ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา	ปฐพีวิทยา
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง ผลของที่ตั้งหัวน้ำหยดและอัตราปุ๋ยต่อคุณภาพและผลผลิตของพีช

Affect of Dripper Location and Fertigation Rate on Peach Yield and Quality

นามผู้วิจัย นางสาวพัชรินทร์ บัวเอี่ยม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์กุมุท สังขศิลา, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์อุณารุจ บุญประกอบ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของที่ตั้งหัวน้ำหยดและอัตราปุ๋ยต่อคุณภาพและผลผลิตของพีช

Affect of Dripper Location and Fertigation Rate on Peach Yield and Quality

โดย

นางสาวพัชรินทร์ บัวเอี่ยม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พัชรินทร์ บัวเอี่ยม 2553: ผลของที่ตั้งหัวน้ำหยดและอัตราปุ๋ยต่อคุณภาพและผลผลิตของพืช ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์กุมุท สังขศิลา, Ph.D. 112 หน้า

งานวิจัยนี้มีจุดหมายหลักเพื่อหาตำแหน่งการวางหัวน้ำหยดที่เหมาะสมสำหรับการผลิตผลพืช แบ่งการทดลองเป็น 2 ตอน ทั้งสองการทดลองมี 2 ปัจจัย แต่ละปัจจัยมี 4 ตำรับการทดลอง และมี 3 ซ้ำ ใช้ต้นพืชทั้งสิ้น 48 ต้น โดยแต่ละต้นถือเป็น 1 หน่วยการทดลอง กำหนดให้อัตราปุ๋ยที่ให้ไปกับหัวน้ำหยดเป็นปัจจัยหลัก และตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำเป็นปัจจัยรอง ตำแหน่งที่ตั้งหัวน้ำหยดของการทดลองทั้งสองเป็นแบบเดียวกันคือวางหัวน้ำหยดจำนวน 4 หัวในแนวกากบาทโดยรอบต้นพืช ตำรับทดลองตำแหน่งหัวน้ำหยดทั้งสี่จะวางให้ห่างจากโคนต้นพืชโดยรอบเป็นระยะ 30, 60, 90 และ 120 cm ตามลำดับ สำหรับตำรับทดลองให้ปุ๋ยไปกับหัวน้ำหยด การทดลองแรกให้ปุ๋ย 4 อัตราต่อต้นที่แตกต่างกัน คือ ไม่ให้ปุ๋ย ($T0_1$), 15 g-N + 0 g-P_2O_5 + 15 g-K2O ($T1_1$), 15 g-N + 0 g-P_2O_5 + 30 g-K_2O ($T2_1$) และ 15 g-N + 0 g-P_2O_5 + 60 g-K_2O ($T3_1$) ส่วนการทดลองที่สองให้ปุ๋ยในอัตราต่อต้นเป็น ไม่ให้ปุ๋ย ($T0_2$), 100 g-N + 12 g-P_2O_5 + 90 g-K_2O ($T1_2$), 200 g-N + 24 g-P_2O_5 + 180 g-K_2O ($T2_2$) และ 400 g-N + 48 g-P_2O_5 + 360 g-K_2O ($T3_2$)

ผลการทดลองตอนที่ 1 พบว่าตำรับทดลองที่ให้ปุ๋ย 30 และ 60 g-K2O ($T2_1$ และ $T3_1$) ทำให้ผลพืชมีค่าของแข็งที่ละลายได้อยู่ในผลทั้งหมด (TSS) สูงกว่าตำรับทดลองให้ปุ๋ยอื่นๆ และจากการวิเคราะห์หน่วยทดลองทุกหน่วยถึงปริมาณการลดลงของธาตุอาหาร N, P_2O_5 และ K_2O ในชั้นหน้าตัดดินลึก 60 cm ที่ระยะการวางหัวน้ำหยดต่างๆ พบว่าที่ระยะห่าง 90 cm จากโคนต้น การลดลงของปริมาณธาตุอาหารเกิดขึ้นบ่อยครั้งที่สุด รองลงมาคือระยะห่าง 120 cm จากโคนต้นพืช และยังพบว่าที่ระยะห่างของการวางหัวน้ำหยดทั้งสอง พืชสามารถดูดซับธาตุอาหารหลักไปสะสมไว้ในผลสูงกว่าการวางหัวน้ำหยดที่ระยะอื่นๆ

ผลการทดลองตอนที่ 2 พบว่าการลดลงของธาตุอาหารหลักเกิดขึ้นบ่อยครั้งที่สุดที่ตำแหน่งหัวน้ำหยดที่ 90 cm รองลงมาคือระยะ 120 cm จากโคนต้นพืช และยังพบอีกว่าที่ระยะวางหัวน้ำหยด 90 cm ทำให้พืชดูดธาตุอาหารหลักไปใช้ในการสร้างผลได้มากที่สุด สำหรับอัตราปุ๋ยต่อต้น พบว่า อัตรา 200 g-N + 24 g-P_2O_5 + 180 g-K_2O พืชสามารถดูดธาตุอาหารหลักไปสะสมในผลได้ดีที่สุด

ผลของงานทั้งสองตอนจึงอาจสรุปได้ว่า อัตราปุ๋ยที่ให้ไปกับน้ำหยดที่เหมาะสมสำหรับพืชอายุ 4-6 ปี ควรเป็น 200 g-N + 24 g-P_2O_5 + 180 g-K_2O และตำแหน่งวางหัวน้ำหยดควรห่างจากโคนต้นพืชในระยะ 90-120 ซม. จึงจะทำให้การใช้ปุ๋ยให้ไปกับน้ำมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

_____ _____ ___/___/___

ลายมือชื่อนิสิต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Phatcharin Bua-iam 2010: Affect of Dripper Location and Fertigation Rate on Peach Yield and Quality. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Associate Professor Kumut Sangkhasila, Ph.D. 112 pages.

The goal of this research was to find the most suitable dripper location for peach-fruit production. The research was divided into 2 experiments. Both experiments consisted of 2 factors, namely 1) fertigation rates, a main factor, and 2) locations of drippers installed, a sub-plot factor. Each factor had 4 treatments with 3 replications. Totally, 48 of 4 to 6 year old peach trees were used in this research. The 4 treatments were 4 drippers installed at radiuses of 30, 60, 90, and 120 cm, respectively. The ferigation rates of these two experiments were different. The 1st one consisted the rates per peach tree as no fertilizer ($T0_1$), 15 g-N+ 0 g-P_2O_5 + 15 g-K_2O ($T1_1$), 15 g-N+ 0 g-P_2O_5 + 30 g-K_2O ($T2_1$), and 15 g-N+ 0 g-P_2O_5 + 60 g-K_2O ($T3_1$). Whereas, the 2nd experiment consisted the rates per peach tree as no fertilizer ($T0_2$), 100 g-N+12 g-P_2O_5 + 90 g-K_2O ($T1_2$), 200 g-N+ 24 g-P_2O_5 + 180 g-K_2O ($T2_2$), and 400 g-N+ 48 g-P_2O_5 + 360 g-K_2O ($T3_2$).

Results of the 1st experiment showed that fertigation rates of 30 and 60 g-K_2O ($T2_1$ and $T3_1$) made peach fruits held the highest TSS. Further analysis from all experimental units, the nutrient depletions, i.e. differences in amount of N, P_2O_5, and K_2O nutrients at the beginning of the experiment and those of at the harvesting time, was mostly occurred with the installation of drippers at the radius of 90 cm around a peach tree. At these 2 dripper installation locations, peach fruits held the highest contents of N, P, and K nutrients.

Results of the 2nd experiment also showed that the nutrient depletions mostly occurred at 90 cm radius of dripper installation. Whereas the lesser depletion was likely occurred at the 120 cm radius of installation. At a 90 cm radius of dripper installation, peach fruits accumulated highest amount of N, P, and K nutrients. In this experiment, the highest accumulation amount of nutrients in peach fruits was also found with the fertigation rate of 200 g-N + 24 g-P_2O_5 + 180 g-K_2O ($T1_2$).

Results of these 2 experiments lead to the conclusions that of the most effective use of nutrients from the fertigation system for peach fruit production, the most suitable fertigation rate should be 200 g-N + 24 g-P_2O_5 + 180 g-K_2O, and the most effective locations for dripper installation should be at the radius between 90-120 cm around a peach tree.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กุมุท สังขศิลา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.อุณารุจ บุญประกอบ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยเหลือในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณ ดร. ศุภชัย อำคา ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย และดร. วิสุทธิ์ วีรสาร ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ที่ได้อบรมสั่งสอนเลี้ยงดู ให้กำลังใจและโอกาสทางการศึกษาแก่ข้าพเจ้า จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และคณาจารย์ทุกท่านที่เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความรู้จนกระทั่งในปัจจุบัน

ขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการและช่วยเหลือในการวิเคราะห์ดินและพืช ขอบคุณสำหรับพี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

พัชรินทร์ บัวเอี่ยม

พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	23
ผลและวิจารณ์	40
สรุปและข้อเสนอแนะ	96
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	97
ภาคผนวก	103
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	112

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมทั้งหมด 4 ตำรับการทดลองของการทดลองตอนที่ 1	24
2	อัตราปุ๋ยของธาตุอาหารหลักทั้งหมด 4 ตำรับการทดลองของการทดลองตอนที่ 1	25
3	การจัดการแปลงพื้ชในรอบปีของการทดลองทั้ง 2 ตอน	27
4	มวลดินที่ระดับความลึก 0-75 cm ที่รัศมีห่างจากโคนต้นพื้ช	34
5	การลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K Depletion Frequency) ในแต่ละตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 1	37
6	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 1	38
7	คุณภาพผลพื้ชแบ่งตามอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมของการทดลองตอนที่ 1	40
8	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 1	42
9	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 1	44
10	ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพื้ช แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพื้ชของการทดลองตอนที่ 1	46
11	P-value และ Sig. level ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อคุณภาพผลพื้ชของการทดลองตอนที่ 2	51
12	ผลของอัตราปุ๋ยต่อคุณภาพผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2	52
13	P-value และ Sig. level ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อจำนวนผลพื้ชแยกเกรดเป็น 4 ระดับของการทดลองตอนที่ 2	64
14	P-value และ Sig. level ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อมวลผลพื้ชแยกเกรดเป็น 4 ระดับของการทดลองตอนที่ 2	65
15	P-value และ Sig. level ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อมวลแห้งผลพื้ชแยกเกรดเป็น 4 ระดับของการทดลองตอนที่ 2	66

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	ผลของอัตราปุ๋ยต่อจำนวนผลพี้ชโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ แบ่งตามอัตราปุ๋ยหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2	67
17	ผลของอัตราปุ๋ยต่อมวลผลพี้ชสดโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ แบ่งตามอัตราปุ๋ยหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2	68
18	ผลของอัตราปุ๋ยต่อมวลผลพี้ชแห้งโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ แบ่งตามอัตราปุ๋ยหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2	69
19	ผลของตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อจำนวนผลพี้ชโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช	75
20	ผลของตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อมวลผลพี้ชสดโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช	76
21	ผลของตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อมวลผลพี้ชแห้งโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช	77
22	ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ให้ต่อต้นใน 3 ตำรับการทดลองของการทดลองตอนที่ 2	78
23	ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพี้ช แบ่งตามอัตราปุ๋ยของการทดลองตอนที่ 2	78
24	ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพี้ช (apparent recovery efficiency) แบ่งตามอัตราปุ๋ย (g-N, g-P_2O_5, g-K_2O) ของการทดลองตอนที่ 2	79
25	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ	81
26	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ	83
27	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ	85

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
28	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ	87
29	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ	89
30	P-value และ Sig-level ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืชของการทดลองตอนที่ 2	91
31	ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 2	92
32	ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช แบ่งตามอัตราปุ๋ยของการทดลองตอนที่ 2	94

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	สมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีบางประการของดินในแปลงปลูกพืชหมายเลข 10 ที่ใช้ในการศึกษา (ระดับความลึก 0-30 cm)	104
2	น้ำหนักผลพืชในแต่ละเกรด เมื่อน้ำหนักแบ่งเป็น 4 เกรด	104
3	การลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (frequency of nutrient depletions) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ (cm) ของการทดลองตอนที่ 1	105
4	การลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (frequency of nutrient depletions) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ (cm) ของการทดลองตอนที่ 1	106
5	การลดลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (frequency of nutrient depletions) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ (cm) ของการทดลองตอนที่ 2	107
6	การลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (frequency of nutrient depletions) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ (cm) ของการทดลองตอนที่ 2	108
7	การลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (frequency of nutrient depletions) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ (cm) ของการทดลองตอนที่ 2	109
8	การลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (frequency of nutrient depletions) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ (cm) ของการทดลองตอนที่ 2	110
9	การลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (frequency of nutrient depletions) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ (cm) ของการทดลองตอนที่ 2	111

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำที่ระยะห่างจากโคนต้น 30 60 90 และ 120 cm โดยวงกลมทั้ง 4 ตำแหน่งรอบโคนต้นพืชแสดงตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำที่ระยะต่างๆ มีรัศมีน้ำที่กระจายรอบหัวจ่ายน้ำเท่ากับ 10 cm	26
2	วิธีการเก็บตัวอย่างดินที่ระยะ 30 cm จากโคนต้น แต่ละระยะเก็บที่ระดับความลึก 0-30 และ 30-60 cm โดยเส้น ..... แสดงแนววงกลมที่มีรัศมีเท่ากับระยะที่ตั้งหัวน้ำหยดห่างจากโคนต้น เส้น - - - - - - แสดงขอบเขตพื้นที่ที่นำไปใช้ในการคำนวณมวลดินในแต่ละช่วงรัศมี	30
3	ร้อยละของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 1	42
4	ร้อยละของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 1	44
5	ร้อยละของการลดลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 2	81
6	ร้อยละการลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 2	83
7	ร้อยละการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 2	85
8	ร้อยละการลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 2	87
9	ร้อยละการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 2	89

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

cm	=	centimeter
g	=	gram
kg	=	kilogram
N	=	Newton
TSS	=	total soluble solid
FN	=	flesh firmness
TA	=	titratable acidity
Total N	=	total nitrogen
Total P	=	total phosphorus
Total K	=	total potassium
Avail.P	=	available phosphorus
Exch.K	=	exchangeble potassium

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของที่ตั้งหัวน้ำหยดและอัตราปุ๋ยต่อคุณภาพและผลผลิตของพืช

Affect of Dripper Location and Fertigation Rate on Peach Yield and Quality

คำนำ

การให้น้ำแก่ไม้ผลนิยมวางระบบน้ำด้วยการใช้ระบบน้ำส่งตามท่อในสวนและมีหัวจ่ายน้ำที่ใช้แรงดันต่ำๆ (micro-sprinkler or drip irrigation system) การลงทุนในขั้นต้นมีค่าสูง แต่ผลที่ได้รับจากการวางระบบน้ำทำให้เกษตรกรใช้น้ำได้อย่างประหยัด ซึ่งเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำในเขตที่สูงอย่างคุ้มค่า ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งของระบบน้ำตามท่อในสวนคือ เกษตรกรสามารถผสมปุ๋ยให้ได้ตามความต้องการของไม้ผลที่ผลิต และสามารถให้ปุ๋ยดังกล่าวพร้อมไปกับน้ำ (fertigation) ซึ่งจะทำให้การใช้ปุ๋ยหรือการจัดการธาตุอาหารสำหรับไม้ผลทำได้ง่าย และมีประสิทธิภาพมากกว่าการให้ปุ๋ยทางผิวดินแบบเก่า อย่างไรก็ตามการดูดซับน้ำและธาตุอาหารของไม้ผลจะเป็นไปได้มากและมีประสิทธิภาพดีขึ้นอยู่กับอายุของไม้ผล ที่อายุหนึ่งๆจะมีชั้นรากที่มีกิจกรรมสูงอยู่บริเวณใดอีกทั้งข้อจำกัดของระบบน้ำตามท่อในสวนสามารถจ่ายน้ำให้แก่ไม้ผลได้เป็นบริเวณไม่กว้างมากนัก ดังนั้นการวางหัวจ่ายน้ำและปุ๋ยในระบบจึงต้องวางให้เหมาะสมกับตำแหน่งที่รากไม้ผลมีกิจกรรมสูง จึงจะทำให้การใช้น้ำและปุ๋ยของไม้ผลที่เกษตรกรผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาถึงปริมาณการใช้น้ำและปุ๋ยที่พอเหมาะกับการผลิตพืชที่มีอายุระหว่าง 3-7 ปี ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างข่าง พบว่าปริมาณน้ำที่พอเพียงมีค่าเป็น 4 lit ต่อต้นต่อวันในเดือนสิงหาคมถึงพฤษภาคม และ 40 lit ต่อต้นต่อวันในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม และมีความต้องการธาตุ N, P, และ K ปริมาณ 100, 12, และ 90 g ต่อต้นต่อรอบการผลิต (กุมุท และ ณัฐทวี, 2547) บริเวณที่มีกิจกรรมสูงสุดในการดูดน้ำของรากพืชจะอยู่ห่างจากโคนต้นในรัศมีระหว่าง 50-100 cm และลึกจากผิวดินในช่วง 20-50 cm การสูญเสียธาตุอาหารที่มากคือการสูญเสียไปกับน้ำที่ไหลเลยชั้นรากที่มีกิจกรรมสูง การจะลดปริมาณการสูญเสียจากการเคลื่อนย้ายมวลของธาตุอาหารจากกระบวนการนี้อาจทำได้โดยการหาตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำของระบบให้เหมาะสมร่วมกับการให้น้ำครั้งละไม่มากนัก แต่ปัญหาที่พบคือ ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำและปริมาณปุ๋ยต่อต้นต่อรอบการผลิตที่เหมาะสมเป็นเท่าใด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. หาตำแหน่งที่ตั้งของหัวน้ำหยดให้ได้อย่างเหมาะสมเพื่อทำให้สัดส่วนของปุ๋ยที่ให้ทั้งหมดไปกับระบบน้ำต่อการดูดไปใช้สำหรับสร้างผลผลิตมีความเหมาะสมที่สุด

2. หาอัตราปุ๋ยที่ให้ไปกับน้ำที่จะทำให้สัดส่วนของมวลปุ๋ยที่ให้ทั้งหมดต่อการดูดไปใช้สำหรับสร้างผลผลิตของพืชมีความเหมาะสมที่สุดการตรวจเอกสาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. พี้ช (Peach) (งานไม้ผล มูลนิธิโครงการหลวง, 2546)

พี้ชหรือท้อเป็นผลไม้เขตหนาวในวงศ์ Rosacaae ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Prunus persica* L. Batsch. มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน ส่วนในประเทศไทยมีการปลูกพี้ชกันมานานแล้ว โดยชาวไทยภูเขาที่อพยพมาจากประเทศจีนนำเข้ามาปลูกที่เรียกว่า ท้อพื้นเมือง แต่เป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพในการรับประทานสดต่ำ สำหรับพี้ชพันธุ์ที่มีคุณภาพดีนั้น มูลนิธิโครงการหลวงได้ศึกษาวิจัยจนกระทั่งสามารถส่งเสริมปลูกเป็นการค้าได้ แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปูนหลวง

1.1 พันธุ์พี้ช

ประเทศไทยมีการปลูกพี้ชอยู่หลายสายพันธุ์ทั้งพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าและพันธุ์ที่ปลูกอยู่ในงานศึกษาวิจัย ไม้ผลของมูลนิธิโครงการหลวงยังคงมีเฉพาะพี้ชเท่านั้นที่มีพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าแล้วในปัจจุบัน

1.1.1 พันธุ์ Earligrande เป็นพันธุ์รับประทานสดที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน ลักษณะโดยทั่วไปผลมีขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 120-200 g ต่อผล ผลกลม มีจงอยที่ก้นผลเล็กน้อย เนื้อผลสีเหลือง เก็บเกี่ยวในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน

1.1.2 พันธุ์ Tropic Beauty เป็นพันธุ์รับประทานสดพันธุ์ใหม่ที่ส่งเสริมเป็นการค้า ลักษณะโดยทั่วไปผลมีขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 100-180 g ต่อผล ผลกลม มีสีพื้นเหลืองและขึ้นสีแดงสดใส เนื้อผลสีเหลือง มีลักษณะแข็งกว่าพันธุ์ Earligrande ทำให้ทนต่อการคัดบรรจุและขนส่งได้ดีกว่า เก็บเกี่ยวในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน

1.1.3 พันธุ์ Jade เป็นพันธุ์ที่เหมาะสำหรับการแปรรูปเป็นพี้ชลอยแก้ว ลักษณะโดยทั่วไปผลมีขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 150-250 g ต่อผล ผลกลม มีสีพื้นเหลืองขึ้นสีแดงทับเล็กน้อย เนื้อผลสีเหลืองทอง เก็บเกี่ยวได้ในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1.4 พันธุ์พื้นเมือง เป็นพันธุ์ที่ใช้แปรรูปเป็นท้อดอง ผลมีหลายลักษณะ เนื่องจากปลูกด้วยเมล็ด โดยทั่วไปผลจะมีขนาดเล็ก เนื้อผลค่อนข้างแข็ง นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์เป็นต้นตอ

พืชพันธุ์อื่นที่ปลูกในประเทศไทย แต่ไม่เป็นพันธุ์การค้า เช่น พืชพันธุ์ Flordabelle, Flordaprince, Flodagold และ Tropicsnow และปัจจุบันยังมีพันธุ์อื่นๆ ที่อยู่ระหว่างรวบรวมและทดสอบสายพันธุ์พืชในโครงการปรับปรุงพันธุ์ไม้ผลอีกจำนวนมาก เพื่อศึกษาวิจัยหาพันธุ์ที่จะนำออกส่งเสริมให้เป็นพันธุ์การค้าต่อไปในอนาคต

1.2 การเขตกรรมของพืช (อุณารุจ, 2549)

1.2.1 การจัดทรงต้น (Training) และตัดแต่งกิ่ง (Prunning)

ทำในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน ใช้วิธีการจัดทรงต้นแบบ Open center (แบบเปิดกลาง) และใช้การโน้มกิ่งเข้าช่วยเพื่อให้ได้กิ่งโครงสร้างหลักที่เอนลงขนานกับพื้น ทรงพุ่มไม่สูงมากเกินไปทำให้ง่ายต่อการจัดการ โดยทำร่วมกับการตัดแต่งกิ่ง

การตัดแต่งกิ่งถือว่าจำเป็นต่อการผลิตเพราะช่วยกระตุ้นการเจริญของกิ่งที่จะให้ผลผลิต การติดผลของพืชเกิดจากตาข้างบนกิ่งอายุ 1 ปี ตาดอกของพืชสำหรับฤดูกาลผลิตปัจจุบันจะถูกสร้างบนกิ่งที่เจริญมาจากฤดูร้อนที่ผ่านมา การตัดแต่งกิ่งจึงตัดแต่งหรือเล็มกิ่งที่อายุเกิน 1 ปี ออก และเหลือกิ่งที่อายุ 1 ปี ไว้ให้เพียงพอกับผลผลิตที่ต้องการในฤดูกาลหน้า ทำการตัดแต่งกิ่ง 2 ครั้ง คือ Summer Prunning (การตัดแต่งกิ่งในฤดูร้อน) เป็นการตัดแต่งกิ่งหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จและควรทำให้เสร็จสิ้นในเดือนมิถุนายน และ Winter Prunning (การตัดแต่งกิ่งในฤดูหนาว) มักจะเริ่มทำการตัดแต่งกิ่งหลังจากที่ต้นพืชทิ้งใบประมาณ 70% หรือหมดต้นแล้ว และก่อนที่ดอกจะเริ่มบานโดยทำในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน โดยเลือกตัดแต่งในทรงพุ่ม กิ่งที่เจริญมากเกินไป กิ่งแห้ง กิ่งหัก และกิ่งกระโดง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.2 การปลิดผลและห่อผล

ต้นพี้ชจะมีการออกดอกติดผลค่อนข้างมากเกินกว่าต้นจะสามารถเลี้ยงได้ จึงจำเป็นต้องปลิดดอกปลิดผลเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีพิจารณาจากความสมบูรณ์ของต้นและกิ่งเป็นหลัก จะไว้ผลห่างประมาณ 15 – 30 cm ต่อผล การปลิดดอกจะเริ่มทำในช่วงที่ดอกบาน โดยเลือกเว้นระยะห่างไว้ให้ได้ในระยะที่ต้องการ อาจจะเหลือไว้ประมาณ 3 – 6 ดอก ต่อความต้องการ 1 ผล ทั้งนี้เพื่อเผื่อไว้ในกรณีที่ดอกและผลอาจจะร่วงหล่นเอง

