ผลของสูตรปุ๋ย วัสดุปลูก และการชักนำตาดอกต่อการผลิตสตรอว์เบอร์รีในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

นายสุวรรณ ประทุมจร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2559

EFFECTS OF NUTRIENT FORMULA, SUBSTRATE AND FLOWERING INDUCTION ON STRAWBERRY PRODUCTION IN SOILLESS CULTURE SYSTEM

Suwan Pratumjorn

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science Program in Crop Science

Suranaree University of Technology

Academic Year 2016

ผลของสูตรปุ๋ย วัสดุปลูก และการชักนำตาดอกต่อการผลิตสตรอว์เบอร์รีในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผศ. ดร.ฐิติพร มะชิโกวา)
ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร.สุดชล วุ้นประเสริฐ)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(ศ. (เกียรติคุณ) ดร.นันทกร บุญเกิด)
กรรมการ

(อ. ดร.ธีรยุทธ เกิดไทย)
กรรมการ

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปีจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม

(ศ. ดร.หนึ่ง เตียอำรุง)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สุวรรณ ประทุมจร : ผลของสูตรปุ๋ย วัสดุปลูก และการชักนำตาดอกต่อการผลิตสตรอว์เบอร์รีในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (EFFECTS OF NUTRIENT FORMULA, SUBSTRATE AND FLOWERING INDUCTION ON STRAWBERRY PRODUCTION IN SOILLESS CULTURE SYSTEM) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดชล วุ้นประเสริฐ, 57 หน้า.

การเพาะปลูกสตรอว์เบอร์รีในรูปแบบเกษตรเชิงท่องเที่ยวเริ่มเป็นที่นิยมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่มักประสบปัญหาเกี่ยวกับการออกดอก และผลผลิตที่ต่ำ เนื่องจากปัญหา อุณหภูมิสูง ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ โรค และแมลงศัตรูพืช การปลูกสตรอว์เบอร์รีในสภาพโรงเรือนโดยการใช้วัสดุปลูก และการชักนำตานอกโดยสภาพจำลองอาจจะสามารถลดปัญหาดังกล่าวได้ ได้ดำเนินการทดลองจำนวน 2 การทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสูตรปุ๋ย วัสดุปลูก และการชักนำตาดอกต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของสตรอว์-เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ในการทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาผลของสูตรปุ๋ยต่อการให้ผลผลิต และการผลิตไหลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ศึกษาสูตรสารละลายธาตุอาหาร และวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต ประกอบ ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร คือ 1) สูตร Yamazaki-strawberry 2) สูตร Yamazaki-adjusted และวัสดุปลูก 5 ชนิด คือ 1) ขุยมะพร้าว 2) ขุยมะพร้าว+ทราย 3) ขุยมะพร้าว+ทราย+ดินปลูก 4) ขุยมะพร้าว+ดินปลูก และ 5) ดินปลูก+ทราย ผลการทดลองพบว่า สูตรสารละลายธาตุอาหารไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่ดีในสูตร Yamazaki-strawberry สำหรับ จำนวนผลต่อต้น สูตรYamazaki-strawberry ให้จำนวนผลต่อต้นมากกว่า สูตร Yamazaki-adjusted และมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าสูตร Yamazaki-adjusted สำหรับวัสดุปลูกพบว่าไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ แต่สตรอว์เบอร์รีมีแนวโน้มให้การเจริญเติบโตที่ดีในขุยมะพร้าว+ทราย+ดินปลูก และคุณภาพผลผลิตมีแนวโน้มที่สูงในขุยมะพร้าว+ทราย ในการทดลองส่วนที่ 2 ศึกษาผลของสูตรปุ๋ยต่อการผลิตต้นไหลสตรอว์เบอร์รี ประกอบด้วยสูตรปุ๋ย 4 กรรมวิธี ได้แก่สารละลายธาตุอาหาร 2 สูตรคือ 1) สูตร Yamazaki-strawberry 2) สูตร Yamazaki-adjusted ปุ๋ยเม็ดทางดิน 2 สูตร คือ SF1 และ SF2 ผลการทดลองพบว่า รูปแบบการให้ปุ๋ยมีผลต่อจำนวนเส้นไหล และจำนวนต้นไหลของสตรอว์เบอร์รี โดยการใช้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลาย ให้ลักษณะดังกล่าวสูงกว่าการให้ปุ๋ยในรูปแบบเม็ดทางดิน ทั้งนี้ภายในรูปแบบการให้ปุ๋ยเดียวกันไม่ทำให้จำนวนเส้น และต้นไหลแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าสูตร Yamazaki-adjusted ให้ผลดีกว่าสูตร Yamazaki-strawberry ส่วนการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการชักนำตาดอกของต้นไหลสตรอว์เบอร์รี ประกอบด้วยกรรมวิธีทดลองของสภาพอุณหภูมิและความยาวช่วงแสง 3 รูปแบบ คือ

1) ห้องเย็น 2) โรงเรือน และ 3) สภาพธรรมชาติ ผลการทดลองพบว่าสภาพการชักนำที่ต่างกันมีผลต่อการออกดอกของสตรอว์เบอร์รีแตกต่างกัน โดยที่อายุ 4 สัปดาห์หลังการชักนำตาดอก ที่สภาพห้องเย็นสตรอว์เบอร์รีมีจำนวนต้นออกดอก 53.3% ในขณะที่ไม่พบการออกดอกที่สภาพโรงเรือนและในสภาพธรรมชาติ ที่อายุ 8 สัปดาห์ ทั้งสภาพห้องเย็น และในสภาพธรรมชาติให้จำนวนต้นที่ออกดอกใกล้เคียงกัน (ประมาณ 70%) ในขณะที่สภาพโรงเรือนให้จำนวนต้นที่ออกดอกน้อยกว่า (ประมาณ 30%)และที่อายุ 11 สัปดาห์ ทุกสภาพการชักนำตาดอกให้จำนวนต้นที่ออกดอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ในสภาพห้องเย็นให้จำนวนดอกต่อต้นที่มากกว่า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ลายมือชื่อนักศึกษา สุวรรณ ประทุมวงษ์

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

SUWAN PRATUMJON : EFFECTS OF NUTRIENT FORMULA, SUBSTRATE AND FLOWERING INDUCTION ON STRAWBERRY PRODUCTION IN SOILLESS CULTURE SYSTEM. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SODCHOL WONPRASAID, Ph.D., 57 PP.

STRAWBERRY/NUTREINTE FORMULA/SUBSTRATE/FLOWERING INDUCTION/COOL TEMPERATURE

Cultivation of strawberries for Agro-Tourism in the northeast region is becoming popular. However, most growing areas are encountering flowering problems and low production due to high temperatures, low soil fertility, diseases and insect pests. Growing strawberries in a greenhouse using culture substrate and artificial flowering induction may be able to solve the aforementioned problems. Two experiments were conducted to study the effects of the fertilizer formula, culture substrate and flowering induction on the production of Strawberry cv. Prarachatan 80. The first experiment was divided into two parts. In the first part, the effects of 2 nutrient formulas including 1)Yamazaki-strawberry formula and 2)Yamazaki-adjusted formula and 5 culture substrates including 1) coir dust, 2) coir dust+sand, 3) coir dust+sand+soil, 4) coir dust+soil, and 5) soil+sand on strawberry growth and yield were studied. It was found that the nutrient formula did not significantly affect strawberry growth. However, the growth parameters tended to be higher for the Yamazaki-strawberry formula. The nutrient formula had a significant effect on the number of fruits per plants as the Yamazaki-strawberry formula provided a higher number of fruits per plant than the Yamazaki-adjusted formula. Additionally, the Yamazaki-strawberry formula tended to yield more than Yamazaki-adjusted formula.

In terms of the culture substrate, it was found that there was no significant effect on growth and yield but strawberries tended to grow better in coir dust+sand+soil and tended to produce more yield in coir dust+sand. In the second part, the effects of 4 fertilizer formulas including two nutrient solutions (Yamazaki-strawberry and Yamazaki-adjusted formulas), and two solid fertilizer formulas (SF1 and SF2) on strawberry runner plant production were studied. The results showed that the method of fertilizing with a nutrient solution produced a higher number of strawberry runners and daughter plants than a solid fertilizer. Within the same method of fertilizing, the Yamazaki-adjusted formula tended to produce more runner plants than the Yamazaki-strawberry formula. In the second experiment, the effects of temperature on the flowering induction of daughter plants were studied. The experiment consisted of 3 treatments of different temperature and daylight conditions: 1) natural conditions, 2) greenhouse conditions, and 3) cold room conditions. It was found that 53% of the strawberry plants induced under the cold room conditions flowered at 4 weeks, while none of the strawberry plants from the natural and green house conditions flowered. At 8 weeks, cold room and natural conditions produced a similar number of flowering plants (about 70%), while the greenhouse conditions had a lower number (about 30%). After 11 weeks, almost all strawberry plants from all conditions flowered. However, the number of flowers of strawberries induced under cold room conditions was much higher.

School of Crop Production Technology Student's Signature Suwan

Academic Year 2016 Advisor's Signature S. Wayanid

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งด้านวิชาการและด้านการดำเนินงานวิจัย จากบุคคล และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ได้แก่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดชล วุ้นประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้โอกาสทางการศึกษา ให้คำแนะนำปรึกษาในด้านวิชาการ พร้อมช่วยตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพร มะชิโกวา ที่กรุณาให้คำชี้แนะด้านวิชาการ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณพระคุณสวนไหมแก้ว ผู้ที่ได้นำเสนอ และชี้แนะปัญหาเกี่ยวกับการเพาะปลูกสตรอเบอร์รี่ อันนำมาสู่หัวข้อศึกษาของวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณอุทัย พลแสงจันทร์ และเจ้าหน้าที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ช่วยเหลือและสนับสนุนการปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

ขอบคุณนายสมพงษ์ กรกิ่ง และนายประยุทธ์ ชะละตะคุ ผู้ที่เป็นแรงงานภาคปฏิบัติที่ช่วยให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชที่คอยช่วยเหลือ และให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่มอบทุนอุดหนุนโครงการวิจัยเพื่อสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ในระดับบัณฑิตศึกษา

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับนายสุที ประทุมจร ผู้เป็นบิดา และนางสมศรี ประทุมจร ผู้เป็นมารดา พร้อมทั้งครอบครัว ผู้ที่เป็นแรงผลักดันและกำลังใจที่ดี และอาจารย์สุรางค์ จิตอารีรัตน์ ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา จนทำให้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุวรรณ ประทุมจร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ฌ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

2. ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 สตรอว์เบอร์รีกับความสำคัญทางเศรษฐกิจ 4

2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 5

2.3 พันธุ์สตรอว์เบอร์รี 6

2.4 ปัจจัยต่อการเจริญเติบโต 8

2.5 การเจริญเติบโตของต้นสตรอว์เบอร์รีในประเทศไทย 15

2.6 ปัญหาการเพาะปลูกสตรอว์เบอร์รีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 16

3. วิธีดำเนินงานวิจัย 22

3.1 การทดลองที่ 1 ผลของสูตรปุ๋ย และวัสดุปลูก ต่อผลผลิต และการผลิตไหลของสตรอว์เบอร์รี 22

3.1.1 การทดลองที่ 1.1 ผลของสูตรปุ๋ย และวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.2 การทดลองที่ 1.2 ผลของสูตรปุ๋ยต่อการผลิตต้นไหลสตรอว์เบอร์รี พันธุ์พระราชทาน 80 24

3.2 ผลของอุณหภูมิต่อการชักนำการสร้างตาดอกของต้นไหลสตรอว์เบอร์รี พันธุ์พระราชทาน 80 26

4. ผลการทดลอง และการอภิปรายผล 29

4.1 การทดลองที่ 1 ผลของสูตรปุ๋ยต่อผลผลิต และการสร้างของไหลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 29

4.1.1 การทดลองที่ 1.1 ผลของสูตรปุ๋ย และวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต 29

4.1.2 การอภิปรายผลการทดลอง 33

4.1.3 การทดลองที่ 1.2 ผลของสูตรปุ๋ยต่อการสร้างไหลของสตรอว์เบอร์รี พันธุ์พระราชทาน 80 35

4.1.4 การอภิปรายผลการทดลอง 44

4.2 การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิต่อการชักนำการสร้างตาดอกของต้นไหลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 45

4.2.1 การอภิปรายผลการทดลอง 48

5. บทสรุป 51

รายการอ้างอิง 52

ภาคผนวก 55

ประวัติผู้เขียน 57

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

หน้า

1 การจำแนกผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ตามชั้นมาตรฐาน 8

2 ผลของความสัมพันธ์ระหว่างช่วงวัน และอุณหภูมิต่อการออกดอกของสตรอว์เบอร์รี Jun bearing พันธุ์ "Hokowase" 8

3 ปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อความต้องของสตรอว์เบอร์รี (จากการวิเคราะห์ใบ) 10

4 คุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพบางประการของวัสดุปลูกในและต่างประเทศ 19

5 สูตรธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รีในระบบต่าง ๆ 20

6 สูตรสารละลายธาตุอาหาร 22

7 คุณสมบัติของวัสดุปลูก 23

8 สูตรปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์เคมี 25

9 ผลของสูตรปุ๋ย และวัสดุปลูกต่อลักษณะการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พันธุ์พระราชทาน 80 32

10 ผลของสูตรปุ๋ย และวัสดุปลูกต่อองค์ประกอบและคุณภาพผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 33

11 ผลของวิธีการให้ปุ๋ยและสูตรปุ๋ยต่อลักษณะการเจริญเติบโตด้านความสูง ความยาวก้านใบ จำนวนใบต่อต้น ดัชนีพื้นที่ใบ พื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้น และคลอโรฟิลล์ใบ ของต้นแม่พันธุ์สตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่อายุ 133 วันหลังย้ายปลูก 41

12 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย และสูตรปุ๋ยต่อน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้น และรากในต้นแม่พันธุ์สตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่อายุ 133 วันหลังย้ายปลูก 40

13 ผลของวิธีการให้ปุ๋ยและสูตรปุ๋ยต่อองค์ประกอบผลผลิตด้านจำนวนต้นแขนง จำนวนเส้นไหล และจำนวนต้นไหลของต้นแม่พันธุ์สตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่อายุ 133 สัปดาห์ 43

14 ผลของอุณหภูมิต่อความสูง จำนวนใบ ดัชนีพื้นที่ใบ พื้นใบทั้งหมด/ต้น และความยาวก้านใบที่อายุ 4 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก 48

15 ผลของอุณหภูมิต่อต้นที่มีการออกดอก จำนวนดอกต่อช่อ จำนวนดอกต่อต้น 48

สารบัญภาพ

หน้า

1 Production share by region 4
2 ลักษณะของต้นสตรอว์เบอร์รี 6
3 อาการขาด N ในใบสตรอว์เบอร์รี 9
4 อาการขาด P ในใบสตรอว์เบอร์รี 11
5 อาการขาด K ในใบสตรอว์เบอร์รี 11
6 A: ต้นที่ไม่ขาด S และ B: อาการขาด S 12
7 อาการขาด Ca ในใบของสตรอว์เบอร์รี 12
8 อาการขาด Mg ในใบสตรอว์เบอร์รี 13
9 อาการขาด Fe ในใบสตรอว์เบอร์รี 13
10 อาการขาด B ในใบและผลของสตรอว์เบอร์รี 14
11 อาการขาด Mn ในใบสตรอว์เบอร์รี 15
12 อาการขาด Zn ในใบสตรอว์เบอร์รี 15
13 อุณหภูมิเฉลี่ยย้อนหลัง 30 ปี (ค.ศ. 1981-2010) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 17
14 อุณหภูมิเฉลี่ยย้อนหลัง 30 ปี (ค.ศ. 1981-2010) ของจังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย 17
15 ความสูงของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80 37
16 ความสูงของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80 38
17 จำนวนใบต่อต้นของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80 38
18 ดัชนีพื้นที่ใบของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80 39
19 พื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้นของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80 39
20 คลอโรฟิลล์ใบของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80 40
21 จำนวนต้นสาขาของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80 42
22 จำนวนเส้นไหลต่อต้นของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80 43
23 จำนวนต้นที่ออกดอก จำนวนดอกต่อช่อ และจำนวนดอกต่อต้นของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 47

คำอธิบายสัญลักษณ์ และคำย่อ

ตร.ซม.	ตารางเซนติเมตร
ม.ม.ป.	ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์
°C	องศาเซลเซียส
B	โบรอน (Boron)
Bd	ความหนาแน่น (Bulk density)
C:N	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (Carbon-to-Nitrogen ratio)
Ca	แคลเซียม (Calcium)
$CaNO_3^-$	แคลเซียมไนเตรท (Calcium Nitrate)
CEC	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity)
EC	ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)
Fe	เหล็ก (Iron)
K	โพแทสเซียม (Potassium)
Mg	แมกนีเซียม (Magnesium)
Mn	แมกกานีส (Manganese)
N	ไนโตรเจน (Nitrogen)
n.d.	no date of publication
NH_4^+	แอมโมเนียม (Ammonia)
NO_3^-	ไนเตรท (Nitrate)
NS1	สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry
NS2	สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted
P	ฟอสฟอรัส (Phosphorus)
S	กำมะถัน (Sulfur)
SF1	ปุ๋ยเคมีอินทรีย์เคมี 1
SF2	ปุ๋ยเคมีอินทรีย์เคมี 2
WHC	ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity)
Z	สังกะสี (Zinc)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

สตรอว์เบอร์รี (Strawberry : *Fragaria x ananassa* Duch.) เป็นพืชอายุหลายปี แต่นิยมปลูกปีเดียวแล้วปลูกใหม่ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558) ผลผลิตนิยมใช้ทั้งในอุตสาหกรรมแปรรูปและการบริโภคผลสด ประเทศไทยมีแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือ และบนพื้นที่สูงในบางจังหวัด เนื่องจากมีสภาพอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการออกดอก พันธุ์พระราชทาน 80 เป็นพันธุ์ที่นิยมเพาะปลูกในปัจจุบัน ซึ่งมีลักษณะผลใหญ่ มีกลิ่นหอม และรสชาติหวานเมื่อสุก ทั้งนี้ต้องการอุณหภูมิเฉลี่ย 15-18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15-20 วัน สำหรับการสร้างตาออกดอก (ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์ และคณะ, ม.ม.ป.) แต่ในหลายพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง ไม่เหมาะสมต่อการสร้างตาดอกในช่วงการสะสมอุณหภูมิเย็น (สิงหาคม-กันยายน) สำหรับการสร้างตาดอกของสตรอว์เบอร์รี เช่นเดียวกับบางพื้นที่ในภาคเหนือที่ประสบกับปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการนำต้นแม่พันธุ์ไปขยายพันธุ์บนพื้นที่สูงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงนำต้นไหลกลับมาปลูกในสภาพแปลงปกติ ทั้งนี้การสร้างห้องควบคุมอุณหภูมิ สามารถชักนำให้เกิดการสร้างตาดอกของสตรอว์เบอร์รีได้โดย โอฬาร ตัณฑวิรุฒ และคณะ (ม.ป.ป.) พบว่าการชักนำตาดอกในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 15-17 องศาเซลเซียส ทำให้สตรอว์เบอร์รีพันธุ์ Toyonoka และ Tioga มีการออกดอกที่มากกว่าการชักนำตาดอกในสภาพธรรมชาติ

การปลูกพืชในโรงเรือนเป็นวิธีการที่สามารถลดปัญหาสภาพแวดล้อมภายนอกเกี่ยวกับอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน โรค แมลง และคุณภาพดินได้ ทั้งนี้การปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูกแทนดิน เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ในระบบโรงเรือน หลักการเลือกใช้วัสดุปลูกโดยทั่วไป พิจารณาจากการจัดหาได้ง่าย น้ำหนักเบา และราคาไม่แพง เช่น ขุยมะพร้าว และทราย เป็นต้น ทั้งนี้วัสดุปลูกที่ดีต้องส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ดีด้วย ซึ่งคุณสมบัติของวัสดุปลูกมีความแตกต่างกันตามชนิดที่นำมาใช้ โดย Gonzalez-Fuentes (2013) พบว่าวัสดุปลูกที่มีความหนาแน่นสูง จะทำให้ศักยภาพการใช้น้ำ พื้นที่ใบ และน้ำแห้งรวมของสตรอว์เบอร์รีลดลง การจัดการธาตุอาหารเป็นอีกข้อคำนึงหนึ่งของปัจจัยที่สำคัญในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็น เนื่องจากพืชจะไม่ได้รับธาตุอาหารจากดินและวัสดุบางชนิดให้ปริมาณอาหารที่น้อยอาจทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ซึ่งมีหลายคำแนะในการจัดการธาตุอาหารให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของสตรอว์เบอร์รี เช่น

ที่อายุ 20 วัน ของการย้ายปลูกสตรอว์เบอร์รีควรใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 หรือ 9-24-9 ในอัตรา 5-10 กรัมต่อต้น และปรับสูตรปุ๋ยเป็น 13-13-21 หรือ 12-12-17+2 โดยใส่ในอัตรา 10 กรัมต่อต้น เมื่ออายุครบ 30 วัน (ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตรเชียงราย, 2554) ในประเทศญี่ปุ่นนิยมปลูกสตรอว์เบอรีในรูปแบบสารละลายธาตุอาหารโดยใช้สูตร Yamazaki-strawberry ซึ่งมีปริมาณความเข้มข้น NO_3^- และ NH_4^+ เท่ากับ 70 และ 7 ppm ทั้งนี้สตรอว์เบอร์รีจะมีการดูดใช้ N ที่สูงในรูปของ NO_3^- ในช่วงให้ผลผลิต และ NH_4^+ ในระยะการเจริญเติบโตด้านลำต้น (Ganmore-Neumann and Kafkafi, 1984)

