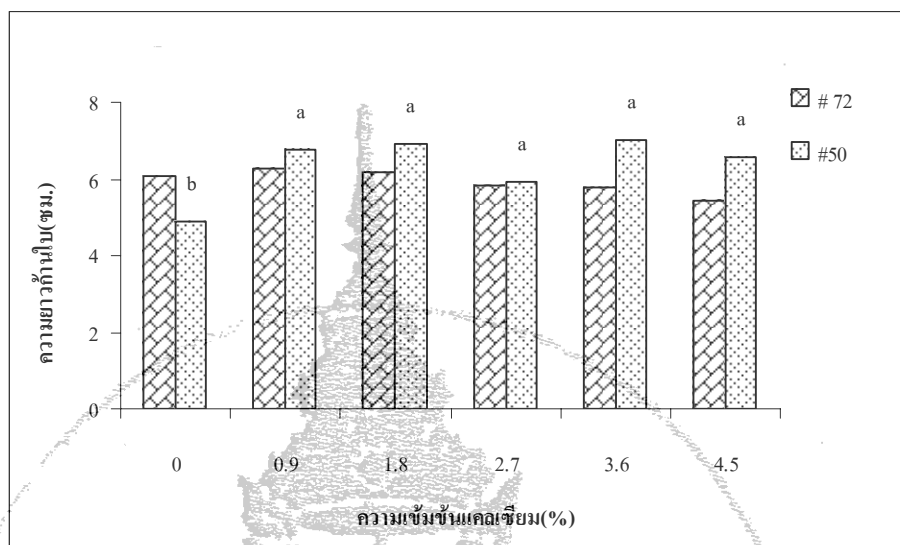


ภาพที่ 1 ความสูงพุ่มของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 1

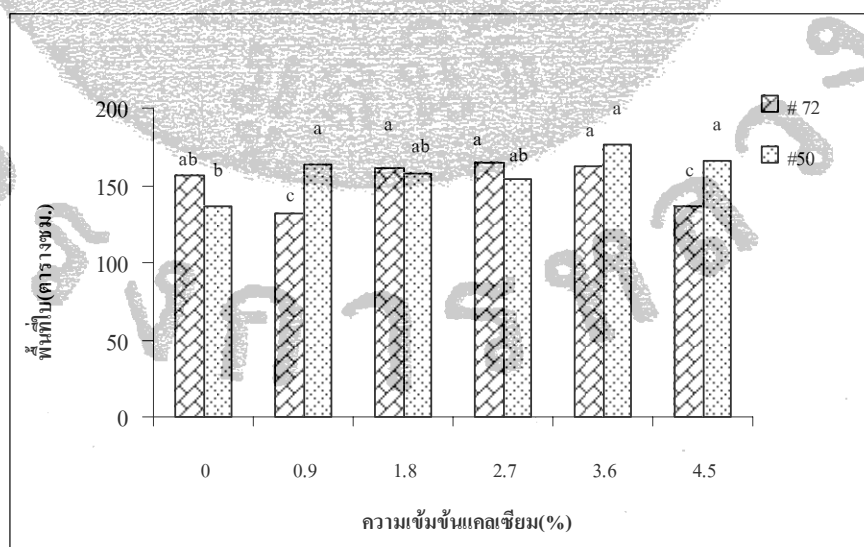


ภาพที่ 2 ความกว้างพุ่มของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 1





ภาพที่ 3 ความยาวก้านไ้บของสตรอบเอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร่ดินในการทดลองที่ 1



ภาพที่ 4 พื้นที่ไ้บของสตรอบเอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร่ดินในการทดลองที่ 1

### (5) ปริมาณน้ำหนักรวมผลผลิต

จากการทดลองเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตสตรอเบอรี่โดยเฉลี่ยแล้วพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติในพันธุ์พระราชทาน 72 แต่ในพันธุ์พระราชทาน 50 ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ

สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้นแคลเซียม 0 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์ให้ผลผลิตมากที่สุดคือ 120.11 และ 98.21 กรัม รองลงมาอยู่ที่ระดับแคลเซียม 1.8 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ คือให้ผลผลิต 54.36 และ 40.12 กรัม และที่ระดับความเข้มข้นแคลเซียม 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตต่ำสุดคือ 31.74 และ 21.25 กรัม

พันธุ์พระราชทาน 50 ความเข้มข้นแคลเซียม 0 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตมีน้ำหนักดี ที่สุดคือ 45.21 กรัม รองลงมาคือ 0.9 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ซึ่งให้ผลผลิตเท่ากับ 35.28 และ 30.12 กรัม ตามลำดับ แต่ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 2.7, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่ให้ผลผลิต (ตารางที่ 4)

### (6) จำนวนผล

จากการทดลองเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตสตรอเบอรี่พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติในพันธุ์พระราชทาน 72 แต่ในพันธุ์พระราชทาน 50 ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ

สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ความเข้มข้นแคลเซียม 0 เปอร์เซ็นต์ให้จำนวนผลมากที่สุดคือ 26.24 ผล รองลงมาอยู่ที่ระดับแคลเซียม 0.9 เปอร์เซ็นต์ คือให้ผลผลิต 21.46 ผล และที่ระดับความเข้มข้นแคลเซียม 1.8, 2.7, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตต่ำสุดคือ 8.65, 7.32, 8.05 และ 5.02 ผล ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ความเข้มข้นแคลเซียม 0 เปอร์เซ็นต์ให้จำนวนผลมากที่สุดคือ 17.25 ผล รองลงมาอยู่ที่ระดับแคลเซียม 0.9 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ คือให้จำนวนผล 15.34 และ 12.47 ผลตามลำดับ และที่ระดับความเข้มข้นแคลเซียม 2.7, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่ให้ผลผลิต (ตารางที่ 4)

### (7) ความหวาน

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความหวานของผลผลิตสตรอเบอรี่เมื่อได้รับความเข้มข้นแคลเซียมต่างๆ กันในเดือนธันวาคม 46- มีนาคม 47 พบว่าในเดือนธันวาคม 47 ความหวานของผลผลิตสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่ในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 47 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และในเดือน มีนาคม 47 สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน

72 ไม่ให้ผลผลิต และการทดสอบในพันธุ์พระราชทาน 50 ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ ตลอดการทดลอง และในเดือนมกราคม-มีนาคม 47 พันธุ์ พระราชทาน 50 ไม่ให้ผลผลิต

พันธุ์พระราชทาน 72 ในเดือนธันวาคม ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 1.8 เปอร์เซ็นต์ มีความหวานเปอร์เซ็นต์ น้ำตาลมากที่สุดคือ 13.40 รองลงมาเป็นที่ระดับแคลเซียม 3.6, 0.9, 2.7 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 12.85, 12.63, 12.17 และ 11.2 ตามลำดับ ซึ่งมีความหวานมากกว่าที่ แคลเซียมความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ โดยมี เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 9.24 อย่างมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 5.1)

เดือนมกราคม แคลเซียมระดับความเข้มข้น 4.5 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากที่สุดคือ 12.14 รองลงมาเป็นแคลเซียมระดับ 0.9, 1.8, 3.6, 0 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำตาล 11.63, 10.50, 10.41, 10.24 และ 10.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)

เดือนกุมภาพันธ์ระดับแคลเซียมที่ให้ความหวานหรือ เปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากที่สุด อยู่ที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์ คือมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 11.54 รองลงมาเป็น 3.6, 1.8, 0.9, 0 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 10.35, 10.24, 10.13, 10.12 และ 9.63 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3)

พันธุ์พระราชทาน 50 ในเดือนธันวาคม ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 1.8 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากที่สุดคือ 9.63 รองลงมาเป็นแคลเซียมระดับความเข้มข้น 0.9 และ 0 เปอร์เซ็นต์ คือมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาล 9.45 และ 8.63 ตามลำดับ และที่ความเข้มข้น 2.7- 4.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่ให้ผลผลิต (ตารางที่ 5.4)

#### (8) ความแน่นเนื้อผลผลิต

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ของแคลเซียมแต่ละความเข้มข้น ของทั้ง 2 พันธุ์ สตรอเบอรี่และในเดือนมีนาคม 47 สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ไม่ให้ผลผลิต และในเดือนมกราคม- มีนาคม 47 พันธุ์ พระราชทาน 50 ไม่ให้ผลผลิต

พันธุ์พระราชทาน 72 เดือนธันวาคม ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 0.47 N. รองลงมาได้แก่ แคลเซียมความเข้มข้น 1.8, 3.5, 2.7, 0 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.41, 0.36, 0.35, 0.35 และ 0.29 N.ตามลำดับ (ตารางที่ 5.1)

เดือนมกราคมพันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมความเข้มข้น 3.6 มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 0.42 N. รองลงมาเป็นแคลเซียมความเข้มข้น 1.8, 4.5, 0.9, 0 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.41, 0.35, 0.35, 0.32 และ 0.31 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)

เดือนกุมภาพันธ์ พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 0.45 N. รองลงมาเป็นความเข้มข้น 4.5, 0.9, 1.8, 2.7 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.41, 0.40, 0.39, 0.37 และ 0.36 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.4)

พันธุ์พระราชทาน 50 เดือนธันวาคม ที่ความเข้มข้น แคลเซียม 1.8 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 0.52 N.รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้นแคลเซียม 0 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อ 0.50 และ 0.47 N. ตามลำดับ

### (9) อัตราการตาย

จากการทดสอบผลของแคลเซียมที่มีผลต่ออัตราการตายของสตรอเบอร์พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติในพันธุ์พระราชทาน 72 แต่ในพันธุ์พระราชทาน 50 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

พันธุ์พระราชทาน 72 ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ก่อให้เกิดต้นสตรอเบอร์ตายมากที่สุดคือ 4.5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการตายถึง 69.63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับแคลเซียมความเข้มข้น 3.6 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอัตราการตาย 66.75 และ 55.43 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีอัตราการตายที่แตกต่างทางสถิติกับแคลเซียมความเข้มข้น 1.8 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการตายเท่ากับ 40.56 โดยระดับความเข้มข้นแคลเซียมที่ทำให้สตรอเบอร์ตายน้อยที่สุดทางสถิติ คือ 0.9 และ 0 เปอร์เซ็นต์ อัตราการตายเท่ากับ 19.23 และ 20.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

พันธุ์พระราชทาน 50 ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ก่อให้เกิดต้นสตรอเบอร์ตายมากที่สุดคือ 3.6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการตายถึง 98.96 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็น 2.7, 4.5, 1.8, 0.9 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการตายเท่ากับ 97.47, 97.00, 95.16, 95.04 และ 90.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

## การทดลองที่ 1.2 การศึกษาผลของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์ในโรงเรือน

### (1) ความสูงพุ่ม

จากการทดลองเปรียบเทียบความสูงของพุ่มสตรอเบอร์ที่แคลเซียมความเข้มข้นต่างๆพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงพุ่มมากที่สุด คือ 11.43 เซนติเมตร รองลงมาเป็นแคลเซียมที่ 0, 1.8, 2.7, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงเท่ากับ 11.18, 11.09, 10.91, 10.30 และ 10.29 เซนติเมตรตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 แคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงพุ่มมากที่สุดคือ 10.67 เซนติเมตร รองลงมาเป็นแคลเซียมที่ 0, 1.8, 2.7, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงเท่ากับ 10.56, 10.15, 19.72, 9.33 และ 9.12 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 2)

## (2) ความกว้างพุ่ม

จากการทดลองเปรียบเทียบความกว้างของพุ่มสตรอเบอร์รี่ที่แคลเซียมความเข้มข้นต่างๆพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 2.7 เปอร์เซ็นต์ มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดคือ 22.50 เซนติเมตร รองลงมาเป็นแคลเซียมที่ 1.8, 0.9, 0, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ มีความกว้างพุ่มเท่ากับ 22.48, 22.17, 21.90, 21.46 และ 19.94 เซนติเมตรตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 แคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 2.7 เปอร์เซ็นต์ มีความกว้างพุ่มมากที่สุดคือ 19.50 เซนติเมตร รองลงมาเป็นแคลเซียมที่ 1.8, 0.9, 0, 4.5 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์ มีความกว้างพุ่มเท่ากับ 19.10, 18.40, 18.30, 18.01 และ 15.46 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

## (3) ความยาวก้านใบ

จากการทดลองเปรียบเทียบความยาวก้านใบของสตรอเบอร์รี่ที่แคลเซียมความเข้มข้นต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 1.8 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวก้านใบมากที่สุดคือ 6.50 เซนติเมตร รองลงมาเป็นแคลเซียมที่ 4.5, 2.7, 0.9, 3.6 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวก้านใบเท่ากับ 6.29, 6.20, 6.09, 5.81 และ 5.79 เซนติเมตรตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 แคลเซียมที่ระดับความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวก้านใบมากที่สุดคือ 5.93 เซนติเมตร รองลงมาเป็นแคลเซียมที่ 3.6, 2.7, 4.5, 1.8 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวก้านใบเท่ากับ 5.83, 5.57, 5.44, 5.36 และ 5.32 เซนติเมตร ตามลำดับ

## (4) พื้นที่ใบ

จากการทดลองเปรียบเทียบขนาดของสตรอเบอร์รี่ที่แคลเซียมความเข้มข้นต่างๆพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ของสตรอเบอร์รี่ทั้ง 2 สายพันธุ์

พันธุ์พระราชทาน 72 ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 0 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดพื้นที่ใบมากที่สุดคือ 306.00 ตารางเซนติเมตร โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ความเข้มข้นแคลเซียม 0.9 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีขนาดพื้นที่ใบเท่ากับ 301.45 และ 293.28 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ แต่

แตกต่างกันทางสถิติกับความเข้มข้นแคลเซียม 4.5, 3.6 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีขนาดพื้นที่ใบน้อยที่สุดคือ 249.25, 255.11 และ 273.00 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดพื้นที่ใบมากที่สุดคือ 258.62 ตารางเซนติเมตร โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับความเข้มข้นแคลเซียม 0, 1.8 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีขนาดพื้นที่ใบเท่ากับ 255.00, 252.62 และ 241.63 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับความเข้มข้นแคลเซียม 3.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีขนาดพื้นที่ใบน้อยกว่าคือ 213.77 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ และที่แคลเซียมความเข้มข้น 4.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีพื้นที่ใบน้อยที่สุดคือ 199.03 ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** ผลของแคลเซียมต่อการเจริญทางลำต้นของสตรอเบอรี่ 2 สายพันธุ์ในโรงเรือน

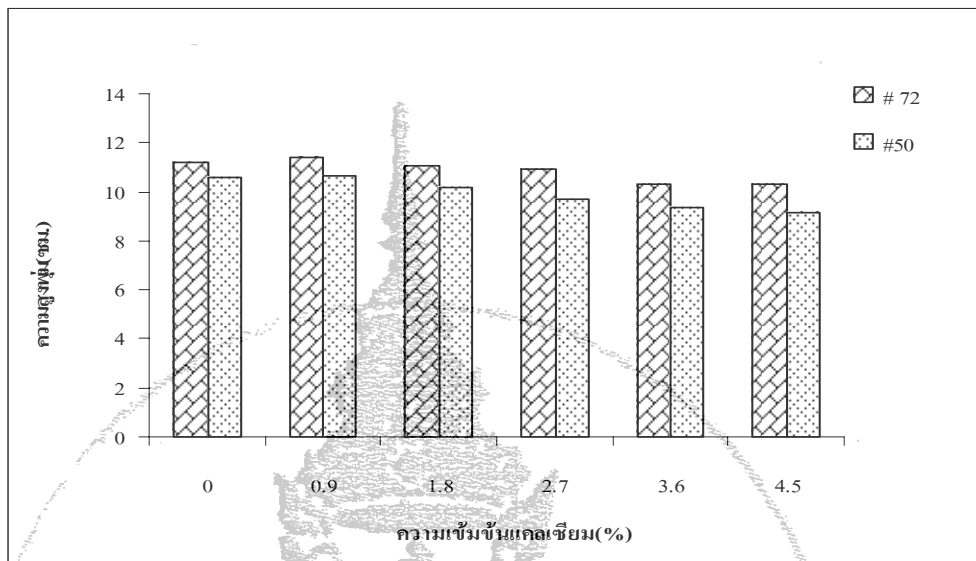
ตัวรับทดลอง (%แคลเซียม)	ความสูงพุ่ม		ความกว้างพุ่ม		ความยาวก้านใบ		พื้นที่ใบ	
	(เซนติเมตร)		(เซนติเมตร)		(เซนติเมตร)		(ตารางเซนติเมตร)	
	# 72	#50	# 72	#50	# 72	#50	# 72	#50
0	11.18	10.56	21.90	18.30	5.79	5.32	306.00 <sup>a</sup>	255.00 <sup>a</sup>
0.9	11.43	10.67	22.17	18.40	6.09	5.93	301.45 <sup>ab</sup>	258.62 <sup>a</sup>
1.8	11.09	10.15	22.48	19.10	6.50	5.36	293.28 <sup>ab</sup>	252.63 <sup>a</sup>
2.7	10.91	9.72	22.50	19.50	6.20	5.57	273.00 <sup>b</sup>	241.63 <sup>ab</sup>
3.6	10.30	9.33	21.46	15.46	5.81	5.83	255.11 <sup>b</sup>	213.77 <sup>bc</sup>
4.5	10.29	9.12	19.94	18.01	6.29	5.44	249.25 <sup>b</sup>	199.03 <sup>c</sup>
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
C.V. (%)	11.25	15.30	9.32	11.59	10.87	15.65	21.84	32.14

<sup>Z</sup>เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

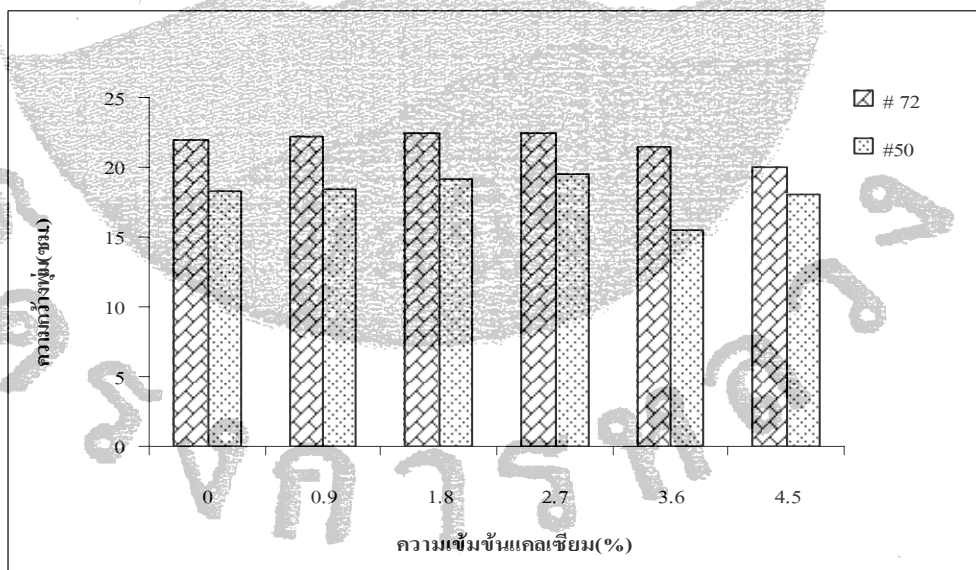
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

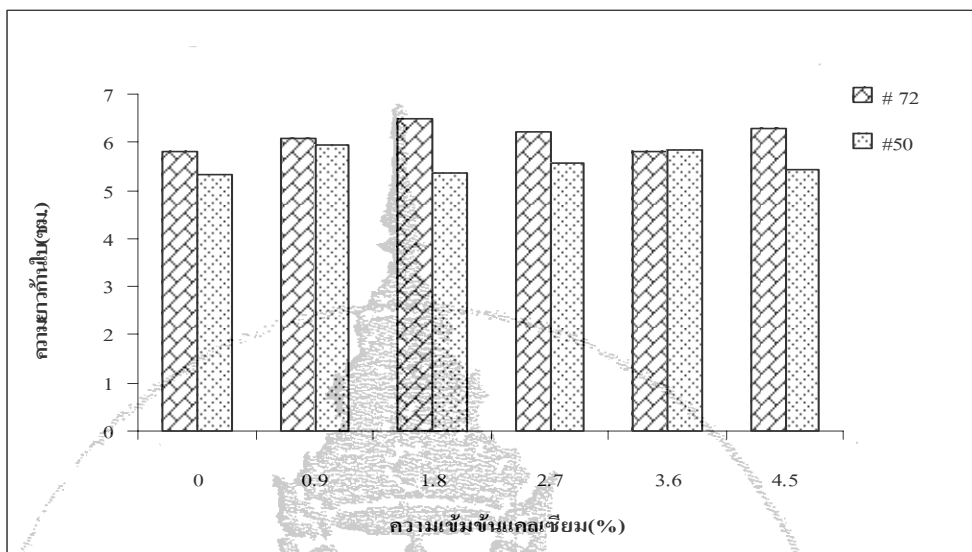
\* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