การปลิดผลจะเริ่มทำประมาณ 20 – 30 วัน หลังการติดผล หลังจากที่ปลิดผลเสร็จควรทำการห่อผลพี้ชด้วยถุงห่อผลที่แสงผ่านได้เพื่อป้องกันแมลงวันผลไม้เข้าทำลายผล

1.2.3 การใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักและปูนขาว

โดยส่วนใหญ่สภาพพื้นที่แปลงปลูกพี้ชส่วนใหญ่มีความเป็นกรดค่อนข้างสูงจึงจำเป็นต้องใส่ปูนขาวร่วมกับการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักเพื่อยกระดับ pH ของดิน โดยให้ 2 ครั้งต่อปี ครั้งแรกช่วงเริ่มเข้าฤดูฝนประมาณเดือนมิถุนายน โดยใส่ปูนขาว 3 kg ต่อต้น และปุ๋ยคอก 25 kg ต่อต้น และใส่ครั้งที่สองในช่วงต้นพักตัวประมาณเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายนในปริมาณเท่าเดิม

1.2.4 การให้น้ำ

กุมุท และ ณัฐทวี (2545) ศึกษาถึงปริมาณการใช้น้ำที่พอเหมาะกับการผลิตพี้ชที่มีอายุระหว่าง 3-7 ปีที่สถานีเกษตรหลวงอ่างข่าง พบว่า ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤษภาคมควรให้น้ำในระบบท่อในสวนสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 28 lit ต่อต้น โดยใช้หัวจ่ายน้ำในอัตรา 40 lit ต่อชั่วโมงนาน 42 นาที ส่วนในช่วงมิถุนายนถึงกรกฎาคมให้น้ำในระบบท่อในสวนสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 140 lit ต่อต้น โดยใช้หัวจ่ายน้ำในอัตรา 40 lit ต่อชั่วโมงนาน 3.5 ชั่วโมง โดยให้เฉพาะสัปดาห์ที่ฝนไม่ตก

Dean (n.d.) ศึกษาการให้น้ำในแปลงพี้ชที่ Oklahoma มีระยะห่างระหว่างต้นเป็น 18′x24′ พบว่าพี้ชมีความต้องการน้ำสูงสุดในกลางเดือนมิถุนายนถึงกลางเดือนกันยายน (92 วัน) โดยปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นพี้ชในระยะเวลานี้ สำหรับต้นพี้ชที่มีอายุ 1, 2, 3, 4 และ 5 ปีเป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไป มีปริมาณเป็น 3.0, 5.5, 10.0, 15.0 และ 30.0 gallons/ต้น/วัน ตามลำดับ โดยในช่วงระยะเวลากลางเดือนกันยายนถึงกลางเดือนมิถุนายนปริมาณน้ำฝนเพียงพอต่อความต้องการของต้นพืช

Kathryn (2005) กล่าวว่า การชลประทานจะช่วยเพิ่มขนาดผลประมาณ 0.25 – 0.5 นิ้ว และศึกษาถึงปริมาณการใช้น้ำในแปลงพืชที่ The University of georgia College of Agricultural & Environmental โดยมีระยะห่างระหว่างต้น 16′x20′ พบว่า ปริมาณน้ำที่เหมาะสมคือ 36-45 gallons/ต้น/วัน หรือ 252-315 gallons/ต้น/สัปดาห์ โดยให้ 12 gallons/ต้น/ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 21-26 ชั่วโมง/สัปดาห์ ให้เฉพาะสัปดาห์ที่ฝนไม่ตก

1.3 ฤดูกาลเก็บเกี่ยว (งานไม้ผล มูลนิธิโครงการหลวง, 2546)

พืชจะเก็บเกี่ยวได้ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน แต่ผลผลิตส่วนใหญ่จะเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม

1.4 ตลาดและการใช้ประโยชน์ (งานไม้ผล มูลนิธิโครงการหลวง, 2546)

พืชพันธุ์ดีส่วนใหญ่นิยมใช้บริโภคสด แต่ผลผลิตสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้หลายชนิด เช่น แยมพืช พืชลอยแก้ว เป็นต้น สำหรับพันธุ์พื้นเมืองนิยมนำไปแปรรูปเป็นท้อดอง และท้อแช่อิ่ม

ในด้านคุณค่าทางอาหารผลพืช 100 g ประกอบด้วยน้ำ 89.1% โปรตีน 0.6 g ไขมัน 0.1 g คาร์โบไฮเดรต 9.8 g วิตามินเอ 1,330 ไอยู วิตามินบี 1 (ไทอามีน) 0.1 mg วิตามินซี 7 mg แคลเซียม 9 mg ฟอสฟอรัส 19 mg เหล็ก 0.5 mg และพลังงาน 38 แคลอรี่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. บทบาทและหน้าที่ของธาตุอาหารหลักต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.1 ไนโตรเจน

ยงยุทธ (2546) กล่าวว่า ไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ คือ ประมาณ 97-99% ของไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยทั่วไปดินบน (surface soil) จะมีไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.08-0.40% ไนโตรเจนในรูปของสารอินทรีย์พืชไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะต้องถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสารอนินทรีย์ไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียม (NH_4^+) หรือไนเตรต (NO_3^-) ก่อนพืชจึงจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ขบวนการที่ไนโตรเจนเปลี่ยนจากรูปของสารอินทรีย์ไปอยู่ในรูปของสารอนินทรีย์นี้เรียกว่า mineralization อนินทรีย์ไนโตรเจนสามารถเปลี่ยนกลับมาอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ได้อีก ซึ่งขบวนการนี้เรียกว่า immobilization ขบวนการทั้งสองเป็นขบวนการชีวเคมีโดยจุลินทรีย์ในดินมีบทบาทในการก่อให้เกิดขบวนการดังกล่าวทั้งขบวนการ mineralization และ immobilization ของไนโตรเจนจะเกิดขึ้นตลอดเวลาในดินเพียงแต่ขบวนการใดเกิดขึ้นเร็วหรือมากน้อยกว่ากัน ถ้าขบวนการ mineralization เกิดขึ้นเร็วกว่าในดินก็จะมีไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์กับพืช แต่ถ้าขบวนการ immobilization เกิดขึ้นมากกว่าดินนั้นก็จะขาดไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์กับพืช อุณหภูมิ ความชื้น pH และชนิดของอินทรีย์สารในดินเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสลายตัวของอินทรีย์สารและขบวนการ mineralization ของอินทรีย์ไนโตรเจนในดิน

2.1.1 บทบาทของไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

เมื่อไนโตรเจนในดินมีอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินไป จะส่งผลต่อพืชดังต่อไปนี้ คือ ช่วยกระตุ้น (stimulate) ให้พืชเจริญเติบโตและมีความแข็งแรง (vigor) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและลำต้น ทำให้ใบมีสีเขียว ส่งเสริมคุณภาพของพืชโดยเฉพาะพืชสวนครัวที่ใช้ใบ ลำต้น และหัวเป็นอาหาร ให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต เพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืชที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ เช่น ข้าวหรือหญ้าเลี้ยงสัตว์ ควบคุมการออกดอกออกผลของพืช และช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น โดยเฉพาะพืชที่ให้ผลและเมล็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.2 บทบาทของไนโตรเจนต่อผลผลิตพืช

Kathryn (2005) กล่าวว่า ไนโตรเจนเป็นธาตุที่พืชต้องการมากกว่าธาตุอื่น ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตและผลผลิต การจัดการไนโตรเจนช่วยให้พืชสร้างผลผลิตได้แม้ในสภาวะเครียด ธาตุไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับการตัดแต่งกิ่งและการชลประทาน ควรจะให้ปุ๋ยไนโตรเจนมากในช่วงต้นฤดูการผลิต ช่วงแรกของการตัดแต่งทรงต้น และต้องมีความชื้นดินที่เพียงพอ โดยปกติอัตราปุ๋ยแนะนำเป็น 60 pound/acre (10.89 kg ต่อไร่) สำหรับพืชปลูกระยะ 20' x 20' (6.096 m x 6.096 m) อัตราปุ๋ยนี้อาจจะเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้นและความต้องการผลผลิต มีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าต้นพืชสามารถเจริญและทำให้มีคุณภาพดีขึ้นได้โดยแบ่งการใส่ปุ๋ยออกเป็นส่วน ปุ๋ยส่วนแรกจะให้ในช่วงกลางเดือนสิงหาคม (หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตแต่ต้องไม่เกินเดือนกันยายน) และส่วนที่เหลือให้ในช่วงปลายฤดูหนาว เพราะว่าการให้ไนโตรเจนช่วงเวลาหลังการเก็บเกี่ยวจะช่วยให้ใบแข็งแรงและเพิ่มความแข็งแรงของต้นในฤดูหนาว

2.2 ฟอสฟอรัส

ยงยุทธ (2546) กล่าวว่าฟอสฟอรัสในดินอยู่ในรูปของอินทรีย์ฟอสฟอรัส และอนินทรีย์ฟอสฟอรัส รูปของฟอสฟอรัสที่พืชดูดขึ้นไปใช้ได้คือ orthophosphate ($H_2PO_4^-$) และ dibasic orthophosphate (HPO_4^{2-})

เศษซากพืชและซากสัตว์เป็นแหล่งที่มาของอินทรีย์ฟอสฟอรัสในดิน อินทรีย์ฟอสฟอรัสในดินประกอบด้วย nucleic acid, phospholipids, inositol phosphate, phosphoprotein, metabolic phosphate ประมาณ 50% และอีก 50% อยู่ในรูปของอินทรีย์ฟอสเฟตที่ไม่สามารถจำแนกได้ ขบวนการ mineralization ของฟอสฟอรัสในดินถูกควบคุมโดย สภาพแวดล้อมและองค์ประกอบของสารอินทรีย์ในดิน การเปลี่ยนแปลง pH ของดินมีผลต่อขบวนการ mineralization ของฟอสฟอรัสในดินเป็นอย่างมาก

อนินทรีย์ฟอสฟอรัสในดินอยู่ในรูปของแร่เป็นส่วนใหญ่ ส่วนมากเป็นแร่ apatite, strengite, varisite และ wavellite รูปของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในดินแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) Aluminum phosphate (Al-P) 2) Iron phosphate (Fe-P) 3) Calcium phosphate (Ca-P) และ 4) Reductant – soluble phosphate (Red-P)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปต่างๆ ของฟอสฟอรัสดังกล่าวจะปรากฏในดินมากน้อยต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุต้นกำเนิดดิน อัตราการสลายตัวของแร่ธาตุในดิน ชนิดและปริมาณของ mineral colloid ปริมาณอินทรียวัตถุ pH การจัดการดิน ระบบปลูกพืช และการใช้ปุ๋ยในดินนั้น อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปพบว่าดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดปานกลางหรือกรดอ่อนจะพบเหล็กและอลูมินัมฟอสเฟตเป็นส่วนมาก ส่วนในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกลางหรือเป็นด่าง ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแคลเซียมฟอสเฟต ในดินที่เกิดจากภูเขาไฟ (Volcanic tuff) ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่อยู่ในรูปอลูมินัมและเหล็กฟอสเฟต

ในสารละลายดินฟอสเฟตละลายอยู่น้อยมาก แต่เมื่อพืชดูดไปใช้อนุมูลฟอสเฟตจากอนินทรีย์ฟอสฟอรัสจะถูกปล่อยออกมาชดเชย อัตราการปลดปล่อยอนุมูลฟอสเฟตออกมาชดเชยของอินทรีย์ฟอสฟอรัสซึ่งเป็นตัวควบคุมความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับพืชในดิน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน ได้แก่ ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน รูปหรือชนิดของฟอสฟอรัสในดิน และสภาพแวดล้อม

2.2.1 บทบาทของฟอสฟอรัสที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของ nucleic acid เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติหน้าที่ของเซลล์ การสร้างองค์ประกอบต่างๆ ของเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการสืบพันธุ์ และยิ่งกว่านั้นฟอสฟอรัสยังเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นของสารฟอสเฟตที่ทำหน้าที่รับช่วงถ่ายทอดพลังงานระหว่างสารต่างๆ ของระบบต่างๆ เช่น ระบบการสังเคราะห์แสงและระบบการหายใจในพืช เป็นต้น นอกจากนี้ในกระบวนการเพื่อการดำรงชีพและการเติบโตของพืชต่างๆ เช่น การดูดกินน้ำและธาตุอาหารพืช การสร้างสาร การขนย้ายสาร ฯลฯ ล้วนต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น ด้วยเหตุเหล่านี้ฟอสฟอรัสจึงเกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างการเติบโต ความแข็งแรงของพืช ทั้งส่วนที่อยู่เหนือดินและราก ตลอดจนการออกดอกออกผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.2 บทบาทของฟอสฟอรัสต่อผลผลิตพืช

Kathryn (2005) กล่าวว่า ผลพืชเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสจากดินในปริมาณที่ไม่มากนักประมาณ 12 poundP_2O_5/acre (2.18 kg ต่อไร่) โดยสะสมไว้ในต้น 3 poundP_2O_5/acre (0.54 kg ต่อไร่) (เมื่อตัดแต่งกิ่งและใบร่วงไม่สามารถนำธาตุอาหารกลับมาใช้ใหม่ได้) เพราะฉะนั้นต้นพืชมีความต้องการฟอสฟอรัสไม่เกิน 15-20 poundP_2O_5/acre (2.72 – 3.63 kg ต่อไร่) จากดินก็เพียงพอต่อการผลิตในรอบปี การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสควรให้ปีเว้นปี เนื่องจากการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อเนื่องอาจเป็นสาเหตุให้ดินขาดธาตุสังกะสี เหล็ก และทองแดง การให้ฟอสฟอรัสที่สูงเกินไปทำให้สิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์และจะให้ผลทางลบแทน

Leece (1976) กล่าวว่า ระยะการสร้างดอกแต่เดิมมักเข้าใจกันว่าธาตุฟอสฟอรัสจะช่วยกระตุ้นการสร้างตาดอก แต่ผลการทดลองในไม้ผลหลายชนิดพบว่าการใช้ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อการกระตุ้นให้ไม้ผลสร้างตาดอก แต่ฟอสฟอรัสจะช่วยส่งเสริมการพัฒนาของดอก ส่วนการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของตาใบเป็นตาดอกนั้นจะเป็นอิทธิพลของระดับฮอร์โมนพืช

2.3 โพแทสเซียม

ยงยุทธ (2546) กล่าวว่า โพแทสเซียมเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบในพืชสูงเป็นที่สองรองจากธาตุไนโตรเจน ดินโดยทั่วไปยกเว้นดินทรายจะมีโพแทสเซียมในปริมาณที่สูงกว่าฟอสฟอรัสและไนโตรเจน โพแทสเซียมไอออน (K^+) เป็นรูปของโพแทสเซียมที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ โพแทสเซียมอยู่ในรูปของแร่ประมาณ 90-98% ของโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน โดยจะอยู่ในรูปของแร่ feldspars และ mica ซึ่งทนทานต่อการสลาย และปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยมากๆ

2.3.1 รูปของโพแทสเซียมในดิน (Brady, 2002)

ก. แร่โพแทสเซียม (mineral K) ประมาณ 90-98% ของโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน เมื่อแร่สลายตัวจะปลดปล่อย K^+ ออกมาเป็นประโยชน์กับพืช โพแทสเซียมในดินในรูปของแร่โพแทสเซียมนี้เป็นรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที (relative unavailable form)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข. Fixed potassium (non exchangeable K) ประมาณ 1-10% ของโพแทสเซียมทั้งหมดในดินอยู่ในรูปของโพแทสเซียมที่ถูกตรึง (fixed) อยู่ระหว่าง interlayer ของแร่ดินเหนียว เช่น illite, vermiculite พืชไม่สามารถนำโพแทสเซียมในรูปนี้ไปใช้ได้ทันทีจนกว่าจะถูกปลดปล่อยออกมาในดิน non exchangeable K จะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ โพแทสเซียมในรูปนี้จึงเป็นประโยชน์ต่อพืชอย่างช้าๆ (slowly available form)

ค. Exchangeable potassium และ Soil solution potassium เป็นโพแทสเซียมที่ดูดยึดอยู่ที่ผิวของคอลลอยด์ดินและโพแทสเซียมในสารละลายดินซึ่งมีอยู่ประมาณ 1-2% ของโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน ทั้ง exchangeable potassium และ potassium ใน soil solution พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที จัดโพแทสเซียมในรูปดังกล่าวเป็นรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที (readily available forms)

โพแทสเซียมรูปต่างๆ ในดินอยู่ในสภาพสมดุลกันดังสมการ

$$\text{Mineral K} \leftrightarrows \text{non exchangeable K} \leftrightarrows \text{exchangeable K} \leftrightarrows \text{K in soil solution}$$

Exchangeable K และ Soil solution K เป็นรูปที่พืชสามารถดึงดูดไปใช้ได้เป็นส่วนใหญ่ แต่เมื่อระดับของ Exchangeable K และ Soil solution K ในดินลดลง nonexchangeable K จะถูกปลดปล่อยออกมา ซึ่งอัตราการปลดปล่อยออกมานี้จะช้าหรือเร็วมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับชนิดของสารคอลลอยด์ในดินและสภาพแวดล้อม ความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมในดินต่อพืชจึงขึ้นอยู่กับสภาพสมดุลของโพแทสเซียมดังกล่าวในดินนั้น

2.3.2 บทบาทของโพแทสเซียมที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

ก. กระบวนการสร้างน้ำตาลและแป้ง ในพืชที่ขาดโพแทสเซียมจะมีปริมาณแป้งต่ำกว่าปกติ

ข. คุณภาพของผักและผลไม้ การขาดโพแทสเซียมจะทำให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตของพืชต่ำลง คุณภาพของผลไม้ที่ลดลงนี้ รวมถึง สี ขนาด ความเป็นกรด และคุณภาพในการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค. ความต้านทานโรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับพืชหลายชนิดจะลดลงถ้าดินมีโพแทสเซียมเพียงพอหรือใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้แก่ดินที่ขาดโพแทสเซียม ทั้งนี้เพราะว่าโพแทสเซียมจะทำให้ผนังเซลล์ของพืชหนาและมั่นคง ยากต่อการเข้าทำลายของโรค นอกจากนี้โพแทสเซียมยังเป็นตัวเร่งให้เซลล์ทำงานได้ดีขึ้น

2.3.3 บทบาทของโพแทสเซียมต่อผลผลิตพืช

Kathryn (2005) กล่าวว่า สมดุลระหว่างไนโตรเจนและโพแทสเซียมมีอิทธิพลต่อการพัฒนาสีแดงในผล การขึ้นทับของสีและความสดของผลมีความสัมพันธ์กับไนโตรเจนที่ต่ำและระดับโพแทสเซียมที่สูง เมื่อได้รับโพแทสเซียมเพียงพอจะช่วยให้ต้นและตาดอกมีความต้านทานต่ออันตรายจากความหนาวเย็น หากปริมาณโพแทสเซียมต่ำกว่า 1% เป็นสาเหตุให้ขนาดผลเล็กลง

โพแทสเซียมแข่งขันกับแมกนีเซียมและแคลเซียมในการนำไปใช้สร้างผลผลิตพืช การที่มีโพแทสเซียมมากเกินไปเป็นสาเหตุให้ขาดธาตุอื่น โพแทสเซียมสามารถถูกชะละลายอย่างรวดเร็วแต่สามารถสะสมไว้ได้ในดินชั้นล่างและอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช และการให้ปุ๋ยโพแทสเซียม 50-80 poundK_2O/ปี (9.07-14.52 kg/ไร่) จะช่วยคงโพแทสเซียมไว้ได้ในแปลง

Leece (1976) กล่าวว่า ในระยะการสร้างผลและเมล็ดพืชจะมีการสะสมอาหารในผลและเมล็ด โดยสารอาหารที่พืชสะสมประเภทหนึ่งคือแป้งและน้ำตาล ธาตุปุ๋ยที่ช่วยส่งเสริมการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลคือโพแทสเซียม ส่งเสริมคุณภาพของผลผลิตทางด้านการส่งเสริมการสะสมน้ำตาลในผลผลิต

3. การให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำพืช (fertigation)

พงศ์ศักดิ์ (2549) กล่าวว่า Fertigation หมายถึง การให้ปุ๋ย (fertilizer) พร้อมกับการให้น้ำพืช (irrigation) หรือการให้ปุ๋ยในระบบชลประทานหรือการให้น้ำพืช โดยปุ๋ยเคมีที่ให้จะต้องเป็นปุ๋ยน้ำหรือปุ๋ยเคมีที่ละลายน้ำได้ การให้ปุ๋ยแบบวิธีนี้มักใช้ร่วมกับระบบการให้น้ำพืชสมัยใหม่ เช่น ระบบให้น้ำแบบสปริงเกลอร์หรือระบบให้น้ำพืชแบบหยดซึ่งพืชจะได้รับปุ๋ยพร้อมกับน้ำชลประทานที่ให้ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืชดีขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมปริมาณปุ๋ยที่จะให้ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างดีทำให้มั่นใจว่าพืชแต่ละต้นจะได้รับปุ๋ยใกล้เคียงกันทุกๆ ต้น นอกจากนี้ยังอาจให้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ด้วย

สิ่งสำคัญและจำเป็นต้องใช้ควบคู่กับระบบการให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำพืชก็คือระบบให้น้ำพืชด้วยระบบท่อและต้องมีความดันของน้ำด้วย เนื่องจากวิธีการนำน้ำสารละลายปุ๋ยไปให้พืชได้จะต้องมีระบบการกระจายน้ำและปุ๋ยให้แก่ต้นพืชอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอตลอดทั้งแปลงปลูก ระบบการให้น้ำพืชด้วยระบบท่อในปัจจุบันที่เป็นที่นิยม คือ ระบบน้ำหยดและระบบสปริงเกลอร์ขนาดเล็ก หรืออาจจะเรียกรวมๆ ว่า ระบบการให้น้ำพืชแบบเฉพาะจุด (localize irrigation หรือ micro-irrigation) ซึ่งเป็นระบบการให้น้ำพืชที่มีประสิทธิภาพในการกระจายน้ำและปุ๋ยที่ดี น้ำและปุ๋ยที่ให้จะสะสมอยู่ในบริเวณต้นพืชเท่านั้น นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมการให้น้ำและปุ๋ยตามปริมาณและระยะเวลาที่พืชต้องการ หรือแม้กระทั่งสามารถนำระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติมาใช้ร่วมด้วย ทำให้การทำงานสะดวกสบายไม่จำเป็นต้องใช้คนเฝ้าตลอดเวลา

3.1 ข้อดีและข้อเสียของการให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำพืช (พงศ์ศักดิ์, 2549)

วิธีการใส่ปุ๋ยให้แก่พืชแต่เดิมที่นิยมกันมีอยู่ 2 วิธี คือ 1. โดยการใส่ลงไปในดินในรูปของปุ๋ยแข็งหรือปุ๋ยเหลว และ 2. โดยการฉีดพ่นทางใบ การใส่ปุ๋ยทั้งสองวิธีนี้ผู้ใส่จะต้องเข้าไปใกล้ต้นพืชจึงจะสามารถใส่ปุ๋ยได้ทั่วถึง การให้ปุ๋ยด้วยวิธีเหล่านี้จำเป็นต้องใช้เวลาและแรงงานมากจึงจะใส่ได้ทั่วทั้งแปลง ดังนั้นเมื่อได้มีการพัฒนาระบบการให้น้ำพืชที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพมากขึ้นสามารถให้น้ำพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความสม่ำเสมอตลอดทั้งแปลง ประหยัดน้ำ ประหยัดเวลา นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาระบบการให้น้ำพืชแบบอัตโนมัติทำให้สามารถลดปัญหาเรื่องแรงงานคนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้มีการพัฒนาระบบการให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำพืชที่ดีขึ้นทำให้ประหยัดแรงงานในการให้ปุ๋ย ประหยัดปุ๋ย ช่วยให้พืชได้รับปุ๋ยอย่างทั่วถึงตลอดแปลงปลูก พืชสามารถนำปุ๋ยไปใช้ได้ทันที เนื่องจากปุ๋ยอยู่ในรูปสารละลายแล้วพืชจึงดูดซึมไปใช้ได้ทันทีเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืช

3.1.1 ข้อดีของการให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำพืช

ก. ประหยัดแรงงานในการให้ปุ๋ย เนื่องจากเป็นวิธีการให้ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารพืชละลายลงไปในน้ำที่จะให้แก่พืชและกระจายปุ๋ยไปยังต้นพืชโดยอาศัยระบบให้น้ำพืชที่กระจายอยู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในแปลงปลูกโดยไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานคนในการขนปุ๋ยไปหว่านให้กับต้นพืช นอกจากนี้การให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำพืชยังมีความสม่ำเสมอของปริมาณเนื้อปุ๋ยหรือธาตุอาหารที่ให้แก่พืช พืชทุกต้นจะได้รับปุ๋ยในปริมาณที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

ข. พืชได้รับปุ๋ยในปริมาณที่เพียงพอตามความต้องการ และได้รับอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง ทั้งนี้เนื่องจากระบบการให้น้ำพืชในปัจจุบันมีประสิทธิภาพในการให้น้ำมีความสม่ำเสมอในการกระจายน้ำมากขึ้น พืชจึงได้รับน้ำและปุ๋ยพร้อมๆกันอย่างทั่วถึง

ค. การให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำ พืชจะได้รับปุ๋ยในปริมาณที่เพียงพอและตรงตามเวลาที่พืชต้องการตามช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต สามารถให้ปุ๋ยในปริมาณน้อยๆ แต่สามารถที่จะให้บ่อยครั้งตามความเหมาะสมและความสามารถของพืชที่จะดูดไปใช้ จึงช่วยลดการสูญเสียปุ๋ยไปโดยเปล่าประโยชน์

ง. สามารถควบคุมปริมาณน้ำและปุ๋ยให้อยู่ในบริเวณที่เป็นเขตของรากพืช โดยกำหนดปริมาณน้ำไม่ให้มากเกินไปจนออกนอกเขตของรากพืช ซึ่งจะเป็นการลดการสูญเสียน้ำและปุ๋ย

จ. สามารถกำหนดปริมาณและชนิดของปุ๋ยที่จะให้แก่พืชในแต่ละช่วงอายุพืชตามความต้องการของพืช โดยสามารถเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชบางชนิดให้สูงขึ้นในกรณีที่พืชขาดธาตุอาหารดังกล่าวได้

ฉ. ลดการใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักรกลเกษตรในการหว่านปุ๋ยและในการขนส่งปุ๋ยไปให้พืชในแปลงปลูกโดยไม่ต้องนำเครื่องมือหรือเครื่องจักรกลเกษตรเข้าไปในแปลงปลูก

ช. ลดปัญหาอันตรายของพืชที่เกิดจากความเข้มข้นของปุ๋ยมากเกินไป เนื่องจากน้ำสารละลายปุ๋ยที่ให้แก่พืชมีความเข้มข้นต่ำ โดยสามารถควบคุมความเข้มข้นของสารละลายปุ๋ยได้ก่อนที่จะส่งไปให้แก่พืช

ซ. สามารถผสมสารเคมีจำกัดศัตรูพืชอื่นๆ พร้อมกับการให้น้ำพืชได้ เช่น สารเคมีกำจัดวัชพืช สารเคมีกำจัดโรคพืช เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.2 ข้อเสียของการให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำพืช

ก. อุปกรณ์การให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำยังมีราคาแพง ค่าใช้จ่ายด้านการดำเนินงานสูง เนื่องจากเครื่องให้ปุ๋ยพร้อมกับการให้น้ำพืชมีประสิทธิภาพดีก็จะมีราคาค่อนข้างสูง ทำให้ต้นทุนในการใช้ระบบสูงขึ้น นอกจากนี้สารเคมีหรือปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับระบบการให้น้ำพืชยังมีราคาสูงกว่าปุ๋ยเคมีทั่วๆ ไป

ข. ปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับระบบการให้น้ำพืชจะต้องเป็นปุ๋ยเหลวหรือจะต้องละลายน้ำได้เพื่อให้สามารถฉีดอัดเข้าไปผสมกับน้ำที่จะให้แก่พืชได้ทันที ซึ่งปุ๋ยเคมีบางชนิดละลายน้ำได้ยากจึงไม่เหมาะที่จะใช้กับระบบนี้ เช่น ปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟต หรือแคลเซียมฟอสเฟต แอมโมเนียมฟอสเฟต เป็นต้น ดังนั้นปุ๋ยเคมีที่ไม่ละลายน้ำจึงเป็นข้อจำกัดของระบบการให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำพืช

ค. ปุ๋ยเคมีบางชนิดจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในระบบท่อส่งน้ำทำให้เกิดการตกตะกอนของสารประกอบทางเคมีอาจก่อให้เกิดการอุดตันในระบบท่อและหัวจ่ายน้ำได้ โดยเฉพาะระบบน้ำหยด นอกจากนี้ปฏิกิริยาเคมีอาจทำให้เกิดการผุกร่อนของท่อและส่วนประกอบของระบบที่เป็นโลหะ เช่น เครื่องสูบน้ำ ระบบท่อเมนส่งน้ำ เป็นต้น

ง. อาจเกิดความเป็นพิษของน้ำถ้าหากมีการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคร่วมกับน้ำที่ให้กับพืชในระบบเดียวกัน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องติดป้ายเตือนให้ผู้อื่นทราบไม่ให้นำน้ำในระบบมาใช้บริโภค

จ. ในกรณีที่ใช้ระบบการให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำพืชร่วมกับระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์จะต้องผสมสารละลายปุ๋ยเคมีให้มีความเข้มข้นพอเหมาะไม่มากจนเกินไปซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อพืชได้

ฉ. จะต้องมีถังบรรจุน้ำสารละลายปุ๋ยเคมีในขนาดปริมาณที่เหมาะสมกับปริมาณการใช้งานในแต่ละครั้งที่ให้ ทั้งนี้หากถังเล็กเกินไปก็จะทำให้ต้องผสมบ่อยๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 การให้น้ำพืชแบบหยด (Drip or Trickle irrigation)

มนตรี (2535) กล่าวว่า การชลประทานแบบน้ำหยดเป็นการให้น้ำแก่พืชในปริมาณน้อยๆ อย่างช้าๆ แต่ให้น้ำบ่อยๆ ครั้งตามความต้องการของพืช และให้น้ำบริเวณเขตรากพืชเท่านั้น จุดมุ่งหมายสำคัญของการให้น้ำแบบนี้ เพื่อที่จะรักษาระดับความชื้นของดินบริเวณเขตรากพืชให้อยู่ในระดับที่พืชสามารถดูดความชื้นไปใช้สร้างความเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์พอเหมาะกับความต้องการตลอดเวลา การรักษาความชื้นให้คงที่พอเหมาะนี้ ระบบนี้จึงมีการควบคุมเวลา และอัตราการจ่ายน้ำ เพื่อที่จะไม่ทำให้ดินอิ่มน้ำหรือแห้งเกินไป

การให้น้ำพืชแบบหยด หมายถึง การให้น้ำแก่พืชที่จุดใดจุดหนึ่งหรือหลายๆ จุดบนผิวดินในเขตรากพืช อัตราที่ให้น้ำนั้นไม่มากพอที่จะทำให้ดินในเขตรากนั้นเปียกชุ่มเป็นบริเวณกว้าง เป็นการให้น้ำทีละน้อยๆ เป็นระยะเวลานานๆ ต้องการให้ดินมีความชื้นสูงตลอดเวลา เนื่องจากค่าลงทุนครั้งแรกค่อนข้างสูงจึงเหมาะกับพืชที่ให้ผลตอบแทนสูง

Keller and Bliesner (1990) ได้กล่าวถึงความหมายของระบบชลประทานแบบน้ำหยดเป็นการให้น้ำในบริเวณเขตรากของแต่ละต้นพืช จะให้บนผิวดินหรือใต้ดินก็ได้

คุณลักษณะสำคัญของการให้น้ำแบบหยด

Dasberg and Bresler (1985) กล่าวถึงคุณลักษณะสำคัญของการให้น้ำแบบหยด ดังนี้

3.2.1 หัวปล่อยน้ำที่ต้องใช้เป็นหัวปล่อยน้ำที่ใช้ความดันต่ำ ประมาณ 20-200 kPa และอัตราจ่ายน้ำระหว่าง 1-10 lit/ชั่วโมง

3.2.2 เป็นวิธีการให้น้ำบริเวณรากพืชโดยตรงและให้น้ำบ่อยๆ ครั้ง

3.2.3 เป็นวิธีการให้น้ำที่ใช้เวลานาน

3.2.4 เป็นวิธีการให้น้ำด้วยท่อที่มีหัวปล่อยน้ำติดกับสายเป็นส่วนมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ปุ๋ยไปกับน้ำต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ

Romo and Diaz (1985) ศึกษาการกระจายของรากและสถานะของธาตุอาหารของพีชพันธุ์ 'Desertgold' บนต้นตอ 'Nemaguard' ที่ประเทศเม็กซิโก เปรียบเทียบการให้น้ำแบบน้ำหยดกับการให้แบบปล่อยท่วมในดินร่วนปนทราย โดยมีตำแหน่งที่ตั้งหัวน้ำหยดห่างจากโคนต้น 1 m ทำการขุดรอบโคนต้นทุก ๆ ระยะ 40 ,80, 120 และ 160 cm แต่ละระยะแยกเก็บทุกๆ 20 cm จนถึงระดับความลึก 120 cm ตามลำดับ พบว่า การกระจายของรากพืชในระบบการให้น้ำแบบปล่อยท่วมมีการกระจายของรากมากกว่าการให้น้ำแบบน้ำหยด ที่ระดับความลึก 0-40 cm พบรากกว่า 60% ในการให้น้ำแบบน้ำหยด และพบรากประมาณ 30% ในการให้น้ำแบบปล่อยท่วม รากจะเล็กลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มมากขึ้น และในระบบการให้น้ำทั้งสองพบรากจำนวนน้อยที่บริเวณใกล้โคนต้นในทุกระดับความลึก

Koumanov *et al.* (2004) ศึกษาการดูดน้ำของรากต้นอัลมอลด์อายุ 6 ปี ในดินที่ให้น้ำในระบบ micro-sprinkler โดยมีปริมาตรดินที่เปียก 2 x 2 x 0.9 m^3 การลดลงของปริมาณน้ำในดินและใช้ในการอธิบายการกระจายของรากและการดูดน้ำไปใช้โดยราก พบว่า มีการลดลงของความชื้นดินในชั้นระดับ 25 cm แรก บริเวณระยะห่างจากโคนต้นที่รัศมี 1.0-1.5 m มากที่สุด และช่วงเวลาการลดลงของความชื้นดินสูงสุดที่ช่วงเวลา 10:00 – 14:00 น. ในแต่ละวัน

Koumanov *et al.* (2006) ได้ทดลองการดูดน้ำไปใช้โดยรากของต้นอัลมอลด์ พบว่า การดูดน้ำไปใช้โดยรากจะขึ้นกับการเคลื่อนที่ของน้ำในหน้าตัดดินมากกว่าความหนาแน่นของรากภายในดิน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Li *et al.* (2002); Lehman (2003) และ Mmolawa and Or (2003) ได้ทำการทดลองในข้าวโพดหวานซึ่งได้ผลการทดลองเป็นไปในทางเดียวกัน

Quinones *et al.* (2007) ศึกษาการเคลื่อนย้ายของปุ๋ยไนโตรเจนในหน้าตัดดินและการดูดซับธาตุอาหารของส้มอายุ 8 ปี เมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับการให้น้ำแบบปล่อยท่วม และแบบน้ำหยด พบว่า มีการสะสม NO_3^- ในชั้นดินบนในระบบการให้น้ำแบบน้ำหยดมากกว่าการให้น้ำแบบปล่อยท่วม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในระบบดิน-พืช พบ ^{15}N recovery 92.3% และ 84.5% ในระบบการให้น้ำแบบน้ำหยดและแบบปล่อยท่วม ตามลำดับ ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนแบบน้ำหยดมีค่าเท่ากับ 75.1% ซึ่งมากกว่าการให้น้ำแบบปล่อยท่วม ที่มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย 62.7% การให้น้ำแบบปล่อยท่วม มี ^{15}N recovery คงเหลือในดิน 7.1% ในขณะที่การให้น้ำแบบน้ำหยดคงเหลือในดินเพียง 0.7%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kirda *et al.* (2007) ศึกษาวิธีการให้น้ำแบบขาดแคลนและการให้น้ำเฉพาะส่วนชั้นราก เปรียบเทียบกับการให้น้ำเต็มความต้องการของพืช โดยศึกษาในพืชผัก (มะเขือเทศและพริกไทย) และพืชไร่ (ข้าวโพดและฝ้าย) และส้ม พบว่า การให้น้ำเฉพาะส่วนชั้นรากให้ผลผลิตมากกว่าการให้น้ำแบบขาดแคลน 7-22% และผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการให้น้ำแบบเต็มความต้องการของพืช การให้น้ำเฉพาะส่วนชั้นรากช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ 39% เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบเต็มความต้องการของพืช

Jiu-sheng *et al.* (2007) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการกระจายตัวของ NO_3^- จากตำแหน่งที่ตั้งหัวน้ำหยด ผลจากการวัดการกระจายตัวของ NO_3^- ได้แสดงการสะสมของ NO_3^- ไปในบริเวณที่ดินมีความชื้นของรัศมีน้ำหยด

Siyal and Skaggs (2009) กล่าวว่า การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพมีความสำคัญมากทางด้านการเกษตรในเขตพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำอย่างจำกัด การให้น้ำทางใต้ผิวดินสามารถช่วยลดการระเหยน้ำในระบบการเกษตร

Sokalska *et al.* (2009) ศึกษาผลของการให้น้ำแบบน้ำหยดที่ระยะห่างจากโคนต้น 30 cm เป็นระยะเวลา 12 ปี ต่อการกระจายของรากต้นแอปเปิ้ลพันธุ์ 'gloster' บนต้นตอ M26 ทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศโปแลนด์ พบว่า ในตำรับทดลองที่ให้น้ำแบบน้ำหยดพบรากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 1 มิลลิm มากกว่าการไม่ให้น้ำและให้น้ำในปริมาณที่มากเกินพอ และระบบรากตื้นพบมากในบริเวณรัศมีของน้ำที่แพร่กระจายทางด้านบนของหน้าตัดดิน

Fernadez *et. al*. (1991) ศึกษาการกระจายของรากที่มีกิจกรรมสูงของต้นมะกอกโอลีฟ ที่มีผลมาจากการให้น้ำแบบน้ำหยด โดยใช้ ^{32}P ศึกษาบริเวณรากที่มีกิจกรรมสูง ทำการทดลองใน 2 เนื้อดิน คือ ดินร่วนปนทราย และดินร่วนเหนียว ใช้ต้นมะกอกโอลีฟอายุ 20 ปี มีระยะห่างระหว่างต้น 7x7 m พบว่า ทั้งสองเนื้อดินรากที่มีกิจกรรมสูงพบในปริมาณมากบริเวณที่ดินมีความชื้นสูงใกล้กับตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ โดยในดินร่วนปนทรายพบรากที่มีกิจกรรมสูงลึกจากผิวหน้าดินลงไป 60 cm และดินร่วนเหนียวพบมากที่ระดับความลึก 80 cm รากพืชที่พบส่วนมากจะเป็นรากขนาดเล็กกว่า 0.5 m

Mimoun *et al.* (2005) ได้ศึกษาผลของน้ำหนักผลผลิตต่อการพัฒนาของรากต้นพีชพันธุ์ 'O' Henry ที่เจริญเติบโตเต็มที่ ทำการทดลองใน 3 ตำรับการทดลอง คือ ตัดแต่งกิ่งแบบการค้า ไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัดแต่งกิ่ง และตัดแต่งกิ่งแบบไม่เหลือผลไว้บนต้น แต่ละตำรับทดลองใช้ต้นพืชในการศึกษา จำนวน 7 ต้น แต่ละต้นมีภาชนะฝังกลบลงดินเพื่อใช้ในการศึกษาการพัฒนาของราก ในระยะเวลาของการเจริญเติบโตของผล 4 ระยะด้วยกัน (3 ระยะแรกระหว่างการเจริญของผลและระยะหลังการเก็บเกี่ยว) ผลการศึกษา พบว่า ระยะแรกของการของการเจริญของผล น้ำหนักผลผลิตไม่มีผลต่อการเจริญของราก ระยะที่สองในแต่ละตำรับทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือมีการพัฒนาของรากต้นพืชในต้นที่มีการตัดแต่งกิ่งแบบการค้าสูงกว่าในตำรับทดลองที่ตัดแต่งกิ่งแบบไม่เหลือผลผลิตไว้บนต้น รากของต้นพืชมีการเจริญเติบโตน้อยมากในช่วงระยะเวลาที่ผลแก่จัด หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วรากต้นพืชมีการพัฒนาอีกครั้งในทุกตำรับทดลอง

Mitchell and Black (1968) ศึกษาการกระจายของรากพืชภายใต้สภาวะทุ่งหญ้าและสภาวะการเพาะปลูก ในต้นพืชอายุ 4 ปี เนื้อดินร่วนเหนียวปนทราย โดยหาสัดส่วนของรากขนาดเล็ก (< 1 mm) ขนาดกลาง (1-9 mm) และขนาดใหญ่ (>9 mm) ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษาในปี ค.ศ. 1962-1966 พบว่า การกระจายของรากขนาดเล็กกว่า 1 mm มีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นสำหรับการปลูกพืชภายใต้สภาวะทุ่งหญ้า และลดปริมาณลงภายใต้สภาวะการเพาะปลูก

Marzadori *et al.* (1996) ศึกษาการกระจายขนาดของรากต้นพืชในสวน โดยใช้ปริมาณธาตุอาหารที่ถูกนำไปใช้โดยรากต้นพืช และกระบวนการเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของสารอินทรีย์เป็นตัวชี้วัด ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 10 เดือน โดยเก็บตัวอย่างดินเป็น 2 กลุ่ม คือ ตัวอย่างดินกลุ่มแรกเก็บดินบริเวณรากต้นพืช และตัวอย่างดินกลุ่มที่สองเก็บดินบริเวณนอกรากต้นพืช พบว่า จำนวนของ NH_4^+-N และไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของตัวอย่างดินกลุ่มแรกมีความแตกต่างทางสถิติของ NH_4^+-N ในระยะเวลาที่ศึกษา แต่ในตัวอย่างดินกลุ่มที่สองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดย NH_4^+-N ที่ลดลงมีสาเหตุมาจากการกระจายของรากและการดูดไปใช้โดยรากต้นพืช

Koumanov *et al.* (2003) ศึกษาการดูดน้ำของรากต้นอัลมอลด์อายุ 6 ปี พันธุ์ 'Butte' บนต้นตอ 'Level Peach' ปลูกที่ระยะห่างระหว่างต้น 4.8x6.6 m ให้น้ำแบบไมโครสปริงเกลอร์ วัดโดยใช้ neutron probe และ tensiometer ในบริเวณที่ดินมีความชื้นจากหัวจ่ายน้ำ (2x2x0.9 m) ผลการทดลองพบว่า บริเวณที่รากมีการดูดน้ำไปใช้สูงสุดพัฒนาจากบริเวณโคนต้นจนถึงบริเวณรากด้านนอก รูปแบบของการลดลงของน้ำในดินจะลดลงเป็นรัศมีรอบๆ โคนต้น จนถึงระยะที่ปริมาณน้ำลดลงสูงสุดที่ระยะ 90 cm จากโคนต้น และที่ระยะ 20-25 cm จากผิวดิน โดยสรุป ปัจจัยที่มีผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ควบคุมการดูดน้ำไปใช้โดยราก คือ การกระจายของรากี่มีกิจกรรมสูง การกระจายของน้ำบริเวณรอบๆ ราก และระยะห่างของการตั้งหัวจ่ายน้ำจากโคนต้น

Veihmeyer and Hendrickson (1938) ศึกษาความชื้นดินที่มีผลต่อการกระจายของรากในสวนไม้ผลผลัดใบ โดยทำการทดลองในสวนต้นพีช อายุ 13 ปี ที่มีระยะห่างระหว่างต้น 7.2x7.2 m เก็บดินที่ระยะห่างจากโคนต้น 90, 180, 270 และ 360 cm เก็บ 4 ทิศทาง รอบโคนต้น ในแต่ละระยะเก็บที่ระดับความลึก 0-30, 30-60, 60-90, 90-120, 120-150 และ 150-180 cm ตามลำดับ โดยพบว่าที่ระยะห่างจากโคนต้น 90-180 cm และที่ระดับความลึกดิน 60-90 cm เป็นระยะที่ความชื้นดินลดลงในช่วงเดือนเมษายน จนถึงลดลงสูงสุดในเดือนตุลาคมของปีเดียวกัน

Cockroft and Willoughby (1974) และ Proebsting (1943) กล่าวว่าต้นพีชที่เจริญเติบโตเต็มที่จะพบรากส่วนมากที่ระดับความลึกจากผิวดิน 0-80 cm และระยะห่างจากโคนต้น 1 m

Lehmann and Muraoka (2001) และ Wahid (2001) กล่าวว่ารากของไม้ผลจำนวนมากจะอยู่บริเวณหน้าดิน โดยศึกษามาจากวิธีนับจำนวน ชั่งน้ำหนักราก วัดความยาวรากต่อน้ำหนักดิน และการลดลงของน้ำและธาตุอาหารที่มีผลมาจากราก กิจกรรมของรากจะแตกต่างกันในแต่ละระดับความลึกทำให้ส่งผลถึงการดูดธาตุอาหารจากดิน การหาบริเวณรากที่มีกิจกรรมสูงไม่อาจกำหนดระดับความลึกที่ตายตัวได้ แต่มีความสัมพันธ์กับระดับความลึกที่มีการนำธาตุอาหารไปใช้ในส่วนเหนือดินสูงสุด โดยที่บริเวณรากที่มีกิจกรรมสูงจะอยู่ที่ระดับความลึก 20-40 cm (IAEA, 1975)

Johannes (2003) ศึกษาบริเวณที่รากมีกิจกรรมสูงของไม้ผล โดยใช้ ^{32}P และ ^{15}N ทดลองในต้นพีชและปาล์ม กำหนดระยะเก็บดินที่ระยะห่างจากโคนต้น 10, 20, 30, 40, 50, 60 และ 70 cm ในแต่ละระยะเก็บดินที่ระดับความลึก 10, 60 และ 150 cm ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ในต้นปาล์มรากที่มีกิจกรรมสูงพบมากที่ระยะห่างจากโคนต้น 30-50 cm ที่ระดับความลึก 60, 10 และ 150 cm ตามลำดับ ในต้นพีชรากที่มีกิจกรรมสูงพบมากที่ระยะห่างจากโคนต้น 50-60 cm ที่ระดับความลึก 10, 60 และ 150 cm ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Larry *et a.l* (1999) พบว่า ต้นพืชเจริญเติบโตได้ดีที่ pH 5.5-8 รากของต้นพืชจะขยายออกทางด้านข้างมากกว่าในแนวดิ่ง แต่อย่างไรก็ตามจะพบรากต้นพืชจำนวนมากบริเวณดินที่มีความชื้นสูง โดยจะพบรากมากกว่า 90% ที่ระดับความลึก 45 cm จากผิวดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พืชพันธุ์ Tropic Beauty อายุ 4-6 ปี จำนวน 48 ต้น

2. หัวจ่ายน้ำชนิดน้ำหยดต้นละ 4 หัว รัศมีน้ำที่กระจายรอบหัวจ่ายเท่ากับ 10 cm โดยใช้หัวจ่ายน้ำในอัตรา 40 lit/ชั่วโมง

3. ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

4. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างและเตรียมตัวอย่างดิน

5. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างและเตรียมตัวอย่างผลพืช

6. เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในตัวอย่างดินก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว

7. เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด ในผลพืชที่เก็บเกี่ยว

8. เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพผลพืช

9. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. ออกแบบการทดลอง

การทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำและอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมที่จะทำให้ปุ๋ยที่ให้ทั้งหมดไปกับระบบน้ำต่อการดูดไปใช้สำหรับสร้างคุณภาพและผลผลิตในปริมาณที่เหมาะสม และไม่ให้ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินความจำเป็น เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายหลักจึงแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอน โดยทั้งสองการทดลองนี้ต้องการทดสอบสมมติฐานที่ว่าด้วยการดูดซับธาตุอาหาร N, P_2O_5 และ K_2O ในชั้นหน้าตัดดิน ทั้งสองการทดลองทำในแปลงเดียวกันแต่คนละปี โดยออกแบบการทดลองแบบ split-plot design แบ่งเป็น 2 ปัจจัย ได้แก่ อัตราปุ๋ยเป็นปัจจัยหลัก และตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำเป็นปัจจัยรอง แต่ละปัจจัยมี 4 ตำรับการทดลอง ทำ 3 ซ้ำ รวมใช้ต้นพี้ชอายุ 4-6 ปี จำนวน 48 ต้น โดยแต่ละต้นถือเป็น 1 หน่วยทดลอง

การทดลองตอนที่ 1 มิถุนายน 2549 – มิถุนายน 2550 มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ศึกษาผลของการตอบสนองของคุณภาพผลพี้ชต่อปุ๋ยโพแทสเซียม ดัชนีที่ใช้ในการชี้วัดคือ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (total soluble solid; TSS) ในผลพี้ชที่เก็บเกี่ยว

2. หาตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำที่เหมาะสมเพื่อทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพี้ชมีความเหมาะสมที่สุด ดัชนีที่ใช้ในการชี้วัด คือ ปริมาณธาตุอาหารที่ลดลงหลังจากการเก็บเกี่ยว (frequency of nutrient depletions) และปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพี้ช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมมีทั้งหมด 4 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ รายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมทั้งหมด 4 ตำรับการทดลอง ของการทดลองตอนที่ 1

ตำรับการทดลอง	ปริมาณปุ๋ยที่ให้ต่อต้น
$T0_1$ (ตำรับควบคุม)	ไม่มีการใส่ปุ๋ย
$T1_1$	15 g-N + 0 g-P_2O_5 + 15 g-K_2O
$T2_1$	15 g-N + 0 g-P_2O_5 + 30 g-K_2O
$T3_1$	15 g-N + 0 g-P_2O_5 + 60 g-K_2O

หมายเหตุ ตัวห้อย 1 หมายถึง การทดลองตอนที่ 1

การทดลองตอนที่ 2 มิถุนายน 2550 – มิถุนายน 2551 มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. หาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืชมีความเหมาะสมที่สุด ดัชนีที่ใช้ในการชี้วัด คือ ข้อมูลผลผลิต ได้แก่ จำนวนและมวลผลรวม ผลดี ผลเสีย และผลแยกเกรด และคุณภาพผล ได้แก่ ขนาดผล ความแน่นเนื้อ (flesh firmness; FN), ปริมาณกรด (titratable acidity; TA) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (total soluble solid; TSS)

2. เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำที่เหมาะสมของการทดลองตอนที่ 1 ดัชนีที่ใช้ในการชี้วัด คือ ปริมาณธาตุอาหารที่ลดลงหลังจากการเก็บเกี่ยว (frequency of nutrient depletions) และปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราปุ๋ยของธาตุอาหารหลักมีทั้งหมด 4 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ รายละเอียดดังนี้

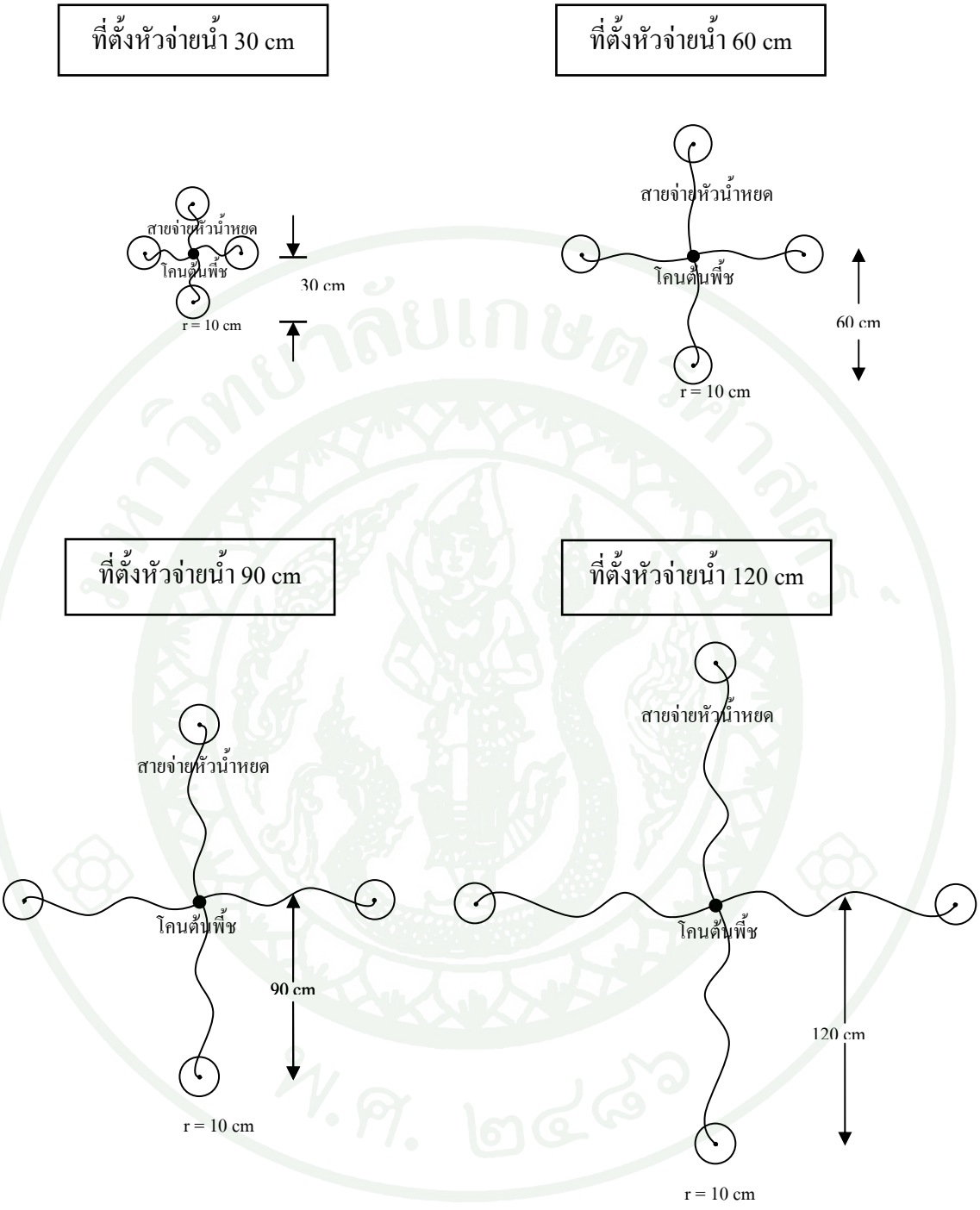
ตารางที่ 2 อัตราปุ๋ยของธาตุอาหารหลักทั้งหมด 4 ตำรับการทดลองของการทดลองตอนที่ 1

ตำรับการทดลอง	ปริมาณปุ๋ยที่ให้ต่อต้น
$T0_2$ (ตำรับควบคุม)	ไม่มีการใส่ปุ๋ย
$T1_2$	100 g-N + 12 g-P_2O_5 + 90 g-K_2O
$T2_2$	200 g-N + 24 g-P_2O_5 + 180 g-K_2O
$T3_2$	400 g-N + 48 g-P_2O_5 + 360 g-K_2O

หมายเหตุ ตัวห้อย 2 หมายถึง การทดลองตอนที่ 2

ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ มี 4 ระยะ คือ วางให้ห่างจากโคนต้นพืชโดยรอบเป็นระยะ 30, 60, 90 และ 120 cm ตามลำดับ แต่ละหน่วยการทดลองให้น้ำแบบ drip-sprinkler และวางหัวจ่ายน้ำจำนวน 4 หัว ในแนวกากบาทรอบโคนต้นพืช (ภาพที่ 1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำที่ระยะห่างจากโคนต้น 30, 60, 90 และ 120 cm โดยวงกลมทั้ง 4 ตำแหน่งรอบโคนต้นพืชแสดงตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำที่ระยะต่างๆ มีรัศมีน้ำที่กระจายรอบหัวจ่ายน้ำเท่ากับ 10 cm

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 การจัดการแปลงพืชในรอบปีของการทดลองทั้ง 2 ตอน

สภาพต้น	ช่วงเวลา	การจัดการ
หลังการเก็บเกี่ยว	เมษายน (ฤดูร้อน)	ตัดแต่งกิ่งและจัดทรงต้น ให้ปุ๋ยคอก 25 kg และปูนขาว 3 kg/ต้น
ต้นเจริญเติบโต	พฤษภาคม – กันยายน (ฤดูฝน)	ให้ปุ๋ยตามอัตราที่กำหนดโดยแบ่งใส่ ทั้งหมด 6 ครั้ง ให้ไปกับระบบน้ำ
ระหว่างพักตัว	ตุลาคม – พฤศจิกายน (ต้นฤดูหนาว)	ตัดแต่งกิ่งและจัดทรงต้น ให้ปุ๋ยคอก 25 kg และปูนขาว 3 kg/ต้น
เริ่มแตกตา ดอกบาน	ธันวาคม – มกราคม (ปลายฤดูหนาว)	ปลิดดอกให้ได้ระยะห่างประมาณ 3-6 ดอก ต่อความต้องการ 1 ผล
ติดผลอ่อน	ธันวาคม – มกราคม (ปลายฤดูหนาว)	ปลิดผลให้ได้ระยะห่างประมาณ 15-30 cm ต่อผล
ผลเจริญเติบโต	มกราคม – กุมภาพันธ์ (ปลายฤดูหนาว – ต้นฤดูร้อน)	ห่อผล
ผลใกล้ระยะเก็บเกี่ยว	กุมภาพันธ์ – มีนาคม (ต้นฤดูร้อน)	ตัดแต่งกิ่งกระโดงและกิ่งแน่นทึบ

หมายเหตุ การทดลองทั้ง 2 ตอน จัดการแปลงพืชในรอบปีเช่นเดียวกัน แต่อัตราปุ๋ยที่ให้ในแต่ละปีแตกต่างกันตามตำรับทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การเขตกรรม

2.1 การจัดทรงต้น (Training) และตัดแต่งกิ่ง (Prunning)

สถานีเกษตรหลวงอ่างขางได้ใช้วิธีการจัดทรงต้นแบบ Open center (แบบเปิดกลาง) และใช้การโน้มกิ่งเข้าช่วยเพื่อให้ได้กิ่งโครงสร้างหลักที่เอนลงขนานกับพื้น ทรงพุ่มไม่สูงมากเกินไปทำให้ง่ายต่อการจัดการ โดยทำร่วมกับการตัดแต่งกิ่ง 2 ครั้ง คือ Summer Prunning (การตัดแต่งกิ่งในฤดูร้อน) เป็นการตัดแต่งกิ่งหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จและควรทำให้เสร็จสิ้นในเดือนมิถุนายน และ Winter Prunning (การตัดแต่งกิ่งในฤดูหนาว) มักจะเริ่มทำการตัดแต่งกิ่งหลังจากที่ต้นพืชทิ้งใบประมาณ 70% หรือหมดต้นแล้ว และก่อนที่ดอกจะเริ่มบานโดยทำในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน โดยเลือกตัดแต่งในทรงพุ่ม กิ่งที่เจริญมากเกินไป กิ่งแห้ง กิ่งหัก และกิ่งกระโดง

2.2 การปลิดผลและห่อผล

สถานีเกษตรหลวงอ่างขางได้ทำการปลิดดอกในช่วงที่ดอกบานประมาณเดือนธันวาคม โดยเลือกเว้นระยะห่างไว้ให้ได้ในระยะที่ต้องการ อาจจะเหลือไว้ประมาณ 3 – 6 ดอก ต่อ 1 ช่วงการผลิตที่ต้องการผลผลิต 1 ผล ทั้งนี้เพื่อเผื่อไว้ในกรณีที่ดอกและผลอาจจะร่วงหล่นเอง การปลิดผลจะเริ่มทำประมาณ 20 – 30 วัน หลังการติดผล หลังจากที่ปลิดผลเสร็จห่อผลพืชด้วยถุงห่อผลที่แสงผ่านได้เพื่อป้องกันแมลงวันผลไม้เข้าทำลายผล โดยจะไว้ผลห่างประมาณ 15 – 30 cm ต่อผล

2.3 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปูนขาว

ให้ 2 ครั้งต่อปี ครั้งแรกช่วงเริ่มเข้าฤดูฝนในเดือนมิถุนายน โดยใส่ปูนขาว 3 kg/ต้น และปุ๋ยคอก 25 kg/ต้น และครั้งที่สองในช่วงต้นพักตัวประมาณเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายนในปริมาณเท่าเดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 การให้น้ำ

การทดลองตอนที่ 1 ให้น้ำทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละ 28 lit/ต้น โดยใช้หัวจ่ายน้ำในอัตรา 40 lit /ชั่วโมง นาน 42 นาที โดยการให้น้ำจะให้เฉพาะสัปดาห์ที่ฝนไม่ตก

การทดลองตอนที่ 2 ให้น้ำเช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1 ยกเว้นในเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม ให้สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 140 lit/ต้น โดยใช้หัวจ่ายน้ำในอัตรา 40 lit/ชั่วโมง นาน 3.5 ชั่วโมง

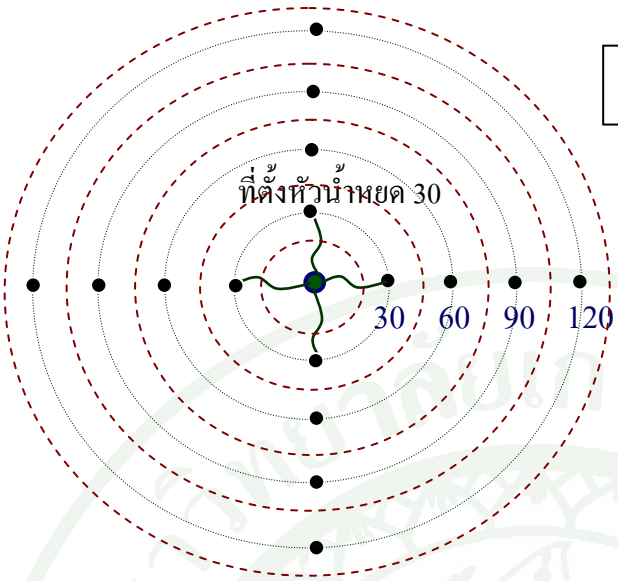
3. การเก็บข้อมูล

3.1 การเก็บข้อมูลของการทดลองตอนที่ 1

3.1.1 ข้อมูลผลผลิต : ตัวอย่างผลพื้ชหาจำนวนและมวลผลรวม ผลดี ผลเสีย และผลแยกเกรด วิเคราะห์คุณภาพผล ได้แก่ ขนาดและมวลของผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (TSS)

3.1.2 ข้อมูลดิน : เก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 หลังจากตัดแต่งกิ่งแล้ว 30 วัน เก็บตัวอย่างดินที่ระยะ 30, 60, 90 และ 120 cm จากโคนต้น โดยเก็บทั้ง 4 ระยะที่ทุกๆ ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำในแต่ละรัศมีเก็บดิน 4 ทิศทางรอบโคนต้นรวมเป็น 1 ตัวอย่าง แต่ละระยะเก็บที่ระดับความลึก 0-30 และ 30-60 cm นำตัวอย่างดินมารวมกันเป็นตัวแทนดินในหน้าตัดดินลึก 75 cm (ภาพที่ 2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 วิธีการเก็บตัวอย่างดินที่ระยะ 30 cm จากโคนต้น แต่ละระยะเก็บที่ระดับความลึก 0-30 และ 30-60 cm โดยเส้น ..... แสดงแนววงกลมที่มีรัศมีเท่ากับระยะที่ตั้งหัวน้ำหยดห่างจากโคนต้น เส้น ------ แสดงขอบเขตพื้นที่ที่นำไปใช้ในการคำนวณมวลดินในแต่ละช่วงรัศมี

3.2 การเก็บข้อมูลของการทดลองตอนที่ 2

3.2.1 ข้อมูลผลผลิต : ตัวอย่างผลพืช หาจำนวนและมวลผลรวม ผลดี ผลเสีย และผลแยกเกรด วิเคราะห์คุณภาพผล ได้แก่ ขนาดและมวลของผล ปริมาณกรดทั้งหมด ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ

3.2.2 ข้อมูลดิน : การเก็บตัวอย่างดินการทดลองตอนที่ 2 ทำตามวิธีในการทดลองตอนที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์คุณภาพผลพืช

จำนวนและมวลผลรวม ผลดี ผลเสีย และผลแยกเกรด ขนาดและมวลของผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณกรดทั้งหมด และความแน่นเนื้อ ทำตามวิธีแนะนำโดย
สุทิน และอุณารุจ (2546)

เก็บพืชในระยะเก็บเกี่ยว กล่าวคือ ผลที่มีสีพื้นผิวผลเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นสีเหลือง (พันธุ์เนื้อเหลือง) และมีสีแดงขึ้นทับมากกว่า 50% ดังนั้นในการเก็บเกี่ยวควรสังเกตจากสีพื้นผิวผลว่าเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแล้วหรือยัง ถ้าเปลี่ยนแสดงว่าสุกแก่แล้ว ช่วงฤดูเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม โดยสุ่มเลือกต้นละ 10 ผล แล้วนำมาประเมินเพื่อทราบถึงลักษณะของคุณภาพผลต่างๆ ตามลำดับ ดังนี้

4.1.1 มวลผล ชั่งน้ำหนักผลบนเครื่องชั่งทีละผล อ่านค่าที่ได้เป็น g เทียบกับค่ามาตรฐาน (ตารางผนวกที่ 2)

4.1.2 ความกว้างผล วัดความกว้างผลโดยใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ (vernier caliper) ทำการวัดความกว้าง 2 ตำแหน่ง คือ ความกว้างระหว่างแก้มผล (cheek) กับแก้มผล และความกว้างระหว่างรอยตะเข็บ (suture) กับอีกด้านหนึ่งของผล จากนั้นนำค่าที่ทั้งสองค่ามารวมกันแล้วหารด้วย 2 ได้เป็นค่าเฉลี่ยของความกว้างผล มีหน่วยเป็น cm

4.1.3 ความยาวผล วัดความยาวผลโดยใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ทำการวัดความยาวผลจากขั้วผลถึงจงอยผล มีหน่วยเป็น cm

4.1.4 ความแน่นเนื้อ (flesh firmness) บันทึกความแน่นเนื้อของผลโดยการเฉือนผลบริเวณแก้มผลทั้งสองข้าง วางผลที่จะวัดในแนวระนาบ (ไม่กลิ้งไปกลิ้งมา) และใช้เครื่อง fruit hardness tester ขนาดหัววัด 0.5 cm (ทรงกระบอก) กดลงไปตรงๆและออกแรงเพียงครั้งเดียว ระวังอย่าให้ส่วนของฐานเครื่องกระแทกกับผล เพราะจะทำให้ค่าที่อ่านได้คลาดเคลื่อน อ่านค่าที่วัดได้ (kg) แล้วนำค่าดังกล่าวคูณด้วย 9.807 สุดท้ายได้หน่วยเป็น N (Newton; N) บันทึกผล (ก่อนทำการวัดให้ reset เข็มบนหน้าปัดเป็น 0 ก่อนทุกครั้ง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (total soluble solid; TSS) วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ โดยหยดน้ำคั้น 1 หยด ลงบนปริซึมของเครื่อง hand refractometer ส่องดูกับแสง แล้วอ่านค่าที่ได้ มีหน่วยเป็น %Brix (ก่อนใช้เครื่อง hand refractometer ควรทำการ calibrate เครื่องก่อนทุกครั้ง)

4.1.6 ปริมาณกรด (titratable acidity; TA) บันทึกปริมาณกรดของพืชแต่ละผล โดยใช้น้ำคั้นจากผลพืชปริมาณ 5 ml นำไปไตเตรทด้วยเครื่อง digital burette (Brand, germany) และใช้สารละลายมาตรฐาน 1N NaOH มี 1% phenolphthalein เป็น indicator คำนวณปริมาณด่างที่ใช้เป็นร้อยละ titratable acidity (TA) ดังนี้

$$\text{TA (\%)} = \frac{\text{N base x ml ของ NaOH x meq. Wt. กรดมาลิก x 100}}{\text{ml น้ำคั้นที่ใช้}}$$

N base	คือ	Normality ของสารละลายด่างมาตรฐาน NaOH
ml ของ NaOH	คือ	จำนวน ml ของสารละลายด่างที่ใช้ไตเตรท
Meq. Wt. ของกรดมาลิก	คือ	0.067045

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน

4.2.1 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน (total nitrogen, phosphorus, potassium : Total N, P, K) หาโดยวิธี Micro-Kjedahl (Bremner, 1996)

4.2.2 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (available P : avail. P) โดยสกัดดินด้วยสารละลาย Bray II และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี colorimetry ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Kuo, 1996)

4.2.3 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium : Exch. K) โดยสกัดด้วย ammonium acetate (NH_4OAc) แล้วนำไปวัดค่าด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Philip and Sparks, 1996)

4.3 วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในผลพืช

การหาความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมทั้งหมด ในผลพืชด้วยสารละลาย digestion mixture (H_2SO_4 – Na_2SO_4 – Se mixture) แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ด้วยการกลั่น (N–determination apparatus) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดโดยวิธี colorimetry ด้วย spectrophotometer และวัดปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมด โดยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

5. วิธีการคำนวณปริมาณธาตุอาหารในดินและผลพืช

5.1 วิธีการคำนวณปริมาณธาตุอาหารในดิน

ข้อมูลดินที่วิเคราะห์ได้จากห้องปฏิบัติการคำนวณปริมาณธาตุอาหารในดินที่แต่ละตำแหน่งหัวน้ำหยด โดยคำนวณจากค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินที่วิเคราะห์ได้คูณกับมวลของดินในแต่ละตำแหน่งหัวน้ำหยด

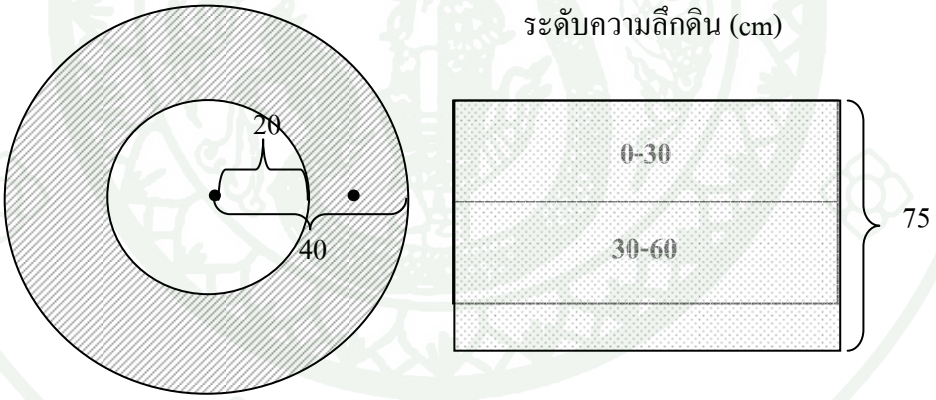
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 มวลดินที่ระดับความลึก 0-75 cm ที่รัศมีห่างจากโคนต้นพืช

รัศมีห่างจากโคนต้นพืช	มวลดิน (kg)
30	338.55
60	677.10
90	1,015.66
120	1,354.21

วิธีการคำนวณมวลดินแต่ละรัศมีห่างจากโคนต้นพืช ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการคำนวณมวลดินที่รัศมี 30 cm ห่างจากโคนต้นพืช กำหนดให้รัศมีน้ำที่กระจายรอบหัวจ่ายน้ำมีค่าเท่ากับ 10 cm