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิในพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงสูงไม่เหมาะสมต่อการสร้างตาดอกของสตรอว์เบอร์รี การนำต้นไหลสตรอว์เบอร์รีมาจากแหล่งผลิตในภาคเหนือมาปลูกยังภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อาจทำให้ได้ต้นไหลที่มีคุณภาพต่ำ อันเกิดจากแหล่งผลิตที่มีอุณหภูมิสำหรับการชักนำตาดอกที่ไม่เหมาะสม และความเสียหายจากการขนส่งในระยะไกล การปลูกสตรอว์เบอร์รีในระบบโรงเรือนสามารถลดปัญหาสภาพแวดล้อมภายนอกได้ ดังนั้น หากสามารถชักนำการสร้างตาดอกของสตรอว์เบอร์รีในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้จะเป็นช่องทางรายได้หนึ่งที่ผู้ผลิตได้จากพื้นที่ใกล้เคียง และความเข้าใจในการเลือกใช้วัสดุปลูกและการจัดการธาตุอาหารให้เหมาะสมต่อช่วงการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รีที่ถูกต้องนั้น เป็นอีกแนวทางที่ช่วยลดต้นทุน และเพิ่มความคุ้มค่าของผู้เพาะปลูกได้

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของวัสดุปลูก และสูตรปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80
2. เพื่อศึกษารูปแบบของการให้ปุ๋ย และสูตรปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและการสร้างต้นไหลของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80
3. เพื่อศึกษาผลของสภาพอุณหภูมิต่อการชักนำการสร้างตาดอกของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาความแตกต่างของปริมาณความเข้มข้นไนโตรเจน (N) ไนเตรท (NO) แอมโมเนียม (NH) ในสารละลายธาตุอาหารที่เกิดจากการใช้แม่ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรทต่อการให้ผลผลิต และการสร้างต้นไหลของสตรอว์เบอร์รี และศึกษาเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิ (กลางวัน/

คืน; 15/12) ในสภาพที่สามารถควบคุมได้ และไม่ได้ต่อการชักนำตาดอกของสตรอว์เบอร์รี โดยทั้ง 2 การทดลองใช้สตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 เป็นพืชทดลอง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเลือกใช้วัสดุปลูกที่ดี และเข้าใจวิธีจัดการธาตุอาหาร ให้เหมาะสมต่อการเพาะปลูกสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ในช่วงการให้ผลผลิต และการสร้างต้นไหลได้

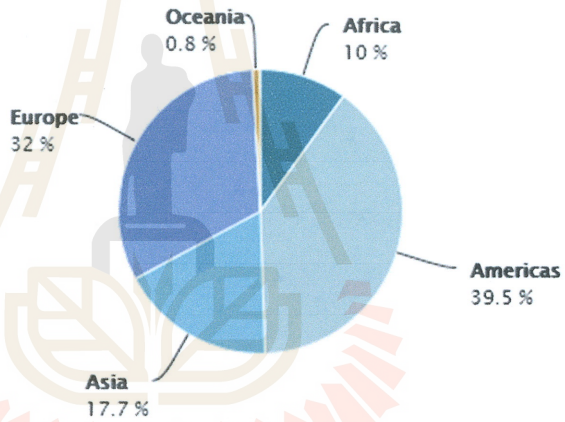
2. ทราบถึงผลอุณหภูมิในสภาพต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการชักนำการสร้างตาดอกของสตรอว์เบอร์รี และสามารถเข้าใจหลักในการสร้างห้องควบคุมสภาพแวดล้อมเพื่อกระตุ้นการสร้างตาดอกของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สตรอว์เบอร์รีกับความสำคัญทางเศรษฐกิจ

สตรอว์เบอร์รีจัดเป็นพืชเศรษฐกิจของโลกชนิดหนึ่งที่ใช้ในการบริโภคผลสด และอุตสาหกรรมแปรรูป โดยในปี 2009-2013 พบว่า ทวีปอเมริกาเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก รองลงมาคือ ยุโรป เอเชีย แอฟริกา และโอเซียเนีย คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 39.5, 32.0, 17.7, 10.0 และ 0.8 ตามลำดับ (ภาพที่ 1) โดยมีประเทศผู้ผลิตรายใหญ่ 5 อันดับแรกคือ สหรัฐอเมริกา ตุรกี สเปน



ภาพที่ 1 Production share by region

ที่มา: FAO (2013)

เม็กซิโก และอียิปต์ ประเทศไทยมีการนำเข้ามาปลูกครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2477 โดยชาวอังกฤษที่เข้ามาทำงานป่าไม้ในจังหวัดเชียงใหม่ และกลายเป็นพืชปลูกทดแทนการปลูกฝิ่นชนิดหนึ่งในภาคเหนือตามวัตถุประสงค์ของมูลนิธิโครงการหลวงเมื่อปี พ.ศ. 2552 โดยมีพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ และจังเชียงราย เนื่องจากมีอากาศเย็นเหมาะต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต (สุรางคนา ไม้ตราวัฒนา, 2557) ในระหว่างปี พ.ศ. 2539-2541 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 2,600-3,000 ไร่ และฤดูกาลปลูกปี พ.ศ. 2556/57 ที่จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่เพาะปลูกใน 7 อำเภอ ได้แก่ สะเมิง ฝาง แม่วาง แม่ริม แม่แจ่ม เมือง และอำเภอกัลยานิวัฒนา รวม 4,931 ไร่ คิดเป็นมูลค่าผลผลิตโดยประมาณ 610 ล้านบาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557)

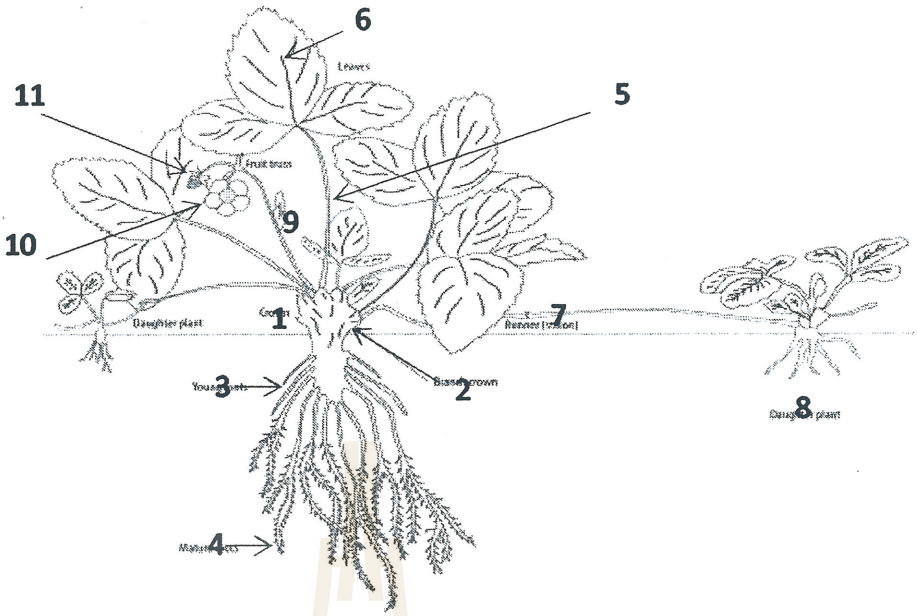
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สตรอว์เบอร์รีมีคุณประโยชน์ช่วยป้องกันโรคหัวใจ และยับยั้งการเกิดมะเร็ง เมื่อเทียบน้ำหนักเท่ากับผลไม้ชนิดอื่น ๆ นั้น สตรอว์เบอร์รีมีพลังงานในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าส้ม 1.5 เท่า องุ่นแดง 2 เท่า กีวี่ 3 เท่า กล้วยหอม และมะเขือเทศ 7 เท่า และสูงกว่าลูกแพร 15 เท่า (เมดไทย, 2013) ในน้ำหนักสดของสตรอว์เบอร์รี 100 กรัม จะมีพลังงาน 33 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 7.69 กรัม น้ำตาล 4.89 กรัม เส้นใย 2.00 กรัม ไขมัน 0.30 กรัม โปรตีน 0.67 กรัม วิตามินบี (1) 0.024 มิลลิกรัม วิตามินบี (2) 0.022 มิลลิกรัม วิตามินบี (3) 0.386 มิลลิกรัม วิตามินบี (6) 0.047 มิลลิกรัม วิตามินบี (9) 24.0 ไมโครกรัม วิตามินซี 58.80 มิลลิกรัม และโคลีน 5.70 มิลลิกรัม (สุรางคนา ไม้-ตราวัฒนา, 2557)

2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

สตรอว์เบอร์รี (strawberry: *Fragaria x ananassa* Duch.) เป็นพืชอายุหลายปี (herbaceous perennial) อยู่ในวงศ์กุหลาบ (Rosaceae) สกุลไม้ดอก (Fragaria) จัดเป็นไม้ผลขนาดเล็ก (small fruit) ลำต้นสั้นประมาณ 2.5 เซนติเมตร มีความสูงจากพื้นดิน 10-20 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่ม 20-30 เซนติเมตร ใบเป็นใบประกอบ แต่ละใบประกอบด้วย 3 ใบย่อย มีขอบใบหยักคล้ายฟันเลื่อย ความยาวก้านใบ 15-30 เซนติเมตร มีระบบรากลึกเฉลี่ย 10-30 เซนติเมตร มีตาอยู่ 3 ชนิด คือ 1) ตาซึ่งเจริญไปเป็นลำต้น 2) ตาซึ่งเจริญไปเป็นไหล และ 3) ตาซึ่งเจริญไปเป็นดอก ออกดอกเป็นช่อ ผลมีลักษณะเป็นผลรวม (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558) องค์ประกอบของต้นสตรอว์เบอร์รีแสดงในภาพที่ 2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาพที่ 2 ลักษณะของต้นสตรอว์เบอร์รี

ที่มา: ดัดแปลงจาก Trejio-Téllez and Gómez-Merino (2014)

(1) ลำต้น (crown)
(2) ต้นแขนง (branch crown)
(3) รากใหม่ (new roots)
(4) รากเดิม (old roots)
(5) ก้านใบ (petiole)
(6) แผ่นใบ (blade)
(7) เส้นไหล (stolon (runner))
(8) ต้นไหล (daughter plant)
(9) ก้านผล (fruit truss)
(10) กลีบดอก (flower petal)
(11) ผล (fruit)

2.3 พันธุ์สตรอว์เบอร์รี

สายพันธุ์ของสตรอว์เบอร์รีสามารถจำแนกตามการตอบสนองต่ออุณหภูมิ และช่วงวัน สำหรับการสร้างตาดอก ได้ 3 ประเภท ได้แก่ 1) June bearing cultivar เป็นกลุ่มสายพันธุ์ที่ต้องการอุณหภูมิต่ำ ความยาวของวันสั้นกว่า 11 ชั่วโมง ซึ่งในประเทศไทยปลูกบนที่สูง ได้แก่ พันธุ์พระราชทานเบอร์ 16 พันธุ์พระราชทานเบอร์ 70 พันธุ์พระราชทานเบอร์ 35 พันธุ์พระราชทาน 80 และพันธุ์เนียวโฮ (Neyho) เป็นต้น 2) Ever bearing cultivar เป็นกลุ่มสายพันธุ์ที่ต้องการอุณหภูมิต่ำและช่วงแสงของวันยาวเกิน 12 ชั่วโมงขึ้นไป ส่วนใหญ่ปลูกนอกฤดู ได้แก่ พันธุ์เจนีวา โอซาค และบิวตี้ เป็นต้น และ 3) Day neutral cultivar เป็นกลุ่มสายพันธุ์ที่ออกดอกได้ทั้งสภาพวันสั้น และสภาพวันยาว แต่มีปัญหาเรื่องการผลิตไหลได้น้อย ได้แก่ พันธุ์เซลวา และทริสตาร์ เป็นต้น (ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตรเชียงราย, 2554)

2.3.1 พันธุ์พระราชทาน 80 (Prarachatan 80)

จัดอยู่ในกลุ่มสายพันธุ์ June bearing ที่นิยมเพาะปลูก และใช้รับประทานผลสดในปัจจุบัน สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่สูงตั้งแต่ 800 เมตร จากระดับน้ำทะเล โดยเริ่มมีการปลูกครั้งแรกในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2545 ที่สถานีวิจัยดอยปุย ซึ่งนำเมล็ดพันธุ์ลูกผสมมาจากประเทศญี่ปุ่น (ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์ และคณะ, ม.ม.ป.) มีลักษณะประจำพันธุ์ดังนี้

รากหลัก (primary root) ประมาณ 20-30 ราก (อาจมีได้ถึง 100 ราก) และรากแขนง (rootlet) จำนวนมาก ซึ่งรากหลักนั้นเจริญมาจากส่วนลำต้น มีเนื้อเยื่อตรงกลางราก (stele) เป็นสีขาวบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์ของต้น อายุเฉลี่ยของรากประมาณ 1 ปี

ลำต้น (crown) ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ส่วนนอกถูกปกคลุมโดยการซ้อนกันของหูใบ (stipules) เนื้อเยื่อส่วนแกนกลางของลำต้นมีสีขาว และเป็นบริเวณที่เสียหายได้ง่าย ความสูงของทรงพุ่ม 20-30 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 27 เซนติเมตร มีการแตกของลำต้นสาขา (branch crown) ในระดับปานกลาง ต้นแม่พันธุ์ 1 ต้นสามารถให้ต้นไหล (runner plant) เฉลี่ย 60-80 ต้น

ใบ (leave) มีลักษณะเป็นใบประกอบมีสีเขียวปานกลาง ก้านใบหนา และยาวเฉลี่ยปานกลาง (11-14.5 เซนติเมตร) 1 ก้านประกอบด้วย 3 ใบย่อย (trifoliate) แต่ละใบย่อยกว้าง 6.5-8 เซนติเมตร ยาว 8.5-9 เซนติเมตร มีลักษณะรูปกลม และขอบใบหยักคล้ายฟันเลื่อย เฉลี่ยจำนวนใบต่อต้นมากกว่า 25 ใบ แต่ละใบมีอายุเฉลี่ย 1-3 เดือน

ช่อดอก (inflorescence) เฉลี่ย 8 ช่อต่อต้น ซึ่งช่อดอกที่สมบูรณ์นั้นประกอบด้วย 1 ดอกของดอก Primary 2 ดอกของดอก Secondary 4 ดอกของดอก Tertiary และ 8 ดอกของดอก Quaternary (แต่อาจพบช่อดอกหลาย ๆ รูปแบบ) ดอกเกือบทั้งหมดเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect-flowered หรือ hermaphrodite) มีเส้นผ่าศูนย์กลางดอก 2.2-3.0 เซนติเมตร กลีบดอกมีสีขาว และกลีบเลี้ยงสีเขียวอ่อนถึงเขียว (จำนวน 10-13 กลีบ) เกสรตัวเมียมีลักษณะการจัดเรียงแบบเวียนอย่างมีระเบียบบนส่วนของฐานรองดอก (สังเกตจากลักษณะของเมล็ดบนผล) ละอองเกสรตัวผู้ทนทานต่อสภาพเย็นในระดับปานกลาง ต้องการอุณหภูมิเฉลี่ย 15-18°C สำหรับการสร้างตาดอกเป็นระยะเวลา 15-20 วัน

ผล (fruit) หรือส่วนฐานของดอก (receptacle) มีกลิ่นหอมจัดเมื่อสุกเต็มที่ มีน้ำหนักเฉลี่ย 12-15 กรัม ขนาดกว้าง และยาวเฉลี่ยมากกว่า 3 เซนติเมตร มีรูปร่างโดยทั่วไปเป็นรูปทรงกรวย (conic) ถึงทรงกลมปลายแหลม (globose conic) ไม่พบผลที่เป็นลักษณะขรุขระ และรูปทรงแบบเหมือนหงอนไก่ (Fasciation) เนื้อผลสีแดงสดใส ความแน่นของเนื้อผล (firmness) เฉลี่ย 1.213 กิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้มีการจำแนกลำดับชั้นของผลผลิตดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจำแนกผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ตามชั้นมาตรฐาน

เกรด	น้ำหนัก/ผล (กรัม)	สัดส่วนผลผลิต (%)
Extra	> 25	4.25
1	12-20	12.71
2	11-14	11.36
3	10	13.80
4	9	18.21
U	6-8	39.69

ที่มา: ดัดแปลงจาก ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์ และคณะ (ม.ม.ป.)

2.4 ปัจจัยต่อการเจริญเติบโต

2.4.1 อุณหภูมิ (Temperature) และช่วงแสง (Photoperiod) เป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อการเปลี่ยนแปลงในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นไปเป็นระยะการออกดอก โดยการตอบสนองต่ออุณหภูมิ และช่วงวันสำหรับการออกดอกนั้นมีความแตกต่างกันตามพันธุ์ ดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น โดย Beech (1988) พบว่า สตรอว์เบอร์รีพันธุ์ Hokowase จะมีการพักตัวที่อุณหภูมิ 5°C ทั้งในช่วงวันสั้น และวันยาว หากอุณหภูมิในช่วงวันสั้นอยู่ระหว่าง 6-24°C จะทำให้เกิดตาดอก และเมื่ออุณหภูมิที่ 25°C ขึ้นไปจะทำให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้น หากในช่วงวันยาวอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 6-14°C สตรอว์เบอร์รีจะเกิดตาดอก และจะเริ่มมีการเจริญทางลำต้นที่อุณหภูมิ 15°C (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของความสัมพันธ์ระหว่างช่วงวัน และอุณหภูมิ ต่อการออกดอกของสตรอว์เบอร์รี Jun bearing พันธุ์ "Hokowase"

ช่วงวัน	อุณหภูมิ			
	0-5°C	**6-14°C**	**15-24°C**	**25°C +**
สั้น	พักตัว	ออกดอก	ออกดอก	เจริญทางลำต้น
ยาว	พักตัว	ออกดอก	เจริญทางลำต้น	เจริญทางลำต้น

คงกฤช อินทแสน (2554) รายงานว่า การเจริญเติบโตที่ดีของสตรอว์เบอร์รีโดยทั่วไปนั้นต้องการอุณหภูมิกลางวัน 24°C และกลางคืน 18°C (หรือเฉลี่ยที่ 17-20°C) และมีความต้องการแสงที่ 4,000 แรงเทียน (ประมาณ 44,444 lm/m^2) โดยมีช่วงแสงที่เหมาะสมคือ 8 ชั่วโมงต่อวัน

2.4.2 ดิน (Soils) และวัสดุปลูก ที่ใช้ปลูกสตรอว์เบอร์รี ควรมีการระบายน้ำดี หากมีน้ำขังจะทำให้รากเน่า (ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตรเชียงราย, 2554) มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.5-6.5 (Milosevic, 1997) ทั้งนี้ดินที่มีอินทรียวัตถุไม่น้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์จะมีการระบายน้ำที่ดี (Pettinelli, 1914)

2.4.3 น้ำ (Water) เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อระยะการเจริญเติบโต และคุณภาพผลผลิตโดย El-Farhan and Dept (1997) กล่าวว่า สตรอว์เบอร์รีมีจุดวิกฤตของการขาดน้ำที่สำคัญอยู่ในช่วง 2 สัปดาห์แรกของการย้ายปลูก เนื่องจากระยะนี้ ยังมีการพัฒนาของระบบขนรากน้อยทำให้การดูดซับน้ำได้ไม่ดี หากมีการขาดน้ำในช่วงการติดผลจะทำให้ผลผลิตลดลง 30% และขนาดของผลลดลง 17% ทั้งนี้การเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รีในเขตอบอุ่นตลอดฤดูปลูก (200 วัน) นั้น มีความต้องการน้ำ 83 ลิตรต่อต้น คิดเป็น 415 มิลลิลิตรต่อต้นต่อวัน

2.3.4 ธาตุอาหาร (Nutrients) ปริมาณหรือความต้องการธาตุอาหารแต่ละชนิดสำหรับการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รีนั้นมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยธาตุอาหารแต่ละชนิดมีผลต่อลักษณะการเจริญเติบโต และผลผลิตของสตรอว์เบอร์รี ดังนี้

ไนโตรเจน (Nitrogen: N) มีผลต่อสตรอว์เบอร์รีทั้งในเรื่องของการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบสตรอว์เบอร์รีมีความสัมพันธ์แบบบวกกับปริมาณของไนโตรเจนในช่วงการเจริญทางลำต้น (Li et al. 2010) และพบว่า ระดับ N มีผลต่อความแน่นเนื้อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของสตรอว์เบอร์รี โดยการให้ปุ๋ย N ที่ 36 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้คุณภาพการเก็บรักษาที่ 21 วัน ดีกว่าการให้ปุ๋ย N ที่ 48, 64 และ 96 กิโลกรัมต่อไร่ (Trejio-Téllez and Gómez-Merino, 2014) หากมีอาการขาด N ใบสตรอว์เบอร์รีจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นเขียวสว่างหรือเหลือง ส่วนก้านใบจะแดง และแผ่นใบเป็นสีแดงสุกใส (ภาพที่ 3) ขนาดของผลลดลง วงกลีบเลี้ยงรอบผลจะมีสีแดง

ภาพที่ 3 อาการขาด N ในใบสตรอว์เบอร์รี

ที่มา: Bolda (2011)

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อความต้องของสตรอว์เบอร์รี (จากการวิเคราะห์ใบ)