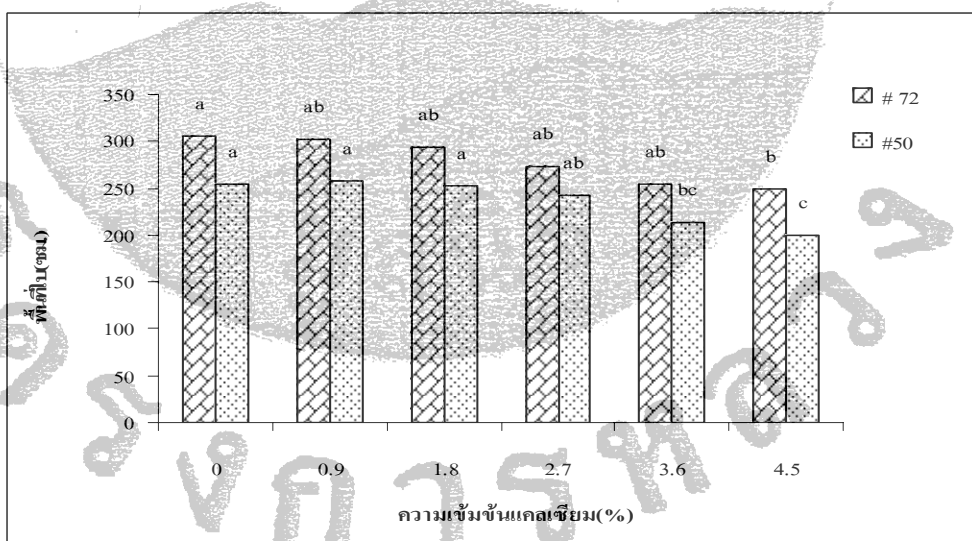
ภาพที่ 5 ความสูงพุ่มของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความชื้นต่างๆ ของแคลเซียมในโรงเรียนในการทดลองที่ 1.2



ภาพที่ 6 ความกว้างพุ่มของสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความชื้นต่างๆ ของแคลเซียมในโรงเรียนในการทดลองที่ 1.2



ภาพที่ 7 ความยาวก้านใบของสตอเบอรี่ที่ระดับความชื้นชั้นต่างๆของเคลือบในโรงเรือนในการทดลองที่ 1.2



ภาพที่ 8 พื้นที่ใบของสตอเบอรี่ที่ระดับความชื้นชั้นต่างๆของเคลือบในโรงเรือนในการทดลองที่ 1.2

(5) ปริมาณน้ำหนักรวมผลผลิต

จากการทดลองเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตสตอเบอรี่ที่ความชื้นชั้นเคลือบต่างๆ มีความแตกต่างทางสถิติในพันธุ์พระราชทาน 72 และพันธุ์พระราชทาน 50



สตรอบเออรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้นแคลเซียม 0 เปอร์เซ็นต์ให้ผลผลิตมากที่สุดคือ 481.58 กรัม โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 0.9 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิต 473.69 กรัม แต่แตกต่างทางสถิติกับสตรอบเออรี่ที่ระดับแคลเซียม 1.8, 2.7 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์ซึ่งให้ผลผลิต 414.63, 387.99, 342.70 และ 240.79 กรัม และสตรอบเออรี่ที่ระดับแคลเซียม 4.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตต่ำสุดอย่างมีความแตกต่างอย่างมีความแตกต่างทางสถิติ คือ 240.89 กรัม

สตรอบเออรี่พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้นแคลเซียม 0 เปอร์เซ็นต์ให้ผลผลิตมากที่สุดคือ 433.25 กรัม โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 0.9 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิต 455.32 และ 388.40 กรัม แต่แตกต่างทางสถิติกับสตรอบเออรี่ที่ระดับแคลเซียม 2.7 เปอร์เซ็นต์ซึ่งให้ผลผลิต 353.28 กรัม และสตรอบเออรี่ที่ระดับแคลเซียม 4.5 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตต่ำสุดอย่างมีความแตกต่างอย่างมีความแตกต่างทางสถิติ คือ 200.46 และ 224.50 กรัม ตามลำดับ

#### (6) จำนวนผล

จากการทดลองเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตสตรอบเออรี่พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติในพันธุ์พระราชทาน 72 แต่ในพันธุ์พระราชทาน 50 ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ

สตรอบเออรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ความเข้มข้นแคลเซียม 0 เปอร์เซ็นต์ให้จำนวนผลมากที่สุดคือ 89.84 ผล รองลงมาอยู่ที่ระดับแคลเซียม 2.7, 0.9, 3.6, 1.8 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ คือให้ผลผลิต 77.18, 74.25, 65.23, 63.24 และ 57.84 ผล ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ความเข้มข้นแคลเซียม 1.8 เปอร์เซ็นต์ให้จำนวนผลมากที่สุดคือ 102.37 ผล โดยไม่แตกต่างกับที่ระดับแคลเซียม 0.9, 1.8 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ คือให้จำนวนผล 97.45, 90.52 และ 85.23 ผลตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ ความเข้มข้นแคลเซียม 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ คือมีผลผลิต 64.52 และ 63.21 ผล ตามลำดับ

#### (7) ความหวาน

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความหวานของผลิตสตรอบเออรี่เมื่อได้รับความเข้มข้นแคลเซียมต่างๆ กันในเดือนธันวาคม 46 - มีนาคม 47 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

พันธุ์พระราชทาน 72 ในเดือนธันวาคม ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 4.5 เปอร์เซ็นต์ มีความหวานเปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากที่สุดคือ 13.36 รองลงมาเป็นที่ระดับแคลเซียม 2.7, 1.8, 3.6, 0.9

และ 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 12.24, 11.65, 10.79, 10.25 และ 10.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.1)

เดือนมกราคม แคลเซียมระดับความเข้มข้น 1.8 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากที่สุดคือ 10.78 รองลงมาเป็นแคลเซียมระดับ 0, 0.9, 2.7, 3.6, 0 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำตาล 10.25, 10.17, 9.52, 9.42 และ 9.12 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)

เดือนกุมภาพันธ์ระดับแคลเซียมที่ให้ความหวานหรือ เปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากที่สุดอยู่ที่ 4.5 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 10.47 เท่ากันรองลงมาเป็น 1.8, 0.9, 3.6 และ 0 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 10.24, 9.75, 9.63 และ 9.12 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3)

เดือนมีนาคมระดับแคลเซียมที่ให้ความหวานหรือ เปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากที่สุดอยู่ที่ 3.6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 9.57 รองลงมาเป็น 1.8, 4.5, 0, 0.9 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 9.32, 9.05, 8.53, 8.45 และ 8.41 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.4)

พันธุ์พระราชทาน 50 ในเดือนธันวาคม ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 0.9 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากที่สุดคือ 9.14 รองลงมาเป็นแคลเซียมระดับความเข้มข้น 1.8, 0, 4.5, 2.7 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาล 8.56, 8.55, 7.85, 7.58 และ 7.50 (ตารางที่ 5.1)

เดือนมกราคม แคลเซียมระดับความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากที่สุดคือ 9.63 รองลงมาเป็นแคลเซียมระดับ 0, 1.8, 2.7, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำตาล 9.50, 8.75, 8.45, 7.46 และ 7.35 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)

เดือนกุมภาพันธ์ระดับแคลเซียมที่ให้ความหวานหรือ เปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากที่สุดอยู่ที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 9.62 รองลงมาเป็น 0.9, 3.6, 1.8, 2.7 และ 0 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 9.56, 9.52, 9.50, 8.79 และ 7.58 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3)

เดือนมีนาคมระดับแคลเซียมที่ให้ความหวานหรือ เปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากที่สุดอยู่ที่ 2.7 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 8.78 รองลงมาเป็น 1.8, 0.9, 0, 3.6 และ 0 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 9.56, 9.52, 9.50, 8.79 และ 7.41 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.4)

#### (8) ความแน่นเนื้อผลผลิต

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติของแคลเซียมแต่ละความเข้มข้นของทั้ง 2 สายพันธุ์ สตรอเบอรี่และในเดือนมีนาคม 47 สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ไม่ให้ผลผลิต

พันธุ์พระราชทาน 72 เดือนธันวาคม ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 0 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 0.65 N. รองลงมาได้แก่ แคลเซียมความเข้มข้น 4.5, 3.6, 4.5, 1.8 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.63, 0.59, 0.53, 0.53 และ 0.49 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.1)

เดือนมกราคม พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 0.72 N. รองลงมาเป็นแคลเซียมความเข้มข้น 0, 2.7, 1.8, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.71, 0.67, 0.64, 0.57 และ 0.55 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)

เดือนกุมภาพันธ์ พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 0.67 N. รองลงมาเป็นความเข้มข้น 0, 3.6, 4.5, 2.7 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.65, 0.64, 0.59, 0.55 และ 0.54 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3)

เดือนมีนาคม พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 0.60 N. รองลงมาเป็นความเข้มข้น 0, 3.6, 1.8, 4.5 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.53, 0.53, 0.49, 0.48 และ 0.47 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.4)

พันธุ์พระราชทาน 50 เดือนธันวาคม ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 3.6 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 0.61 N. รองลงมาได้แก่ แคลเซียมความเข้มข้น 1.8, 0, 4.5, 2.7 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.57, 0.56, 0.56, 0.55 และ 0.55 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.1)

เดือนมกราคมที่ความเข้มข้นแคลเซียม 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 0.63 N. รองลงมาได้แก่ แคลเซียมความเข้มข้น 0, 1.8, 2.7, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.60, 0.57, 0.54, 0.53 และ 0.53 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)

เดือนกุมภาพันธ์ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 1.8 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 0.74 N. รองลงมาได้แก่ แคลเซียมความเข้มข้น 0.9, 0, 3.6, 2.7 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.65, 0.63, 0.60, 0.58 และ 0.56 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3)

เดือนมีนาคมที่ความเข้มข้นแคลเซียม 0 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 0.57 N. รองลงมาได้แก่ แคลเซียมความเข้มข้น 3.6, 4.5, 1.8, 2.7 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.56, 0.50, 0.48, 0.47 และ 0.45 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.4)

#### (9) อัตราการตาย

จากการทดสอบผลของแคลเซียมที่มีผลต่ออัตราการตายของสตรอเบอร์พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติในพันธุ์พระราชทาน 72 แต่ในพันธุ์พระราชทาน 50 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

พันธุ์พระราชทาน 72 ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ก่อให้เกิดต้นสตรอเบอร์รี่ตายมากที่สุดคือ 3.6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการตายถึง 27.32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับแคลเซียมความเข้มข้น 4.5 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอัตราการตาย 25.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการตายที่แตกต่างทางสถิติกับแคลเซียมความเข้มข้น 2.7 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการตายเท่ากับ 14.25 เปอร์เซ็นต์ โดยระดับความเข้มข้นแคลเซียมที่ทำให้สตรอเบอร์รี่ตายน้อยที่สุดทางสถิติ คือ 0.9, 1.8 และ 0 เปอร์เซ็นต์ อัตราการตายเท่ากับ 7.56, 6.55 และ 5.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ก่อให้เกิดต้นสตรอเบอร์รี่ตายมากที่สุดคือ 4.5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการตายถึง 39.38 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็น 3.6, 2.7, 0, 0.9 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการตายเท่ากับ 32.25, 30.50, 30.24, 27.36 และ 27.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

### การทดลองที่ 1.3 การทดสอบผลของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพที่ไร่

#### (1) ความสูงพุ่ม

จากการทดลองเปรียบเทียบความสูงของพุ่มสตรอเบอร์รี่ที่ความเข้มข้นแคลเซียมต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ

สตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมความเข้มข้น 0 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงพุ่มมากที่สุดคือ 10.30 เซนติเมตรเท่ากัน รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้น 2.7, 1.8, 3.61 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ของแคลเซียมมีความสูงรองลงมาคือ 9.89, 9.81, 9.61 และ 9.57 เซนติเมตร ตามลำดับ

สตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 50 ที่ระดับความเข้มข้น แคลเซียม 0 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงที่สุด คือ 19.26 เซนติเมตร รองลงมาที่ความเข้มข้นของแคลเซียม 4.5, 2.7, 3.6, 0.9 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความสูง 9.18, 9.09, 9.00, 8.78 และ 8.65 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

#### (2) ความกว้างพุ่ม

จากการทดลองเปรียบเทียบความกว้างทรงพุ่มสตรอเบอร์รี่โดยเฉลี่ยแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ของแคลเซียมแต่ละความเข้มข้น

สตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่แคลเซียมความเข้มข้น 2.7 เปอร์เซ็นต์ มีความกว้างพุ่มมากที่สุดคือ 19.27 เซนติเมตร รองลงมาคือแคลเซียมความเข้มข้น 0.9, 2.7, 0, 1.8 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์ มีความสูง 19.08, 18.80, 18.03, 18.01 และ 17.03 ตามลำดับ

สตรอบอรีพันธุ์พระราชทาน 50 ที่เคลือบความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์มีความกว้างพุ่มมากที่สุดคือ 17.02 เซนติเมตร รองลงมาคือเคลือบความเข้มข้น 0.9, 1.8, 2.7, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ คือ 16.77, 16.67, 16.21, 15.71 และ 15.25 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 3)

### (3) ความยาวก้านใบ

จากการทดลองเปรียบเทียบความยาวก้านใบสตรอบอรีแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในพันธุ์พระราชทาน 72 และพันธุ์พระราชทาน 50

พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เคลือบความเข้มข้น 1.8 เปอร์เซ็นต์ มีก้านใบยาวที่สุดคือ 7.14 เซนติเมตรรองลง คือ เคลือบความเข้มข้น 2.7, 4.5, 3.6, 0 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีก้านใบยาว 7.04, 6.75, 6.74, 6.19 และ 6.09 เซนติเมตรตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ที่เคลือบความเข้มข้น 2.7 เปอร์เซ็นต์ มีก้านใบยาวที่สุดคือ 6.75 เซนติเมตรรองลงคือเคลือบความเข้มข้น 0, 4.5, 3.6, 0.9 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ มีก้านใบยาว 6.43, 6.28, 6.19, 6.09 และ 5.86 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 3)

### (4) พื้นที่ใบ

จากการทดลองเปรียบเทียบความเข้มข้นเคลือบทางด้านพื้นที่ใบสตรอบอรีพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติทั้ง 2 สายพันธุ์

พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เคลือบความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ใบมากที่สุดคือ 260.61 ตารางเซนติเมตรซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสตรอบอรีที่ความเข้มข้นเคลือบ 0.9 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์โดยมีพื้นที่ใบเท่ากับ 239.44 และ 252.79 ตารางเซนติเมตร แต่แตกต่างทางสถิติกับสตรอบอรีที่ระดับเคลือบ 4.5, 3.6 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ที่มีพื้นที่ใบน้อยที่สุดคือ 199.18, 217.67 และ 228.35 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ที่ระดับเคลือบความเข้มข้น 1.8 เปอร์เซ็นต์มีพื้นที่ใบมากที่สุดคือ 242.39 ตารางเซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกับเคลือบความเข้มข้น 0, 0.9 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์มีพื้นที่ใบเท่ากับ 240.03, 235.13 และ 221.54 ตารางเซนติเมตรแต่แตกต่างกับดำรับทดลองสตรอบอรีที่ความเข้มข้นเคลือบ 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ใบต่ำสุดคือ 203.88 และ 204.60 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของแคลเซียมต่อการเจริญทางลำต้นของสตรอเบอรี่ 2 สายพันธุ์ในสภาพที่ไร่

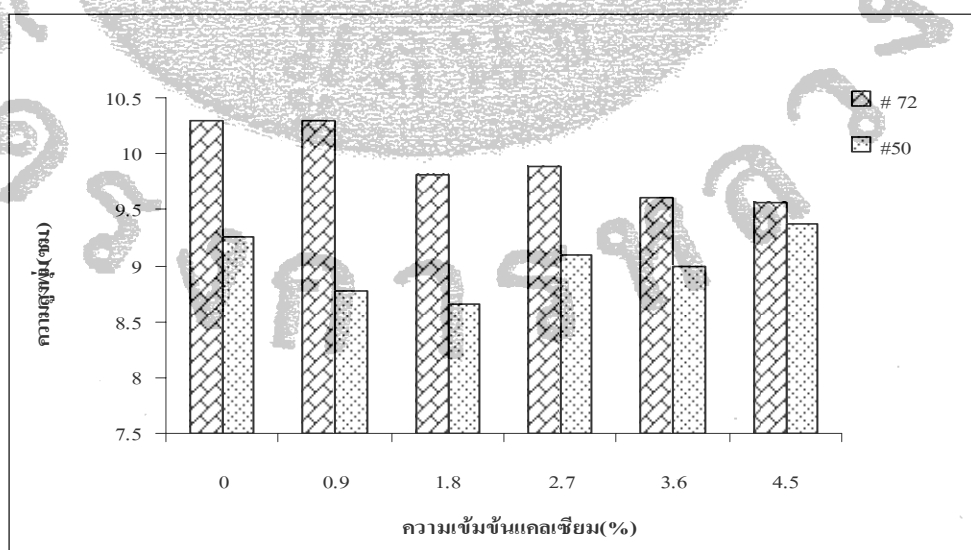
ตำรับทดลอง (%แคลเซียม)	ความสูงพุ่ม (เซนติเมตร)		ความกว้างพุ่ม (เซนติเมตร)		ความยาวก้านใบ (เซนติเมตร)		พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร)	
	# 72	#50	# 72	#50	# 72	#50	# 72	#50
0	10.30	9.26	18.03	17.02	6.38	6.43	260.61 <sup>a</sup>	240.03 <sup>a</sup>
0.9	10.30	8.78	19.08	16.77	6.35	6.09	239.44 <sup>ab</sup>	235.13 <sup>a</sup>
1.8	9.81	8.65	19.27	16.67	7.14	5.86	252.79 <sup>a</sup>	242.39 <sup>a</sup>
2.7	9.89	9.09	18.80	16.21	7.04	6.75	228.35 <sup>bc</sup>	221.54 <sup>a</sup>
3.6	9.61	9.00	18.01	15.71	6.74	6.19	217.67 <sup>c</sup>	203.88 <sup>b</sup>
4.5	9.57	9.18	17.03	15.25	6.75	6.28	199.18 <sup>c</sup>	204.60 <sup>b</sup>
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
C.V. (%)	9.85	10.22	11.45	8.54	8.55	7.96	16.35	17.55

<sup>Z</sup>เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

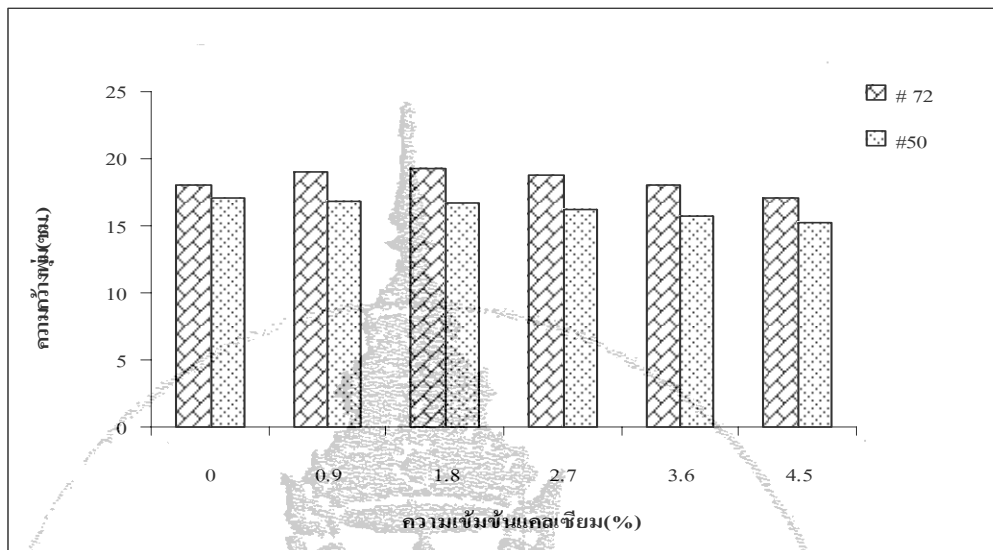
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

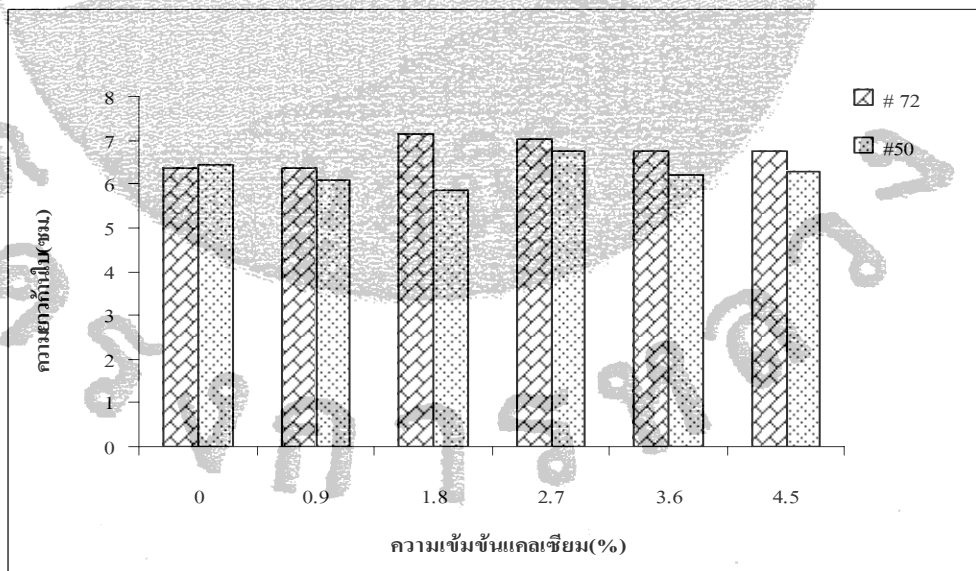
\* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