5.1.2 คำนวณหาปริมาตรดิน (cm^3) จากสูตร



$$V = \pi r^2 h$$

เมื่อ V คือ ปริมาตรดิน (cm^3)

r_1 คือ ขอบเขตล่าง

r_2 คือ ขอบเขตบน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

h คือ ระดับความลึกดิน (cm)

ในกรณีที่รัศมีเป็น 30 cm ห่างจากโคนต้น r_1 และ r_2 มีค่าเท่ากับ 20 และ 40 cm ตามลำดับ แทนค่าในสูตร จะได้

$$V = \pi \times \left(40^2 - 20^2\right) \times 75 = 282{,}857.14 \quad \text{cm}^3$$

5.1.2 นำปริมาตรดินที่คำนวณได้ไปหามวลดิน (kg) จากสูตร

$$m_s = \rho_b V_b$$

เมื่อ m_s คือ มวลดิน (kg)

ρ_b คือ ความหนาแน่นรวมของดิน มีค่าเท่ากับ 1.1969 (g/cm^3)

m = 1.1969 x 282,857.14

= 338,551.71

m = 338.55 kg

เพราะฉะนั้นมวลดินที่นำมาใช้คำนวณต่อไปสำหรับช่วงรัศมี 30 cm มีค่าเท่ากับ 338.55 kg คำนวณในทำนองเดียวกันกับดินรัศมี 60, 90 และ 120 cm จากโคนต้น เมื่อได้มวลดินแห้งแล้ว นำมาคำนวณปริมาณธาตุอาหารที่สนใจได้จาก

ปริมาณธาตุอาหารในดิน (kg-Nutrient/kg-soil) = มวลของดิน (kg) x ปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากห้องปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำนวณปริมาณธาตุอาหารในดิน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาหลังการเก็บเกี่ยว (X_{t2}) และช่วงเวลาก่อนใส่ปุ๋ยตามตำรับทดลอง (X_{t1}) เมื่อ X คือ ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน จากนั้นคำนวณปริมาณธาตุอาหารที่ลดลงหลังการเก็บเกี่ยวได้จากผลต่างของปริมาณธาตุอาหารจาก 2 เวลาดังกล่าว

ปริมาณธาตุอาหารที่ลดลงหลังการเก็บเกี่ยว (X_{t2}- X_{t1}) = ปริมาณธาตุอาหารช่วงเวลาหลังการเก็บเกี่ยว (X_{t2}) – ปริมาณธาตุอาหารช่วงเวลาก่อนใส่ปุ๋ยตามตำรับทดลอง (X_{t1})

5.2 วิธีการคำนวณปริมาณธาตุอาหารในผลพืช

ปริมาณธาตุอาหารในผลพืช (kg-Nutrient/kg-fruits) = มวลของผลพืช (kg) x ปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากห้องปฏิบัติการ

6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ SPSS for window สำหรับวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) ของ Total N, P, K Avail.P และ Exch.K และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

วิเคราะห์ความถี่การลดลงของปริมาณธาตุอาหาร (frequency of nutrient depletions) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ หาได้จากวิธีการนับปริมาณธาตุอาหารที่ลดลงหลังการเก็บเกี่ยว (X_{t2}- X_{t1}) ในแต่หน่วยของการทดลอง โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการเกิด

โดย Total N, P, K แบ่งการนับออกเป็น 4 ช่วง คือ (-) >0.0, >0.2, >0.4 และ >0.6 mgN, P, K/kg ตามลำดับ

Avail.P และ Exch.K แบ่งการนับออกเป็น 4 ช่วง คือ (-) >0.00, >0.02, >0.04 และ >0.06 kgP_2O_5, K_2O/kg ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างการนับความถี่การลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินของการทดลองตอนที่ 1

ตารางที่ 5 การลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K Depletion Frequency) ในแต่ละตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 1

ตัวอย่าง	ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)			
	30	**60**	**90**	**120**
CR1 30	0.36002	0.15850	0.09895	0.81781
CR2 30	0.19932	-0.23162	-0.50679	-0.48134
CR3 30	0.46751	-0.33029	-0.68112	-0.40126
CR1 60	1.12030	0.25698	2.96901	0.82610
CR2 60	-0.34585	-0.33828	-0.88166	0.09014
CR3 60	-4.96255	0.14271	-1.66363	-1.08755
CR1 90	1.68181	0.70980	-0.05575	-1.28811
CR2 90	-0.89347	-0.94462	-1.78775	0.71553
CR3 90	1.34154	-0.49018	1.09857	1.23391
CR1 120	-0.52749	-6.52724	-3.49750	2.16960
CR2 120	0.24383	0.05736	-0.44933	1.79890
CR3 120	0.77747	-0.10242	-0.14031	-1.08552
T1R1 30	0.03366	-0.00892	-0.34052	-0.24701
T1R1 60	0.29576	0.68033	-0.55985	2.38416
T1R1 90	-0.10869	-0.43275	-0.71929	-0.21687
T1R1 120	3.71242	3.37480	-0.08217	0.38861
T2R1 30	0.15202	-0.85033	-0.45028	0.58449
T2R1 60	2.43578	1.13257	0.25746	1.89068
T2R1 90	2.66040	-0.07471	6.57001	2.34181
T2R1 120	0.33442	3.27759	-0.93086	-2.89302
T3R1 30	0.69233	-0.55189	-0.55463	0.28575
T3R1 60	0.03297	0.79630	-0.11369	-0.82578

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ตัวอย่าง	ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)			
	30	**60**	**90**	**120**
T3R1 90	0.23733	-0.60995	-1.09445	-2.07419
T3R1 120	1.41146	0.96876	-0.70271	-0.05565

ตารางที่ 6 จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 1

ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด			
	>0.0 mgK/kg	>0.2 mgK/kg	>0.4 mgK/kg	>0.6 mgK/kg
30	5	4	3	2
60	13	10	7	4
90	18	15	15	10
120	11	10	9	7
รวม	47	39	34	23

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่ทำการทดลอง

สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ งานวิจัยในแปลงปลูก ใช้แปลงปลูกพืชหมายเลข 10

ห้องปฏิบัติการเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ระยะเวลาทำการทดลอง

การทดลองตอนที่ 1 มิถุนายน 2549 – มิถุนายน 2550

การทดลองตอนที่ 2 มิถุนายน 2550 – มิถุนายน 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผลการทดลองตอนที่ 1

การทดลองตอนที่ 1 นี้ต้องการทดสอบวัตถุประสงค์ คือ

1. ศึกษาผลของการตอบสนองของคุณภาพผลพืชต่อปุ๋ยโพแทสเซียม
2. หาตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำที่เหมาะสมเพื่อทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมของพืชมีค่าสูงที่สุด

1. การตอบสนองของคุณภาพผลพืชต่อปุ๋ยโพแทสเซียม

ตารางที่ 7 คุณภาพผลพืชแบ่งตามอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมของการทดลองตอนที่ 1

อัตราปุ๋ยต่อต้น ($g\text{-}N, g\text{-}P_2O_5, g\text{-}K_2O$)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (%Brix)
0-0-0	10.85a[1/]
15-0-15	10.83a
15-0-30	11.96b
15-0-60	12.54b
P-value	0.001
Sig.	**

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (%Brix) หลังให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทั้ง 4 อัตรา พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้หลังการเก็บเกี่ยวมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 15 g-N, 0-P_2O_5, 60 g-K_2O ($T3_1$) และปุ๋ยอัตรา 15 g-N, 0-P_2O_5, 30 g-K_2O ($T2_1$) ให้ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงสุด รองลงมาคือตำรับควบคุม ($T0_1$) และตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 15 g-N, 0-P_2O_5, 15 g-K_2O ($T1_1$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.54, 11.96, 10.85 และ 10.83 %Brix ตามลำดับ

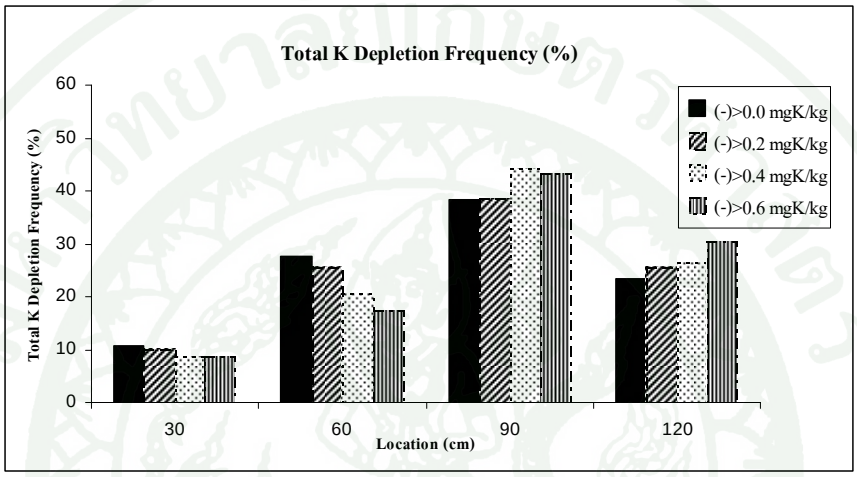
จะเห็นได้ว่าตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 15 g-N, 0 g-P_2O_5, 60 g-K_2O ($T3_1$) ให้ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงกว่าการไม่ให้ปุ๋ยโพแทสเซียมและให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่ต่ำกว่า ส่งผลให้ผลพี้ชหวานกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการให้ปุ๋ยในตำรับทดลองอื่น ซึ่งจากการสืบค้นจาก http://wikipedia.org/wiki/Brix ได้อธิบายไว้ว่า %Brix ใช้วัดปริมาณสัดส่วนของน้ำตาลที่ละลายได้ต่อมวลของน้ำ โดยน้ำตาลส่วนมากนั้นเป็นน้ำตาลซูโครส แสดงถึงความเกี่ยวข้องกับความหวานในผลพี้ช และธาตุโพแทสเซียมนั้นมีหน้าที่สำคัญในการช่วยสังเคราะห์น้ำตาลและโปรตีน ส่งเสริมการเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากใบไปยังผล (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผลของตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมของพืช

2.1 ปริมาณธาตุอาหารที่ลดลง แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช

2.1.1 โพแทสเซียมทั้งหมด (mgK/kg)



ภาพที่ 3 ร้อยละของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ

ตารางที่ 8 จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ

ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด			
	0.0-0.2 mgK/kg	0.2-0.4 mgK/kg	0.4-0.6 mgK/kg	>0.6 mgK/kg
30	5	4	3	2
60	13	10	7	4
90	18	15	15	10
120	11	10	9	7
รวม	47	39	34	23

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร้อยละการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินที่ลดลงมากกว่า 0.0 mg มีค่าสูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 60, 120 และ 30 cm (ภาพที่ 3) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 38.30, 27.66, 23.40 และ 10.64 ตามลำดับ

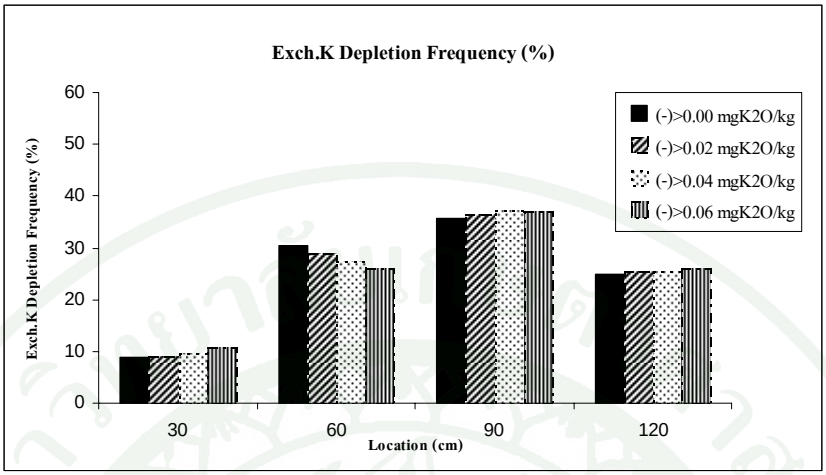
ร้อยละการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินที่ลดลงมากกว่า 0.2 mg มีค่าสูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 60, 120 และ 30 cm (ภาพที่ 3) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 38.46, 25.64, 25.64 และ 10.26 ตามลำดับ

ร้อยละการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินที่ลดลงมากกว่า 0.4 mg มีค่าสูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 3) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 44.12, 26.47, 20.59 และ 8.82 ตามลำดับ

ร้อยละการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินที่ลดลงมากกว่า 0.6 mg มีค่าสูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 3) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 43.48, 30.43, 17.39 และ 8.70 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.2 โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mgK_2O/kg)



ภาพที่ 4 ร้อยละของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ

ตารางที่ 9 จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ

ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้			
	>0.00 mgK_2O/kg	>0.02 mgK_2O/kg	>0.04 mgK_2O/kg	>0.06 mgK_2O/kg
30	5	5	5	5
60	17	16	14	12
90	20	20	19	17
120	14	14	13	12
รวม	56	55	51	46

ร้อยละการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ลดลงมากกว่า 0.00 mg มีค่าสูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 60, 120 และ 30 cm (ภาพที่ 4) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 35.71, 30.36, 25.00 และ 8.93 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร้อยละการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ลดลงมากกว่า 0.02 mg มีค่าสูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 60, 120 และ 30 cm (ภาพที่ 4) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 36.36, 29.09, 25.45 และ 9.09 ตามลำดับ

ร้อยละการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ลดลงมากกว่า 0.04 mg มีค่าสูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 60, 120 และ 30 cm (ภาพที่ 4) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 37.25, 27.45, 25.49 และ 9.80 ตามลำดับ

ร้อยละการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ลดลงมากกว่า 0.06 mg มีค่าสูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 60, 120 และ 30 cm (ภาพที่ 4) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 36.96, 26.09, 26.09 และ 10.87 ตามลำดับ

เมื่อแบ่งการนับออกเป็น 4 ช่วง พบว่า การลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินและปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในแต่ละช่วงของการนับมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน กล่าวคือ ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm มีร้อยละการลดลงสูงสุด รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120 cm ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Koumanov (2004) ที่ศึกษาการดูดน้ำไปใช้โดยรากของต้นแอลมอล อายุ 6 ปี โดยพบว่า ต้นอัลมอลด์มีการดูดน้ำไปใช้โดยรากสูงที่สุดที่ระยะห่างจากโคนต้น 100 – 150 cm ในระดับ 25 cm จากผิวดิน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ณัฏฐยา (2547) ที่ได้ทำการทดลองหาขอบเขตของรากที่มีกิจกรรมการใช้น้ำสูงของพืชพันธุ์ ‘Tropic Beauty’ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ที่พบว่า ช่วงระยะห่างจากโคนต้น 50-100 cm และที่ระดับช่วงความลึก 20-50 cm จากผิวดิน เป็นบริเวณที่รากพืชมีกิจกรรมการใช้น้ำสูง และ Dean (n.d.) ได้แนะนำว่าในต้นพืชที่อายุ 4 ปี ที่ระยะปลูกระหว่างต้นเท่ากับ 18' x 24' (5.40 x 7.20 m หรือ 100 ต้น/acre) ควรวางที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืชที่ระยะ 90 cm ในทิศทางตรงกันข้ามกัน จำนวน 4 หัวจ่ายน้ำ ซึ่งกลไกการดูดธาตุโพแทสเซียมที่สำคัญของรากพืช คือ การแพร่ เนื่องจากแหล่งที่มาของธาตุโพแทสเซียมในดินเป็นแร่ซึ่งละลายได้น้อย เมื่อรากของต้นพืชได้ดูดธาตุโพแทสเซียมจากสารละลายดินเข้าไปในรากแล้ว ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในสารละลายดินบริเวณใกล้รากต้นพืชย่อมลดลงต่ำกว่าบริเวณใกล้เคียง โพแทสเซียมจากบริเวณข้างเคียงซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่าก็แพร่มาสู่จุดที่ต่ำกว่าเพื่อรักษาสมดุลไว้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช

ตารางที่ 10 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืชของการทดลองตอนที่ 1

ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)	ไนโตรเจนทั้งหมด (gN of total fruits)	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (gP of total fruits)	โพแทสเซียมทั้งหมด (gK of total fruits)
30	226.37	19.53	119.74
60	276.45	22.51	132.41
90	298.31	23.28	144.03
120	291.45	23.25	140.18
P-value	0.382	0.705	0.492
Sig. level	ns	ns	ns

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

gN of total fruits g ไนโตรเจนต่อมวลผลพืชแห้งทั้งหมด

gP of total fruits g ฟอสฟอรัสต่อมวลผลพืชแห้งทั้งหมด

gK of total fruits g โพแทสเซียมต่อมวลผลพืชแห้งทั้งหมด

ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช (cm) พบว่า ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืชมีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10)

ไนโตรเจนทั้งหมด (gN of total fruits) ถูกสะสมในผลพืชในปริมาณสูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 120, 60 และ 30 cm ซึ่งมีค่าเท่ากับ 298.31, 291.45, 276.45 และ 226.37 gN of total fruits ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฟอสฟอรัสทั้งหมด (gP of total fruits) ถูกสะสมในผลพี้ชในปริมาณสูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช 90 cm ซึ่งใกล้เคียงกับตำแหน่งที่ตั้ง 120 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช 60 และ 30 cm ซึ่งมีค่าเท่ากับ 23.28, 23.25, 22.51 และ 19.53 gP of total fruits ตามลำดับ

โพแทสเซียมทั้งหมด (gK of total fruits) ถูกสะสมในผลพี้ชในปริมาณสูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช 90 cm รองลงมาคือ ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช 120, 60 และ 30 cm ซึ่งมีค่าเท่ากับ 144.03, 140.18, 132.41 และ 119.74 gK of total fruits ตามลำดับ

โพแทสเซียมทั้งหมดและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารสูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือ ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช 120 cm (ภาพที่ 3 และ 4) หากพิจารณาควบคู่กับปริมาณธาตุอาหารที่นำไปใช้ในการสร้างผลพี้ช (ตารางที่ 10) พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm มีแนวโน้มในการนำปริมาณธาตุอาหารไปใช้ในการสร้างผลพี้ชสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำอื่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการทดลองตอนที่ 2

การทดลองตอนที่ 2 นี้ต้องการทดสอบวัตถุประสงค์ คือ

1. หาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืชมีค่าสูงสุด
2. เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำที่เหมาะสมของการทดลองตอนที่ 1

3. ผลของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืช

3.1 Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อคุณภาพผลพืช หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

คุณภาพผลพืชแยกเก็บข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 เป็นมวล ความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาณกรดทั้งหมด ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (ตารางที่ 11) ดังนี้

มวลผลพืชหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ย ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลผลพืชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

ความกว้างผลพืชหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ย ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้ความกว้างผลพืชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

ความสูงผลพืชหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ย ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้ความสูงผลพืชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความแน่นเนื้อของผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ย ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้ความแน่นเนื้อของผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

ความสูงผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ย ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้ความสูงผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

ปริมาณกรดทั้งหมดของผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดของผลพื้ชมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้ความสูงปริมาณกรดทั้งหมดของผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ย ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

3.2 ผลของอัตราปุ๋ย (g-N, g-P_2O_5, g-K_2O) ต่อคุณภาพผลพื้ช หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

ดัชนีที่ใช้ในการชี้วัด คือ ขนาดผล ความแน่นเนื้อ (flesh firmness) ปริมาณกรด (Titratable Acidity) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (total soluble solid) และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพื้ช

คุณภาพผลพื้ชแยกเก็บข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 เป็นมวล ความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาณกรดทั้งหมด ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (ตารางที่ 12) ดังนี้

มวลผลพื้ชมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 เมื่อพิจารณาพบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) มีค่าเฉลี่ยมวลผลพื้ชสูงสุด รองลงมาคือตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) ตำรับควบคุม ($T0_2$) และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 128.95, 124.60, 120.67 และ 118.58 g ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ความกว้างผลพี้ชมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 เมื่อพิจารณาพบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) มีค่าเฉลี่ยความกว้างผลพี้ชสูงสุด รองลงมาคือตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) ตำรับควบคุม ($T0_2$) และตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.15, 6.12, 6.05 และ 5.96 cm ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 P-value และ Sig. level ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อคุณภาพผลพีชของการทดลองตอนที่ 2

ปัจจัยหลักและรอง		มวล (g)	ความกว้าง (cm)	ความสูง (cm)	FN (N)	TA (%)	TSS (%Brix)
อัตราปุ๋ย	P-value	0.247	0.321	0.442	0.054	0.035	0.075
	Sig. level	ns	ns	ns	ns	*	ns
ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ	P-value	0.858	0.675	0.930	0.834	0.377	0.456
	Sig. level	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interaction	P-value	0.201	0.263	0.733	0.051	0.795	0.820
	Sig. level	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 ผลของอัตราปุ๋ยต่อคุณภาพผลพีช หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

ตำรับการทดลอง	มวล (g)	ความกว้าง (cm)	ความสูง (cm)	FN (N)	TA (%)	TSS (%Brix)
0-0-0	120.67	6.05	5.68	16.38	0.88	8.76b[1/]
100-12-90	118.58	5.96	5.68	14.51	0.85	8.11ab
200-24-180	124.60	6.12	5.83	14.02	0.90	8.20ab
400-48-360	128.95	6.15	5.80	11.18	0.79	7.66a
P-value	0.272	0.291	0.464	0.095	0.155	0.011
Sig. level	ns	ns	ns	ns	ns	*

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95%

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสูงผลพี้ชมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 เมื่อพิจารณาพบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) มีค่าเฉลี่ยมวลผลพี้ชสูงสุด รองลงมาคือตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.83, 5.80, 5.68 และ 5.68 cm ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ความแน่นเนื้อมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 เมื่อพิจารณาพบว่า ตำรับควบคุม ($T0_2$) และตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ให้ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อสูงสุด ซึ่งใกล้เคียงกับตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 16.38, 14.51, 14.02 และ 11.18 N ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า ตำรับควบคุม ($T0_2$) ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดทั้งหมด เท่ากับ 0.88, 0.85, 0.90 และ 0.79% ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า ตำรับควบคุม ($T0_2$) ให้ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงสุด ซึ่งใกล้เคียงกับตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.76, 8.11, 8.20 และ 7.66 %Brix ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

อัตราปุ๋ยต่างๆ ไม่ทำให้มวล ความกว้าง ความยาว ความสูง และปริมาณกรดทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ แต่ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราปุ๋ยอื่น เนื่องมาจากว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนมีผลต่อคุณภาพของผลผลิตพี้ชมากสุด คือ ธาตุไนโตรเจนจะเพิ่มระยะเวลาในการสะสมอาหารในผลพี้ชให้สูงขึ้น ส่งผลให้ค่าดัชนีดังที่กล่าวมาข้างต้นมีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ให้ธาตุไนโตรเจนในอัตราที่ต่ำกว่า (Chatzitheadourou *et al*., 2004) อัตราปุ๋ย 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ให้ความแน่นเนื้อสูงสุด ซึ่งขัดแย้งกับการทดลองของ Daane (1992) ที่พบว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความแน่นเนื้อจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของไนโตรเจนที่ให้เพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ซึ่งเป็นการบ่งบอกความหวานของผลพี้ช พบว่า ตำรับควบคุม ($T0_2$) ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และ อัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) ให้ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงกว่าตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) สอดคล้องกับการทดลองของ Daane (1992) ที่ทำการทดลองกับเนคทารีนพันธุ์ 'Fantasia' ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 0 gN/acre/ปี ส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงกว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มสูงขึ้น

3.3 Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อจำนวน มวลผลสด และมวลผลแห้งของผลพี้ชโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ แบ่งตามอัตราปุ๋ย (g-N, g-P_2O_5, g-K_2O) หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

3.3.1 จำนวนผล

จำนวนผลแยกเก็บข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 เป็นจำนวนผลรวม จำนวนผลดี จำนวนผลเสีย จำนวนผลเกรด Extra, เกรด 1, เกรด 2, เกรด 3 และ ตกเกรด ดังตารางที่ 13 ดังนี้

จำนวนผลรวมหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้จำนวนผลพี้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้จำนวนผลรวมหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

จำนวนผลดีหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้จำนวนผลพี้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้จำนวนผลดีหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

จำนวนผลเสียหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้จำนวนผลพี้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้จำนวนผลเสียหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จำนวนผลเกรด Extra หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ย ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้จำนวนผลเกรด Extra หลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

จำนวนผลเกรด 1 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้จำนวนผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้จำนวนผลเกรด 1 หลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

จำนวนผลเกรด 2 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้จำนวนผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้จำนวนผลเกรด 2 หลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

จำนวนผลเกรด 3 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ย ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้จำนวนผลเกรด 3 หลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

จำนวนผลตกเกรดหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้จำนวนผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้จำนวนผลตกเกรดหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

3.3.2 มวลผลสด

มวลผลสดแยกเก็บข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 เป็นมวลผลรวม มวลผลดี มวลผลเสีย มวลผลเกรด Extra, เกรด 1, เกรด 2, เกรด 3 และ ตกเกรด ดังตารางที่ 14 ดังนี้

มวลผลรวมหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้มวลผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลผลรวมหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มวลผลดีหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้มวลผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลผลดีหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

มวลผลเสียหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้มวลผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลผลเสียหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

มวลผลเกรด Extra หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ย ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลผลเกรด Extra หลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

มวลผลเกรด 1 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้มวลผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลผลเกรด 1 หลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

มวลผลเกรด 2 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้มวลผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลผลเกรด 2 หลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

มวลผลเกรด 3 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ย ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลผลเกรด 3 หลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

มวลผลตกเกรดหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้มวลผลพื้ชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลผลตกเกรดหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.3 มวลผลแห้ง

มวลผลแห้งแยกเก็บข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 เป็นมวลแห้งผลรวม มวลแห้งผลดี มวลแห้งผลเสีย มวลแห้งผลเกรด Extra, เกรด 1, เกรด 2, เกรด 3 และ ตกเกรด ดังตารางที่ 15 ดังนี้

มวลแห้งผลรวมหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้มวลแห้งผลพื้นหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลแห้งผลรวมหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

มวลแห้งผลดีหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้มวลแห้งผลพื้นหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลแห้งผลดีหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

มวลแห้งผลเสียหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้มวลแห้งผลพื้นหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลแห้งผลเสียหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

มวลแห้งผลเกรด Extra หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ย ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลแห้งผลเกรด Extra หลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

มวลแห้งผลเกรด 1 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้มวลแห้งผลพื้นหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลแห้งผลเกรด 1 หลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

มวลแห้งผลเกรด 2 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้มวลแห้งผลพื้นหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลแห้งผลเกรด 2 หลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มวลแห้งผลเกรด 3 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ย ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลแห้งผลเกรด 3 หลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

มวลแห้งผลตกเกรดหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า อัตราปุ๋ยทำให้มวลแห้งผลพืชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้มวลแห้งผลตกเกรดหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

3.4 ผลของอัตราปุ๋ยต่อจำนวน มวลผลสด และมวลผลแห้งของผลพืชโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ แบ่งตามอัตราปุ๋ย (g-N, g-P_2O_5, g-K_2O) หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

3.4.1 จำนวนผล

จำนวนผลแยกเก็บข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 เป็นจำนวนผลรวม จำนวนผลดี จำนวนผลเสีย จำนวนผลเกรด Extra, เกรด 1, เกรด 2, เกรด 3 และ ตกเกรด ดังตารางที่ 16 ดังนี้

จำนวนผลรวมหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนผลรวมสูงสุด รองลงมาคือตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 180, 147, 114 และ 114 ผล ตามลำดับ

จำนวนผลดีหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนผลดีสูงสุด รองลงมาคือปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 98, 92, 70 และ 60 ผล ตามลำดับ

จำนวนผลเสียหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนผลเสีย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สูงสุด รองลงมาคือตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ตำรับควบคุม ($T0_2$) และปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 82, 56, 53 และ 44 ผล ตามลำดับ

จำนวนผลเกรด Extra หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้จำนวนผลเกรด Extra เฉลี่ย เท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 ในตำรับควบคุม ($T0_2$) ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ตามลำดับ

จำนวนผลเกรด 1 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนผลเกรด 1 สูงสุด รองลงมาคือ ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 32, 28, 25 และ 13 ผล ตามลำดับ

จำนวนผลเกรด 2 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนผลเกรด 2 สูงสุด รองลงมาคือ ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30, 29, 19 และ 16 ผล ตามลำดับ

จำนวนผลเกรด 3 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติ โดยให้จำนวนผลเกรด 3 เฉลี่ย เท่ากับ 14, 14, 12 และ 11 ผล ในตำรับควบคุม ($T0_2$) ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ตามลำดับ

จำนวนผลตกเกรดหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนผลตกเกรดสูงสุด รองลงมาคือตำรับควบคุม ($T0_2$) ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 107, 69, 69 และ 54 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4.2 มวลผลสด

มวลผลสดแยกเก็บข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 เป็นมวลผลรวม มวลผลดี มวลผลเสีย มวลเกรด Extra, เกรด 1, เกรด 2, เกรด 3 และ ตกเกรด ดังตารางที่ 17 ดังนี้

มวลผลรวมหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยมวลผลรวมสูงสุด รองลงมาคือตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 21.20, 17.33, 13.94 และ 13.07 kg ตามลำดับ

มวลผลดีหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ให้ค่าเฉลี่ยมวลผลดีสูงสุด รองลงมาคือตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.87, 10.70, 8.29 และ 6.50 kg ตามลำดับ

มวลผลเสียหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยมวลผลเสียสูงสุด รองลงมาคือตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ตำรับควบคุม ($T0_2$) และปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.33, 6.63, 6.57 และ 5.65 kg ตามลำดับ

มวลผลเกรด Extra หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้มวลผลเกรด Extra เฉลี่ย เท่ากับ 0.43, 0.47, 0.77 และ 0.88 ในตำรับควบคุม ($T0_2$) ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ตามลำดับ

มวลผลเกรด 1 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ให้ค่าเฉลี่ย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มวลผลเกรด 1 สูงสุด ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) รองลงมาคือตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.59, 3.80, 3.46 และ 1.80 kg ตามลำดับ

มวลผลเกรด 2 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยมวลผลเกรด 2 สูงสุด รองลงมาคือ ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.37, 3.26, 2.19 และ 1.75 kg ตามลำดับ

มวลผลเกรด 3 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้มวลผลเกรด 3 เฉลี่ย เท่ากับ 1.26, 1.20, 1.12 และ 1.04 kg ในตำรับควบคุม ($T0_2$) ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ตามลำดับ

มวลผลตกเกรดหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยมวลผลตกเกรดสูงสุด รองลงมาคือตำรับควบคุม ($T0_2$) ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.23, 7.83, 7.70 และ 6.41 kg ตามลำดับ

3.4.3 มวลผลแห้ง

มวลแห้งผลแห้งแยกเก็บข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 เป็นมวลผลรวม มวลผลดี มวลผลเสีย มวลเกรด Extra, เกรด 1, เกรด 2, เกรด 3 และ ตกเกรด ดังตารางที่ 18 ดังนี้

มวลแห้งผลรวมหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยมวลแห้งผลรวมสูงสุด รองลงมาคือตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และปุ๋ย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.24, 3.47, 2.79 และ 2.61 kg ตามลำดับ

มวลแห้งผลดีหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ให้ค่าเฉลี่ยมวลแห้งผลดีสูงสุด รองลงมาคือปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.17, 2.14, 1.66 และ 1.30 kg ตามลำดับ

มวลแห้งผลเสียหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยมวลแห้งผลเสียสูงสุด รองลงมาคือตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ตำรับควบคุม ($T0_2$) และปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.07, 1.33, 1.31 และ 1.13 kg ตามลำดับ

มวลแห้งผลเกรด Extra หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้มวลแห้งผลเกรด Extra เฉลี่ย เท่ากับ 0.09, 0.09, 0.15 และ 0.18 ในตำรับควบคุม ($T0_2$) ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ตามลำดับ

มวลแห้งผลเกรด 1 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ให้ค่าเฉลี่ยมวลแห้งผลเกรด 1 สูงสุด ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) รองลงมาคือ ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.92, 0.76, 0.69 และ 0.36 kg ตามลำดับ

มวลแห้งผลเกรด 2 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยมวลแห้งผลเกรด 2 สูงสุด รองลงมาคือตำรับที่ให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และตำรับควบคุม ($T0_2$) ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.67, 0.65, 0.44 และ 0.35 kg ตามลำดับ

มวลแห้งผลเกรด 3 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้มวลแห้งผลเกรด 3 เฉลี่ย เท่ากับ 0.25, 0.24, 0.22 และ 0.21 kg ในตำรับควบคุม ($T0_2$) ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ตามลำดับ

มวลแห้งผลตกเกรดหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยมวลผลตกเกรดสูงสุด รองลงมาคือ ตำรับควบคุม ($T0_2$) ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.45, 1.57, 1.54 และ 1.28 kg ตามลำดับ

จากการหาจำนวนและมวลผลรวม ผลดี ผลเสีย และผลแยกเกรด แบ่งตามอัตราปุ๋ย (g-N, g-P_2O_5, g-K_2O) ของการทดลองตอนที่ 2 พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้จำนวนและมวลผลรวมสูงสุด เนื่องมาจากปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นช่วยเพิ่มผลผลิตของพืชให้สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Scott, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับ Menzel, C and R.D. Simson (1987) ศึกษาปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของลิ้นจี่ พันธุ์ ‘Tai So’ ซึ่งปลูกในแอฟริกาใต้ จากการเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนจาก 140 ถึง 1,000 gN/ต้น พบว่า การแบ่งใส่ปุ๋ย N เมื่อออกดอกและขณะที่ผลกำลังพัฒนาในอัตราการใส่สูงสุด คือ 1,000 gN/ต้น ให้ผลผลิตสูงสุด แต่ถ้าใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงก่อนออกดอก ทำให้ผลผลิตลดลง เนื่องจากปุ๋ยเร่งให้แตกใบมากเกินไป แต่ในขณะเดียวกันตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนและมวล ผลเสีย ผลตกเกรดสูงสุดเช่นเดียวกัน สาเหตุเนื่องมาจากการให้ปุ๋ยแก่พืชในอัตราที่สูงเกินไปจะส่งผลในทางลบ กล่าวคือมีจำนวนและมวลผลเสียสูงกว่าการให้ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสม (Stapleto *et al*., 1992) แต่เมื่อพิจารณาจำนวนและมวลผลแยกเกรด พบว่า ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ให้จำนวนและมวลผลเกรด 1 และ เกรด 2 ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดและเป็นเกรดที่มีราคาสูง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 P-value และ Sig. level ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อจำนวนผลพืชแยกเกรดเป็น 4 ระดับ ของการทดลองตอนที่ 2

(หน่วย: ผล)

ปัจจัยหลักและรอง		ผลรวม	ผลดี	ผลเสีย	ผลเกรด Extra	ผลเกรด 1	ผลเกรด 2	ผลเกรด 3	ผลตกเกรด
อัตราปุ๋ย	P-value	0.001	0.004	0.008	0.461	0.001	0.002	0.743	0.001
	Sig. level	**	**	**	ns	**	**	ns	**
ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ	P-value	0.272	0.377	0.462	0.093	0.935	0.749	0.259	0.288
	Sig. level	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interaction	P-value	0.386	0.738	0.260	0.725	0.124	0.510	0.176	0.447
	Sig. level	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 P-value และ Sig. level ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อมวลผลพื้ชแยกเกรดเป็น 4 ระดับ ของการทดลองตอนที่ 2

(หน่วย: ผล)

ปัจจัยหลักและรอง		ผลรวม	ผลดี	ผลเสีย	ผลเกรด Extra	ผลเกรด 1	ผลเกรด 2	ผลเกรด 3	ผลตกเกรด
อัตราปุ๋ย	P-value	0.002	0.003	0.022	0.487	0.001	0.001	0.877	0.006
	Sig. level	**	**	**	ns	**	**	ns	**
ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ	P-value	0.492	0.569	0.659	0.095	0.897	0.778	0.224	0.542
	Sig. level	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interaction	P-value	0.237	0.746	0.155	0.728	0.221	0.454	0.198	0.284
	Sig. level	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 P-value และ Sig. level ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อมวลแห้งผลพืชแยกเกรดเป็น 4 ระดับ ของการทดลองตอนที่ 2

(หน่วย: ผล)

ปัจจัยหลักและรอง		ผลรวม	ผลดี	ผลเสีย	ผลเกรด Extra	ผลเกรด 1	ผลเกรด 2	ผลเกรด 3	ผลตกเกรด
อัตราปุ๋ย	P-value	0.002	0.003	0.022	0.485	0.001	0.001	0.878	0.006
	Sig. level	**	**	*	ns	**	**	ns	**
ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ	P-value	0.490	0.569	0.659	0.096	0.897	0.778	0.225	0.542
	Sig. level	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interaction	P-value	0.237	0.482	0.155	0.730	0.221	0.454	0.199	0.284
	Sig. level	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 ผลของอัตราปุ๋ยต่อจำนวนผลพี้ชโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ แบ่งตามอัตราปุ๋ยหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

หน่วย: ผล)

ตำรับการทดลอง	ผลรวม	ผลดี	ผลเสีย	ผลเกรด Extra	ผลเกรด 1	ผลเกรด 2	ผลเกรด 3	ผลตกเกรด
0-0-0	114 a[1/]	60 a[1/]	53 a[1/]	2	13 a[1/]	16 a[1/]	14	69 a[1/]
100-12-90	147 b	92 b	56 a	3	32 c	30 b	14	69 a
200-24-180	114 a	70 a	44 a	4	25 b	19 a	12	54 a
400-48-360	180 c	98 b	82 b	5	28 c	29 b	11	107 b
P-value	0.000	0.000	0.001	0.262	0.000	0.001	0.702	0.000
Sig. level	**	**	**	ns	**	**	ns	**

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 ผลของอัตราปุ๋ยต่อมวลผลพื้นสดโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ แบ่งตามอัตราปุ๋ยหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

(หน่วย: kg)

ตำรับการทดลอง	ผลรวม	ผลดี	ผลเสีย	ผลเกรด Extra	ผลเกรด 1	ผลเกรด 2	ผลเกรด 3	ผลตกเกรด
0-0-0	13.07 a[1/]	6.50 a[1/]	6.57 a[1/]	0.43	1.80 a[1/]	1.75 a[1/]	1.26	7.83 a[1/]
100-12-90	17.33 b	10.70 b	6.63 a	0.47	4.59 c	3.37 b	1.20	7.70 a
200-24-180	13.94 a	8.29 a	5.65 a	0.77	3.46 b	2.19 a	1.12	6.41 a
400-48-360	21.20 c	10.87 b	10.33 b	0.88	3.80 bc	3.26 b	1.04	12.23 b
P-value	0.001	0.001	0.001	0.287	0.001	0.001	0.849	0.001
Sig. level	**	**	**	ns	**	**	ns	**

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 ผลของอัตราปุ๋ยต่อมวลผลพื้นแห้งโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ แบ่งตามอัตราปุ๋ยหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

(หน่วย : kg)

ตำรับการทดลอง	ผลรวม	ผลดี	ผลเสีย	ผลเกรด Extra	ผลเกรด 1	ผลเกรด 2	ผลเกรด 3	ผลตกเกรด
0-0-0	2.61 a[1/]	1.30 a[1/]	1.31 a[1/]	0.09	0.36 a[1/]	0.35 a[1/]	0.25	1.57 a[1/]
100-12-90	3.47 b	2.14 b	1.33 a	0.09	0.92 c	0.67 b	0.24	1.54 a
200-24-180	2.79 a	1.66 a	1.13 a	0.15	0.69 b	0.44 a	0.22	1.28 a
400-48-360	4.24 c	2.17 b	2.07 b	0.18	0.76 bc	0.65 b	0.21	2.45 b
P-value	0.001	0.001	0.001	0.283	0.001	0.001	0.849	0.001
Sig. level	**	**	**	ns	**	**	ns	**

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.5 ผลของตำแหน่งหัวจ่ายน้ำต่อจำนวน มวลผลสด และมวลผลแห้งของผลพี้ชโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

3.5.1 จำนวนผล

จำนวนผลแยกเก็บข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 เป็นจำนวนผลรวม จำนวนผลดี จำนวนผลเสีย จำนวนผลเกรด Extra, เกรด 1, เกรด 2, เกรด 3 และ ตกเกรด ดังตารางที่ 19 ดังนี้

จำนวนผลรวมหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยจำนวนผลรวมเท่ากับ 154, 134, 126 และ 141 ผล ตามลำดับ

จำนวนผลดีหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยจำนวนผลดีเท่ากับ 84, 81, 73 และ 82 ผล ตามลำดับ

จำนวนผลเสียหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยจำนวนผลเสียเท่ากับ 70, 53, 53 และ 59 ผล ตามลำดับ

จำนวนผลเกรด Extra หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยจำนวนผลเกรด Extra เท่ากับ 4, 4, 4 และ 2 ผล ตามลำดับ

จำนวนผลเกรด 1 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยจำนวนผลเกรด 1 เท่ากับ 24, 24, 23 และ 26 ผล ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จำนวนผลเกรด 2 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยจำนวนผลเกรด 2 เท่ากับ 24, 23, 22 และ 26 ผล ตามลำดับ

จำนวนผลเกรด 3 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยจำนวนผลเกรด 3 เท่ากับ 13, 16, 11 และ 11 ผล ตามลำดับ

จำนวนผลตกเกรดหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยจำนวนผลตกเกรดเท่ากับ 89, 66, 67 และ 77 ผล ตามลำดับ

3.5.2 มวลผลสด

มวลผลสดแยกเก็บข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 เป็นมวลผลรวม มวลผลดี มวลผลเสีย มวลเกรด Extra, เกรด 1, เกรด 2, เกรด 3 และ ตกเกรด ดังตารางที่ 20 ดังนี้

มวลผลรวมหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลรวมเท่ากับ 17.92, 15.95, 15.38 และ 16.28 kg ตามลำดับ

มวลผลดีหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลดีเท่ากับ 9.36, 9.27, 8.44 และ 9.29 kg ตามลำดับ

มวลผลผลเสียหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลผลเสียเท่ากับ 8.56, 6.69, 6.94 และ 6.99 kg ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มวลผลผลเกรด Extra หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลผลเกรด Extra เท่ากับ 0.79, 0.68, 0.77 และ 0.30 kg ตามลำดับ

มวลผลผลเกรด 1 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลผลเกรด 1 เท่ากับ 3.34, 3.43, 3.25 และ 3.63 kg ตามลำดับ

มวลผลผลเกรด 2 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลผลเกรด 2 เท่ากับ 2.65, 2.62, 2.39 และ 2.91 kg ตามลำดับ

มวลผลผลเกรด 3 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลผลเกรด 3 เท่ากับ 1.11, 1.52, 0.98 และ 1.01 kg ตามลำดับ

มวลผลผลตกเกรดหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลผลตกเกรดเท่ากับ 10.04, 7.70, 8.00 และ 8.43 kg ตามลำดับ

3.5.3 มวลผลแห้ง

มวลผลแห้งแยกเก็บข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 เป็นมวลผลรวม มวลผลดี มวลผลเสีย มวลเกรด Extra, เกรด 1, เกรด 2, เกรด 3 และ ตกเกรด ดังตารางที่ 21 ดังนี้

มวลแห้งผลรวมหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลรวมเท่ากับ 3.58, 3.19, 3.08 และ 3.26 kg ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มวลแห้งผลดีหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลดีเท่ากับ 1.87, 1.85, 1.69 และ 1.86 kg ตามลำดับ

มวลแห้งผลเสียหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลเสียเท่ากับ 1.71, 1.34, 1.39 และ 1.40 kg ตามลำดับ

มวลแห้งผลเกรด Extra หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลเกรด Extra เท่ากับ 0.16, 0.14, 0.15 และ 0.06 kg ตามลำดับ

มวลแห้งผลเกรด 1 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลเกรด 1 เท่ากับ 0.67, 0.69, 0.65 และ 0.73 kg ตามลำดับ

มวลแห้งผลเกรด 2 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลเกรด 2 เท่ากับ 0.53, 0.52, 0.48 และ 0.58 kg ตามลำดับ

มวลแห้งผลเกรด 3 หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลเกรด 3 เท่ากับ 0.22, 0.30, 0.20 และ 0.20 kg ตามลำดับ

มวลแห้งผลตกเกรดหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60, 90 และ 120 cm มีค่าเฉลี่ยมวลผลตกเกรด เท่ากับ 2.01, 1.54, 1.60 และ 1.69 kg ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาผลของตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อจำนวน มวลผลสด และมวลผลแห้งของผลพืช พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อาจเป็นผลเนื่องมาจากกลไกที่ธาตุอาหาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในดินเข้ามาสู่รากพืช โดยไอออนจะไหลแบบกลุ่มก้อนตามมาพร้อมกับกระแสน้ำ (mass flow) โดยน้ำในดินถูกดูดเข้าสู่รากพืชเพื่อใช้ในการคายน้ำทางใบ ทำให้ไอออนต่างๆ ในสารละลายดินเคลื่อนมาสู่ผิวรากพร้อมกระแสน้ำ เมื่อรากพืชได้ดูดไอออนชนิดใดชนิดหนึ่งเข้าไปในรากแล้ว ความเข้มข้นของไอออนนั้นๆ ในสารละลายดินบริเวณใกล้รากพืชย่อมลดลงต่ำกว่าบริเวณใกล้เคียง ไอออนประเภทเดียวกันจากบริเวณอื่นๆ ซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่า ก็สามารถแพร่ (diffusion) มาสู่จุดที่ต่ำกว่าเพื่อรักษาสมดุล หรือกลไกที่ธาตุอาหารในดินเข้าสู่รากพืชอีกวิธีหนึ่งคือ รากพืชไชชอนไปสัมผัสคอลลอยด์อินและไอออนที่อยู่ห่างจากบริเวณเดิม รากพืชรวมถึงรากขนอ่อนมีการเจริญเติบโตในแง่การขยายขนาดและเพิ่มความยาว จึงไชชอนไปสัมผัสกับดินได้กว้างขวางและทั่วถึงยิ่งขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 ผลของตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อจำนวนผลพี้ชโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพี้ช

(หน่วย : ผล)

Location (cm)	ผลรวม	ผลดี	ผลเสีย	ผลเกรด Extra	ผลเกรด 1	ผลเกรด 2	ผลเกรด 3	ผลตกเกรด
30	154	84	70	4	24	24	13	89
60	134	81	53	4	24	23	16	66
90	126	73	53	4	23	22	11	67
120	141	82	59	2	26	26	11	77
P-value	0.160	0.348	0.137	0.110	0.638	0.396	0.125	0.287
Sig. level	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 ผลของตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อมวลผลพืชสดโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช

หน่วย : kg

Location (cm)	ผลรวม	ผลดี	ผลเสีย	ผลเกรด Extra	ผลเกรด 1	ผลเกรด 2	ผลเกรด 3	ผลตกเกรด
30	17.92	9.36	8.56	0.79	3.34	2.65	1.11	10.04
60	15.95	9.27	6.69	0.68	3.43	2.62	1.52	7.70
90	15.38	8.44	6.94	0.77	3.25	2.39	0.98	8.00
120	16.28	9.29	6.99	0.30	3.63	2.91	1.01	8.43
P-value	0.262	0.485	0.197	0.253	0.935	0.788	0.114	0.417
Sig. level	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อ P-value < 0.05

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 ผลของตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อมวลผลพื้นแห้งโดยแยกเกรดเป็น 4 ระดับ หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช

หน่วย : kg

Location (cm)	ผลรวม	ผลดี	ผลเสีย	ผลเกรด Extra	ผลเกรด 1	ผลเกรด 2	ผลเกรด 3	ผลตกเกรด
30	3.58	1.87	1.71	0.16	0.67	0.53	0.22	2.01
60	3.19	1.85	1.34	0.14	0.69	0.52	0.30	1.54
90	3.08	1.69	1.39	0.15	0.65	0.48	0.20	1.60
120	3.26	1.86	1.40	0.06	0.73	0.58	0.20	1.69
P-value	0.632	0.847	0.468	0.255	0.935	0.788	0.115	0.418
Sig. level	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4 ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืช (apparent recovery efficiency) แบ่งตามอัตราปุ๋ย (g-N, g-P_2O_5, g-K_2O) ของการทดลองตอนที่ 2

ดัชนีที่ใช้ในการชี้วัด คือ การใช้ปุ๋ยของพืช

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืช คือ อัตราส่วนของมวลชีวภาพ (biomass) กับปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด หรือปริมาณธาตุอาหารจากปุ๋ยที่พืชดูดมาใช้ได้ เมื่อใส่ปุ๋ยซึ่งมีธาตุอาหารหนึ่งหน่วยน้ำหนัก หากคูณด้วยร้อยละได้อัตราร้อยละซึ่งหมายความถึง น้ำหนักของธาตุอาหารที่พืชดูดได้จากปุ๋ย เมื่อมีธาตุอาหารในปุ๋ยที่ใส่หนึ่งร้อยหน่วย

ตารางที่ 22 ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ให้ต่อต้นใน 3 ตำรับการทดลอง ของการทดลองตอนที่ 2

ตำรับการทดลอง	ปริมาณปุ๋ยที่ให้ต่อต้น
$T1_2$	100 g-N + 12 g-P_2O_5 + 90 g-K_2O
$T2_2$	200 g-N + 24 g-P_2O_5 + 180 g-K_2O
$T3_2$	400 g-N + 48 g-P_2O_5 + 360 g-K_2O

ปริมาณธาตุอาหารที่นำไปสะสมในผลพืช แบ่งตามอัตราปุ๋ย (g-N, g-P_2O_5, g-K_2O) ของการทดลองตอนที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 23 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช แบ่งตามอัตราปุ๋ยของการทดลองตอนที่ 2

อัตราปุ๋ย	ไนโตรเจนทั้งหมด	ฟอสฟอรัสทั้งหมด	โพแทสเซียมทั้งหมด
	(gN of total fruits)	(gP of total fruits)	(gK of total fruits)
0-0-0	36.96	2.98	56.85
100-12-90	48.05	2.33	60.97
200-24-180	55.67	3.09	71.47
400-48-360	45.35	1.63	66.42

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดังนั้น ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืช (%) = [(Nf-Nc)/Fn] x 100

เมื่อ Nf คือ ธาตุอาหารทั้งหมดในพืชที่ใส่ปุ๋ย (gN of total fruit)

Nc คือ ธาตุอาหารทั้งหมดในพืชที่ไม่ใส่ปุ๋ย (gN of total fruit)

Fn คือ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ต่อต้น (gN)

ตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืช สำหรับตำรับทดลอง100 g-N + 12 g-P_2O_5 + 90 g-K_2O

เพราะฉะนั้น ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของพืช = [(48.05-36.96)/100]x100
= 8.39 (%)

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสของพืช = [(2.33-2.98)/12]x100
= -5.42 (%)

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมของพืช = [(60.97-56.85)/90] x 100
= 4.58 (%)

ตารางที่ 24 ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืช (apparent recovery efficiency) แบ่งตามอัตราปุ๋ย (g-N, g-P_2O_5, g-K_2O) ของการทดลองตอนที่ 2

อัตราปุ๋ย	ประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของพืช (%)		
	ไนโตรเจนทั้งหมด	ฟอสฟอรัสทั้งหมด	โพแทสเซียมทั้งหมด
$T1_2$	8.39	-5.42	4.58
$T2_2$	9.36	0.46	8.12
$T3_2$	2.10	-2.81	2.66

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งหมดของพืช แบ่งตามอัตราปุ๋ย พบว่า อัตราปุ๋ย 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุด รองลงมาคือ อัตราปุ๋ย 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และ 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.36, 8.39 และ 2.10 ตามลำดับ

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทั้งหมดของพืช แบ่งตามอัตราปุ๋ย พบว่า อัตราปุ๋ย 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงสุด รองลงมาคือ อัตราปุ๋ย 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) และ 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.46, -2.81 และ -5.42 ตามลำดับ

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมทั้งหมดของพืช แบ่งตามอัตราปุ๋ย พบว่า อัตราปุ๋ย 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T1_2$) มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมทั้งหมดสูงสุด รองลงมาคือ อัตราปุ๋ย 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T2_2$) และ 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.12, 4.58 และ 2.66 ตามลำดับ

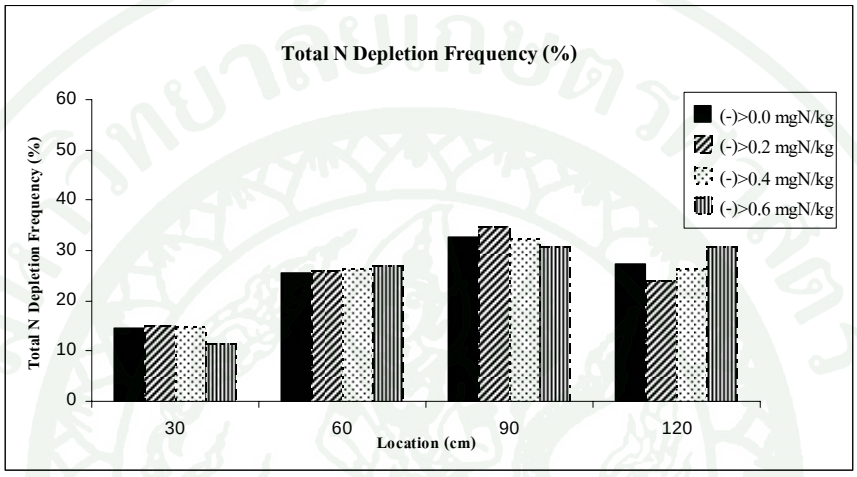
อัตราปุ๋ย 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารหลักของพืชสูงที่สุดเมื่อเทียบกับอัตราปุ๋ยอื่น สาเหตุที่ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืชมีค่าต่ำเนื่องมาจากธาตุอาหารหลักไม่สะสมเฉพาะที่ผลพืชเท่านั้นแต่ยังสะสมที่ส่วนต่างๆ ของต้นด้วย และประสิทธิภาพการใช้ธาตุฟอสฟอรัสของพืชมีค่าติดลบ เนื่องมาจากผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในผลของอัตราปุ๋ย 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และ 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) มีค่าต่ำกว่าอัตราปุ๋ยควบคุม Adriana (2003) ได้ศึกษาอิทธิพลของการให้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการสะสมธาตุไนโตรเจนในส่วนต่างๆ ของต้นพืช พบว่า การสะสมของธาตุไนโตรเจนกระจายไปตามส่วนต่างๆ ของพืช โดยสะสมที่ใบ กิ่ง ลำต้น และราก เป็นสัดส่วน 41.4, 19.7, 16.6 และ 46.7% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Tagliavini *et al*. (1994) ที่วิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจนในต้นพืช พบว่า ปริมาณธาตุไนโตรเจนในผล ใบ กิ่งที่ตัดแต่ง ต้นและกิ่ง และราก เป็น 13-36, 34-53, 15-21, 35 และ 12 kg/เฮคตาร์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ตรวจสอบความถูกต้องผลของตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองตอนที่ 1

4.1 ปริมาณธาตุอาหารในดินที่ลดลงตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ

4.1.1 ไนโตรเจนทั้งหมด (mgN/kg)



ภาพที่ 5 ร้อยละของการลดลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ

ตารางที่ 25 จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ

ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด			
	>0.0 mgN/kg	>0.2 mgN/kg	>0.4 mgN/kg	>0.6 mgN/kg
30	8	7	5	3
60	14	12	9	7
90	18	16	11	8
120	15	11	9	8
รวม	55	46	34	26

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไนโตรเจนทั้งหมด (mgN/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.0 mgN/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 5) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 32.73, 27.27, 25.45 และ 14.55 ตามลำดับ

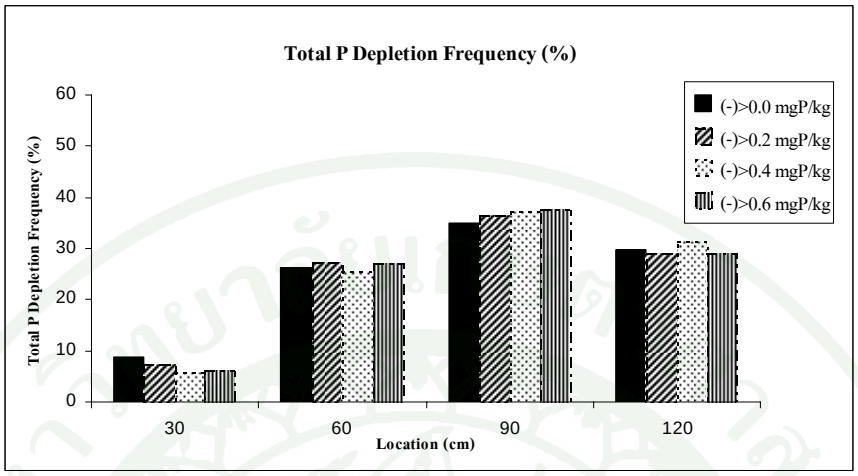
ไนโตรเจนทั้งหมด (mgN/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.2 mgN/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 60, 120 และ 30 cm (ภาพที่ 5) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 34.78, 26.09, 23.91 และ 15.22 ตามลำดับ

ไนโตรเจนทั้งหมด (mgN/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.4 mgN/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 60, 120 และ 30 cm (ภาพที่ 5) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 32.35, 26.47, 26.47 และ 14.71 ตามลำดับ

ไนโตรเจนทั้งหมด (mgN/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.6 mgN/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 และ 120 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 60 และ 30 cm (ภาพที่ 5) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 30.77, 30.77, 26.92 และ 11.54 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1.2 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mgP/kg)



ภาพที่ 6 ร้อยละการลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ

ตารางที่ 26 จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ

ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด			
	>0.0 mgP/kg	>0.2 mgP/kg	>0.4 mgP/kg	>0.6 mgP/kg
30	5	4	3	3
60	15	15	13	13
90	20	20	19	18
120	17	16	16	14
รวม	57	55	51	48

ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mgP/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.0 mgP/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 6) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 35.09, 29.82, 26.32 และ 8.77 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

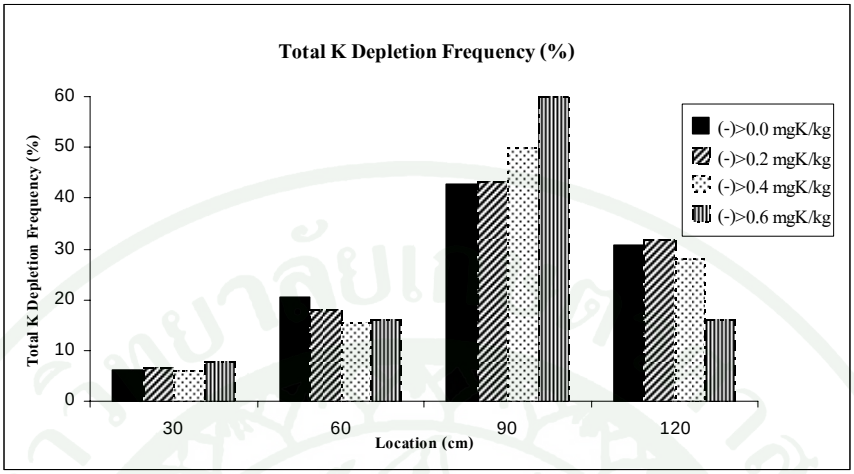
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mgP/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.2 mgP/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 6) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 36.36, 29.09, 27.27 และ 7.27 ตามลำดับ

ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mgP/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.4 mgP/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 6) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 37.25, 31.37, 25.49 และ 5.88 ตามลำดับ

ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mgP/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.6 mgP/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 6) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 37.50, 29.17, 27.08 และ 6.25 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1.3 โพแทสเซียมทั้งหมด (mgK/kg)



ภาพที่ 7 ร้อยละการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ

ตารางที่ 27 จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ

ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด			
	>0.0 mgK/kg	>0.2 mgK/kg	>0.4 mgK/kg	>0.6 mgK/kg
30	3	3	2	2
60	10	8	5	4
90	21	19	16	15
120	15	14	9	4
รวม	49	44	32	25

โพแทสเซียมทั้งหมด (mgK/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.0 mgK/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 7) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 42.86, 30.61, 20.41 และ 6.12 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

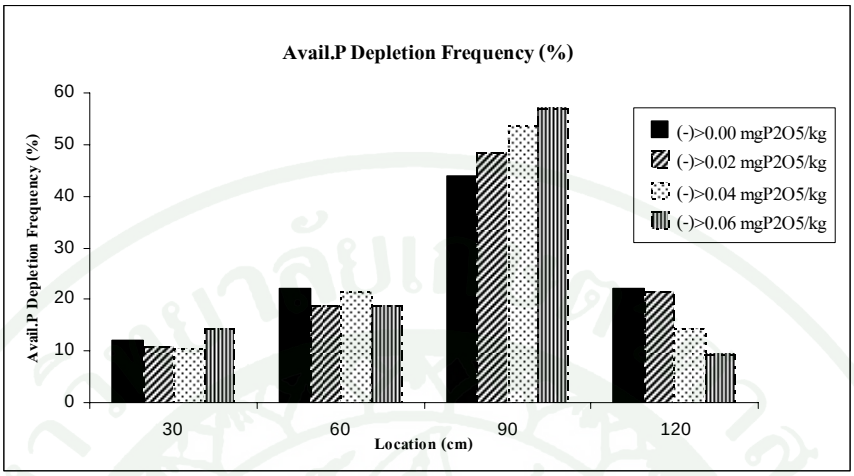
โพแทสเซียมทั้งหมด (mgK/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.2 mgK/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 7) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 43.18, 31.82, 18.18 และ 6.82 ตามลำดับ

โพแทสเซียมทั้งหมด (mgK/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.4 mgK/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 7) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 50.00, 28.13, 15.63 และ 6.25 ตามลำดับ

โพแทสเซียมทั้งหมด (mgK/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.6 mgK/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 60, 120 และ 30 cm (ภาพที่ 7) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 60.00, 16.00, 16.00 และ 8.00 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mgP_2O_5/kg)



ภาพที่ 8 ร้อยละการลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ

ตารางที่ 28 จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ

ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์			
	>0.00 mgP_2O_5/kg	>0.02 mgP_2O_5/kg	>0.04 mgP_2O_5/kg	>0.06 mgP_2O_5/kg
30	6	4	3	3
60	11	7	6	4
90	22	18	15	12
120	11	8	4	2
รวม	50	37	28	21

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mgP_2O_5/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.00 mgP_2O_5/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 60, 120 และ 30 cm (ภาพที่ 8) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 44.00, 22.00, 22.00 และ 12.00 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

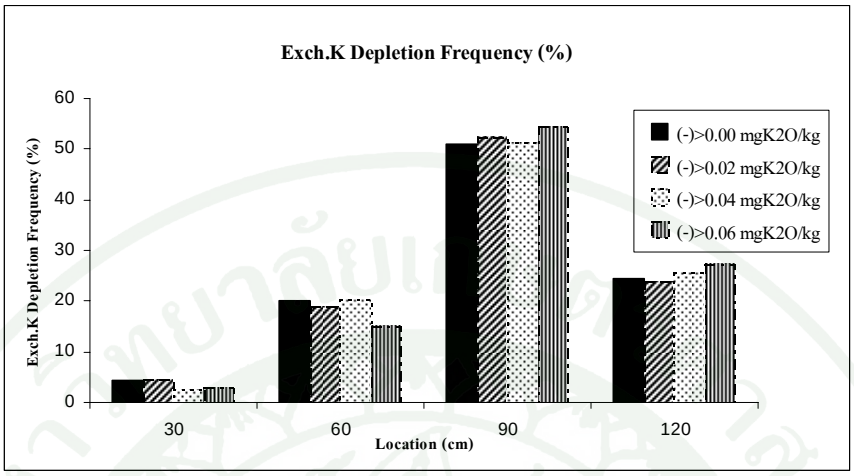
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mgP_2O_5/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.02 mgP_2O_5/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 8) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 48.65, 21.62, 18.92 และ 10.81 ตามลำดับ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mgP_2O_5/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.04 mgP_2O_5/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 60, 120 และ 30 cm (ภาพที่ 8) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 53.57, 21.43, 14.29 และ 10.71 ตามลำดับ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mgP_2O_5/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.06 mgP_2O_5/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 60, 30 และ 120 cm (ภาพที่ 8) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 57.14, 19.05, 14.29 และ 9.52 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1.5 โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mgK_2O/kg)



ภาพที่ 9 ร้อยละการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ

ตารางที่ 29 จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำ

ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)	จำนวนครั้งของการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้			
	>0.00 mgK_2O/kg	>0.02 mgK_2O/kg	>0.04 mgK_2O/kg	>0.06 mgK_2O/kg
30	2	2	1	1
60	9	8	8	5
90	23	22	20	18
120	11	10	10	9
รวม	45	42	39	33

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mgK_2O/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.00 mgK_2O/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 9) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 51.11, 24.44, 20.00 และ 4.44 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mgK_2O/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.02 mgK_2O/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 9) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 52.38, 23.81, 19.05 และ 4.76 ตามลำดับ

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mgK_2O/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.04 mgK_2O/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 9) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 51.28, 25.64, 20.51 และ 2.56 ตามลำดับ

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mgK_2O/kg) มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารมากกว่า 0.06 mgK_2O/kg สูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm (ภาพที่ 9) ซึ่งมีค่าร้อยละเท่ากับ 54.55, 27.27, 15.15 และ 3.03 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 Interaction ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อการสะสมปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช

ตารางที่ 30 P-value และ Sig-level ของอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำต่อปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืชของการทดลองตอนที่ 2

ปัจจัยหลักและรอง		ไนโตรเจนทั้งหมด (gN of total fruits)	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (gP of total fruits)	โพแทสเซียมทั้งหมด (gK of total fruits)
อัตราปุ๋ย	P-value	0.012	0.001	0.381
	Sig.level	*	**	ns
ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ	P-value	0.106	0.032	0.002
	Sig.level	ns	*	**
Interaction	P-value	0.024	0.001	0.306
	Sig.level	*	**	ns

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95%

ไนโตรเจนทั้งหมด (gN of total fruits) พบว่า อัตราปุ๋ย และ Interaction ระหว่างอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ทำให้การสะสมธาตุไนโตรเจนในผลพืชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน แต่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำไม่ทำให้การสะสมธาตุไนโตรเจนในผลพืชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

ฟอสฟอรัสทั้งหมด (gP of total fruits) พบว่า อัตราปุ๋ย ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ และ Interaction ระหว่างอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ทำให้การสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลพืชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

โพแทสเซียมทั้งหมด (gK of total fruits) พบว่า อัตราปุ๋ย และ Interaction ระหว่างอัตราปุ๋ยและตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ ไม่ทำให้การสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลพืชหลังการเก็บ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกี่ยวมีความแตกต่างกัน แต่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำทำให้การสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลพืชหลังการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกัน

4.3 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืชของการทดลองตอนที่ 2

ตารางที่ 31 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 2

ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)	ไนโตรเจนทั้งหมด (gN of total fruits)	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (gP of total fruits)	โพแทสเซียมทั้งหมด (gK of total fruits)
30	36.96	2.98 b[1/]	56.85
60	48.05	2.33 b	60.97
90	53.67	3.09 b	71.47
120	45.35	1.63 a	66.42
P-value	0.152	0.001	0.455
Sig. level	ns	**	ns

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช แบ่งตามตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืชของการทดลองตอนที่ 2 เก็บข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยว ดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด ดังตารางที่ 31 ดังนี้

ไนโตรเจนทั้งหมด (gN of total fruits) ถูกสะสมในผลพืชไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาพบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 90 cm มีค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้งหมดที่ถูกนำไปใช้สูงสุด รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 60, 120 และ 30 cm ซึ่งมีค่าเท่ากับ 55.67, 48.05, 45.35 และ 39.96 gN of total fruits ตามลำดับ

ฟอสฟอรัสทั้งหมด (gP of total fruits) ถูกสะสมในผลพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 90 cm ถูกนำไปใช้ในปริมาณสูงสุด รองลงมาคือ ตำแหน่งที่ตั้งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 30, 60 และ 120 cm ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.09, 2.98, 2.33 และ 1.63 gP of total fruits ตามลำดับ

โพแทสเซียมทั้งหมด (gK of total fruits) ถูกสะสมในผลพืชไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาพบว่า ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 90 มีค่าเฉลี่ยปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดที่ถูกนำไปใช้สูงสุด รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 120, 60 และ 30 cm ซึ่งมีค่าเท่ากับ 71.47, 66.42, 60.97 และ 56.85 gK of total fruits ตามลำดับ

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีร้อยละการลดลงของปริมาณธาตุอาหารสูงสุดที่ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ 90 cm รองลงมาคือตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 120 cm (ภาพที่ 5, 6, 7, 8 และ 9) หากพิจารณาควบคู่กับปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช (ตารางที่ 31) พบว่า ไนโตรเจนและโพแทสเซียมทั้งหมด ถูกนำไปสะสมในผลพืชไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องมาจากธาตุอาหารสะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืช โดยสะสมไว้ที่ใบสูงที่สุดถึงร้อยละ 30-50 ของธาตุอาหารที่มีทั้งหมด ปริมาณธาตุอาหารที่ไม้ผลยืนต้นสะสมไว้ในส่วนต่างๆ จะเป็นอาหารสำรองเพื่อการบำรุงเลี้ยงพืชทั้งต้นให้ดำเนินไปตามปกติ แม้ว่าปริมาณธาตุอาหารในดินจะมีการเปลี่ยนแปลงไปก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อพืชในทันที (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำห่างจากโคนต้นพืช 90 cm มีแนวโน้มปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืชสูงสุด ซึ่งผลการทดลองที่ได้ในตอนที่ 2 นี้ สอดคล้องกับตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองตอนที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.4 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช แบ่งตามอัตราปุ๋ยของการทดลองตอนที่ 2

ตารางที่ 32 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช แบ่งตามอัตราปุ๋ยของการทดลองตอนที่ 2

อัตราปุ๋ย	ไนโตรเจนทั้งหมด	ฟอสฟอรัสทั้งหมด	โพแทสเซียมทั้งหมด
	(gN of total fruits)	(gP of total fruits)	(gK of total fruits)
0-0-0	36.96	2.98	56.85
100-12-90	48.05	2.33	60.97
200-24-180	55.67	3.09	71.47
400-48-360	45.35	1.63	66.42
P-value	0.111	0.053	0.288
Sig. level	ns	ns	ns

หมายเหตุ P-value ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืช แบ่งตามอัตราปุ๋ยของการทดลองตอนที่ 2 พบว่าปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลพืชมีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 32 ดังนี้

ไนโตรเจนทั้งหมด (gN of total fruits) ถูกสะสมในผลพืชในปริมาณสูงสุดที่ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) รองลงมาคือตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) และ ตำรับควบคุม ($T0_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 55.67, 48.05, 45.35 และ 36.96 gN of total fruits ตามลำดับ

ฟอสฟอรัสทั้งหมด (gP of total fruits) ถูกสะสมในผลพืชในปริมาณสูงสุดที่ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) รองลงมาคือตำรับควบคุม ($T0_2$) ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และ ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.09, 2.98, 2.33 และ 1.63 gP of total fruits ตามลำดับ

โพแทสเซียมทั้งหมด (gK of total fruits) ถูกสะสมในผลพืชในปริมาณสูงสุดที่ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) รองลงมาคือตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 400 g-N, 48 g-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

P_2O_5, 360 g-K_2O ($T3_2$) ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) และ ตำรับควบคุม ($T0_2$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 71.47, 66.42, 60.97 และ 56.85 gK of total fruits ตามลำดับ

จากตารางที่ 32 พบว่า ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของการนำธาตุอาหารไปเก็บสะสมที่ผลพืช ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานทดลองของ Niederholzer (2001) แต่เมื่อพิจารณาแล้วอัตราปุ๋ย 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) พืชสามารถนำธาตุอาหารหลักไปสะสมในผลได้ดีที่สุด รองลงมาคือให้ปุ๋ยอัตรา 100 g-N, 12 g-P_2O_5, 90 g-K_2O ($T1_2$) ในขณะที่โพแทสเซียมทั้งหมดมีแนวโน้มในการนำธาตุอาหารหลักไปเก็บสะสมที่ผลเพิ่มมากขึ้นเมื่อปริมาณปุ๋ยที่ให้เพิ่มสูงขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 15 g-N, 0 g-P_2O_5, 30 g-K_2O ($T2_1$) และ อัตรา 15 g-N, 0 g-P_2O_5, 60 g-K_2O ($T3_1$) ทำให้พืชมีค่าของแข็งที่ละลายได้อยู่ในผลพืชทั้งหมดสูงกว่าการให้ปุ๋ยในตำรับทดลองอื่นๆ ส่งผลให้คุณภาพผลพืชหวานกว่าตำรับทดลองอื่น

2. ตำรับที่ให้ปุ๋ยอัตรา 200 g-N, 24 g-P_2O_5, 180 g-K_2O ($T2_2$) พืชสามารถนำธาตุอาหารหลักไปเก็บสะสมไว้ที่ผลได้ดีที่สุด และอัตราปุ๋ยนี้มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืชสูงสุด

3. ตำแหน่งหัวน้ำหยด 90 cm มีร้อยละความถี่การลดลงปริมาณธาตุอาหารสูงที่สุด รองลงมาคือตำแหน่งหัวน้ำหยด 120 cm เมื่อพิจารณาควบคู่กับปริมาณธาตุอาหารที่นำไปใช้ในการสร้างผลพืช ตำแหน่งหัวน้ำหยด 90 cm ส่งผลให้พืชนำธาตุอาหารจากดินไปใช้ในการสร้างผลพืชสูงสุด เพราะฉะนั้นที่ตำแหน่งหัวน้ำหยด 90-120 cm เป็นบริเวณที่รากของต้นพืชมีกิจกรรมที่สูง ทำให้การดูดซับธาตุอาหารที่ให้ในรูปของปุ๋ยไปกับระบบน้ำหยดเกิดประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืชสูงที่สุด

4. เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ย อาจให้น้ำทาง Subsurface drip irrigation ช่วยลดการระเหยน้ำทางผิวดินในระบบการเกษตร และมีความสำคัญมากทางด้านการเกษตรในพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำจำกัด (Siyal, 2008) ซึ่ง Hutmacher *et al.* (1996) ทดลองให้เห็นถึงการให้น้ำระบบ Subsurface drip irrigation ช่วยเพิ่มผลผลิตของถั่ว Alfalfa โดยให้ที่ระดับความลึก 70 cm ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Smith *et al.* (1991) Ayars *et al.* (1998) และ Camp *et al.* (1997) ที่ทำการทดลองในฝ้าย Howell *et al.* (1997) และ Lamm *et al.* (1985) ศึกษาในข้าวโพดได้ผลการทดลองเป็นไปในแนวทางเดียวกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กุมุท สังขศิลา และณัฐทวี มาบางครุ. 2545. การใช้น้ำของไม้ผลสกุล Prunus บางชนิด. **รายงานผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง ประจำปี 2545**. น. 486–508.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2549. **เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตร ระบบข้อมูลดินและธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 9. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช (Soil and Plant Analysis)**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณัฏฐยา เรือนแป้น. 2547. **การใช้เครื่องมือวัดความเครียดของน้ำในดินเพื่อตัดสินหาขอบเขตรากที่มีกิจกรรมการใช้น้ำสูงของไม้ผลสุล Prunus.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

พงศ์ศักดิ์ ชลธนสวัสดิ์. 2549. **เอกสารประกอบการสอน.** การให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำพืช ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. (อัดสำเนา)

มนตรี ค้ำชู. 2535. **วิศวกรรมชลประทานแบบฉีดฝอย เล่ม 1**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. **ธาตุอาหารพืช.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 2546

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนวิชาการ สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง งานไม้ผล มูลนิธิโครงการหลวง. 2546. **ชนิดและพันธุ์ไม้ผล มูลนิธิโครงการหลวง.** 57 น.

อุณารุจ บุญประกอบ. 2549. **'TropicBeauty' พืชพันธุ์ใหม่ของมูลนิธิโครงการหลวง.** (เอกสาร).

อุณารุจ บุญประกอบ. 2549. **เอกสารการเขตกรรมต้นพีชและเนคทารีน.** (เอกสาร).

Adriana N., Ines P., Felipe., Maria P.A. and P. Baherle. 2003. Nitrogen (15N) fertilizer use efficiency in peach (Prunus persica L.) cv. Goldencrest trees in Chile. **Scientia Hort.** 97: 279-287.

Ana, Q., B. M. Alcantara and F. Legaz. 2007. Influence of irrigation system and fertilization management on seasonal distribution of N in the soil profile and on N-uptake by citrus trees. **Agri. Ecos. Envi.** 122: 399-409.

Brady, N.C and R.R.Weil. 2002. **The Nature and Properties of Soils**. 13rd ed. Prentice-Hall. New Jersey.

Bremmer, J. M. 1996. Nitrogen-Total, *In* D. L. Sparks, ed. **Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.** SSSA Inc., ASA Inc. Madison, Wisconsin, USA. pp. 1085-1121.

Dean, M. n.d. **Planting and Early Care of the Peach Orchard.** Oklahoma Coorperative Extention Service. Available Source: http://osufacts.okstate.edu, January 3, 2009.

Fernadez, J.E., F. Moreno, F. Cabrena, J.L. Arrue and J. Martin-Aranda. 1991. Drip irrigation, soil characteristics and the root distribution and root activity of olive trees. **Plant and Soil** 133: 239-251.

Jack, K. and B. Ron. 1990. **Sprinkle and Trickle Irrigation**. Published by Van Nostrand Reinhold. 652 p.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Johannes Lehmann. 2003. Subsoil root activity in tree-based cropping systems. **Plant and Soil** 255: 319–331.

Johnson, R. S., R. Rosecrance, S. Weinbaum, H. Andris and J. Wang. 2001. Can we approach complete dependence on foliar-applied urea nitrogen in an early-maturing peach. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 126(3):364–370.

Kathryn, C. T. 2005. **Cultural management of the bearing peach orchard.** The University of georgia College of Agricultural and Environment Sciences. georgia.

Kirda C., S. Topcu, M. Cetin, H. Y. Dasgan, H. Kaman, F. Topaloglu, M. R. Derici and B. Ekici. 2007. Prospects of partial root zone irrigation for increasing irrigation water use efficiency of major crops in the Mediterranean. **Annals of Applied Biology. Faculty of Agriculture** 150(3): 281-291.

Kouman, S. K., J. W. Hopmans and Larry W. Schwankl. 2003. Soil water dynamics in the root zone of micro-sprinkler irrigated almond tree. **ISHS 4-th International Symposium on Irrigation of Hotticultural Crops**. : 1-8.

Kouman, S. K., J. W. Hopmans and L. J. Schwankl. 2004. Soil water dynamics in the root zone of a micro-sprinkler irrigated. **Acta Hort.** 664: 369-375.

Kouman, S. K., J. W. Hopmans and L. J. Schwankl. 2006. Spatial and temporal distribution of root water uptake of an almond tree under microsprinkler irrigation. **Irrigation Sci.** 24: 267-278.

Kuo, S. 1996. Phosphorus. *In* D. L. Sparks, ed. **Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.** SSSA Inc., ASA Inc. Madison, Wisconsin, USA. pp. 869-919.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Larry M. C., A. A. Powell and T. W. Tyson. 1999. **Commercial Peaches.** Alabama Ag Irrigation Info Network. Available Source: http://www.aces.edu/anr/irrigation/ANR-661.php, March 1, 2010.

Leece, D.R. 1976. Diagnosis of nutritional disorders of fruit trees by leaf and soil analysis and biochemical indices. **J. Aust. Inst. Agric. Sci**. March: 3-19.

Lehmann J. and Muraoke T., 2001. Tracer methods to assess nutrient uptake distribution in multistrata agroforestry system. **Agrofor. Syst**. np.

Lehmann, J., 2003. Subsoil root activity in tree-based cropping system. **Plant and Soil** 225: 319-331.

Li, J. S., J. H. Yan, L. Bei and L. Y. Chun. 2007. Wetting patterns and nitrate distributions in layered-textural soils under drip irrigation. **Agri. Sci. China.** 6(8): 970-980.

Li, Y., R. Wallach and Y. Cohen. 2002. The role of soil hydraulic on the spatial and temporal variation of root water uptake in drip-irrigated corn. **Plant and Soil** 243: 131-142.

Marzadori, C., L. V. Antisari, P. gioacchini and C. gessa. 1996. Influence of spatial root distribution, organic nitrogen mineralization and fertilizer application on soil interlayer ammonium. **Biol. Fert. Soils** 23(4): 368-373.

Mitchell, P.D. and J.D.F. Black. 1968. Distribution of peach roots under pasture and cultivation. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry** 8(30): 106 – 111.

Mimoun, M.B. and T.M. DeJong. 2005. Effect of Fruit Crop Load on Peach Root growth. **ISHS Acta Hort.** 713. np.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Mmolawa, K. and D. Or. 2003. Experimental and numerical evaluation of analytical volume balance model for soil water dynamics under drip irrigation. **Soil Sci. Soc. Amer. J.** 67: 1657-1671.

Niederholzer F.J.A., T.M. Dejong, J.L. Saenz, T.T. 2001. **Effectiveness of fall versus spring soil fertilization of field-grown peach trees.** 125(5): 644-648.

Philip, A. H. and D. L. Sparks. 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, and Cesium, *In* D. L. Sparks, ed. **Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.** SSSA Inc., ASA Inc. Madison, Wisconsin, USA. pp. 551-574.

Proebsting, E.L., 1943. Root distribution of some deciduous fruit trees in California orchard. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci** 43: 1-4.

Romo, R. and D.H. Diaz. 1985. Root system and nutritional status of peaches under drip or flood irrigation in warm climates. **Acta Hort.** 173: 167-175.

Samuel, D. and B. Eshel. 1985. **Drip Irrigation Manual**. International Irrigation Information Center (III C). 95 p.

Siyal, A.A and T.H. Skaggs. 2009. **Measured and simulated soil wetting patterns under porous clay pipe sub-surface irrigation.** Department of land and water management, Sindh Agriculture University Tandojam. Pakistan.

Sokalska, D.I., D.Z. Hamn, A. Szewczuk, J. Sobata and D. Deren. 2009. Spatial root distribution of mature apple trees under drip irrigation system. **Agricultural Water management**: xxx-xxx.

Veihmeyer, P.J. and A.H. Hendrickson. 1938. Soil moisture as an indication of root distribution in deciduous orchards. **Plant Physio.** 13(1): 169-177.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wahid P.A. 2001. Radioisotope studies of root activity and root-level interactions in tree-based production system: a review. **Appl. Rad. Isotopes** 54: 715-736.

Willoughby, P. and B. Cockroft. 1974. Changes in root patterns of peach trees under trickle irrigation. **Proc. Sec. Int. Drip Irr. Cong.** 74: 439-442.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 สมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีบางประการของดินในแปลงปลูกพืชหมายเลข 10 ที่ใช้ในการศึกษา (ระดับความลึก 0-30 cm)

สมบัติของดิน	ค่าวิเคราะห์
Texture	ดินเหนียว
pH (ดิน:น้ำ=1:1)	5.2
EC_e (dS m^{-1})	1.3
Organic matter (%)	3.16
Nitrogen (%)	0.21
Available P (mg kg^{-1})	101
Exchangeable K (mg kg^{-1})	610

ตารางผนวกที่ 2 น้ำหนักผลพืชในแต่ละเกรด เมื่อน้ำหนักแบ่งเป็น 4 เกรด

เกรดผลพืช	น้ำหนักผลพืช (g)
เกรด Extra	มากกว่า 165
เกรด 1	125-164
เกรด 2	100-124
เกรด 3	84-99

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 การลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K Depletion Frequency) ในแต่ละตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 1

ตัวอย่าง	ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)			
	30	**60**	**90**	**120**
CR1 30	0.36002	0.15850	0.09895	0.81781
CR2 30	0.19932	-0.23162	-0.50679	-0.48134
CR3 30	0.46751	-0.33029	-0.68112	-0.40126
CR1 60	1.12030	0.25698	2.96901	0.82610
CR2 60	-0.34585	-0.33828	-0.88166	0.09014
CR3 60	-4.96255	0.14271	-1.66363	-1.08755
CR1 90	1.68181	0.70980	-0.05575	-1.28811
CR2 90	-0.89347	-0.94462	-1.78775	0.71553
CR3 90	1.34154	-0.49018	1.09857	1.23391
CR1 120	-0.52749	-6.52724	-3.49750	2.16960
CR2 120	0.24383	0.05736	-0.44933	1.79890
CR3 120	0.77747	-0.10242	-0.14031	-1.08552
T1R1 30	0.03366	-0.00892	-0.34052	-0.24701
T1R1 60	0.29576	0.68033	-0.55985	2.38416
T1R1 90	-0.10869	-0.43275	-0.71929	-0.21687
T1R1 120	3.71242	3.37480	-0.08217	0.38861
T2R1 30	0.15202	-0.85033	-0.45028	0.58449
T2R1 60	2.43578	1.13257	0.25746	1.89068
T2R1 90	2.66040	-0.07471	6.57001	2.34181
T2R1 120	0.33442	3.27759	-0.93086	-2.89302
T3R1 30	0.69233	-0.55189	-0.55463	0.28575
T3R1 60	0.03297	0.79630	-0.11369	-0.82578
T3R1 90	0.23733	-0.60995	-1.09445	-2.07419
T3R1 120	1.41146	0.96876	-0.70271	-0.05565

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 การลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. K Depletion Frequency) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 1

ตัวอย่าง	ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)			
	30	**60**	**90**	**120**
CR1 30	0.01986	-0.05627	-0.06401	-0.08352
CR2 30	0.08157	-0.26457	-0.05188	0.16566
CR3 30	0.09096	-0.22390	-0.15800	-0.12438
CR1 60	-0.34101	-0.18011	-0.09393	0.22198
CR2 60	0.06704	-0.03281	-0.15947	0.32418
CR3 60	0.24922	-0.06718	-0.19015	0.41632
CR1 90	0.18798	0.06929	-0.24795	-0.10388
CR2 90	-0.18857	0.11235	0.17725	0.12786
CR3 90	0.31787	0.20588	-0.07903	-0.42475
CR1 120	0.10863	-0.41601	0.47613	0.61874
CR2 120	-0.28990	-0.34938	-0.11408	-0.06120
CR3 120	0.02932	-0.02340	-3.08980	-2.99809
T1R1 30	0.03336	-0.11714	-0.05067	0.10490
T1R1 60	0.10142	0.04389	0.12089	-0.10387
T1R1 90	0.26174	-0.58262	-0.15501	-0.37742
T1R1 120	0.07617	0.18478	-0.76804	-0.08609
T2R1 30	0.30769	-0.02105	-0.12604	-0.23827
T2R1 60	-0.06357	-0.33399	-0.06195	-0.04189
T2R1 90	0.27462	-0.08448	-0.23141	-0.09511
T2R1 120	0.30706	-0.11744	-0.31454	0.50756
T3R1 30	0.05916	0.01962	-0.03731	-0.01750
T3R1 60	0.04189	-0.05301	-0.27940	-0.11242
T3R1 90	-0.07865	0.15119	0.04773	0.15262
T3R1 120	0.03781	-0.07317	-0.10695	0.79094

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 การลดลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N Depletion Frequency) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 2

ตัวอย่าง	ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)			
	30	60	90	120
CR1 30	0.23923	-0.54875	-0.19876	-0.07468
CR2 30	0.16813	-0.32183	-0.12151	0.15782
CR3 30	-2.46371	0.31294	-0.59858	-0.15686
CR1 60	0.15917	0.15465	-0.31658	-0.16737
CR2 60	-0.17570	-0.01140	-0.07966	0.32015
CR3 60	-0.26541	-0.45272	-0.69619	-0.63142
CR1 90	-0.22371	0.61274	-0.23923	0.59569
CR2 90	2.13259	-1.19256	0.36839	-0.82084
CR3 90	0.98663	-2.03939	0.70730	-1.06614
CR1 120	-0.42450	0.32513	-0.60779	-1.43630
CR2 120	2.03265	-0.66717	0.33257	0.32404
CR3 120	-0.44129	1.15408	-1.15289	-0.33722
T1R1 30	0.20977	0.07966	-0.27140	0.04132
T1R1 60	-1.50294	-1.59857	-1.66931	-2.79883
T1R1 90	1.67177	-1.39640	-0.47257	-0.92924
T1R1 120	1.12107	0.31191	0.30552	2.06505
T2R1 30	0.11328	-0.39384	-0.23238	0.16066
T2R1 60	0.48287	0.07085	-0.39713	-1.10772
T2R1 90	1.70584	-0.24273	-0.57583	1.31575
T2R1 120	1.24798	0.46448	-0.61648	2.39571
T3R1 30	1.11679	-0.12191	0.44073	-0.19583
T3R1 60	3.10997	0.54581	0.15949	0.40281
T3R1 90	-1.19138	-1.31313	-0.82921	-0.47703
T3R1 120	0.81498	-0.66717	-0.64939	-0.97788

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 การลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P Depletion Frequency) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 2

ตัวอย่าง	ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)			
	30	**60**	**90**	**120**
CR1 30	-0.11485	-0.69171	-1.37766	-0.12241
CR2 30	0.56136	0.44919	-0.22993	-0.57062
CR3 30	1.01466	-0.67343	-3.88155	-0.79987
CR1 60	1.38097	3.25684	-4.58945	-0.90446
CR2 60	1.40281	2.28565	-0.93238	-1.15236
CR3 60	0.00730	0.44557	-0.69609	1.15806
CR1 90	0.71929	-0.31860	0.34524	1.37547
CR2 90	-0.36775	0.68842	-2.74415	-3.42371
CR3 90	-2.00404	-1.05161	-1.39516	-2.05519
CR1 120	1.00721	-1.36415	-1.79136	-2.76181
CR2 120	4.52290	-2.81475	-3.64526	-3.20128
CR3 120	2.36873	-2.67750	-6.02229	-12.40467
T1R1 30	0.25169	-0.91972	-0.79070	-0.45659
T1R1 60	-1.13786	-4.60209	-5.27481	-4.83643
T1R1 90	1.36055	0.71456	-3.43160	1.39398
T1R1 120	1.88781	-4.17677	-3.26256	-6.94078
T2R1 30	0.22180	-0.33824	-0.44796	0.00225
T2R1 60	-0.68139	0.90249	0.22924	-4.12563
T2R1 90	1.09859	-0.69994	2.08805	40.73852
T2R1 120	4.55972	1.81322	-3.63738	-0.91163
T3R1 30	1.72839	0.56771	-0.68529	0.35232
T3R1 60	3.91274	-2.31775	0.46032	-2.50911
T3R1 90	3.46027	-1.33903	-2.39773	2.07320
T3R1 120	5.04840	-1.85555	-7.34313	-0.91698

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 การลดลงของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K Depletion Frequency) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 2

ตัวอย่าง	ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)			
	30	60	90	120
CR1 30	-0.24962	-0.23471	-1.31240	-0.34185
CR2 30	0.80883	1.19089	-0.24873	0.32327
CR3 30	1.03509	-0.17485	-0.59458	0.30616
CR1 60	-0.62161	-0.61702	-1.05229	-0.58003
CR2 60	1.06440	1.02477	-0.17310	-0.92065
CR3 60	0.69414	-0.22000	-0.99471	0.83093
CR1 90	0.62305	-0.41059	-0.78414	-0.48011
CR2 90	0.48675	1.49956	-0.20453	-0.39493
CR3 90	-0.96672	-2.07626	-1.18997	-0.43847
CR1 120	0.91825	-1.18161	-1.83410	-3.20741
CR2 120	1.77318	-2.08692	-0.62149	-0.27975
CR3 120	0.12664	0.59317	-2.18618	11.31242
T1R1 30	0.52187	0.13411	-0.18559	-0.14351
T1R1 60	0.43477	0.32577	-1.56162	-3.25502
T1R1 90	0.66944	0.88981	0.70132	3.25051
T1R1 120	1.97140	1.54448	0.64698	-0.40331
T2R1 30	1.11431	0.48548	-0.83465	0.21843
T2R1 60	0.12474	-0.16702	-1.81108	-0.36432
T2R1 90	1.15671	1.95305	-3.67210	2.19229
T2R1 120	2.91024	1.21638	0.29886	0.80510
T3R1 30	0.30577	-0.27335	-0.29119	-0.21780
T3R1 60	2.21159	0.19844	-0.72721	-0.23071
T3R1 90	0.49510	0.63748	-0.53542	0.55822
T3R1 120	2.59443	0.37106	-2.12093	-0.87737

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 การลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail. P Depletion Frequency) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 2

ตัวอย่าง	ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)			
	30	**60**	**90**	**120**
CR1 30	0.01750	0.16917	-0.05298	0.05050
CR2 30	0.04240	-0.01484	-0.05859	-0.00684
CR3 30	0.04865	0.08935	-0.00870	0.07318
CR1 60	0.03739	0.09926	-0.10485	0.10019
CR2 60	-0.17927	0.13213	-0.03697	-0.02408
CR3 60	-0.03133	0.06488	-0.04827	0.08945
CR1 90	0.43449	-0.14260	-0.10542	-0.03630
CR2 90	-0.01141	-0.05709	-0.14006	0.03142
CR3 90	-0.11843	-0.00831	-0.17423	-0.05318
CR1 120	0.02817	0.38260	-0.11720	0.43141
CR2 120	0.72030	0.03852	-0.14074	-0.04944
CR3 120	0.16801	-0.08049	-0.07312	0.22366
T1R1 30	0.03029	0.00425	-0.03483	-0.02940
T1R1 60	0.09296	-0.04030	-0.06012	-0.02488
T1R1 90	0.28369	0.04783	-0.12435	0.16884
T1R1 120	-0.10733	0.03480	-0.23083	-0.18959
T2R1 30	-0.00326	-0.01283	-0.01831	0.03339
T2R1 60	0.45002	0.01596	-0.01410	-0.02797
T2R1 90	0.53789	0.09940	0.05020	0.20392
T2R1 120	0.11708	-0.10106	-0.14018	-0.07149
T3R1 30	0.10517	-0.01257	-0.04069	-0.00622
T3R1 60	0.08541	-0.02589	-0.01377	0.02085
T3R1 90	0.47040	-0.24824	-0.21101	0.16842
T3R1 120	0.26078	0.03998	-0.07230	0.13386

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 9 การลดลงของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. K Depletion Frequency) ในแต่ละตำแหน่งหัวจ่ายน้ำของการทดลองตอนที่ 2

ตัวอย่าง	ตำแหน่งที่ตั้งหัวจ่ายน้ำ (cm)			
	30	**60**	**90**	**120**
CR1 30	0.07098	0.04954	-0.09215	-0.05658
CR2 30	0.18061	-0.07162	-0.09401	0.05386
CR3 30	0.14775	-0.01984	-0.08844	0.10581
CR1 60	-0.02088	0.03684	-0.12400	0.11383
CR2 60	0.85827	0.33264	0.05744	-0.15192
CR3 60	0.64968	-0.05169	-0.09299	0.13799
CR1 90	0.31916	0.57189	-0.12632	-0.45471
CR2 90	0.22469	0.52297	-0.04634	-0.44105
CR3 90	1.01322	0.84931	-0.04711	-0.01529
CR1 120	0.73758	-0.08999	-0.47654	0.08913
CR2 120	0.20284	0.17753	-0.26722	0.14653
CR3 120	0.52836	0.57461	-0.11783	-0.38847
T1R1 30	0.10119	-0.06732	-0.29893	0.03085
T1R1 60	0.51203	-0.05873	-0.02220	-0.10416
T1R1 90	0.85149	-0.27848	-0.20882	-0.20177
T1R1 120	0.79955	0.66424	-0.29164	0.04984
T2R1 30	-0.10699	0.10063	-0.12253	0.09707
T2R1 60	0.59053	0.23138	-0.35589	-0.29463
T2R1 90	1.06035	-0.04699	-0.29847	-0.15678
T2R1 120	1.27981	-0.20673	-0.85791	-0.44472
T3R1 30	0.25265	0.11094	-0.03844	0.05957
T3R1 60	0.46826	0.39782	-0.02352	0.16736
T3R1 90	0.52829	0.64166	-0.11443	0.06936
T3R1 120	0.60594	0.59172	-0.38014	0.02345

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวพัชรินทร์ บัวเอี่ยม
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 29 มิถุนายน 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์