Macro nutrients	ขาด	ค่อนข้างเหมาะสม	เหมาะสม	เกิน	เป็นพิษ
			(%)		
N	<1.50	1.8	1.9-2.8	2.9	>4.0
NO_3-N			<800ppm		
P	< 0.20	0.25	0.25-0.4	0.4-0.5	> 0.5
K	< 1.20	1.3-1.6	1.6-.25	2.5-3.4	> 3.5
Ca	< 0.60	0.69	0.7-1.7	1.7-20	> 2.0
Mg	< 0.25	0.29	0.3-0.49	0.5-0.8	> 0.8
S	< 0.20	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	
Na			<0.10	>0.10	
Cl				>0.50	
Micro nutrients			(ppm)		
Mn	< 40	49	50-200	200-350	> 350
Fe	< 30	59	60-250	250	> 350
Zn	< 15	20	20-49	50-80	> 80
Cu	< 5	6	7-19	20	> 20
B	< 19	24	30-64	65-90	> 90
Mo	< 0.5		> 0.5		

นอกจากปริมาณ N โดยรวมแล้ว รูปของการดูดใช้ NO_3^--N และ NH_4^+-N ยังส่งผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีที่แตกต่างกันด้วย โดย Tabatabaei, Yusefi and Hajiloo (2008) ได้ศึกษาอัตราส่วนการดูดใช้ NO_3^- : NH_4^+ (0:100, 75:25, 50:50 และ 25:75) ของสตรอว์เบอร์รีในระบบการปลูกแบบ Hydroponic พบว่าน้ำหนักสด-แห้ง และขนาดผลสูงที่อัตราส่วน 75:25 และ 50:50 ตามลำดับ และลดลงเมื่ออัตราส่วน 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ

ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P) พบได้ในทุกส่วนของเซลล์ มีความเกี่ยวข้องในหลายหน้าที่ของพืช เช่น เป็นพลังงานในการขนส่ง การสังเคราะห์แสง การเคลื่อนย้ายน้ำตาลและแป้ง การเคลื่อนย้ายธาตุอาหารในพืช การขาด P ในสตรอว์เบอร์รีนั้นจะแสดงอาการต้นเล็ก ใบเหลืองอมเขียวกลายเป็นสีเหลืองถาวร ใบแก่จะกลายเป็นสีแดง (ภาพที่ 4) ขนาดของผลลดลงชัดเจน

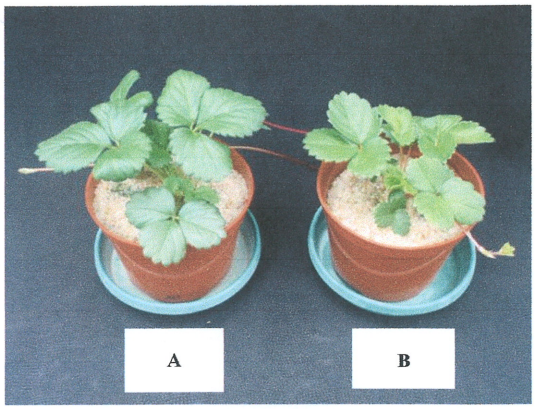
โพแทสเซียม (Potassium: K) เป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญในการพัฒนาของพืช โดยกระตุ้นการขยายตัวของเซลล์ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายของน้ำ และการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต เมื่อมีการให้ K แก่สตรอว์เบอร์รีจะทำให้มีรสชาติหวาน เนื่องจากมีการสังเคราะห์น้ำตาลได้มาก หากขาดจะมีอาการแผ่นและขอบใบไหม้ (ภาพที่ 5)

ภาพที่ 4 อาการขาด P ในใบสตรอว์เบอร์รี
ที่มา: Whipker (n.d.)

ภาพที่ 5 อาการขาด K ในใบสตรอว์เบอร์รี
ที่มา: Whipker (n.d.)

กำมะถัน (Sulfur: S) เป็นองค์ประกอบของโปรตีน ไซทีน (cysteine) ซีนเทอีน (cysteine) และเมทไทโอนีน (methionine) เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของระบบเอนไซม์ certain และเป็นองค์ประกอบของวิตามิน บอกถึงการแสดงออกของ certain เกี่ยวกับกลิ่น และรสชาติ เมื่อพืชมีอาการขาด ใบกลางและใบบนจะมีสีเขียวอ่อน หากขาดในเวลานานใบจะเป็นสีเหลืองถาวร (ภาพที่ 6) ผลจะมีขนาดเล็กแต่สีปกติ ทั้งนี้หากพืชมีการขาด N ก็จะมีการขาด S ด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาพที่ 6 A: ต้นที่ไม่ขาด S และ B: อาการขาด S
ที่มา: Whipker (n.d)

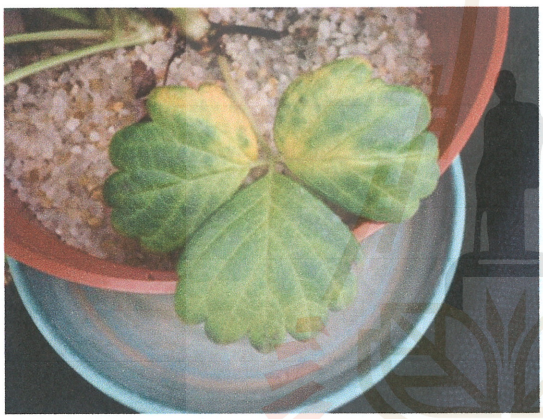
แคลเซียม (Calcium: Ca) ทำให้ผนังเซลล์เพิ่มความแข็ง และความหนา จึงเป็นธาตุที่สำคัญต่อความแน่นเนื้อของสตรอว์เบอร์รี ช่วยเพิ่มศักยภาพการใช้ N ของพืชด้วย หากสตรอว์เบอร์รีแสดงอาการขาด Caใบจะหงิก (Krinkled) ขอบใบขยายได้ไม่เต็มที่ เกิดอาการขอบใบไหม้ (tip-burn) ก้านใบและก้านดอกมีลักษณะขรุขระ (fleckled) ดังแสดงในภาพที่ 7 (Geekgardener, 2015) เนื้อผลจะแข็ง และมีรสชาติเปรี้ยว

ภาพที่ 7 อาการขาด Ca ในใบของสตรอว์เบอร์รี
ที่มา: Geekgardener (2015)

แมกนีเซียม (Magnesium: Mg) เป็นองค์ประกอบในคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นตัวสำคัญในปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง และเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้าย และเมทาบอลิซึมของ P ในพืช ร่วมถึงการหายใจ การสังเคราะห์โปรตีน และยังเป็นตัวกระตุ้นระบบการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด

การขาด Mg ในดินนั้นเป็นเรื่องปกติแต่ก็สามารถแก้ไขได้ง่ายโดยใช้โดโลไมท์ และยิปซัม นอกจากนี้ การขาด Mg ยังเกี่ยวข้องกับปริมาณของ K ด้วย อาการขาดแมกนีเซียมแสดงในภาพที่ 8

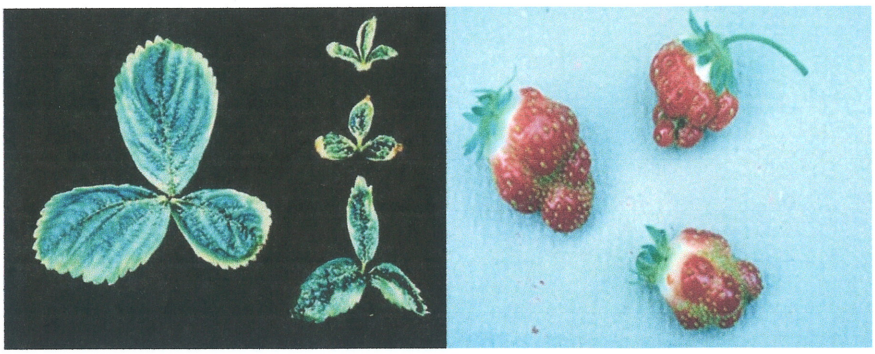
เหล็ก (Iron: Fe) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณที่น้อย และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญเกี่ยวกับกระบวนการทางสรีระของพืช เช่น เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ certain และการสังเคราะห์ของคลอโรฟิลล์ นอกจากนี้ยังพบว่าเป็นส่วนประกอบของโปรตีน cytochrome ซึ่งเกี่ยวข้องกับการขนส่งอิเล็กตรอนในคลอโรพลาสต์ (chloroplasts) และไมโทคอนเดรีย (mitochondria) หากพืชขาด Fe จะแสดงอาการ chlorosis ที่ใบอ่อนโดยจะมีสีขาว (bleaching) ถึงน้ำตาล (browning) ดังแสดงในภาพที่ 9 ผลจะมีขนาดเล็ก จำนวนผลต่อต้นน้อย ความเป็นประโยชน์ของ Fe นั้นเกี่ยวข้องกับระดับของ carbonate ในดิน ความเป็นด่าง ความชื้นดิน อุณหภูมิ และปริมาณของ P และ Ca



ภาพที่ 8 อาการขาด Mg ในใบสตรอว์เบอร์รี
ที่มา: Whipker, (n.d.)

ภาพที่ 9 อาการขาด Fe ในใบสตรอว์เบอร์รี
ที่มา: Geekgardener, (2015)

โบรอน (Boron: B) เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตที่ดีของราก และการผสมของดอก (Pollination) มีการสูญเสียและถูกชะล้างไปจากดินได้ง่าย แม้ว่าจะเป็นธาตุที่ถูกแนะนำในการปลูกสตรอว์เบอร์รี หากมีปริมาณมากเกินไปก็เป็นพิษต่อพืชได้ อาการขาดของ B นั้นใบอ่อนจะออกเหลือง และแข็ง ส่งผลต่อการเกิดขอบใบไหม้ หากสังเกตภายในพื้นที่ใบจะมีลักษณะจาง (chlorotic) และดอกมีขนาดเล็ก การผลิตเกสรลดลง ผลมีลักษณะเป็นหลุมเป็นบ่อ (bumpy) คุณภาพไม่ดี (ภาพที่ 10)

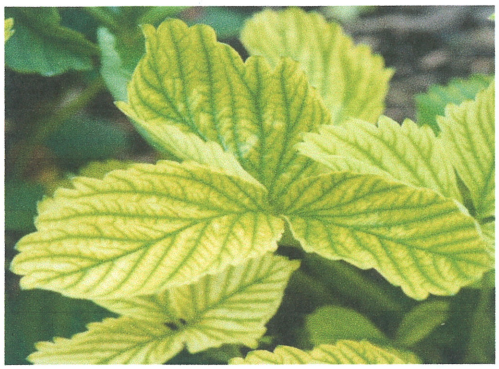


ภาพที่ 10 อาการขาด B ในใบและผลของสตรอว์เบอร์รี

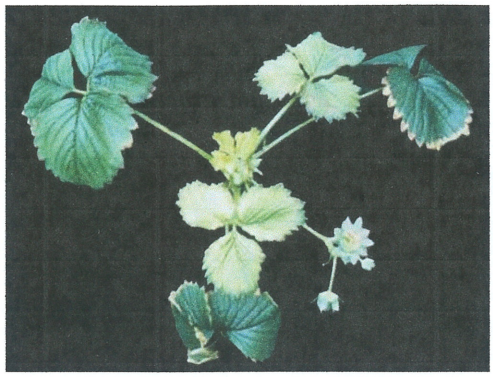
ที่มา: Zibilske, (2012)

แมกกานีส (Manganese: Mn) เป็นจุลธาตุที่สำคัญในหลายหน้าที่ของพืช มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และการขนส่งอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์แสง ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ และช่วยการดูดซับไนเตรท กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในการสร้างไขมัน วิตามินซี (ascorbic) และแคโรติน (carotene) อาการขาด Mn สังเกตได้จากสีเหลืองของใบอ่อนที่ยังมีการพัฒนา เห็นเส้นใบกระจายชัดเจน และมีสีเขียวเข้ม ภายในพื้นที่ใบจะมีสีเขียวอ่อนถึงเหลือง (ภาพที่ 11) และทำให้สตรอว์เบอร์รีมีขนาดผลเล็ก

สังกะสี (Zinc: Zn) เป็นธาตุอาหารที่เกี่ยวข้องในหลายหน้าที่ด้านสรีระของพืช หากมีไม่เพียงพอจะทำให้ผลผลิตลดลง Zn เป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญในเมทาบอลิซึมของพืชโดยเป็นตัวกระตุ้นของเอนไซม์ hydrogenase และ carbonic anhydrase ช่วยรักษาเสถียรภาพของไรโบโซม (ribosomal) และการสังเคราะห์ของไซโตโครม (cytochomre) กิจกรรมของเอนไซม์ในพืชนั้น Zn เกี่ยวข้องกับเมทาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต การรักษาความสมบูรณ์ของผนังเซลล์ การสังเคราะห์โปรตีน ควบคุมการสังเคราะห์ของออกซิน (ouxin) การขาด Zn มักเป็นปัญหาในการปลูกพืชในพื้นที่ดินทราย ดินพรุ ดินที่มีระดับ P และ Si สูง หากพืชขาดจะชะงักการเจริญเติบโต จำนวนต้นลดลง ใบจะแสดงอาการ chlorosis และเล็ก (ภาพที่ 12) ทำให้พืชเข้าช่วงสุกแก่เร็วขึ้น ดอกเป็นหมัน และผลผลิตด้อยคุณภาพ



ภาพที่ 11 อาการขาด Mn ในใบสตรอว์เบอร์รี
ที่มา: Alan Buckingham, (n.d.)



ภาพที่ 12 อาการขาด Zn ในใบสตรอว์เบอร์รี
ที่มา: Zibilske, (2012)

2.5 การเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รีในประเทศไทย

สตรอว์เบอร์รีมีระยะการเจริญเติบโต 3 ระยะคือ 1) ระยะการเกิดต้น โดยจะเริ่มในช่วงเดือนที่ 1 ตั้งแต่ปลูก (ประมาณเดือนกันยายน-เดือนตุลาคม) 2) ระยะเกิดดอก ซึ่งเริ่มในช่วงเดือนที่ 2 หลังปลูก (ประมาณเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน) และ 3) ระยะเกิดผล จะเริ่มในช่วงเดือนที่ 3 หลังปลูก (ประมาณเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม) นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รีในช่วงเดือนต่าง ๆ ที่ปลูกในประเทศไทยได้ดังนี้

1) เดือนกรกฎาคม-เดือนสิงหาคม เป็นช่วงที่มีอากาศเย็น และมีช่วงเวลากลางวันสั้นจะทำให้ตาที่เกิดจากต้นไหลพัฒนาเป็นตาดอกชุดที่ 1

2) เดือนกันยายน-เดือนตุลาคม เป็นช่วงที่นิยมย้ายปลูกต้นไหล ตาดอกชุดที่ 1 ที่ติดมากับต้นไหลนั้นจะมีการสะสมความเย็นแล้วพัฒนาขึ้นเป็นช่อดอก และช่วงนี้จะมีการเกิดตาดอกชุดที่ 2

3) เดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม เป็นช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตดอกชุดที่ 1 และเป็นระยะการสะสมความเย็นดอกชุดที่ 2 ระยะนี้จะมีการเกิดดอกชุดที่ 3 ในช่วงเดือนนี้นิยมเด็ดดอก และผลผลิตของดอกชุดที่ 1 ที่ติดมากับต้นไหลทิ้ง

4) เดือนมกราคม-เดือนกุมภาพันธ์ เป็นช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตดอกชุดที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงที่ให้ผลผลิตมากที่สุด เนื่องจากดอกชุดดังกล่าวจะมีการสะสมความเย็นในช่วงวันสั้นอย่างต่อเนื่อง และช่วงนี้จะเป็นการสะสมความเย็นของดอกชุดที่ 3

5) เดือนมีนาคม-เดือนเมษายน ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตของดอกชุดที่ 3 ซึ่งผลผลิตจะน้อย เนื่องจากตาดอกเกิดในช่วงอากาศอบอุ่น และมีช่วงเวลากลางวันยาวนานขึ้น ดังนั้นตาของต้นจะมีการพัฒนาเป็นตาไหล และต้นแขนง

การออกดอกของสตรอว์เบอร์รีนั้น เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญต่อผู้เพาะปลูก และศักยภาพของพื้นที่การผลิต โดยการออกดอกของพืชนั้นถูกควบคุมทั้ง 1) ปัจจัยภายใน ได้แก่ ชนิด พันธุ์ อายุ ความอุดมสมบูรณ์ของต้น และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และ 2) ปัจจัยภายนอก ได้แก่ แสง อุณหภูมิ น้ำ และความชื้น หากสภาพปัจจัยดังกล่าวไม่เหมาะสมจะทำให้พืชไม่ออกดอก หรือมีลักษณะดอกที่ไม่สมบูรณ์ ทั้งนี้มีหลายวิธีการที่ใช้ชักนำการสร้างตาดอก เช่น การควั่นกิ่ง การตัดแต่งรากการโน้ม/งอกิ่ง การตัดแต่งกิ่ง การทำให้ใบร่วง การงดน้ำ การใช้สารชะลอการเจริญเติบโต และการใช้อุณหภูมิต่ำ (ศิริวรรณ แดงฉ่ำ, ม.ป.ป.) ปัจจุบันในหลายพื้นของภาคตะวันออกเฉียงนิยมเพาะปลูกสตรอว์เบอร์รีเพื่อใช้สำหรับการท่องเที่ยว แต่พื้นที่ส่วนใหญ่มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูง ดินมีคุณภาพต่ำ และสามารถควบคุมปริมาณน้ำฝน โรคและแมลงได้ยากในสภาพแปลง

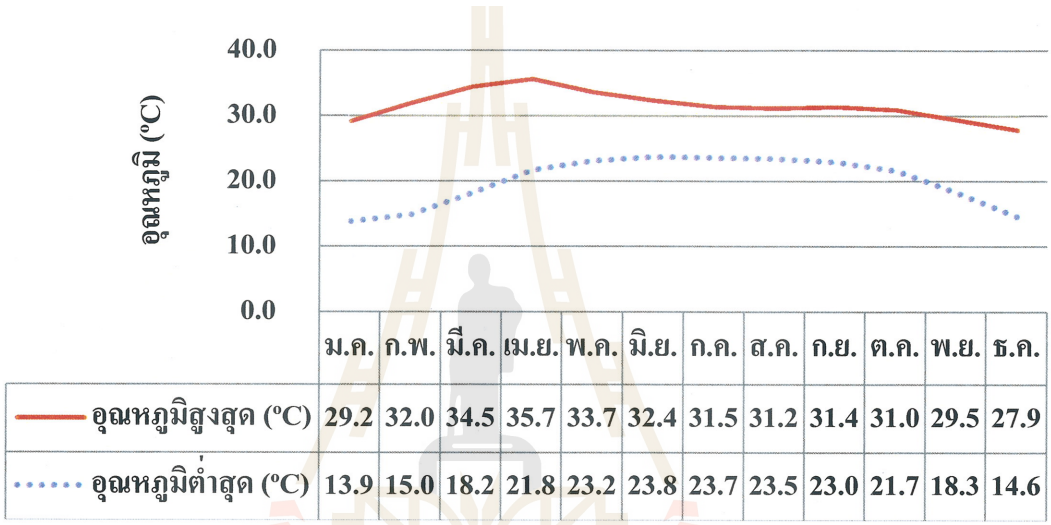
2.6 ปัญหาการเพาะปลูกสตรอว์เบอร์รีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

อุณหภูมิ (Temperature)

การเพาะปลูกสตรอว์เบอร์รีในแหล่งท่องเที่ยวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่นั้นเป็นไปเพื่อให้ได้ผลผลิตในช่วงฤดูหนาว (ประมาณกลางเดือนตุลาคม-ปลายเดือนมีนาคม) แต่ไม่สามารถผลิตต้นไหลให้มีการสร้างตาดอกได้ เนื่องจากสตรอว์เบอร์รีมีความต้องการสะสมอุณหภูมิเย็นช่วงระยะเวลาหนึ่งสำหรับการสร้างตาดอก ซึ่งการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รีในประเทศไทยจะมีการสะสมอุณหภูมิดังกล่าวในช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม แต่อุณหภูมิย้อนหลัง 30 ปี (ตั้งแต่ปี 1981-2010) ของภาคตะวันนอกเฉียงเหนือจาก 8 จังหวัด 10 สถานีตรวจวัด ในช่วงเดือนดังกล่าวต่ำสุด 22.9 °C และสูงสุด 31.2°C (ภาพที่ 13) ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการสร้างตาดอกของสตรอว์-เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ดังนั้นเกษตรกรผู้เพาะปลูกส่วนใหญ่จึงนำ (ซื้อ) ต้นไหลมาจากภาคเหนือ หากพิจารณาอุณหภูมิย้อนหลัง 30 ปี (ตั้งแต่ปี 1981-2010) ในเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม จากแหล่งผลิตที่สำคัญของภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย) อุณหภูมิต่ำสุด 24.0°C และสูงสุด 32.1°C (ภาพที่ 14) จะเห็นว่าอุณหภูมิดังกล่าวก็ยังไม่เหมาะสมต่อการชักนำดอกของต้นไหลสตรอว์เบอร์รี

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว เกษตรกรผู้เพาะปลูกนิยมนำต้นพันธุ์ไปผลิตบนที่สูงที่มีสภาพอากาศเย็นช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อทำให้เนื้อเยื่อพัฒนาตาดอก และนำกลับไปปลูกตามแหล่งผลิตต่าง ๆ ปกติ ซึ่งการกระทำดังกล่าวนี้ จะทำให้ต้นไหลสตรอว์เบอร์รีออกดอกได้เร็วกว่าต้นไหลที่ได้จากการขยายในสภาพพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า (ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์ และคณะ, 2541) นอกจากนี้ การสร้างห้องควบคุมอุณหภูมิยังสามารถชักนำตาดอกของสตรอว์เบอร์รีได้ โดย โอพาร และคณะ (ม.ม.ป.) ได้ศึกษาการชักนำการสร้างตาดอกสตรอว์เบอร์รีในสภาพดัดแปลงที่อุณหภูมิ 15-17°C ความชื้นสัมพัทธ์ 80-90 % และให้ได้รับแสงในสภาพธรรมชาติ 8 ชั่วโมง พบว่า