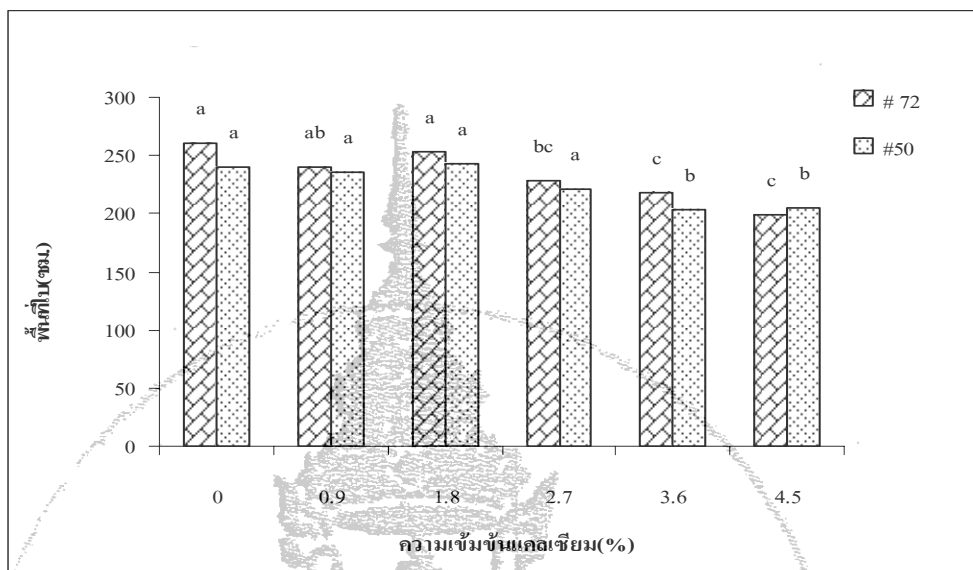
ภาพที่ 9 ความสูงพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในการปลูกในไร่ การทดลองที่ 1.3



ภาพที่ 10 ความกว้างพุ่มสโตรเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในไร่การทดลองที่ 1.3



ภาพที่ 11 ความยาวก้านใบพุ่มของสโตรเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพที่ไร่  
ในการทดลองที่ 1.3



ภาพที่ 12 พื้นที่ใบพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของเกลือในสภาพที่ไร้การทดลองที่ 1.3

### (5) ปริมาณน้ำหนักผลผลิต

จากการทดลองเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตสตรอเบอรี่ที่ความเข้มข้นเกลือต่างๆ มีความแตกต่างทางสถิติในพันธุ์พระราชทาน 72 และพันธุ์พระราชทาน 50

สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้นเกลือ 0 เปอร์เซ็นต์ให้ผลผลิตมากที่สุดคือ 481.58 กรัม โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิต 473.69 กรัม แต่แตกต่างทางสถิติกับสตรอเบอรี่ที่ระดับเกลือ 1.8, 2.7 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลผลิต 414.63, 387.99, 342.70 และ 240.79 กรัม และสตรอเบอรี่ที่ระดับเกลือ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตต่ำสุดอย่างมีความแตกต่างอย่างมีความแตกต่างทางสถิติ คือ 240.89 กรัม

สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้นเกลือ 0 เปอร์เซ็นต์ให้ผลผลิตมากที่สุดคือ 433.25 กรัม โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นเกลือ 0.9 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิต 455.32 และ 388.40 กรัม แต่แตกต่างทางสถิติกับสตรอเบอรี่ที่ระดับเกลือ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลผลิต 353.28 กรัม และสตรอเบอรี่ที่ระดับเกลือ 4.5 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตต่ำสุดอย่างมีความแตกต่างอย่างมีความแตกต่างทางสถิติ คือ 200.46 และ 224.50 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4)



### (6) จำนวนผล

จากการทดลองเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตสตรอเบอรี่พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติในพันธุ์พระราชทาน 72 แต่ในพันธุ์พระราชทาน 50 ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ

สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ความเข้มข้นแคลเซียม 0เปอร์เซ็นต์ให้จำนวนผลมากที่สุดคือ 89.84 ผล รองลงมาอยู่ที่ระดับแคลเซียม 2.7, 0.9, 3.6, 1.8 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ คือให้ผลผลิต 77.18, 74.25, 65.23, 63.24 และ 57.84 ผล ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ความเข้มข้นแคลเซียม 1.8 เปอร์เซ็นต์ให้จำนวนผลมากที่สุดคือ 102.37 ผล โดยไม่แตกต่างกับที่ระดับแคลเซียม 0.9, 1.8 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ คือให้จำนวนผล 97.45, 90.52 และ 85.23 ผล ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ ความเข้มข้นแคลเซียม 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ คือมีผลผลิต 64.52 และ 63.21 ผล ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

### (7) ความหวาน

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความหวานของผลผลิตสตรอเบอรี่เมื่อได้รับความเข้มข้นแคลเซียมต่างๆกันในเดือนธันวาคม 46- มีนาคม 47 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

พันธุ์พระราชทาน 72 ในเดือนธันวาคม ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 1.8 เปอร์เซ็นต์ มีความหวานมากที่สุดคือ 12.36 เปอร์เซ็นต์ TSS รองลงมาเป็นที่ระดับแคลเซียม 0, 0.9, 2.7, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 10.53, 10.45, 10.25, 9.65 และ 9.58 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ (ตารางที่ 5.1)

เดือนมกราคม แคลเซียมระดับความเข้มข้น 2.7 เปอร์เซ็นต์ ให้ความหวานมากที่สุดคือ 11.45 รองลงมาเป็นแคลเซียมระดับ 3.6, 1.8, 0.9, 4.5 และ 0 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีความหวาน 11.36, 10.36, 10.25, 10.24 และ 9.65 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)

เดือนกุมภาพันธ์ระดับแคลเซียมที่ให้ความหวานหรือ เปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากที่สุดอยู่ที่ 0.9 เปอร์เซ็นต์ คือมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 11.24เปอร์เซ็นต์TSS เท่ากันรองลงมาเป็น 3.6, 0, 4.5, 2.7 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 11.14, 10.63, 10.17, 10.14 และ 9.63 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3)

เดือนมีนาคมระดับแคลเซียมที่ให้ความหวานหรือ เปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากที่สุดอยู่ที่ 0.9 เปอร์เซ็นต์ คือมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 9.50 รองลงมาเป็น 0, 1.8, 4.5, 3.6 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 9.00, 8.70, 8.70, 8.55 และ 8.54 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.4)

ตารางที่ 4 ผลของเคลือบต่อปริมาณและน้ำหนักผลผลิตสตอเบอรี่ใน 2 สายพันธุ์สตอเบอรี่ภายใต้สภาพที่การทดลองในระบบการปลูกพีซีไอดี DRF การปลูกในโรงเรือน และการปลูกในสภาพที่ไร่ (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2546-มีนาคม 2548)

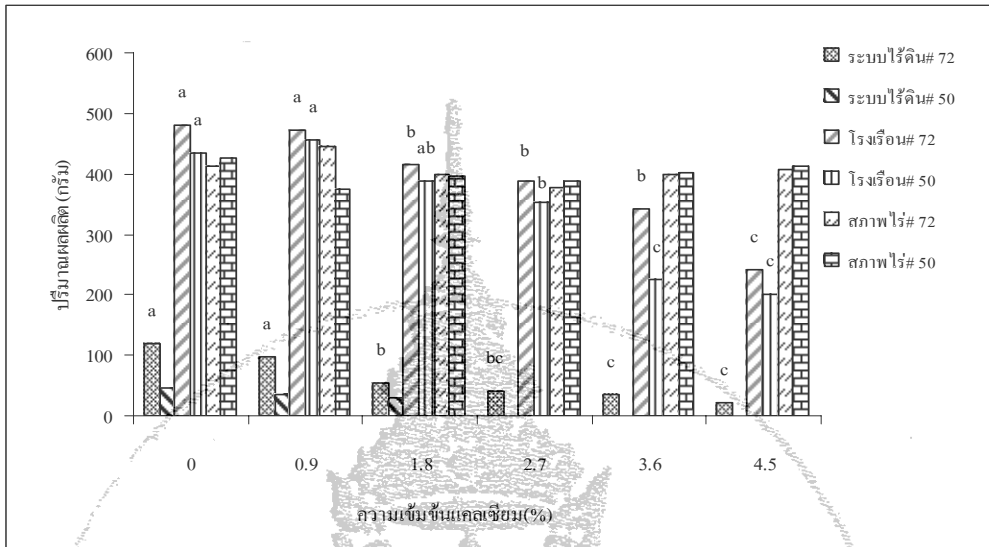
ตำรับทดลอง (%เคลือบ)	Hydroponic				Green house				Open field			
	# 72		# 50		# 72		# 50		# 72		# 50	
	yield(g)	fruits	yield(g)	fruits	yield(g)	fruits	yield(g)	fruits	yield(g)	fruits	yield(g)	fruits
0	120.11 <sup>az</sup>	26.24 <sup>a</sup>	45.21	17.25	481.58 <sup>a</sup>	89.84	433.25 <sup>a</sup>	90.52 <sup>a</sup>	413.12	90.25 <sup>a</sup>	427.35	100.26
0.9	98.21 <sup>a</sup>	21.46 <sup>b</sup>	35.28	15.34	473.69 <sup>a</sup>	74.25	455.32 <sup>a</sup>	97.45 <sup>a</sup>	445.21	93.21 <sup>a</sup>	374.22	82.14
1.8	54.36 <sup>b</sup>	8.65 <sup>c</sup>	30.12	12.47	414.63 <sup>b</sup>	63.24	388.40 <sup>ab</sup>	102.37 <sup>a</sup>	398.32	79.65 <sup>b</sup>	396.24	76.29
2.7	40.12 <sup>bc</sup>	7.32 <sup>c</sup>	-	-	387.99 <sup>b</sup>	77.58	353.28 <sup>b</sup>	85.23 <sup>a</sup>	377.52	63.25 <sup>b</sup>	388.14	81.21
3.6	34.74 <sup>c</sup>	8.05 <sup>c</sup>	-	-	342.70 <sup>b</sup>	65.23	224.50 <sup>c</sup>	64.52 <sup>b</sup>	400.39	80.52 <sup>a</sup>	402.25	87.44
4.5	21.25 <sup>c</sup>	5.12 <sup>c</sup>	-	-	240.89 <sup>c</sup>	57.84	200.46 <sup>c</sup>	63.21 <sup>b</sup>	406.27	64.32 <sup>a</sup>	412.25	92.32
F- test	*	*	ns	ns	*	ns	*	*	ns	*	ns	ns
C.V.	6.38	7.96	8.21	11.24	7.44	10.24	6.28	9.25	4.68	5.41	7.25	6.52

Z เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

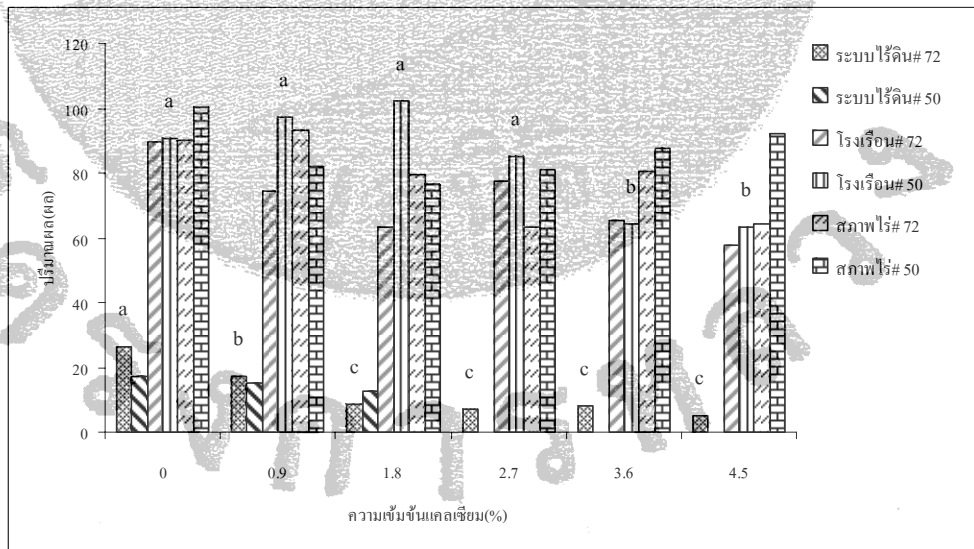
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 13 ปริมาณผลผลิตของสตรอบเออรี่ที่ระดับความชื้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพที่ระบบไร่ดินโรงเรือน และสภาพที่ไร่การทดลองที่ 1



ภาพที่ 14 ปริมาณผลผลิตของ 2 สายพันธุ์สตรอบเออรี่ที่ระดับความชื้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพที่ระบบไร่ดินโรงเรือน และสภาพที่ไร่การทดลองที่ 1

พันธุ์พระราชทาน 50 ในเดือนธันวาคม ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 2.7 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำตาลมากที่สุดคือ 11.45 เปอร์เซ็นต์ TSS รองลงมาเป็นแคลเซียมระดับความเข้มข้น 0, 0.9, 1.8, 4.5 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์ คือ มีความหวาน 10.23, 9.56, 9.56, 9.12 และ 9.03 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ (ตารางที่ 5.1)

เดือนมกราคม แคลเซียมระดับความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำตาลมากที่สุดคือ 10.25 รองลงมาเป็นแคลเซียมระดับ 4.5, 2.7, 1.8, 0.9 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำตาล 10.01, 9.53, 9.52, 9.36 และ 8.61 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)

เดือนกุมภาพันธ์ระดับแคลเซียมที่ให้ความหวานมากที่สุดอยู่ที่ 0.9 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ คือมีความหวาน 9.84 เปอร์เซ็นต์ TSS เท่ากัน รองลงมาเป็น 2.7, 0, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 9.74, 9.65, 9.53 และ 9.3 เปอร์เซ็นต์ TSS 5 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3)

เดือนมีนาคมระดับแคลเซียมที่ให้ความหวานมากที่สุดอยู่ที่ 0.9 เปอร์เซ็นต์ คือมีน้ำตาลเท่ากับ 9.50 เปอร์เซ็นต์ TSS รองลงมาเป็น 1.8, 3.6, 2.7, 4.5 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเท่ากับ 9.46, 9.34, 9.23, 9.14 และ 9.05 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ (ตารางที่ 5.4)

#### (8) ความแน่นเนื้อผลผลิต

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ของแคลเซียมแต่ละความเข้มข้น ของทั้ง 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ และในเดือนมีนาคม 47 สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ไม่ให้ผลผลิต

พันธุ์พระราชทาน 72 เดือนธันวาคม ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 0.70 N.รองลงมาได้แก่ แคลเซียมความเข้มข้น 3.6, 0, 4.5, 1.8 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.69, 0.67, 0.65, 0.65 และ 0.59 N.ตามลำดับ (ตารางที่ 5.1)

เดือนมกราคม พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมความเข้มข้น 1.8 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 0.65 N. รองลงมาเป็นแคลเซียมความเข้มข้น 0.9, 3.6, 0, 4.5 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.64, 0.57, 0.57, 0.54 และ 0.52 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)

เดือนกุมภาพันธ์ พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมความเข้มข้น 1.8 เปอร์เซ็นต์มีความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 0.60 N.รองลงมาเป็นความเข้มข้น 4.5, 3.6, 0.9, 0 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.59, 0.59, 0.57, 0.56 และ 0.55 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3)

เดือนมีนาคม พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมความเข้มข้น 2.7 เปอร์เซ็นต์มีความ  
แน่นเนื้อมากที่สุดคือ 0.63 N.รองลงมาเป็นความเข้มข้น 3.6, 4.5, 0, 0.9 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมี  
ความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.61, 0.59, 0.54, 0.53 และ 0.49 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.4)

พันธุ์พระราชทาน 50 เดือนธันวาคม ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 0 เปอร์เซ็นต์ มีความ  
แน่นเนื้อมากที่สุดคือ 0.79 N.รองลงมาได้แก่ แคลเซียมความเข้มข้น 3.6, 2.7, 4.5, 0.9 และ 1.8  
เปอร์เซ็นต์มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.77, 0.74, 0.72, 0.67 และ 0.65 N.ตามลำดับ (ตารางที่ 5.1)

เดือนมกราคมที่ความเข้มข้นแคลเซียม 2.7 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุด  
คือ 0.72 N.รองลงมาได้แก่ แคลเซียมความเข้มข้น 3.6, 0, 1.8, 0.9 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์มีความแน่น  
เนื้อเท่ากับ 0.71, 0.69, 0.67, 0.65 และ 0.64 N.ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)

เดือนกุมภาพันธ์ที่ความเข้มข้นแคลเซียม 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุด  
คือ 0.65 N.รองลงมาได้แก่ แคลเซียมความเข้มข้น 2.7, 0, 4.5, 1.8 และ 3.6 เปอร์เซ็นต์มีความแน่น  
เนื้อเท่ากับ 0.64, 0.63, 0.60, 0.59 และ 0.58 N.ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3)

เดือนมีนาคมที่ความเข้มข้นแคลเซียม 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ  
0.60 N.รองลงมาได้แก่ แคลเซียมความเข้มข้น 0, 1.8, 3.6, 2.7 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์มีความแน่นเนื้อ  
เท่ากับ 0.59, 0.55, 0.55, 0.53 และ 0.51 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.4)

โครงการหลวง

**ตารางที่ 5.1** ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพที่ผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตอเบอรี่ ภายใต้สภาพที่การทดลองในระบบการปลูกพืชไร้ดิน DRF การปลูกในโรงเรือน และการปลูกในสภาพที่ไร่ (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2546-มีนาคม 2548)

ตำรับ ทดลอง (%Ca)	Hydroponic						Green house						Open field					
	# 72		# 50		# 72		# 50		# 72		# 50		# 72		# 50			
	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)		
ธ.ค.- 46																		
0	0.35	9.24 <sup>b</sup>	0.50	8.63	0.65	10.25	0.56	7.55	0.67	10.53	0.79	10.23						
0.9	0.47	12.63 <sup>a</sup>	0.47	9.45	0.53	0.61	0.62	8.69	0.70	10.45	0.67	9.56						
1.8	0.41	13.40 <sup>a</sup>	0.52	9.63	0.53	11.65	0.57	8.56	0.65	12.36	0.65	9.56						
2.7	0.35	12.17 <sup>a</sup>	-	-	0.49	12.24	0.55	8.58	0.59	10.25	0.74	11.45						
3.6	0.36	12.85 <sup>a</sup>	-	-	0.63	10.79	0.70	9.63	0.58	9.65	0.77	9.03						
4.5	0.29	11.2 <sup>a</sup>	-	-	0.59	13.36	0.56	9.85	0.65	9.58	0.72	9.12						
F- test	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
C.V.	9.32	5.64	7.78	7.54	6.34	10.25	7.58	11.35	4.67	8.57	8.44	12.25						

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 5.2** ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพที่ผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ ภายใต้สภาพที่การทดลองในระบบการปลูกพืชไร้ดิน DRF การปลูกในโรงเรือน และการปลูกในสภาพที่ไร่ (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2546-มีนาคม 2548)

ตำรับ ทดลอง (%Ca)	Hydroponic						Green house						Open field					
	# 72		#50		# 72		#50		# 72		#50		# 72		#50			
	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)		
ม.ค.- 47																		
0	0.32	10.24	-	-	0.71	10.25	0.60	9.50	0.57	0.96	0.69	10.25	0.57	0.96	0.69	10.25		
0.9	0.35	11.63	-	-	0.72	10.17	0.57	9.63	0.64	10.25	0.65	9.36	0.64	10.25	0.65	9.36		
1.8	0.41	10.50	-	-	0.64	10.78	0.63	8.75	0.65	10.36	0.67	9.52	0.65	10.36	0.67	9.52		
2.7	0.31	10.23	-	-	0.67	9.52	0.53	8.45	0.52	11.45	0.72	9.53	0.52	11.45	0.72	9.53		
3.6	0.42	10.41	-	-	0.57	9.42	0.54	7.46	0.57	11.36	0.71	8.61	0.57	11.36	0.71	8.61		
4.5	0.35	12.14	-	-	0.55	9.12	0.53	7.35	0.54	10.24	0.64	10.01	0.54	10.24	0.64	10.01		
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
C.V.	6.63	9.68			8.87	11.46	11.36	9.63	5.85	7.36	7.33	0.42	5.85	7.36	7.33	0.42		

Z-เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 5.3** ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพที่ผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ ภายใต้สภาพที่การทดลองในระบบการปลูกพืชไร้ดิน DRF การปลูกในโรงเรือน และการปลูกในสภาพที่ไร่ (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2546-มีนาคม 2548)

ตำรับ ทดลอง (%Ca)	Hydroponic						Green house						Open field					
	# 72		# 50		# 72		# 50		# 72		# 50		# 72		# 50			
	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)		
ก.พ.-47																		
0	0.45	9.63	-	-	0.65	9.12	0.63	7.58	0.56	10.63	0.63	9.65						
0.9	0.40	10.13	-	-	0.67	9.75	0.65	9.56	0.57	11.24	0.65	9.84						
1.8	0.39	10.14	-	-	0.54	9.63	0.74	9.50	0.60	11.10	0.59	9.84						
2.7	0.37	10.24	-	-	0.59	10.47	0.60	8.79	0.55	10.14	0.64	9.74						
3.6	0.36	10.35	-	-	0.64	10.44	0.58	9.52	0.59	11.17	0.58	9.53						
4.5	0.41	11.54	-	-	0.55	10.47	0.56	9.62	0.59	10.17	0.60	9.35						
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
C.V.	5.36	11.44			11.25	5.63	6.35	8.95	5.21	5.63	7.25	8.52						