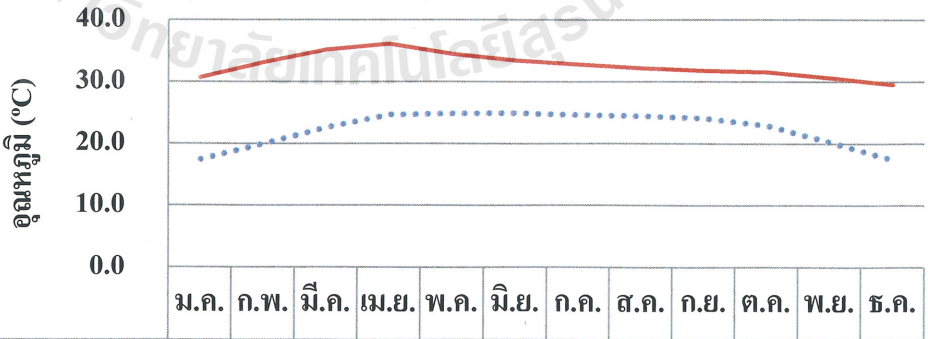
สตรอว์เบอร์รีพันธุ์ Toyonoka และพันธุ์ Tioga มีการสร้างตาดอก 100% ภายในระยะเวลา 25 และ 50 วัน ตามลำดับ ซึ่งให้ผลที่ดีและเร็วกว่าเมื่อเทียบกับการสร้างตาดอกของสตรอว์เบอร์รีในสภาพธรรมชาติ นอกจากอุณหภูมิแล้ว วิธีการผลิต และสภาพพื้นที่ปลูกยังส่งผลต่อคุณภาพของต้นไหลด้วย โดยการผลิตต้นไหลบนพื้นที่ราบสูงนั้นให้ความแข็งแรง ความต้านทานโรค และให้ผลผลิตสูงกว่าการผลิตต้นไหลในพื้นที่ราบต่ำ และการผลิตต้นไหลสตรอว์เบอร์รีโดยปลูกลงในถุงพลาสติกนั้นมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการปลูกลงในแปลงดิน (เวช เต๋จ๊ะ, 2552) ดังนั้น หากผู้เพาะปลูกเลือกพันธุ์ที่ไม่เหมาะสมต่อสภาพอุณหภูมิของพื้นที่ก็จะทำให้ต้นไหลมีศักยภาพในการเจริญเติบโตต่ำ



	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
อุณหภูมิสูงสุด (°C)	29.2	32.0	34.5	35.7	33.7	32.4	31.5	31.2	31.4	31.0	29.5	27.9
อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	13.9	15.0	18.2	21.8	23.2	23.8	23.7	23.5	23.0	21.7	18.3	14.6

ผลผลิตน้อย และไม่ได้คุณภาพ

ภาพที่ 13 อุณหภูมิเฉลี่ยย้อนหลัง 30 ปี (ค.ศ. 1981-2010) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
อุณหภูมิสูงสุด (°C)	30.7	33.1	35.2	36.2	34.5	33.5	32.8	32.2	31.8	31.6	30.7	29.6
อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	17.4	20.0	22.6	24.7	24.9	25.0	24.7	24.5	24.1	22.9	20.3	17.4

ภาพที่ 14 อุณหภูมิเฉลี่ยย้อนหลัง 30 ปี (ค.ศ. 1981-2010) ของจังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย

2.7.2 ช่วงแสง (Daylight)

เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการออกดอกของสตรอว์เบอร์รี โดยมีความเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ ซึ่งกลุ่มสายพันธุ์สตรอว์เบอร์รีที่นิยมเพาะปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มพันธุ์ June barring ที่ต้องการอุณหภูมิต่ำ และช่วงวันสั้นกว่า 11 ชั่วโมงสำหรับการออกดอก โดยการสะสมอุณหภูมิเย็นของสตรอว์เบอร์รีในการสร้างตาดอกชุดแรกนั้นจะเริ่มในช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม ซึ่งในช่วงเดือนดังกล่าวทั้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดนครราชสีมา) และภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่) มีช่วงยาววันเฉลี่ยประมาณ 12.56 ชั่วโมงต่อวัน (สามาคมดาราศาสตร์ไทย, 2558) เท่ากัน แต่ด้วยภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูงขึ้นสลับกันในภาคเหนือนั้นอาจเป็นผลให้เกิดเงาบังของอีกพื้นที่ ทำให้พื้นนั้นมีความยาววันสั้นลงไปด้วย

2.7.3 ดิน (soils) และวัสดุปลูก

ดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยเป็นแหล่งยึดเกาะของราก เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนน้ำ อากาศ และอาหารของราก มีคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ เช่น โครงสร้างดิน ความอุดมสมบูรณ์ และระดับความเป็นกรด-ด่าง เมื่อเกิดปัญหาเหล่านี้ การจัดการทำได้ยุ่งยาก และเสียค่าใช้จ่ายสูง (ดิเรก ทองอร่าม, 2546) ซึ่งดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินทรายที่มีปริมาณธาตุอาหาร และอินทรียวัตถุต่ำ มีการชะล้างสูง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ โดย 1) สามารถเพาะปลูกได้โดยไม่ขึ้นกับสภาพพื้นที่ 2) ใช้พื้นที่เพาะปลูกน้อย และให้ผลผลิตสม่ำเสมอ 3) ประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการเตรียมดิน และกำจัดวัชพืช และ 4) สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตได้อย่างถูกต้อง

การปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูก (substrate culture) เป็นหนึ่งในวิธีของการปลูกโดยไม่ใช้ดิน โดยส่วนใหญ่พืชจะได้รับธาตุอาหารในรูปแบบของสารละลาย (solution) ไปตามระบบน้ำ (fertigation) ทำให้พืชสามารถใช้น้ำ และธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งศักยภาพของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของพืชมีความแตกต่างกันตามชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ (ตารางที่ 4) เช่น ความพรุน (porosity) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหาร (nutrient leached capacity) โดย Gonzalez-Fuentes (2013) พบว่า วัสดุที่มีการระบายอากาศน้อยจะทำให้น้ำหนักแห้งของรากและยอด พื้นที่ใบ จำนวนปากใบ การสังเคราะห์แสง ศักยภาพการใช้น้ำของพืช และความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบของสตรอว์เบอร์รีลดลง ทั้งนี้ความพรุนวัสดุปลูกระหว่าง 13-25 % ส่งผลให้รากของสตรอว์เบอร์รีมีการเจริญเติบโตที่ดี นอกจากนี้ชนิด และปริมาณอินทรียวัตถุของวัสดุปลูกยังส่งผลต่อผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีด้วย โดย Khalid et al. (2013) ได้ศึกษาผลของวัสดุปลูก 6 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ดินเหนียว+ปุ๋ยคอก+วัสดุปลูก 2) วัสดุปลูก+กรดฮิวมิก 400 mgl^{-1} 3) วัสดุปลูก+ปุ๋ยใบไม้หมัก 200 $g.kg^{-1}$ 4) วัสดุปลูก+มูลไส้เดือน

200 $g.kg^{-1}$ 5) วัสดุปลูก+ธาตุอาหารพืช 200 $g.kg^{-1}$ และ 6) วัสดุปลูก+ปุ๋ยหมักชีวภาพ 200 $g.kg^{-1}$ พบว่าการใช้วัสดุปลูกร่วมกับมูลไส้เดือนให้น้ำหนักผลสดของสตรอว์เบอร์รีสูงกว่าการใช้วัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่น

ตารางที่ 4 คุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพบางประการของวัสดุปลูกในและต่างประเทศ

วัสดุปลูก	pH (1:10)	EC (mS/cm)	CEC (Cmol/kg)	C:N	Bd (g/cm^3)	WHC (% w/w)
1. ขุยมะพร้าว	5.33	3.40	61.53	66	0.08	92.42
2. แกลบดิบ	5.63	1.81	19.80	71	0.13	27.86
3. ถ่านแกลบ	7.54	1.21	22.77	-	0.15	80.45
4. ขี้เถ้าแกลบ	9.75	1.55	4.01	-	0.29	78.83
5. ทรายหยาบ	7.07	1.87	0.70	-	1.63	13.37
6. พีทมอส	5.38	1.50	44.97	37	0.42	220.46
7. เพอร์ไรท์	6.73	0.10	10.48	-	0.26	36.24
8. ไฮโดรตอน	7.27	2.03	6.57	-	0.51	11.45
9. พูไมซ์	6.19	0.89	14.58	-	0.57	87.43
10. เวอร์มิคูไลท์	7.61	0.25	118.71	-	0.43	71.8

หมายเหตุ: ดัดแปลงจาก การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (หน้า 479), โดยดิเรก ทองอร่าม, 2546, ธรรมรักษ์การพิมพ์

2.7.4 การจัดการธาตุอาหาร (Nutrients Managements) ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นสิ่งสำคัญต่อการแก้ปัญหาทั้งการปลูกพืชโดยใช้ดิน และไม่ใช้ดิน ทั้งนี้การจัดการธาตุสำหรับการเพาะปลูกสตรอว์เบอร์รีนั้นมีความแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ และเกษตรกรผู้เพาะปลูก เช่น ในประเทศอิสราเอลแนะนำปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ 0.24 กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน และควรรักษาระดับสารละลายดินของไนเตรท (NO_3^-) และฟอสฟอรัส (P) ให้อยู่ในระดับ 20-30 ppm และโพแทสเซียม 39-78 ppm (Haifa-group, 2014) ประเทศญี่ปุ่น (เขตอบอุ่น) นิยมให้ปุ๋ยแก่สตรอว์เบอร์รีในรูปแบบสารละลายธาตุอาหารโดยใช้สูตรของ Yamazaki-strawberry (ดังแสดงในตารางที่ 5) Ameri et al. (2012) มีการศึกษาผลของวัสดุปลูก และสายพันธุ์ต่อลักษณะการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รี โดยใช้สูตรธาตุอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 4

คำแนะนำปริมาณธาตุอาหารสำหรับการปลูกสตรอว์เบอร์รีในประเทศไทยนั้นพบว่าหลากหลายด้วยกัน เช่น ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตรเชียงราย (2554) แนะนำสูตรปุ๋ย

12-24-12 หรือ 9-24-9 ในอัตรา 5-10 กรัมต่อต้น ในช่วงอายุการเจริญเติบโตที่ 20 หลังย้ายปลูก และปรับสูตรปุ๋ยเป็น 13-13-21 หรือ 12-12-17+2 ในอัตรา 10 กรัมต่อต้น เมื่ออายุครบ 30 วันหลังย้ายปลูก โดยแบ่งใส่ 4 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 7-10 วัน คงกฤษ อินทแสน (2558) กล่าวว่า หลังย้ายปลูก 7-15 วัน ให้ใสปุ๋ยสูตร 0-0-60 เมื่ออายุ 21 วันหลังย้ายปลูกให้ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 5-10 กรัมต่อต้น เมื่ออายุครบ 30 วัน ควรให้ปุ๋ยสูตร 12-24-12 ในอัตรา 10-12 กรัมต่อต้น และควรให้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 ที่อัตรา 10 กรัมต่อต้น ในช่วงอายุ 45 วันหลังย้ายปลูกหรือช่วงติดผล ทั้งนี้ ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงค์ และคณะ (2541) ได้ศึกษารูปแบบของการให้ปุ๋ย พบว่าการให้ปุ๋ยทางน้ำสูตร 18-9-27 ในอัตรา 2 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และการให้ปุ๋ยเม็ดสูตร 16-16-16 โดยใส่ครั้งเดียวที่อัตรา 10 กรัมต่อต้นและแบ่งใส่ทุก ๆ สองสัปดาห์ ไม่ทำให้จำนวนผลต่อต้น และน้ำหนักผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ selva แตกต่างกัน

ตารางที่ 5 สูตรธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รีในระบบต่าง ๆ

ธาตุอาหาร (ppm)	ปลูกในรูปแบบสารละลาย (Yamazaki)	ในระบบวัสดุปลูก (Ameri et al., 2012)
NO_3^-	70	62
NH_4^+	7	9
PO_4	15	121.25
K	117	204.75
Ca	40	110
Mg	12	24
So_4	16	198
Fe	0.30	1.12
Mn	0.27	0.55
Zn	-	0.26
B	-	0.22
Cu	-	0.048
Mo	-	0.048

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า ปัญหาสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น อุณหภูมิ แสง คุณภาพดิน ปริมาณน้ำฝน โรคและแมลงเป็นสิ่งที่สามารถควบคุมได้ยากในสภาพแปลงปลูก การปลูกพืชในระบบโรงเรือน จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลด และแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ โดยสามารถเพาะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปลูกพืชได้ตลอดทั้งปี ช่วยป้องกันโรค แมลง และวัชพืช ทำให้มีการใช้สารเคมีลดลง ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพ และมีรสชาติที่ดีทำให้ได้ราคาสูง ทั้งนี้ข้อควรระวังในการใช้ระบบโรงเรือน คือ 1) การเกิดโรคจากปัญหาความชื้น และขาดแสงแดด 2) เมื่อเกิดการแพร่ระบาดของโรค และแมลงจะเกิดได้เร็วและรุนแรง 3) ต้องควบคุมคนเข้า-ออกให้ปลอดเชื้อโรค 4) ควรอบฆ่าเชื้อวัสดุปลูก/อุปกรณ์ และ 5) หมั่นรักษาความสะอาดอย่างเคร่งครัด (สุรางคนา ไม้ตราวัฒนา, 2557 และ Cantliffe et al. 2007) นอกจากนี้มีวัสดุปลูกหลายชนิด และการจัดการธาตุอาหารหลายวิธีที่นำมาใช้ในการเพาะปลูกสตรอว์เบอร์รี หากเกษตรผู้เพาะปลูกเลือกใช้ทั้งวัสดุและวิธีการจัดการธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต หรือไม่สอดคล้องต่อความต้องการของพืชจะทำให้พืชใช้ธาตุอาหารอย่างไม่มีประสิทธิภาพ และมีการเจริญเติบโตที่ไม่สมบูรณ์ อันส่งผลต่อต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ไม่คุ้มค่า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีการทดลอง

3.1 การทดลองที่ 1 ผลของสูตรปุ๋ย และวัสดุปลูก ต่อผลผลิตและการผลิตไหลของสตรอว์-เบอร์รี

3.1.1 การทดลองที่ 1.1 ผลของสูตรปุ๋ย และวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

1. สถานที่ และระยะเวลาการทดลอง

ดำเนินการทดลอง ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

2. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x5 Factorail in CRD จำนวน 3 ซ้ำ กรรมวิธีทดลองประกอบด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร คือ 1) สูตรสายละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry (NS1) 2) สูตรสายละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted (NS2) ซึ่งมีการปรับความเข้มข้นของ NO_3^- โดยใช้แม่ปุ๋ย $CaNO_3$ จากสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry ดังแสดงในตารางที่ 6 และวัสดุปลูก 5 ชนิด คือ 1) ขุยมะพร้าว (M1) 2) ขุยมะพร้าว+ ทราย (M2) 3) ขุยมะพร้าว+ทราย+ดินปลูก (M3) 4) ขุยมะพร้าว+ดินปลูก (M4) 5) ดินปลูก+ทราย (M5) คุณสมบัติของวัสดุปลูกดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 6 สูตรสารละลายธาตุอาหาร

สารละลาย	ชนิดธาตุอาหาร (ppm)											
ธาตุอาหาร	NO_3^-	NH_4^+	$H_2PO_4^-$	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	Fe^{2+}	Mn^{2+}	B	Zn	Mo
NS1	70	7	15	117	40	12	16	0.30	0.27	0.50	0.05	0.01
NS2	105	7	15	117	65	12	16	0.30	0.27	0.50	0.05	0.01

ตารางที่ 7 คุณสมบัติของวัสดุปลูก

คุณสมบัติ	ขุยมะพร้าว[1]	ทราย[1]	ดิน[2]
pH	5.33	7.07	7.81
EC (mS/cm)	3.40	1.87	113
C/N	66:1	-	12:1
Bd (g/cm^2)	0.08	1.63	-
WHC (%w/w)	92.42	13.37	-
CEC (Cmol/kg)	61.53	0.70	-
OM %	-	-	1.28

หมายเหตุ: 1 คือข้อมูลจากดิเรก ทองอร่าม (2546), 2 คือ ข้อมูลจากสุมิตรา จันไทย (2555)

3. วิธีการทดลอง

การเตรียมพื้นที่ทดลอง

ดำเนินการปลูกสตรอว์เบอร์รีในสภาพโรงเรือน โดยมีอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนเฉลี่ยประมาณ 27°C

การเตรียมวัสดุปลูก

วัสดุปลูกที่ใช้ดำเนินการทดลองประกอบด้วย 1) ขุยมะพร้าว 2) ดินปลูก และ 3) ทราย โดยผสมวัสดุปลูกทั้ง 3 ชนิดตามกรรมวิธีทดลองในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (ทั้งนี้ทำการแช่ขุยมะพร้าวในน้ำเปล่าทิ้งไว้ 1 คืน ก่อนนำมาใช้เพื่อกำจัดแมลง และวัชพืช) แล้วบรรจุลงในกระถางขนาด 6x6 นิ้ว จากนั้นย้ายปลูกต้นไหลสตรอว์เบอร์รี 1 ต้นต่อกระถาง (ต้นไหลสตรอว์เบอร์รีที่นำมาใช้ ในการทดลองนี้นำมาจากจังหวัดเชียงใหม่ และเป็นต้นไหลที่ผ่านการชักนำตาดอกในสภาพธรรมชาติเรียบร้อยแล้ว)

การดูแล

ทำการให้น้ำ และสายละลายธาตุอาหารในรูปแบบน้ำหยด (Drip irrigation) ทุกวัน ๆ ละ 1 ครั้ง โดยให้เกินความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูก 30% (สังเกตจากน้ำที่ไหลออกก้นกระถาง) และปรับระดับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ระหว่าง 6.5-6.5-6.8 ด้วยกรดไนตริก (ความเข้มข้น 68%) โดยมีรายละเอียดการให้น้ำและสารละลายธาตุอาหารในแต่ละช่วงอายุดังนี้

- ในช่วงอายุ 1 สัปดาห์แรกของการย้ายปลูกต้นสตรอว์เบอร์รีได้รับเฉพาะน้ำเปล่าเพื่อให้ต้นมีการตั้งตัว

- เมื่อเข้าสัปดาห์ที่ 2 หลังย้ายปลูก จึงเริ่มให้สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธี โดยให้ที่ความเข้มข้น EC เท่ากับ 1.0 dS/m และปรับเป็น 1.4 dS/m เมื่อต้นสตรอว์เบอร์รีมีอายุ 5 สัปดาห์ จนสิ้นสุดการทดลอง

4. การเก็บบันทึกข้อมูล

อุณหภูมิ

ทำการบันทึกอุณหภูมิต่ำ-สูงสุดรายวัน 2 ช่วงเวลา ได้แก่ 1. อุณหภูมิช่วงกลางวัน (08.00-17.00 น.) และ 2. ช่วงกลางคืน (17.00-08.00 น.) ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ทั้งภายใน และนอกโรงเรือนตั้งแต่ปลูกจนถึงสิ้นสุดงานทดลอง

ต้นสตรอว์เบอร์รี

1. วัดการเจริญเติบโตด้านความสูง และจำนวนใบ ที่อายุ 10 สัปดาห์ น้ำหนักสด-แห้งส่วนเหนือดินและรากที่อายุ 16 สัปดาห์ (สัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง) โดยแต่ละลักษณะการเจริญเติบโตมีวิธีการเก็บข้อมูลดังนี้

- ความสูงทรงพุ่ม วัดจากโคนต้นถึงปลายใบที่ยาวที่สุด
- น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของยอดและราก โดยทำการแยกส่วนยอด และรากออกจากกันแล้วล้างด้วยน้ำสะอาด จากนั้นผึ่งลมให้แห้ง แล้วไปนำชั่งน้ำหนักสด หลังจากนั้นบรรจุถุงกระดาษและนำไปอบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อหาน้ำหนักแห้ง

2. วัดองค์ประกอบผลผลิตด้านจำนวนช่อดอกต่อต้น จำนวนดอกต่อช่อ และคุณภาพผลผลิตด้านน้ำหนักต่อผล และค่าความหวาน (Brix%) โดยทุกลักษณะเป็นการเก็บข้อมูลแบบสะสม โดยเริ่มบันทึกครั้งแรกเมื่อต้นสตรอว์เบอร์รีอายุ 8 สัปดาห์ หลังย้ายปลูกจนถึงสิ้นสุดการทดลอง

- น้ำหนักผลผลิต และค่า Brix% เลือกเก็บตัวอย่างผลผลิตจากลักษณะสีการสุกของผลที่ 80-90 % และอ่านค่า Brix% โดยใช้ refractometer

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS for Window (version 16.0) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

3.1.2 การทดลองที่ 1.2 ผลของสูตรปุ๋ยต่อการผลิตต้นไหลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ พระราชทาน 80

1. สถานที่ และระยะเวลาการทดลอง

ดำเนินการทดลอง ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558

2. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 กรรมวิธีของการให้ปุ๋ย คือ 1) การให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายมี 2 สูตรคือ สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry (NS1) 2) สูตรสายละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted (NS2) ปริมาณของธาตุอาหารแสดงในตารางที่ 6 และ 2) การให้ปุ๋ยในรูปแบบเม็ด มี 2 สูตรคือ ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 1 (SF1) และปุ๋ยอินทรีย์เคมี 2 (SF2) ปริมาณของธาตุอาหารแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สูตรปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์เคมี

ปุ๋ยอินทรีย์เคมี	N(%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
SF1	8	3	4
SF2	10	3	5

3. วิธีการทดลอง

การเตรียมต้นแม่พันธุ์และพื้นที่ทดลอง

นำต้นพันธุ์สตรอว์เบอร์รีมาจากภาคเหนือ และปลูกทดลองในสภาพโรงเรือน (Evaporative cooling system) ที่อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 25°C

การเตรียมวัสดุปลูก

ทำการผสมวัสดุปลูกโดยใช้ขุยมะพร้าว + ทรายหยาบ ในอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร บรรจุลงในกระถางปลูกขนาด 6x6 นิ้ว จากนั้นนำกระถางขึ้นวางบนชั้นปลูก แล้วติดตั้งหัวน้ำหยด (emitter) 1 หัวต่อกระถาง ทำการให้น้ำแก่วัสดุปลูกเพื่อไล่ความเค็มจำนวน 3 ครั้ง (โดยให้น้ำจนวัสดุปลูกมีการอิ่มตัวด้วยน้ำจนไหลออกก้นกระถาง) แล้วย้ายปลูกต้นไหล (นำต้นแม่พันธุ์มาจากภาคเหนือ) 1 ต้นต่อกระถาง

การดูแลรักษา

ในช่วง 1 สัปดาห์แรกหลังย้ายปลูก ต้นกล้าสตรอว์เบอร์รีได้รับเฉพาะน้ำเปล่า และเริ่มให้ปุ๋ยตามกรรมวิธีในช่วงสัปดาห์ 2 หลังย้ายปลูก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สารลายละลายธาตุอาหารทั้ง 2 สูตรเป็นการให้ที่ระดับความเข้มข้น EC 1.0 dS/m ในช่วงอายุเข้า 2 สัปดาห์ และปรับเป็น 1.2 dS/m ที่อายุเข้า 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

2. ปุ๋ยทางดินทั้ง 2 ชนิด เป็นการให้ในอัตรา 10 กรัมต่อกระถาง และให้ทุก ๆ 10 วัน ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำและสารละลายธาตุอาหารในอยู่ระหว่าง 6.5-6.8 และให้ทุกวัน ๆ ละ 1 ครั้ง โดยให้เกินความสามารถของการอุ้มน้ำของวัสดุปลูก 30% (สังเกตจากการไหลออกก้นกระถางปลูก)

4. การเก็บบันทึกข้อมูล

สภาพแวดล้อม

ทำการบันทึกอุณหภูมิรายวันสูงสุด-ต่ำสุดทั้งกลางวัน (08.00-17.00 น.) และกลางคืน (17.00-08.00 น.) ของอุณหภูมิภายใน และภายนอกโรงเรือนตลอดสิ้นสุดงานทดลอง

ลักษณะการเจริญเติบโต

1. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตด้านความสูง จำนวนใบ ความยาวก้านใบ พื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบ และคลอโรฟิลล์ใบ ที่อายุ 78, 85, 92, 99 และ 133 วันหลังย้ายปลูก โดย

- ความสูง วัดจากโคนต้นถึงปลายใบ
- ความยาวก้านใบ (petiole length) เลือกใช้ใบลำดับที่ 3 (นับจากยอด) โดยวัดจากหูใบ ถึงรอยต่อระหว่างใบ
- พื้นที่ใบ ใช้สูตรการคำนวณตามวิธีการของ เบญจมาศ อินทรส, (2546) ดังนี้

พื้นที่ใบทั้งหมด/ต้น = ดัชนีใบ x จำนวนใบ

ดัชนีใบ = พื้นที่ใบย่อยตรงกลาง x 3

พื้นที่ใบย่อยตรงกลาง = (ความกว้างแผ่นใบ x ความยาวแผ่นใบ) x 0.75

โดยเลือกวัดความกว้าง และความยาวแผ่นใบ จากใบย่อยตรงกลางของใบลำดับที่ 3 (เริ่มนับลำดับใบที่ 1 จากการแตกของใบใหม่)

- คลอโรฟิลล์ใบ วัดแผ่นใบย่อยตรงกลางของใบลำดับที่ 3 (นับจากใบยอด) โดยใช้ Chlorophyll meter

2. บันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตด้านจำนวนต้นแขนง จำนวนเส้นไหล และจำนวนต้นไหล ที่อายุ 78, 85, 92, 99 และ 133 วันหลังย้ายปลูก

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS for Window (version 16.0) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

3.2 การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิต่อการชักนำการสร้างตาดอกของต้นไหลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 (*Fragaria* x *ananassa* Duch. cv. Praratchathan 80)

1. สถานที่ และระยะเวลาการทดลอง

ดำเนินการทดลอง ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

2. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 กรรมวิธีทดลองของสภาพอุณหภูมิในการชักนำตาดอก ได้แก่

1) สภาพอุณหภูมิห้องเย็น

2) สภาพอุณหภูมิโรงเรือน

3) สภาพอุณหภูมิธรรมชาติ

3. วิธีการทดลอง

การเตรียมต้นไหล

ทำการชำ (เมื่อต้นไหลมีการสร้างตุ่มรากทำการชำต้นไหลในกระถางปลูกขนาด 2.5x2.5 นิ้ว โดยใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุชำ) และคัดเลือกต้นไหลจากการทดลองที่ 2 ที่มีอายุการชำ 6 สัปดาห์ (25 สิงหาคม-4 ตุลาคม พ.ศ. 2558) จำนวน 180 ต้น โดยทำการตัดต้นไหลจากต้นแม่พันธุ์แล้วปล่อยให้ต้นไหลมีการตั้งตัวก่อนทำการชักนำดอกอีก 2 สัปดาห์

การชักนำตาดอก

1. ทำการตัดคัดเลือกต้นไหลลำดับที่ 1 ที่มีอายุการชำ 6 สัปดาห์ จากต้นแม่พันธุ์ แล้วปล่อยให้มีการพักฟื้นตัวในโรงเรือนเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (5-19 ตุลาคม พ.ศ. 2558) แล้วย้ายต้นไหลไปทำการชักนำตาดอกในสภาพอุณหภูมิต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 20 วัน (20 ตุลาคม-9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558)

2. สำหรับการชักนำตาดอกทั้งในสภาพโรงเรือน (อุณหภูมิกลางวัน/กลาง คืนเฉลี่ย 29/26.5°C) และในสภาพธรรมชาติ (กลางวัน/กลางคืนเฉลี่ย 34.9/28.7°C) ต้นสตรอว์เบอร์รีได้รับพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์เป็นเวลาประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน ส่วนการชักนำตาดอกในสภาพห้องเย็น (กลางวัน/กลางคืนเฉลี่ย 15/12°C) ต้นสตรอว์เบอร์รีได้รับพลังแสงจากหลอดไฟนีออนที่ความเข้มแสง 160 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ (ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 16 หลอด) เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมงต่อวัน

3. ในช่วงระยะเวลาของการชักนำตาดอก มีการให้น้ำและปุ๋ยในรูปแบบสารละลายธาตุอาหารในรูปแบบการฉีดพ่นฝอย ที่ระดับความเข้มข้น EC 1.0 dS/m โดยสูตรสารละลายธาตุอาหาร NS1 (ตารางที่ 6)

4. หลังครบระยะเวลาการชักนำตาดอกทำการย้ายปลูกต้นสตรอว์เบอร์รีในโรงเรือนที่มีการตั้งค่าอุณหภูมิกลางวัน และกลางคืนที่ประมาณ 25°C

4. การเก็บบันทึกข้อมูล

1. วัดการเจริญเติบโตด้านความสูง ความยาวก้านใบ จำนวนใบ ดัชนีพื้นที่ใบ และพื้นที่ใบที่อายุ 4 สัปดาห์แรกหลังการย้ายปลูก โดย

- ความสูงวัดจากโคนต้นถึงปลายใบของทรงพุ่มที่สูงที่สุด

- ความยาวก้านใบวัดจากโคนต้นถึงรอยต่อของก้านใบกับแผ่นใบ
- พื้นที่ใบ เป็นการคำนวณตามวิธีการของ เบญจมาศ อินทรส, (2546) ดังนี้

พื้นที่ใบทั้งหมด/ต้น = ดัชนีใบ x จำนวนใบ

ดัชนีใบ = พื้นที่ใบย่อยตรงกลาง x 3

พื้นที่ใบย่อยตรงกลาง = (ความกว้างแผ่นใบ x ความยาวแผ่นใบ) x 0.75

โดยเลือกวัดความกว้าง และความยาวแผ่นใบ จากใบย่อยตรงกลางของใบลำดับที่ 3 (เริ่มนับลำดับใบที่ 1 จากการแตกของใบใหม่)

2. บันทึกการตอบสนองต่อการออกดอก โดยตรวจนับต้นที่มีออกดอก จำนวนช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ จำนวนช่อดอกต่อต้น ที่อายุ 4, 8 และ 11 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ความยาวช่อดอก เป็นการวัดเพียงครั้งเดียวที่อายุ 11 สัปดาห์ โดยวัดจากโคนช่อดอกถึงฐานรองดอกที่ยาวที่สุดภายในช่อดอกนั้น และนับวันที่ดอกแรกบานครบ 50%

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS for Window (version 16.0) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการทดลอง และการอภิปรายผล

4.1 การทดลองที่ 1 ผลของสูตรปุ๋ยต่อผลผลิต และการสร้างไหลของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

4.1.1 การทดลองที่ 1.1 ผลของสูตรปุ๋ย และวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต

1. การเจริญเติบโต

1.1 ความสูง

สูตรสารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 สูตรทำให้ความสูงต้นสตรอว์เบอร์รีแตกต่างกันทางสถิติ โดยสารละลายธาตุอาหาร Yamasaki-Strawberry ให้ความสูงต้นเฉลี่ย 12.75 เซนติเมตร ดีกว่า Yamasaki-adjusted ที่ให้ความสูงต้นเฉลี่ย 10.03 เซนติเมตร (ตารางที่ 9) วัสดุปลูกทั้ง 5 ชนิด ไม่ทำให้ความสูงต้นแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้วัสดุปลูกที่ได้จากการผสมระหว่างขุยมะพร้าวร่วมกับดินปลูกมีแนวโน้มทำให้ความสูงต้นดีกว่าวัสดุปลูกที่ได้จากการใช้ขุยมะพร้าวร่วมกับทรายและดินปลูก ขุยมะพร้าวร่วมกับทราย ดินปลูกร่วมกับทราย และการใช้เฉพาะขุยมะพร้าว โดยให้ความสูงต้นเฉลี่ย 11.80, 11.59, 11.49, 11.35 และ 10.16 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

1.2 จำนวนใบ

สูตรสารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 สูตรมีผลทำให้จำนวนใบต่อต้นสตรอว์เบอร์รีแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสารละลายธาตุอาหาร Yamasaki-Strawberry ให้จำนวนใบมากกว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamasaki-adjusted โดยให้จำนวนใบเฉลี่ย 34.58 และ 27.96 ใบต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 9) วัสดุปลูกทั้ง 5 ชนิด ไม่ทำให้จำนวนใบต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้วัสดุปลูกที่ได้จากการผสมใช้ขุยมะพร้าวร่วมกับทรายและดินปลูก มีแนวโน้มให้จำนวนใบต่อต้นที่มากกว่าวัสดุปลูกที่ได้จากการใช้ขุยมะพร้าวร่วมกับทราย ขุยมะพร้าวร่วมกับดินปลูก ขุยมะพร้าว และดินปลูกร่วมกับทราย โดยให้จำนวนใบเฉลี่ย 35.58, 34.35, 30.24, 28.43 และ 27.76 ต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

1.3 น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง

สูตรสารละลายธาตุอาหารไม่มีผลทำให้น้ำหนักสดราก และน้ำแห้งต้นแตกต่างกันทางสถิติ แต่ทำให้น้ำหนักสดต้น และน้ำหนักแห้งรากแตกต่างกันทางสถิติโดยสารละลายธาตุอาหาร Yamasaki-Strawberry ให้ผลที่ดีกว่าสารละลายอาหาร Yamazaki ธาตุ -adjusted ซึ่งให้

น้ำหนักสดต้นเฉลี่ย 29.08 และ 22.22 กรัม น้ำสดรากเฉลี่ย 14.24 และ 13.02 กรัม น้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 5.97 และ 5.41 กรัม น้ำหนักแห้งรากเฉลี่ย 3.35 และ 2.42 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

วัสดุทั้ง 5 ชนิดไม่ทำให้น้ำหนักสด-แห้งของต้นและรากแตกต่างกันทางสถิติ โดยวัสดุปลูกจากขุยมะพร้าว ขุยมะพร้าวกับทราย ขุยมะพร้าวกับทรายและดินปลูก ขุยมะพร้าวกับดินปลูก และดินปลูกกับทรายให้น้ำหนักสดต้นเฉลี่ย 25.69, 27.86, 28.52, 22.64 และ 23.51 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักสดรากเฉลี่ย 11.44, 14.35, 14.25, 14.71 และ 13.41 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักแห้งต้นเฉลี่ย 5.53, 6.34, 6.38, 5.01 และ 5.20 กรัม ตามลำดับ และน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ย 2.67, 2.86, 2.98, 2.96 และ 2.93 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

1.4 อัตราส่วนน้ำหนักแห้งของต้น/ราก

สูตรสารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 สูตรมีผลทำอัตราส่วนน้ำหนักแห้งของต้น/รากแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted ให้สัดส่วนที่มากกว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamasaki-Strawberry โดยให้อัตราส่วนน้ำหนักแห้งของต้น/รากเฉลี่ย 2.36 และ 1.84 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

วัสดุปลูกทั้ง 5 ชนิด ไม่มีผลทำให้อัตราส่วนน้ำหนักแห้งของต้น/ราก แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้วัสดุปลูกที่ได้จากการผสมระหว่างขุยมะพร้าวร่วมกับทราย มีแนวโน้มทำให้อัตราส่วนน้ำหนักแห้งต้น/ราก สูงกว่าวัสดุปลูกปลูกที่ได้จากขุยมะพร้าว ขุยมะพร้าวกับทรายและดินปลูก ขุยมะพร้าวกับดินปลูก และดินปลูกกับทราย โดยให้อัตราส่วนน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2.36, 2.31, 2.20, 1.84 และ 1.84 ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ทั้งนี้สูตรสารละลายธาตุอาหารกับวัสดุปลูกไม่มีปฏิสัมพันธ์ (interaction) ต่อกันในทุกลักษณะการเจริญเติบโตของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

2. องค์ประกอบ และคุณภาพผลผลิต

2.1 จำนวนช่อดอก และจำนวนดอกต่อต้น

ผลของสารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 สูตร ไม่ทำให้จำนวนช่อดอก จำนวนดอกต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้สูตรสารละลายธาตุอาหาร Yamasaki-Strawberry มีแนวโน้มให้จำนวนช่อดอก จำนวนดอกต่อต้นที่ดีกว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamasaki-adjust โดยให้จำนวนช่อดอกเฉลี่ย 1.18 และ 1.06 ตามลำดับ จำนวนดอกเฉลี่ยต่อต้น 8.50 และ 7.54 ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ผลของวัสดุปลูกทั้ง 5 ชนิด ไม่ทำให้จำนวนช่อดอกต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติ แต่ให้จำนวนดอกต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติ โดยวัสดุปลูกที่ได้จากการผสมระหว่างขุยมะพร้าวกับทรายให้จำนวนดอกต่อต้นมากกว่าวัสดุที่ได้จากขุยมะพร้าว ขุยมะพร้าวกับทรายและดินปลูก ขุยมะพร้าวกับดินปลูก และดินปลูกกับทราย แต่วัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิดให้จำนวนดอกต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้จำนวนดอกเฉลี่ย 10.80, 8.20, 7.30, 7.15 และ 6.65 ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

2.2 ผลผลิต

ผลของสารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 สูตรไม่ทำให้น้ำหนักต่อผลและน้ำหนักผลผลิตต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติ แต่ให้จำนวนผลต่อต้นที่แตกต่างกันทางสถิติ โดยสูตรสารละลายธาตุอาหาร Yamasaki-Strawberry และ Yamasaki-adjusted ให้จำนวนผลเฉลี่ย 4.0 และ 2.9 ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ผลของวัสดุปลูกทั้ง 5 ชนิด ไม่ทำให้น้ำหนักต่อผล และน้ำหนักผลผลิตต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติ แต่ให้จำนวนผลต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติ โดยวัสดุปลูกที่ได้จากการผสมระหว่างขุยมะพร้าวกับทรายให้จำนวนผลต่อต้นมากกว่าวัสดุปลูกที่ได้จากขุยมะพร้าว ขุยมะพร้าวกับทรายและดินปลูก ขุยมะพร้าวกับดินปลูก และดินปลูกกับทราย โดยให้จำนวนผลเฉลี่ย 4.85, 3.67, 3.10, 3.07 และ 2.75 ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

2.3 คุณภาพผลผลิต

ผลของสารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 สูตรไม่ทำให้ค่าความหวาน (% Brix) แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้สารละลายธาตุอาหาร Yamasaki-Strawberry มีแนวโน้มให้ค่า Brix มากกว่าสารลายธาตุอาหาร Yamasaki-adjusted โดยสูตรสารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 สูตรให้ค่า Brix เฉลี่ย 9.21 และ 9.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 9 ผลของสูตรปุ๋ย และวัสดุปลูกต่อลักษณะการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

กรรมวิธีทดลอง	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบต่อต้น	น้ำหนักสด (กรัม)		น้ำหนักแห้ง (กรัม)		อัตราส่วนน้ำหนักแห้งต้น-ราก (กรัม)
			ต้น	ราก	ต้น	ราก	
สูตรปุ๋ย							
Yamasaki-Strawberry	12.57 a	34.58 a	29.08 a	14.24	5.97	3.35 a	1.84 b
Yamasaki-adjusted	10.03 b	27.96 b	22.22 b	13.02	5.41	2.42 b	2.36 a
ชนิดวัสดุปลูก							
ขุยมะพร้าว	10.16	28.43	25.69	11.44	5.53	2.67	2.31
ขุยมะพร้าว+ทราย	11.49	34.35	27.86	14.35	6.34	2.86	2.36
ขุยมะพร้าว+ทราย+ดินปลูก	11.59	35.58	28.52	14.25	6.38	2.98	2.20
ขุยมะพร้าว+ดินปลูก	11.80	30.24	22.64	14.71	5.01	2.96	1.84
ดินปลูก+ทราย	11.35	27.76	23.51	13.41	5.2	2.93	1.80
CV (%)	11.21	26.61	21.89	18.50	21.67	11.08	11.54

[1]ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

วัสดุปลูกทั้ง 5 ชนิดไม่ทำให้ค่า Brix% แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้มีแนวโน้มที่สูงในวัสดุปลูกที่ได้จากการผสมระหว่างขุยมะพร้าวกับทราย ขุยมะพร้าว ขุยมะพร้าวกับดินปลูก ดินปลูกกับทราย และขุยมะพร้าวกับทรายกับดินปลูก โดยผลของสตรอว์เบอร์รีมี Brix% เฉลี่ย 9.40, 9.39, 9.23, 8.97 และ 8.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 10 ผลของสูตรปุ๋ย และวัสดุปลูกต่อองค์ประกอบและคุณภาพผลผลิตของสตรอว์เบอร์รี พันธุ์พระราชทาน 80

กรรมวิธีทดลอง	จำนวนช่อดอกต่อต้น	จำนวนดอกต่อต้น	จำนวนผลต่อต้น	ผลผลิตต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักต่อผล (กรัม)	Brix (%)
สูตรปุ๋ย						
Yamasaki-Strawberry	1.18	8.50	4.0 a	39.33	10.08	9.21
Yamasaki-adjusted	1.06	7.54	2.9 b	30.26	10.27	9.06
ชนิดวัสดุปลูก						
ขุยมะพร้าว	1.3	8.20 b	3.67 ab	33.75	9.46	9.39
ขุยมะพร้าว+ทราย	1.2	10.80 a	4.85 a	43.16	8.83	9.40
ขุยมะพร้าว+ทราย+ดินปลูก	1.1	7.30 b	3.10 b	33.55	10.75	8.66
ขุยมะพร้าว+ดินปลูก	1.0	7.15 b	3.07 b	31.71	10.25	9.23
ดินปลูก+ทราย	1.1	6.65 b	2.75 b	31.78	11.56	8.97
CV (%)	27.05	13.73	33.53	21.02	24.33	10.55

[1]ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4.1.2 การอภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณความเข้มข้นไนโตรเจน N และ NO_3^- ในสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted ไม่ทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสดของต้น และน้ำหนักแห้งของราก (ตารางที่ 9) และองค์ประกอบผลผลิต (ตารางที่ 10) ของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 สูงกว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry โดยพบว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry ให้ลักษณะการเจริญเติบโตดังกล่าวที่ดีกว่า และมีแนวโน้มให้องค์ประกอบผลผลิตที่สูงกว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted ทั้งนี้อาจเนื่องจากการย้ายปลูกต้นสตรอว์เบอร์รีอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงการออกดอก ทำให้มีช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นที่สั้น การเพิ่มปริมาณของ N และ NO_3^- ในสารละลายธาตุอาหาร จึงไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตที่ชัดเจนหรือปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry อยู่ในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของสตรอว์-เบอร์รีในช่วงการให้ผลผลิต แต่อย่างไรก็ตาม Terjo-Tellez and Gomez- Merino (2014) พบว่า การเจริญเติบโตด้านลำต้นจะสูงตามปริมาณความเข้มข้นของระดับ N ที่เพิ่มขึ้น และ Walter et al. (2008) พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น N 140 ppm ให้จำนวนดอก จำนวนผล น้ำหนักผลผลิตของสตรอว์-เบอร์รีมากกว่าที่ระดับความเข้มข้น N 40 ppm นอกจากนี้ Ganmore-Neumann and Kafkaf (1984)