Z/เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

\* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



**ตารางที่ 5.4** ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพที่ผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้ สภาพที่การทดลองในระบบการปลูกพืชไร่นา DRF การปลูกในโรงเรือน และการปลูกในสภาพที่ไร่ (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2546-มีนาคม 2548)

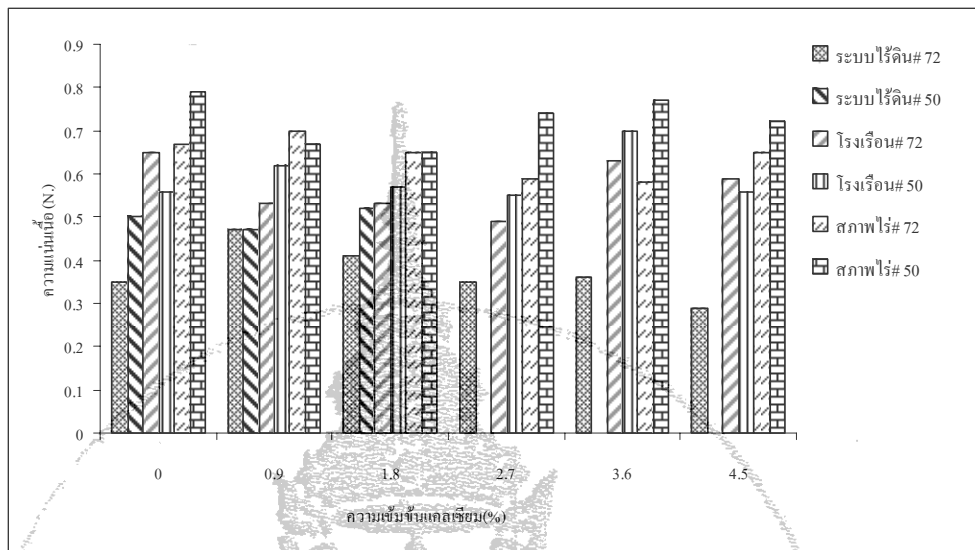
ตำรับ	ระบบไร่ดิน			สภาพที่โรงเรือน			สภาพที่ไร่		
	# 72	# 50	# 72	# 72	# 50	# 72	# 72	# 50	# 50
ทดลอง									
(%Ca)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)
มี.ค.- 47									
0	-	-	0.53	8.53	0.57	7.53	0.54	9.00	0.59
0.9	-	-	0.60	8.45	0.45	7.96	0.53	9.50	0.60
1.8	-	-	0.49	9.32	0.48	8.65	0.49	8.70	0.55
2.7	-	-	0.47	8.41	0.47	8.78	0.63	8.54	0.52
3.6	-	-	0.53	9.57	0.56	7.52	0.61	8.55	0.53
4.5	-	-	0.48	9.05	0.50	7.41	0.59	8.70	0.51
F- test			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.			5.63	6.32	5.41	5.63	5.63	7.36	5.77

Z-เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

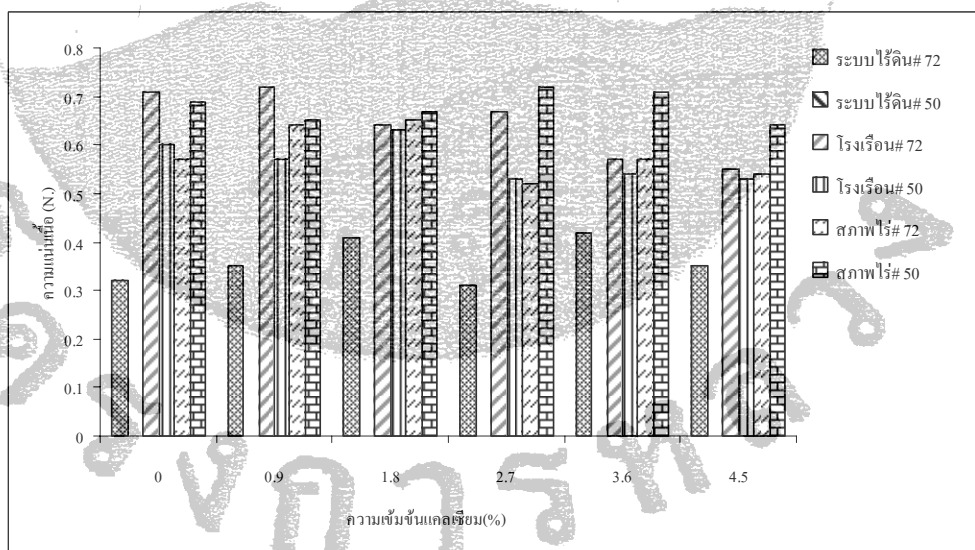
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

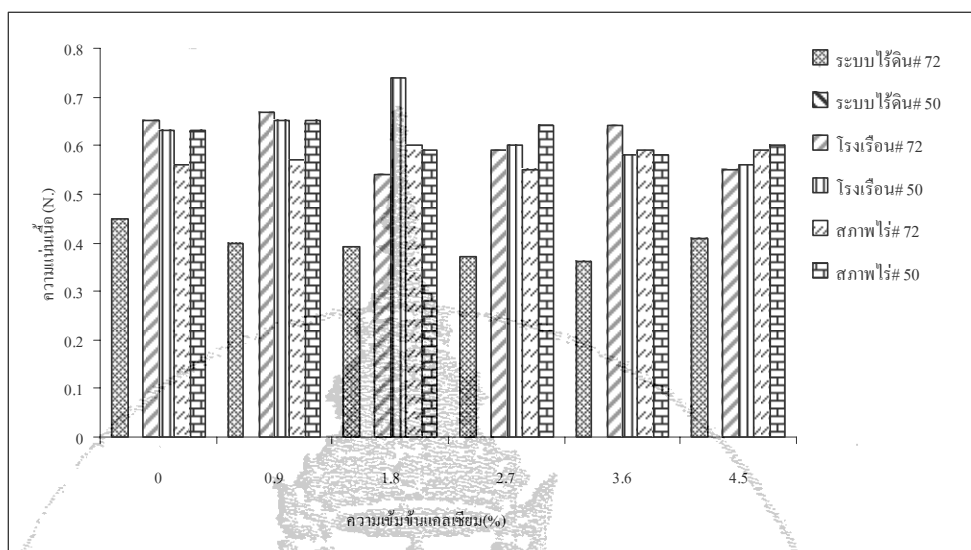
\* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



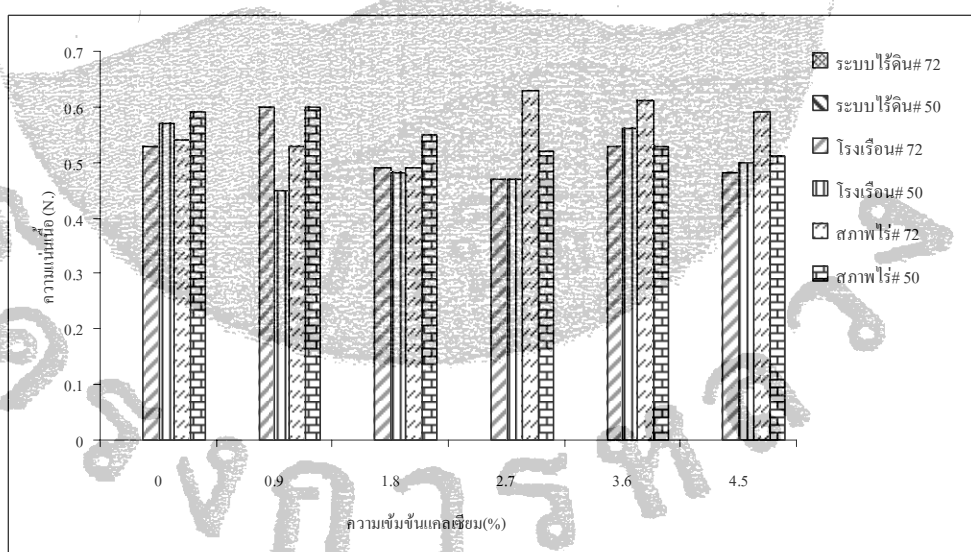
ภาพที่ 15 ความแน่นเนื้อของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพที่ระบบไร้ดิน โรงเรือน และสภาพที่ไร่การทดลองที่ 1 (ธันวาคม 2546)



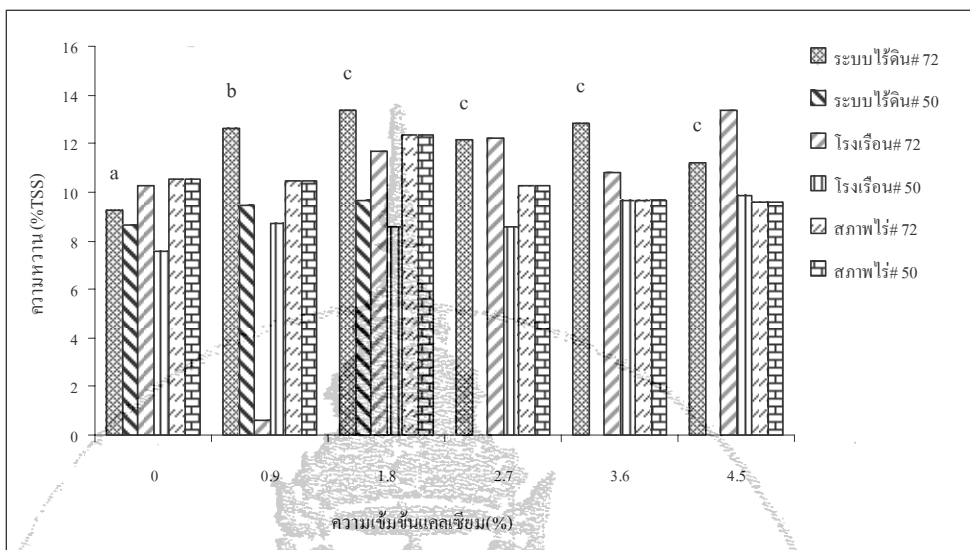
ภาพที่ 16 ความแน่นเนื้อของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพที่ระบบไร้ดิน โรงเรือน และสภาพที่ไร่การทดลองที่ 1 (มกราคม 2547)



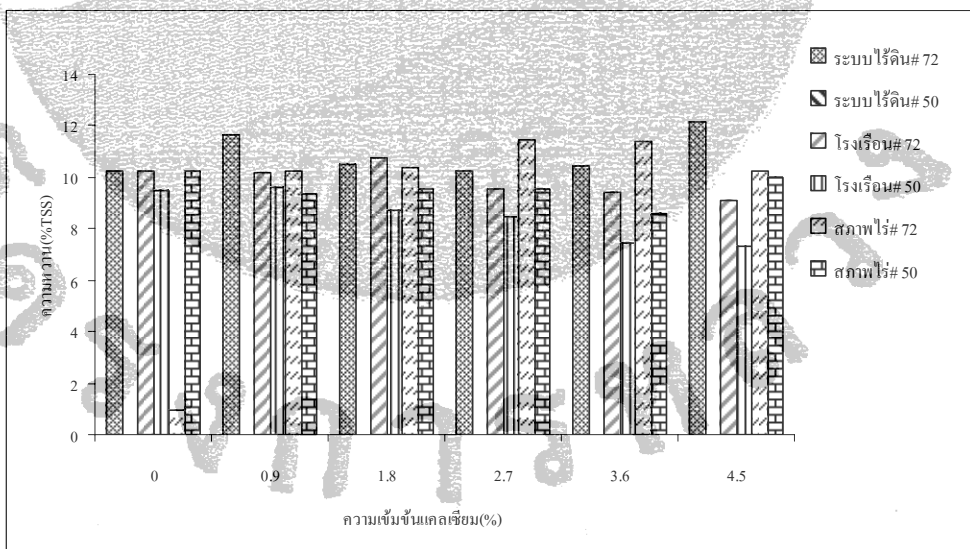
ภาพที่ 17 ความแน่นเนื้อของ 2 สายพันธุ์สตรอบอริที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียม สภาพระบบไฟเบอร์ โรงเรือน และสภาพที่ไร่การทดลองที่ 1 (กุมภาพันธ์ 2547)



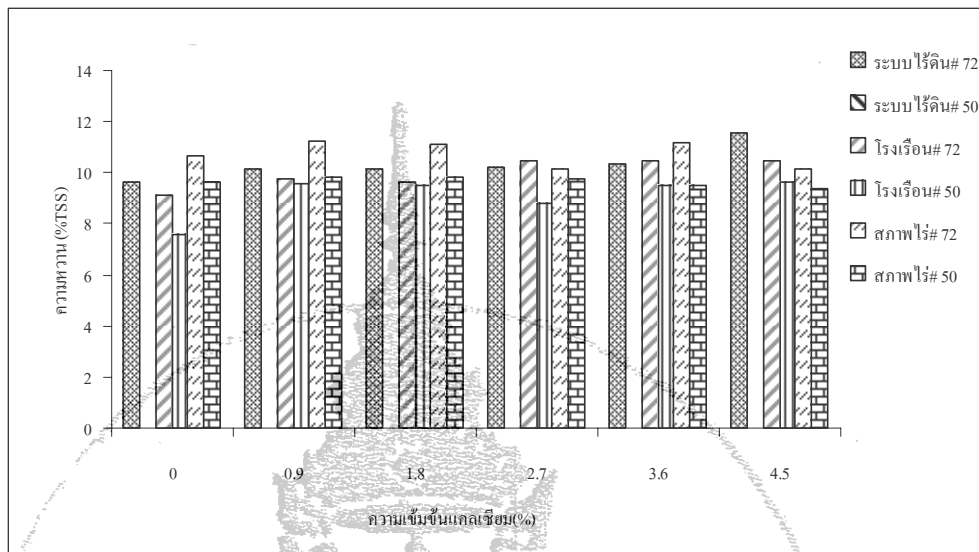
ภาพที่ 18 ความแน่นเนื้อของ 2 สายพันธุ์สตรอบอริที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไฟเบอร์ โรงเรือน และสภาพที่ไร่การทดลองที่ 1 (มีนาคม 2547)



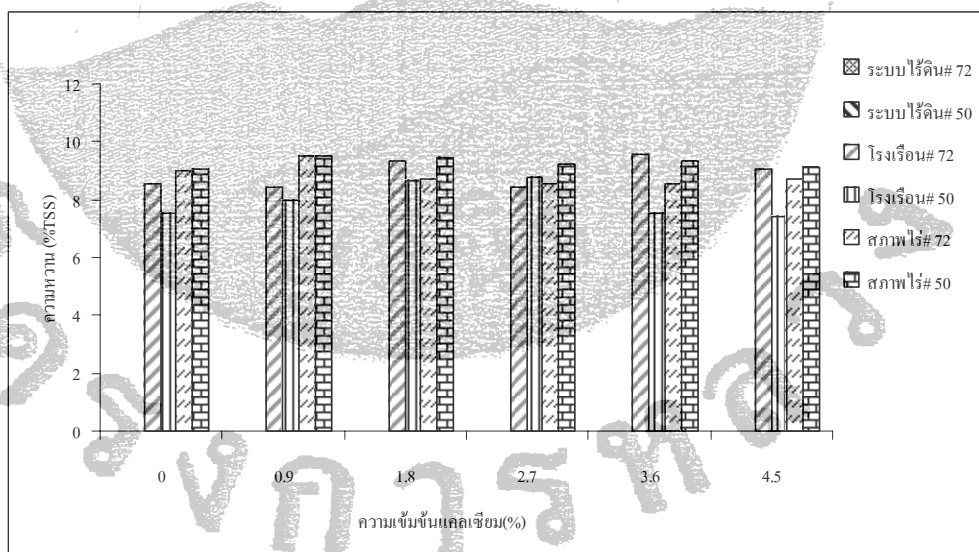
ภาพที่ 19 ความหวานของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไร่ดิน โรงเรือน และสภาฟไรที่ไร่การทดลองที่ 1 (ธันวาคม 2546)



ภาพที่ 20 ความหวานของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไร่ดิน โรงเรือน และสภาฟไรที่ไร่การทดลองที่ 1 (มกราคม 2547)



ภาพที่ 21 ความหวานของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบ ไร้ดิน โรงเรือน และสภาฟที่ไร่การทดลองที่ 1(กุมภาพันธ์2547)



ภาพที่ 22 ความหวานของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบ ไร้ดิน โรงเรือน และสภาฟที่ไร่การทดลองที่ 1(มีนาคม 2547)

## (9) อัตราการตาย

จากการทดสอบผลของแคลเซียมที่มีผลต่ออัตราการตายของสตรอเบอร์รี่พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในพันธุ์พระราชทาน 72 และในพันธุ์พระราชทาน 50 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

พันธุ์พระราชทาน 72 ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ก่อให้เกิดต้นสตรอเบอร์รี่ตายมากที่สุดคือ 4.5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการตายถึง 8.64 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นแคลเซียมความเข้มข้น 3.6, 0.9, 1.8, 0 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ คือ 7.20, 5.68, 5.47, 4.56 และ 4.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ก่อให้เกิดต้นสตรอเบอร์รี่ตายมากที่สุดคือ 4.5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการตายถึง 14.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นแคลเซียมความเข้มข้น 3.6, 1.8, 2.7, 0 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์ คือ 10.41, 10.28, 9.73, 9.31 และ 8.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

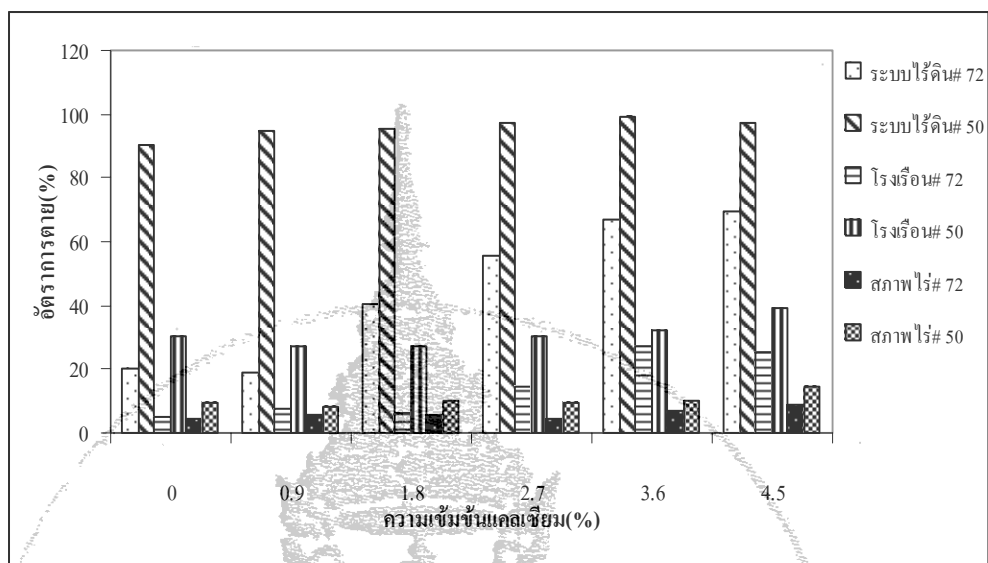
ตารางที่ 6 ผลของแคลเซียมต่อเปอร์เซ็นต์การตายของ 2 สายพันธุ์สตรอเบอร์รี่ ใน สภาพการทดลองระบบไร่ดิน ในโรงเรือน และในสภาพที่ไร่

ตำรับ ทดลอง (%Ca)	ระบบไร่ดิน (%)		สภาพที่โรงเรือน (%)		สภาพที่ไร่ (%)	
	# 72	# 50	# 72	# 50	# 72	# 50
0	20.12 <sup>c</sup>	90.01	5.01 <sup>c</sup>	30.24	4.56	9.31
0.9	19.23 <sup>c</sup>	95.04	7.56 <sup>c</sup>	27.36	5.68	8.36
1.8	40.56 <sup>b</sup>	95.16	6.55 <sup>c</sup>	27.16	5.47	10.28
2.7	55.43 <sup>a</sup>	97.47	14.25 <sup>b</sup>	30.5	4.19	9.73
3.6	66.75 <sup>a</sup>	98.96	27.32 <sup>a</sup>	32.25	7.2	10.41
4.5	69.62 <sup>a</sup>	97.00	25.36 <sup>a</sup>	39.38	8.64	14.35
F- test	*	ns	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	14.21	10.03	11.17	9.63	8.54	7.36

<sup>Z</sup>เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 23 อัตราการตายของ 2 สายพันธุ์สตรอบอริที่ระดับความชื้นต่างๆของแคลเซียมในสภาพระบบไร่ดิน โรงเรือน และสภาพไร่ในการทดลองที่ 1

บัณฑิตวิทยาลัย

## วิจารณ์ผลการทดลองที่ 1

จากการศึกษาบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสโตรเบอร์รี่ครั้งนี้พบว่า แคลเซียมมีแนวโน้มเพิ่มความหวานของสโตรเบอร์รี่ เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของแคลเซียมมากขึ้นอย่างไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งในการผลิตลูกพลับมีการใช้แคลเซียมและ โบรอนเพื่อเพิ่มคุณภาพของ ผลผลิต (Plich, 2002) และในแอปเปิ้ล การใช้แคลเซียมและแมกนีเซียม ช่วยให้แอปเปิ้ลอร่อยและ ลดกระบวนการทางสรีรวิทยาและผลด้านการต้านทาน โรคได้ (Huguet, 1980; Brown et al., 1998. Ernani et al., 2002. Kahu, 2002. )

การใช้แคลเซียมที่ 5 ระดับความเข้มข้น โดยมีดำรับการทดลองควบคุมที่ไม่ใช้แคลเซียม พบว่าสโตรเบอร์รี่ มีแนวโน้มที่ทำให้พื้นที่ใบลดลงที่แคลเซียมระดับความเข้มข้น 1.8% ขึ้นไปและที่ ระดับความเข้มข้นแคลเซียมเกิน 0.9% ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตของสโตรเบอร์รี่ลดลงให้ผล สอดคล้องกันทั้งในการทดสอบในระบบไฮโดรโปนิคส์ โรงเรือน และสภาพที่ไร่ ซึ่งการลดลงของ ผลผลิตจากการใช้แคลเซียมคลอไรด์มากเกินไป มาจากที่แคลเซียมส่งผลทางอ้อมให้พืชขาดธาตุ แมกนีเซียม (ยงยุทธ์, 2543) และในการทดลองที่แคลเซียมระดับความเข้มข้นเกิน 0.9 % มากเกินไป กับพืชทำให้มีอัตราการตายเพิ่มสูงขึ้นในทุกสภาพที่การทดลอง ซึ่งแน่นอนย่อมส่งผลให้ปริมาณ ผลผลิตลดลงตามลำดับดังกล่าว เช่นเดียวกับในการทดลองที่มหาวิทยาลัย โอไฮโอในประเทศ สหรัฐอเมริกาใช้แคลเซียมคลอไรด์เพื่อควบคุม โรคผลเน่าจากเชื้อราสาเหตุโรค *Brotrytis* sp.ซึ่ง พบว่าแคลเซียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อการควบคุม โรคผลเน่า และยังพบว่าผลผลิตสโตรเบอร์รี่มีปริมาณ ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสโตรเบอร์รี่ที่ไม่ได้ใช้แคลเซียมคลอไรด์ และสารเคมีกำจัดเชื้อรา และ สโตรเบอร์รี่ที่ใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราอื่น ๆ แต่ในการทดลองไม่พบการเปลี่ยนแปลงในด้านคุณภาพที่ ผลผลิตความแน่นเนื้อ (Firmness) ในลักษณะการเจริญทาง ด้านความกว้างใบ ยาวใบ และ คุณลักษณะด้านความแน่นเนื้อพบว่าความเข้มข้นต่างๆ ของแคลเซียมคลอไรด์ไม่ทำให้เกิดความ แตกต่างในทั้ง 3 สภาพที่การทดลอง



## การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของแคลเซียมต่อการผลิตสโตรเบอร์ในระบบไร่ดิน DRF

### (1) ความสูงพุ่ม

จากการทดลองเปรียบเทียบความสูงของพุ่มสโตรเบอร์ที่ความเข้มข้นแคลเซียมต่างๆพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สโตรเบอร์พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมความเข้มข้น 0 ppm มีความสูงพุ่มมากที่สุดคือ 11.61 เซนติเมตรรองลงมาเป็นแคลเซียมความเข้มข้น 3000, 2500, 100 และ 150 ppm ซึ่งมีความสูงเท่ากับ 11.25, 10.85, 10.63, 10.57 และ 9.69 เซนติเมตรตามลำดับ

สโตรเบอร์พันธุ์พระราชทาน 50 แคลเซียมความเข้มข้น 2000 ppm มีความสูงพุ่มมากที่สุดคือ 10.54 เซนติเมตรรองลงมาเป็นแคลเซียมความเข้มข้น 1500, 0, 3000, 2500 และ 2000 ppm ซึ่งมีความสูงเท่ากับ 8.10, 7.83, 7.49, 7.47 และ 6.88 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 7)

### (2) ความกว้างพุ่ม

จากการทดลองเปรียบเทียบความกว้างของพุ่มสโตรเบอร์ที่ความเข้มข้นแคลเซียมต่างๆพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สโตรเบอร์พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมความเข้มข้น 2500 ppm มีความกว้างพุ่มมากที่สุดคือ 18.93 เซนติเมตรซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับแคลเซียมความเข้มข้น 3000, 0, 1500, 1000 และ 2000 ppm ซึ่งมีความกว้าง 18.38, 18.31, 18.02, 17.64 และ 16.95 เซนติเมตรตามลำดับ

สโตรเบอร์พันธุ์พระราชทาน 50 แคลเซียมความเข้มข้น 2000 ppm มีความกว้างพุ่มที่สุดคือ 15.80 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกับความเข้มข้น 1500, 1000, 0, 2500 และ 3000 ppm คือสูง 14.49, 14.35, 13.21, 12.78 และ 12.53 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 7)

### (3) ความยาวก้านใบ

จากการทดลองเปรียบเทียบความยาวก้านใบของสโตรเบอร์ที่ความเข้มข้นแคลเซียมระดับต่างๆพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สโตรเบอร์พันธุ์พระราชทาน 72 แคลเซียมความเข้มข้น 3000 ppm มีความยาวก้านใบมากที่สุดคือ 4.86 เซนติเมตรรองลงมาแคลเซียมความเข้มข้น 2500, 2000, 1500, 0 และ 1000 ppm ซึ่งมีความยาวก้านใบรองลงมาคือ 4.47, 4.42, 4.18, 3.94 และ 3.57 เซนติเมตรตามลำดับ

สโตรเบอร์พันธุ์พระราชทาน 50 แคลเซียมความเข้มข้น 0 ppm มีความยาวก้านใบมากที่สุดคือ 3.79 เซนติเมตรรองลงมาแคลเซียมความเข้มข้น 2000, 1000, 3000, 1500 และ 2500

ppm ซึ่งมีความยาวก้านใบรองลงมาคือ 3.76, 3.74, 3.50, 3.38 และ 3.22 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 7)

#### (4) พื้นที่ใบ

จากการทดลองเปรียบเทียบพื้นที่ใบของสตรอเบอรี่ที่ความเข้มข้นแคลเซียมต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ

พระราชทาน 72 แคลเซียมที่ความเข้มข้น 0 ppm มีพื้นที่ใบมากที่สุดคือ 258.73 ตารางเซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับแคลเซียมความเข้มข้น 1000 และ 1500 ppm คือ 223.65 และ 214.27 ตารางเซนติเมตรแต่แตกต่างทางสถิติกับความเข้มข้นแคลเซียมที่ 2000, 2500 และ 3000 ppm คือ 190.32, 185.36 และ 180.68 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 แคลเซียมที่ความเข้มข้น 0 ppm มีพื้นที่ใบมากที่สุดคือ 188.23 ตารางเซนติเมตรซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับแคลเซียมความเข้มข้น 1500, 1000, 2000 และ 3000 ppm คือ 179.21, 175.21, 163.44, 157.28 และ 144.21 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลของแคลเซียมต่อการเจริญทางลำต้นของสตรอเบอรี่ 2 สายพันธุ์ในระบบไร่ดิน

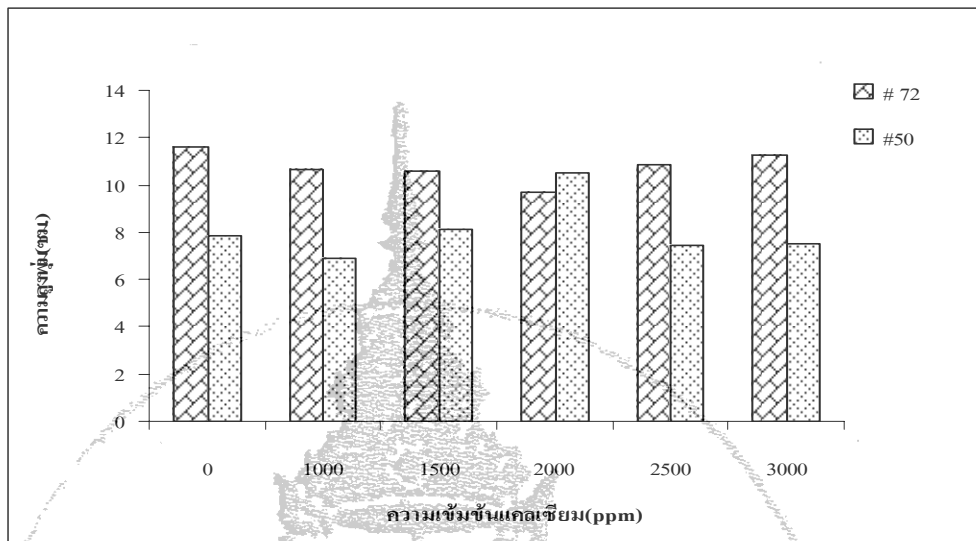
ดำรับ ทดลอง	ความสูงพุ่ม		ความกว้างพุ่ม		ความยาวก้านใบ		พื้นที่ใบ	
	(เซนติเมตร)		(เซนติเมตร)		(เซนติเมตร)		(ตารางเซนติเมตร)	
แคลเซียม (ppm)	# 72	# 50	# 72	# 50	# 72	# 50	# 72	# 50
0	11.61	7.83	18.31	13.21	3.94	3.79	258.73 <sup>a</sup>	188.23
1000	10.63	6.88	17.64	14.35	3.57	3.74	223.65 <sup>a</sup>	175.21
1500	10.57	8.10	18.02	14.49	4.18	3.38	214.27 <sup>ab</sup>	179.21
2000	9.69	10.54	16.95	15.80	4.42	3.76	190.32 <sup>b</sup>	163.44
2500	10.85	7.47	18.93	12.78	4.47	3.22	185.36 <sup>b</sup>	144.21
3000	11.25	7.49	18.38	12.53	4.86	3.50	180.68 <sup>b</sup>	157.28
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
C.V. (%)	12.58	17.47	9.18	10.39	12.94	11.34	23.23	36.92

<sup>Z</sup>เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

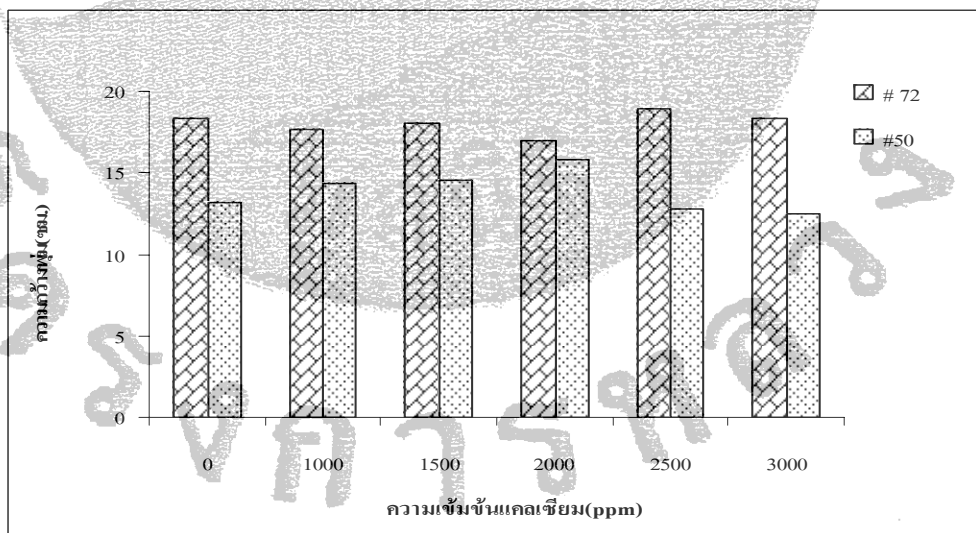
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

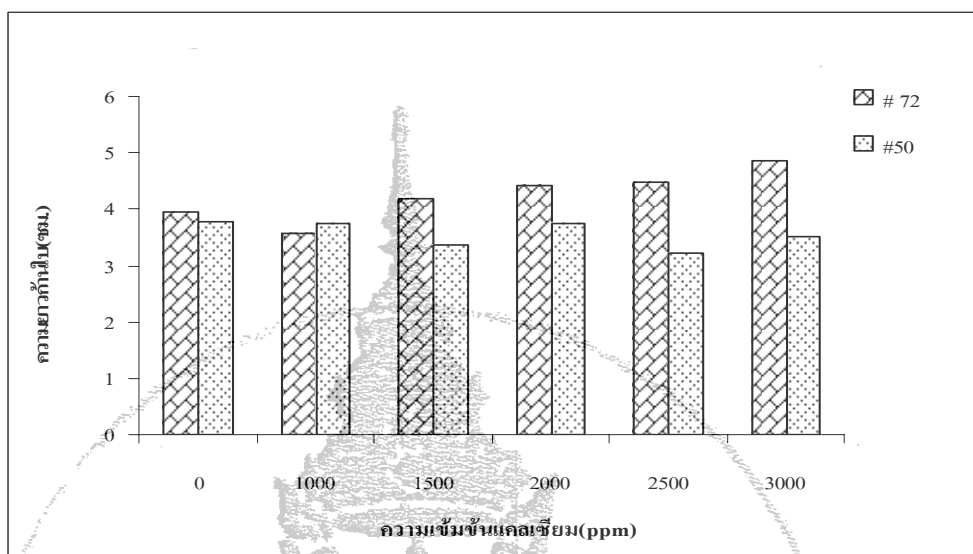
\* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



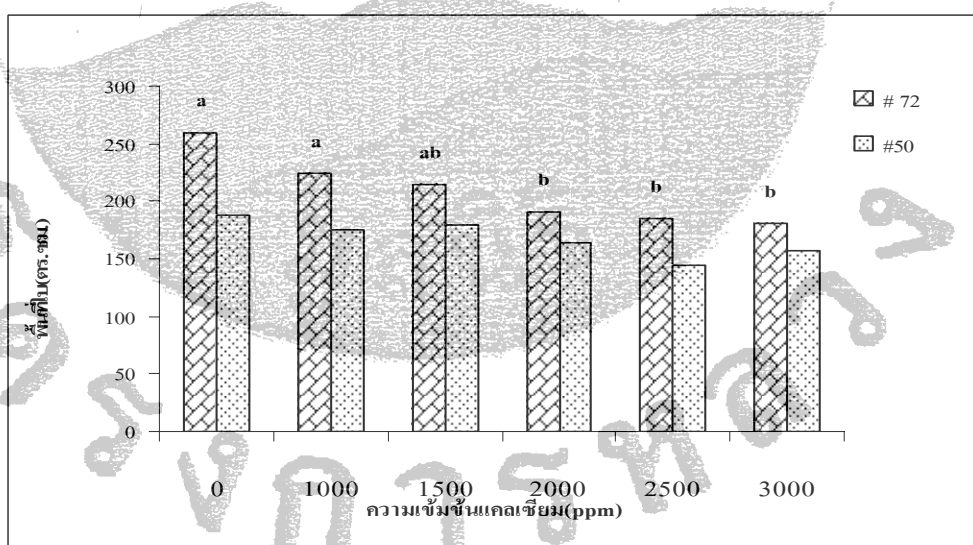
ภาพที่ 24 ความสูงพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 2



ภาพที่ 25 ความกว้างพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 2



ภาพที่ 26 ความยาวก้านใบพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบการปลูกพีชไร้ดินในการทดลองที่ 2



ภาพที่ 27 พื้นที่ใบของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบการปลูกพีชไร้ดินในการทดลองที่ 2

### (3) ปริมาณน้ำหนักผลผลิต

จากการทดลองพบว่าระดับแคลเซียมความเข้มข้นต่างกันให้ปริมาณผลผลิตต่างกันอย่างมีความแตกต่างทางสถิติ

พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้นแคลเซียมที่ 0 ppm ให้ผลผลิตมากที่สุดคือ 74.80 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับแคลเซียม 1000, 2000 และ 1500 ppm คือ 51.62, 48.24 และ 41.38 กรัม แต่แตกต่างทางสถิติกับแคลเซียมระดับความเข้มข้น 2500 และ 3000 ppm ซึ่งมีปริมาณผลผลิตต่ำที่สุดคือ 133.80 และ 118.20 กรัม ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้นแคลเซียมที่ 0 ppm ให้ผลผลิตมากที่สุดคือ 182.00 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับแคลเซียม 1000, 2000 และ 1500 ppm คือ 162.42, 156.20 และ 150.31 กรัม แต่แตกต่างทางสถิติกับแคลเซียมระดับความเข้มข้น 2500 และ 3000 ppm ซึ่งมีปริมาณผลผลิตต่ำที่สุดคือ 37.61 และ 30.20 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

#### (4) จำนวนผล

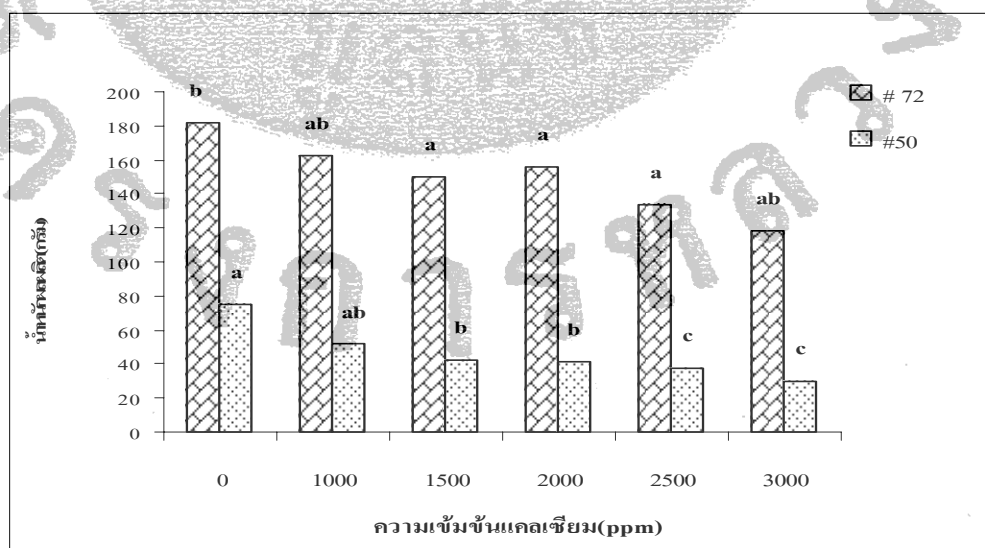
พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้นแคลเซียมที่ 0 ppm ให้จำนวนผลมากที่สุดคือ 41.60 ผล ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับแคลเซียม 1000 และ 1500 ppm คือ 41.21 และ 33.80 ผล แต่แตกต่างทางสถิติกับแคลเซียมระดับความเข้มข้น 2000, 2500 และ 3000 ppm ซึ่งมีปริมาณผลผลิตต่ำที่สุดคือ 29.80, 23.40 และ 21.40 ผลตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้นแคลเซียมที่ 0 ppm ให้จำนวนผลมากที่สุดคือ 12.80 ผล ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับแคลเซียม 1000, 1500 และ 2000 ppm คือ 11.60, 10.80 และ 10.60 ผล แต่แตกต่างทางสถิติกับแคลเซียมระดับความเข้มข้น 2500 และ 3000 ppm ซึ่งมีปริมาณผลผลิตต่ำที่สุดคือ 6.80 และ 6.60 ผล ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

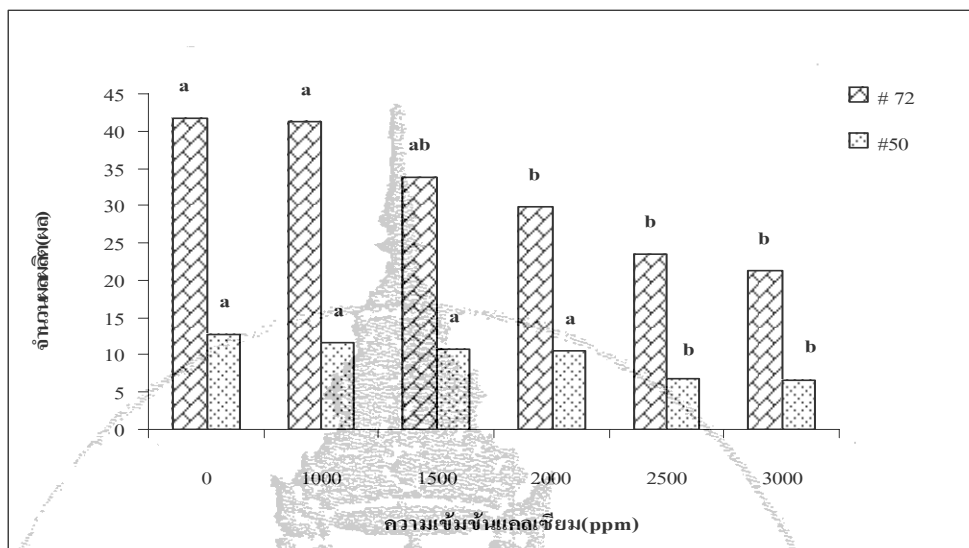
ตารางที่ 8 ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพที่ผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้สภาพที่การ  
การทดลองในระบบการปลูกพืชไร้ดิน (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2547-กุมภาพันธ์ 2548)

ตำรับทดลองแคลเซียม (ppm)	# 72		#50	
	yield(g)	fruits	yield(g)	fruits
0	182.00a	41.60a	74.80a	12.80a
1000	192.42ab	41.21a	51.62ab	11.60a
1500	150.31ab	33.80ab	48.24b	10.80a
2000	156.20ab	29.80b	41.38b	10.60a
2500	133.80b	23.40b	37.61c	6.80b
3000	118.20b	21.40b	30.20c	6.60b
F- test	*	*	*	*
C.V.	9.63	10.23	7.52	13.58

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์  
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ  
ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ  
\* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 28 น้ำหนักของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบปลูกพืชไร้ดิน  
ในการทดลองที่ 2