ยังพบว่า สตรอว์เบอร์รีจะมีการดูดใช้ N ที่สูงในรูปของ NO_3^- ในช่วงให้ผลผลิต และ NH_4^+ ในระยะ vegetative growth ความแตกต่างของปริมาณความเข้มข้น NO_3^- ในสารละลายธาตุอาหารนั้นเกิดจากการใช้แม่ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรท ($CaNO_3^-$) จึงทำให้สารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 สูตร มีปริมาณ Ca ที่แตกต่างกันด้วย โดยสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted มีปริมาณ Ca ที่สูงกว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry แต่จากผลการทดลองพบว่าการเพิ่มขึ้นของ Ca ในสารละลายธาตุอาหารไม่ทำให้ต้นสตรอว์เบอร์รีมีการเจริญเติบโต และผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry มีแนวโน้มให้ลักษณะดังกล่าวดีกว่า Yamazaki-adjusted นอกจากนี้ ความแตกต่างของอัตราส่วน NO_3^- : NH_4^+ ยังส่งผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีด้วย โดย Tabatabaei et al. (2008) พบว่า ที่ อัตราส่วน NO_3^- : NH_4^+ 75:25 และ 50:50 ให้น้ำหนักใบสด-แห้ง จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผลผลิตสด-แห้งที่สูงกว่าอัตราส่วนที่ 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ แต่จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของอัตราส่วน NO_3^- : NH_4^+ ในสารละลายธาตุ Yamazaki-strawberry และ Yamazaki-adjusted ไม่ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีแตกต่างกัน การที่สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิตที่ดีกว่า นั้นอาจเป็นเพราะมีปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียม (K) สูงกว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted เนื่องจากที่ระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) เดียวกันจะทำให้ความเข้มของธาตุอาหารในสารละลาย Yamazaki-adjusted ลดลง (ยกเว้น NO_3^- และ Ca^{2+}) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง K โดย Terjo-Tellez and Gomez- Merin (2014) พบว่าปริมาณน้ำตาลและความหวานของผลสตรอว์เบอร์รีจะลดลงตามปริมาณความเข้มข้น K ที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry มีแนวโน้มให้ลักษณะการเจริญเติบโต และคุณภาพผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีสูงกว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted

ทั้งนี้จากการทดลองพบว่าจำนวนผลต่อต้นของสตรอว์เบอร์รี (ตารางที่ 10) มีความแตกต่างกันระหว่างสูตรสารละลายธาตุอาหาร โดยสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry ให้จำนวนผลต่อต้นมากกว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวอาจไม่ได้เกิดจากผลของสารละลายธาตุอาหารโดยตรง แต่อาจเกิดจากการผสมเกสร เนื่องจากการปลูกสตรอว์เบอร์รีเป็นการดำเนินการในโรงเรือน ในช่วงออกดอกผู้วิจัยได้มีการเลี้ยงผึ้งเพื่อช่วยในการผสมดอก (ภาพที่ 25) แต่ภายในโรงเรือนอาจมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ทำให้ผึ้งเกิดความเครียดและตาย จำนวนประชากรผึ้งจึงลดลงทำให้การผสมเกสรไม่สม่ำเสมอ และมีเปอร์เซ็นต์การผสมติดของผลที่น้อย

ความแตกต่างของวัสดุปลูกทั้ง 5 ชนิด ไม่ทำให้ทั้งการเจริญเติบโต และผลิตของสตรอว์-เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 แตกต่างกัน ทั้งนี้วัสดุปลูกที่ได้จากขุยมะพร้าว+ทราย+ดินปลูก ทำให้สตรอว์เบอร์รีมีแนวโน้มการเจริญเติบโตด้านลำต้นที่สูงกว่าวัสดุอื่น ๆ แต่ผลผลิตและคุณภาพ

ผลผลิตมีแนวโน้มที่สูงในวัสดุปลูกที่ได้จากขุยมะพร้าว+ทราย ถึงแม้ว่าวัสดุปลูกทั้ง 5 ชนิด ไม่ทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีแตกต่างกันก็ตาม แต่ขุยมะพร้าวและทรายเป็นวัสดุที่เหมาะต่อการนำไปใช้เป็นวัสดุปลูก เนื่องจากวัสดุทั้ง 2 เมื่อนำผสมร่วมกันจะทำให้วัสดุปลูกมีความสามารถในการอุ้มน้ำ และการระบายอากาศที่ดี รวมทั้งขุยมะพร้าวมีค่า C : N ที่สูง ทำให้การย่อยสลายเกิดขึ้นได้ยาก การอัดแน่นของวัสดุปลูกจึงช้าลงด้วย โดย Ameri et al. (2011) พบว่าวัสดุปลูกที่มีความสามารถในการอุมน้ำสูง ความหนาแน่นต่ำ และมีความพรุนสูง จะทำให้สตรอว์เบอร์รี (พันธุ์ Camarosa, Mrak และ Selva) มีลักษณะการเจริญเติบโตที่ดี และผลผลิตที่สูง

Asghari (2014) พบว่า วัสดุปลูกและสารละลายธาตุอาหารมีปฏิสัมพันธ์ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (TSS) โดยเมื่อเทียบที่อัตรา 30:60:10 ของการผสมวัสดุปลูกที่ได้จากปุ๋ยหมัก+perlite+ขุยมะพร้าว และมีการให้สารละลายธาตุอาหารจะให้ปริมาณ TSS น้อยกว่าการไม่ให้สารลายธาตุอาหารแก่สตรอว์เบอร์รี แต่จากผลการทดลองพบว่าวัสดุปลูก และสูตรปุ๋ยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 อย่างไรก็ตามการเลือกใช้วัสดุปลูกที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้โดยตรง ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในช่วงการให้ผลผลิตควรเลือกใช้สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry ร่วมกับวัสดุปลูกที่ได้จากขุยมะพร้าว+ทราย

4.1.3 การทดลองที่ 1.2 ผลของสูตรปุ๋ยต่อการสร้างไหลของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

1. การเจริญด้านกิ่งก้านสาขา

1.1 ความสูง

จากผลการทดลองพบว่าที่อายุ 78 ถึง 99 วันหลังย้ายปลูก ผลของวิธีการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายทั้ง 2 สูตรมีแนวโน้มให้ความสูงต้นสตรอว์เบอร์รีดีกว่าการให้ปุ๋ยทางดินทั้ง 2 สูตร (ภาพที่ 15) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่อายุ 99 วันหลังย้ายปลูก พบว่ารูปแบบการให้ปุ๋ยทั้ง 2 วิธี และปุ๋ยทั้ง 4 ชนิด ทำให้ความสูงของต้นสตรอว์เบอร์รีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายทั้ง 2 ชนิด ให้ความสูงต้นดีกว่าการให้ปุ๋ยในรูปแบบเม็ดทางดินทั้ง 2 สูตร ทั้งนี้ภายในการให้ปุ๋ยในรูปแบบเดียวกันไม่ทำให้ความสูงต้นแตกต่างกันทางสถิติ โดยการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายพบว่า NS2 มีแนวโน้มทำให้ต้นสตรอว์เบอร์รีสูงกว่า NS1 โดยให้ความสูงต้นเฉลี่ย 30.85 และ 30.29 เซนติเมตร ตามลำดับ และการให้ปุ๋ยในรูปแบบเม็ดพบว่า SF2 มีแนวโน้มให้ความสูงต้นดีกว่า SF1 โดยให้ความสูงต้นเฉลี่ย 21.94 และ 21.62 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

1.2 ความยาวก้านใบ

จากผลการทดลองพบว่าที่อายุ 78 ถึง 99 วันหลังย้ายปลูก ผลของวิธีการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายทั้ง 2 สูตรมีแนวโน้มให้ความยาวก้านใบดีกว่าการให้ปุ๋ยทางดินทั้ง 2 สูตร (ภาพที่ 16) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่อายุ 99 วันหลังย้ายปลูก พบว่ารูปแบบการให้ปุ๋ยทั้ง 2 วิธี และปุ๋ยทั้ง 4 ชนิดทำให้ความยาวก้านใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายทั้ง 2 ชนิด ให้ความยาวก้านใบมากกว่าการให้ปุ๋ยในรูปแบบเม็ดทางดินทั้ง 2 สูตร ทั้งนี้ภายในการให้ปุ๋ยในรูปแบบเดียวกันไม่ทำให้ความยาวก้านใบแตกต่างกันทางสถิติ โดยการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายพบว่า NS2 มีแนวโน้มให้ความยาวก้านใบมากกว่า NS1 โดยให้ความยาวก้านใบเฉลี่ย 19.42 และ 18.72 เซนติเมตร ตามลำดับ และการให้ปุ๋ยในรูปแบบเม็ดพบว่า SF2 มีแนวโน้มให้ความยาวก้านใบดีกว่า SF1 โดยให้ความยาวก้านใบเฉลี่ย 10.26 และ 9.38 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

1.3 จำนวนใบ

จากผลการทดลองพบว่าที่อายุ 78 ถึง 99 วันหลังย้ายปลูก ผลของวิธีการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายทั้ง 2 สูตรมีแนวโน้มให้จำนวนใบต่อต้นมากกว่าการให้ปุ๋ยทางดินทั้ง 2 สูตร (ภาพที่ 17) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่อายุ 99 วันหลังย้ายปลูก พบว่ารูปแบบการให้ปุ๋ยทั้ง 2 วิธี และปุ๋ยทั้ง 4 ชนิด ทำให้ต้นสตรอว์เบอร์รีมีจำนวนใบแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11) ซึ่งสารละลายธาตุอาหาร NS1, NS2 และปุ๋ยเม็ดทางดิน SF2 มีจำนวนใบต่อต้นไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากการให้ปุ๋ยเม็ดทางดิน SF1 โดยให้จำนวนใบเฉลี่ย 17.53, 18.27, 19.60 และ 12.33 ใบต่อต้น ตามลำดับ

1.4 ดัชนีพื้นที่ใบ

จากผลการทดลองพบว่าที่อายุ 78 ถึง 99 วันหลังย้ายปลูก ผลของวิธีการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายทั้ง 2 สูตรมีแนวโน้มให้ดัชนีพื้นที่ใบต่อต้นมากกว่าการให้ปุ๋ยทางดินทั้ง 2 สูตร (ภาพที่ 18) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่อายุ 99 วันหลังย้ายปลูก พบว่ารูปแบบการให้ปุ๋ยทั้ง 2 วิธี และปุ๋ยทั้ง 4 ชนิด ไม่ทำให้ต้นสตรอว์เบอร์รีมีดัชนีพื้นที่ใบแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11)

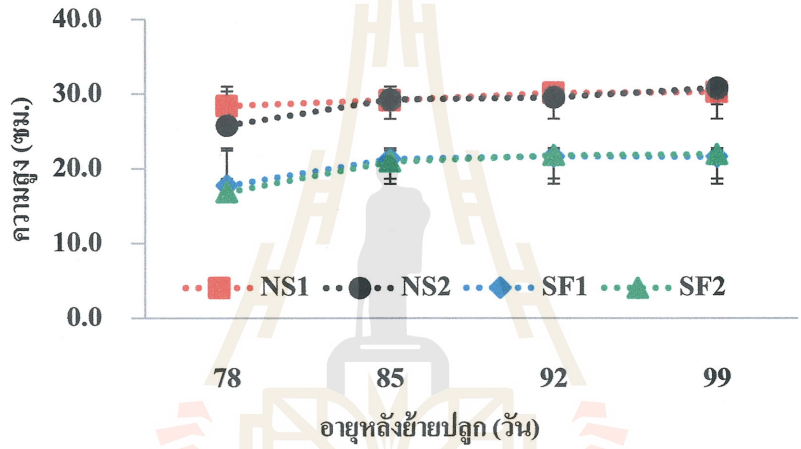
1.5 พื้นที่ใบต่อต้น

จากผลการทดลองพบว่าที่อายุ 78 ถึง 99 วันหลังย้ายปลูก ผลของวิธีการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายทั้ง 2 สูตรมีแนวโน้มให้พื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้นมากกว่าการให้ปุ๋ยทางดินทั้ง 2 สูตร (ภาพที่ 19) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่อายุ 99 วันหลังย้ายปลูก พบว่ารูปแบบการให้ปุ๋ยทั้ง 2 วิธี และปุ๋ยทั้ง 4 ชนิด ทำให้ต้นสตรอว์เบอร์รีมีพื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11) โดยการให้ปุ๋ยใบรูปแบบสารละลายให้พื้นที่ใบต่อต้นมากกว่าการให้ปุ๋ยในรูปแบบเม็ด แต่

ภายในรูปแบบการให้ปุ๋ยเดียวกันไม่ทำให้พื้นที่ใบต่อต้นแตกต่างกันทางสถิต ซึ่ง NS2, NS2, SF1 และ SF2 ให้พื้นที่ใบ 2,223.67, 2,791.33, 1,687.00 และ 1,169.00 ตร.ซม. ตามลำดับ

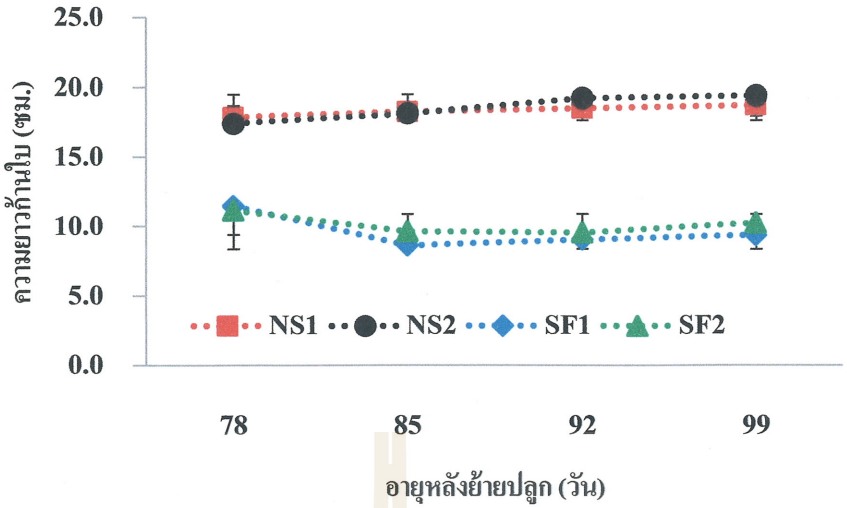
1.6 คลอโรฟิลล์ใบ

จากผลการทดลองพบว่าที่อายุ 78 ถึง 99 วันหลังย้ายปลูก ผลของวิธีการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายทั้ง 2 สูตรมีแนวโน้มให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ใบมากกว่าการให้ปุ๋ยทางดินทั้ง 2 สูตร (ภาพที่ 20) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่อายุ 99 วันหลังย้ายปลูก พบว่ารูปแบบการให้ปุ๋ยทั้ง 2 วิธี และปุ๋ยทั้ง 4 ชนิด ไม่ทำให้ต้นสตรอว์เบอร์รีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ใบแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11)



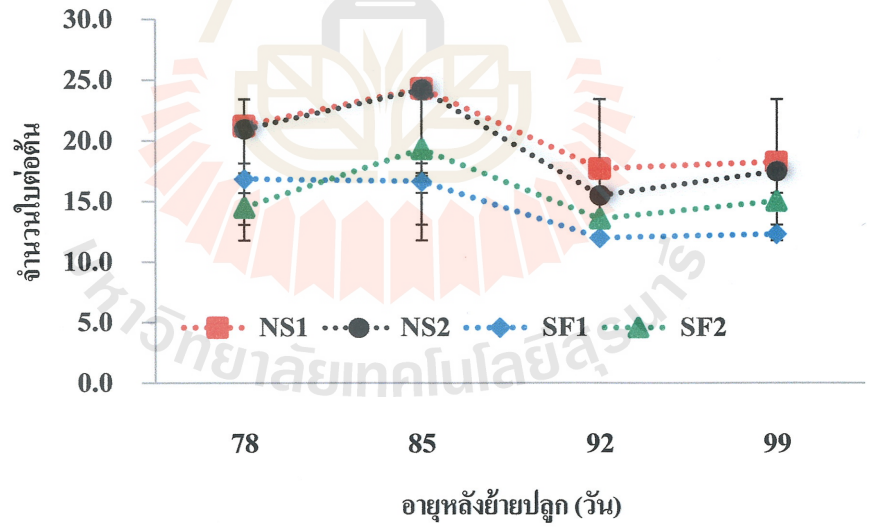
ภาพที่ 15 ความสูงของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80

หมายเหตุ NS1 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry, NS2 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted, SF1 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 1 และ SF2 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 2



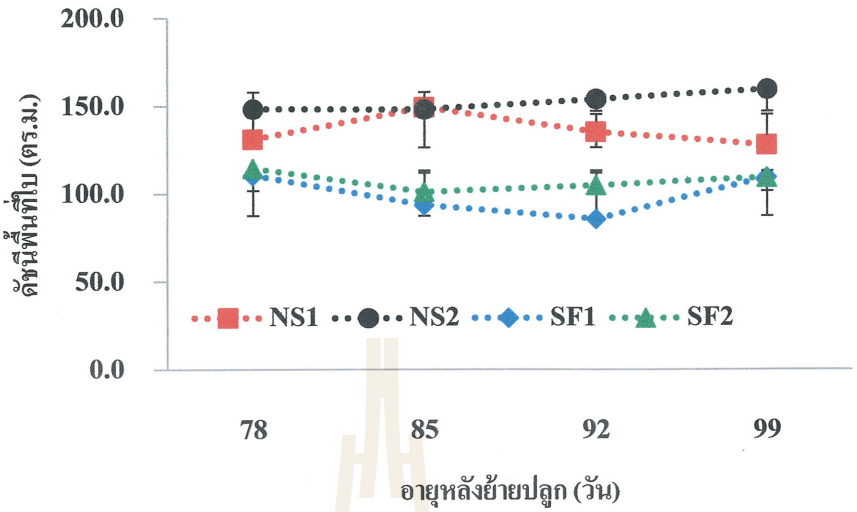
ภาพที่ 16 ความยาวก้านใบของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80

หมายเหตุ NS1 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry, NS2 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted, SF1 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 1 และ SF2 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 2



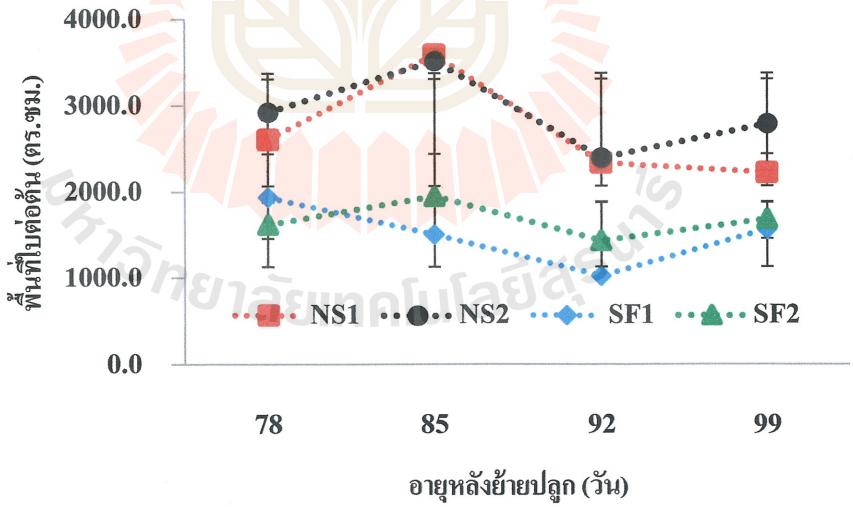
ภาพที่ 17 จำนวนใบต่อต้นของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80

หมายเหตุ NS1 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry, NS2 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted, SF1 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 1 และ SF2 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 2



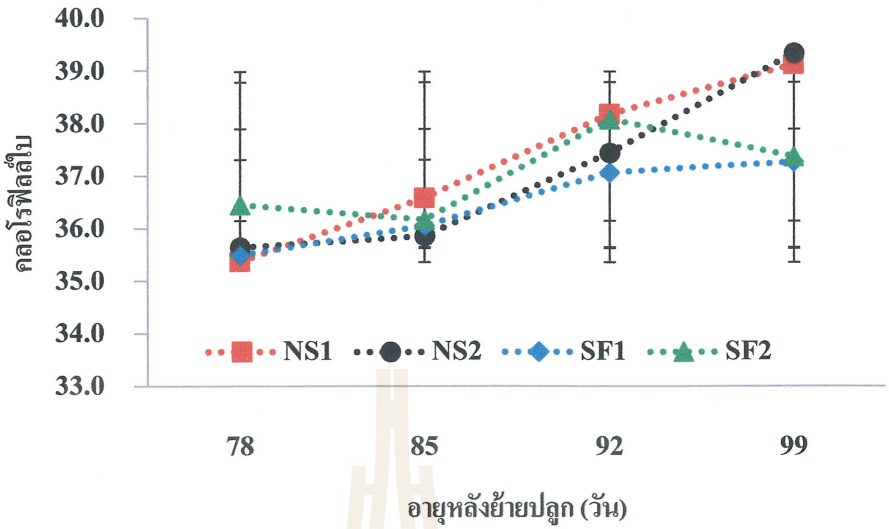
ภาพที่ 18 ดัชนีพื้นที่ใบของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80

หมายเหตุ NS1 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry, NS2 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted, SF1 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 1 และ SF2 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 2



ภาพที่ 19 พื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้นของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80

หมายเหตุ NS1 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry, NS2 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted, SF1 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 1 และ SF2 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 2



ภาพที่ 20 คลอโรฟิลล์ใบของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80

หมายเหตุ NS1 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry, NS2 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted, SF1 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 1 และ SF2 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 2

ตารางที่ 11 ผลของวิธีการให้ปุ๋ยและสูตรปุ๋ยต่อลักษณะการเจริญเติบโตด้านความสูง ความยาวก้านใบ จำนวนใบต่อต้น ดัชนีพื้นที่ใบ พื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้น และคลอโรฟิลล์ใบ ของต้นแม่พันธุ์สตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่อายุ 99 วันหลังย้ายปลูก

กรรมวิธีทดลอง	ความสูง (ซม.)	ความยาวก้านใบ (ซม.)	จำนวนใบต่อต้น	ดัชนีพื้นที่ใบ (ตร.ซม.)	พื้นที่ใบ/ต้น (ตร.ซม.)	คลอโรฟิลล์ในใบ
NS1	30.29 a	18.72 a	18.27 a	128.10	2,223.67 a	39.13
NS2	30.84 a	19.42 a	17.53 a	159.77	2,791.33 a	39.34
SF1	21.62 b	9.38 b	12.33 b	109.52	1,687.00 b	37.28
SF2	21.94 b	10.26 b	19.80 a	109.50	1,169.00 b	37.38
%CV	4.07	6.89	13.89	10.01	11.77	4.11

[1]ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

[2]NS1 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry, NS2 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted, SF1 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 1 และ SF2 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 2

ตารางที่ 12 ผลของวิธีการให้ปุ๋ย และสูตรปุ๋ยต่อน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้น และราก ในต้นแม่พันธุ์สตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่อายุ 133 วันหลังย้ายปลูก

กรรมวิธีทดลอง	น้ำหนักสด/ต้น (กรัม)		น้ำหนักแห้ง/ต้น (กรัม)		อัตราส่วนน้ำหนักแห้งต้น/ราก
	ต้น	ราก	ต้น	ราก	
NS1	80.86	48.46 ab	45.89 c	12.45 b	3.69
NS2	89.35	73.18 a	48.53 b	14.37 a	3.39
SF1	91.11	30.39 b	51.82 a	12.17 b	4.26
SF2	78.84	34.09 b	48.16 b	11.33 b	4.28
%CV	6.49	12.25	2.21	5.28	6.27

[1]ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

[2]NS1 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry, NS2 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted, SF1 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 1 และ SF2 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 2

2. การผลิตไหลของต้นสตรอว์เบอร์รี

2.1 จำนวนต้นสาขา

จากผลการทดลองพบว่าที่อายุ 78 ถึง 133 วันหลังย้ายปลูก ผลของวิธีการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายทั้ง 2 สูตรมีแนวโน้มให้จำนวนต้นสาขามากกว่าการให้ปุ๋ยทางดินทั้ง 2 สูตร (ภาพที่ 21) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่อายุ 133 วันหลังย้ายปลูก พบว่ารูปแบบการให้ปุ๋ยทั้ง 2 วิธี และปุ๋ยทั้ง 4 ชนิด ไม่ทำให้จำนวนต้นสาขาแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 13)

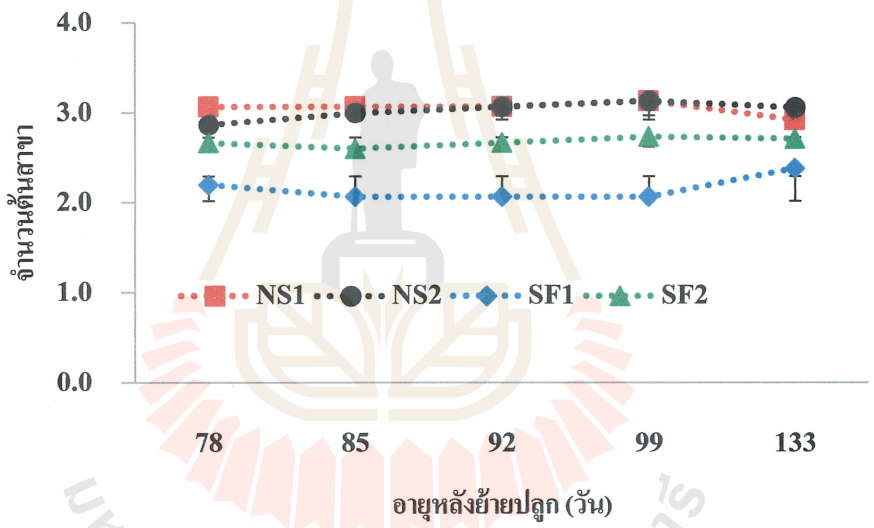
2.2 จำนวนเส้นไหล

จากผลการทดลองพบว่าที่อายุ 78 ถึง 133 วันหลังย้ายปลูก ผลของวิธีการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายทั้ง 2 สูตรมีแนวโน้มให้จำนวนเส้นไหลต่อต้นมากกว่าการให้ปุ๋ยทางดินทั้ง 2 สูตร (ภาพที่ 22) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่อายุ 133 วันหลังย้ายปลูก พบว่ารูปแบบการให้ปุ๋ยทั้ง 2 วิธี และปุ๋ยทั้ง 4 ชนิด ให้จำนวนเส้นไหลต่อต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายทั้ง 2 ชนิด ให้จำนวนเส้นไหลต่อต้นมากกว่าการให้ปุ๋ยในรูปแบบเม็ดทางดินทั้ง 2 สูตร ทั้งนี้ภายในการให้ปุ๋ยในรูปแบบเดียวกันไม่ทำให้จำนวนเส้นไหลแตกต่างกันทางสถิติ โดยการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายพบว่า NS2 มีแนวโน้มให้จำนวนเส้นไหลมากกว่า NS1 โดยให้จำนวนไหลเฉลี่ย 13.87 และ 12.66 เส้นต่อต้น ตามลำดับ และการให้ปุ๋ยในรูปแบบเม็ดพบว่า

SF2 มีแนวโน้มให้จำนวนเส้นไหลมากกว่า SF1 โดยให้จำนวนไหลเฉลี่ย 6.93 และ 4.33 เส้นต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

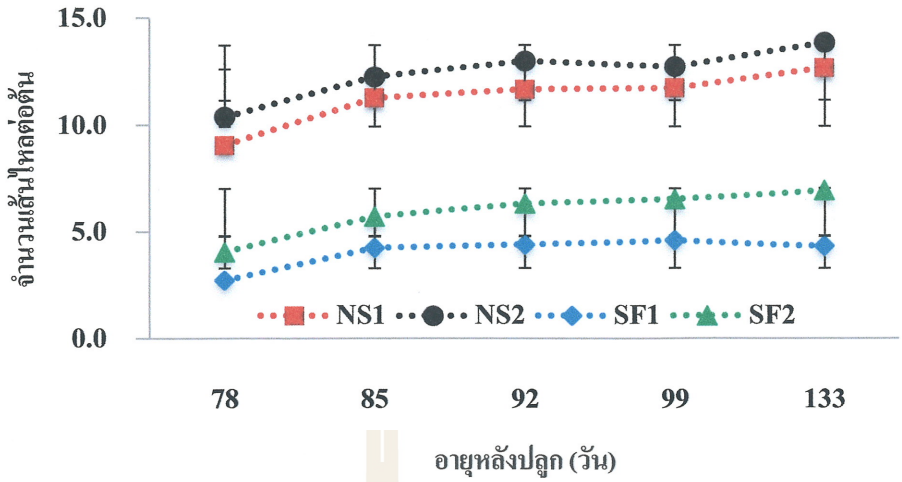
2.3 จำนวนต้นไหลต่อต้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่อายุ 133 วันหลังย้ายปลูก พบว่ารูปแบบการให้ปุ๋ยทั้ง 2 วิธี และปุ๋ยทั้ง 4 ชนิด ให้จำนวนต้นไหลต่อต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำยิ่งทางสถิติ โดยการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายทั้ง 2 ชนิด ให้จำนวนต้นไหลต่อต้นมากกว่าการให้ปุ๋ยในรูปแบบเม็ดทางดินทั้ง 2 สูตร ทั้งนี้ภายในการให้ปุ๋ยในรูปแบบเดียวกันไม่ทำให้จำนวนต้นไหลแตกต่างกันทางสถิติ โดยการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลายพบว่า NS2 มีแนวโน้มให้จำนวนต้นไหลเฉลี่ยมากกว่า NS1 โดยให้ 30.00 และ 25.23 ต้นต่อต้น ตามลำดับ และการให้ปุ๋ยในรูปแบบเม็ดพบว่า SF2 มีแนวโน้มให้จำนวนต้นไหลเฉลี่ยมากกว่า SF1 โดยให้ 12.32 และ 10.53 ต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 13)



ภาพที่ 21 จำนวนต้นสาขาของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80

หมายเหตุ NS1 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry, NS2 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted, SF1 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 1 และ SF2 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 2



ภาพที่ 22 จำนวนเส้นไหลต่อต้นของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์ระราชทาน 80

หมายเหตุ NS1 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry, NS2 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted, SF1 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 1 และ SF2 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 2

ตารางที่ 13 ผลของวิธีการให้ปุ๋ยและสูตรปุ๋ยต่อองค์ประกอบผลผลิตด้านจำนวนต้นแขนง จำนวนเส้นไหล และจำนวนต้นไหลของต้นแม่พันธุ์สตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่อายุ 133 สัปดาห์

กรรมวิธีทดลอง	จำนวนต้นแขนง/ต้น	จำนวนเส้นไหล/ต้น	จำนวนต้นไหล/ต้น
NS1	3.13	12.66 a	25.23 a
NS2	3.13	13.87 a	30.00 a
SF1	2.07	4.33 b	10.53 b
SF2	2.73	6.93 b	12.32 b
%CV	17.86	18.76	23.32

[1]ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

[2]NS1 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry, NS2 = สารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted, SF1 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 1 และ SF2 = ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.4 การอภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าลักษณะการเจริญเติบโต และปริมาณต้นไหลของต้นแม่พันธุ์สตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 มีความแตกต่างกันตามรูปแบบของการให้ปุ๋ย โดยการให้ปุ๋ยในรูปแบบสารละลาย (Yamazaki-strawberry และ Yamazaki-adjusted) ดีกว่าการให้ปุ๋ยในรูปแบบเม็ดทางดิน (SF1 และ SF2) แต่ภายในการให้ปุ๋ยในรูปแบบเดียวกันไม่ทำให้ลักษณะการเจริญเติบโต และปริมาณต้นไหลของสตรอว์เบอร์รีแตกต่างกันทางสถิติ

ความแตกต่างของลักษณะการเจริญเติบโต และปริมาณการสร้างต้นไหลระหว่างรูปแบบการให้ปุ๋ยนั้น อาจเกิดจากความสามารถในการละลายหรือความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยเม็ดที่ช้าทำให้ไม่ทันต่อความต้องการของสตรอว์เบอร์รี ทั้งนี้หากเทียบที่ความเข้มข้นเริ่มต้นจะพบว่า SF1, SF2, NS1 และ NS2 มีความเข้มข้น N-P-K เท่ากับ 80-30-40, 100-30-50, 77-15-117 และ 112-15-117 ppm ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของ K ในปุ๋ยเม็ดทั้ง 2 สูตรต่ำกว่าในสารละลายธาตุอาหาร ดังนั้นหากไม่ขึ้นกับความสามารถในการละลายของปุ๋ย การเจริญเติบโตและปริมาณการสร้างต้นไหลของสตรอว์เบอร์รีที่ต่ำในการให้ปุ๋ยในรูปแบบเม็ดอาจเกิดจากปริมาณเข้มข้นของ K ไม่เพียงพอต่อความต้องการของสตรอว์เบอร์รี

ภายในรูปแบบสารละลายธาตุอาหารด้วยกันพบว่าปริมาณความเข้มข้นของ N, NO_3^- และ Ca ที่เพิ่มขึ้นในสารละลาย Yamazaki-adjusted มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต และปริมาณต้นไหลของสตรอว์เบอร์รีที่มากกว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry ซึ่งเป็นผลจากระดับความเข้มข้นของ N ที่สูง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Terjo-Tellez and Gomez- Merino (2014) ที่พบว่าสตรอว์เบอร์รีจะมีการเจริญเติบโตด้านลำต้นที่สูงตามปริมาณความเข้มของระดับ N ที่เพิ่มขึ้น และ Walter et al. (2008) พบว่าปริมาณแคลเซียม (Ca) ที่สูงจะทำให้น้ำหนักแห้งใบเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าสารละลาย Yamazaki-adjusted มีปริมาณความเข้มข้นของ Ca เท่ากับ 65 ppm ให้น้ำหนักใบแห้งสูงกว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry ซึ่งมีปริมาณ Ca เท่ากับ 40 ppm

ผลการทดลอง ชี้ให้เห็นว่าความแตกต่างของอัตราส่วน NO_3^- : NH_4^+ ไม่มีผลต่อลักษณะการเจริญเติบโต และปริมาณต้นไหลของสตรอว์เบอร์รี เนื่องจากสตรอว์เบอร์รีจะมีการดูดใช้ NO_3^- ในช่วงให้ผลผลิต และ NH_4^+ ในช่วง vegetative growth (Ganmore-Neumann and Kafkafi, 1984) ซึ่งในสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted มีความเข้นข้น NO_3^- สูง และ NH_4^+ ที่ต่ำ แต่ให้ทั้งลักษณะการเจริญเติบโต และปริมาณต้นไหลที่มากกว่าสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry ถึงแม้ว่าที่ระดับค่าการนำไฟฟ้าเดียวกันจะทำให้ปริมาณความเข้มของ K ในสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted ลดลงก็ตาม แต่ทั้งการเจริญเติบโต และปริมาณการสร้างต้นไหลของสตรอว์เบอร์รี

ไม่ได้ลดลงไปด้วย ดังนั้นจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าทั้ง N และ Ca เป็นธาตุอาหารที่มีความต้องการสูงในช่วงการผลิตต้นไหล

4.2 การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิต่อการชักนำการสร้างตาดอกของต้นไหลสตรอว์เบอร์รี พันธุ์พระราชทาน 80

1. ผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโต

จากการทดลองพบว่า การชักนำตาดอกสภาพห้องเย็น (อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน; 15/12°C) สภาพโรงเรือน (อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน; 29/26.5°C) และอุในสภาพธรรมชาติ (อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน; 34.9/28.7°C) ไม่ทำให้ต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 มีจำนวนใบแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้จำนวนใบเฉลี่ย 5.6, 6.0 และ 6.0 ใบต่อต้น ตามลำดับ แต่ทั้ง 3 สภาพทำให้ความสูงต้น และความยาวก้านใบมีความแตกกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าทั้งความสูงต้น และความยาวก้านใบโดยการชักนำในสภาพห้องเย็นสูงกว่าสภาพโรงเรือน และในสภาพธรรมชาติ และพบว่าดัชนีพื้นที่ใบ และพื้นที่ใบ ในทั้ง 3 สภาพมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการชักนำตาดอกในห้องเย็นและโรงเรือน ทำให้ต้นสตรอว์เบอร์รีมีดัชพื้นที่ใบ และพื้นที่ใบสูงกว่าการชักนำตาดอกในสภาพธรรมชาติ ดังแสดงในตารางที่ 14

2. ผลของอุณหภูมิต่อการออกดอก

จากการทดลองพบว่า จำนวนต้นที่มีการออกดอกของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ที่อายุ 4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการชักนำตาดอกในห้องเย็นให้จำนวนต้นที่มีการออกดอกมากถึง 53.3% แต่ไม่พบต้นที่ออกดอกสำหรับการชักนำตาดอกในสภาพโรงเรือนและธรรมชาติ แต่ที่อายุ 8 และ 11 สัปดาห์ จำนวนต้นที่มีการออกดอกจากการชักนำตาดอกในห้องเย็น โรงเรือน และในสภาพธรรมชาติไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้จำนวนต้นที่ออกดอก 67.7, 26.7, 73.3% และ 80.0, 80.0, 86.6% ตามลำดับ (ภาพที่ 23a และตารางที่ 15)

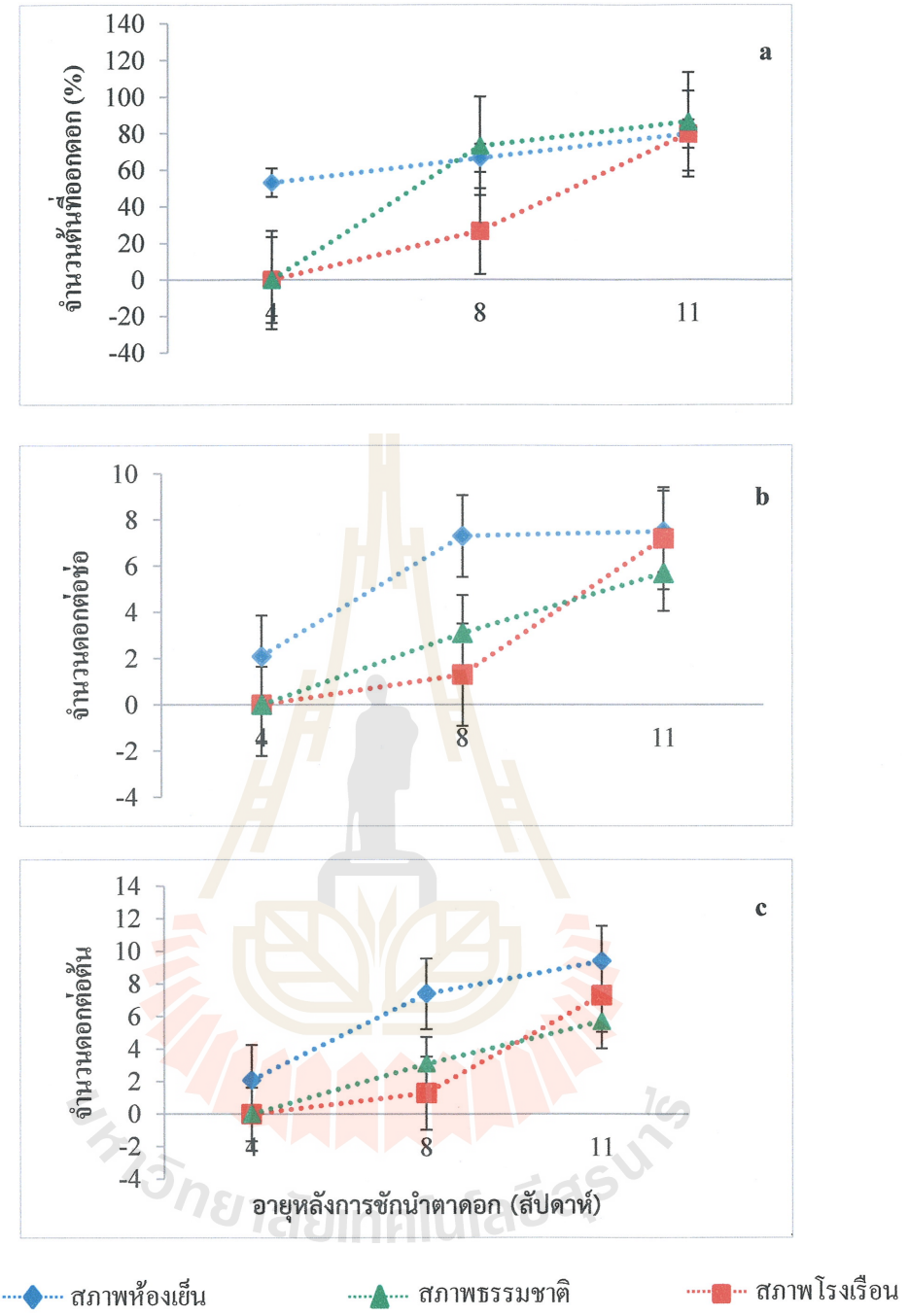
ส่วนจำนวนดอกต่อช่อพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่อายุ 4 และ 8 สัปดาห์ โดยการชักนำตาดอกในห้องเย็นให้จำนวนดอกเฉลี่ย 2.1 และ 7.3 ดอกต่อช่อ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการชักนำตาดอกในโรงเรือน และสภาพธรรมชาติ ซึ่งทั้ง 2 สภาพไม่ทำให้จำนวนดอกเฉลี่ยต่อช่อแตกต่างกัน โดยให้จำนวนดอกเฉลี่ยต่อช่อ 0, 1.3 และ 0, 3.1 ตามลำดับ และที่อายุ 11 สัปดาห์ การชักนำตาดอกทั้ง 3 สภาพไม่ทำให้จำนวนดอกต่อช่อแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้จำนวนดอก 7.5, 7.2 และ 5.7 ดอกต่อช่อ ตามลำดับ (ภาพที่ 23b และตารางที่ 15)

ในการชักนำตาดอกของต้นสตรอว์เบอร์รีทั้ง 3 สภาพให้จำนวนดอกต่อต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่อายุ 4 และ 8 สัปดาห์ โดยผลการชักนำตาดอกในอุณหภูมิห้องเย็นให้จำนวนดอกเฉลี่ย 2.1 และ 7.4 ต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการชักนำตาดอกในโรงเรือน และใน