ภาพที่ 29 จำนวนผลของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 2

#### (5) ความแน่นเนื้อ

จากการทดลองเปรียบเทียบลักษณะความแน่นเนื้อของผลผลิตสตรอเบอรี่ที่ได้รับแคลเซียมความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เดือนธันวาคม พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 1500 ppm มีเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 1.18 N. รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้นแคลเซียม 0, 1000, 2500, 2000 และ 3000 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อเป็น 1.07, 1.07, 1.05, 0.99 และ 0.96 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.1)

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 2000 ppm มีเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.23 N. รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้นแคลเซียม 1500, 0, 1000, 2500 และ 2000 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อเป็น 1.16, 1.12, 1.12, 1.03 และ 1.03 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.1)

เดือนมกราคม พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 2000 ppm มีเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.14 N. รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้นแคลเซียม 1500, 2500, 3000, 0 และ 1000 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อเป็น 1.03, 1.02, 1.02, 0.99 และ 0.98 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 3000 ppm มีเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.17 N. รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้นแคลเซียม 1500, 2500, 1000, 2000 และ 0 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อเป็น 1.13, 1.11, 1.09, 1.08 และ 1.07 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)

เดือนกุมภาพันธ์ พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 2500 ppm มีเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.12 N. รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้นแคลเซียม 3000, 0, 1000, 1500 และ 2000 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อเป็น 1.10, 1.02, 1.01, 0.98 และ 0.97 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3)

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 2500 ppm มีเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.15 N. รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้นแคลเซียม 3000, 1500, 2000, 1000 และ 0 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อเป็น 1.14, 1.14, 1.07, 1.03 และ 1.02 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

#### (6) ความหวาน

จากการทดลองเปรียบเทียบความหวาน (เปอร์เซ็นต์ TSS) ของสตรอเบอรี่ที่แคลเซียมความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า มีมากขึ้นแปรผันตามระดับเข้มข้นแคลเซียมเพิ่มขึ้นอย่างมีความแตกต่างทางสถิติ

เดือนธันวาคม พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 2000 ppm มีความหวานมากที่สุดคือ 11.21 เปอร์เซ็นต์ TSS โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 2500 และ 3000 ppm ซึ่งมีความหวานเป็น 10.98 และ 10.28 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 0, 1000 และ 1500 ppm ซึ่งมีความหวาน 7.66, 7.05 และ 8.07 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ (ตารางที่ 5.1)

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 3000 ppm มีความหวานมากที่สุดคือ 8.95 เปอร์เซ็นต์ TSS โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 2500 และ 2000 ppm ซึ่งมีความหวานเป็น 8.85 และ 7.96 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 0, 1000 และ 1500 ppm ซึ่งมีความหวาน 4.27, 4.83 และ 5.98 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ (ตารางที่ 5.1)

เดือนมกราคม พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 2000 ppm มีความหวานมากที่สุดคือ 11.58 เปอร์เซ็นต์ TSS โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 2500, 1500 และ 3000 ppm ซึ่งมีความหวานเป็น 10.28, 10.22 และ 9.73 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 0 และ 1000 ppm ซึ่งมีความหวาน 8.54 และ 8.64 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 3000 ppm มีความหวานมากที่สุดคือ 9.00 เปอร์เซ็นต์ TSS โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 2500, 2000 และ 1500 ppm ซึ่งมีความหวานเป็น 8.77, 7.65 และ 8.22 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 0 และ 1000 ppm ซึ่งมีความหวาน 5.66 และ 6.25 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2)



เดือนกุมภาพันธ์ พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 2000 ppm มีความหวานมากที่สุดคือ 10.52 เปอร์เซ็นต์ TSS โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 2500, 3000 และ 1500 ppm ซึ่งมีความหวานเป็น 10.21, 10.14 และ 9.67 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 0 และ 1000 ppm ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความหวาน 9.01 และ 9.21 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3)

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 3000 ppm มีความหวานมากที่สุดคือ 9.10 เปอร์เซ็นต์ TSS โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 2500, 2000 และ 1500 ppm ซึ่งมีความหวานเป็น 8.84, 8.78 และ 8.27 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นแคลเซียม 0 และ 1000 ppm ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความหวาน 6.35 และ 6.35 ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3)

โครงการหลวง

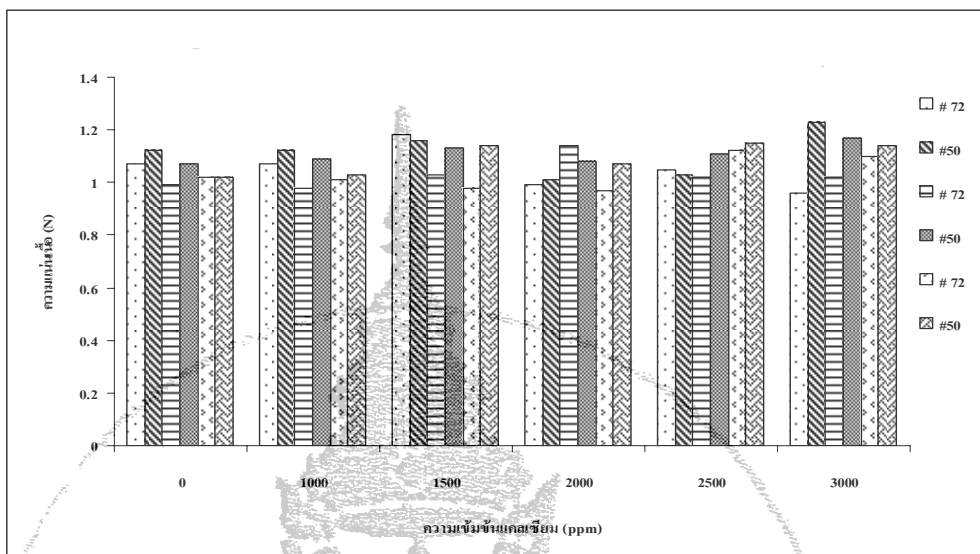
ตารางที่ 9 ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพที่ผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้สภาพที่  
การทดลองในระบบการปลูกพืชไร่ดิน DRF (ธันวาคม 2547-กุมภาพันธ์ 2548)

ตำรับทดลอง	# 72		#50	
	Firmness(N)	TSS (%)	Firmness(N)	TSS (%)
ธ.ค.- 47				
0	1.07	7.66b	1.12	4.27b
1000	1.07	8.05b	1.12	4.83b
1500	1.18	9.07b	1.16	5.98b
2000	0.99	11.21a	1.01	7.96a
2500	1.05	10.98a	1.03	8.85a
3000	0.96	10.28a	1.23	8.95a
F- test	ns	*	ns	*
C.V.	5.12	11.46	7.44	13.58
ม.ค.- 48				
0	0.99	8.54b	1.07	5.66b
1000	0.98	8.64b	1.09	6.25b
1500	1.03	9.73ab	1.13	8.22a
2000	1.14	11.58a	1.08	8.65a
2500	1.02	10.28a	1.11	8.77a
3000	1.02	10.22a	1.17	9.00a
F- test	ns	*	ns	*
C.V.	8.21	13.44	10.58	12.91
ก.พ.- 48				
0	1.02	9.01b	1.02	6.35b
1000	1.01	9.21b	1.03	7.25b
1500	0.98	9.67ab	1.14	8.27a
2000	0.97	10.52a	1.07	8.78a
2500	1.12	10.21a	1.15	8.84a
3000	1.10	10.14a	1.14	9.10a
F- test	ns	*	ns	*
C.V.	8.21	13.44	10.58	12.91

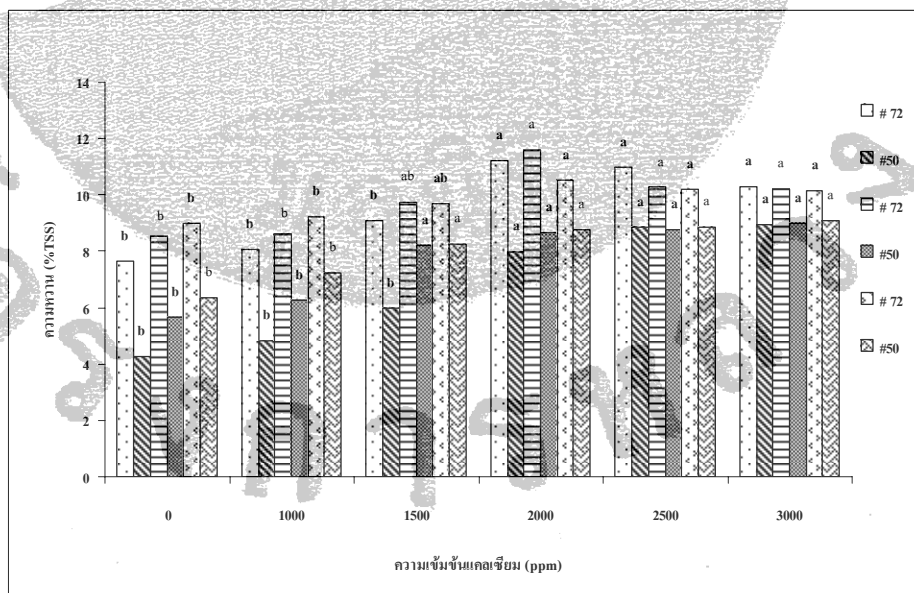
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 30 ความแน่นเนื้อผลสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบปลูกพืชไร่น้ำในการทดลองที่ 2



ภาพที่ 31 ความหวานผลสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของแคลเซียมในระบบการปลูกพืชไร่น้ำในการทดลองที่ 2

## วิจารณ์ผลการทดลองที่ 2

การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองขยายผลมาจากการทดลองที่ 1 โดยจำกัดขอบเขตระดับความเข้มข้นของแคลเซียมให้ลดลง โดยมุ่งเน้นให้มีผลกระทบหรือความเป็นพิษกับพืชน้อยที่สุดจากอัตราการตายและปริมาณผลผลิต โดยที่ยังคงคุณภาพที่หรือความหวานของสตรอเบอรี่

การใช้แคลเซียมคลอไรด์ที่ 5 ระดับความเข้มข้นของแคลเซียมคือที่ความเข้มข้น 1000, 1500, 2000, 2500 และ 3000 ppm เปรียบเทียบกับดำรับการทดลองควบคุมที่ไม่มีแคลเซียมพบว่าที่ระดับความเข้มข้นแคลเซียม ที่เกิน 2000 ppm ส่งผลให้สตรอเบอรี่มีพื้นที่ใบลดลงแต่ไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างในด้านลักษณะความยาวก้านใบ ความสูงพุ่ม ความกว้างทรงพุ่ม และความสูงของพุ่ม ผลของแคลเซียมต่อคุณภาพที่ของผลสตรอเบอรี่พบว่าที่ระดับความเข้มข้นแคลเซียมที่ 2000 ppm ขึ้นไปช่วยส่งเสริมให้สตรอเบอรี่มีความหวานเพิ่มขึ้น ซึ่งมีการทดลองของ อ้างว่า แคลเซียมช่วยส่งเสริมรสชาติของผลไม้เช่นลูกพลับ แอปเปิ้ล และจากการทดลองของ Nestby และคณะ (2003) ยังพบว่าสตรอเบอรี่ที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์มี ปริมาณวิตามินซีสูงกว่ามากกว่าสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ แต่ปริมาณกรดรวมในผลจะลดลง และในผลที่ขาดแคลเซียมผลจะมีขนาดเล็กและสุกช้า

### การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของซิลิกอนต่อการผลิตสโตรเบอร์ในระบบไร้ดิน

#### (1) ความสูงพุ่ม

จากการทดลองเปรียบเทียบความสูงของพุ่มสโตรเบอร์ที่ความเข้มข้นซิลิกอนต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ

สโตรเบอร์พันธุ์พระราชทาน 72 ซิลิกอนความเข้มข้น 150 ppm มีความสูงพุ่มมากที่สุดคือ 12.23 เซนติเมตรแตกต่างทางสถิติกับซิลิกอนความเข้มข้น 200, 100 และ 250 ppm ซึ่งมีความสูงรองลงมาคือ 10.53, 10.31 และ 9.27 เซนติเมตรตามลำดับที่ความเข้มข้น 300 และ 0 ppm มีความสูงพุ่มน้อยที่สุด คือ 7.86 และ 7.11 เซนติเมตร

สโตรเบอร์พันธุ์พระราชทาน 50 ซิลิกอนความเข้มข้น 200 ppm มีความสูงที่สุดคือ 10.01 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกับความเข้มข้น 250 คือสูง 9.74 เซนติเมตรแต่แตกต่างที่ความเข้มข้นของซิลิกอน 150 ppm โดยมีความสูง 9.15 เซนติเมตร และความเข้มข้น 0 ppm คือ 8.29 เซนติเมตรและความเข้มข้น ที่ 100 และ 300 ppm มีความสูงต่ำสุดคือ 7.92 และ 7.46 เซนติเมตร (ตารางที่ 10)

#### (2) ความกว้างพุ่ม

จากการทดลองเปรียบเทียบความกว้างของพุ่มสโตรเบอร์ที่ความเข้มข้นซิลิกอนต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ

สโตรเบอร์พันธุ์พระราชทาน 72 ซิลิกอนความเข้มข้น 250 ppm มีความกว้างพุ่มมากที่สุดคือ 12.23 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับซิลิกอนความเข้มข้น 100, 150, 200 และ 300 ppm ซึ่งมีความกว้างรองลงมาคือ 19.50, 19.16, 17.97 และ 17.03 เซนติเมตรตามลำดับแต่แตกต่างทางสถิติกับซิลิกอนความเข้มข้น 0 ppm มีความกว้างพุ่มน้อยที่สุด คือ 15.95 เซนติเมตร

สโตรเบอร์พันธุ์พระราชทาน 50 ซิลิกอนความเข้มข้น 250 ppm มีความกว้างพุ่มที่สุด คือ 16.47 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกับความเข้มข้น 200 และ 300 ppm คือสูง 16.31 และ 15.94 เซนติเมตรแต่แตกต่างที่ความเข้มข้นของซิลิกอน 100, 150 และ 0 ppm โดยมีความสูง 14.88, 13.79 และ 13.77 เซนติเมตร (ตารางที่ 10)

#### (3) ความยาวก้านใบ

จากการทดลองเปรียบเทียบความยาวก้านใบของสโตรเบอร์ที่ความเข้มข้นซิลิกอนต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สตรอบอร์ที่พันธุ์พระราชทาน 72 ซิลิกอนความเข้มข้น 250 ppm มีความยาวก้านใบมากที่สุดคือ 4.79 เซนติเมตรรองลงมาซิลิกอนความเข้มข้น 150, 100, 200, 0 และ 300 ppm ซึ่งมีความยาวก้านใบรองลงมาคือ 4.74, 4.73, 4.37, 4.30 และ 4.07 เซนติเมตรตามลำดับ

สตรอบอร์ที่พันธุ์พระราชทาน 50 ซิลิกอนความเข้มข้น 200 ppm มีความยาวก้านใบมากที่สุดคือ 3.84 เซนติเมตรรองลงมาซิลิกอนความเข้มข้น 300, 0, 250, 150 และ 100 ppm ซึ่งมีความยาวก้านใบรองลงมา คือ 3.83, 3.63, 3.59, 3.54 และ 3.48 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 10)

### (5) พื้นที่ใบ

จากการทดลองเปรียบเทียบพื้นที่ใบของสตรอบอร์ที่ความเข้มข้นซิลิกอนต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ

พระราชทาน 72 ซิลิกอนที่ความเข้มข้น 150 ppm มีพื้นที่ใบมากที่สุด คือ 277.93 ตารางเซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับซิลิกอนความเข้มข้น 200 ppm คือ 256.24 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับความเข้มข้นซิลิกอนที่ 250 และ 100 ppm คือ 221.92 และ 210.85 ตารางเซนติเมตร และที่ความเข้มข้นซิลิกอน 0 ppm มีพื้นที่ใบน้อยที่สุดคือ 151.34 ตารางเซนติเมตร

พันธุ์พระราชทาน 50 ซิลิกอนที่ความเข้มข้น 150 ppm มีพื้นที่ใบมากที่สุดคือ 152.87 ตารางเซนติเมตรซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับซิลิกอนความเข้มข้น 100 และ 250 ppm คือ 152.52 และ 149.18 ตารางเซนติเมตรตามลำดับแต่แตกต่างทางสถิติกับซิลิกอนที่ 300 และ 100 ppm คือ 139.51 และ 130.56 ตารางเซนติเมตร และความเข้มข้นซิลิกอน 0 ppm มีพื้นที่ใบน้อยที่สุด คือ 114.17 ตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ผลของซิลิกอนต่อการเจริญทางลำต้นของสตรอเบอรี่ 2 สายพันธุ์ในระบบไร่ดิน

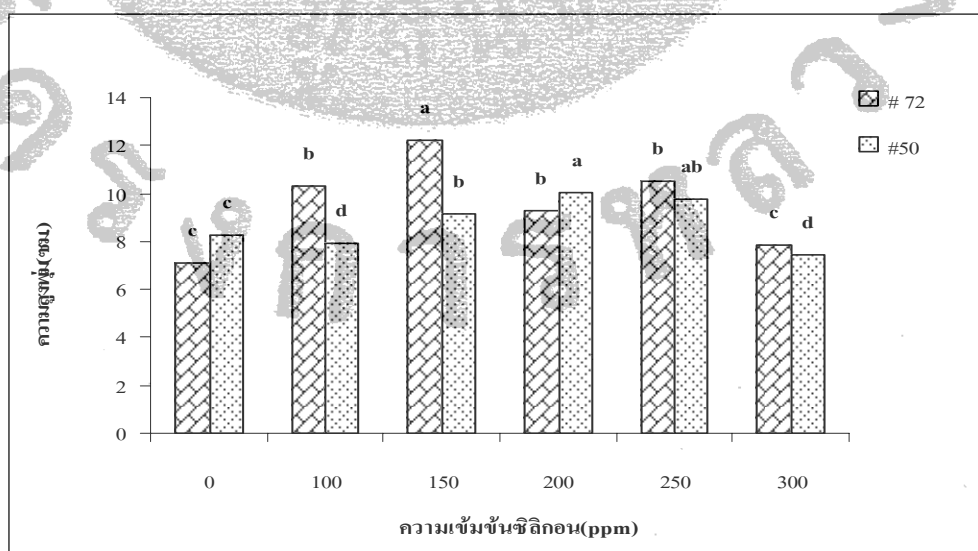
ตำรับทดลอง ซิลิกอน (ppm)	ความสูงพุ่ม (เซนติเมตร)		ความกว้างพุ่ม (เซนติเมตร)		ความยาวก้านใบ (เซนติเมตร)		พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร)	
	# 72	#50	# 72	#50	# 72	#50	# 72	#50
0	7.11c	8.29c	15.95b	13.77b	4.30	3.63	151.34d	114.17c
100	10.31b	7.92d	19.5a	14.88b	4.73	3.48	210.85b	130.56b
150	12.23a	9.15b	19.16a	13.79b	4.74	3.54	277.93a	152.87a
200	9.27b	10.01a	17.97ab	16.31a	4.37	3.84	256.24a	152.52a
250	10.53b	9.74ab	19.53a	16.47a	4.79	3.59	221.92b	149.18a
300	7.86c	7.46d	17.03ab	15.94a	4.07	3.83	196.41c	135.91b
F-test	*	*	ns	ns	ns	ns	*	*
C.V. (%)	9.85	10.25	8.57	13.69	10.87	15.65	21.84	32.14

<sup>Z</sup>เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

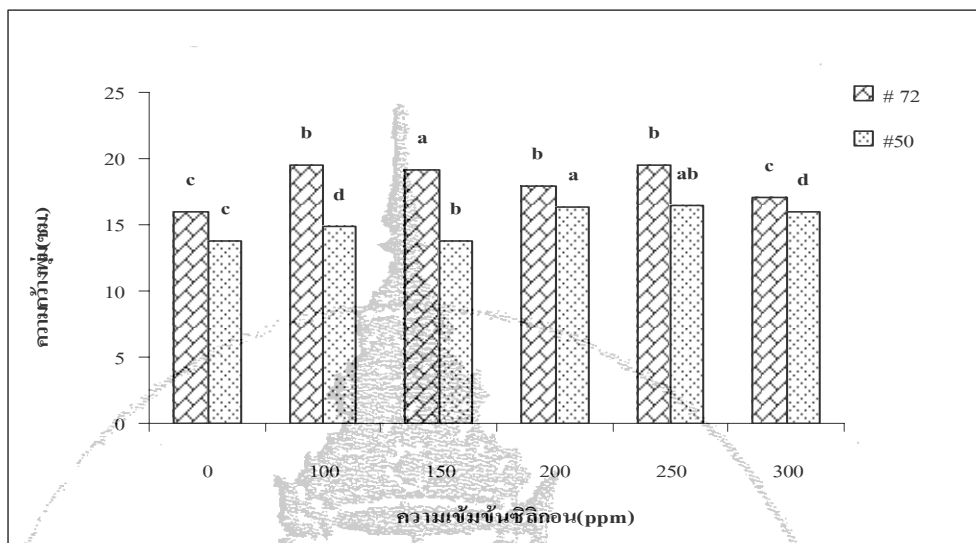
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

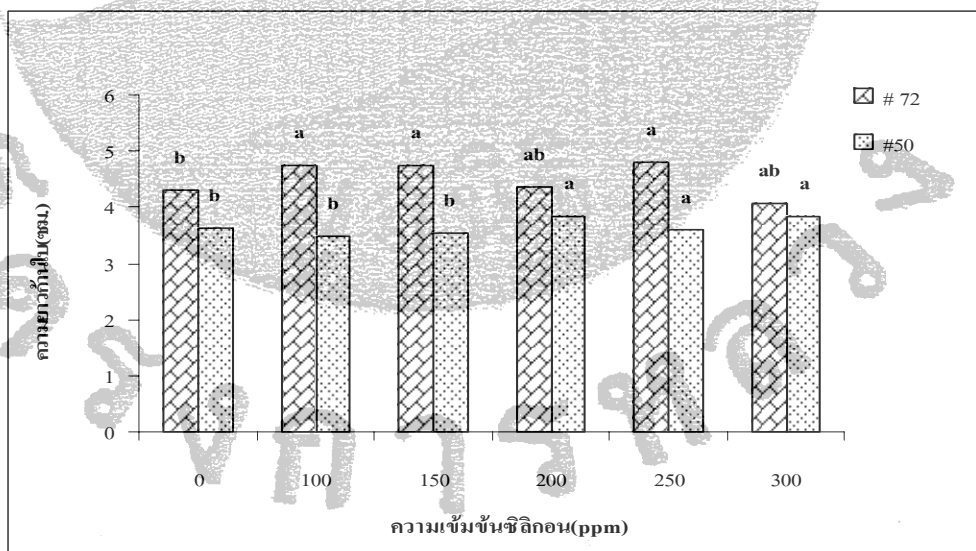
\* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 32 ความสูงพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซิลิกอนในระบบการปลูกพืชไร่ดินในการทดลองที่ 3

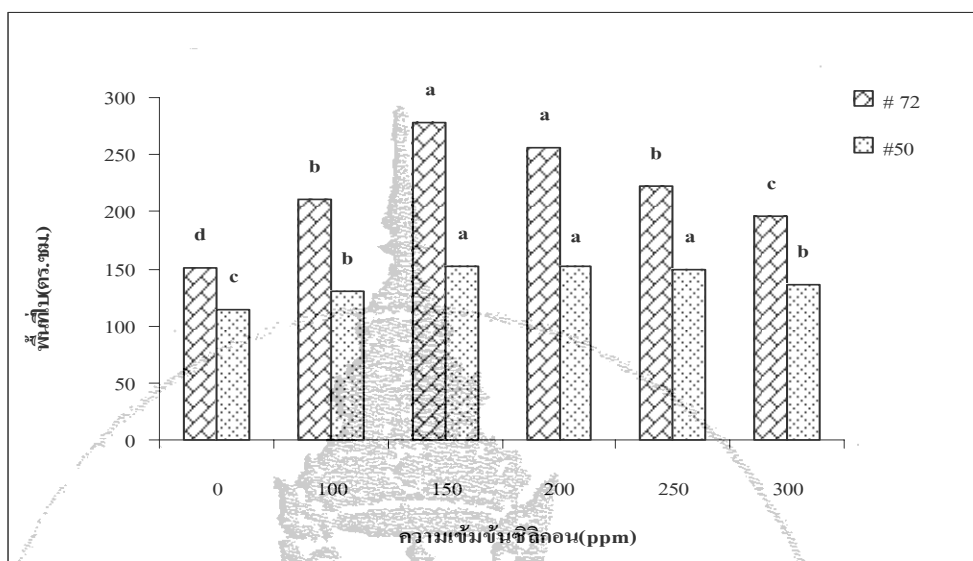


ภาพที่ 33 ความกว้างพุ่มของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซีลีคอนในระบบการปลูกพืชไร่ดินในการทดลองที่ 3



ภาพที่ 34 ความยาวก้านใบของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซีลีคอนในระบบการปลูกพืชไร่ดินในการทดลองที่ 3





ภาพที่ 35 พื้นที่ใบของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซัลเฟตในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 3

#### (6) ปริมาณน้ำหนักรวมผลผลิต

จากการทดลองพบว่าระดับความเข้มข้นซัลเฟตที่แตกต่างกันให้ปริมาณผลผลิตต่างกันอย่างมีความแตกต่างทางสถิติ

พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 150 ppm มีปริมาณน้ำหนักรวมผลผลิตมากที่สุดคือ 184.6 กรัม โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้น 200, 250 และ 300 ppm ซึ่งมีปริมาณน้ำหนักรวมผลผลิตเป็น 183.8 และ 164.8 กรัม ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นซัลเฟต 0, 100 และ 300 ppm ซึ่งมีปริมาณน้ำหนักรวมผลผลิต 120.2, 141.00 และ 138.00 กรัมตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 250 ppm มีปริมาณน้ำหนักรวมผลผลิตมากที่สุดคือ 74.40 กรัม โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้น 250 ppm ซึ่งมีปริมาณน้ำหนักรวมผลผลิตเป็น 62.80 กรัม ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นซัลเฟต 0, 100, 150 และ 200 ppm ซึ่งมีปริมาณน้ำหนักรวมผลผลิต 37.60, 51.00, 40.00 และ 32.60 กรัมตามลำดับ (ตารางที่

11)

## (7) จำนวนผล

จากการทดลองพบว่าระดับความเข้มข้นซัลฟอนที่แตกต่างกันพันธุ์พระราชทาน 72 ให้ปริมาณจำนวนผลต่างกันอย่างมีความแตกต่างทางสถิติ พันธุ์พระราชทาน 50 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 200 ppm มีปริมาณจำนวนผลมากที่สุดคือ 33.60 ผล โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นซัลฟอน 100, 200 และ 250 ppm ซึ่งมีจำนวนผลผลิตเป็น 27.8, 31.8, 32.18 และ 25.6 ผล ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นซัลฟอน 0 ppm ซึ่งมีจำนวนผลผลิต 20.80 ผล

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 300 ppm มีปริมาณจำนวนผลมากที่สุดคือ 12.80 ผล โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นซัลฟอน 0, 100, 150, 200 และ 250 ppm ซึ่งมีจำนวนผลผลิตเป็น 6.60, 10.60, 10.80, 6.80 และ 11.60 ผล ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

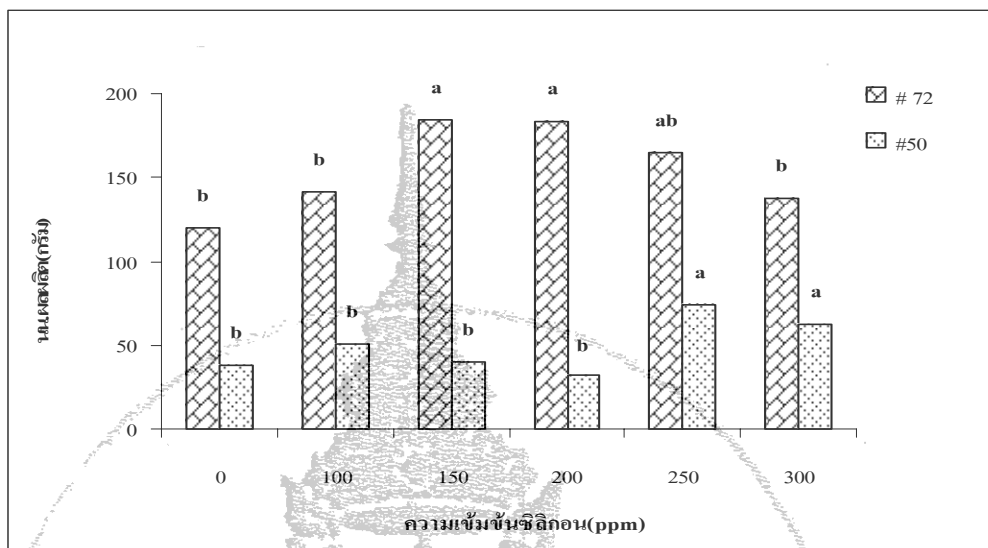
ตารางที่ 11 ผลของซัลฟอนต่อคุณภาพที่ผลผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้สภาพที่การทดลองในระบบการปลูกพืชไร่ดิน DRF (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2547-มกราคม 2548)

ตำรับทดลองซัลฟอน (ppm)	# 72		#50	
	yield(g)	fruits	yield(g)	fruits
0	120.20 <sup>b</sup>	20.80 <sup>b</sup>	37.60 <sup>b</sup>	6.60
100	141.00 <sup>b</sup>	27.80 <sup>ab</sup>	51.00 <sup>b</sup>	10.60
150	184.60 <sup>a</sup>	31.80 <sup>a</sup>	40.00 <sup>b</sup>	10.80
200	183.80 <sup>a</sup>	33.60 <sup>a</sup>	32.60 <sup>b</sup>	6.80
250	164.80 <sup>ab</sup>	32.81 <sup>a</sup>	74.40 <sup>a</sup>	11.60
300	138.00 <sup>b</sup>	25.60 <sup>ab</sup>	62.80 <sup>a</sup>	12.80
F- test	*	*	*	ns
C.V.	8.33	6.79	8.93	14.17

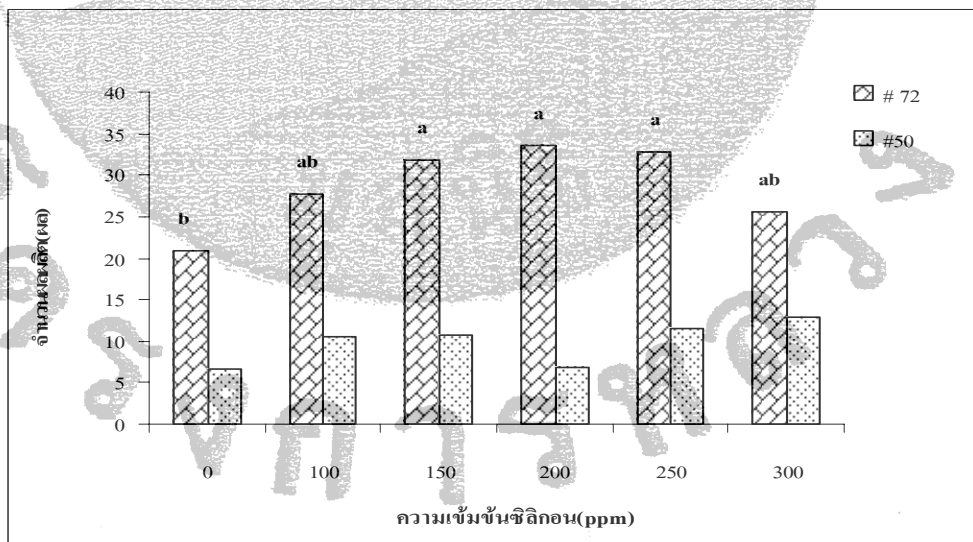
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 36 น้ำหนักผลผลิตของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซัลเฟตในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 3



ภาพที่ 37 จำนวนผลของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของซัลเฟตในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 3

### (7) ความแน่นเนื้อ

จากการทดลองเปรียบเทียบลักษณะความแน่นเนื้อของผลผลิตสตรอเบอร์รี่ที่ได้รับ ซิลิกอนความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เดือนธันวาคมพันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 150 ppm มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.15 N. รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้นซิลิกอน 0, 100, 250, 200 และ 300 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อเป็น 1.07, 1.07, 1.05, 0.99 และ 0.96 N. ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 150 ppm มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.16 N. รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้นซิลิกอน 100, 0, 300, 200, และ 250 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อเป็น 1.14, 1.12, 1.12, 1.09 และ 1.03 N. ตามลำดับ

เดือนมกราคมพันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 300 ppm มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.14 N. รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้นแคลเซียม 150, 0, 200, 100 และ 250 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อเป็น 1.12, 1.11, 1.07, 1.04 และ 0.99 N. ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.14 N. รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้นซิลิกอน 0, 250, 300, 200 และ 150 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อเป็น 1.10, 1.08, 1.07, 0.99 และ 0.97 N. ตามลำดับ

เดือนกุมภาพันธ์ พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 0 ppm มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.12 N. รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้นซิลิกอน 250, 300, 150, 200 และ 100 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อเป็น 1.11, 1.09, 1.00, 0.99 และ 0.98 N. ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 250 ppm มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 1.10 N. รองลงมาเป็นระดับความเข้มข้นแคลเซียม 100, 300, 0, 150 และ 200 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อเป็น 1.05, 1.05, 0.99, 0.97 และ 0.97 N. ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

### (8) ความหวาน

จากการทดลองเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความหวาน (TSS) ของสตรอเบอร์รี่ที่ซิลิกอนความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เดือนธันวาคมพันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 300 ppm มีความหวานมากที่สุดคือ 7.80 เปอร์เซ็นต์ TSS รองลงมาเป็น 0, 200, 100, 150 และ 250 ppm ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความหวานเป็น 7.66, 7.64, 7.60, 7.36 และ 7.36 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 150 ppm มีความหวานมากที่สุดคือ 5.52 เปอร์เซ็นต์ TSS รองลงมาเป็น 100, 200, 250, 0 และ 300 ppm ซึ่งมีความหวานเป็น 5.24, 5.06, 5.03, 4.69 และ 4.66 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ

เดือนมกราคม พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 150 ppm มีความหวานมากที่สุดคือ 9.52 เปอร์เซ็นต์ TSS รองลงมาเป็นความเข้มข้นซิลิกอน 200, 0, 300, 100 และ 250 ppm มีความหวานเท่ากับ 8.57, 8.33, 8.04, 7.96 และ 7.64 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีความหวานมากที่สุดคือ 6.34 เปอร์เซ็นต์ TSS รองลงมาเป็นความเข้มข้นซิลิกอน 150, 0, 300, 200 และ 250 ppm มีความหวานเท่ากับ 5.82, 5.36, 5.13, 4.96 และ 4.57 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ

เดือนกุมภาพันธ์ พันธุ์พระราชทาน 72 ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีความหวานมากที่สุดคือ 9.74 เปอร์เซ็นต์ TSS รองลงมาเป็นความเข้มข้นซิลิกอน 300, 0, 250, 200 และ 150 ppm มีความหวานเท่ากับ 9.62, 9.25, 9.05, 8.57 และ 8.52 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ

พันธุ์พระราชทาน 50 ระดับความเข้มข้น 150 ppm มีความหวานมากที่สุดคือ 6.50 เปอร์เซ็นต์ TSS รองลงมาเป็นความเข้มข้นซิลิกอน 0, 100, 300, 200 และ 250 ppm มีความหวานเท่ากับ 6.41, 5.64, 5.47, 5.07 และ 4.95 เปอร์เซ็นต์ TSS ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

โครงการหลวง

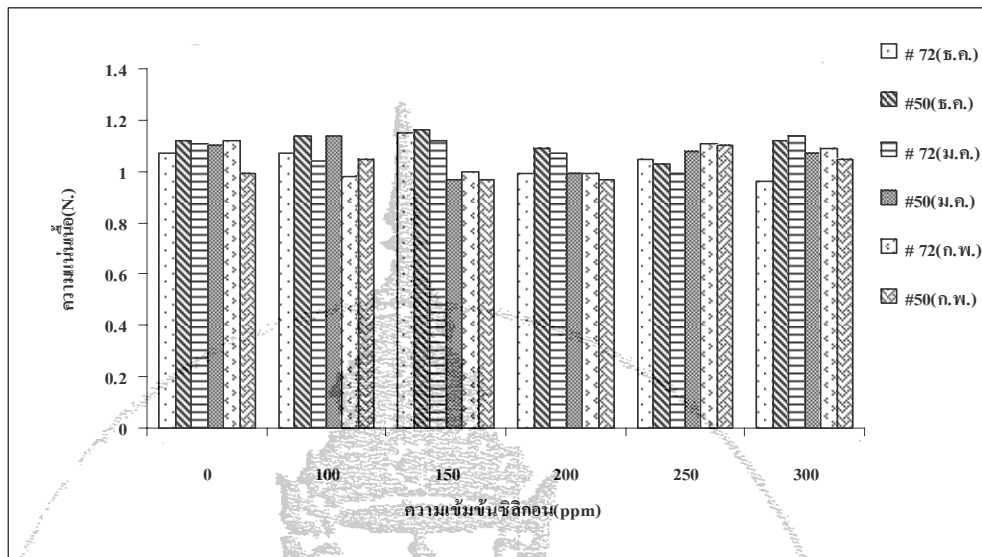
ตารางที่ 12 ผลของซิลิกอนต่อคุณภาพที่ผลิตใน 2 สายพันธุ์สตรอเบอรี่ภายใต้สภาพที่การทดลอง  
ในระบบการปลูกพืชไร่ดิน DRF (บันทึกระหว่าง ธันวาคม 2547-กุมภาพันธ์ 2548)

ตำรับทดลอง ซิลิกอน (ppm)	# 72		#50	
	Firmness (N)	TSS (%)	Firmness (N)	TSS (%)
ธ.ค.- 47				
0	1.07	7.66	1.12	4.69
100	1.07	7.60	1.14	5.24
150	1.15	7.36	1.16	5.52
200	0.99	7.64	1.09	5.06
250	1.05	7.36	1.03	5.03
300	0.96	7.80	1.12	4.66
F- test	ns	ns	ns	ns
C.V.	7.55	9.63	8.24	11.73
ม.ค.- 48				
0	1.11	8.33	1.10	5.36
100	1.04	7.96	1.14	6.34
150	1.12	9.52	0.97	5.82
200	1.07	8.57	0.99	4.93
250	0.99	7.64	1.08	4.57
300	1.14	8.04	1.07	5.13
F- test	ns	ns	ns	ns
C.V.	5.47	12.58	11.78	12.22
ก.พ.- 48				
0	1.12	9.25	0.99	6.41
100	0.98	9.74	1.05	5.64
150	1.00	8.52	0.97	6.50
200	0.99	8.57	0.97	5.07
250	1.11	9.05	1.10	4.95
300	1.09	9.62	1.05	5.47
F- test	ns	ns	ns	*
C.V.	5.76	6.37	8.78	9.63

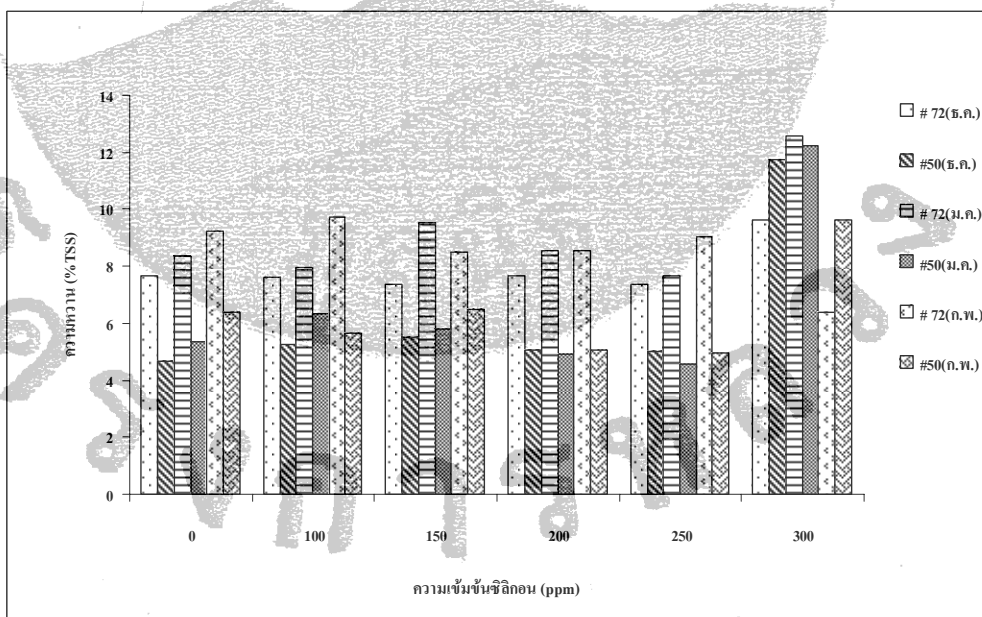
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, \* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95



ภาพที่ 38 ความแน่นเนื้อของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของซีลีคอนในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 3



ภาพที่ 39 ความหวานของสตรอเบอรี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของซีลีคอนในระบบการปลูกพืชไร้ดินในการทดลองที่ 3

### วิจารณ์ผลการทดลองที่ 3

จากผลการศึกษายาพิษของซิลิกอนต่อการผลิตสโตรเบอร์โดยเปรียบเทียบ 5 ระดับความเข้มข้นของซิลิกอนและตำรับทดลองควบคุมที่ไม่มีซิลิกอน พบว่า พีชมีพื้นที่ใบมากขึ้นที่ระดับ 200 ppm สูงขึ้นกว่าตำรับทดลอง ซึ่งสืบเนื่องมาจากการใช้ซิลิกอนที่ส่งผลให้ ซึ่งมีการศึกษาโดยพบว่าซิลิกอนมีผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงของพีชดียิ่งขึ้น และจากผลการทดลองของ Nestby และคณะ (2003) แสดงถึงการปรับปรุงคุณภาพที่ผลิตโดยซิลิกอนเข้าไปปรับปรุงสีของผลของสโตรเบอร์ Elsanta ได้

จากการทดลองนี้ที่ระดับความเข้มข้นซิลิกอนที่ 150 ppm ขึ้นไปพบว่ามีปริมาณผลผลิต สโตรเบอร์การศึกษายาพิษของซิลิกอนในพีชด้านต่างๆ โดย Lieten และคณะ (2003) พบว่าซิลิกอนสามารถช่วยปรับปรุงอาการสีซีดของสโตรเบอร์บางสายพันธุ์ และในประเทศฟินแลนด์มีการผลิตสโตรเบอร์อินทรีย์โดยใช้ซิลิกอนเพื่อการควบคุมราและแบคทีเรียสาเหตุโรคต่าง ๆ ของสโตรเบอร์ (Kivijari et al., 2003) จากการทดสอบของ Hudby (1998) แสดงบทบาทของซิลิกอนในการลดโรคจากเชื้อราและความเครียดของพืชจากสิ่งแวดล้อมเช่นการป้องกันความเป็นพิษของแมงกานีส เหล็ก อลูมิเนียม และความไม่สมดุลของธาตุอาหารระหว่างสังกะสีและฟอสฟอรัส และในอ้อยพบว่าซิลิกอนช่วยป้องกันอันตรายจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มากเกินไป

วิจารณ์ผลการทดลอง



## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาบทบาทธาตุอาหารแคลเซียมและซิลิกอนในรูปของแคลเซียมคลอไรด์ และกรดซิลิซิคต่อการผลิตสตรอเบอรี่สามารถแจกแจงผลได้ดังนี้

1. แคลเซียมสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพผลผลิต โดยผลสตรอเบอรี่มีความหวานมากขึ้นได้

2. ผลผลิตสตรอเบอรี่มีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้แคลเซียมที่ระดับเกิน 2000 ppm โดยมีผลต่อเนื้อส่วนหนึ่งมาจากการที่พืชมีพื้นที่ใบลดลง และพืชมีอัตราการตายสูงเมื่อใช้ความเข้มข้นแคลเซียมสูงเกิน 0.9 %

3. แคลเซียมไม่มีผลต่อลักษณะด้านความแน่นเนื้อของผลผลิตสตรอเบอรี่

4. การทดสอบผลของธาตุอาหารพืชในสภาพระบบไร้ดินสามารถสังเกตผลได้ชัดเจนและรวดเร็วมากกว่าการทดสอบในโรงเรือนและในสภาพไร่เนื่องจากสะดวกต่อการควบคุมจัดการสภาพแวดล้อม

5. การพ่นซิลิกอนแก่ สตรอเบอรี่สามารถเพิ่มทั้งการเจริญด้านลำต้นและช่วงเจริญพันธุ์โดยเพิ่มปริมาณผลผลิตของพืชได้

6. ซิลิกอนไม่มีผลต่อคุณภาพผลผลิตทั้งด้านความแน่นเนื้อและความหวานของผลผลิต

7. ไม่พบความเป็นพิษของซิลิกอนต่อพืชที่ความเข้มข้น 0 – 300 ppm ดังนั้นการให้แคลเซียมที่เหมาะสมแก่พืช ควรดำเนินการในช่วงเจริญพันธุ์หรือออกดอก ติดผล สำหรับการให้ซิลิกอนสามารถดำเนินการในทุกช่วงการเจริญของสตรอเบอรี่เนื่องจากซิลิกอนเป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทในการเพิ่มผลผลิตของพืช ซึ่งอาจเป็นผลต่อเนื่องจากคุณสมบัติในการลดการเข้าทำลายของโรคและแมลงบางชนิดได้ รวมถึงลดความเป็นพิษจากการไม่สมดุลย์ของธาตุอาหารหรือโลหะหนักบางชนิด ซึ่งควรมีการศึกษาในลำดับต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- ชูพงษ์ สุกุมลนันทน์. 2531. **สตรอเบอรี่**. โรงพิมพ์โอ.เอส.พรินต์ติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพมหานคร. 216 น.
- ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวรงค์. 2543. **สตรอเบอรี่: พืชเศรษฐกิจใหม่**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 158 น.
- ขงยุทธ์ โอสสภา. 2543. **ธาตุอาหารพืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 424 น.
- สังคม เตชะเสถียร. 2532. เอกสารคำสอน **วิชา 113 422 การผลิตไม้ผลเขตกึ่งร้อนว่าด้วยสตรอเบอรี่**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- อานัฐ ตันโซ. 2546. **เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ ครั้งที่ 3 ไฮโดรโปนิกส์**. เชียงใหม่ ภาควิชาการจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 60 น.
- อานัฐ ตันโซ. 2548. **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ทรี โอ แอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดีย จำกัด เชียงใหม่. 167 หน้า
- Archbold, D.D. and C.T. Mackown. 1997. Nitrogen availability and fruiting influence Nitrogen cycling in strawberry. pp. 134-139. In J. Amer. Soc. Sci. 122(1)
- Brown, G.S., E. Kitchener, S. Barnes and S. Wilson. 1998. Calcium and copper effects on fruit quality of 'golden delicious' apple. ISHS Acta Horticulturae 464 International Post harvest Science Conference Postharvest 96[Online]/464/ Available <http://www.actahort.org/books/464/464-39.html> (20 Jan 2003)
- Chow, K.K., T.V. Price and B.C. Hanger. 1992. **Nutritional requirement for growth and yield of strawberry in deep flow hydroponic system**. pp. 95-104. In *Scintia Horticulturae*, 5295-104.
- Ernani, P.R., C.V.T. Amarante, J. Dias, and A.A. Bessegato. 2002. Preharvest calcium sprays improve fruit quality of "GALA" apples in southern Brazil. ISHS Acta Horticulturae 594 International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants[Online]/567/ Available <http://www.actahort.org/books/594/594-93.html> (20 Jan 2003)

- Huguet, C. 1980. Effect of the supply of calcium and magnesium on the composition and Susceptibility of golden delicious apples to physiological and pathological disorder. ISHS Acta Horticulturae 92 Symposium on Mineral Nutrition and Fruit Quality of Temperate Zone Fruit Trees. [Online]/92/ Available <http://www.actahort.org/books/92/92-10.html> (20 Jan 2003)
- Hushby, C.1998. The Role of Silicon in Plant Susceptibility to Disease. Plant Disease Management. [http://www.Fiu.edu/~chusb001/GiantEquisetum/Silicon\\_and\\_Plant\\_Health.html](http://www.Fiu.edu/~chusb001/GiantEquisetum/Silicon_and_Plant_Health.html)
- Kahu, K. 2002. Effect of preharvest foliar applied calcium on postharvest quality and storability of apple in estonia. ISHS Acta Horticulturae 594 International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants[Online]/567/ Available <http://www.actahort.org/books/594/594-62.html> (20 Jan 2003)
- Lieten, P. 2002. Effect of Silicon on Albinism of Strawberry. ISHS Acta Horticulturae. 4(567): 361-368.
- Nestby, R., Lieten, F., Pivot, D., Raynal Lacroix, C., Tagliavini, M. and B. Evenhuis. 2003. Influence of Mineral Nutrients on Strawberry Fruit Quality and their Accumulation in Plant Organs. ISHS Acta Horticulturae. 6(649): 201-203
- Plich, H. and P. Wojcik. 2002. The effect of calcium and boron foliar application on postharvest plum fruit quality. ISHS Acta Horticulturae 594. International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants [Online]/594/ Available <http://www.actahort.org/books/594/594-57.html> (20 Jan 2003)
- Sanz, C., Perez, A.G., and Olias, R. 2002. Effect of Temperature on Flavor Component in Strawberry. ISHS Acta Horticulturae 567 IV International Strawberry Symposium [Online]/567/Available <http://www.actahort.org/books/567/567-79.html> (20 Jan 2003)
- Schlegel, T.K.and J. Schonherr.2002. Selective permeability of cuticle over stomata and trichomes to calcium chloride. ISHS Acta Horticulturae 594 International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants [Online]/594/ Available <http://www.actahort.org/books/594/594-93.html>(20 Jan 2003)

- Suutarinen, J., K. Honkapää, K. Autio and M. Morkkila. 2002. The effect of  $\text{CaCl}_2$  and PME Prefreezing treatment a vacuum on the Structure of Strawberry . ISHS Acta Horticulturae 567 IV International Strawberry Symposium [Online]/567/ Available <http://www.actahort.org/books/567/567-173.html> (20 Jan 2003)
- Yoshida, Y., T. Goto, M. Hirai, M. Masuda. 2002. Antocyanin Accumulation in Strawberry Fruits as effect by nitrogen nutrition, ISHS-Acta Horticulturae 567 IV International Strawberry Symposium [Online]/567/ Available <http://www.actahort.org/books/567/567-77.html> (20 Jan 2003)
- Zocchi, G. and I. Mignani. 1995. Calcium physiology and metabolism in fruit tree. ISHS Acta Horticulturae 383 Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Plants [Online]/383/ Available <http://www.actahort.org/books/383/383-2.html> (20 Jan 2003) <http://apps.fao.org>. Last actualization February 8<sup>th</sup>, 2004





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. การคำนวณปริมาณแคลเซียมและซิลิกอนที่ใช้ในการทดลอง

การคำนวณปริมาณแคลเซียมและซิลิกอนที่ใช้ในการทดลอง

ใช้แคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งมีสูตรโมเลกุล  $\text{CaCl}_2$  และซิลิกอนไดออกไซด์ ซึ่งมีสูตรโมเลกุล  $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  หาอัตราความเข้มข้นที่ใช้โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$g/mw = cv/1000$$

g = มวลของสารเป็นกรัม  
 mw = น้ำหนักโมเลกุลของสาร  
 c = ความเข้มข้นของสารเป็นโมลาร์  
 v = ปริมาตรของสาร

ภาควิชาวิศวกรรมทดลอง

### ภาคผนวก ข. สารประกอบสำคัญในผลสตรอเบอร์รี่

ตารางภาคผนวก ข.1 องค์ประกอบทางโภชนาการที่สำคัญในผลสตรอเบอร์รี่

องค์ประกอบ	หน่วย	สตรอเบอร์รี่
พลังงาน	Kcal	48
โปรตีน	g	1
ไขมัน	g	0.6
คาร์โบไฮเดรต	g	11
ไฟเบอร์	g	3.6
วิตามิน เอ	iu	42
โทอะมิน ,เอ 1	mg	0.04
ไรโบฟลาวิน, บี2	mg	0.10
ไนอะซิน	mg	30
วิตามินซี	mg	90
แคลเซียม	mg	22
ฟอสเฟต	mg	30
เหล็ก	mg	0.6
สังกะสี	mg	0.20
โฟเลต	mcg	28
วิตามิน บี 6	mcg	92
โซเดียม	mg	2
โพแทสเซียม	mg	262

ที่มา: ดัดแปลงจาก ณรงค์ชัย, 2543

ตารางภาคผนวก ข. 2 ปริมาณสารต่อต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในผลสตรอเบอรี่

สารต่อต้านอนุมูลอิสระ	มก./ก.ผลสดสตรอเบอรี่
Anthocyanins	80-360
Flavonol	1-15
Hydroxyl- cinnamic acid	0-4
Hydroxyl benzoic acid	1-4
Ellagic acid และ ellagitannins	10-35
phenol	120-250
Vitamin C	30-60

ที่มา: ดัดแปลงจาก Stewart, 2003

ตารางภาคผนวก ข. 3 ปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในผลสตรอเบอรี่ที่ยอมรับได้

สารกำจัดวัชพืช (ชื่อสามัญ)	U.S.	Canada	Japan	Mexico	France	U.K.	Taiwan	Hong kong	Australia	china
DCPA,Chlortaldimethyl	2	2	NT	2	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Napropamide	0	NT	NT	0.1	NT	NT	NT	NT	0.1	NT
Oxifluorfen	NT	0.5	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Paraquat	0.25	0.1	NT	NT	0.05	0.1	NT	NT	0.5	NT
Sethoxydim	10	10	10	10	0.5	NT	NT	NT	0.1	NT
Clethodim	3	0.1	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Glyphosate	0.2	0.1	0.2	NT	0.3	NT	NT	NT	NT	NT



ตารางภาคผนวก ข. 3 (ต่อ) ปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในผลสตรอเบอรี่ที่ยอมรับได้

สารกำจัดแมลง และไร(ชื่อสามัญ)	U.S.	Canada	Japan	Mexico	France	U.K.	Taiwan	Hong Kong	Australia	china
Bifenazate	1.5	0.1	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Imidacloprid	0.1	0.1	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Abamectin	0.02	0.02	NT	0.5	NT	0.1	0	NT	0	NT
Bacillus Thuringiensis	EX	NT	NT	EX	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Bifentrin	3	0.1	2	NT	0.5	0.5	1	1	NT	NT
Fenpropathrin	2	0.1	5	2	0.5	NT	NT	NT	NT	NT
Methaldehyde	0	0.1	NT	NT	NT	NT	NT	NT	1	NT
Diazinon	0.5	0.75	0.1	0.5	0.5	0	0.5	0	0.5	NT
Naled	1	1	NT	1	0.2	NT	NT	NT	NT	NT
Spinosad	1	0.1	NT	NT	NT	0.3	NT	NT	0.5	NT
Pyriproxyfen	0.3	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Methoxyfenozide	1.5	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Acequinocyl	0.4	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Dicofol	5	3	3	5	2	0	NT	NT	1	NT
Methomyl	2	1	NT	2	0.05	0.1	2	NT	3	NT
Chlorpirifos	0.2	0.1	0.5	NT	0	0.2	NT	NT	0.1	NT
Malathion	8	8	0.5	8	0.5	0.5	NT	1	1	1
Potash soap	EX	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Azadirachtin	EX	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Fenamiphos	0.6	0.1	NT	NT	NT	0	NT	NT	0.2	NT
Spiromesifen	2	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Petroleum	EX	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Cryolite	7	0.1	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Rotenone,Pyrethrin,PBO	EX	NT	1	NT	0.05	NT	NT	NT	EX	NT
Hexythiazox	3	0.1	2	NT	0.2	NT	1	1	1	NT
Carbaryl	10	7	7	10	1	7	0.5	7	7	NT
Spinosad	1	0.1	NT	NT	NT	0.3	NT	NT	0.5	NT
endosulfan	2	1	NT	2	1	0.1	NT	NT	2	NT
Fenbutatin-oxide	10	0.1	10	10	0.1	1	NT	10	1	NT
Etoxazole	0.5	NT	1	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT



ตารางภาคผนวก ข. 4 แสดงประเทศที่มีการผลิตสตรอเบอรี่สูงสุดทั่วโลก

ลำดับ	ประเทศ	พื้นที่ผลิต(เฮกแตร์)	%
1	Poland	39000	19
2	USA.	19100	9
3	Russia Federation	12500	6
4	Germany	9600	5
5	Turkey	9500	5
6	Serbia and Montenegro	9000	4
7	Spain	8100	4
8	Korean Republic	7816	4
9	Japan	7500	4
10	Italy	6622	3
11	Ukraine	6000	3
12	Mexico	5414	3
13	Finland	5000	2
14	Canada	4425	2
15	France	3700	2
16	UK.	3300	2
17	Iran	3000	1
18	Holland	2800	1
19	Egypt	2700	1
20	Morocco	2560	1
รวม 20 อันดับประเทศ		167637	81
พื้นที่ผลิตรวม		207000	100

ที่มา; FAOSTAT, 2004.CF: <http://apps.fao.org/Last> actualization February 8<sup>th</sup>,2004

ภาคผนวก ก. ผลการวิเคราะห์แคลเซียมและซิลิกอนในไบสโตรอเบอร์รี่

ตารางภาคผนวก ก. 1 ผลการวิเคราะห์ซิลิกอนในไบสโตรอเบอร์รี่

ความเข้มข้นซิลิกอน (ppm)	องค์ประกอบซิลิกอนใน ไบสโตรอเบอร์รี่#72 (ppm)
0	11323
100	12368
150	13645
200	13946
250	15405
300	16456

ตารางภาคผนวก ก. 2 ผลการวิเคราะห์แคลเซียมในไบสโตรอเบอร์รี่

ความเข้มข้นแคลเซียม (ppm)	องค์ประกอบแคลเซียมในไบสโตรอเบอร์รี่(%)	
	#50	#72
0	1.1464	1.4912
1000	1.2103	1.0462
1500	1.2236	1.0512
2000	1.3462	1.2778
2500	1.397	1.002
3000	-	1.1838

### ภาคผนวกภาค ง. ภาพการทดลอง



ภาพภาคผนวก ง. 1 แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอรี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 1



ภาพภาคผนวก ง. 2 แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอรี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 1





ภาพภาคผนวก ง.3 แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอรี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 1



ภาพภาคผนวก ง. 4 แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอรี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 1



ภาพภาคผนวก ง. 5 แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอรี่ในสภาพ  
การทดลองที่ 1

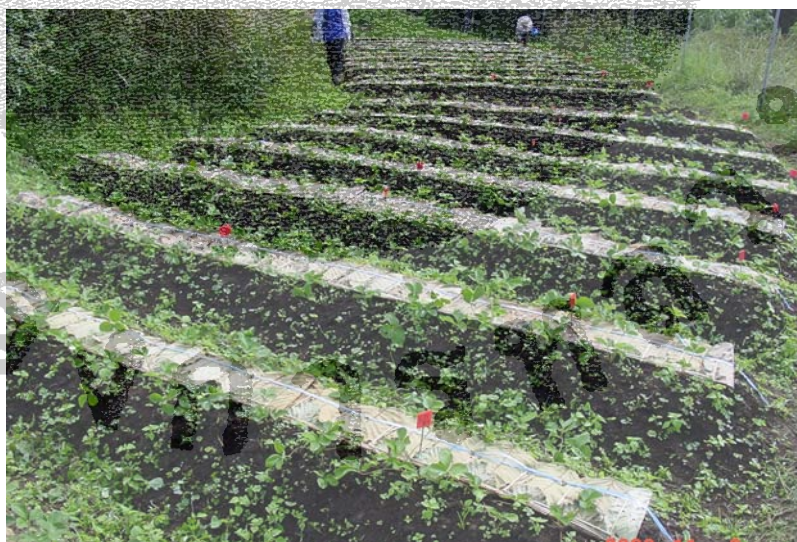


ภาพภาคผนวก ง. 6 แปลงทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอรี่ในสภาพ  
โรงเรียนการทดลองที่ 1



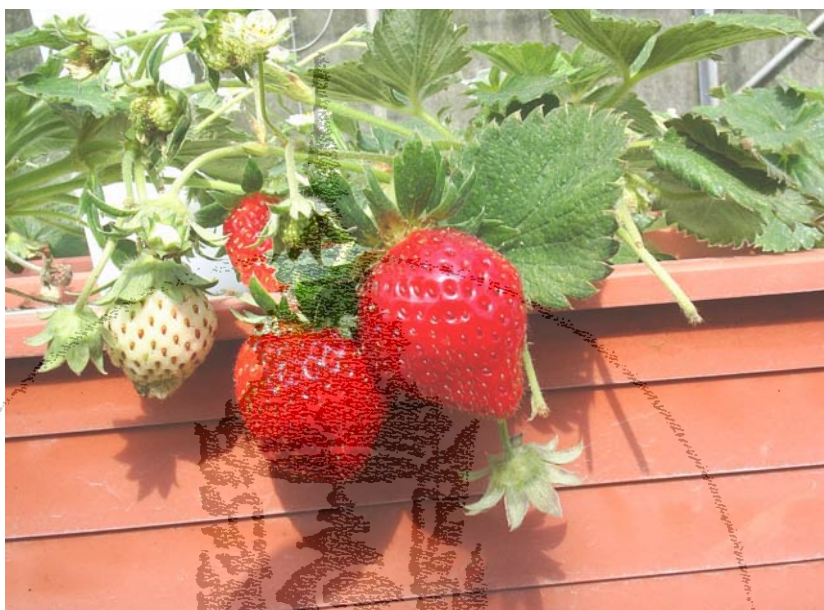


ภาพภาคผนวก ง. 7 แปลงทดลองบพบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอรี่ในสภาพไร่  
การทดลองที่ 1



ภาพภาคผนวก ง. 8 แปลงทดลองบพบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอรี่ในสภาพไร่  
การทดลองที่ 1

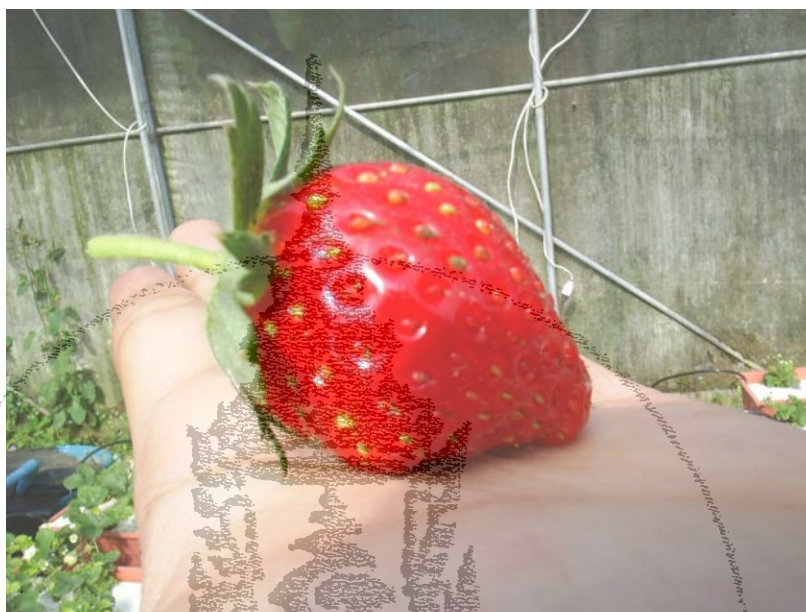




ภาพภาคผนวก ง.9 ผลการทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 2



ภาพภาคผนวก ง. 10 ผลการทดลองบทบาทของแคลเซียมต่อการผลิตสตรอเบอร์รี่ในสภาพไฮโดรโปนิคส์การทดลองที่ 2



ภาพภาคผนวก ง. 11 ผลการทดลองบทบาทของซิลิกอนต่อการผลิตสตรอเบอรี่ในสภาพไฮโดรโปนิกส์การทดลองที่ 3



ภาพภาคผนวก ง. 12 การทดลองบทบาทของซิลิกอนต่อการผลิตสตรอเบอรี่ในสภาพไฮโดรโปนิกส์การทดลองที่ 3