สภาพธรรมชาติซึ่งทั้ง 2 สภาพไม่ทำให้จำนวนดอกเฉลี่ยต่อต้นแตกต่างกัน โดยให้จำนวนดอกเฉลี่ย 0, 1.3 และ 0, 3.1 ต่อต้น ตามลำดับ และที่อายุ 11 สัปดาห์ การชักนำตาดอกในห้องเย็นมีแนวโน้มให้จำนวนดอกเฉลี่ยต่อต้นมากกว่าการชักนำตาดอกในโรงเรือน และสภาพธรรมชาติ แต่ทั้ง 3 สภาพในการชักนำตาดอกไม่ทำให้จำนวนดอกต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติ โดยให้จำนวนดอกเฉลี่ย 9.4, 7.3 และ 5.7 ต่อต้น ตามลำดับ (ภาพที่ 23c และตารางที่ 15)

ผลของการชักนำตาดอกในสภาพห้องเย็น โรงเรือน และในสภาพธรรมชาติไม่ทำให้จำนวนวันที่ดอกแรกบานครบ 50% และความยาวช่อดอกแตกต่างกันทางสถิติ โดยต้นสตรอว์เบอร์รีมีจำนวนวันดอกแรกบานครบ 50% ที่ 47.7 61.7 และ 62.3 วัน ตามลำดับ และให้ความยาวของช่อดอกเฉลี่ย 11.2, 7.9 และ 8.4 ซม. ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาพที่ 23 จำนวนต้นที่ออกดอก จำนวนดอกต่อช่อ และจำนวนดอกต่อต้นของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80

ตารางที่ 14 ผลของอุณหภูมิต่อความสูง จำนวนใบ ดัชนีพื้นที่ใบ พื้นใบทั้งหมด/ต้น และความยาวก้านใบที่อายุ 4 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก

สภาพการชักนำตาดอก	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ	ดัชนีพื้นที่ใบ	พื้นที่ใบ/ต้น (ตร.ซม.)	ความยาวก้านใบ (ซม.)
ห้องเย็น (T1)	22.0a	5.6	105.9a	586.6a	14.0a
โรงเรือน (T2)	18.5b	6.0	79.9a	483.5a	8.9b
นอกโรงเรือน (T3)	17.3b	6.0	29.6b	170.2b	8.3b
%CV	4.41	22.64	33.57	33.67	2.61

[1]ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 15 ผลของอุณหภูมิต่อต้นที่มีการออกดอก จำนวนดอกต่อช่อ จำนวนดอกต่อต้น

สภาพการชักนำตาดอก	% ต้นที่ออกดอก			จำนวนดอก/ช่อ			จำนวนดอก/ต้น			วันที่ดอกแรกบาน	ความยาวช่อดอก (ซม.)
	อายุ (สัปดาห์)			อายุ (สัปดาห์)			อายุ (สัปดาห์)				
	4	8	11	4	8	11	4	8	11	50%	
T1	53.3 a	66.7	80.0	2.1 a	7.3 a	7.5	2.1 a	7.4 a	9.4	47.7	11.2
T2	0 b	26.7	80.0	0 b	1.3 b	7.2	0 b	1.3 b	7.3	61.7	7.9
T3	0 b	73.3	86.6	0 b	3.1 b	5.7	0 b	3.1 b	5.7	62.3	8.4
%CV	15.06	30.9	16.22	5.65	22.59	24.28	5.65	17.08	29.87	25.47	36.20

[1]T1 หมายถึง การชักนำตาดอกในห้องเย็น, T2 หมายถึง การชักนำตาดอกในโรงเรือน และ T3 หมายถึง การชักนำตาดอกนอกโรงเรือน (สภาพธรรมชาติ)

[2]ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4.2.1 การอภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองเห็นได้ชัดว่า ผลของการชักนำตาดอกในสภาพห้องเย็นที่อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน; 15 /12°C ทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูง ความยาวก้านใบ ดัชนีพื้นที่ใบ และพื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้นของสตรอว์เบอร์รีที่อายุ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก สูงกว่าผลการชักนำตาดอกในสภาพโรงเรือนที่อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน; 29/26.5°C และในสภาพธรรมชาติที่อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน; 34.9/28.7°C ถึงแม้ว่าการชักนำตาดอกในสภาพห้องเย็นมีแนวโน้มให้จำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นน้อยกว่าการชักนำตาดอกในสภาพโรงเรือนและธรรมชาติก็ตาม แต่ไม่ทำให้พื้นที่ใบต่อ

ต้นน้อยลง เนื่องจากอุณหภูมิห้องเย็นนั้นมีผลทำให้ความยาว และความกว้างของแผ่นใบมากกว่าผลของอุณหภูมิโรงเรือนและอุณหภูมิธรรมชาติ โดยความยาว และความกว้างของแผ่นใบเฉลี่ย 7.3, 6.3 เซนติเมตร 6.3, 5.5 เซนติเมตร 5.6, 3.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองของพืชอื่นในสกุลเดียวกัน โดยพื้นที่ใบของกุหลาบจะมีการเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง (Lieth and Soo-Hyung, 2001) ซึ่งกุหลาบและสตรอว์เบอร์รีจัดอยู่ในพืชสกุล (*Fragaria*) เดียวกัน (สุรางค์ ไม้ตราวัฒนา, 2557) ทั้งนี้ต้นสตรอว์เบอร์รีที่ได้ผ่านการชักนำตาดอกในสภาพห้องเย็นมีลักษณะการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางด้านความสูง ความยาวก้านใบ และดัชนีพื้นที่ใบ แต่มีพื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้นแตกต่างกันกับต้นไหลที่นำมาจากภาคเหนือ

สำหรับการตอบสนองต่อการออกดอกนั้น จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าที่อายุ 4 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก ต้นไหลสตรอว์เบอร์รีที่ผ่านการชักนำตาดอกในสภาพห้องเย็นมีจำนานต้นที่ออกดอกถึง 53.3% ในขณะที่ต้นไหลที่ผ่านการชักนำตาดอกในโรงเรือน และสภาพธรรมชาติไม่มีการออกดอก ทั้งนี้ต้นไหลที่นำมาจากภาคเหนือมีจำนวนต้นที่ออกดอกเพียง 26.6% อาจเนื่องจากได้รับความเสียหายจากการขนส่ง (ภาพที่ 24) ทำให้ต้นไหลมีการชะงักการเจริญเติบโตในช่วงแรกของการย้ายปลูก แต่อย่างไรก็ตามสตรอว์เบอร์รีมีจำนวนต้นที่ออกดอกถึง 93.3% ที่อายุ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ถึงแม้ว่าที่อายุ 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ผลจากการชักนำตาดอกทั้ง 3 สภาพจะให้จำนวนต้นที่ออกดอกไม่แตกต่างกัน แต่ก็มีความแตกต่างกันในเรื่องของจำนวนดอกต่อช่อ และจำนวนดอกต่อต้น โดยต้นไหลที่ผ่านการชักนำตาดอกในสภาพห้องเย็นให้จำนวนดอกต่อช่อ และจำนวนดอกต่อต้นมากกว่าการชักนำตาดอกในสภาพธรรมชาติและโรงเรือน ตามลำดับ ซึ่งทั้งจำนวนดอกต่อช่อ และจำนวนดอกต่อต้นมีความเกี่ยวข้องกับปริมาณผลผลิตโดยตรง หากมีจำนวนดอกต่อต้นมากก็เป็นการเพิ่มโอกาสให้มีปริมาณผลผลิตที่สูงด้วย

จากการเก็บบันทึกข้อมูลในช่วงระยะเวลาของการชักนำตาดอก แม้ในโรงเรือนจะมีอุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ยที่ 26.5°C ซึ่งต่ำกว่าในสภาพธรรมชาติที่มีอุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย 28.7°C ก็ตาม แต่กลับมีการตอบสนองต่อการออกดอกน้อยกว่านั้น อาจเป็นเพราะในสภาพธรรมชาติมีอุณหภูมิกลางคืนต่ำสุด 20.8°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงจุดวิกฤตของอุณหภูมิในการสร้างตาดอกของต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ในขณะที่อุณหภูมิกลางคืนในโรงเรือนนั้นต่ำสุดที่ 23.6°C ซึ่งห่างจากจุดวิกฤตของอุณหภูมิสำหรับสร้างตาดอกถึง 5.6°C ซึ่งสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ต้องการอุณหภูมิเฉลี่ย 15-18°C เป็นระยะเวลานาน 15-20 วันสำหรับสร้างตาดอก (ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์ และคณะ, ม.ม.ป.) นอกจากนี้ ยังพบว่าที่อายุ 8 สัปดาห์ ต้นไหลที่ผ่านการชักนำตาดอกในสภาพห้องเย็นมีจำนวนต้นที่ออกดอกน้อยกว่าต้นไหลที่นำมาจากภาคเหนือ อาจเป็นเพราะต้นไหลที่นำมาจากภาคเหนือมีอายุและระยะเวลาในการสะสมอุณหภูมิเย็นมากกว่า กล่าวคือต้นไหลจากแหล่งผลิตในภาคเหนือที่นำมาใช้นั้นมีช่วงขยายพันธุ์ในเดือนสิงหาคม-ตุลาคม

ซึ่งเป็นช่วงที่อากาศเริ่มเย็น จึงทำให้ต้นสตรอว์เบอร์รีมีโอกาสสะสมอุณหภูมิได้ดีกว่า ในขณะที่ต้นไหลที่นำไปชักนำตาดอกในห้องเย็นมีอายุเพียง 8 สัปดาห์ ทั้งนี้ต้นสตรอว์เบอร์รีจะมีจำนวนช่อดอกและจำนวนดอกต่อช่อเพิ่มขึ้นตามอายุ (Verheol, Sønsteby and Grimstad, 2005)

ทั้งนี้การชักนำตาดอกโดยใช้อุณหภูมิเย็นเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในพืชหลายชนิด โดยทั่วไปพืชหลายชนิดมีความต้องการอุณหภูมิเย็นที่ 1-6°C สำหรับการออกดอกเป็นระยะเวลาหลายสัปดาห์หรือเดือน (Cave and Johnston, 2010) แต่พืชบางชนิดก็สามารถออกดอกได้ที่อุณหภูมิสูงกว่านี้ เช่น สตรอว์เบอร์รีพันธุ์ Toyonoka ต้องการอุณหภูมิ 15-17°C (โอฬาร ตัณฑวิรุณ, ม.ป.ป.) แต่อย่างไรก็ตามทั้งอุณหภูมิต่ำและสูงสามารถทำความเสียหายต่อการพัฒนาของดอกได้ โดยขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ โดยพบว่าหลายระยะการเจริญเติบโตของต้นสตรอว์เบอร์รีได้รับความเสียหายที่อุณหภูมิ 2 °C (Ariza, Saria and Martinez-Feeri, 2015) และที่อุณหภูมิกลางวัน/คืน; 30°C /25°C จะทำให้ความมีชีวิตของเกสรตัวผู้ในพันธุ์ Nyoho น้อยเมื่อเทียบกับอุณหภูมิกลางวัน/คืน; 23°C/18°C (Ledesma and Sugiyama, 2005)

ภาพที่ 24 ลักษณะความเสียหายของต้นไหลที่นำมาจากภาคเหนืออันเกิดจาการบรรจุ และระยะเวลาในการขนส่ง

บทที่ 5
บทสรุป

1. ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในสูตรสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-strawberry เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รีในช่วงให้ผลผลิต และสูตรสารละลายธาตุอาหาร Yamazaki-adjusted เหมาะต่อการผลิตต้นไหลของสตรอว์เบอร์รี
2. วัสดุปลูกที่ได้จากการผสมของขุยมะพร้าวกับทราย เป็นวัสดุที่เหมาะต่อการนำมาใช้ปลูกสตรอว์เบอร์รี เนื่องจากมีคุณสมบัติทางกายภาพดีกว่าวัสดุอื่น ๆ และมีความแปรปรวนของธาตุอาหารต่ำ ทำให้สามารถจัดการธาตุอาหารได้ง่าย
3. การให้ปุ๋ยให้รูปแบบสารละลายหรือทางน้ำดีกว่าการให้ปุ๋ยเม็ดทางดินในการผลิตต้นไหลสตรอว์เบอร์รี
4. อุณหภูมิในสภาพห้องเย็น (กลางวัน/คืน; 15/12°C) สามารถชักการสร้างตาดอกของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ได้เร็ว และมีปริมาณต้นที่ออกดอกสูง ส่วนในสภาพโรงเรือน (29/26.5°C) และในสภาพธรรมชาติ (34.9/28.7°C) ต้นสตรอว์เบอร์รีไม่มีการสร้างตาดอกที่อายุ 4 สัปดาห์หลังการชักนำตาดอก และมีการออกดอกที่ช้า และการให้ช่อดอกที่น้อย

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดการธาตุอาหารให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีนั้น ควรพิจารณาทั้งปริมาณความเข้มข้น และอัตราส่วนธาตุอาหารแต่ละชนิด
2. การเลือกใช้วัสดุปลูกควรพิจารณาที่การจัดหาวัสดุได้ง่าย น้ำหนักเบา ราคาถูกและง่ายต่อการจัดการธาตุอาหาร
3. อุณหภูมิในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาเฉลี่ยค่อยข้างสูง ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการกระตุ้นตาดอกของสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ดังนั้นการผลิตสตรอว์เบอร์รีในภูมิภาคนี้ต้องมีการสร้างห้องควบคุมอุณหภูมิ ควรศึกษาปัจจัยทางด้านแสงด้วย เนื่องจากทั้งอุณหภูมิและแสงมีความสัมพันธ์ต่อการออกดอกของสตรอว์เบอร์รี

รายการอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2557). **กรมส่งเสริมการเกษตรแนะปลูกสตรอเบอรี่ให้ได้ผลผลิตมีคุณภาพ.** อ้างถึงใน เคหการเกษตร. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.kehakaset.com /index.php/79-information

กรมอุนิยมวิทยา. **ข้อมูลย้อนหลัง สถิติภูมิอากาศ** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.tmd.go.th/. การผลิตสตรอเบอรี่. (ม.ป.ป.). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คงกฤช อินทแสน. (2558). **การปลูกสตรอเบอรี่.** ศูนย์ส่งเสริมเกษตรที่สูง จังหวัดกาญจนบุรี (เกษตรที่สูง)

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงค์, บัวบาง ยะอูป, สมศักดิ์ รุ่งอรุณ และเกียรติ จินาอิ. (2541). การศึกษาการเกิดตาดอกของสตรอเบอร์รี่ในพื้นที่ระดับความสูงต่างกัน. มูลนิธิโครงการหลวง.

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์, Hiroshi Akagi, เวช เต๋จ๊ะ และเบ็ญจารัชด์ ทองยืน. (ม.ป.ป.). **สตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 80.** สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดิเรก ทองอร่าม. (2547). **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.** 3,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). ประเทศไทย:ธรรมรักษ์การพิมพ์.

เบญจมาศ อินทรส. (2546). **อิทธิพลของอุณหภูมิต่ำต่อปริมาณไหลและผลผลิตของสตรอเบอรี่.** บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ว634.75 บ 532อ **(วิทยานิพนธ์)**

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2558). **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสตรอเบอรี่** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://pikullib.ku.ac.th/Fulltext_TAB2/TAB000025540092/TAB000025540092c.pdf

เวช เต๋จ๊ะ, ประภาส ช่างเหล็ก, ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์, เบ็ญจารัชด ทองยืน, วีระยุทธ แสนยากุล และ วิศัลย์ เธียรเสถียรพงศ์. (2552). การศึกษาวิธีการผลิตต้นไหลสตรอเบอรีบนพื้นที่สูงของจังหวัดเพชรบูรณ์. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตรเชียงราย (พืชสวน). (2554). **สตรอเบอรี่-GAP.** กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรางคนา ไม้ตราวัฒนา. (2557). **สตรอว์เบอร์รี่อันเนื่องจากพระราชดำริ.** สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์. 200 หน้า.

โอฬาร ตัณฑวรุฬห์, วรวิทย์ ยี่สวัสดิ์ บัวบางยะอูป, สมศักดิ์ รุ่งอรุณ และวีระ ศรีหวังการ.(ม.ป.ป.). ศึกษาวิธีชักนำการสร้างตาดอกของสตรอเบอรี่บางพันธุ์โดยใช้ห้องเย็น

เมดไทย. (2013). **43 สรรพคุณและประโยชน์ของสตรอเบอร์รี่** [ออนไลน์]. ได้จาก: https://medthai.com/สตรอเบอร์รี่

Ameri, A., Tehranifar, A., shoor, M. and Davarynejad, G. H. (2012). Effect of substrate and cultivar on growth characteristic of strawberry in soilless culture system. **African Journal of Biotechnology**. 11(56): 11960-11966

Ariza, M.T., Saria, C. and Martinez-Feeri, E. (2015). Developmental stages of cultivated strawberry flowers in relation to chilling sensitivity. **AoB PLANTS.**

Asghari, R. (2014). Effect of Growth Medium and Nutrient Solution on Phytochemi- cal and Nutritional Characteristics of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Journal of Agricultural Science.** 6(8). ISSN 1916-952

Beech, M. (1988). **Strawberry growth in japan.** AFBC Institute of Horticultural Research East Malling, Maidstone, Kent. ME19 6BJ

Bolda, M. (2011). **Strawberry and Canberies** [On-line]. Available: http://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=5404

Buckingham, A. (2558). **strawberry chlorosis** [On-line]. Available: http://alanbuckingham.photoshelter.com/image/I00008wJzX9WPKWw

Cantliffe, D. J., Castellanos, J. Z. and Paranjpe, A. V. (2007). Yield and Quality of Greenhouse grown Strawberry as Affected by Nitrogen Level in Coco coir and Pine Bark Media. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 120: 157-161

Cave, R.L. and Johnston, M.E. (2010). Vernalization promptes flowering of a heat tolerant *Calandrinia* while long days replace vernalization for early flowering of *Brononia*, **Sientia Horticulturae.** 123: 379-384

El-Farhan, A.H. and Dept, M. P. (1997). Water requirements and water stress in strawberry. of Horticulture, **Cornell University**, Ithaca, NY 14853

Ganmore-Neumann, R. and Kafkafi, U. (1984) The Effect of Root Temperature and Nitrate/Ammonium Ratio on Strawberry Plants. II. Nitrogen Uptake, Mineral Ions, and Carboxylate Concentrations. **Agronomy Journal**. 77 (6): 835-840

Geekgardener. (2015). **Growing Hydroponic Strawberry in NFT System** [On-line]. Available: http:// geekgardener.in/tag/nutrient-formula/

Gonzalez-Fuentes, J. A. (2013). Plant and substrate based factor affecting design and management of infield soilless strawberry production sysyems. University of California.

Khalid, S., Qureshi, K. M., Hafiz, I. A., Khan, K. S. and Qureshi, U. S. (2013). Effect of organic amendments on vegetative growth, fruit and yield quality of Strawberry. **Pakistan J. Agric. Res.** 26 No. 2.

Ledesma, N. and Sugiyama, N. (2005). Polllen Quality and Performance in strawberry Plants Exposed to High-temperature Stress. **Soc. Hort.** 103(3): 341-347

Li, H., Li, T., Gordon, R. J., Asiedu, S. K. and Hu, K. (2010). Strawberry plant fruiting efficiency and its correlation with solar irradiance, temperature and reflectance water index variation. **Environmental and Experimental Botany**. 68: 165-174

Lieth, J. H. and Kim, Soo-Hyung. (2001). **Effects of temperature on leaf area and flower size in rose**. Department of Environmental Horticulture University of California.

Pettinelli, D. (1914). **Suggested fertilized practices for strawberries**. University of Connecticut.

Sønsteby, A. and Heide, O. M. (2008). Temperature responses flowering and fruit yield of the Junbearing strawberry cultivars Florence, Frida and Korona. **Scientia Horticulturae.** 119: 49–54

Tabatabaei, S.J., Yusefi, M. and Hajiloo, J. (2008). Effect of shading and NO3 - : NH4 + ratio on the yield, quality and N metabolism in strawberry. **Selentla Horticulture.** 116: 264-272

Trejo-Té llez, L. I. and Gómez-Merino, F. C. (2014). Nutrient Management Strawberyy: Effects Yield, Quality and Plant Health. **Nova Science Publishers**, Inc. ISBN: 978-1-63321-524-5

Verheol, M.J., Sønsteby, A. and Grimstad, S. O. (2005). Interactions of photoperiod, temperatire, duration of sohrt-day treatment and plant age on flowering of Fragaria x ananasa Duch. Cv. Korona. **Scientia horticulturae.** 107: 164-170

Walter, M., Braithwaite, B., B.J. Smith and Langford. G.I. (2008). **Nutrient nitrogen management for disease control in strawberry**. Disease Control in Horticultural Crops. The horticulture and Food Research Institute of New Zealand Ltd.

Whipker, B.E. (n.d.). **Strawberry Sulfur (S) Deficiency** [Online]. Available: http://content.ces.ncsu.edu/strawberry-sulfur-s-deficiency/. NC STATE UNIVERSITY.

Zibilske, L. (2012). **Straberries–Plant Nutrition**. Texas Plant & Soil Lab

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาพที่ 25 การนำผึ้งมาช่วยผสมเกสร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นายสุวรรณ ประทุมจร เกิดเมื่อวันที่ 8 เมษายน พ.ศ. 2531 ที่อำเภอเมือง จังหวัดสระแก้ว เริ่มศึกษาชั้นประถมปีที่ 1-6 ที่โรงเรียนบ้านหนองข่า ตำบลศาลาลำดวน จังหวัดสระแก้ว และในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 เข้าศึกษาที่โรงเรียนบ้านแก้งวิทยา ตำบลบ้านแก้ง จังหวัดสระแก้ว ในปี พ.ศ. 2553 ได้สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา และในปี พ.ศ. 2554 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยขณะศึกษาได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษาจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี