



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ปริญญา

ปริญญา	ปริญญา
สาขา	ภาควิชา
เรื่อง	การทำปริมาณการใช้น้ำและธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่พอเพียงต่อการให้ผลผลิตของหน่อไม้ฝรั่งพันธุ์ Brock's Improve Sufficient Amount of Water and Nitrogen Phosphorus Potassium Nutrients for Asparagus var. of Brock's Improve

นามผู้วิจัย นางสาวจิตชนก สารักษ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษณ์ สังขศิลา, Ph.D.)

กรรมการ

( อาจารย์วิสุทธิ์ วีรสาร, Ph.D.)

กรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์พนพิภพ เกษมทรัพย์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

( อาจารย์ชวลิต ฮงประยูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 21 เดือน เมษายน พ.ศ. 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การหาปริมาณการใช้น้ำและธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่พอเพียงต่อ
การให้ผลผลิตของหน่อไม้ฝรั่งพันธุ์ Brock's Improve

Sufficient Amount of Water and Nitrogen Phosphorus Potassium Nutrients for Asparagus
var. of Brock's Improve

โดย

นางสาวจิตชนก สารักษ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2549

ISBN 974-273-404-6

จิตชนก สารวัักษ์ 2549: การหาปริมาณการใช้น้ำและธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ
โพแทสเซียมที่พอเพียงต่อการให้ผลผลิตของหน่อไม้ฝรั่งพันธุ์ Brock's Improve ปริญา
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา ประธานกรรมการ
ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์กมุท สังขศิลา, Ph.D. 118 หน้า
ISBN 974-273-404-6

ท่า 2 การทดลองกับต้นหน่อไม้ฝรั่งพันธุ์บร็อคคิมพรีฟอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแปลงทดลองภาควิชาพืช
สวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม การทดลองแรกเป็นการหาการใช้น้ำที่
พอเพียง กำหนดการให้น้ำเท่ากับปริมาณการคายระเหยน้ำซึ่งคำนวณจากข้อมูลสภาพอากาศย้อนหลัง 29 ปี
และให้ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ระดับ คือ 15 และ 30 กก./ไร่ ประเมินหาการใช้น้ำ 2 วิธี วิธีแรกเป็นการหาปริมาณ
การคายน้ำในรอบวันโดยการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น ติดหัววัดอัตราการไหลที่ลำต้น
หน่อไม้ฝรั่ง เลือกวัดเฉพาะต้นที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กก./ไร่ ทดลองในช่วงเดือน มิ.ย.-พ.ย. 2545 ซึ่ง
สภาพอากาศระหว่างทดลองมีความแตกต่างกัน 3 ช่วง คือ เดือนมิ.ย.-ก.ค., เดือน ส.ค. และเดือน ก.ย.-
พ.ย.มีความต้องการไอน้ำเฉลี่ย 0.90-0.91, 0.80 และ 0.63-0.67 กิโลพาสคาล ตามลำดับ ผลพบว่า การ
ใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งแต่ละอายุมีปริมาณสูงในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูงและลดต่ำลงในสภาพอากาศแห้ง
แล้ง โดยช่วงเดือน มิ.ย.-ส.ค. และเดือน ก.ย.-พ.ย. ต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ใช้น้ำเฉลี่ย 120 และ 255 ลบ.
ชม/กอ/วัน หรือเท่ากับ 0.95 และ 2.03 มม./วัน ตามลำดับ ต้นอายุ 2 ปี ใช้น้ำเฉลี่ย 155 และ 250 ลบ.
ชม/กอ/วัน หรือเท่ากับ 1.23 และ 1.99 มม./วัน และต้นอายุ 3 ปี ใช้น้ำเฉลี่ย 145 และ 624 ลบ.ชม/กอ/
วัน หรือเท่ากับ 1.15 และ 4.96 มม./วัน ตามลำดับ วิธีที่สองเป็นการวัดปริมาณการคายระเหยน้ำโดยวิธีจับ
ตุลน้ำ เริ่มทดลองตั้งแต่เดือน มิ.ย.-ก.ค. 2545 ผลพบว่า ปริมาณการคายระเหยน้ำของหน่อไม้ฝรั่งไม่มี
ความแตกต่างกันในแต่ละอายุ และระดับปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อการใช้น้ำ โดยต้นอายุ 1 2 และ 3 ปี ใช้น้ำ
เฉลี่ย 420 409 และ 419 ลบ.ชม/กอ/วัน หรือเท่ากับ 3.34 3.25 และ 3.33 มม./วัน ตามลำดับ

การทดลองที่สองหาการใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่พอเพียง กำหนด การให้น้ำ
และปุ๋ยเช่นเดียวกันกับการทดลองแรก และประเมินการใช้ธาตุอาหารและความพอเพียงจากการเก็บตัวอย่าง
ใบเทียมที่เวลาพักต้น และที่เวลา 15 และ 43 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ วัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหาร
และการให้ผลผลิต ทำการทดลอง 2 ครั้ง คือ ในช่วงเดือน มิ.ย.-ก.ค.45 และเดือน ส.ค.-ก.ย. 45 ผลพบว่า
หน่อไม้ฝรั่งใช้ธาตุอาหารดังกล่าวสูงในระยะพักต้นและลดต่ำลงในระยะเก็บเกี่ยว การใช้ธาตุไนโตรเจนใน
ระยะพักต้นไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละอายุ แต่การใช้ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในระยะพักต้นมี
ความแตกต่างกัน ต้นอายุ 1 และ 2 ปี มีการใช้สูงกว่าต้นอายุ 3 ปี การให้ผลผลิต พบว่า จำนวนและน้ำหนัก
หน่อสดรวม และหน่อขนาดส่งขายขึ้นกับอายุ แต่ไม่ขึ้นกับอัตราปุ๋ย โดยต้นอายุ 2 ปี ให้จำนวนและน้ำหนัก
หน่อสดรวม และหน่อขนาดส่งขายสูงสุด และยังพบอีกว่า อิทธิพลของสภาพอากาศของรอบเก็บเกี่ยวมีผลต่อ
การให้หน่อขนาดส่งขายได้ โดยการให้หน่อขนาดส่งขายมีปริมาณสูงในรอบเก็บเดือน ส.ค. ซึ่งสภาพอากาศมี
ความชื้นสูงกว่าและลดต่ำลงในรอบเก็บเกี่ยวเดือน มิ.ย. ซึ่งสภาพอากาศแห้งแล้ง การให้ปุ๋ยไนโตรเจนใน
อัตรา 15 กก./ไร่/รอบเก็บเกี่ยว น่าจะเพียงพอต่อการให้ผลผลิตของหน่อไม้ฝรั่ง

จิตชนก สารวัักษ์
ลายมือชื่อนิติติ


ลายมือชื่อประธานกรรมการ

90 / เม.ย. / 49

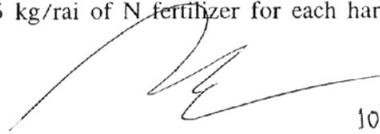
Jitchanok Sararuk 2006: Sufficient Amount of Water and Nitrogen Phosphorus Potassium
Nutrients for Asparagus var. of Brock's Improve. Master of Science (Agriculture),
Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor:
Assistant Professor Kumut Sangkhasila, Ph.D. 118 pages.
ISBN 974-273-404-6

Two experiments were conducted on the experimental plots of the department of Horticulture, Kasetsart University at Kamphangsaen, Nakorn Prathom. The first experiment aimed to find out the sufficient amount of water used by one, two and three year old asparagus plants. Irrigation water at 1.00ETp as calculated from climate data 29 years ahead of the experiment and two nitrogen fertilizer at the rates of 15 and 30 kg/rai were applied to the plants as the treatments. Water consumption was determined by 2 methods. The first method dealt with transpiration measurement using sap flow gauge attached to asparagus stem in plots of 15 kgN/rai fertilizer. During the course of the experiment, the climate could be divided into 3 categories according to its vapor pressure deficit (VPD). The 3 periods were, June-July, during August and September-October which had average values of VPD of 0.90-0.91, 0.80 and 0.63-0.67 kPa, respectively. It was found that water consumption of asparagus plants was higher under moist condition than dry condition. Average consumption rate for the one year old plants during June-August (dry) and during September-October (moist) were found at 120 and 255 cm³ crown⁻¹ day⁻¹ or 0.95 and 2.03 mm day⁻¹, respectively. The rates of two year old plants were found at 155 and 250 cm³ crown⁻¹ day⁻¹ or 1.23 and 1.99 mm day⁻¹. For the three year old plant, its rates were 145 and 624 cm³ crown⁻¹ day⁻¹ or 1.15 and 4.96 mm day⁻¹ respectively. The second method measured consumptive use as the amount of evapotranspiration using water balance equation during June-July. It was found that there were a none significant differences of water used among plant ages and also among N fertilizer treatments. The one, the two, and the three year old plants used average water amount of 420, 409 and 419 cm³ crown⁻¹ day⁻¹ or 3.34, 3.25 and 3.33 mm day⁻¹ respectively.

The second experiment was designed to find out the sufficient amount of plant uptake for N P and K. Treatments on irrigation levels and nitrogen fertilizer rates were the same as the first experiment. Uptake of the nutrients were measured on fern during senescence and at 15 and 43 days since harvesting together with asparagus yields. This was done twice, during the periods of June-July and August- September 2003. The result showed that nutrient uptakes were high during senescence While in the harvesting period, it decreased. Accumulation of N during senescence was not significant different among plant ages. But accumulation of P and K during the same period were found different. The one and the two year old plants accumulated such nutrients more than the three year old plants. Data on asparagus yields suggested that total number and fresh weight of market size spears depended on age of the plant rather than fertilizer rate. The two year old plant was found to have the highest number and fresh weight of market-size spear. Climatic condition was found to have significant effect on asparagus yield. Yield was higher during wetter period of August than during the drier period of June. Therefore, 15 kg/rai of N fertilizer for each harvesting cycle was sufficient for asparagus production.

Jitchanok Sararuk.

Student's signature



Thesis Advisor's signature

10 / April / 2006

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ สังขศิลา ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ดร.วิสุทธิ วีรสาร กรรมการวิชาเอก ที่เมตตาให้คำแนะนำทางการเรียน และกำลังใจในการทำงานจนงานนี้สำเร็จสมบูรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูนพิภพ เกษมทรัพย์ กรรมการวิชาการ ที่ช่วยให้คำแนะนำในการเขียนวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ สฤษดิ์นิรันดร์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ความกรุณาใช้แปลงทดลองในการทดลองครั้งนี้ ตลอดจนให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ระหว่างทำการทดลอง

ขอขอบคุณ อาจารย์เกวณีน ศรีจันทร์ คุณนิธิรัตน์ แซ่จัน คุณสุรชา ลิมตระกูลธงชัย คุณสุลาวัลย์ สุทธิวรวงศ์ คุณจิตติภัทร ขำจา คุณสุภาพร เรื่องวิทย์โชติ คุณจินดารัตน์ วัตจินดา และคุณจำเริญ ไชยรัตน์ สำหรับคำแนะนำและกำลังใจจนงานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ และน้อง ๆ ในห้องปฏิบัติการอนุรักษ์ดินและน้ำ ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ พ่อ แม่ ที่ให้ชีวิต อบรมสั่งสอน ให้กำลังใจ รวมถึงมุมมองต่ออุปสรรคต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิตจนลูกได้มีวันนี้ และทุกๆ คนในครอบครัวที่ช่วยสร้างพลังใจในการทำงานจนสำเร็จมาได้ถึงวันนี้

จิตชนก สารรักษ์

มีนาคม 2549

(1)

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	11
ผลและวิจารณ์	23
สรุปผล	39
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	97
ภาคผนวก	102

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นหน่อไม้ฝรั่งที่ติดหัววัดอัตราการไหล ของสารละลายขณะทำการทดลอง	41
2	อัตราการให้น้ำในแต่ละเดือนระหว่างทดลอง	41
3	อัตราการให้ปุ๋ยและปริมาณธาตุอาหารในแต่ละตำรับการทดลอง	41
4	แรงดูดซับไอน้ำในบรรยากาศตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-พฤศจิกายน 2545	42
5	ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ	43
6	ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ	43
7	ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ	43
8	ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 15 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	44
9	ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 15 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	44
10	ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 15 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	44
11	ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	45
12	ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	45
13	ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	45
14	เปรียบเทียบการตอบสนองของศักย์น้ำรวมในใบเทียมต่อแรงดูดซับไอน้ำของ บรรยากาศที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ ที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี	46

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ค่าเฉลี่ยศักย์สารละลายในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ ที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	47
16	ค่าเฉลี่ยศักย์แรงดันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ ที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	48
17	ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้น้ำของแต่ละช่วงเวลาในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่ง อายุ 1 ปี วัดโดยการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น	49
18	ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้น้ำของแต่ละช่วงเวลาในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่ง อายุ 2 ปี วัดโดยการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น	49
19	ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้น้ำของแต่ละช่วงเวลาในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่ง อายุ 3 ปี วัดโดยการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น	50
20	ปริมาณการใช้น้ำที่วัดโดยการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น หน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ช่วงเดือนกันยายน-พฤศจิกายน 2545	51
21	ปริมาณการใช้น้ำที่วัดโดยการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น หน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี เดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2545	51
22	ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้กับหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ระหว่างทดลอง หาการใช้น้ำโดยวิธีบังตุลน้ำ เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545	52
23	พลังงานก่อกับก่อนดินเฉลี่ยในดินแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ระหว่างทดลองหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีบังตุลน้ำเดือนมิถุนายน ถึงกรกฎาคม 2545	53
24	ปริมาณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี คำนวณโดยวิธีบังตุลน้ำ เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545	54
25	สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ซึ่งทดลอง โดยวิธีบังตุลน้ำระหว่างทดลองเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545	55
26	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง อายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) ที่เวลา 15 และ 43 วันหลังเริ่มเก็บเกี่ยว รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน 2545	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
27	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง อายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) ที่เวลา 15 และ 43 วันหลังเริ่มเก็บเกี่ยว รอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม 2545	57
28	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง อายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน 2545	58
29	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง อายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) รอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม 2545	59
30	เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายนและเดือนสิงหาคม 2545	60
31	จำนวนและน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย และสัดส่วนหน่อเกรดต่างๆ ของต้นหน่อไม้ฝรั่ง อายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน 2545	61
32	จำนวนและน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย และสัดส่วนหน่อเกรดต่างๆ ของต้นหน่อไม้ฝรั่ง อายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ รอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม 2545	62
33	เปรียบเทียบจำนวนและน้ำหนักหน่อสดขนาด market size ของหน่อไม้ฝรั่ง อายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายนและเดือนสิงหาคม 2545	63
ตารางผนวกที่		
1	สมบัติทางกายภาพของดินก่อนเริ่มทดลอง	103
2	ค่าเฉลี่ยผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีพื้นฐานของดินในแปลงทดลอง รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน 2545	103

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า	
3	ค่าเฉลี่ยผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีพื้นฐานของดินในแปลงทดลอง รอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม 2545	104
4	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในดินแปลงทดลอง รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน 2545	104
5	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในดินแปลงทดลอง รอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม 2545	105
6	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในดินที่เวลาก่อน เริ่มเก็บเกี่ยว 7 วัน รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายนและสิงหาคม 2545	106
7	ค่าคงที่ในสมการเส้นอัตราลักษณะของน้ำในดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำ ขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ช่วงความลึก 20-30 เซนติเมตร	107
8	ค่าคงที่ในสมการเส้นอัตราลักษณะของน้ำในดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำ ขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ช่วงความลึก 20-30 เซนติเมตร	107
9	ค่าคงที่ในสมการเส้นอัตราลักษณะของน้ำในดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำ ขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ช่วงความลึก 20-30 เซนติเมตร	108
10	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำโดยปริมาตรกับพลังงานก้ำกับ กอนดินของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี	108
11	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำโดยปริมาตรกับพลังงานก้ำกับ กอนดินของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี	108
12	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำโดยปริมาตรกับพลังงานก้ำกับ กอนดินของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี	109
13	มาตรฐานของธาตุอาหารใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง	109
14	ข้อมูลการคำนวณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี โดยวิธีบังคูลน้ำ	110
15	ข้อมูลการคำนวณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี โดยวิธีบังคูลน้ำ	113
16	ข้อมูลการคำนวณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี โดยวิธีบังคูลน้ำ	115

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
<p>1 ส่วนต่างๆ ของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของหน่อไม้ฝรั่ง ภาพ A ต้นหน่อไม้ฝรั่งภาพ B ส่วนต่างๆ ของหน่อไม้ฝรั่ง โดยภาพ B (1)=ใบเทียมที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสง B (2)=ดอกของหน่อไม้ฝรั่ง B (3)=ผล และ B (4)=หน่อซึ่งแทงออกมาจากลำต้นใต้ดิน</p>	64
<p>2 สภาพอากาศเฉลี่ยรายเดือนระหว่างทดลองตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-พฤศจิกายน 2545 อุณหภูมิอากาศ (—▲—) ความชื้นสัมพัทธ์อากาศเฉลี่ย (—●—) ค่า VPD (—*—) และปริมาณน้ำฝน (■)</p>	66
<p>3 สภาพอากาศในวันที่วัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งที่ได้รับ ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (a) ต้นอายุ 1 ปี หลังเริ่มเก็บหน่อ 21 วัน (27 ส.ค.45) และ 38 วัน (23 พ.ย.45) (b) ต้นอายุ 2 ปี หลังเริ่มเก็บ หน่อ 16 วัน (20 มิ.ย.45) และ 28 วัน (10 ก.ย.45) และ (c) ต้นอายุ 3 ปี หลังเริ่มเก็บหน่อ 36 วัน (20 พ.ย.45) และ 38 วัน (3 ก.ค.45); DAH คือ วันหลังเริ่มเก็บหน่อ</p>	67
<p>4 ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งในรอบวันของต้นอายุ 1 ปี (a) ต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี (b) และต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี (c) ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา ก่อนเริ่มเก็บหน่อ และที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ; ความชื้นสัมพัทธ์อากาศเฉลี่ย (---●---) ค่า VPD เฉลี่ย (---*---) ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง (—●—); DAH คือ วันหลัง เริ่มเก็บหน่อ</p>	70
<p>5 ความสัมพันธ์ระหว่างศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ กับแรงดูดซับไอน้ำ ของบรรยากาศในรอบวัน ที่เวลา ก่อนเริ่มเก็บหน่อ (0 DAH) ที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บ; DAH คือ วันหลังเริ่มเก็บหน่อ</p>	73
<p>6 ค่าเฉลี่ยศักย์สารละลายในใบเทียมในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา ก่อนเริ่มเก็บหน่อ (a) ที่เวลา 15 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (b) และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (c); ค่า VPD เฉลี่ย (---*---) ค่าศักย์สารละลายในใบเทียม (—●—) และ DAH คือ วันหลังเริ่มเก็บหน่อ</p>	76

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
<p>7 ค่าเฉลี่ยศักย์แรงดันในใบเทียมในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ (a) ที่เวลา 15 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (b) และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (c); ค่า VPD เฉลี่ย (---*) ค่าศักย์แรงดันในใบเทียม (—◆—) และ DAH คือ วันหลังเริ่มเก็บหน่อ</p>	78
<p>8 สภาพอากาศและอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นในรอบวันของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 21 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (27 ส.ค.45) (a) และที่เวลา 38 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (23 พ.ย.45) (b); แรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ (—◆—) และอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น (—◆—)</p>	80
<p>9 สภาพอากาศและอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นในรอบวันหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 16 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (20 มิ.ย.45) (a) และที่เวลา 28 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (10 ก.ย.45) (b); แรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ (—◆—) และอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น (—◆—)</p>	81
<p>10 สภาพอากาศและอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นในรอบวันหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (20 พ.ย.45) (a) และที่เวลา 38 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (3 ก.ค.45) (b); แรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ (—◆—) และอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น (—◆—)</p>	82
<p>11 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ (ภาพบน) และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (ภาพล่าง) กับอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่เวลา 21 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (27 ส.ค.45) (a) และที่เวลา 38 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (23 พ.ย.45) (b)</p>	83
<p>12 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ (ภาพบน) และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (ภาพล่าง) กับอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่เวลา 16 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (20 มิ.ย.45) (a) และที่เวลา 28 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (10 ก.ย.45) (b)</p>	85

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
13	<p>ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ (ภาพบน) และความสัมพันธ์ในอากาศ (ภาพล่าง) กับอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่เวลา 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (20 พ.ย.45) (a) และที่เวลา 38 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (3 ก.ค.45) (b)</p>	87
14	<p>ปริมาณน้ำฝนสุทธิที่ตกในแต่ละรอบเวรชลประทานระหว่างทดลองหาการใช้ปุ๋ยโดยวิธีบังคูลน้ำเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545</p>	89
15	<p>การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินและปริมาณน้ำอันเกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินเข้าสู่ระยะรากหน่อไม้ฝรั่งระหว่างทดลองหาปริมาณการใช้ปุ๋ยโดยวิธีบังคูลน้ำเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545; F_1 และ F_2 คืออัตราปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ</p>	90
16	<p>ปริมาณความชื้นโดยปริมาตรในดินแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละช่วงเวลาระหว่างทดลองหาปริมาณการใช้ปุ๋ยโดยวิธีบังคูลน้ำตั้งแต่เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545; เส้นปะสีแดงแสดงวันที่ให้น้ำในรอบเวรชลประทาน, F_1 และ F_2 คือ ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ</p>	91
17	<p>ค่าเฉลี่ยพลังงานกำกับก้อนดินในแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ระหว่างทดลองหาการใช้ปุ๋ยโดยวิธีบังคูลน้ำ เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545; เส้นปะสีแดงแสดงวันที่ให้น้ำในรอบเวรชลประทาน, F_1 และ F_2 คือ ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ</p>	92
18	<p>ปริมาณน้ำกักเก็บในดินแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละช่วงเวลาในรอบเวรชลประทานระหว่างทดลองหาปริมาณการใช้ปุ๋ยโดยวิธีบังคูลน้ำเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545; F_1 และ F_2 คือ ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ</p>	93
19	<p>ปริมาณการใช้ปุ๋ยเฉลี่ยของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545 ซึ่งคำนวณโดยวิธีบังคูลน้ำ; ค่า ET_o คำนวณตามวิธีเพนแมน, F_1 และ F_2 คือ ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ</p>	94

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
<p>20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสะสมในใบเทียม หน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่ม เก็บหน่อ ที่เวลา 16 และ 43 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน (a) และรอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม (b) ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (—*) และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ (—△)</p>	95
ภาพผนวกที่	
<p>1 ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยบริเวณแปลงทดลองหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ตั้งแต่เดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2545</p>	117
<p>2 ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยบริเวณแปลงทดลองหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ตั้งแต่เดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2545</p>	117
<p>3 ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยบริเวณแปลงทดลองหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ตั้งแต่เดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2545</p>	118

การหาปริมาณการใช้น้ำและธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่ พอเพียงต่อการให้ผลผลิตของหน่อไม้ฝรั่งพันธุ์ Brock's Improve

Sufficient Amount of Water and Nitrogen Phosphorus Potassium Nutrients for Asparagus var. of Brock's Improve

คำนำ

หน่อไม้ฝรั่ง (*Asparagus officinalis* L.) เป็นผักเศรษฐกิจที่กำลังเป็นที่นิยมปลูกในกลุ่มเกษตรกร และมีพื้นที่ปลูกเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี โดยปี 2544 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่ง 9,775 ไร่ (Benson, 2002) ซึ่งสูงเป็นอันดับ 3 ของทวีปเอเชีย รองมาจากประเทศจีน และญี่ปุ่น และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากความต้องการและความนิยมบริโภคของคนในประเทศที่เพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งความต้องการของตลาดต่างประเทศยังคงมีสูง โดยจะเห็นได้จากปริมาณการส่งออกหน่อสดในปี 2543 2544 2546 และ 2547 ที่มีปริมาณสูงถึง 3,819 7,429 6,980 และ 11,911 ตัน คิดเป็นมูลค่า 258,716,000 478,287,000 646,936,000 และ 987,623,000 บาท ตามลำดับ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545, 2548) จึงจัดเป็นพืชผักเศรษฐกิจที่น่าสนใจไม่น้อยไปกว่าพืชผักอื่นๆ แต่เนื่องจากในระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมา ประเทศฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย มีศักยภาพในการผลิตหน่อไม้ฝรั่งที่มีคุณภาพ และส่งออกได้ในราคาที่สูงกว่าประเทศไทย จึงสามารถแย่งตลาดในบางส่วนจากประเทศไทยได้ (ไฉน, 2543) ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นที่ประเทศไทยต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงลักษณะสายพันธุ์ ปัจจัยในการสร้างผลผลิต ซึ่งได้แก่ ลักษณะและปริมาณการใช้น้ำ และธาตุอาหาร ในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตให้สูงขึ้น และสามารถแข่งขันกับประเทศคู่แข่ง

การทดลองนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาการใช้น้ำและธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของหน่อไม้ฝรั่งพันธุ์ Brock's Improve ซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมพันธุ์ที่นิยมปลูกกันในกลุ่มเกษตรกรไทย เนื่องจากสามารถให้ผลผลิตสูง และเหมาะสมกับสภาพอากาศในประเทศไทย จึงเลือกทดลองกับต้นหน่อไม้ฝรั่งในช่วงอายุ 1 2 และ 3 ปี ซึ่งเป็นช่วงอายุที่กำลังให้ผลผลิต เพื่อให้ทราบปริมาณการใช้น้ำและธาตุอาหารในแต่ละอายุ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินการให้น้ำ ธาตุอาหารที่เหมาะสมและเพียงพอต่อการให้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรได้

ตรวจเอกสาร

ความสำคัญของหน่อไม้ฝรั่ง

หน่อไม้ฝรั่ง (*Asparagus officinalis* L.) เป็นผักที่มีอายุยาวนานหลายปี มีลักษณะเป็นไม้อวบน้ำ (herbaceous plant) จัดอยู่ในกลุ่มพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ตระกูล Liliaceae มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมในทวีปยุโรปบริเวณประเทศแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน โดยแรกเริ่มนั้นชาวโรมันโบราณใช้ส่วนต่างๆ หน่อไม้ฝรั่งในแง่ของยาสมุนไพร เช่น ส่วนรากหรือลำต้นใต้ดินในการรักษาอาการปวดฟัน ก่อนที่จะเริ่มนำมาใช้เป็นอาหารดังเช่นในปัจจุบัน

การปลูกหน่อไม้ฝรั่งในประเทศไทย มีการนำเข้ามาทดลองปลูกครั้งแรกที่สถานีทดลองพืชสวนฝาง จ. เชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2498 (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2530) และเริ่มมีการปลูกเพื่อการค้าในปี พ.ศ. 2513 โดยกลุ่มนักลงทุนเอกชน และเริ่มมีการปลูกในกลุ่มเกษตรกรไทยในปี พ.ศ. 2515 ตามโครงการช่วยเหลือเกษตรกรของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ในความดูแลของกรมส่งเสริมการเกษตรที่ ต.หุบกระพง อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี และได้รับความช่วยเหลือจากรัฐบาลอิสราเอล ในเรื่องวิธีการปลูกและดูแลรักษา จึงเป็นจุดเริ่มของการปลูกเพื่อการค้าจนถึงปัจจุบัน (ไฉน, 2543)

หน่อไม้ฝรั่งจัดอยู่ในกลุ่มพืชผักเศรษฐกิจที่น่าสนใจ ทำรายได้ให้กับประเทศไทยได้ไม่น้อย ทั้งนี้เพราะพื้นที่ปลูกแหล่งใหญ่ของโลกมีลดลง ประกอบกับสภาพอากาศในกลุ่มประเทศผู้ผลิตอื่นๆ ไม่เอื้อให้สามารถเก็บผลผลิตได้ตลอดปี จึงทำให้ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ จึงนับว่าเป็นโอกาสที่ดีของประเทศไทยที่มีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมต่อการปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดปี ประเทศที่เป็นตลาดของหน่อไม้ฝรั่งคู่แข่งของไทย คือ กลุ่มประเทศแถบตะวันออกกลาง โดยมีมาตรฐานหน่อที่เกรดเอและบี ส่วนตลาดหน่อไม้ฝรั่งแปรรูปของไทยที่สำคัญ คือ ประเทศในกลุ่มยุโรป เช่น เนเธอร์แลนด์ และเยอรมนี เป็นต้น (ไฉน, 2543)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหน่อไม้ฝรั่ง

ไฉน (2543) แบ่งลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหน่อไม้ฝรั่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ (ภาพที่ 1) คือ

1. ส่วนเหนือดิน เป็นส่วนที่เจริญเติบโตมาจากลำต้นใต้ดิน ประกอบด้วย

1.1 ลำต้นเหนือดิน หรือ fern เป็นส่วนที่เกิดจากตาของลำต้นใต้ดิน มีลักษณะตั้งตรง ลำต้นเรียบมีสีเขียวเหมือนกับใบ แต่จะแตกกิ่งก้านสาขามากมาย ลำต้นเหนือดินที่เก็บไปบริโภค ขณะที่เป็ต้นอ่อนอยู่เรียกว่า “หน่อ (spear)” โดยทั่วไป หน่อไม้ฝรั่งจะมีลำต้นเหนือดินสูงประมาณ 120-300 เซนติเมตร

1.2 ใบ หน่อไม้ฝรั่งมี 2 ประเภท คือ ใบแท้ มีลักษณะเป็นเกล็ดบาง ๆ (leaf scale) อยู่บริเวณข้อต่อตรงกันข้ามกับแขนงหลัก ใบประเภทนี้มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงต่ำ และใบเทียม (cladoded) เป็นส่วนของลำต้นที่แปรสภาพคล้ายใบ มีลักษณะเรียวยาวแหลม คล้ายเข็ม ยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร ใบประเภทนี้จะทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงแทนใบแท้

1.3 ดอก ดอกของหน่อไม้ฝรั่งเป็นดอกแบบไม่สมบูรณ์เพศ (incomplete flower) คือ มีต้นที่ให้ดอกตัวผู้ และต้นที่ให้ดอกตัวเมีย (dioecious plant) ดอกตัวผู้มีลักษณะคล้ายระฆัง มีสีขาวแกมเขียว มีขนาดใหญ่และยาวกว่าดอกตัวเมีย (Peirce, 1987) สังเกตได้ว่า ดอกตัวเมีย หลังจากผสมพันธุ์แล้ว จะใช้เวลา 60-70 วัน ในการพัฒนาเป็นผลแก่สีแดงที่เก็บเกี่ยวได้ สมพร (2541) รายงานว่า ต้นตัวผู้และตัวเมีย มีความสามารถในการให้หน่อที่แตกต่างกัน โดยต้นตัวเมียจะให้หน่อสดที่มีขนาดใหญ่กว่าต้นตัวผู้ ในขณะที่ต้นดอกตัวผู้จะให้หน่อสดในปริมาณมาก และยาวนานกว่าต้นตัวเมีย

1.4 ผล มีลักษณะกลม เป็นแบบ berry ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่มีสีแดง ภายในแบ่งออกเป็น 3 พู บรรจุเมล็ดค่อนข้างกลม เป็นเหลี่ยมตรงซั้ว

2. ส่วนใต้ดิน เป็นส่วนที่เกิดจากเมล็ด ได้แก่ ลำต้นใต้ดิน (crown หรือ rhizome) ประกอบด้วยราก 2 ชนิด คือ

2.1 รากเนื้อ (fleshy root หรือ tuberous root) เป็นรากที่มีความสำคัญมาก เกิดจากส่วนตาของลำต้นใต้ดิน ทำหน้าที่ในการเก็บสะสมอาหาร ดูดน้ำ และแร่ธาตุอาหาร บางครั้งเรียกว่า รากสะสมอาหาร (storage root) (ไฉน, 2543) นอกจากนี้ยังช่วยยึดลำต้นให้ตั้งอยู่ได้ รากเนื้อนี้จะเกิดขึ้นใหม่ทุก ๆ ปี และจะสามารถแผ่ขยายได้ปีละไม่เกิน 1 ฟุต แต่สำหรับความลึกของการหยั่งรากจะขึ้นกับความลึกของหน้าดิน ระดับน้ำใต้ดิน แต่โดยทั่วไปแล้วจะสามารถหยั่งลึกลงไปในดินได้มากกว่า 1 เมตร (สมพร, 2541)

2.2 รากฝอย (fibrous root) เป็นรากที่แตกออกจากรากเนื้อ ทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน และยึดเหนี่ยวให้ต้นตั้งอยู่ได้เช่นเดียวกับรากเนื้อ แต่มีอายุสั้นจะตายภายใน 3-4 เดือน แต่จะมีการเกิดขึ้นใหม่เรื่อยๆ บางที่เรียกว่า รากหาอาหาร

การสร้างผลผลิตและการเจริญเติบโตของหน่อไม้ฝรั่ง

กระบวนการสร้างผลผลิตของหน่อไม้ฝรั่งขึ้นกับการเจริญเติบโตที่สมดุลกันระหว่างส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน (Drost, 1997) Wilson et al. (2002) ได้แบ่งการเจริญเติบโตดังกล่าวออกเป็น 3 ระยะ คือ

1. การเจริญเติบโตของลำต้นเหนือดินและราก

การเจริญเติบโตระยะนี้ เป็นระยะการเจริญเติบโตที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างส่วนลำต้นเหนือดินและส่วนใต้ดิน โดยเริ่มแรกจะมีการเจริญของหน่อออกมาจากกลุ่มตาซึ่งอยู่บนลำต้นใต้ดิน โดยหน่อแรกที่เกิดมาจะมีผลชะลอการเจริญเติบโตของหน่อถัดไปที่เกิดในกลุ่มตาเดียวกัน ในระยะพักต้น หน่อที่เกิดขึ้นมาใหม่นี้ จะไม่ทำการเก็บเกี่ยว แต่จะปล่อยให้มีการพัฒนาต่อไปเป็นลำต้นเหนือดินที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงสร้างอาหารไปเก็บสะสมในรากสะสมอาหารใต้ดิน โดยอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงในตอนกลางวันจะถูกลำเลียงมาเก็บสะสมในรากในตอนกลางคืน (Drost, 1997) รากสะสมอาหารจะเกิดขึ้นที่บริเวณส่วนล่างของลำต้นใต้ดินทุกครั้งที่มีการสร้างลำต้นใหม่ทดแทนลำต้นเก่าที่ตายไป (อดิनुช, 2535) และเริ่มมีการเจริญเติบโตเมื่อลำต้นเหนือดินมีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว (Drost, 1997) ในระยะการเจริญเติบโตนี้ หน่อไม้ฝรั่งจะใช้อาหารสะสมในการสร้างหน่ออ่อนประมาณ 1/3 ของอาหารสะสมทั้งหมดที่ได้จากการสังเคราะห์แสง และใช้ที่เหลืออีก 2/3 เป็นแหล่งอาหารสำหรับการหายใจและการเจริญเติบโตของรากและสร้างตาใหม่ (Drost, 1997)

2. ระยะการเจริญเติบโตของหน่อหรือช่วงเก็บเกี่ยวหน่อ

การเจริญเติบโตระยะนี้เป็นการเจริญเติบโตต่อเนื่องภายหลังจากที่ลำต้นเหนือดินและรากมีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จะมีการแทงหน่อออกมาจากส่วนกลุ่มตา (bud cluster) ที่อยู่บนลำต้นใต้ดิน หน่ออ่อนที่แทงขึ้นมาจะไม่ปล่อยให้เจริญเป็นลำต้นเหนือดิน แต่จะเก็บเพื่อบริโภค

3. ระยะเวลาชราภาพของลำต้นเหนือดิน และการพักตัวของกลุ่มตา

เป็นระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตของลำต้นเหนือดิน โดยเป็นระยะที่อาหารสะสมในรากใต้ดินมีปริมาณลดลง ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตลดลง ในระยะนี้จึงเป็นระยะที่หยุดการเก็บหน่อแต่จะปล่อยให้หน่ออ่อนที่แตกขึ้นมาพัฒนาไปเป็นลำต้นเหนือดินเข้าสู่ระยะการเจริญเติบโตของลำต้นเหนือดินและรากอีกครั้ง

บทบาทของน้ำต่อการเจริญเติบโตของหน่อไม้ฝรั่ง

น้ำ เป็นองค์ประกอบสำคัญในเซลล์พืช มีบทบาทเป็นตัวควบคุมขบวนการทางสรีระวิทยา (physiological process) ได้แก่ กระบวนการสังเคราะห์แสง การย่อยสลายแป้ง รวมถึงเป็นตัวทำละลาย และลำเลียงสารไปยังส่วนต่างๆ ของต้นพืช (Wild, 1988) ในเนื้อเยื่อเซลล์พืชที่มีอัตรา การเจริญเติบโตสูง ๆ จะมีน้ำเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 85-95% (ปิยะธิดา, 2540) โดยน้ำเป็น องค์ประกอบที่ก่อให้เกิดแรงดันเต่งในเซลล์ ซึ่งจะมีผลต่อการขยายและยึดตัวของเซลล์พืช (Wild, 1988) ซึ่งสุรชา (2546) แสดงวิธีวัดปริมาณน้ำในพืช 2 วิธี คือ วิธีวัดปริมาณน้ำในเซลล์ (relative water content; RWC) ซึ่งเป็นการวัดปริมาณน้ำในเซลล์พืช ณ เวลาขณะนั้น ๆ เทียบกับ สภาพที่พืชมีน้ำเต็มเซลล์ และวิธีวัดค่าศักย์น้ำในใบพืช (leaf water potential) ซึ่งแสดงเป็นค่า พลังงานศักย์ที่บ่งบอกถึงความสมดุลของน้ำในใบพืช ค่าพลังงานศักย์น้ำในใบพืช ประกอบด้วย องค์ประกอบศักย์น้ำ 2 ค่า คือ พลังงานศักย์สารละลาย (solute potential) บ่งบอกถึงความเข้มข้น ของน้ำในเซลล์พืช (Nobel, 1983) ค่าพลังงานที่ต่ำบ่งบอกให้ทราบว่าในเซลล์พืชมีความเข้มข้นของ ตัวถูกละลายซึ่งหมายถึงสารต่าง ๆ และสารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง และศักย์แรงดัน (pressure potential) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงระดับกิจกรรมของน้ำในเซลล์ ซึ่งเซลล์จะพยายาม รักษาความชื้นให้สูงอยู่เสมอ เพื่อให้กิจกรรมต่างๆ ของพืช เช่น การเจริญเติบโตซึ่งต้องใช้แรงดัน ในการยึดตัวให้ดำเนินต่อไปได้

หน่อไม้ฝรั่งจัดอยู่ในกลุ่มพืชทนแล้ง สุนทร (2535) รายงานว่า หน่อไม้ฝรั่งเป็นพืชใน กลุ่มที่มีกระบวนการสังเคราะห์แสงแบบ Crassulaceae acid metabolism หรือ CAM ซึ่งมักพบ ส่วนใหญ่ในพืชที่มีถิ่นกำเนิดในแถบพื้นที่แห้งแล้ง พืชจำพวกนี้จึงต้องมีการปรับตัวให้อยู่รอดใน สภาพแวดล้อมนั้นได้ โดยการปิดปากใบในตอนกลางวันเพื่อลดการสูญเสียน้ำ และเปิดปากใบใน ตอนกลางคืนเพื่อการใช้ น้ำแทน มีการศึกษามากมายรายงานถึงความสำคัญของน้ำที่มีผลทั้ง ทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตตั้งแต่ช่วงอายุกล้าจนกระทั่งช่วงอายุที่ให้ผลผลิต โดยช่วง การเจริญเติบโตระยะกล้า กล้าหน่อไม้ฝรั่งมีความต้องการน้ำสูงเพื่อการเจริญเติบโตของราก โดย น้ำในดินที่ระดับใกล้เคียงความจุความชื้นสนาม (field capacity) ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของ

รากได้สูงสุด (Wilcox-Lee, 1987; Sterrett *et al.*, 1990) Drost (1997) และ Pressman *et al.* (1989) รายงานว่า ในระยะที่มีการเจริญเติบโตของลำต้นเหนือดิน น้ำมีความสำคัญอย่างยิ่ง การขาดน้ำจะชักนำให้ลำต้นเหนือดินเกิดการพักตัว และมีผลให้ต่อการสร้างอาหารไปเก็บสะสมในรากสะสมอาหารได้ลดลง Drost และ Wilcox-Lee (1990) และ Sterrett *et al.* (1990) รายงานว่า ปริมาณอาหารสะสมในรากที่ลดลงจะส่งผลต่อการสร้างจำนวนและขนาดตา ซึ่งพัฒนาไปเป็นหน่อที่มีจำนวนและขนาดลดลงด้วย

Hartmann *et al.* (1981) รายงานว่า ปริมาณหน่อมีค่าแปรผันตรงกับสภาพอากาศและการให้น้ำ (Takatori *et al.*, 1970; Sterrett *et al.*, 1990) โดยในพื้นที่ที่อากาศมีอุณหภูมิสูง หน่อไม้ฝรั่งมีความต้องการน้ำชลประทานที่เพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน โดยปริมาณน้ำชลประทานจะแปรผันตรงกับ การเจริญเติบโตของหน่อ (Teledo, 1990; Roth and Gardner, 1990) โดยน้ำจะช่วยควบคุมอุณหภูมิดินซึ่งส่งผลให้หน่อไม้ให้แตกแขนงก่อนเวลาที่เก็บเกี่ยวได้

ปริมาณการใช้น้ำ

ปริมาณการใช้น้ำของพืช (consumption use) คือ ปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งประกอบด้วยปริมาณน้ำที่พืชดูดไปจากดิน เพื่อนำไปใช้ในการสร้างเซลล์และเนื้อเยื่อแล้วคายออกสู่บรรยากาศ (transpiration) รวมถึงปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากผิวดิน และผิวน้ำ (evaporation) (วิบูลย์, 2526)

Allen *et al.* (1998) สรุปปริมาณการใช้น้ำของพืชว่าขึ้นกับปัจจัย 3 ปัจจัย ต่อไปนี้ คือ

1. พืช เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการประเมินการใช้น้ำที่แตกต่างกันไป โดยขึ้นกับชนิดและช่วงอายุของพืช การใช้น้ำของพืชจะน้อยเมื่อเริ่มต้นปลูกและเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนมากที่สุดเมื่อพืชโตเต็มที่และอยู่ในวัยขยายพันธุ์ จากนั้นความต้องการน้ำจะค่อยๆ ลดลง (วิบูลย์, 2526) นอกจากนี้ พืชที่ขาดน้ำในระยะเจริญเติบโตยังส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาค เช่น ขนาดทรงพุ่ม ระบบราก และลักษณะใบ เพื่อต่อต้านสภาวะขาดน้ำ จึงส่งผลให้พืชที่เคยขาดน้ำมาก่อนสามารถทนต่อสภาวะขาดน้ำได้สูงกว่าพืชที่ไม่เคยได้รับสภาวะขาดน้ำ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

2. สภาพภูมิอากาศรอบต้นพืช ได้แก่ รังสีแสงอาทิตย์ อันมีความสัมพันธ์กับการระเหยน้ำออกจากดิน รวมถึงสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ทั้งนี้เพราะพลังงานรังสีจะ

ก่อให้เกิดความร้อนขึ้นในวัตถุ ความร้อนส่วนหนึ่งจะถูกระบายออกในรูปความร้อนแฝงซึ่งทำให้เกิดการระเหยน้ำออกสู่บรรยากาศ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

3. ดิน ได้แก่ ความชื้นในดิน ดินที่มีระดับความชื้นใกล้เคียงจุดความจุสนาม (field capacity, FC) เป็นจุดที่ดินมีความชื้นเหมาะสมและพืชใช้ประโยชน์ได้ ระดับความชื้นในดินที่สูงมีผลต่อระดับพลังงานศักย์น้ำที่สูงด้วย ซึ่งส่งผลให้น้ำไหลจากดินเข้าไปในรากพืชได้ง่ายขณะที่พืชกำลังดูดน้ำ นอกจากนี้ ความหนาดินชั้นรากพืช ยังมีผลต่อแหล่งปริมาณน้ำกักเก็บสำรองสำหรับพืช โดยความหนาดินชั้นรากที่มากมีผลต่อปริมาณน้ำสำรองสำหรับพืชใช้มากด้วย สุดท้ายคือ ลักษณะเนื้อดินและสภาพนำน้ำในดิน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการปลดปล่อยน้ำและเคลื่อนที่ของน้ำในดินไปยังพืช ด้วยเหตุนี้ พืชที่ปลูกในดินที่มีเนื้อละเอียดและมีสภาพนำน้ำต่ำจึงมักแสดงอาการขาดน้ำชั่วคราวในช่วงกลางวันที่อากาศร้อน เนื่องจากดินปลดปล่อยน้ำให้พืชไม่ทันกับอัตราการคายน้ำในช่วงเวลานั้น ๆ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

สุรชา (2546) ตรวจสอบวิธีการวัดปริมาณการใช้น้ำของพืช และสามารถวัดได้ใน

2 ลักษณะ คือ

1. การวัดปริมาณน้ำที่พืชใช้ไปในการคายน้ำโดยตรง ได้แก่

1.1) การวัดปริมาณความชื้นในดินที่เปลี่ยนแปลงไป ในชั้นรากพืชที่เวลาต่าง ๆ แล้วคำนวณจากสมการงบดุลน้ำ

1.2) การหาปริมาณการใช้น้ำโดยใช้ถังวัดการใช้น้ำพืช (lysimeter) แบบต่าง ๆ

2. การวัดปริมาณการใช้น้ำทางอ้อม ได้แก่

2.1) การวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยเปรียบเทียบกับถาดวัดการระเหยน้ำแบบ Class A pan โดยคำนวณค่าการใช้น้ำของพืช โดยมีสูตร ดังนี้ (Allen *et al.*, 1998)

$$ET = K_p \times E_{pan} \quad (1)$$

เมื่อ ET คือ ค่าการคายระเหยน้ำของพืช (mm day^{-1})

K_p คือ สัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหยน้ำ

E_{pan} คือ อัตราการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหย (mm day^{-1})

2.2) การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยคำนวณค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำ (ET_p) จากข้อมูลภูมิอากาศ จากนั้นนำมาเข้าสู่สูตรคำนวณหาปริมาณการคายระเหยน้ำแท้จริงของพืช แสดงดังนี้

$$ET_a = K_c \times ET_p \quad (2)$$

โดย ET_a คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ได้จากการคำนวณ (mm day⁻¹)
 K_c คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช โดยขึ้นกับชนิด และอายุของพืช
 ET_p คือ ค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (mm day⁻¹)

ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำ (potential evapotranspiration) เป็นปริมาณน้ำที่สูญเสียดังกล่าวจากพืชและผิวดินในหนึ่งหน่วยเวลา และสามารถคำนวณได้จากข้อมูลภูมิอากาศ ซึ่งคำนวณได้จากหลายวิธี เช่น Blaney-Criddle Method (BC), Radiation Method (R_a), Modified Penman Method (P) แต่โดยทั่วไปจะนิยมใช้สูตรของ Penman-Monteith ซึ่งเป็นสูตรที่ให้ความถูกต้องและแม่นยำที่สุด เนื่องจากเป็นสูตรที่รวมองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการใช้น้ำของพืช ได้แก่ รังสีแสงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม (Allen *et al.*, 1998) มีสูตรดังนี้

$$ET_p = \frac{0.408\Delta(R_n - G)\gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (c_a - c_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad (3)$$

เมื่อ ET_p = Potential Evapotranspiration (mm d⁻¹)
 R_n = รังสีสุทธิที่ผิวโลกได้รับ (MJ m⁻² d⁻¹)
 G = Soil heat flux หน่วย (MJ m⁻² d⁻¹)
 T = อุณหภูมิเฉลี่ย (C)
 U₂ = ความเร็วลมวัดที่ระดับความสูง 2 เมตรจากพื้นดิน (m s⁻¹)
 (c_a - c_d) = ความต้องการการระเหยน้ำของบรรยากาศ (kPa)
 Δ = Slope of vapor pressure curve (kPa C⁻¹)
 γ = Psychrometric content (kPa C⁻¹)

2.3) การวัดปริมาณการคายน้ำโดยวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น (sap flow measurement) เป็นการวัดการคายน้ำของพืช ใช้หลักการเคลื่อนที่ของความร้อน (heat transfer) เริ่มจากการให้ความร้อนแก่ลำต้นพืช สารละลายในท่อของลำต้นพืชจะพาความร้อนที่ได้รับเคลื่อนสู่ด้านบน จากนั้นจะวัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เกิดขึ้น และนำมาคำนวณอัตราการ

ไหล การวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นพืชทำได้ 2 วิธี คือ วิธีการความร้อนสมดุล (heat balance method) (Steinburg, 1989) และ วิธีการกระตุ้นความร้อน (heat pulse method) (Cohen *et al.*, 1993)

บทบาทและการใช้ธาตุอาหารหลักของต้นหน่อไม้ฝรั่ง

ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักที่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของหน่อไม้ฝรั่ง Dorst (1997) รายงานว่า หน่อไม้ฝรั่งมีการใช้ธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ในปริมาณเรียงจากมากไปน้อย ตามลำดับ โดยมีการใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยต่อปี คือ 7% 2% และ 5% ของปริมาณปุ๋ยที่ให้ ตามลำดับ การใช้ธาตุอาหารของหน่อไม้ฝรั่งมีปริมาณสูงในช่วงที่มีการเจริญเติบโตของลำต้นเหนือดินและราก (Robb, 1984) การใช้ธาตุอาหารมีปริมาณลดลงในช่วงเก็บเกี่ยวหน่อ ธาตุอาหารจะมีการเคลื่อนย้ายลงสู่ลำต้นใต้ดินในระยะชราภาพ (Dorst, 1997)

1. ไนโตรเจน

ไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารหลักที่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช โดยเป็นธาตุองค์ประกอบของโปรตีน เอมไซม์ต่าง ๆ และคลอโรฟิลล์ Dorst (2003) รายงานว่า หน่อไม้ฝรั่งมีการใช้ธาตุไนโตรเจนสูงในช่วงที่มีการเจริญเติบโตของลำต้นเหนือดินและราก ลำต้นเหนือดินที่มีขนาดใหญ่และแข็งแรง สามารถสร้างคาร์โบไฮเดรตที่ส่งไปเก็บในลำต้นใต้ดินได้มากด้วย และมีการศึกษาพบว่า ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากหน่อไม้ฝรั่ง แต่หากมีการให้มากเกินไปจะส่งผลให้น้ำตาลฟรุกโทสที่สะสมในรากสะสมอาหารของหน่อไม้ฝรั่งลดลงด้วย (Pitman *et al.*, 1991) การใช้ธาตุไนโตรเจนในช่วงเก็บเกี่ยวมีปริมาณลดลง โดยมีการสูญเสียไปกับผลผลิต ซึ่ง Ledgard *et al.* (1992) ได้ศึกษาการดูดใช้และการเคลื่อนย้ายของไนโตรเจนของหน่อไม้ฝรั่งที่เจริญเติบโตเต็มที่เป็นเวลา 2 ปี โดยใช้ ^{15}N พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนไม่เกิน 6% ของปริมาณ ^{15}N ทั้งหมดที่สูญเสียไปกับผลผลิต

2. ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารหลักที่หน่อไม้ฝรั่งมีการใช้เป็นอันดับ 3 รองมาจากธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียม ตามลำดับ ธาตุฟอสฟอรัสมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเป็นองค์ประกอบของสารฟอสเฟตที่ทำหน้าที่ในการรับช่วงถ่ายทอดพลังงานระหว่างสารต่าง ๆ ในระบบต่าง ๆ เช่น ระบบการสังเคราะห์แสง ระบบหายใจ การขนย้ายอาหาร รวมถึงการดูดกินน้ำ

และธาตุอาหารพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) รูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ H_2PO_4^- และ HPO_4^- หน่อไม้ฝรั่งมีการใช้ธาตุฟอสฟอรัสในการเจริญเติบโตและแผ่กระจายของราก หน่อไม้ฝรั่งที่ขาดฟอสฟอรัสจะมีการเจริญเติบโตของรากแคระแกรน และส่งผลต่อการให้ผลผลิตได้ลดลงด้วย (Tisdal และ Nelson, 1975; Drost, 2003)

3. โปแทสเซียม

โปแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักที่หน่อไม้ฝรั่งมีการใช้เป็นอันดับที่ 2 รองจากไนโตรเจน Andres and Edgardo (2002) รายงานว่า โปแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต โดยทำหน้าที่ควบคุม osmotic pressure ของเซลล์ การเปิด-ปิดปากใบ รักษาระดับ pH ในไซโตรพลาสซึมและคลอโรพลาสต์ รวมถึงการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ และส่งเสริมการเจริญเติบโตของเยื่อเจริญส่วนปลายยอดหรือราก Linn และ Chang (1972) รายงานว่า ธาตุโปแทสเซียมมีอิทธิพลร่วมกับฟอสฟอรัสในการพัฒนาของรากหน่อไม้ฝรั่ง นอกจากนี้ โปแทสเซียมยังมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความแข็งแรงแก่ผนังเซลล์พืช สำหรับการให้ผลผลิตแล้วมีรายงานว่า ธาตุไนโตรเจนและโปแทสเซียมมีบทบาทร่วมกันในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของหน่อไม้ฝรั่ง โดย Sander (1999) ได้ทำทดลองปลูกหน่อไม้ฝรั่งในดินทรายเป็นเวลา 5 ปี พบว่า การให้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยโปแทสเซียมจะช่วยให้หน่อไม้ฝรั่งให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยโปแทสเซียมในอัตราไม่เกิน 150 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

1. ระบบน้ำหยด (drip irrigation system)
2. อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นพืช
 - 2.1 หัววัดอัตราการไหล Dynagage ขนาด SGA 13 ของบริษัท Dynamax ประเทศสหรัฐอเมริกา
 - 2.2 เครื่องเก็บข้อมูลอัตโนมัติ Datalogger รุ่น CR7 ของบริษัท Campbell ประเทศสหรัฐอเมริกา
3. อุปกรณ์วัดศักย์น้ำในใบพืช
 - 3.1 เครื่องวัดพลังงานศักย์น้ำในใบพืช Pressure chamber ของบริษัท PMS Instrument ประเทศสหรัฐอเมริกา
 - 3.2 เครื่องวัดความเข้มข้นสารละลายในใบพืช Vapor pressure osmometer รุ่น 5520 ของบริษัท Wescor ประเทศสหรัฐอเมริกา
 - 3.3 ไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen)
 - 3.4 เครื่องคั้นสารละลายในใบพืช
4. อุปกรณ์เก็บข้อมูลอากาศอัตโนมัติ Watchdog รุ่น 450 ของบริษัท Spectrum Technology ประเทศสหรัฐอเมริกา
5. อุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินและพืช
 - 5.1 เครื่องกลั่นไนโตรเจน รุ่น UDK 126 A ของบริษัท Velp Scientifica ประเทศอิตาลี อุปกรณ์และสารเคมีประกอบในการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในดินและพืช
 - 5.2 เครื่อง Spectrophotometer รุ่น Spectronic 21 ของบริษัท Milto Roy ประเทศสหรัฐอเมริกา อุปกรณ์และสารเคมีประกอบในการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดินและพืช
 - 5.3 เครื่อง Atomic Absorbtion Spectrometer รุ่น 220 FS ของบริษัท Varian ประเทศออสเตรเลีย อุปกรณ์และสารเคมีประกอบในการวิเคราะห์โพแทสเซียมในดินและพืช
6. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างดินได้แก่ auger และกระตาดอลูมิเนียม

7. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ สูตร 20-10-10

วิธีการทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การหาปริมาณการใช้น้ำ และการใช้ธาตุอาหารที่พอเพียงของหน่อไม้ฝรั่ง แสดงรายละเอียดในวิธีทดลองซึ่งนำเสนอต่อไป

ขนาดแปลงทดลองและการเขตกรรม

การทดลองทั้ง 2 ส่วนข้างต้น ทดลองกับต้นหน่อไม้ฝรั่งพันธุ์ Brock's Improve อายุ 1 2 และ 3 ปี โดยทดลองบนแปลงขนาด 1.60 x 14.70 ตารางเมตร อายุละ 1 แปลง ภายในแปลงแบ่งออกเป็น 4 แปลงย่อยขนาด 1.60 x 3.23 ตารางเมตร ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ระดับ ซึ่งขออธิบายรายละเอียดต่อไป แปลงทดลองแต่ละแปลงปลูกหน่อไม้ฝรั่ง 2 แถว โดยมีระยะปลูกระหว่างแถวและระหว่างต้นเท่ากับ 70 และ 45 เซนติเมตร ตามลำดับ

การเขตกรรมและการดูแลรักษา ให้น้ำชลประทานแบบระบบน้ำหยด และให้ปุ๋ยไนโตรเจนโดยโรยเป็นแถวข้างลำต้น ซึ่งแบ่งการให้ออกเป็น 2 ครั้งเท่า ๆ กัน โดยให้ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งแรกพร้อมปุ๋ยมูลสัตว์ก่อนเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิต 1 สัปดาห์ และให้ครั้งที่ 2 หลังจากให้ปุ๋ยครั้งแรกแล้ว 4 สัปดาห์ เนื่องจากพื้นที่บริเวณแปลงทดลองมีระดับน้ำใต้ดินค่อนข้างสูง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 20-40 เซนติเมตรจากผิวดิน จึงควบคุมระดับน้ำใต้ดิน โดยการแทงร่องลึก 50 เซนติเมตรจากผิวดินรอบแปลงทดลอง และสูบน้ำที่ระบายออกมายังท้องร่องออก ส่วนการดูแลและเขตกรรมอื่น ๆ ปฏิบัติตามคำแนะนำของศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักแห่งเอเชีย ได้แก่ การทำราวป้องกันการหักล้มของต้นโดยใช้เชือกไนล่อนสูงประมาณ 75-100 เซนติเมตร การพูนโคนต้นหน่อไม้ฝรั่งสูงประมาณ 10-15 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ยมูลสัตว์อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และตัดแต่งต้นเพื่อป้องกันการสะสมโรคและแมลง

การทดลอง 1 รอบเก็บเกี่ยว (harvesting period) ใช้เวลาทั้งสิ้น 71 วัน โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ 1) ช่วงเก็บเกี่ยวหน่อ การเจริญเติบโตในช่วงนี้ใช้เวลาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ (วันที่ 1-43 หลังเริ่มเก็บหน่อ) และ 2) ช่วงพักตัว (วันที่ 44-71 หลังเริ่มเก็บหน่อ) เป็นช่วงที่หยุดการเก็บหน่อ แต่จะถอนลำต้นเหนือดินออกทั้งหมด และปล่อยให้หน่อที่แตกออกมาใหม่เจริญไปเป็นลำต้นเหนือดินต่อไป การเจริญเติบโตช่วงนี้จะเน้นการเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ของลำต้นเหนือดิน และลำต้นใต้ดินเพื่อการสร้างอาหารสะสมสำหรับการให้หน่อในรอบเก็บเกี่ยวต่อไป การเจริญเติบโตในช่วงนี้ใช้เวลาทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ จากนั้นจะกลับเข้ามาสู่ช่วงเก็บเกี่ยวหน่ออีกครั้ง

ส่วนที่ 1: การหาปริมาณการใช้น้ำอย่างพอเพียงของหน่อไม้ฝรั่ง

การหาปริมาณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งอย่างพอเพียง แบ่งการทดลองออกเป็นสองส่วน คือ การหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีบังตุลน้ำ และการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่ง ทั้งสองวิธีกำหนดการให้น้ำจากค่าศักยภาพคายระเหยน้ำ (ET_p) ซึ่งคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศย้อนหลัง 29 ปี ของสถานีอุตุนิยมวิทยา นครปฐม กำแพงแสน ตามสูตรของเพนแมน (Allen *et al.*, 1998) กำหนดระดับการให้น้ำพอเพียงเท่ากับอัตราการคายระเหยน้ำหรือเท่ากับ $1.00ET_p$ ซึ่งแสดงวิธีการคำนวณในลำดับต่อไป

1. การหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น

หาปริมาณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งโดยวิธีวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น เป็นการหาปริมาณการใช้น้ำของต้นหน่อไม้หน่อไม้ฝรั่งจากการคายน้ำ (transpiration) ในรอบวัน ซึ่งใช้หลักสมดุลความร้อนเสนอโดย Steinburg (1989) เป็นการทำบัญชีความร้อนที่จ่ายให้กับหัววัดและติดตามวัดปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนแปลงไปอันเกิดจากการนำและการพาความร้อน การวัดใช้ชุดหัววัดสำเร็จรูปรุ่น SGA 13 ต่อเข้ากับเครื่องเก็บข้อมูลอัตโนมัติ เครื่องจะเก็บข้อมูลอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งอัตโนมัติทุก 10 นาที ในหน่วยมวลของน้ำต่อพื้นที่ต่อเวลาและหาปริมาณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งใน 1 วัน โดยการคำนวณพื้นที่ใต้กราฟของอัตราการไหลของสารละลายกับเวลาในรอบวันมีหน่วยเป็น g หรือ cm^3 mother stem of aparagus⁻¹day⁻¹ และประเมินการใช้น้ำต่อกอต่อวันในช่วงที่มีการเก็บเกี่ยว โดยกำหนดให้หน่อไม้ฝรั่ง 1 กอ มีลำต้นแม่ (mother stem) 4-5 ต้น

การวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่ง วัดได้เฉพาะต้นหน่อไม้ฝรั่งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นไม่ต่ำกว่า 0.97 เซนติเมตร ในแปลงที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นหน่อไม้ฝรั่งที่ใช้วัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นดังตารางที่ 1

2. การหาปริมาณการใช้น้ำด้วยวิธีบังตุลน้ำ

การหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีบังตุลน้ำ เป็นการหาปริมาณการใช้น้ำอันเกิดจากการคายระเหยน้ำ (evapotranspiration, ET) วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลสุ่มสมบูรณ์ (factorial in CRD) โดยมีตัวรับทดลองคือ ต้นหน่อไม้ฝรั่ง มี 3 อายุ คือ 1 2 และ 3 ปี และระดับปุ๋ยไนโตรเจน มี 2 ระดับ คือ 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้สัญลักษณ์เป็น F_1 และ F_2

ตามลำดับ เริ่มทดลองตั้งแต่เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545 คำนวณปริมาณการใช้น้ำจากสมการสมดุลน้ำซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

$$I + P + WT = \Delta S + ET \quad (4)$$

เมื่อ	I	คือ ปริมาณน้ำชลประทาน มีหน่วยเป็น cm^3
	P	คือ ปริมาณน้ำฝน มีหน่วยเป็น cm^3
	WT	คือ ปริมาณน้ำจากอิทธิพลของน้ำใต้ดิน มีหน่วยเป็น cm^3
	ΔS	คือ ปริมาณน้ำกักเก็บในดินชั้นรากพืช มีหน่วยเป็น cm^3
	ET	คือ ปริมาณน้ำคายระเหย มีหน่วยเป็น cm^3

2.1 ปริมาณและการให้น้ำชลประทาน (I) โดยสร้างระบบน้ำหยด คำนวณปริมาณน้ำที่ให้โดยกำหนดพื้นที่ใต้ทรงพุ่มขนาด 0.90×14.70 ตารางเมตร หัวน้ำหยด 1 หัวจะต่อท่อย่อยไปยังต้นหน่อไม้ฝรั่ง 4 ต้น และให้น้ำทุกๆ 4 วัน คำนวณปริมาณน้ำที่ให้ จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณน้ำที่ให้ (I)} = \frac{A \times R \times D}{E} \quad (5)$$

เมื่อ	I	คือ ปริมาณน้ำที่ให้ต่อครั้ง มีหน่วยเป็น cm^3 (ให้ทุกๆ 4 วัน)
	A	คือ พื้นที่แปลงที่ทำการให้น้ำ มีหน่วยเป็น cm^2
	R	คือ อัตราการให้น้ำต่อวัน มีหน่วยเป็น cm day^{-1} ซึ่งคำนวณจากค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำ ดังตารางที่ 2
	D	คือ ระยะเวลาเว้นของการให้น้ำ มีหน่วยเป็น day (ในการทดลองนี้ คือ 4 วัน)
	E	คือ ประสิทธิภาพการให้น้ำ

กำหนดให้ประสิทธิภาพการให้น้ำมีค่าเป็น 100%

2.2 การหาปริมาณน้ำกักเก็บในหน้าตัดดินที่ช่วงความลึก 0-30 cm ซึ่งเป็นช่วงความลึกที่มีความหนาแน่นของรากสูง โดยเก็บตัวอย่างดินตำรับทดลองละ 2 จุด ๆ ละประมาณ 100-140 g ทุกๆ 2 วัน นำมาหาความชื้นดินเฉลี่ยโดยมวล ดังสูตร (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

$$\theta_m = \frac{m_w}{m_s} \quad (6)$$

และนำค่าความชื้นโดยมวลที่เก็บได้มาแปลงเป็นปริมาณความชื้นโดยปริมาตรตามสูตร (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

$$\theta_v = \frac{D_b \cdot \theta_m}{D_w} \quad (7)$$

เมื่อ	θ_v	คือ ความชื้นโดยปริมาตร
	θ_m	คือ ความชื้นโดยมวล
	m_w	คือ มวลน้ำ มีหน่วยเป็น g
	m_s	คือ มวลดินแห้ง มีหน่วยเป็น g
	D_b	คือ ความหนาแน่นของดินชั้นนั้น ๆ มีหน่วยเป็น $g\ cm^{-3}$
	D_w	คือ ความหนาแน่นของน้ำ มีหน่วยเป็น $g\ cm^{-3}$

นำค่า θ_v มาหาปริมาณน้ำกักเก็บในดิน (soil water storage) ในดินช่วงรากพืช 30 cm ดังสมการต่อไปนี้

$$S = \theta_v \times Z \times A \quad (8)$$

และ

$$\Delta S = S_j - S_{j-1} \quad (9)$$

เมื่อ	ΔS	คือ ปริมาณน้ำกักเก็บในดินชั้นรากพืช มีหน่วยเป็น cm^3
	Z	คือ ความหนาของชั้นดิน มีหน่วยเป็น cm
	A	คือ พื้นที่ใต้ทรงพุ่ม มีหน่วยเป็น cm^2
	j	คือ ครั้งที่ของการเก็บตัวอย่าง

2.3 ปริมาณน้ำที่เข้าหรือออกจากเขตรากพืชที่ทำการศึกษา คำนวณจากกฎของดาร์ซี (Darcy's law) (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ดังนี้

$$WT = -K(\theta) \left[\frac{\Delta \psi_s}{\Delta Z} \right] \times \Delta t \times A \quad (10)$$

เมื่อ WT คือ ปริมาณน้ำที่เข้าหรือออกจากกระยะรากพืชเกิดจากอิทธิพลของระดับน้ำใต้ดิน มีหน่วยเป็น cm^3

$K(\theta)$ คือ สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ มีหน่วยเป็น cm s^{-1}

Δt คือ ระยะเวลาระหว่างวันที่เก็บดินครั้งที่ j และ $j+1$ มีหน่วยเป็น s

A คือ พื้นที่ใต้ทรงพุ่มที่ทำการศึกษา มีหน่วยเป็น cm^2

$\frac{\Delta \psi_s}{\Delta z}$ คือ ลาดศักย์น้ำรวม หรือ ค่าแรงขับเคลื่อนน้ำ มีหน่วยเป็น cm cm^{-1}

ประเมินพลังงานศักย์ของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ที่ระดับน้ำใต้ดินถึงระดับชั้นรากพืช โดยเก็บตัวอย่างดินมาวัดความชื้นและนำมาแปลงเป็นค่าพลังงานศักย์น้ำโดยใช้เส้นอัตรลักษณ์ของน้ำในดิน (Van Genuchten, 1980) คำนวณปริมาณน้ำที่เคลื่อนที่เข้าหรือออกจากชั้นรากพืช โดยใช้สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่ความลึก 30–40 เซนติเมตร ส่วนค่า Δz เป็นผลต่างของระยะทางจากระดับน้ำใต้ดินถึงระดับชั้นรากพืชที่ศึกษา

2.4 การรักษาและวัดระดับน้ำใต้ดิน โดยการวางร่องลึกประมาณ 50 เซนติเมตร เพื่อรักษาระดับน้ำใต้ดินให้อยู่ต่ำกว่า 45 เซนติเมตร เจาะดินฝังท่อพลาสติกในแนวตั้งฉากกับพื้นดินลึก 50 เซนติเมตร สำหรับติดตามวัดระดับน้ำ

2.5 การวัดปริมาณน้ำฝน (P) ระหว่างการทดลอง โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของสถานีอุตุนิยมวิทยานครปฐม กำแพงแสน ซึ่งอยู่ห่างจากสถานที่ทดลองประมาณ 1 กิโลเมตร

3. การวัดค่าพลังงานศักย์น้ำในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง

การวัดค่าองค์ประกอบศักย์น้ำในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง โดยเลือกใช้ส่วนยอดบริเวณที่โดนแสงแดด นำมาวัดค่าศักย์น้ำรวม ศักย์สารละลาย และศักย์แรงดัน แสดงดังรายละเอียด ดังนี้

3.1 พลังงานศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง

การวัดค่าพลังงานศักย์น้ำรวม (ψ_r) ของต้นหน่อไม้ฝรั่ง วัด 3 ครั้ง คือ 8 22 และ 43 วันหลังเริ่มทดลอง โดยเลือกส่วนของใบเทียมบริเวณที่ถูกแสงแดด ใช้แผ่นพลาสติกใส (plastic wrap) ห่อใบเทียมให้มิดเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ แล้วจึงตัดที่ก้าน และนำเข้าเครื่องวัดพลังงานศักย์น้ำในใบพืชทันที โดยค่อย ๆ เพิ่มความดันที่ละน้อย อ่านค่าความดันเมื่อเริ่มเห็นน้ำปรากฏที่ปลายก้านยอด หลังจากอ่านค่าแล้ว นำตัวอย่างยอดดังกล่าวมาบรรจุใส่หลอดยางและนำไปแช่ในไนโตรเจนเหลวประมาณ 30 วินาที เพื่อให้เซลล์พืชแตก นำไปแช่แข็งเพื่อเตรียมสำหรับวัดค่าพลังงานศักย์สารละลายในห้องปฏิบัติการต่อไป

ค่าพลังงานศักย์น้ำรวมในต้นพืชเป็นผลรวมของค่าพลังงานศักย์สารละลาย (osmotic potential, Ψ_{π}) และพลังงานความดันของน้ำ (turgor potential, Ψ_p) แสดงดังสมการ

$$\Psi_t = \Psi_{\pi} + \Psi_p \quad \text{หน่วย kPa} \quad (11)$$

3.2 พลังงานศักย์สารละลายในเซลล์ใบเทียมของหน่อไม้ฝรั่ง

การวัดค่าความเข้มข้นของสารละลายในเซลล์ใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง โดยนำตัวอย่างใบเทียมที่ทำให้เซลล์แตกจากการแช่ในโตรเจนเหลว มาตั้งให้น้ำแข็งละลายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนำหลอดซึ่งบรรจุตัวอย่างใบเทียมดังกล่าว มาคั้นเอาสารละลาย ดูดสารละลายดังกล่าวในปริมาณ 10 μL ลงบนกระดาษกรองแผ่นเล็ก ๆ และนำมาวัดค่าความเข้มข้นของสารละลายโดยใช้เครื่องวัดความเข้มข้นสารละลาย เครื่องจะอ่านความเข้มข้นในหน่วย mmol of solution kg^{-1} of water คำนวณค่า Ψ_{π} ตามสูตรของ Van't Hoff's equation (Nobel, 1983)

$$\Psi_{\pi} = - C_s RT \quad (12)$$

เมื่อ	Ψ_{π}	คือ พลังงานศักย์สารละลาย มีหน่วยเป็น kPa
	C_s	คือ ความเข้มข้นของตัวละลาย มีหน่วยเป็น mol m^{-3}
	R	คือ ค่าคงที่ของก๊าซ เท่ากับ $8.3143 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ kPa mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
	T	คือ อุณหภูมิเป็นองศาสัมบูรณ์ของสารละลาย มีหน่วยเป็น K

3.3 พลังงานศักย์ความดันของน้ำในต้นหน่อไม้ฝรั่ง เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยพลังงานศักย์ความดันของน้ำหาได้จาก

$$\Psi_p = \Psi_t - \Psi_{\pi} \quad \text{มีหน่วยเป็น kPa} \quad (13)$$

4. สภาพอากาศในแปลงทดลอง

ระหว่างทดลองได้เก็บข้อมูลอากาศรายวันได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์โดยใช้เครื่องเก็บข้อมูลอัตโนมัติ และนำมาคำนวณค่าแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ (vapor pressure deficit, VPD) ขณะหนึ่ง ๆ ตามสูตร

$$\text{VPD} = (1 - \text{RH}) \times P^{\text{sat}}(T_{\text{air}}) \quad (14)$$

เมื่อ VPD คือ ค่าแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ มีหน่วยเป็น kPa
 $P^{\text{sat}}(T_{\text{air}})$ คือ ค่าความดันไอน้ำของบรรยากาศที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (kPa)
 θ อุณหภูมิอากาศใด ๆ เมื่อ อุณหภูมิ มีหน่วยเป็น K
 RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ซึ่งเป็นสัดส่วนของไอน้ำที่มีอยู่จริงใน
 บรรยากาศขณะนั้นกับไอน้ำที่ระดับอิ่มตัวในบรรยากาศขณะนั้น

ส่วนที่ 2: การใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอย่างพอเพียงของหน่อไม้ฝรั่ง

การทดลองในส่วนนี้วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล โดยมีตัวรับทดลองคือ ต้น
 หน่อไม้ฝรั่ง มี 3 อายุ คือ 1 2 และ 3 ปี และระดับปุ๋ยไนโตรเจน มี 2 ระดับ คือ 15 และ 30
 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้สัญลักษณ์เป็น F_1 และ F_2 ตามลำดับ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม
 ให้ในอัตราที่เท่ากันคือ 15 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3

1. การหาปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง

สุ่มเลือกต้นหน่อไม้ฝรั่งแต่ละอายุในแปลงทดลองย่อยที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่าง ๆ
 แปลงละ 3 ต้น เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารสะสมในยอดโดยเลือกเก็บที่ช่วง 30 เซนติเมตร
 จากปลายยอดลำต้น (Robinson, 1997) เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุ
 ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ 7 วัน ที่เวลา 15 และ 43 วัน
 หลังเริ่มเก็บหน่อซึ่งสะท้อนการใช้ธาตุอาหารในช่วงพักต้น ช่วงเก็บหน่อ โดยนำตัวอย่างพืชที่เก็บ
 ได้ดังกล่าวไปอบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จนแห้งดีแล้วจึงนำไปบด เพื่อเตรียมย่อยสลายให้
 ได้สารละลายตัวอย่างพืชใส โดยเติมสาร digestion mixture ภายใต้ fume hood ซึ่งควบคุม
 อุณหภูมิประมาณ 350 องศาเซลเซียส ตามวิธีของ ทศนิยม และ จงรักษ์ (2527) และนำมา
 วิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจนรวม ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสรวม และปริมาณโพแทสเซียม
 รวม

2. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองย่อยที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนทั้ง 2 ระดับ แปลงละ 3 จุด ที่
 ระดับความลึก 0-40 เซนติเมตร จำนวน 3 ครั้งในฤดูเก็บเกี่ยวในวันเดียวกันกับวันที่เก็บตัวอย่าง
 ยอดใบเทียมที่ใช้วิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหาร เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหาร
 ในดินในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต โดยนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่
 เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ตามวิธีดังต่อไปนี้

2.1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยวิธี micro-Kjeldahl แล้วกลั่น เพื่อวัด ปริมาณไนโตรเจน (ทศนิยม และ จงรักษ์, 2527)

2.2) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธีสกัดด้วยน้ำยาสกัด Bray II แล้ว วัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง spectrophotometer (ทศนิยม และ จงรักษ์, 2527)

2.3) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดด้วยสารละลาย 1 N NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) แล้ววัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (ทศนิยม และ จงรักษ์, 2527)

3. การเก็บข้อมูลผลผลิตหน่อไม้ฝรั่ง

การเก็บข้อมูลผลผลิตหน่อ เก็บทุกวันในแต่ละตำรับปุ๋ย โดยเก็บหน่อที่มีความยาวไม่ต่ำกว่า 25 เซนติเมตร มีส่วนที่มีสีเขียวยาวมากกว่า 20 เซนติเมตร หน่อตรง ยอดแน่น ไม่บาน นำมาแยกเกรด ซึ่งน้ำหนัก และนับจำนวนหน่อผลผลิตแต่ละเกรดที่ได้ มีหลักการคัดแยกเกรด ดังนี้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545; สมพร, 2545)

เกรด A หน่อที่มีขนาดความยาว 25 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางที่โคนหน่อ สีเขียวตั้งแต่ 1 เซนติเมตร ขึ้นไป มีน้ำหนักตั้งแต่ 14 กรัม ขึ้นไป

เกรด B หน่อที่มีขนาดความยาว 25 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางที่โคนหน่อ สีเขียวตั้งแต่ 0.8 เซนติเมตร ขึ้นไป มีน้ำหนักตั้งแต่ 8 กรัม ขึ้นไป

เกรด C หน่อที่มีขนาดความยาว 25 เซนติเมตรเส้นผ่านศูนย์กลางที่โคนหน่อ สีเขียวตั้งแต่ 0.6 เซนติเมตร ขึ้นไป

เกรด Z (หน่อตกเกรด) หน่อที่มีความยาว 25 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่โคนหน่อสีเขียวต่ำกว่า 0.6 เซนติเมตร

4. สมบัติของดิน

ก่อนทดลองได้เก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงทดลองมาวัดสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีดิน เพื่อดูความแตกต่างของสมบัติดินในแปลงก่อนเริ่มทดลอง

4.1 การวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานทางกายภาพของดิน เก็บตัวอย่างดินแบบรักษา โครงสร้างและไม่รักษาโครงสร้างในช่วงความลึก 0-40 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน ดังต่อไปนี้

4.1.1) เนื้อดิน วิเคราะห์โดยวิธีตกตะกอนในน้ำ (pipet method) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รักษาโครงสร้างในช่วงความลึก 0-40 เซนติเมตร จำนวน 3 จุด ในแต่ละแปลงทดลองซึ่งแบ่งตามอายุหน่อไม้ฝรั่ง ที่นำมาผสมคลุกเคล้ากัน อธิบายวิธีการตั้งคู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

4.1.2) ความหนาแน่นรวมเฉลี่ยตลอดชั้นหน้าดิน วิเคราะห์ตามวิธีของ Blake (1965) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบรักษาโครงสร้าง ที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-20 และ 20-40 เซนติเมตร ในแปลงทดลองแต่ละอายุหน่อไม้ฝรั่งแปลงละ 3 จุด และนำมาหาค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ย ตามสูตร

$$D_b = \frac{m_s}{V_b} \quad (15)$$

เมื่อ D_b คือ ความหนาแน่นรวมของดิน มีหน่วยเป็น $g\ cm^{-3}$
 m_s คือ มวลดินแห้ง มีหน่วยเป็น g
 V_b คือ ปริมาตรรวมของภาชนะที่บรรจุดิน มีหน่วยเป็น cm^3

4.1.3) เส้นอัตตลักษณะของน้ำในดิน (soil water retention curve) สุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบรักษาโครงสร้างที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร ในแปลงทดลองแต่ละอายุหน่อไม้ฝรั่งแปลงละ 3 จุด และใช้หลักการผลึกน้ำออกจากดินอ้อมตัว ด้วยหม้อความดันกับแผ่นพรุนดินขาวที่ 6 ระดับความดัน คือ 15 30 500 1500 kPa air dry และ saturated ซึ่งอธิบายรายละเอียดใน Klute (1986) แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำโดยปริมาตรที่ถูกดินดูดยึดไว้ด้วยพลังงานกำกับกอนดิน (Van Genuchten, 1980) ดังสมการ

$$\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} = \left[\frac{1}{1 + (\alpha h)^n} \right]^m \quad (16)$$

เมื่อ θ คือ ความชื้นโดยปริมาตร ที่ระดับพลังงานกำกับกอนดินใดๆ
 h คือ พลังงานกำกับกอนดิน มีหน่วยเป็น cm of H_2O
 $\theta_s - \theta_r$ คือ ผลต่างความชื้นโดยปริมาตรขณะดินอ้อมตัวด้วยน้ำ และที่จุดเหี่ยวถาวร มีหน่วยเป็น $cm\ cm^{-1}$ ตามลำดับ
 α, n คือ ค่าคงที่ของสมการหาได้จาก การเข้ารูปสมการ (curve fitting) (คำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป RETC)

m คือ ค่าคงที่ของสมการ โดยที่ $m = 1 - \left(\frac{1}{n}\right)$

4.1.4) สัมประสิทธิ์การนำน้ำขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำเฉลี่ย โดยวิธี falling head (Klute, 1986) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบรักษาโครงสร้างในจุดเดียวกับที่เก็บตัวอย่างดินเพื่อหาเส้นอัตราลักษณะของน้ำในดินที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตรจากผิวดิน ในแปลงหน่อไม้ฝรั่งแต่ละอายุแปลงละ 2 จุด และนำมาวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์การนำน้ำขณะดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ แสดงดังสมการของ Mualem (1976) ดังนี้

$$K_s = \frac{(aL)}{At} \ln \left(\frac{h_o}{h_1} \right) \quad (17)$$

และ

$$K(\theta) = K_s \Theta^{0.5} \left[1 - \left(1 - \Theta^{\frac{1}{m}} \right)^m \right]^2 \quad (18)$$

เมื่อ	$K(\theta)$	คือ สัมประสิทธิ์การนำน้ำขณะดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ มีหน่วยเป็น cm s^{-1}
	K_s	คือ สัมประสิทธิ์การนำน้ำขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำ มีหน่วยเป็น cm s^{-1}
	a	คือ พื้นที่หน้าตัดของหลอดบรรจุน้ำ มีหน่วยเป็น cm^2
	A	คือ พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างดินที่นำมาวิเคราะห์ มีหน่วยเป็น cm^2
	L	คือ ความสูง หรือ ความยาวของตัวอย่างดินที่นำมาวิเคราะห์ มีหน่วยเป็น cm
	t	คือ ระยะเวลาที่ระดับน้ำเปลี่ยนแปลงไปที่ระยะทางใด ๆ มีหน่วยเป็น s
	h_o	คือ ความสูงของผิวน้ำในหลอด เหนือผิวล่างของดินที่เวลา $t=0$ มีหน่วยเป็น cm
	h_1	คือ ความสูงของผิวน้ำในหลอด เหนือผิวล่างของดินที่เวลา $t= t$ มีหน่วยเป็น cm
	Θ	คือ Degree of saturated มีค่าเท่ากับ $\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r}$
	m	คือ ค่าคงที่ซึ่งหาได้จากการหารูปสมการจากการหาเส้นอัตราลักษณะ

4.2 การวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานทางเคมีของดิน วิเคราะห์ในครั้งแรกก่อนการให้ปุ๋ยตามตำรับทดลองของแต่ละฤดูเก็บเกี่ยว โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองย่อยที่ให้ปุ๋ยในโตรเจนระดับต่าง ๆ แปลงละ 3 ตัวอย่าง ที่ระดับความลึก 0-40 เซนติเมตร นำมาคลุกผสมกัน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าต่อไปนี้

4.2.1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยวิธีของ Walkley–Black Titration (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2527)

4.2.2) ค่าปฏิกิริยาดิน โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 แล้ววัดด้วยเครื่องวัดปฏิกิริยาดิน (pH meter) (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2527)

4.2.3) ค่าสัมประสิทธิ์การนำไฟฟ้าของเกลือโดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5 แล้ววัดด้วยเครื่อง electrical conductivity bridge (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2527)

4.2.4) ความจุการแลกเปลี่ยนประจุบวก โดยไลต์แคทไอออนด้วย 1 N NH_4Oac แล้วนำมาคูณหาปริมาณ NH_4 ด้วยวิธี Micro–Kjeldahl (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2527)

สถานที่ทำการทดลอง

- แปลงทดลองพืชสวน 2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

- ห้องปฏิบัติการอนุรักษ์และการจัดการดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

- ห้องปฏิบัติการทางเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการวิจัยตั้งแต่เดือนเมษายน 2545 ถึง กุมภาพันธ์ 2546

ผลและวิจารณ์

ส่วนที่ 1: การหาปริมาณการใช้น้ำที่พอเพียงของต้นหน่อไม้ฝรั่ง

1. สภาพอากาศและความต้องการไอน้ำของบรรยากาศ (vapor pressure deficit, VPD)

สภาพอากาศและความต้องการไอน้ำของบรรยากาศระหว่างทดลอง

ค่า VPD เป็นค่าบ่งชี้ถึงความแห้งแล้งของบรรยากาศ VPD ที่มีค่าสูงสะท้อนถึงบรรยากาศที่มีความแห้งแล้งมาก และส่งผลต่อปริมาณการคายระเหยน้ำออกจากดินและพืช (สุนทรีย์ และคณะ, 2544) ภาพที่ 2 แสดงสภาพอากาศเฉลี่ยรายเดือนระหว่างทดลองตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-พฤศจิกายน 2545 พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนมีค่าค่อนข้างสูงในเดือนพฤษภาคมและมีแนวโน้มลดต่ำลงตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนมีค่าเพิ่มสูงขึ้น จากการนำข้อมูลสภาพอากาศรายเดือนดังกล่าวมาคำนวณ VPD พบว่า สภาพอากาศมีความต้องการไอน้ำสูงในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม และมีความต้องการไอน้ำลดต่ำลงในเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายน โดยสามารถแบ่งความแตกต่างของสภาพอากาศดังกล่าวออกเป็น 3 ช่วง (ตารางที่ 4) คือ เดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม บรรยากาศมีค่า VPD เฉลี่ยเท่ากับ 0.90-0.98 กิโลพาสคาล เดือนสิงหาคม บรรยากาศมีค่า VPD เฉลี่ยเท่ากับ 0.80 กิโลพาสคาล และเดือนกันยายน-พฤศจิกายน บรรยากาศมีค่า VPD เฉลี่ยเท่ากับ 0.63-0.67 กิโลพาสคาล จากความแตกต่างของสภาพอากาศดังกล่าว ส่งผลให้ต้นหน่อไม้ฝรั่งมีปริมาณการใช้น้ำที่แตกต่างกันตามผลการทดลองที่นำเสนอต่อไป

สภาพอากาศและความต้องการไอน้ำของบรรยากาศในรอบวันที่วัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่ง

สภาพอากาศในวันที่วัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงดังภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพความต้องการไอน้ำของบรรยากาศในรอบวันมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกัน โดยบรรยากาศเริ่มมีความต้องการไอน้ำเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 7:00 น. และสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งแปรผันตรงกับค่าอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้น และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่ลดลง และบรรยากาศมีค่า VPD สูงสุดที่เวลาประมาณ 14:00 น. จากนั้นมีค่าลดต่ำลงตั้งแต่เวลา 18:00 น. การเปลี่ยนแปลงค่า VPD ในรอบวันดังกล่าว มีอิทธิพลต่อการใช้น้ำในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่ง ซึ่งนำเสนอต่อไป

2. การเปลี่ยนแปลงค่าองค์ประกอบศักย์น้ำในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง

ค่าศักย์น้ำในใบพืชเป็นค่าที่บ่งบอกถึงสภาวะดุลของน้ำในใบขณะนั้นระหว่างอัตราการนำน้ำเข้าและอัตราการสูญเสียน้ำออก อัตราการนำน้ำเข้าสะท้อนถึงสภาวะของน้ำในดินและการดูดน้ำของราก อัตราสูญเสียน้ำออกสะท้อนถึงการเปิดปิดปากใบของพืช (สุนทรี และคณะ, 2544) จากหลักการดังกล่าว สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงค่าองค์ประกอบศักย์น้ำในรอบวันที่ทดลอง คือ ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ และที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ซึ่งสภาพอากาศในรอบวัน ตั้งแต่ 6:00-18:00 น. มีค่า VPD สูงสุดเท่ากับ 2.17 3.29 และ 1.86 กิโลพาสคาล ดังนี้

ภาพที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ ที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ สังเกตได้ว่า ศักย์น้ำในใบเทียมของหน่อไม้ฝรั่งทุกอายุมีการตอบสนองต่อแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศในลักษณะคล้ายกัน คือตอบสนองต่อสภาพอากาศได้ดีในสภาพอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง

ภาพที่ 4 (a) แสดงค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อซึ่งสภาพ อากาศในรอบวันมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้แรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศเฉลี่ยในรอบวันมีค่าต่ำกว่า 2.0 กิโลพาสคาล จะสังเกตได้ว่า ศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งสองระดับ มีค่าลดลงตอบสนองต่อแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศที่เพิ่มสูงขึ้นในรอบวัน ส่วนศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 และ 3 ปี มีการตอบสนองต่อแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศในลักษณะคล้ายกัน โดยมีค่าลดลงตอบสนองต่อแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศในรอบวันที่เพิ่มสูงขึ้นในระดับหนึ่ง จากนั้นจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในสภาพอากาศที่มีแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศเพิ่มขึ้น จากการนำค่าศักย์น้ำรวมในรอบวันดังกล่าวมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งสองระดับ มีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละตารับปุ๋ยไนโตรเจน แต่มีค่าแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาในรอบวัน โดยศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่เวลา 9:00 11:45 และ 16:00 น. มีค่าเฉลี่ย -535 -535 และ -1,027 กิโลพาสคาล ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่เวลา 6:30 10:00 และ 14:00 น. มีค่าเฉลี่ย -365 -830 และ -740 กิโลพาสคาล ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ส่วนศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งสองระดับมีค่าแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาในรอบวัน โดยที่เวลา 7:00 10:45 และ 15:00 น. ศักย์น้ำรวมในใบเทียมมีค่าเฉลี่ย -177 -1,015 และ -847 กิโลพาสคาล ตามลำดับ และพบว่า ศักย์น้ำรวมในใบเทียมในตารับที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าสูงกว่าตารับที่ให้

ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6) ซึ่งความแตกต่างดังกล่าว อาจมีผลมาจากความเข้มข้นของสารละลายในดินที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนแต่ละระดับซึ่งส่งผลต่อการดูดซับน้ำเข้าสู่ลำต้นได้ต่างกัน ในขณะที่ต้องมีการสูญเสียน้ำออกสู่บรรยากาศตอบสนองต่อแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศในขนาดที่เท่ากัน

ภาพที่ 4 (b) แสดงค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 15 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ซึ่งสภาพอากาศในรอบวันมีความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มลดต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้แรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศเฉลี่ยในรอบวันมีค่าเพิ่มสูงกว่า 2.0 กิโลพาสคาล จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ศักย์น้ำรวมในใบเทียมของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งสองระดับ มีค่าลดต่ำลงตอบสนองต่อแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศในรอบวันที่เพิ่มสูงขึ้นในระดับหนึ่งเท่านั้น จากนั้น ศักย์น้ำรวมในใบเทียมจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นถึงแม้ว่าแรงดูดซับไอน้ำจะเพิ่มสูงขึ้นก็ตาม จากการนำค่า ศักย์น้ำรวมในรอบวันดังกล่าวมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี มีค่าแตกต่างกันในแต่ละตำรับปุ๋ยไนโตรเจน โดยศักย์น้ำรวมในใบเทียมในตำรับที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าสูงกว่าตำรับที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญ ความแตกต่างดังกล่าวน่าจะมีสาเหตุมาจากความอิทธิพลของสารละลายในดินที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนต่างระดับกันดังที่อธิบายมาแล้วข้างต้น และพบว่าศักย์น้ำรวมในใบเทียมมีค่าแตกต่างกันที่เวลาในรอบวัน โดยศักย์น้ำรวมในใบเทียมที่เวลา 9:25 11:45 15:00 และ 17:30 น. ศักย์น้ำรวมในใบเทียมมีค่าเฉลี่ย -512 -882 -535 และ -245 กิโลพาสคาล ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ส่วนศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 และ 3 ปี มีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละตำรับปุ๋ยไนโตรเจน แต่มีค่าแตกต่างกันที่เวลาในรอบวัน โดยศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่เวลา 8:30 11:15 14:00 และ 17:00 น. มีค่าเฉลี่ย -552 -932 -660 และ -207 กิโลพาสคาล ตามลำดับ (ตารางที่ 9) และศักย์น้ำรวมในใบเทียม หน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่เวลา 7:30 10:30 13:30 และ 16:30 น. มีค่าเฉลี่ย -155 -722 -605 และ -335 กิโลพาสคาล ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ภาพที่ 4 (c) แสดงค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ซึ่งสภาพอากาศในรอบวันมีความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้แรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศในรอบวันมีค่าต่ำกว่า 2.0 กิโลพาสคาล จะสังเกตได้ว่า ศักย์น้ำรวมในใบเทียมของหน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งสองระดับมีค่าลดลงตอบสนองต่อแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศที่เพิ่มสูงขึ้นในรอบวัน และมีค่าลดต่ำลงเมื่อแรงดูดซับไอน้ำมีค่าลดลง จากการนำค่า ศักย์น้ำรวมในรอบวันดังกล่าวมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ

1 และ 2 ปี มีค่าแตกต่างกันในแต่ละตำรับปุ๋ย โดยศักย์น้ำรวมในใบเทียมในตำรับที่ให้ปุ๋ย ไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าสูงกว่าตำรับที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวนี้ น่าจะมีสาเหตุมาจากอิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายในดินตั้งที่อธิบายมาแล้ว และพบว่า ศักย์น้ำรวมในใบเทียมดังกล่าวมีค่าแตกต่างกันที่ช่วงเวลาในรอบวัน โดยศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่เวลา 8:15 11:00 15:20 และ 16:45 น. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -250 -255 -277 และ -85 กิโลพาสคาล ตามลำดับ (ตารางที่ 11) และศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่เวลา 7:45 10:30 14:40 และ 16:30 น. ศักย์น้ำรวมในใบเทียมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -92 -297 -425 และ -150 กิโลพาสคาล ตามลำดับ (ตารางที่ 12) ส่วนศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี มีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน แต่มีค่าแตกต่างกันที่เวลาในรอบวัน โดยที่เวลา 7:00 10:00 13:30 และ 16:15 น. ศักย์น้ำรวมในใบเทียมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -72 -200 -337 และ -100 กิโลพาสคาล ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบการตอบสนองของค่าศักย์น้ำรวมในใบเทียมต่อแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศในรอบวันของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ ที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ โดยพิจารณาจากสมการการตอบสนองของค่าศักย์น้ำรวมในใบเทียมต่อแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศในรอบวัน (ภาพที่ 5) พบว่า การตอบสนองของศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งข้างต้นต่อแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละอายุและระดับปุ๋ยไนโตรเจน แต่มีความแตกต่างกันที่เวลาหลังเริ่มเก็บหน่อ โดยที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ และที่เวลา 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ซึ่งบรรยากาศมีแรงดูดซับไอน้ำเฉลี่ยต่ำกว่า 2.0 กิโลพาสคาล ศักย์น้ำในใบเทียมจะมีการตอบสนองต่อแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ โดยมีค่าลดลงตอบสนองต่อแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศที่เพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่เวลา 15 วันหลังเริ่มเก็บหน่อซึ่งบรรยากาศมีแรงดูดซับไอน้ำเพิ่มสูงกว่า 2.0 กิโลพาสคาล ศักย์น้ำในใบเทียมจะมีค่าลดลงตอบสนองต่อแรงดูดซับไอน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น จากนั้นศักย์น้ำรวมจะปรับตัวเพิ่มสูงขึ้น ในสภาพอากาศที่แรงดูดซับไอน้ำเพิ่มสูงขึ้น

จากผลการทดลอง จึงกล่าวได้ว่า สภาพอากาศในรอบวันมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง และสะท้อนให้เห็นว่า ต้นหน่อไม้ฝรั่งมีการเปิดปากใบเพื่อคายน้ำในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง และมีการปรับตัวโดยปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำทันทีที่บรรยากาศมีความชื้นลดลง ทั้งนี้ สุนทรื (2535) อธิบายว่า การปิดปากใบของพืชเป็นกลไกแรกในการป้องกันการสูญเสียน้ำ เกิดจากเซลล์คุมซึ่งเป็นส่วนที่สัมผัสกับสภาพอากาศโดยตรงมีการสูญเสียแรงเต่งเนื่องจากการสูญเสียน้ำออกไปจากเซลล์ จึงส่งผลให้เกิดการปิดของปากใบ

ภาพที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยศักย์สารละลายในไบเทียมในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ และที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ สังเกตได้ว่า ศักย์สารละลายในไบเทียมหน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวันที่คล้ายกัน โดยมีค่าลดต่ำลงในตอนกลางวัน การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว น่าเป็นผลมาจากความเข้มข้นของสารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงในตอนกลางวัน สอดคล้องกับ รายงานของ Drost (1997) ว่าหน่อไม้ฝรั่งมีการสะสมสารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงไว้ในไบเทียมในช่วงกลางวันและมีการลำเลียงลงสู่รากสะสมอาหารในตอนกลางคืน ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ ศักย์สารละลายในไบเทียมหน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุมีแนวโน้มลดต่ำลงในตอนกลางวันและเริ่มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลาเย็น จากการนำค่าศักย์สารละลายดังกล่าวมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ศักย์สารละลายในไบเทียมทั้งสามอายุดังกล่าวมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละตำรับปุ๋ยไนโตรเจน แต่มีค่าแตกต่างกันที่เวลาต่างๆ ของการเก็บหน่อ และอายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ตารางที่ 15) โดยศักย์สารละลายในไบเทียมมีค่าต่ำสุดที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ ที่เวลา 36 และ 15 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่า ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ ที่เวลา 36 และ 15 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ สารอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์อาหารมีปริมาณเรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ จากความแตกต่างนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากอิทธิพลของสภาพอากาศซึ่งมีผลต่อการเปิดปิดปากใบ จึงส่งผลต่อการสังเคราะห์อาหารในไบเทียมได้ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Drost (1997) รายงานไว้ว่า การปิดปากใบมีผลต่อการสร้างอาหารสังเคราะห์ในไบเทียมในช่วงกลางวันได้ลดลง และความแตกต่างของศักย์สารละลายในไบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง ซึ่งมีค่าต่ำสุดในไบเทียมต้นอายุ 1 2 และ 3 ปี ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นว่า ไบเทียมหน่อไม้ฝรั่งต้นอายุ 1 และ 2 มีการสร้างอาหารได้ดีกว่าไบเทียมหน่อไม้ฝรั่งต้นอายุ 3 ปี

ภาพที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยศักย์แรงดันในไบเทียมในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ และที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ สังเกตได้ว่า ศักย์แรงดันมีค่าเปลี่ยนแปลงในทางตรงกันข้ามกับ ศักย์สารละลาย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดจากการปรับตัวของพืช เพื่อรักษาความสมดุลของความต่งของเซลล์ เพื่อให้กิจกรรมต่างๆ ภายในเซลล์ดำเนินอยู่ได้ตามปกติ นำค่าศักย์แรงดันในไบเทียมมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ศักย์แรงดันในไบเทียมหน่อไม้ฝรั่งมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละอายุและระดับปุ๋ยไนโตรเจน แต่มีค่าแตกต่างกันที่เวลาต่างๆ ของการเก็บหน่อ (ตารางที่ 16) โดยศักย์แรงดันในไบเทียมมีค่าสูงสุดที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ และที่เวลา 36 และ 15 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ตามลำดับ

3. อัตราการไหลของสารละลายในลำต้นและปริมาณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่ง

จากการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในช่วงเก็บหน่อ พบว่า อัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งมีการตอบสนองต่อค่าแรงดูดซึบไอน้ำของบรรยากาศในรอบวัน โดยอัตราการไหลมีค่าสูงในตอนกลางคืนขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูง บรรยากาศมีความต้องการไอน้ำต่ำ และมีค่าลดต่ำลงในตอนกลางวันในสภาพบรรยากาศที่มีความต้องการไอน้ำสูง อัตราการไหลของสารละลายและปริมาณการใช้น้ำ แบ่งอธิบายดังนี้

ภาพที่ 8 (a) แสดงสภาพอากาศและอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นในรอบวันของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 21 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (27 ส.ค.45) ในวันที่ที่ทดลอง บรรยากาศมีแรงดูดซึบไอน้ำสูงสุด 3.00 กิโลพาสคาล พิจารณาอัตราการไหลของสารละลายในรอบวัน พบว่า อัตราการไหลของสารละลายมีการตอบสนองต่อแรงดูดซึบไอน้ำของบรรยากาศได้สูงสุดเวลา 0:00-05:00 น. ซึ่งเป็นเวลากลางคืน คำนวณปริมาณการใช้น้ำของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี หลังเริ่มเก็บหน่อ 21 วัน ได้เท่ากับ 23.58 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลำต้นแม่ต่อวัน หรือ 118 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอต่อวัน หรือ 0.94 มิลลิเมตรต่อวัน

ภาพที่ 8 (b) แสดงสภาพอากาศและอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นในรอบวันของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 38 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (23 พ.ย.45) ในวันที่ที่ทดลอง บรรยากาศมีแรงดูดซึบไอน้ำสูงสุด 1.43 กิโลพาสคาล พิจารณาอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นในรอบวัน พบว่า อัตราการไหลของสารละลายมีการตอบสนองต่อแรงดูดซึบไอน้ำของบรรยากาศสูง 2 ช่วง คือ 0:00-9:00 น. และ 18:00-24:00 น. ซึ่งบรรยากาศมีความต้องการไอน้ำต่ำ คำนวณปริมาณการใช้น้ำของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี หลังเริ่มเก็บหน่อ 38 วัน ได้เท่ากับ 55.43 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลำต้นแม่ต่อวัน หรือ 277 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอต่อวัน หรือ 2.20 มิลลิเมตรต่อวัน

ภาพที่ 9 แสดงสภาพอากาศและอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นในรอบวันของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 16 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (20 มิ.ย.45) (ภาพที่ 9 (a)) และ 28 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (10 ก.ย.45) (ภาพที่ 9 (b)) ซึ่งสภาพอากาศในวันทดลอง บรรยากาศมีความต้องการไอน้ำสูงสุดเท่ากับ 2.97 และ 2.56 กิโลพาสคาล ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าบรรยากาศมีความต้องการคายน้ำสูง พบว่า อัตราการไหลของสารละลายในลำต้นของทั้งสองวันที่ทดลองมีการตอบสนองต่อแรงดูดซึบไอน้ำของบรรยากาศเหมือนกัน คือ เวลา 0:00-9:00 น. และหลัง 18:00-24:00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่บรรยากาศมีความต้องการไอน้ำต่ำ

คำนวณปริมาณการใช้น้ำของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่เวลา 16 วันหลังเริ่มเก็บหน่อได้เท่ากับ 34.54 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลำต้นแม่ต่อวัน หรือ 173 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอต่อวัน หรือ 1.37 มิลลิเมตรต่อวัน และที่เวลา 28 วันหลังเริ่มเก็บหน่อได้เท่ากับ 43.99 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลำต้นแม่ต่อวัน หรือ 220 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอต่อวัน หรือ 1.75 มิลลิเมตรต่อวัน

ภาพที่ 10 แสดงสภาพอากาศในรอบวันและอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นในรอบวันของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (20 พ.ย.45) (ภาพที่ 10 (a)) ซึ่งสภาพอากาศในวันทดลองมีความต้องการไอน้ำสูงสุดเท่ากับ 1.86 กิโลพาสคาล และที่เวลา 38 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (3 ก.ค.45) (ภาพที่ 10 (b)) ซึ่งสภาพอากาศในวันทดลองมีแรงดูดซึบไอน้ำสูงสุดเท่ากับ 3.13 กิโลพาสคาล พบว่า อัตราการไหลของสารละลายในลำต้นทั้งสองวันที่ทดลองมีการตอบสนองต่อแรงดูดซึบไอน้ำของบรรยากาศสูง 2 ช่วง คือ เวลา 0:00–9:00 น. และหลัง 18:00–24:00 น. เช่นเดียวกับต้นอายุ 2 ปี คำนวณปริมาณการใช้น้ำของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่เวลา 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อได้เท่ากับ 149.67 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลำต้นแม่ต่อวัน หรือ 599 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอต่อวัน หรือ 4.76 มิลลิเมตรต่อวัน และที่เวลา 38 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ได้เท่ากับ 27.92 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลำต้นแม่ต่อวัน หรือ 140 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอต่อวัน หรือ 1.11 มิลลิเมตรต่อวัน

จากตารางที่ 17 18 และ 19 แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำของแต่ละช่วงเวลาในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ข้างต้น พบว่า ปริมาณการใช้น้ำของต้นหน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุมีปริมาณการใช้น้ำแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณการใช้น้ำสูงช่วงเวลา 0:00–6:00 น. และหลังจาก 18:00 น. เป็นต้นไป จึงกล่าวได้ว่า ต้นหน่อไม้ฝรั่งมีการใช้น้ำส่วนใหญ่ในตอนกลางคืน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของพืชซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มพืชจำพวก CAM (สุนทรี, 2535)

ตารางที่ 20 ปริมาณการใช้น้ำที่วัดโดยการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ช่วงเดือนกันยายน–พฤศจิกายน 2545 พบว่า ต้นหน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุมีการใช้น้ำแตกต่างกัน โดยต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี มีการใช้น้ำสูงสุดเฉลี่ย 624 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอต่อวัน หรือเท่ากับ 4.96 มิลลิเมตรต่อวัน ส่วนต้นอายุ 1 และ 2 ปี มีการใช้น้ำไม่แตกต่างกัน มีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 255 และ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอต่อวัน หรือเท่ากับ 2.03 และ 1.99 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของการใช้น้ำของต้นหน่อไม้ฝรั่งแต่ละอายุตั้งแต่เดือนพฤษภาคม–พฤศจิกายน 2545 ด้วยการใช้ความแตกต่างของค่า VPD ที่แตกต่างกันในแต่ละช่วง

พบว่า ต้นหน่อไม้ฝรั่งมีปริมาณการใช้น้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การใช้น้ำของต้นหน่อไม้ฝรั่งมีปริมาณน้อยในสภาพบรรยากาศที่มีความต้องการไอน้ำสูง (แห้งแล้ง) และการใช้น้ำจะมีปริมาณมากขึ้นในสภาพอากาศที่มีความต้องการไอน้ำลดลง (ตารางที่ 21)

ภาพที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ (ภาพบน) และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (ภาพล่าง) กับอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่เวลา 21 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (27 ส.ค.45) (ภาพที่ 11 (a)) และที่เวลา 38 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (23 พ.ย.45) (ภาพที่ 11(b)) พบว่า อัตราการไหลของสารละลายในลำต้นมีค่าสูงสุดในสภาพอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และบรรยากาศมีแรงดูดซับไอน้ำไม่เกิน 0.50 กิโลพาสคาล

ภาพที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ (ภาพบน) และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (ภาพล่าง) กับอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่เวลา 16 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (20 มิ.ย.45) (ภาพที่ 12 (a)) และที่เวลา 28 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (10 ก.ย.45) (ภาพที่ 12 (b)) พบว่า อัตราการไหลของสารละลายในลำต้นมีค่าสูงสุดเมื่อบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และบรรยากาศมีแรงดูดซับไอน้ำไม่เกิน 0.50 กิโลพาสคาล เช่นเดียวกับต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี

ภาพที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ (ภาพบน) และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (ภาพล่าง) กับอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่เวลา 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (20 พ.ย.45) (ภาพที่ 13 (a)) และที่เวลา 38 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (3 ก.ค.45) (ภาพที่ 13 (b)) พบว่า อัตราการไหลของสารละลายในลำต้นมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในสภาพอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 80 เปอร์เซ็นต์ และบรรยากาศมีแรงดูดซับไอน้ำไม่เกิน 1.00 กิโลพาสคาล

จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่า หน่อไม้ฝรั่งเป็นพืชที่มีกลไกการใช้น้ำเพื่อลดการสูญเสียน้ำให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยมีการใช้น้ำเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยในสภาพอากาศที่มีแรงดูดซับไอน้ำสูง (อากาศแห้งแล้ง) และมีการใช้น้ำสูงขึ้นในสภาพอากาศมีแรงดูดซับไอน้ำต่ำ (อากาศชื้น)

4. การหาปริมาณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งโดยวิธีบังคูลน้ำ

การวัดปริมาณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งโดยวิธีนี้เป็นกรวัดการใช้น้ำซึ่งเกิดจากการคายระเหยน้ำจากดินและพืช เริ่มทดลองตั้งแต่เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545 โดยจะวัดปริมาณน้ำกักเก็บที่เปลี่ยนแปลงใน 2 ช่วงเวลา จากการเก็บตัวอย่างดินมาวัดปริมาณความชื้นทุก ๆ 2 วัน การวัดครั้งแรกในรอบชลประทานจะวัดหลังจากการชลประทานแล้ว 1 วัน และวัดครั้งที่ 2 ก่อนการชลประทานครั้งต่อไป แบ่งอธิบายผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

ปริมาณการให้น้ำชลประทาน

ปริมาณการให้น้ำชลประทาน (I) ในแต่ละครั้งที่ให้กับต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี คำนวณตามสมการที่ 5 โดยมีปริมาณแปรผันตรงตามสภาพอากาศในแต่ละเดือนระหว่างทดลอง โดยเดือนมิถุนายน กำหนดปริมาณการให้น้ำเฉลี่ย 92198 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวันต่อแปลง และเดือนกรกฎาคม มีปริมาณการให้น้ำเฉลี่ย 91022 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวันต่อแปลง (ตารางที่ 22)

ปริมาณน้ำฝนระหว่างทดลอง

ภาพที่ 14 แสดงปริมาณน้ำฝน (R) ที่ตกระหว่างทดลองหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีบังคูลน้ำ เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545 พบว่า ในแต่ละช่วงเวลาของรอบเวรชลประทานระหว่างการทดลองมีฝนตก โดยที่เวลา 6-35 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ปริมาณน้ำฝนที่ตกในรอบเวรชลประทานมีค่าไม่เกิน 94 ลูกบาศก์เซนติเมตร และที่เวลา 36-59 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ปริมาณน้ำฝนที่ตกในรอบเวรชลประทานมีปริมาณเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 541-1571 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งปริมาณน้ำฝนที่ตกระหว่างทดลองมีผลต่อปริมาณความชื้นในดินและปริมาณน้ำกักเก็บในดิน ซึ่งได้อธิบายต่อไป

ปริมาณน้ำที่ได้รับจากการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน

ภาพที่ 15 แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินและปริมาณน้ำอันเกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินที่เข้าสู่ระยะรากหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ระหว่างทดลองหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีบังคูลน้ำ เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545 พบว่า ระดับน้ำใต้ดินบริเวณแปลงหน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุมีการเปลี่ยนแปลงแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ที่ช่วงเวลา 24 วันแรกหลังเริ่มเก็บหน่อ ซึ่งระดับน้ำใต้ดินในแปลงอยู่ในระดับค่อนข้างสูง และช่วงเวลา 26-59 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ซึ่ง

ระดับน้ำใต้ดินมีแนวโน้มลดต่ำลง จากการวัดระดับน้ำใต้ดินในช่วง 24 วันแรกหลังเริ่มเก็บหน่อ และช่วงเวลา 26-59 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ระดับน้ำใต้ดินบริเวณแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี มีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 25-30 และ 35-42 เซนติเมตรจากผิวดิน ตามลำดับ ส่วนแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 และ 3 ปี ระดับน้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 31-40 และ 41-43 เซนติเมตรจากผิวดิน ตามลำดับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินดังกล่าวส่งผลให้มีการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินเข้าสู่ระยะรากที่ศึกษา

ความชื้นโดยปริมาตร และการเปลี่ยนแปลงค่าศักย์น้ำในดิน

ภาพที่ 16 แสดงปริมาณความชื้นโดยปริมาตรในดินแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละช่วงเวลาระหว่างทดลองหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีบังคูลน้ำ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545 พบว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินมีความสัมพันธ์กับการชลประทาน โดยความชื้นในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังจากการชลประทาน และมีค่าลดต่ำลงก่อนการชลประทานครั้งต่อไป ยกเว้นในช่วงเวลา 36-42 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ซึ่งนอกจากดินในแปลงทดลองได้รับน้ำซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินแล้วยังได้รับปริมาณน้ำฝนด้วย จึงส่งผลให้ปริมาณความชื้นในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน อย่างไรก็ตามจากการเก็บตัวอย่างดินมาวัดความชื้นระหว่างทดลอง พบว่า ปริมาณความชื้นโดยปริมาตรในดินแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี มีค่าเปลี่ยนแปลงในช่วง 0.232-0.321 ส่วนความชื้นดินในแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 และ 3 ปี มีค่าเปลี่ยนแปลงในช่วง 0.266-0.337 และ 0.240-0.315 ตามลำดับ

จากการนำค่าปริมาณความชื้นโดยปริมาตรในดินในแต่ละช่วงระหว่างทดลองข้างต้นมาหาค่าเฉลี่ยความชื้นในหนึ่งรอบชลประทานและนำมาแปลงเป็นค่าพลังงานก้ำกับก้อนดินโดยใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินโดยปริมาตรกับพลังงานก้ำกับก้อนดิน (ตารางผนวกที่ 9 10 และ 11) พบว่า ระหว่างทดลองพลังงานก้ำกับก้อนดินในแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี มีค่าเปลี่ยนแปลงในช่วง -14 ถึง -20 กิโลพาสคาล แปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี มีค่าเปลี่ยนแปลงในช่วง -19 ถึง -31 กิโลพาสคาล และแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี มีค่าเปลี่ยนแปลงในช่วง -25 ถึง -35 กิโลพาสคาล (ภาพที่ 17) อย่างไรก็ตาม จากการนำค่าพลังงานก้ำกับก้อนดินในแปลงหน่อไม้ฝรั่งในแต่ละช่วงเวลาระหว่างทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า พลังงานก้ำกับก้อนดินที่ช่วงเวลาต่าง ๆ หลังเริ่มเก็บหน่อมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน แต่มีค่าแตกต่างกันในแต่ละอายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง โดยพลังงานก้ำกับก้อนดินในแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ พลังงานก้ำกับก้อนดินแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 และ 3 ปี (ตารางที่ 23) โดยพลังงานก้ำกับก้อนดินที่สูงแสดงถึงดินมีความชื้นสูง ดังนั้น ค่าพลังงานก้ำกับก้อนดินที่แตกต่างกันของดินในแปลงหน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุแสดงถึงดินมีการสูญเสียน้ำออกไป ซึ่งเกิดจาก

การระเหยน้ำออกจากดินและการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งซึ่งมีปริมาณต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม จากค่าพลังงานกำกับกับก่อนดินที่ได้ก็แสดงให้เห็นว่า น้ำในดินระหว่างการทดลองมีเพียงพอที่ให้ต้นหน่อไม้ฝรั่งใช้ สอดคล้องกับการศึกษาของสุนทรี และกุ่มุท (2534) ซึ่งแสดงไว้ว่า พิกัดสูงสุดของความชื้นประโยชน์ของน้ำในดินอยู่ที่ระดับพลังงานกำกับกับก่อนดินระหว่าง -10 ถึง -50 กิโลพาสคาล

ปริมาณน้ำกักเก็บในดินระหว่างทดลอง

ภาพที่ 18 แสดงปริมาณน้ำกักเก็บในดินที่เปลี่ยนแปลงไปของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละช่วงระหว่างทดลองหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีบดุน้ำ เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545 ซึ่งเป็นผลต่างของปริมาณความชื้นในดินที่วัดครั้งที่สองก่อนการชลประทานกับปริมาณความชื้นในดินครั้งแรกที่หลังจากการชลประทานในรอบชลประทานเดียวกัน พบว่าปริมาณน้ำกักเก็บในดินระหว่างทดลองมีค่าลดลงในแต่ละช่วงเวลาระหว่างทดลอง ยกเว้นที่ช่วงเวลา 36-42 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ซึ่งปริมาณน้ำกักเก็บในแปลงหน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุมีปริมาณน้ำกักเก็บเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากมีฝนตก

ปริมาณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่ง

ภาพที่ 19 แสดงปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545 ซึ่งคำนวณโดยวิธีบดุน้ำ เพื่อต้องการเปรียบเทียบการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งเทียบกับการใช้น้ำของพืชอ้างอิงซึ่งคำนวณโดยวิธีเพนแมนจึงแสดงผลการคำนวณในหน่วยมิลลิเมตรต่อวัน จะสังเกตได้ว่า ปริมาณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งในรอบเก็บเกี่ยวมีเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับการใช้น้ำของพืชอ้างอิง จากการนำค่าปริมาณการใช้น้ำดังกล่าวมาวิเคราะห์ทางสถิติ (ตารางที่ 24) พบว่า ปริมาณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งมีค่าแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาหลังเริ่มเก็บเกี่ยว แต่มีปริมาณการใช้น้ำไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจนและอายุต้น โดยต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี มีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 3.34 3.25 และ 3.33 มิลลิเมตรต่อกอดต่อวัน

จากการนำค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (crop coefficient, K_c) ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างปริมาณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งและปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงซึ่งคำนวณโดยวิธีเพนแมน พบว่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยในช่วง 0.66-0.81 ซึ่งสอดคล้องกับ Allen *et al.* (1998) ได้รายงานไว้ว่า หน่อไม้ฝรั่งมี K_c ประมาณ 0.50 และอาจมีค่าเพิ่มสูงขึ้นถึง 1.20 ได้ในสภาพพื้นที่ที่มีการให้น้ำบ่อยครั้ง หรือมีฝนตกถี่ ดินมีความชื้นสูง และจากการนำค่า

สัมประสิทธิ์การใช้น้ำดังกล่าวมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน อายุต้น และที่เวลาต่างๆ หลังเริ่มเก็บหน่อ (ตารางที่ 25) จึงชี้ให้เห็นว่า ต้นหน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุซึ่งได้รับปุ๋ยไนโตรเจนทั้งสองระดับดังกล่าวมีศักยภาพในการใช้น้ำได้ไม่แตกต่างกัน และความแตกต่างของการใช้น้ำที่เวลาต่างๆ หลังเริ่มเก็บหน่อเป็นผลมาจากอิทธิพลของสภาพอากาศขณะนั้น ๆ ระหว่างทดลอง

อย่างไรก็ตาม ปริมาณการใช้น้ำซึ่งคำนวณโดยวิธีสมดุลน้ำเป็นปริมาณการใช้น้ำซึ่งเกิดจากการระเหยน้ำออกจากดินและการคายน้ำของต้นหน่อไม้ฝรั่ง ดังนั้นปริมาณน้ำที่สูญเสียไป จึงต้องขึ้นกับขนาดพื้นที่ดินและสภาพอากาศได้ทรงพุ่มที่มีผลต่อการระเหยน้ำด้วย ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ปริมาณการใช้น้ำซึ่งคำนวณโดยวิธีสมดุลน้ำมีค่าสูงกว่าปริมาณการใช้น้ำซึ่งวัดโดยวิธีวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นซึ่งเป็นการวัดการใช้น้ำที่เกิดจากการคายน้ำของหน่อไม้ฝรั่งเพียงอย่างเดียว

ส่วนที่ 2: การหาปริมาณการใช้ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่พอเพียงของหน่อไม้ฝรั่ง

1. อิทธิพลของระดับการให้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเปลี่ยนแปลงธาตุ N P K ในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง

ภาพที่ 20 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสะสมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) ที่เวลา 15 และ 43 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ ในรอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน (ภาพที่ 20 (a)) และรอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม 2545 (ภาพที่ 20 (b)) เห็นได้ว่า ในใบเทียมมีสัดส่วนของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมสะสมสูง และมีสัดส่วนฟอสฟอรัสสะสมรองลงมา โดยการปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบเทียมจะมีค่าสูงในช่วงพักต้น และมีปริมาณลดลงในช่วงที่มีการเก็บหน่อ จากผลวิเคราะห์ทางสถิติ ในรอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน พบว่า ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสะสมในใบเทียมในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตข้างต้นมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละอายุและระดับปุ๋ยไนโตรเจน ส่วนปริมาณโพแทสเซียมสะสมในใบเทียมในรอบเก็บเกี่ยวเดียวกันมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน แต่มีค่าแตกต่างกันในแต่ละอายุ โดยต้นอายุ 1 ปี มีปริมาณโพแทสเซียมสะสมสูงสุด รองลงมาคือต้นอายุ 2 และ 3 ปี ตามลำดับ (ตารางที่ 26) และมีค่าแตกต่างกันในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตเช่นเดียวกันกับธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ส่วนรอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม พบว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในแต่ละช่วง

การเจริญเติบโตดังกล่าวมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละอายุและระดับปุ๋ยไนโตรเจน (ตารางที่ 27) ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า อิทธิพลของระดับการให้ปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อการใช้ธาตุอาหารของหน่อไม้ฝรั่ง และเห็นได้ว่า ต้นหน่อไม้ฝรั่งมีการใช้ธาตุอาหารสูงในช่วงที่มีการพักต้น และมีการใช้ธาตุอาหารลดลงในช่วงเก็บเกี่ยวหน่อ สอดคล้องกับงานที่ทำโดย Drost (1997, 2003) ซึ่งรายงานไว้ว่า ในระยะพักต้น หน่อไม้ฝรั่งจะมีการใช้ธาตุอาหารสูงในการเจริญเติบโตและพัฒนาการอย่างเต็มที่ของลำต้นเหนือดินเพื่อสร้างอาหารไปเก็บในรากสะสมอาหารใต้ดิน รวมถึงการเจริญเติบโตและพัฒนาการของส่วนลำต้นใต้ดินด้วย

ตารางที่ 28 แสดงปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน 2545 พบว่า ปริมาณธาตุอาหารทั้งสามในใบเทียมมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน และพบว่า ปริมาณไนโตรเจนในใบเทียมมีค่าไม่แตกต่างกันในต้นหน่อไม้ฝรั่งแต่ละอายุ โดยใบเทียมต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี มีปริมาณไนโตรเจนสะสมเฉลี่ย 3.04 3.06 และ 2.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสะสมในใบเทียมมีค่าแตกต่างกันในแต่ละอายุ โดยปริมาณฟอสฟอรัสสะสมในใบเทียมมีปริมาณสูงสุดในใบเทียมต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี คือ 0.43 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือต้นอายุ 1 และ 3 ปี มีปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.36 และ 0.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และโพแทสเซียมสะสมในใบเทียมซึ่งมีปริมาณสูงสุดในใบเทียมต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี คือ 2.86 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ต้นอายุ 1 และ 3 ปี มีปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ย 2.73 และ 2.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากตารางผนวกที่ 13 ซึ่งแสดงมาตรฐานปริมาณธาตุอาหารในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง (इन, 2543) จึงกล่าวได้ว่า ต้นหน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุได้รับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอย่างพอเพียง

ตารางที่ 29 แสดงปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับการให้ปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) รอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม 2545 พบว่า ปริมาณธาตุอาหารทั้งสามที่สะสมในใบเทียมมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน และพบว่า ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในใบเทียมมีค่าไม่แตกต่างกันในต้นหน่อไม้ฝรั่งแต่ละอายุ โดยใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี มีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 3.29 3.30 และ 3.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.49 0.42 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมในใบเทียมมีค่าแตกต่างกันในแต่ละอายุ โดยต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี มีปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยสูงสุดคือ 2.95 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ต้นอายุ 2 และ 3 ปี มีปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ย 2.54 และ 2.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ปริมาณธาตุอาหารหลักในใบเทียมดังกล่าวบ่งชี้ว่าต้น

หน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุได้รับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอย่างพอเพียงอ้างอิงตามมาตรฐานเดียวกันกับผลการทดลองข้างต้น

ตารางที่ 30 เปรียบเทียบปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) ของรอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายนและเดือนสิงหาคม 2545 พบว่า ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยที่สะสมในใบเทียมมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละรอบเก็บเกี่ยว อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง และระดับปุ๋ยไนโตรเจน โดยต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี มีปริมาณไนโตรเจนสะสมในใบเทียมเฉลี่ย 3.17 3.18 และ 2.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยที่สะสมในใบเทียมมีค่าแตกต่างกันในรอบเก็บเกี่ยวและอายุต้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน โดยปริมาณฟอสฟอรัสสะสมมีค่าต่ำกว่าในรอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายนและเพิ่มสูงขึ้นในรอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม สอดคล้องกับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ตารางผนวกที่ 6) โดยมีปริมาณสูงสุดในใบเทียมต้นอายุ 1 ปี คือ 0.43 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ในใบเทียมต้นอายุ 2 และ 3 ปี คือ 0.42 และ 0.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยที่สะสมในใบเทียมซึ่งมีค่าแตกต่างกันในแต่ละอายุต้นโดยมีปริมาณสะสมสูงสุดในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี คือ 2.84 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ในใบเทียมต้นอายุ 2 และ 3 ปี คือ 2.70 และ 2.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละรอบเก็บเกี่ยวและระดับปุ๋ยไนโตรเจน จากความแตกต่างของปริมาณธาตุอาหารในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งข้างต้น สะท้อนให้เห็นถึงการใช้ธาตุอาหารของหน่อไม้ฝรั่งซึ่งมีผลต่อการให้ผลผลิตซึ่งอธิบายในหัวข้อต่อไป

2. อิทธิพลของระดับการให้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการให้ผลผลิตหน่อไม้ฝรั่ง

ตารางที่ 31 แสดงจำนวนและน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย และสัดส่วนหน่อเกรดต่างๆ ของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน 2545 พบว่า ทั้งสองระดับปุ๋ยไนโตรเจนให้จำนวนและน้ำหนักหน่อสดรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าอิทธิพลของอายุต้นมีผลต่อการให้จำนวนและน้ำหนักหน่อสดรวมแตกต่างกันทางสถิติ โดยต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ให้จำนวนหน่อสดรวมเฉลี่ยสูงสุดคือ 60,039 หน่อต่อไร่ และมีน้ำหนักสดเฉลี่ย 685 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือต้นอายุ 1 ปี ให้จำนวนหน่อสดรวมเฉลี่ย 46,963 หน่อต่อไร่ และมีน้ำหนักสดรวมเฉลี่ย 566 กิโลกรัมต่อไร่ และต้นอายุ 3 ปี ให้จำนวนหน่อสดรวมเฉลี่ย 46,422 หน่อต่อไร่ มีน้ำหนักสดเฉลี่ย 555 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ พิจารณาสัดส่วนหน่อเกรดต่างๆ พบว่า ทั้งสองระดับปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการให้หน่อเกรดต่างๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อิทธิพลของอายุต้นมีผลต่อการให้หน่อเกรดบีและหน่อตกเกรดต่างกัน โดยสัดส่วนและน้ำหนักสดหน่อเกรดบีนั้น ต้นอายุ 3 ปี ให้หน่อเกรดบีสูงสุด รองลงมาคือ ต้นอายุ

2 และ 1 ปี ตามลำดับ ส่วนหน่อตกรอด พบว่า ต้นอายุ 1 ปี ให้หน่อตกรอดสูงสุด รองมาคือต้นอายุ 2 และ 3 ปี ตามลำดับ ส่วนหน่อกรอดเอและซีพบว่า สัดส่วนจำนวนและน้ำหนักหน่อสดมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละอายุต้น

ตารางที่ 32 แสดงจำนวนและน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย และสัดส่วนหน่อกรอดต่างๆ ของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ รอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม 2545 พบว่า ทั้งสองระดับปุ๋ยไนโตรเจนให้จำนวนและน้ำหนักหน่อสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีค่าแตกต่างกันในแต่ละอายุเช่นเดียวกับรอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน โดยต้นอายุ 2 ปี ให้จำนวนหน่อสดรวมเฉลี่ยสูงสุดคือ 82,785 หน่อต่อไร่ และมีน้ำหนักสดเฉลี่ย 1,024 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือต้นอายุ 3 ปี ให้จำนวนหน่อสดรวมเฉลี่ย 61,818 หน่อต่อไร่ และมีน้ำหนักสดรวมเฉลี่ย 746 กิโลกรัมต่อไร่ และต้นอายุ 1 ปี ซึ่งให้จำนวนหน่อสดรวมเฉลี่ย 60,039 หน่อต่อไร่ และมีน้ำหนักสดรวมเฉลี่ย 751 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยการให้จำนวนและน้ำหนักหน่อสดรวมของต้นอายุ 3 และ 1 ปี มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ พิจารณาการสัดส่วนหน่อกรอดต่างๆ พบว่า ทั้งสองระดับปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการให้หน่อกรอดต่างๆ ไม่แตกต่างกัน แต่อิทธิพลของอายุมีผลต่อการให้หน่อกรอดบี ซี และหน่อตกรอดต่างๆ โดยสัดส่วนจำนวนและน้ำหนักหน่อสดกรอดบีและซีนั้น ต้นอายุ 3 ปี ให้สัดส่วนจำนวนและน้ำหนักสดสูงสุด รองมาคือต้นอายุ 1 และ 2 ปี ส่วนหน่อตกรอด พบว่า ต้นอายุ 1 ปี ให้จำนวนและน้ำหนักหน่อสดสูงสุด รองมาคือ ต้นอายุ 2 และ 3 ปี ตามลำดับ ส่วนหน่อกรอดเอพบว่าสัดส่วนจำนวนและน้ำหนักหน่อสดมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละอายุต้น

จากผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า อิทธิพลของระดับปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตของหน่อไม้ฝรั่ง แต่พบว่าอิทธิพลของอายุต้นมีผลต่อการให้ผลผลิต ทั้งนี้ Drost (1997) รายงานว่า การให้หน่อของหน่อไม้ฝรั่งขึ้นกับการเจริญเติบโตที่สมดุลกันระหว่างการเจริญเติบโตและสร้างอาหารของส่วนเหนือดิน และการใช้อาหารสะสมอาหารของส่วนใต้ดินของหน่อไม้ฝรั่งซึ่งความสมดุลดังกล่าวนี้ยังขึ้นกับปัจจัยของอายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (Robb, 1984) นอกจากนี้ Pitman และคณะ (1991) ยังได้อธิบายถึงผลจากการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่สูงเกินความต้องการจะมีผลต่อการลดลงของปริมาณน้ำตาล fructose ในราก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อ การสร้างขนาดตาที่มีขนาดเล็ก และส่งผลกระทบต่อ การให้หน่อที่มีขนาดเล็กด้วย จากผลการทดลอง จึงกล่าวได้ว่า การให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราไม่เกิน 15 กิโลกรัมต่อไร่ เพียงพอต่อการให้ผลผลิตของหน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุ

จากการเปรียบเทียบการให้ผลผลิตขนาดหน่อส่งขาย (market size) ได้แก่ หน่อกรอดเอ บี และซี ในรอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน ซึ่งสภาพอากาศมีความแห้งแล้ง และรอบเก็บเกี่ยวเดือน

สิงหาคมซึ่งสภาพอากาศมีความชื้นเพิ่มขึ้น พบว่า จำนวนและน้ำหนักหน่อสดขนาด market size มีค่าต่างกันในแต่ละรอบเก็บเกี่ยวและอายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง โดยจำนวนและน้ำหนักหน่อสดเฉลี่ยมีค่าต่ำในรอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน และเพิ่มสูงขึ้นในรอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม โดยต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ให้จำนวนหน่อสดเฉลี่ยสูงสุด คือ 31,412 หน่อต่อไร่ มีน้ำหนักสดเฉลี่ย 468 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ ต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ให้จำนวนหน่อสดเฉลี่ย 29,323 หน่อต่อไร่ 425 กิโลกรัมต่อไร่ และต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ให้จำนวนหน่อสดเฉลี่ย 22,437 หน่อต่อไร่ 329 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 34)

จากผลการทดลอง จึงกล่าวได้ว่า ปัจจัยของอายุต้น และความแตกต่างของสภาพอากาศ มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตของหน่อไม้ฝรั่ง โดยต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ให้ผลผลิตขนาดหน่อส่งขายสูงสุด รองลงมาคือ ต้นอายุ 3 และ 1 ปี ตามลำดับ การให้ผลผลิตมีความสัมพันธ์กับสภาพอากาศ โดยการให้ผลผลิตจะมีปริมาณน้อยในสภาพอากาศแห้งแล้ง และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง สอดคล้องกับลักษณะการใช้น้ำซึ่งได้อธิบายไว้แล้วในผลการทดลองข้างต้น

สรุป

จากการศึกษาถึงการใช้น้ำและธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของหน่อไม้ฝรั่งพันธุ์ Brock's Improve อายุ 1 2 และ 3 ปี สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ศักยภาพไนโตรเจนของหน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุ ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งสองระดับมีการเปลี่ยนแปลงตอบสนองต่อสภาพอากาศได้ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าลดลงตอบสนองต่อแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน 2.0 กิโลพาสคาล และมีการปรับตัวเพื่อลดการสูญเสียไอน้ำเมื่อบรรยากาศมีความต้องการไอน้ำสูงกว่า 2.0 กิโลพาสคาล

2. อัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งมีค่าต่ำในตอนกลางวัน และเพิ่มสูงขึ้นในเวลากลางคืน และมีความสัมพันธ์กับความต้องการไอน้ำของบรรยากาศ โดยอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นมีค่าสูงในสภาพอากาศที่มีความต้องการไอน้ำไม่เกิน 1.00 กิโลพาสคาล และมีค่าลดลงในสภาพอากาศที่มีความต้องการไอน้ำเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งมีปริมาณสูงในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง (ความต้องการไอน้ำต่ำ) และมีการใช้น้ำลดลงในสภาพอากาศแห้งแล้ง (ความต้องการไอน้ำสูง)

3. การใช้น้ำที่วัดโดยวิธีการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น เป็นการใช้น้ำที่เกิดจากการคายน้ำของหน่อไม้ฝรั่ง มีความแตกต่างกันในแต่ละอายุ โดยช่วงเดือนกันยายน-พฤศจิกายน ซึ่งสภาพอากาศมีความสม่ำเสมอ ต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี มีการใช้น้ำเฉลี่ยสูงสุดคือ 624 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอดต่อวัน รองลงมาคือ ต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 และ 2 ปี ซึ่งมีการใช้น้ำเฉลี่ย 255 และ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอดต่อวัน ตามลำดับ หรือมีค่าเท่ากับ 4.96 2.03 และ 1.99 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ

4. การใช้น้ำที่วัดโดยวิธีการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น เป็นการใช้น้ำที่เกิดจากการคายน้ำของหน่อไม้ฝรั่งเพียงอย่างเดียว มีความแตกต่างกันในสภาพอากาศที่ต่างกัน โดยช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม และเดือนกันยายน-พฤศจิกายน ต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี มีการใช้น้ำเฉลี่ย 120 และ 255 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอดต่อวัน ตามลำดับ หรือมีค่าเท่ากับ 0.95 และ 2.03 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ ต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี มีการใช้น้ำเฉลี่ย 155 และ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอดต่อวัน หรือมีค่าเท่ากับ 1.23 และ 1.99 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ และต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี มีการใช้น้ำเฉลี่ย 145 และ 624 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอดต่อวัน หรือมีค่าเท่ากับ 1.15 และ 4.96 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ

5. ปริมาณการใช้น้ำซึ่งคำนวณโดยวิธีบังบลน้ำ เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545 เป็นปริมาณการใช้น้ำซึ่งเกิดจากการระเหยน้ำออกจากดินและการคายน้ำของต้นหน่อไม้ฝรั่ง มีค่าสูงกว่าปริมาณการคายน้ำ 2-3 เท่า แต่มีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละอายุ และระดับปุ๋ยไนโตรเจน โดยต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี มีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 3.34 3.25 และ 3.33 มิลลิเมตรต่อวัน หรือเท่ากับ 420 409 และ 419 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอดต่อวัน ตามลำดับ

6. ต้นหน่อไม้ฝรั่งทั้งสามอายุมีการใช้ธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในปริมาณสูง และมีการใช้ธาตุฟอสฟอรัสในปริมาณรองลงมา โดยการใช้ธาตุอาหารทั้งสามดังกล่าวมีปริมาณสูงในระยะพักต้นและลดต่ำลงในระยะเก็บเกี่ยวหน่อ

7. การใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในช่วงพักต้นของหน่อไม้ฝรั่งไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน

8. ต้นหน่อไม้ฝรั่งมีการใช้ธาตุไนโตรเจนไม่แตกต่างกันในแต่ละอายุ แต่มีการใช้ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมแตกต่างกัน โดยต้นอายุ 1 และ 2 ปี มีการใช้ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงกว่าต้นอายุ 3 ปี

9. อิทธิพลของอายุต้นมีผลต่อการให้จำนวนและน้ำหนักหน่อสดรวมและขนาดหน่อส่ง โดยต้นอายุ 2 ปี ให้จำนวนและน้ำหนักหน่อสดรวม และหน่อขนาดส่งชายสูงสุด รองลงมาคือ ต้นอายุ 3 และ 1 ปี ตามลำดับ โดยการให้จำนวนและน้ำหนักหน่อสดดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ดังนั้น การให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราไม่เกิน 15 กิโลกรัมต่อไร่ จึงเพียงพอต่อการให้ผลผลิตของหน่อไม้ฝรั่งพันธุ์บร็อคอิมพูฟทั้งสามอายุ

10. อิทธิพลของสภาพอากาศของรอบเก็บเกี่ยวมีผลต่อการให้ผลผลิตหน่อขนาดส่งชาย โดยต้นหน่อไม้ฝรั่งสามารถให้ขนาดหน่อส่งชายได้ดีในสภาพอากาศที่มีความต้องการไอน้ำต่ำ (ความชื้นสูง) และให้ขนาดหน่อส่งชายได้ลดลงในสภาพอากาศที่มีความต้องการไอน้ำสูง (อากาศแห้งแล้ง)

ตารางที่ 1 เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นหน่อไม้ฝรั่งที่ติดหัววัดอัตราการไหลของสารละลาย
ขณะทำการทดลอง

เดือน อายุ (ปี)	มิถุนายน-กรกฎาคม 45		สิงหาคม 45		กันยายน-พฤศจิกายน 45	
	เส้นผ่าศ.ก. (ซม.)	พ.ท.หน้าตัด (ตร.ซม.)	เส้นผ่าศ.ก. (ซม.)	พ.ท.หน้าตัด (ตร.ซม.)	เส้นผ่าศ.ก. (ซม.)	พ.ท.หน้าตัด (ตร.ซม.)
1	-	-	1.22	1.17	1.55	1.89
2	1.14	1.02	-	-	1.87	2.75
3	1.40	1.54	-	-	0.97	0.74

ตารางที่ 2 อัตราการให้น้ำในแต่ละเดือนระหว่างทดลอง

(unit: mm day⁻¹)

เดือน ตำรับทดลอง	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1.00ET _p	4.52	3.92	3.87	3.75	3.61	3.57	3.39

ตารางที่ 3 อัตราการให้ปุ๋ยและปริมาณธาตุอาหารในแต่ละตำรับการทดลอง

ตำรับปุ๋ย	สูตรปุ๋ย	อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ ให้ในแปลงย่อย (กิโลกรัมต่อแปลง ต่อรอบเก็บเกี่ยว)	ปริมาณปุ๋ยผสม ที่ใช้ (กิโลกรัมต่อไร่)	กิโลกรัมต่อไร่		
				N	P	K
F ₁	15-15-15	0.323	100	15	15	15
F ₂	20-10-10	0.485	150	30	15	15

ตารางที่ 4 แรงดูดซึบไอน้ำในบรรยากาศตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-พฤศจิกายน 2545

(unit: kPa)

	เดือน							P-value	%CV
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.		
สภาพแรงดูดซึบไอน้ำ ของบรรยากาศ (VPD)	0.98a	0.91a	0.90a	0.80b	0.67c	0.65c	0.63c	<0.0001	24.94

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncans multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปีที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ

รายการ	เวลาในรอบวัน			P-value	อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)		P-value	%CV
	9:00	11:45	16:00		15	30		
ศักย์น้ำรวมในใบเทียม (kPa)	-535a	-535a	-1027b	<.0001	-723	-675	0.3984	19.57

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปีที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ

รายการ	เวลาในรอบวัน			P-value	อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)		P-value	%CV
	7:00	10:45	15:00		15	30		
ศักย์น้ำรวมในใบเทียม (kPa)	-177a	-1015b	-847b	<.0001	-525a	-835b	0.0013	29.37

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปีที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ

รายการ	เวลาในรอบวัน			P-value	อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)		P-value	%CV
	6:30	10:00	14:00		15	30		
ศักย์น้ำรวมในใบเทียม (kPa)	-365a	-830c	-740b	<.0001	-622	-594	0.2373	8.47

หมายเหตุ ภายใต้อิทธิพลของปัจจัยทดลองเดียวกันค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 15 หลังเริ่มเก็บหน่อ

รายการ	เวลาในรอบวัน				P-value	อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)		P-value	%CV
	9:25	11:45	15:00	17:30		15	30		
ศักย์น้ำรวมในใบเทียม (kPa)	-512a	-882c	-535b	-245a	<.0001	-487a	-600b	0.0081	20.25

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 15 หลังเริ่มเก็บหน่อ

รายการ	เวลาในรอบวัน				P-value	อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)		P-value	%CV
	8:30	11:15	14:00	17:00		15	30		
ศักย์น้ำรวมในใบเทียม (kPa)	-552b	-932c	-660b	-207a	<.0001	-540	-636	0.1404	30.36

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 15 หลังเริ่มเก็บหน่อ

รายการ	เวลาในรอบวัน				P-value	อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)		P-value	%CV
	7:30	10:30	13:30	16:30		15	30		
ศักย์น้ำรวมในใบเทียม (kPa)	-155a	-722b	-605b	-335a	0.0002	-423	-485	0.4664	51.51

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยภายใต้อิทธิพลของปัจจัยทดลองเดียวกันในแถวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 36 หลังเริ่มเก็บหน่อ

รายการ	เวลาในรอบวัน				P-value	อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)		P-value	%CV
	8:15	11:00	15:20	16:45		15	30		
ศักย์น้ำรวมในใบเทียม (kPa)	-250b	-255b	-277b	-85a	<.0001	-210a	-263b	0.0221	18.98

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 36 หลังเริ่มเก็บหน่อ

รายการ	เวลาในรอบวัน				P-value	อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)		P-value	%CV
	7:45	10:30	14:40	16:30		15	30		
ศักย์น้ำรวมในใบเทียม (kPa)	-92a	-297b	-425b	-150a	<.0001	-202a	-305b	0.0334	44.64

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในรอบวันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 36 หลังเริ่มเก็บหน่อ

รายการ	เวลาในรอบวัน				P-value	อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)		P-value	%CV
	7:00	10:00	13:30	16:15		15	30		
ศักย์น้ำรวมในใบเทียม (kPa)	-72a	-200b	-337c	-100a	<.0001	-195	-181	0.825	44.93

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยภายใต้อิทธิพลของปัจจัยทดลองเดียวกันในแถวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบการตอบสนองของค่าศักย์น้ำรวมในใบเทียมต่อแรงดูดซับไอน้ำของ
บรรยากาศในรอบวันของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ
ที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ

รายการ	การตอบสนองของศักย์น้ำรวมในใบเทียมต่อแรงดูด ซับไอน้ำของบรรยากาศ
วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (DAH)	
0	-483b
15	315a
36	-257ab
P-Value	0.0834
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)	
1	-463
2	76
3	-1.40
P-Value	0.2280
อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)	
15	-115
30	-147
P-Value	0.8907
%CV	577.44

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ
ความเชื่อมั่น 90% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยศักยภาพสารละลายในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ ที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ

รายการ	ค่าเฉลี่ยศักยภาพสารละลายในใบเทียม (กิโลพาสคาล)
วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (DAH)	
0	-2,687c
15	-1,710a
36	-2,203b
P-Value	<.0001
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)	
1	-2,331b
2	-2,389b
3	-1,880a
P-Value	0.0106
อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)	
15	-2,291
30	-2,110
P-Value	0.2046
%CV	-19.00

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยศักย์แรงดันในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ ที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ

รายการ	ค่าเฉลี่ยศักย์แรงดันใบเทียม (กิโลพาสคาล)
วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (DAH)	
0	2,026a
15	1,205b
36	1,992a
P-Value	<.0001
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)	
1	1,838
2	1,900
3	1,485
P-Value	0.0517
อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)	
15	1,887
30	1,595
P-Value	0.0508
%CV	24.65

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้น้ำของแต่ละช่วงเวลาในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี วัดโดยการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น

(unit: g hr⁻¹ mother stem⁻¹)

วันหลังเริ่ม ทดลอง	Hour of day								P-value	%CV
	0:00-3:00	4:00-6:00	7:00-9:00	10:00-12:00	13:00-15:00	16:00-18:00	19:00-21:00	22:00-0:00		
21 DAH (27 ส.ค.45)	25.86a	22.20b	3.30d	5.22c	5.82c	2.88d	2.82d	4.32cd	<0.0001	28.28
38 DAH (23 พ.ย.45)	35.82a	39.30a	24.66c	7.44d	5.10d	4.92d	29.16b	37.86a	<0.0001	22.07

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้น้ำของแต่ละช่วงเวลาในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี วัดโดยการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น

(unit: g hr⁻¹ mother stem⁻¹)

วันหลังเริ่ม ทดลอง	Hour of day								P-value	%CV
	0:00-3:00	4:00-6:00	7:00-9:00	10:00-12:00	13:00-15:00	16:00-18:00	19:00-21:00	22:00-0:00		
16 DAH (20 มี.ย.45)	25.02a	34.98a	10.80c	2.70d	4.14d	1.80d	13.20c	21.48b	<0.0001	37.52
28 DAH (10 ก.ย.45)	35.46b	37.74a	10.20e	8.94e	9.60e	3.78f	13.38d	23.34c	<0.0001	19.37

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้น้ำของแต่ละช่วงเวลาในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี วัดโดยการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น
(unit: g hr⁻¹ mother stem⁻¹)

วันหลังเริ่ม ทดลอง	Hour of day								P-value	%CV
	0:00-3:00	4:00-6:00	7:00-9:00	10:00-12:00	13:00-15:00	16:00-18:00	19:00-21:00	22:00-0:00		
38 DAH (3 ก.ค.45)	19.86b	21.24b	3.84d	2.94d	2.64d	3.60d	17.04c	22.68a	<0.0001	16.61
36 DAH (20 พ.ย.45)	109.74b	120.00a	49.02d	5.88f	4.50f	14.40e	86.22c	115.92ab	<0.0001	18.21

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 20 ปริมาณการใช้น้ำที่วัดโดยการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่ง อายุ 1 2 และ 3 ปี ช่วงเดือนกันยายน-พฤศจิกายน 2545

(unit: cm³ mother stem⁻¹ day⁻¹)

	อายุหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)			P-value	%CV
	1	2	3		
วันที่เริ่มเก็บเกี่ยว	38	28	36		
วันที่ทดลอง	23 พ.ย.45	10 ก.ย.45	20 พ.ย.45		
ปริมาณการใช้น้ำ	51b (255 ^{1/} , 2.03 ^{2/})	50b (250, 1.99)	156a (624, 4.96)	0.0036	12.65

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
ตัวเลขในวงเล็บ ^{1/} ปริมาณการใช้น้ำในหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอดต่อวัน และ ^{2/} ปริมาณการใช้น้ำในหน่วยมิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ

ตารางที่ 21 ปริมาณการใช้น้ำที่วัดโดยการวัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่ง อายุ 1 2 และ 3 ปี เดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2545

(unit: cm³ mother stem⁻¹ day⁻¹)

VPD (kPa)	ช่วงเวลาทำการ ทดลอง	อายุหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)		
		1	2	3
0.90-0.80	เดือน มิ.ย.-ก.ค. 45	24 (120 ^{1/} , 0.95 ^{2/})	31b (155, 1.23)	29b (145, 1.15)
		51 (255, 2.03)	50a (250, 1.99)	156a (624, 4.96)
P-value		0.1016	0.0212	0.0007
%CV		25.57	12.18	11.56

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
ตัวเลขในวงเล็บ ^{1/} ปริมาณการใช้น้ำในหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอดต่อวัน และ ^{2/} ปริมาณการใช้น้ำในหน่วยมิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ

ตารางที่ 22 ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้กับหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ระหว่างทดลองหาการใช้น้ำโดยวิธีบังตุลน้ำ เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545

เดือน	ปริมาณน้ำชลประทาน		
	ลบ.ชม.ต่อแปลงต่อครั้ง	ลบ.ชม.ต่อแปลงต่อวัน	ลิตรต่อวัน
มิถุนายน	368,794	92,198	92
กรกฎาคม	364,090	91,022	91

ตารางที่ 23 พลังงานกำกับก้อนดินเฉลี่ยในดินแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ระหว่างทดลองหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีบดล้นน้ำเดือนมิถุนายน ถึงกรกฎาคม 2545

(unit: kPa)

รายการ	DAY AFTER HARVESTING										
	6-8	10-12	14-16	18-20	22-24	26-28	30-32	36-38	40-42	44-46	57-59
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง											
(ปี)											
1	-17	-16a	-14a	-16a	-	-14a	-16	-16	-16a	-21	-14a
2	-23	-22b	-24b	-25b	-24	-22b	-24	-19	-	-25	-24b
3	-27	-27b	-25b	-27b	-26	-26b	-26	-26	-26b	-35	-25b
P-value	0.0557	0.0060	0.0007	0.0021	0.3370	0.0037	0.0575	0.0872	0.0257	0.1347	0.0315
อัตราปุ๋ยไนโตรเจน											
(กิโลกรัมต่อไร่)											
15	-26	-22	-22	-24	-26	-20	-24	-20	-21	-26	-23
30	-20	-21	-20	-21	-24	-21	-22	-19	-20	-30	-21
P-value	0.0644	0.7622	0.4131	0.1443	0.4621	0.2581	0.4772	0.3165	0.3713	0.4718	0.3149
%CV	15.05	14.92	12.45	12.68	10.65	16.50	15.46	13.03	16.91	29.00	16.51

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 24 ปริมาณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี คำนวณโดยวิธีบังคูลน้ำ
เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545

รายการ	ปริมาณการใช้น้ำ (มิลลิเมตรต่อวัน)
วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	
6-8	3.34ab (420) ^{1/}
10-12	3.49ab (439)
14-16	3.10bc (390)
18-20	3.26ab (410)
22-24	2.50c (314)
26-28	2.51c (316)
30-32	3.74ab (470)
36-38	3.73ab (469)
40-42	3.22ab (406)
44-46	3.89a (489)
57-59	3.88a (488)
P-value	0.0002
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)	
1	3.34 (420)
2	3.25 (409)
3	3.33 (419)
P-value	0.8460
อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)	
15	3.26 (410)
30	3.34 (420)
P-value	0.8884
%CV	20.68

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

^{1/}ตัวเลขในวงเล็บแสดงปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยในหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกอต่อวัน

ตารางที่ 25 สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ซึ่งทดลองโดยวิธีบังดูลอน้ำ
ระหว่างทดลองเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545

รายการ	สัมประสิทธิ์การใช้น้ำ
วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	
6-8	0.67
10-12	0.66
14-16	0.75
18-20	0.73
22-24	0.71
26-28	0.72
30-32	0.70
36-38	0.73
40-42	0.81
44-46	0.75
57-59	0.80
P-value	0.7765
อายุดันหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)	
1	0.74
2	0.72
3	0.73
P-value	0.7484
อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)	
15	0.72
30	0.74
P-value	0.9747
%CV	20.93

หมายเหตุ วิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 26 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) ที่เวลา 15 และ 43 วันหลังเริ่มเก็บเกี่ยว รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน 2545

รายการ	ปริมาณธาตุอาหารสะสมในใบเทียม (%)		
	N	P	K
ช่วงการเจริญเติบโต			
7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ	2.98a	0.37a	2.68a
15 วันหลังเริ่มเก็บเกี่ยว	2.29b	0.27b	2.39b
43 วันหลังเริ่มเก็บเกี่ยว	2.27b	0.21c	1.77c
P-value	<.0001	<.0001	<.0001
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)			
1	2.57	0.29	2.54a
2	2.52	0.31	2.20b
3	2.42	0.25	2.07b
P-value	0.3237	0.0811	0.0023
อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)			
15	2.53	0.29	2.36
30	2.48	0.27	2.19
P-value	0.5097	0.1576	0.0907
%CV	11.44	26.59	16.08

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 27 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) ที่เวลา 15 และ 43 วันหลังเริ่มเก็บเกี่ยว รอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม 2545

รายการ	ปริมาณธาตุอาหารสะสมในใบเทียม (%)		
	N	P	K
ช่วงการเจริญเติบโต			
7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ	3.23a	0.44a	2.66a
15 วันหลังเริ่มเก็บเกี่ยว	2.17b	0.28b	2.43a
43 วันหลังเริ่มเก็บเกี่ยว	2.16b	0.23b	1.87b
P-value	<.0001	<.0001	<.0001
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)			
1	2.52	0.31	2.46
2	2.54	0.30	2.24
3	2.46	0.33	2.23
P-value	0.7789	0.3593	0.1152
อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)			
15	2.49	0.30	2.24
30	2.52	0.32	2.38
P-value	0.8141	0.2774	0.1645
%CV	11.78	23.39	14.85

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 28 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน 2545

รายการ	ปริมาณธาตุอาหารสะสมในใบเทียม (%)		
	N	P	K
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)			
1	3.04	0.36b	2.73a
2	3.06	0.43a	2.86a
3	2.80	0.31b	2.41b
P-value	0.5395	0.0380	0.0162
อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)			
15	2.98	0.39	2.70
30	2.97	0.36	2.65
P-value	0.8958	0.2650	0.4067
%CV	12.57	18.21	8.40

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 29 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) รอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม 2545

รายการ	ปริมาณธาตุอาหารสะสมในใบเทียม (%)		
	N	P	K
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)			
1	3.29	0.49	2.95a
2	3.30	0.42	2.54ab
3	3.08	0.40	2.45b
P-value	0.4057	0.0739	0.0499
อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)			
15	3.21	0.43	2.78
30	3.25	0.44	2.55
P-value	0.5799	0.4650	0.2536
%CV	11.36	15.60	12.05

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 30 เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเทียม
หน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อน
เริ่มเก็บหน่อ (พักต้น) รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายนและเดือนสิงหาคม 2545

รายการ	ปริมาณธาตุอาหารสะสมในใบเทียม (%)		
	N	P	K
รอบเก็บเกี่ยว			
เดือนมิถุนายน	2.98	0.37b	2.68
เดือนสิงหาคม	3.23	0.44a	2.66
P-value	0.0835	0.0105	0.9266
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)			
1	3.17	0.43a	2.84a
2	3.18	0.42a	2.70a
3	2.94	0.36b	2.42b
P-value	0.2358	0.0310	0.0105
อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)			
15	3.09	0.41	2.74
30	3.12	0.40	2.60
P-value	0.7581	0.7690	0.1636
%CV	11.64	16.59	10.70

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทาง
สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 31 จำนวนและน้ำหนักรวมผลผลิตเฉลี่ย และสัดส่วนหน่อเกรดต่างๆ ของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน 2545

รายการ	สัดส่วนจำนวนหน่อสด				จำนวนหน่อ สดรวม (หน่อต่อไร่)	สัดส่วนน้ำหนักหน่อสด				น้ำหนักหน่อสด (กิโลกรัมต่อไร่)
	เกรด A	เกรด B	เกรด C	เกรด Z (ตกเกรด)		เกรด A	เกรด B	เกรด C	เกรด Z (ตกเกรด)	
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)										
1	0.12	0.12b	0.17	0.59a	46,963b	0.21	0.12c	0.14	0.54a	566b
2	0.12	0.14b	0.17	0.58a	60,039a	0.21	0.16b	0.13	0.50a	685a
3	0.17	0.18a	0.18	0.47b	46,422b	0.29	0.20a	0.14	0.38b	555b
P-value	0.1509	0.0101	0.7605	0.0030	0.0002	0.2175	0.0005	0.9129	0.0073	0.0083
ตำรับปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)										
15	0.14	0.14	0.18	0.54	50,754	0.23	0.15	0.15	0.47	586
30	0.14	0.15	0.16	0.55	51,528	0.24	0.17	0.12	0.47	618
P-value	0.8561	0.3335	0.3049	0.8325	0.7126	0.8448	0.0750	0.0522	0.9037	0.3187
%CV	36.92	22.66	22.98	10.00	8.503	35.27	15.92	24.91	16.150	10.80

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 32 จำนวนและน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย และสัดส่วนหน่อเกรดต่างๆ ของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ รอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม 2545

รายการ	สัดส่วนจำนวนหน่อสด				จำนวนหน่อ สดรวม (หน่อต่อไร่)	สัดส่วนน้ำหนักหน่อสด				น้ำหนักหน่อสด (กิโลกรัมต่อไร่)
	เกรด A	เกรด B	เกรด C	เกรด Z		เกรด A	เกรด B	เกรด C	เกรด Z	
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)										
1	0.18	0.07b	0.18b	0.57a	60,039b	0.29	0.08	0.15b	0.48a	751b
2	0.22	0.07b	0.16b	0.54a	82,785a	0.36	0.08	0.14b	0.42ab	1,024a
3	0.22	0.11a	0.23a	0.45b	61818b	0.36	0.12	0.20a	0.33b	746b
P-value	0.1991	0.0099	0.0156	0.0037	<.0001	0.1460	0.0505	0.0423	0.0169	<.0001
ตำรับปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)										
15	0.22	0.09	0.18	0.51	67,672	0.35	0.09	0.16	0.39	848
30	0.20	0.08	0.19	0.53	68,756	0.32	0.09	0.17	0.42	833
P-value	0.2329	0.6847	0.7419	0.3348	0.5776	0.3411	0.7835	0.6707	0.6068	0.4476
%CV	21.55	20.26	18.67	10.36	5.88	18.42	27.45	23.10	18.57	4.78

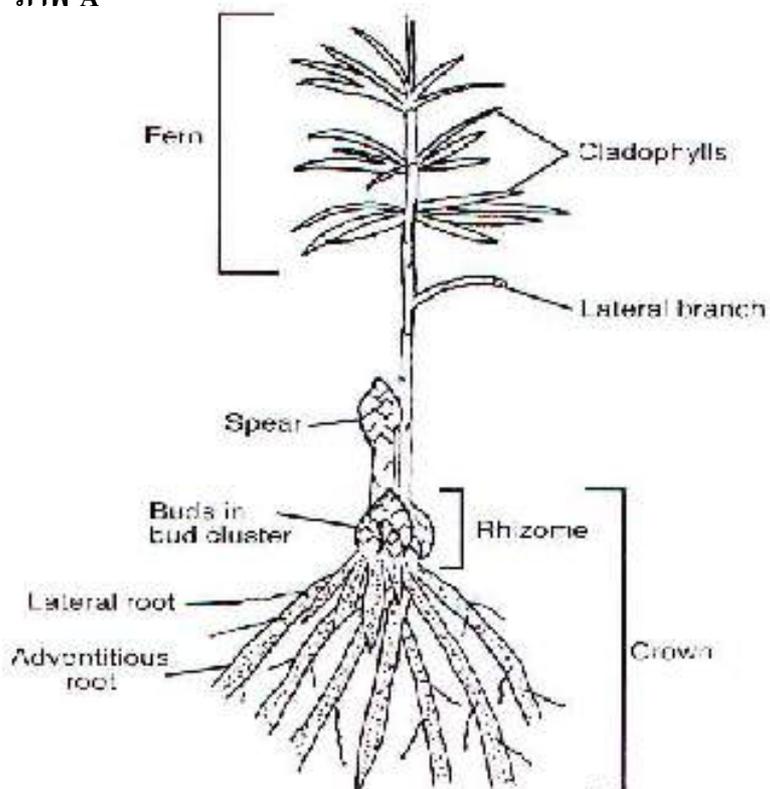
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบจำนวนและน้ำหนักหน่อสดขนาด market size ของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ รอบเก็บเกี่ยว เดือนมิถุนายนและเดือนสิงหาคม 2545

รายการ	จำนวนหน่อสด (หน่อต่อไร่)	น้ำหนักหน่อสด (กิโลกรัมต่อไร่)
รอบเก็บเกี่ยว		
เดือนมิถุนายน	23,082b	318b
เดือนสิงหาคม	32,366a	496a
P-value	<0.0001	<0.0001
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)		
1	22,437b	329b
2	31,412a	468a
3	29,323a	425a
P-value	<0.0001	0.0002
ตำรับปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)		
15	27,647	408
30	27,802	407
P-value	0.9032	0.9454
%CV	13.62	17.14

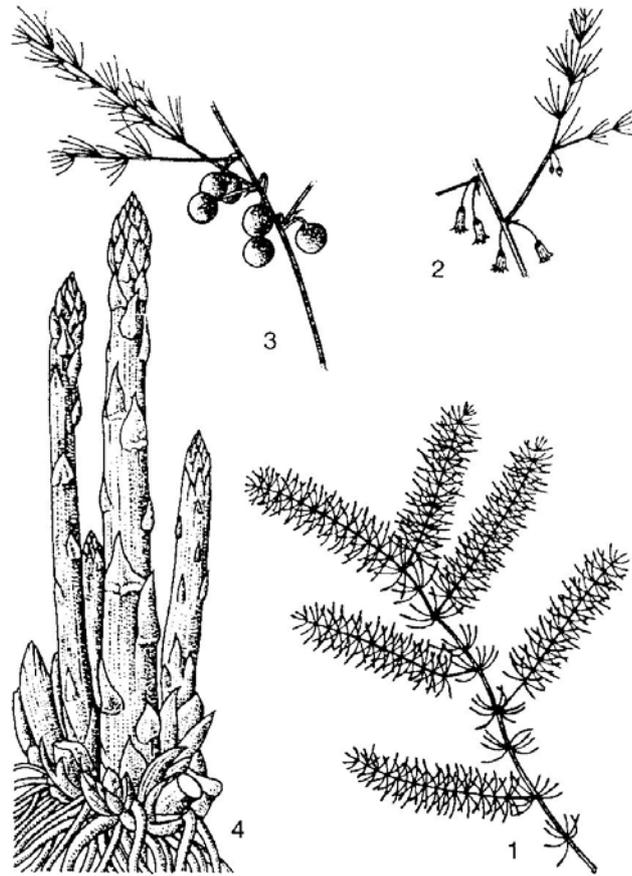
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ภาพ A

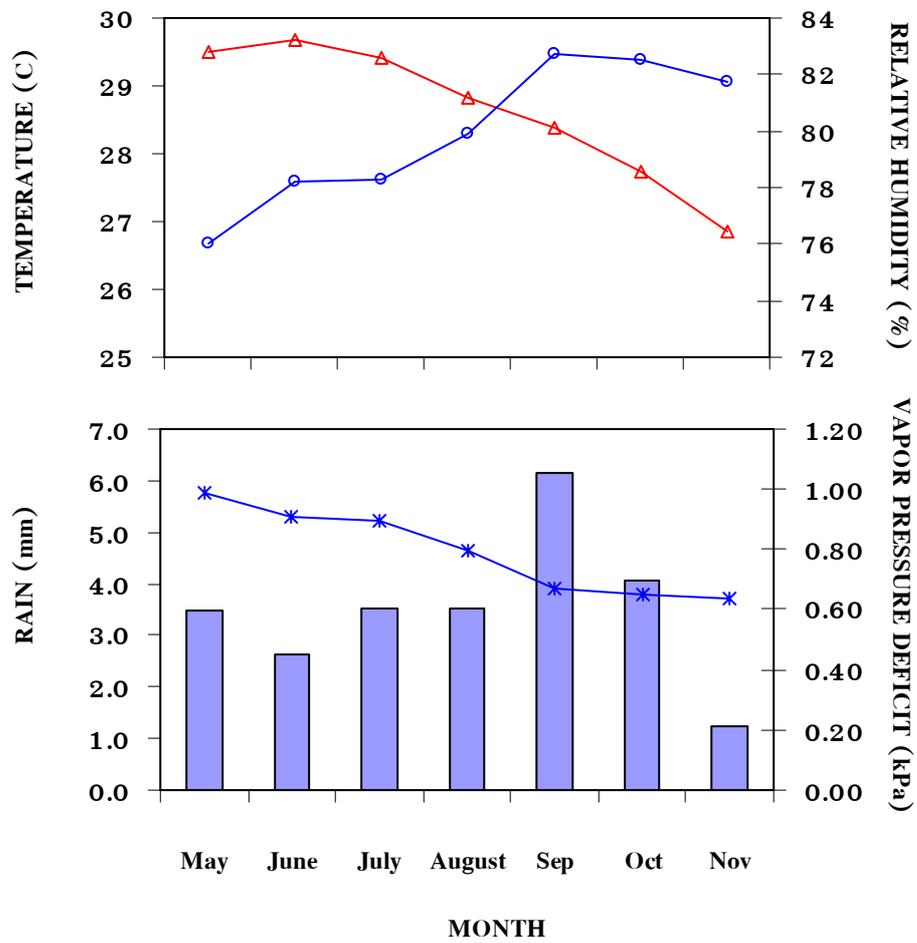


ภาพที่ 1 ส่วนต่างๆ ของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของหน่อไม้ฝรั่ง ภาพ A ต้นหน่อไม้ฝรั่ง
 ภาพ B ส่วนต่างๆ ของหน่อไม้ฝรั่ง โดยภาพ B (1)=ใบเทียมที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสง
 B (2)=ดอกของหน่อไม้ฝรั่ง B (3)=ผล และ B (4)=หน่อซึ่งแทงออกมาจากลำต้นใต้
 ดิน

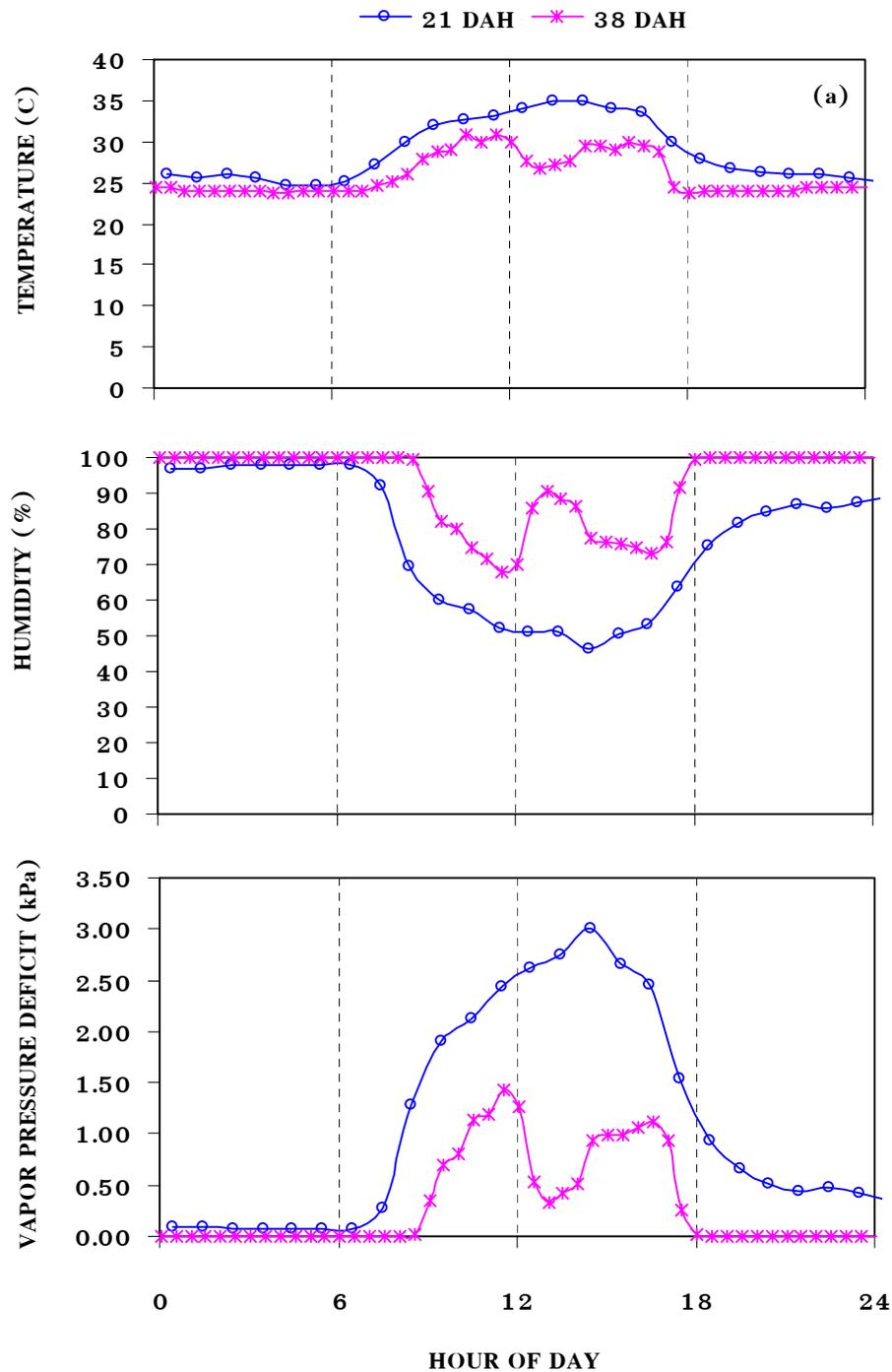
ภาพ B



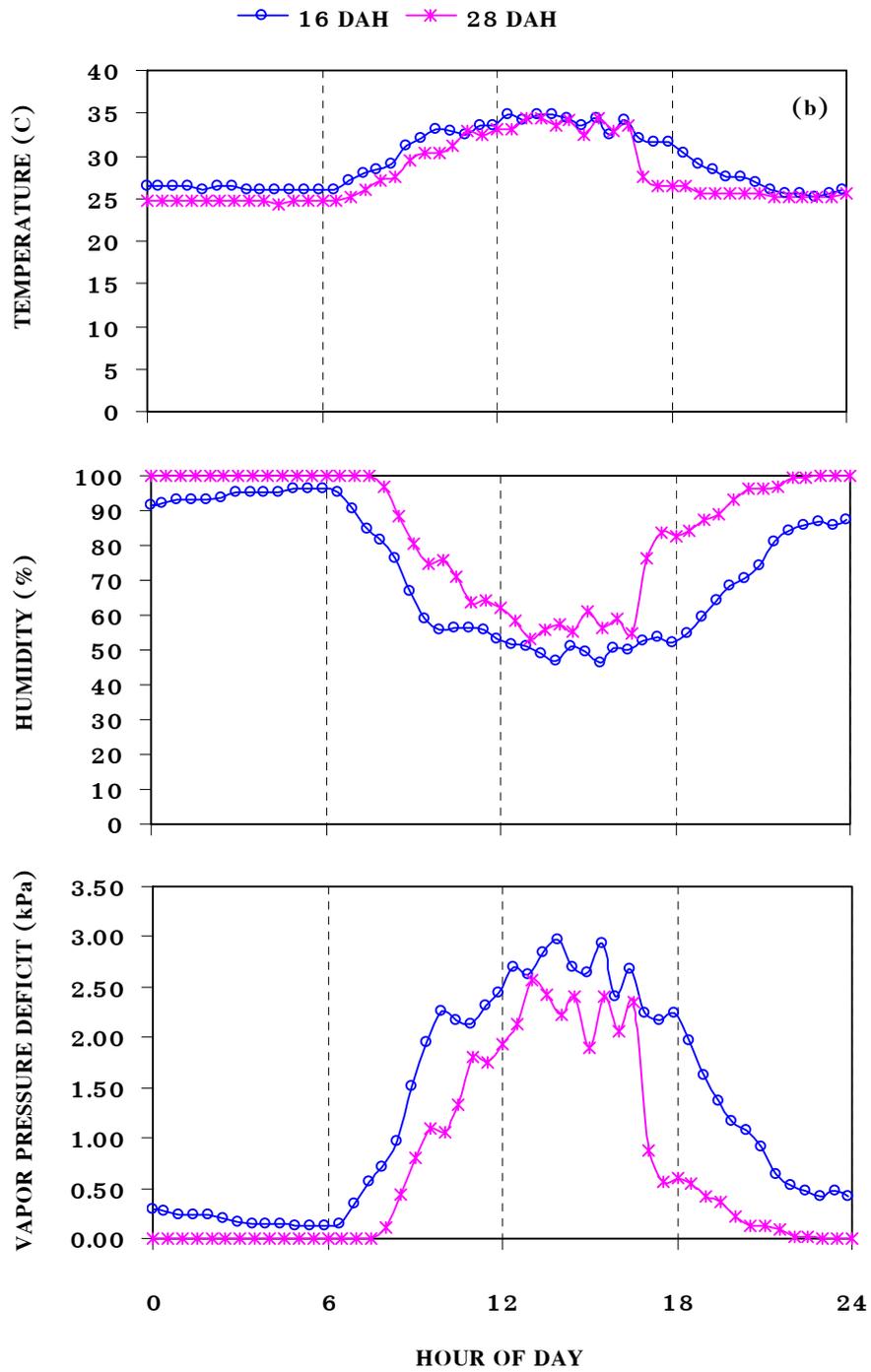
ภาพที่ 1 (ต่อ)



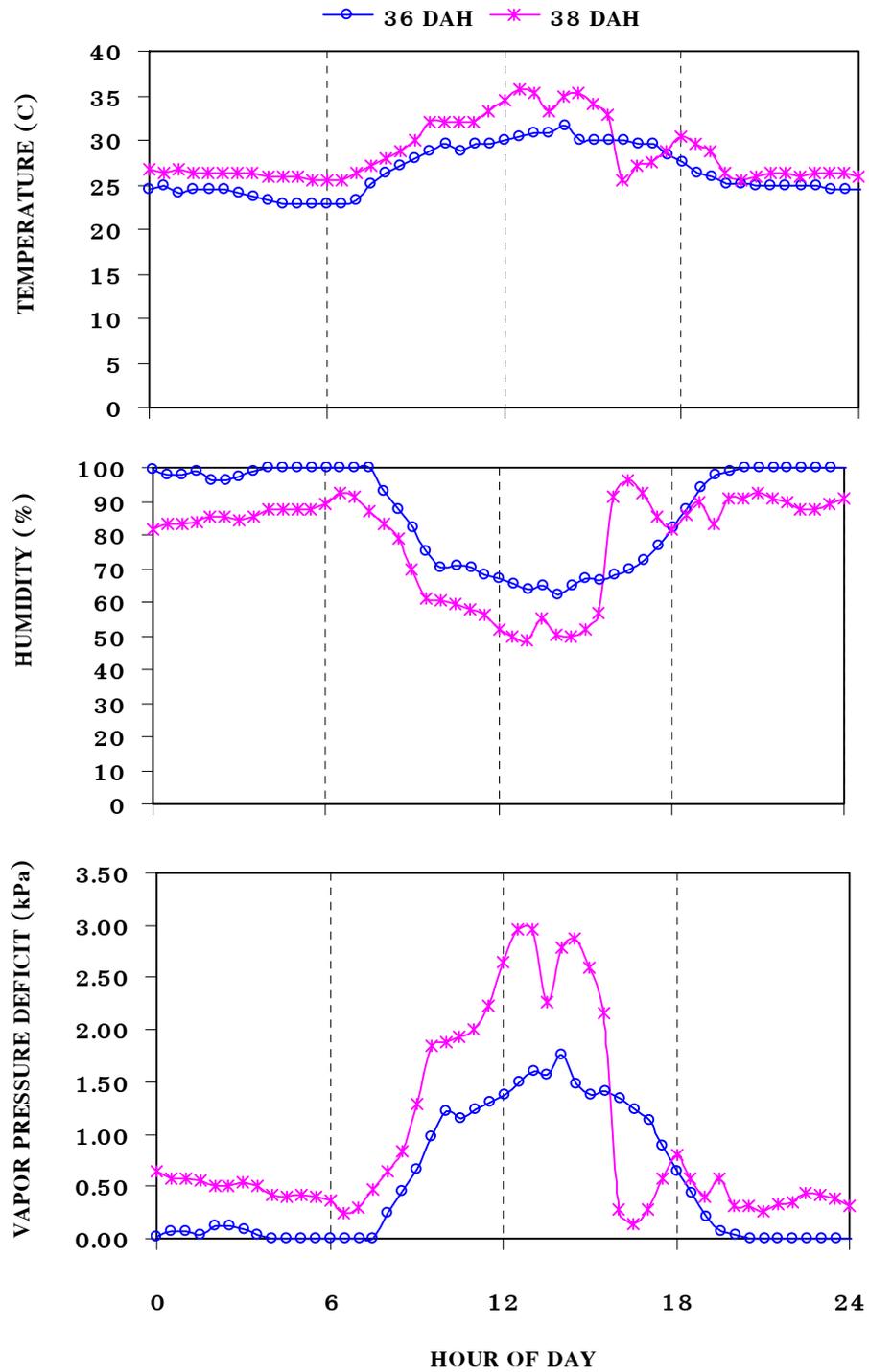
ภาพที่ 2 สภาพอากาศเฉลี่ยรายเดือนระหว่างทดลองตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-พฤศจิกายน 2545
อุณหภูมิอากาศ (—△—) ความชื้นสัมพัทธ์อากาศเฉลี่ย (—○—) ค่า VPD (—*—) และ
ปริมาณน้ำฝน (■)



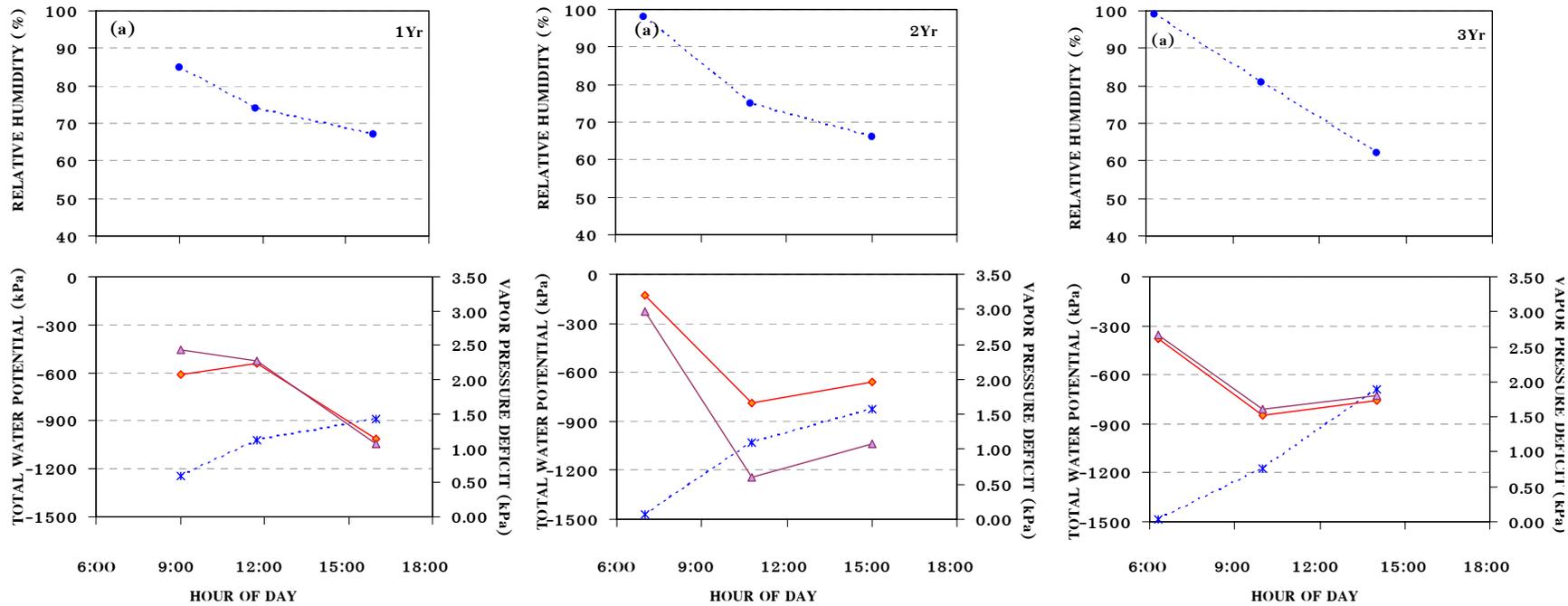
ภาพที่ 3 สภาพอากาศในวันที่วัดอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (a) ต้นอายุ 1 ปี หลังเริ่มเก็บหน่อ 21 วัน (27 ส.ค.45) และ 38 วัน (23 พ.ย.45) (b) ต้นอายุ 2 ปี หลังเริ่มเก็บหน่อ 16 วัน (20 มิ.ย.45) และ 28 วัน (10 ก.ย.45) และ (c) ต้นอายุ 3 ปี หลังเริ่มเก็บหน่อ 36 วัน (27 พ.ย.45) และ 38 วัน (3 ก.ค.45); DAH คือ วันหลังเริ่มเก็บหน่อ



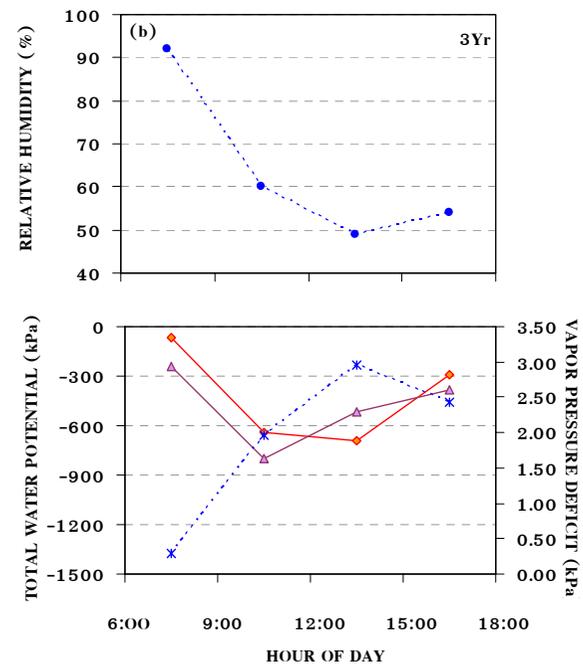
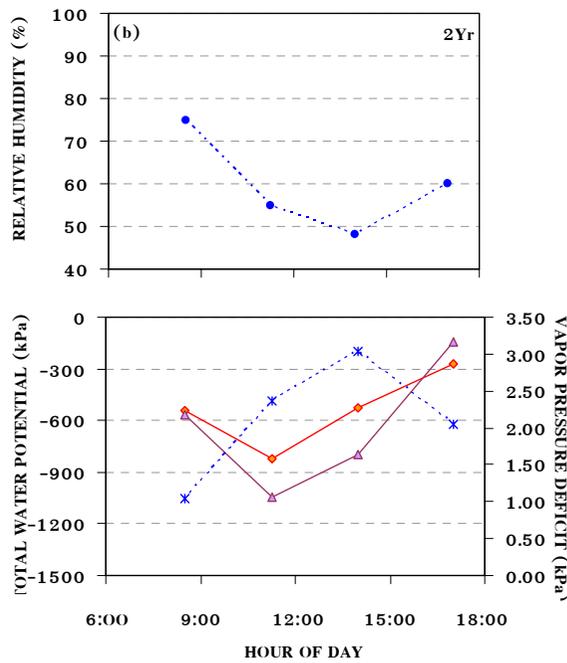
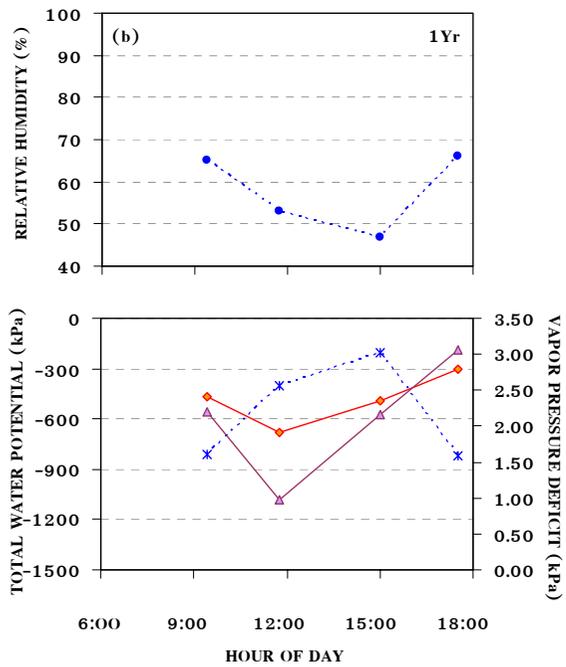
ภาพที่ 3 (ต่อ)



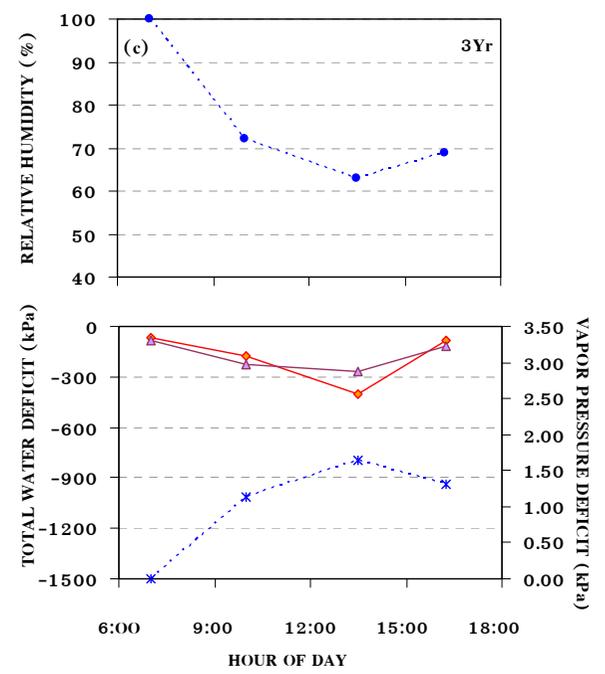
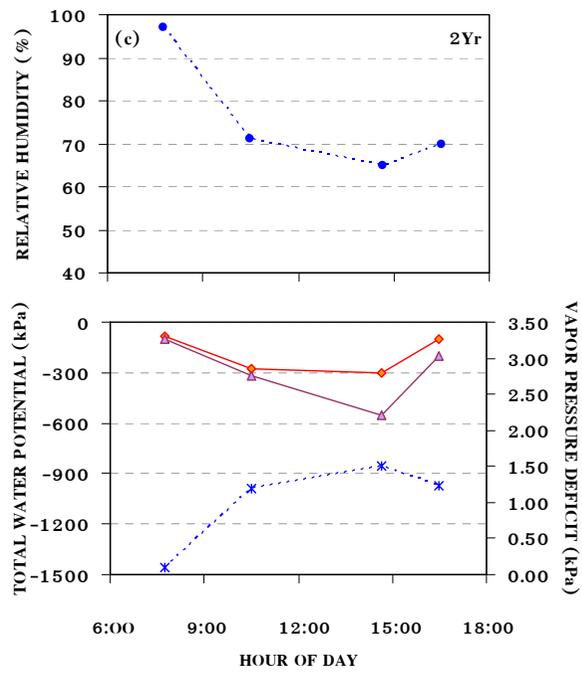
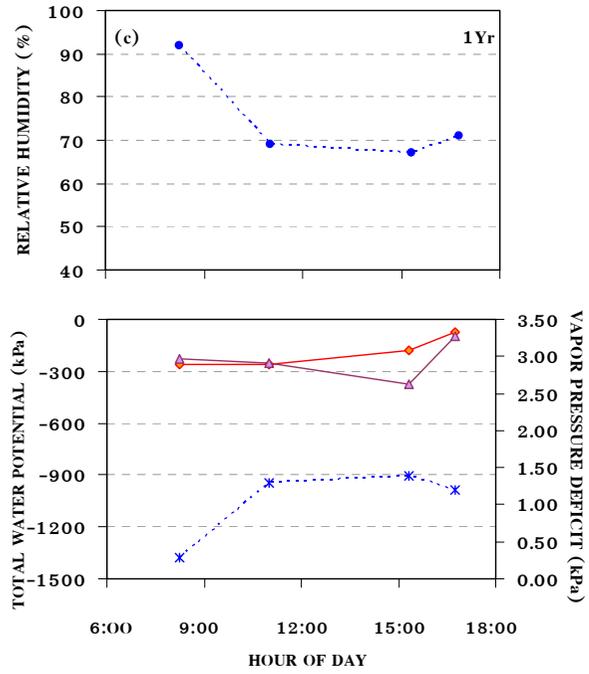
ภาพที่ 3 (ต่อ)



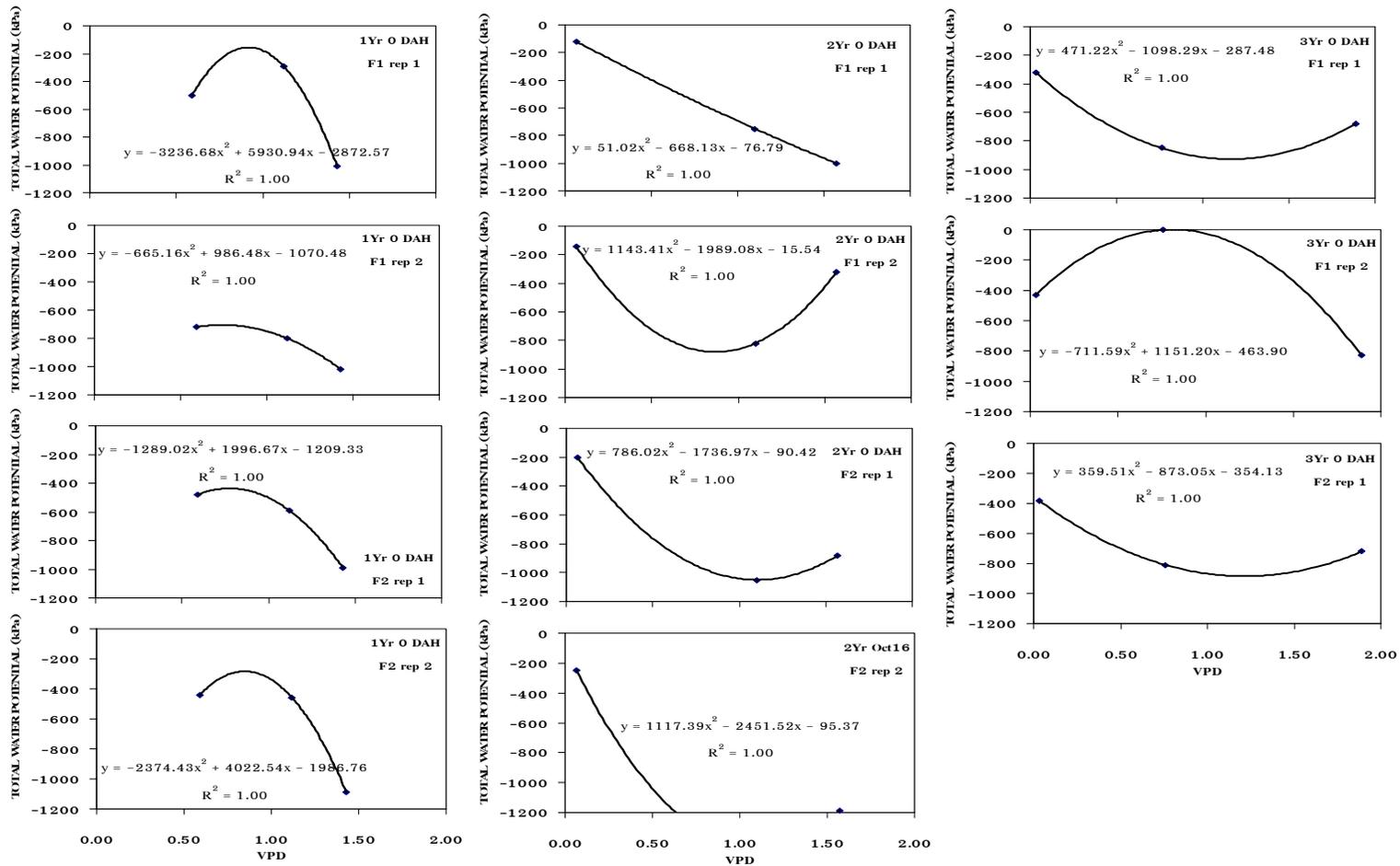
ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งในรอบวันของต้นอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา ก่อนเริ่มเก็บหน่อ (a) ที่เวลา 15 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (b) และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (c); ความชื้นสัมพัทธ์อากาศเฉลี่ย (---●---) ค่า VPD เฉลี่ย (---*---) อัตราปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (—◆—) และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ (—▲—); DAH คือ วันหลังเริ่มเก็บหน่อ



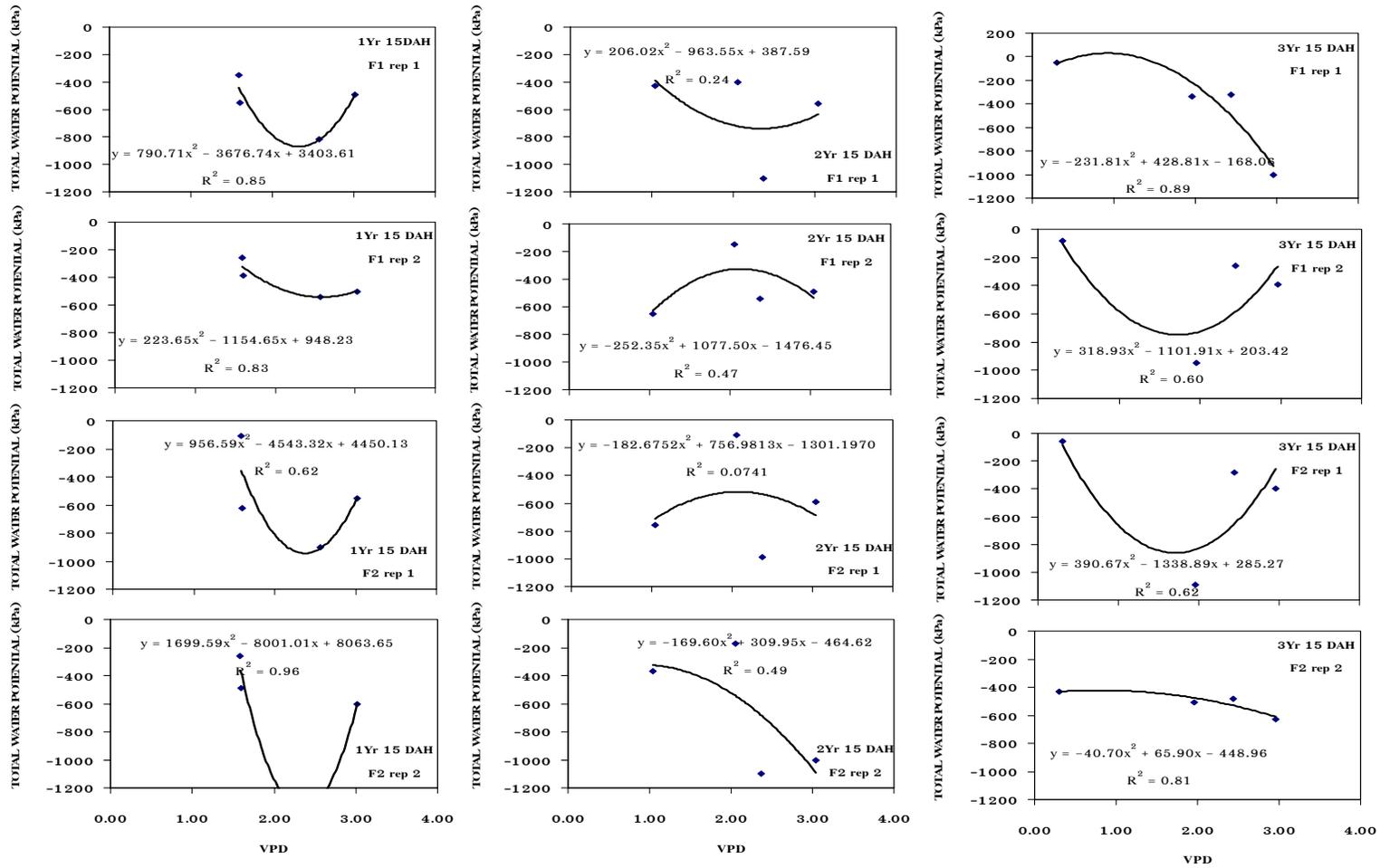
ภาพที่ 4 (ต่อ)



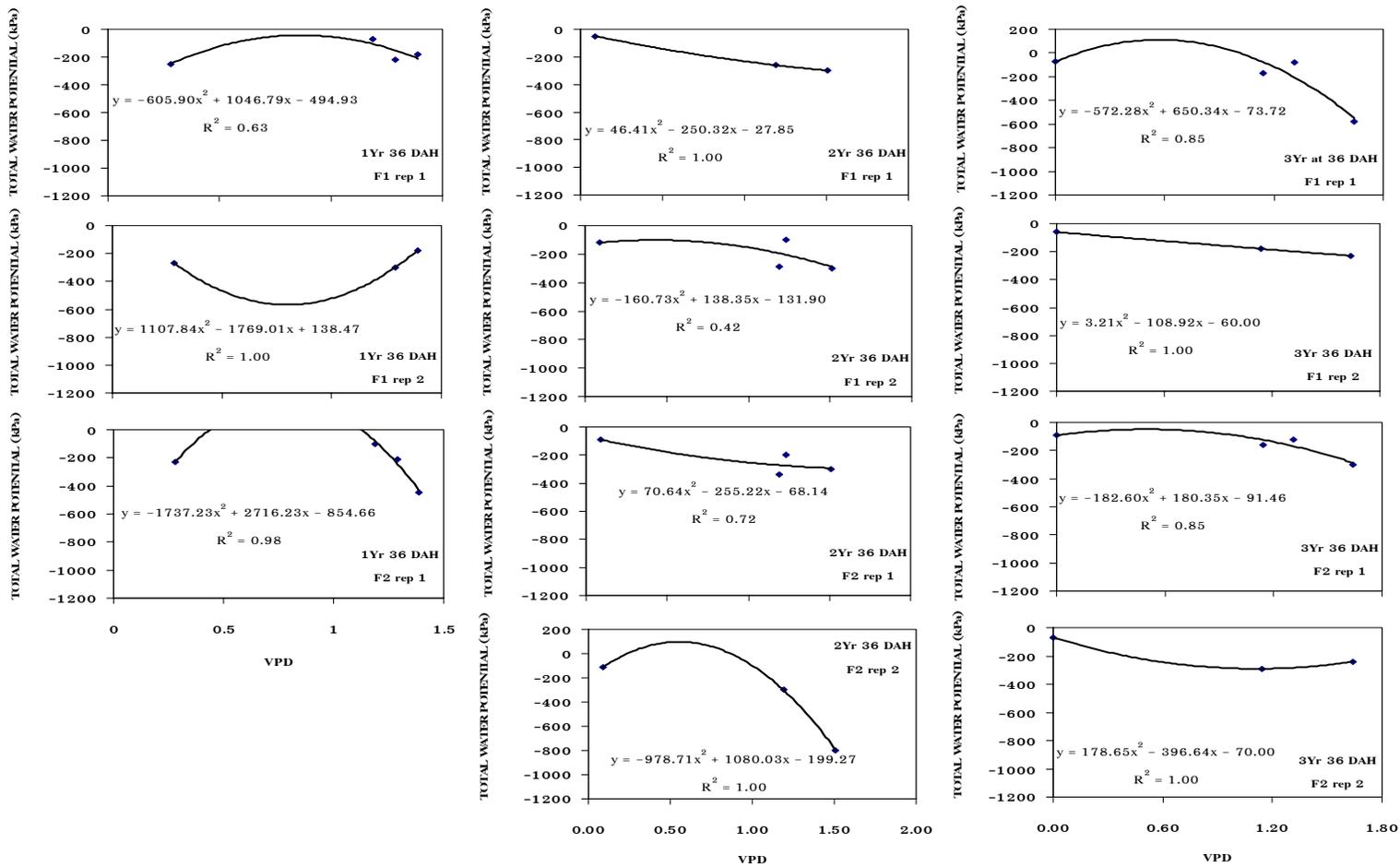
ภาพที่ 4 (ต่อ)



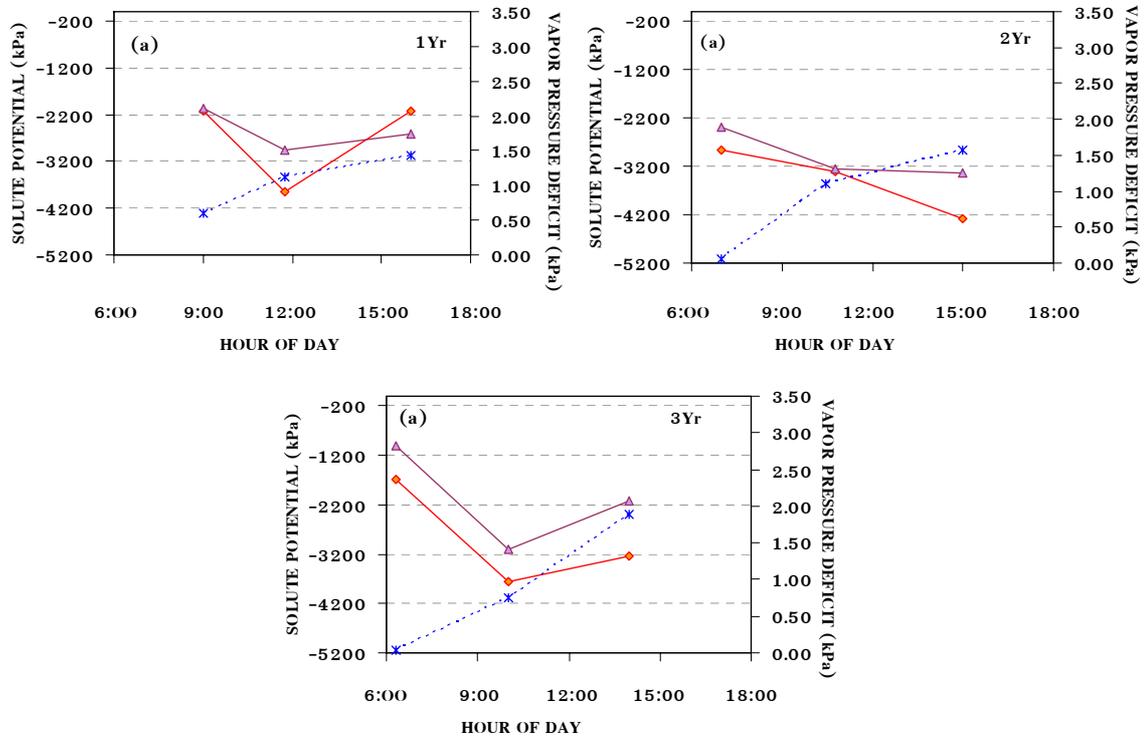
ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างศักย์น้ำรวมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ กับแรงดูดซึบไอน้ำของบรรยากาศในรอบวัน ที่เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ (0 DAH) ที่เวลา 15 และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ, DAH คือ วันหลังเริ่มเก็บหน่อ



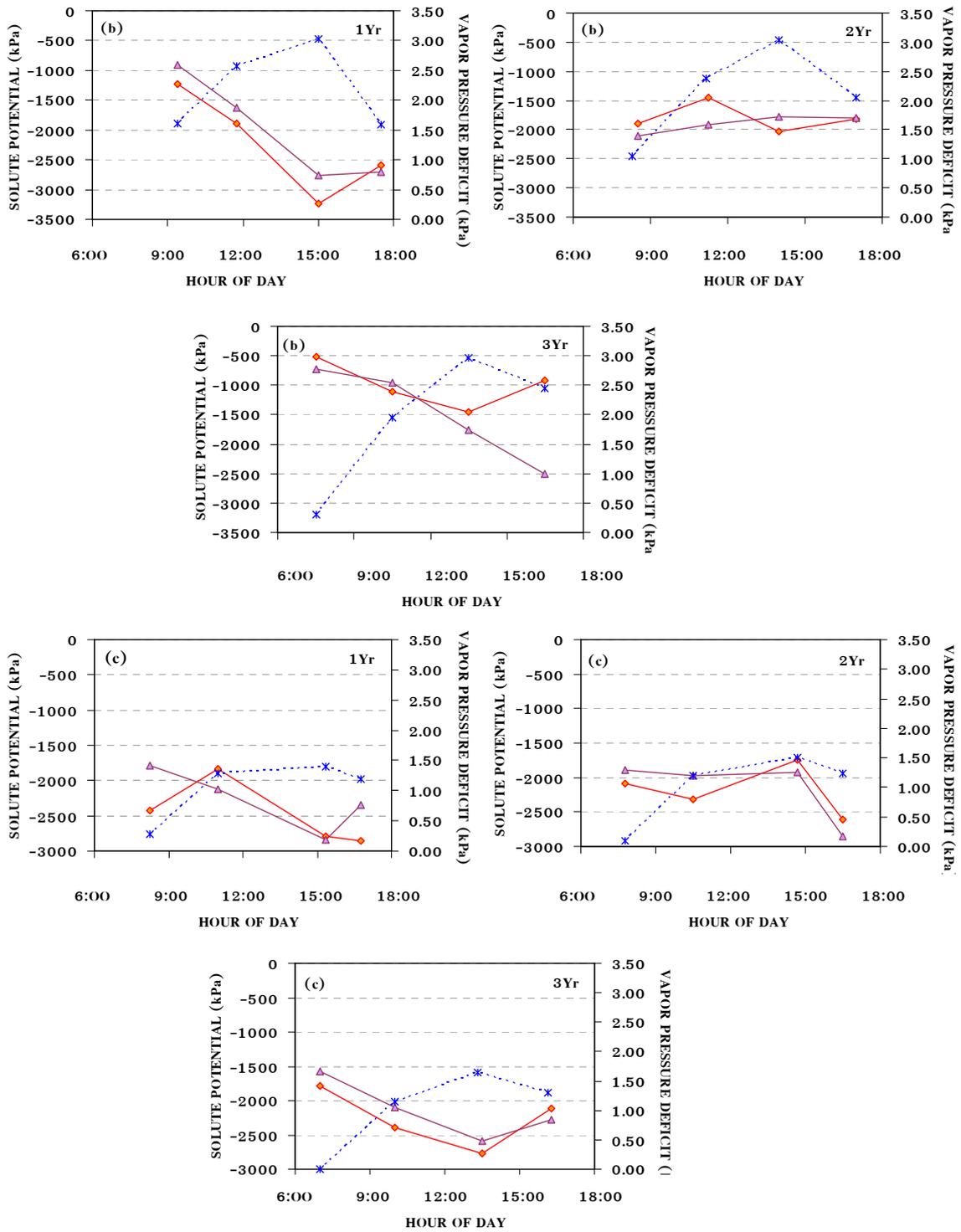
ภาพที่ 5 (ต่อ)



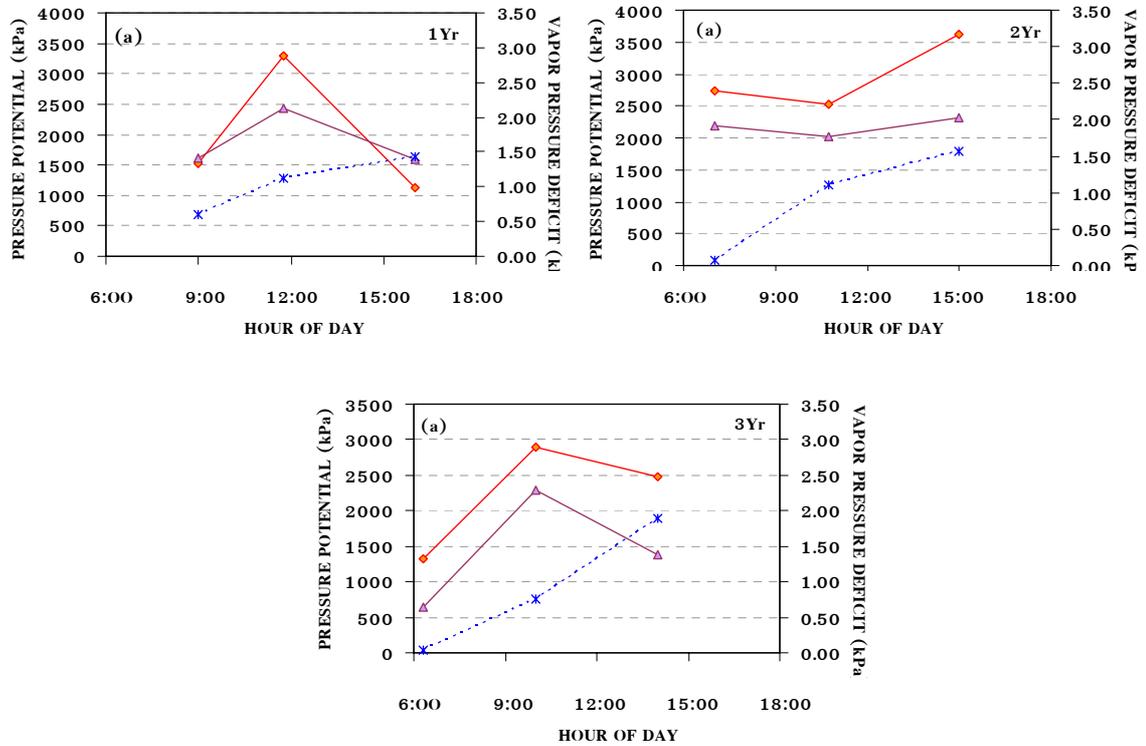
ภาพที่ 5 (ต่อ)



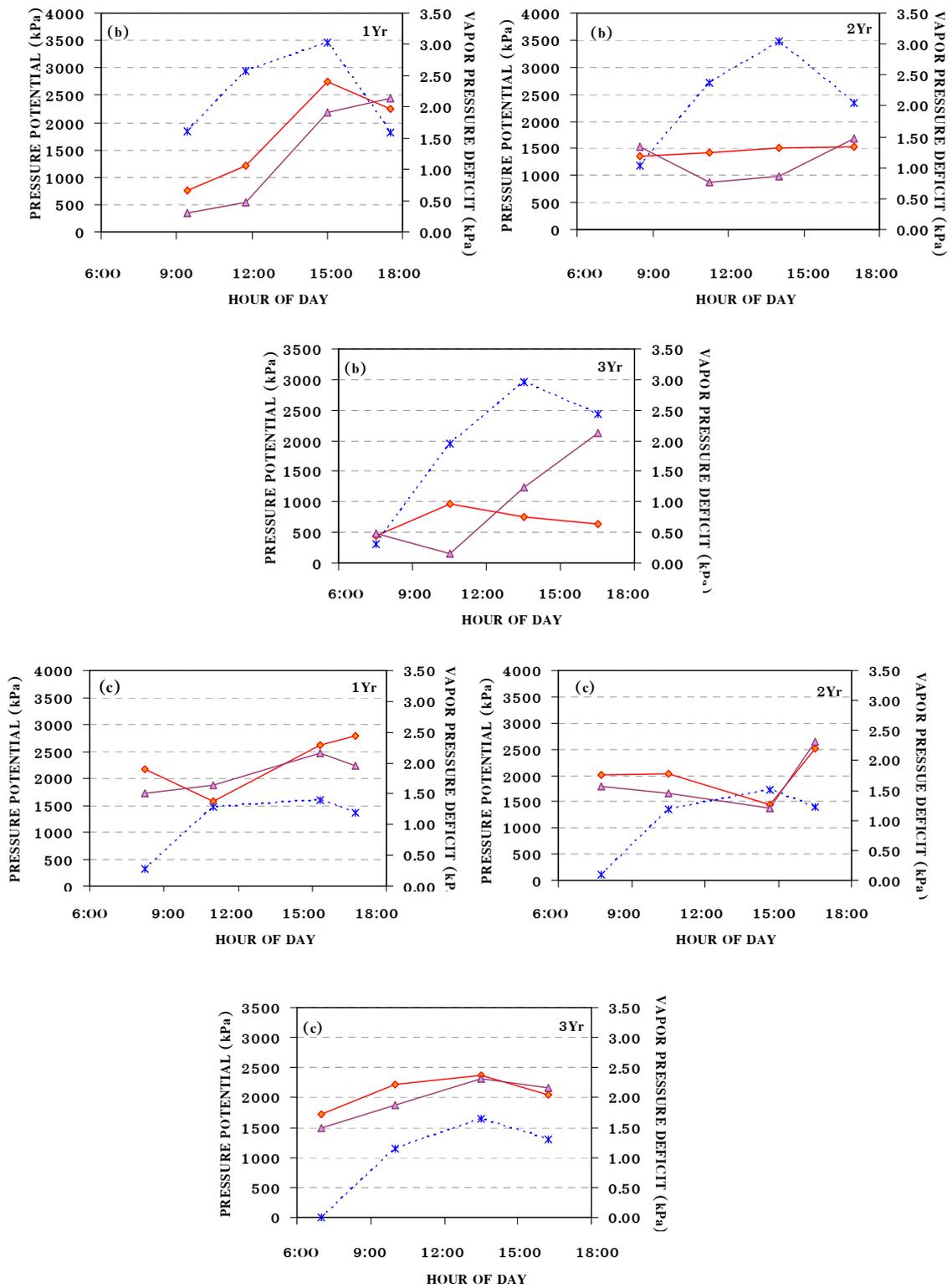
ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยศักย์สารละลายในใบเทียมในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา ก่อนเริ่มเก็บหน่อ (a) ที่เวลา 15 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (b) และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (c); ค่า VPD เฉลี่ย (---x---) อัตราปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (—◇—) และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ (—△—), DAH คือ วันหลังเริ่มเก็บหน่อ



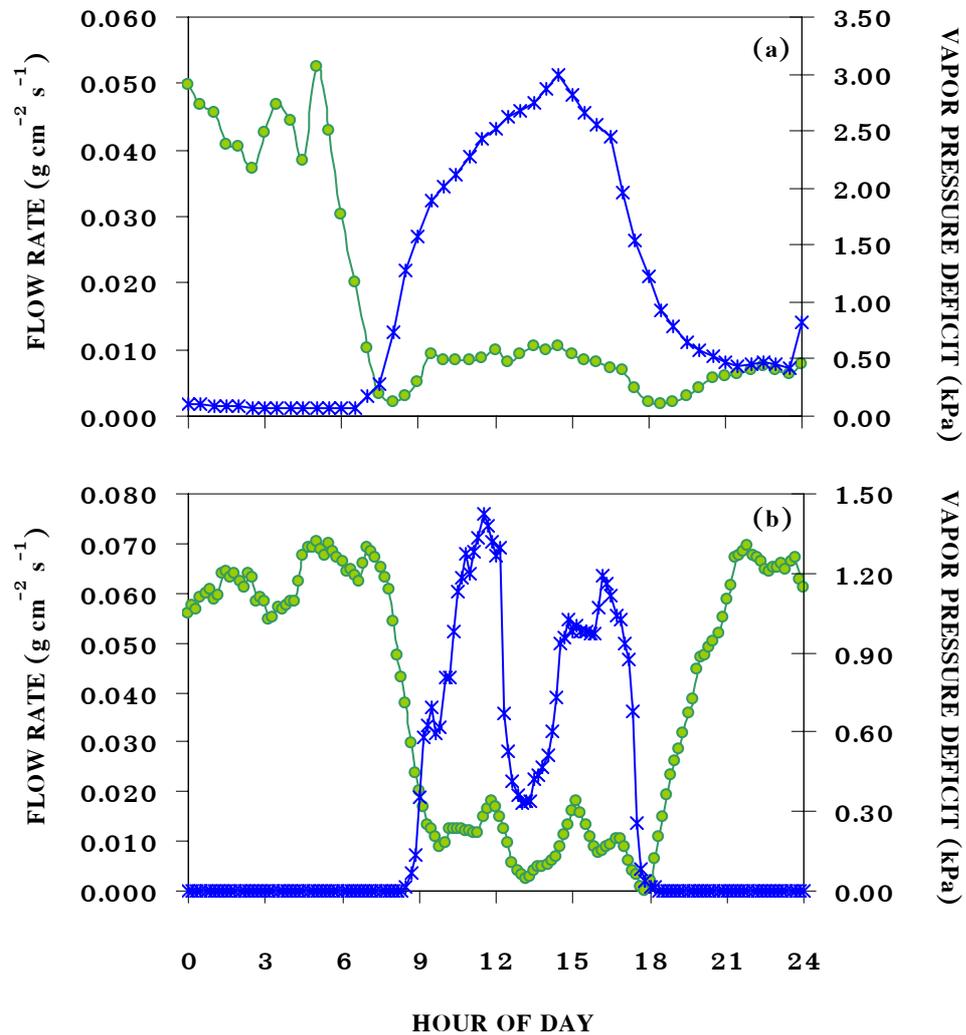
ภาพที่ 6 (ต่อ)



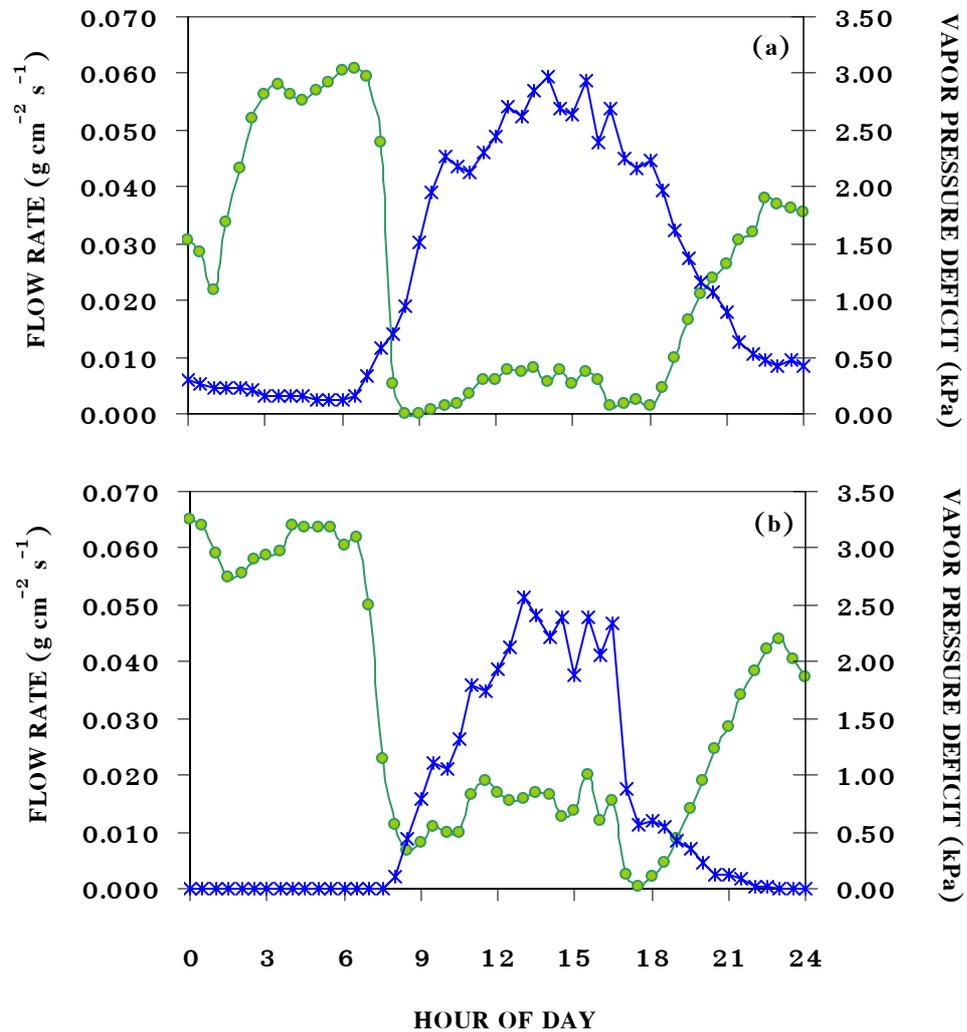
ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยศักย์แรงดันในใบเทียมในรอบวันของต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา ก่อนเริ่มเก็บหน่อ (a) และที่เวลา 15 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (b) และ 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (c); ค่า VPD เฉลี่ย (---*) อัตราปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (—◆—) และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ (—▲—), DAH คือ วันหลังเริ่มเก็บหน่อ



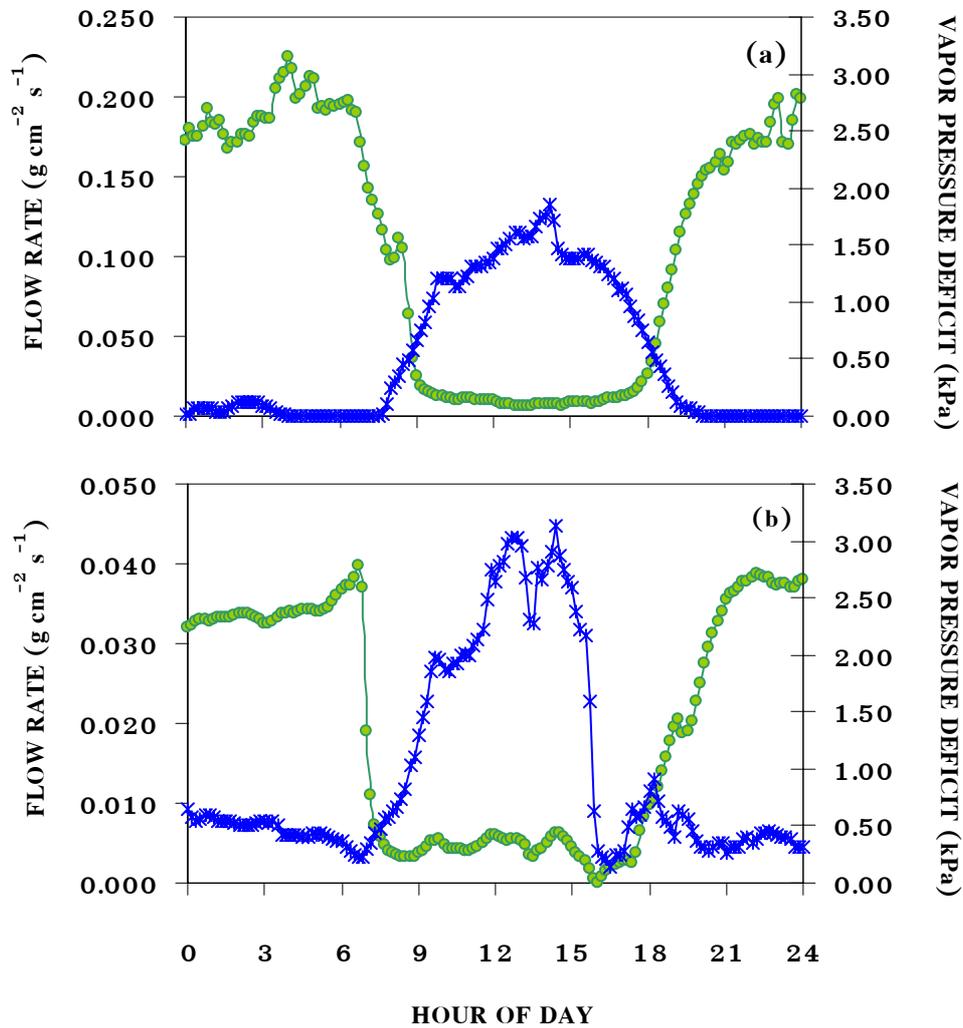
ภาพที่ 7 (ต่อ)



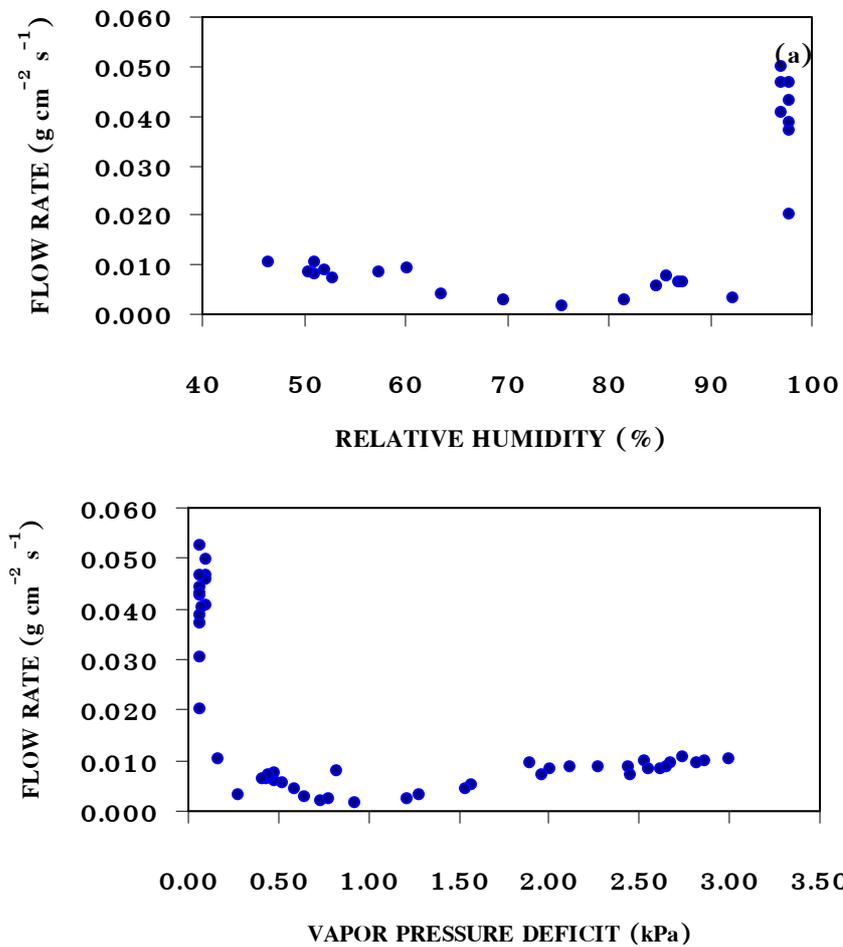
ภาพที่ 8 สภาพอากาศและอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นในรอบวันของหน่อไม้ฝรั่ง อายุ 1 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 21 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (27 ส.ค.45) (a) และที่เวลา 38 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (23 พ.ย.45) (b); แรงดูดซึบไอน้ำของบรรยากาศ (\rightarrow) และอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น (\rightarrow)



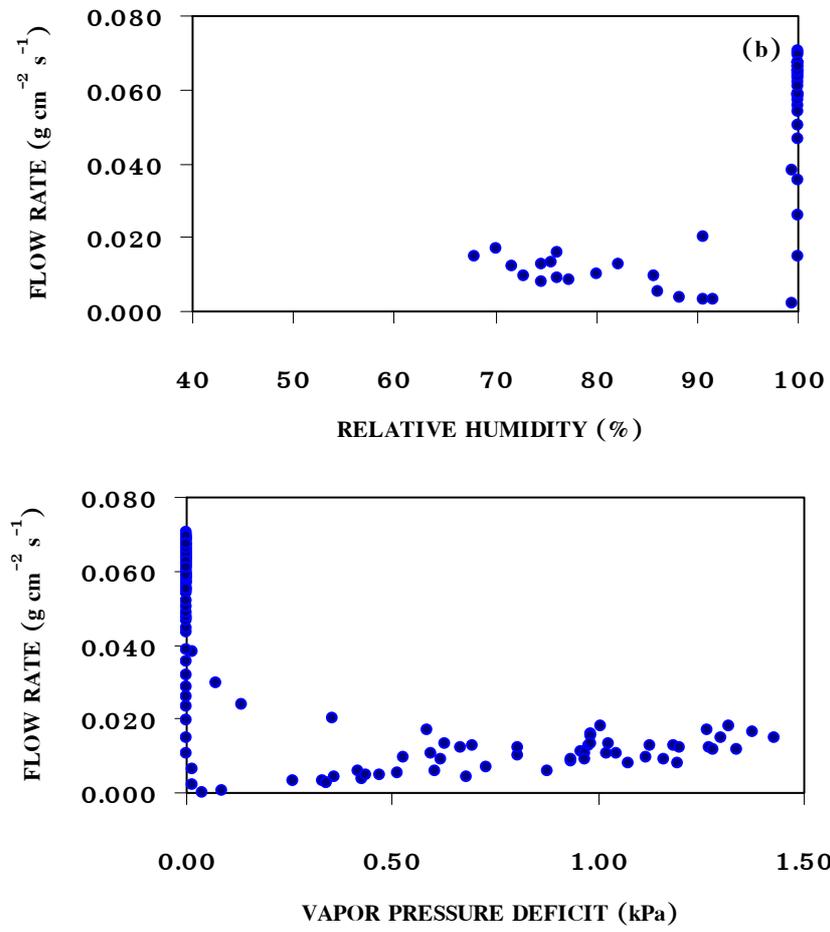
ภาพที่ 9 สภาพอากาศและอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นในรอบวันหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 16 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (20 มิ.ย.45) (a) และที่เวลา 28 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (10 ก.ย.45) (b); แรงดูดซึบไอน้ำของบรรยากาศ (—x—) และอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น (—●—)



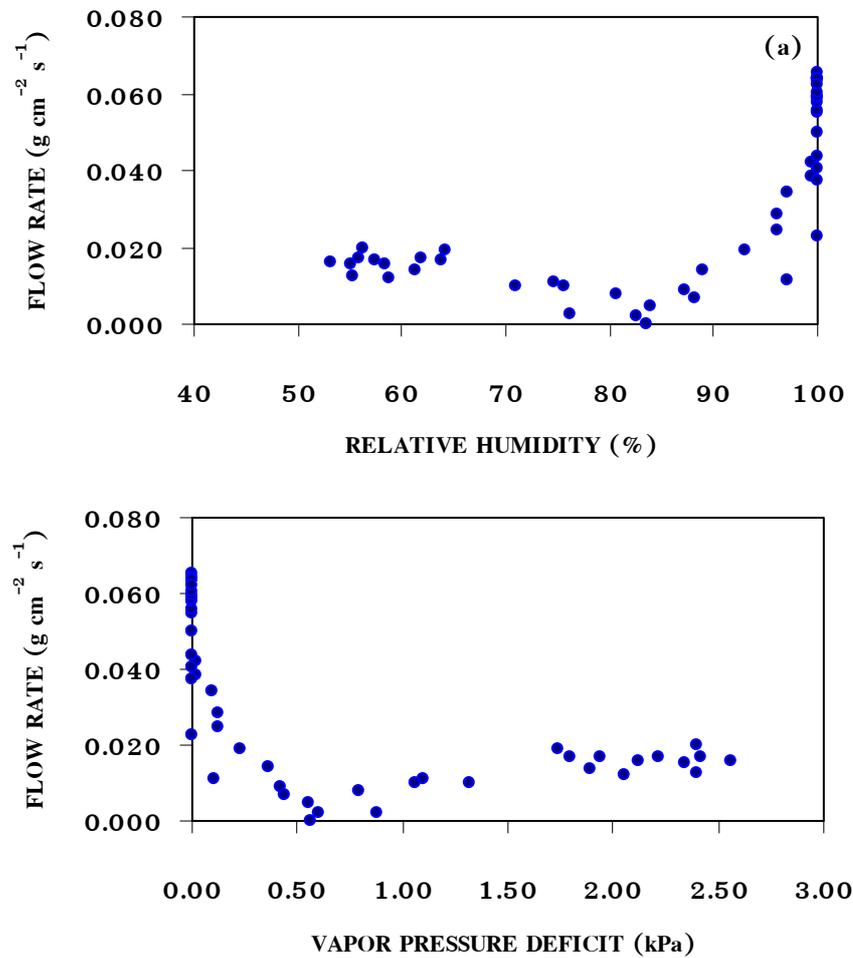
ภาพที่ 10 สภาพอากาศและอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นในรอบวันหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 15 กิโลกรัมต่อไร่ ที่เวลา 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (20 พ.ย.45) (a) และที่เวลา 38 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (3 ก.ค.45) (b); แรงดูดซึบ ใช้น้ำของบรรยากาศ (—x—) และอัตราการไหลของสารละลายในลำต้น (—o—)



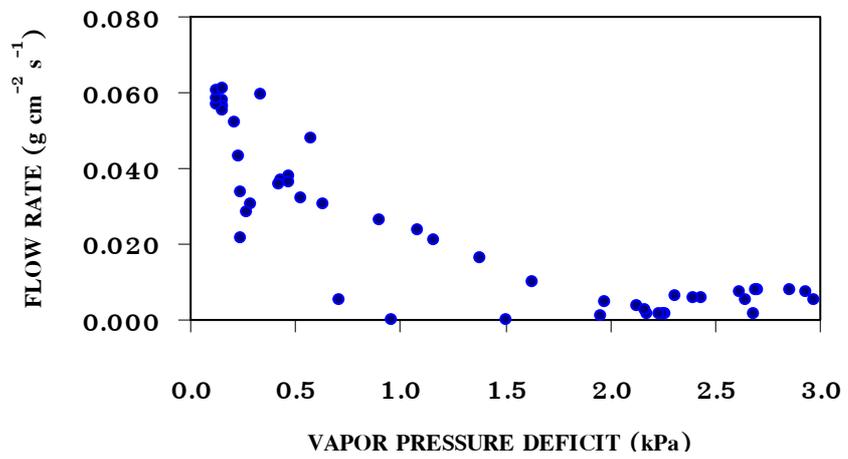
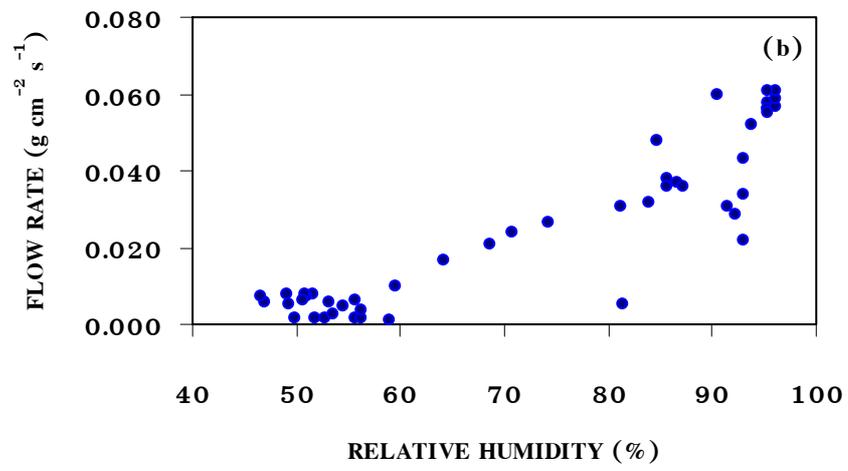
ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ (ภาพบน) และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (ภาพล่าง) กับอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ที่เวลา 21 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (27 ส.ค.45) (a) และที่เวลา 38 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (23 พ.ย.45) (b)



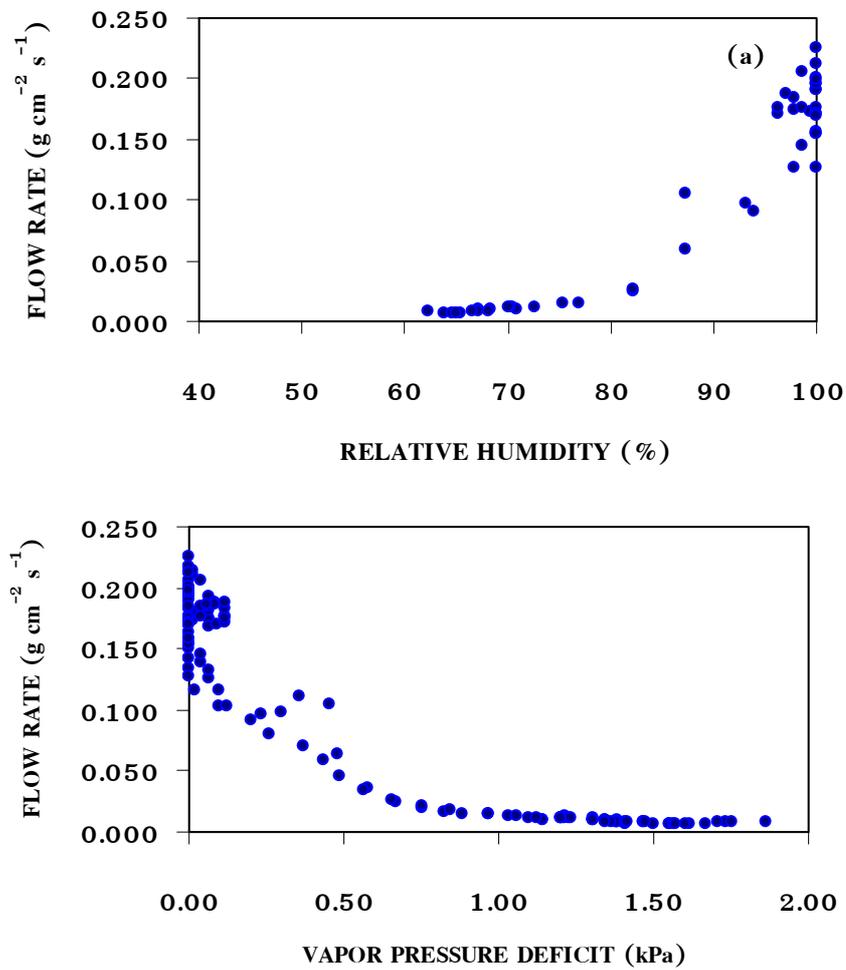
ภาพที่ 11 (ต่อ)



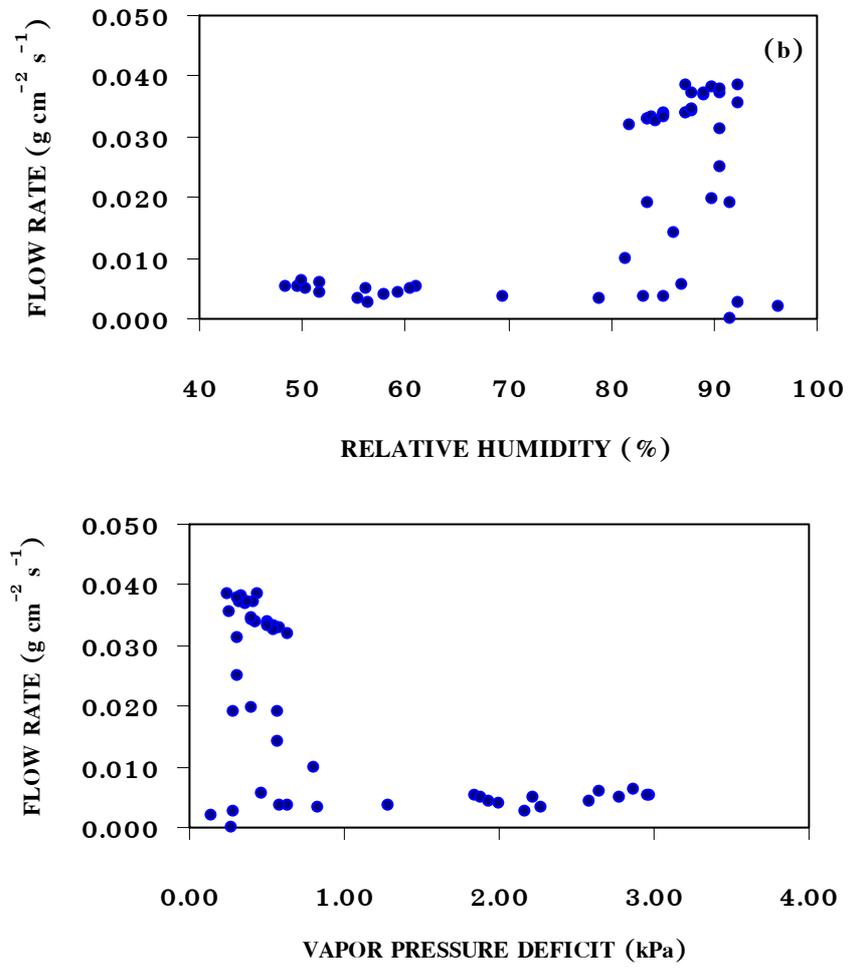
ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ (ภาพบน) และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (ภาพล่าง) กับอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ที่เวลา 16 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (20 มิ.ย.45) (a) และที่เวลา 28 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (10 ก.ย.45) (b)



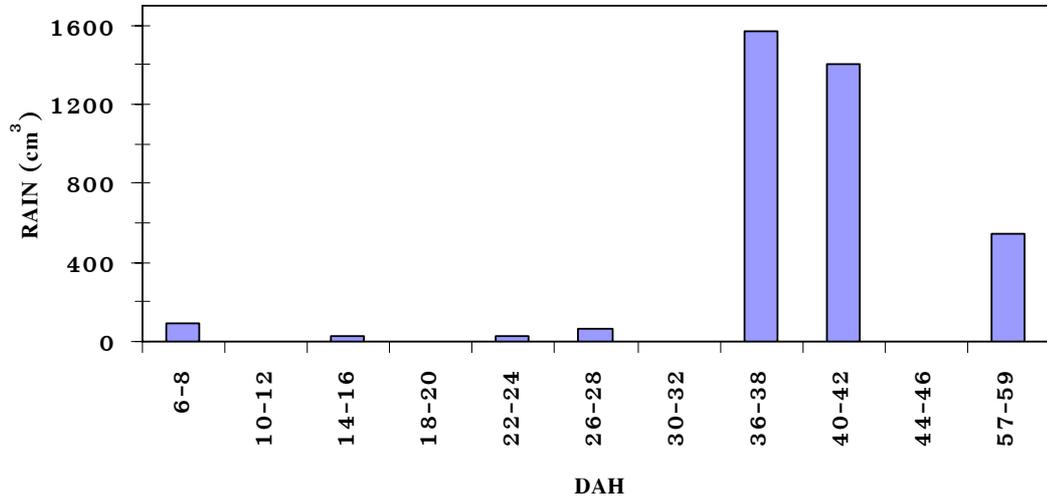
ภาพที่ 12 (ต่อ)



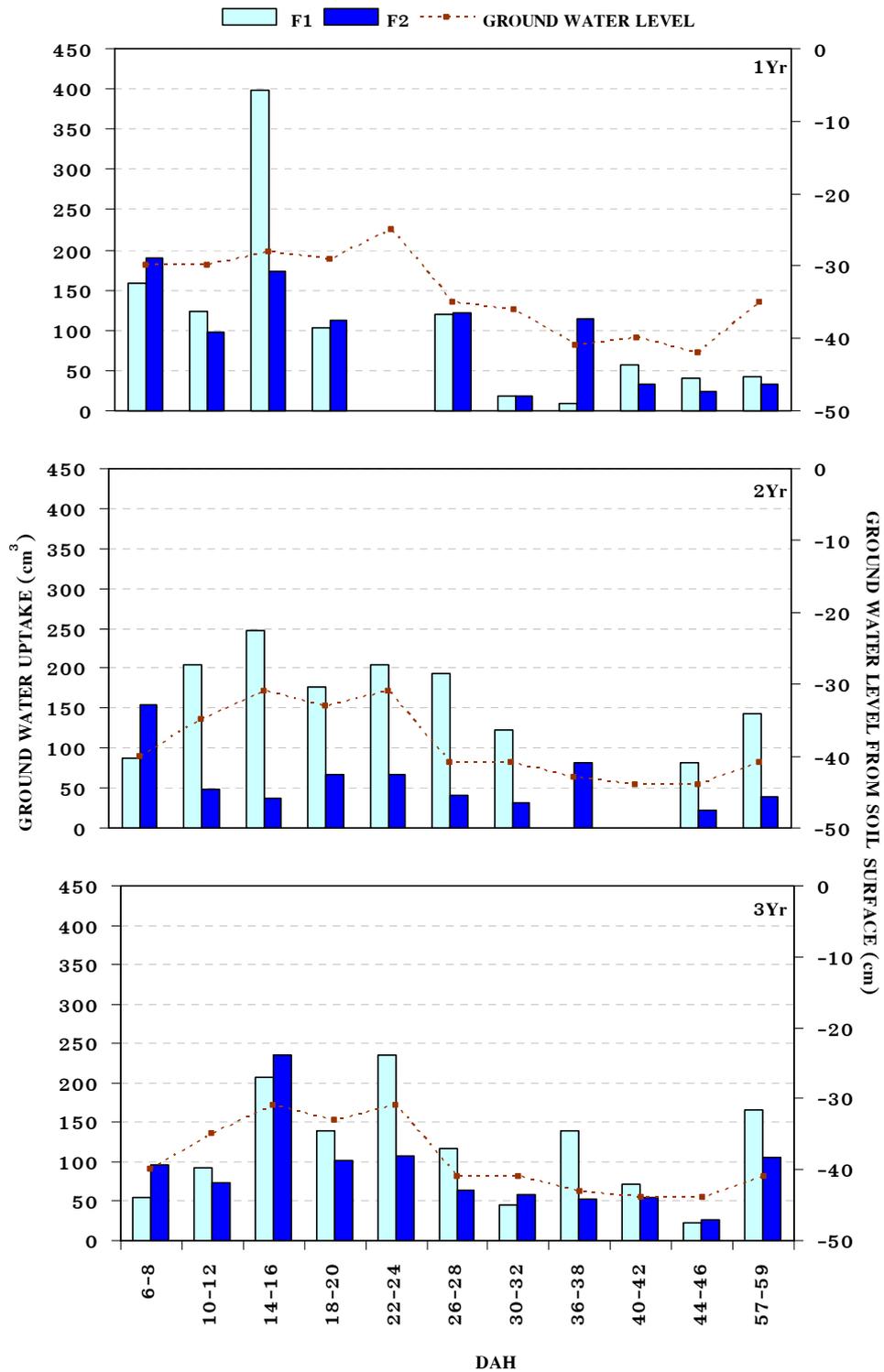
ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดูดซับไอน้ำของบรรยากาศ (ภาพบน) และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (ภาพล่าง) กับอัตราการไหลของสารละลายในลำต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ที่เวลา 36 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (20 พ.ย.45) (a) และที่เวลา 38 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ (3 ก.ค.45) (b)



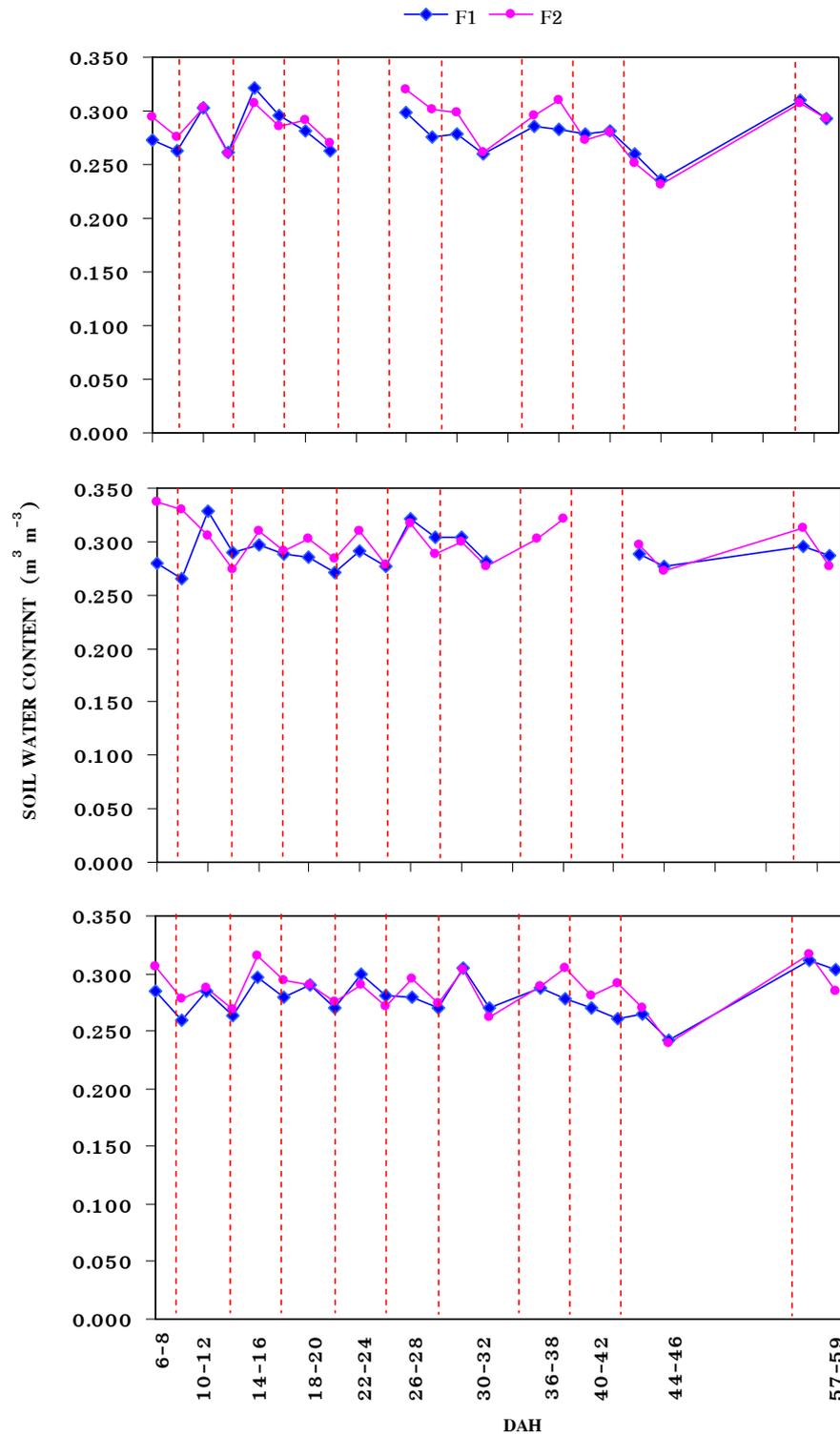
ภาพที่ 13 (ต่อ)



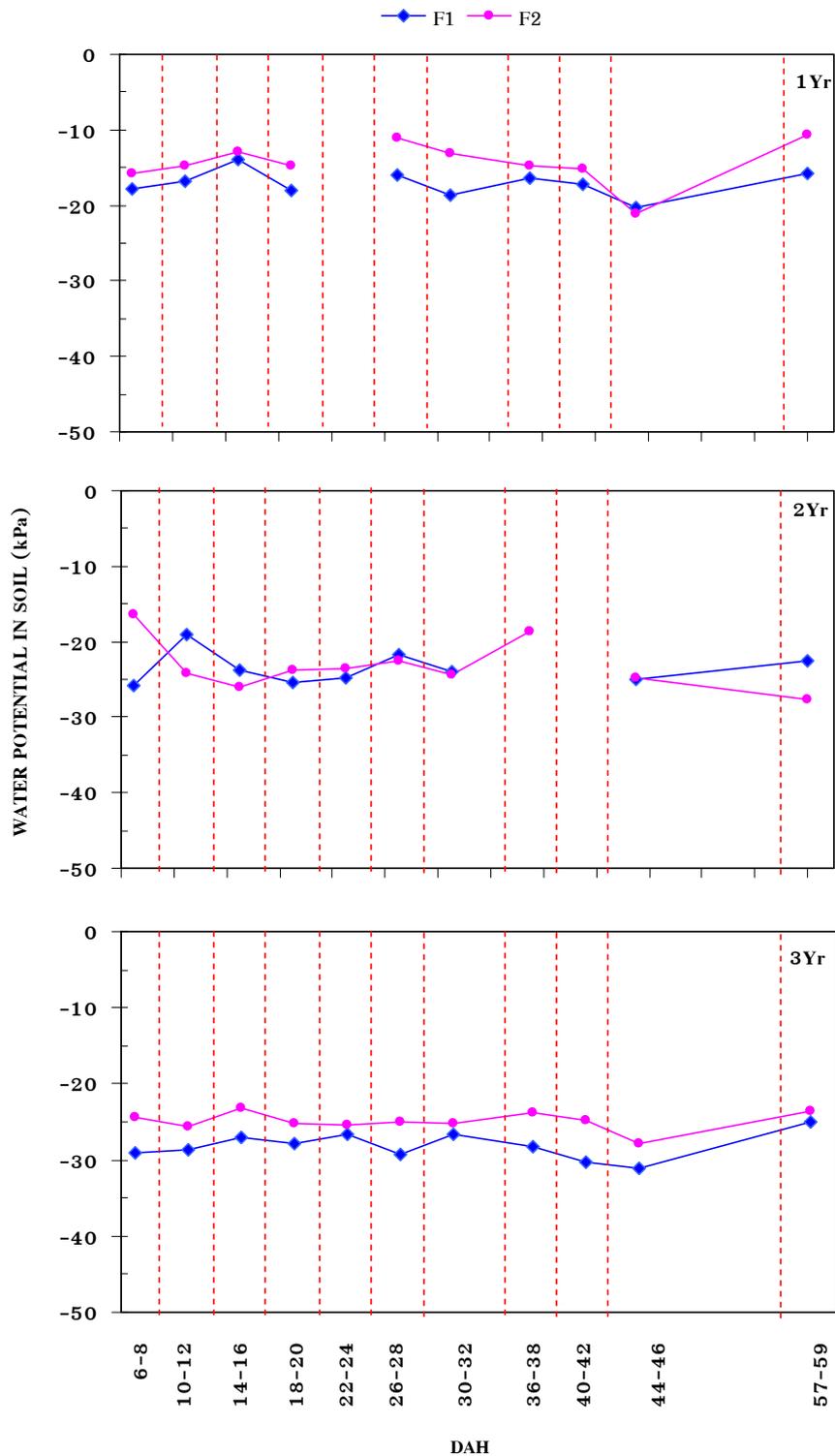
ภาพที่ 14 ปริมาณน้ำฝนสุทธิที่ตกในแต่ละรอบเวรชลประทานระหว่างทดลองหาการใช้น้ำโดยวิธีบดุน้ำเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545



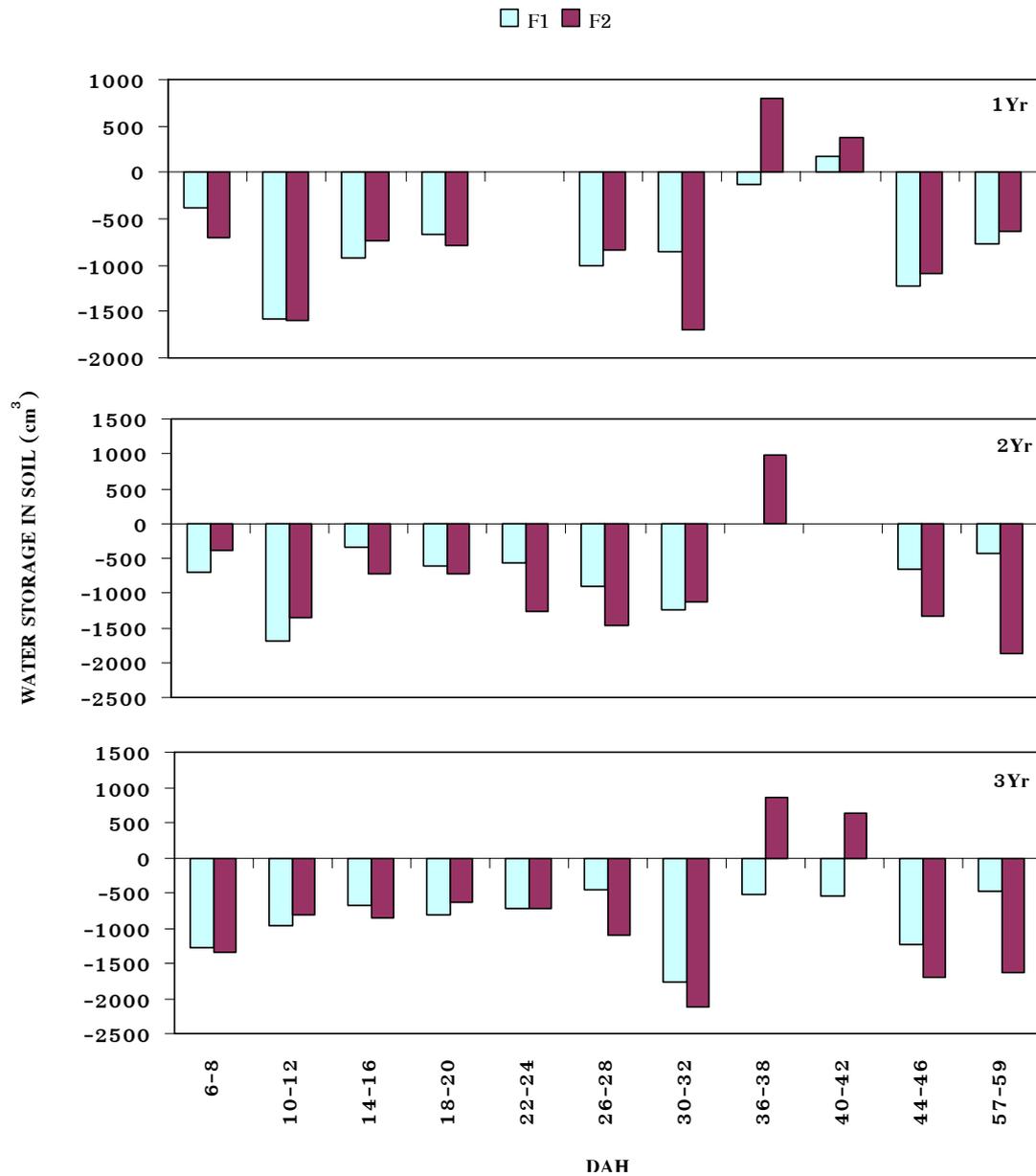
ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินและปริมาณน้ำอันเกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินเข้าสู่ระยะรากหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ระหว่างทดลองหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีบดคุน้ำ เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545; F₁ และ F₂ คือ ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ



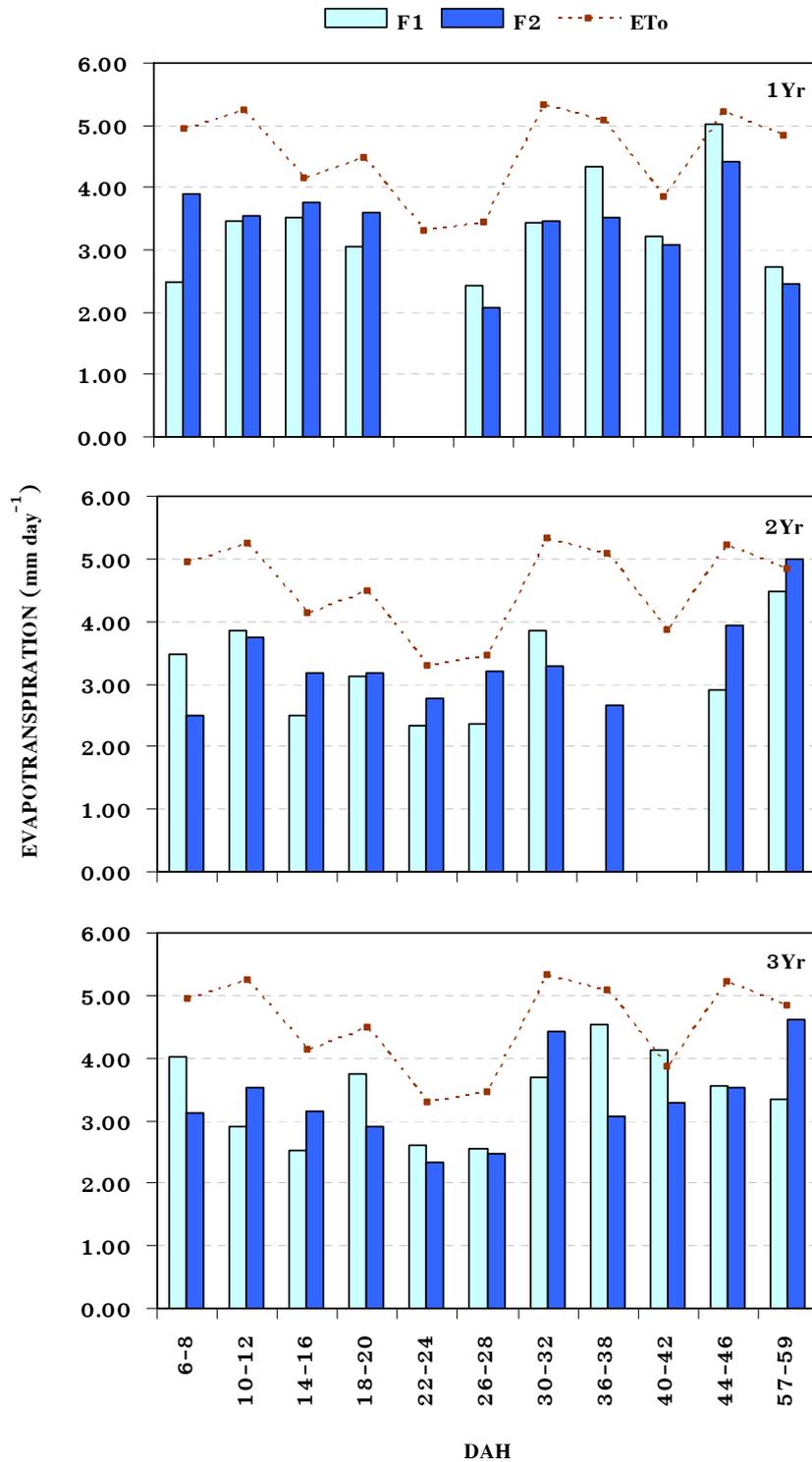
ภาพที่ 16 ปริมาณความชื้นโดยปริมาตรในดินแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 และ 3 ปี ในแต่ละช่วงเวลาระหว่างทดลองหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีบดคุน้ำ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545; เส้นปะแสดงวันที่ให้น้ำในรอบเวรชลประทาน, F₁ และ F₂ คือ ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ



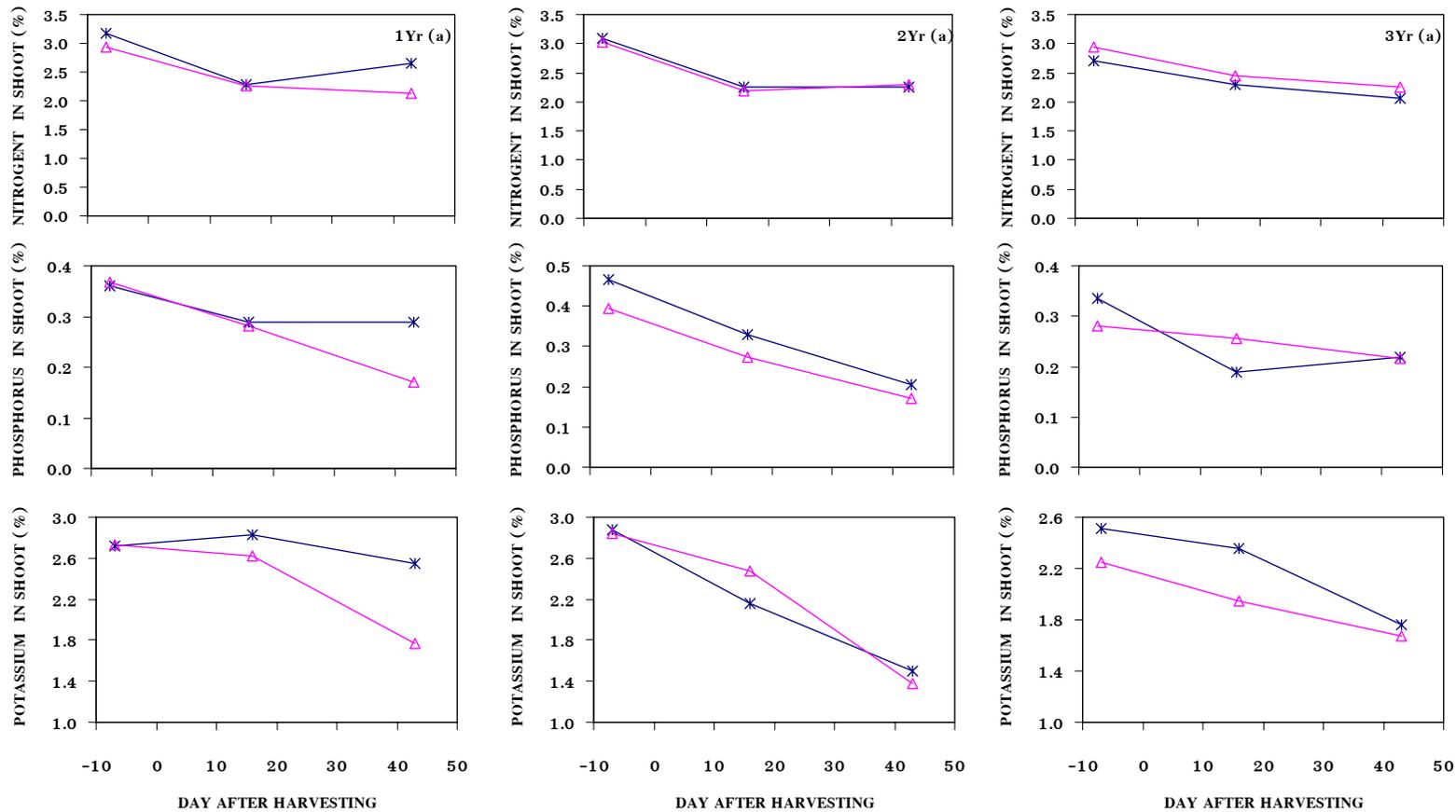
ภาพที่ 17 ค่าเฉลี่ยพลังงานก่อกับกอนดินในแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ระหว่างทดลอง หากการใช้น้ำโดยวิธีบดุน้ำ เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545; เส้นประแสดง วันที่ให้น้ำในรอบเวรชลประทาน, F₁ และ F₂ คือ ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ



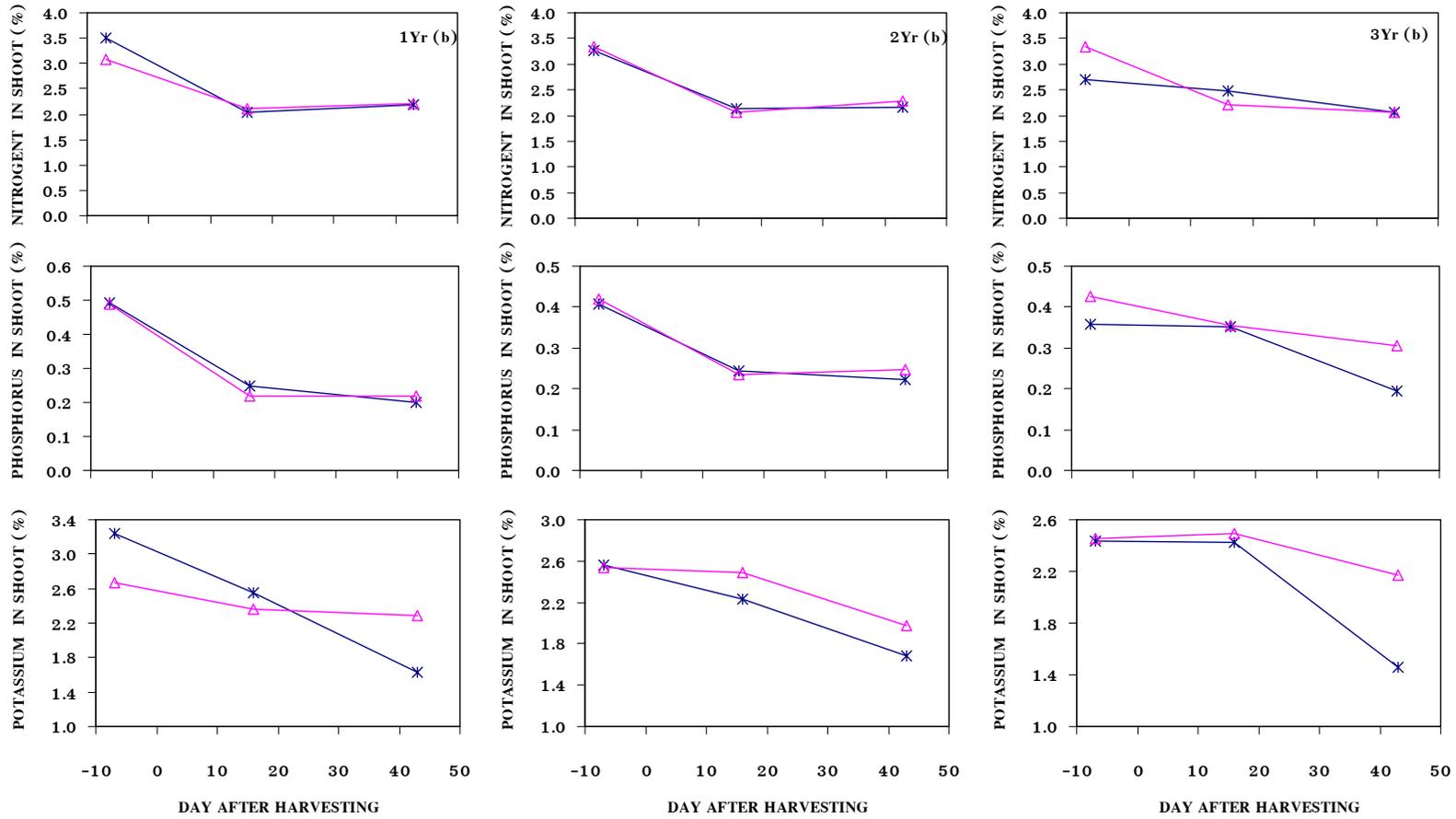
ภาพที่ 18 ปริมาณน้ำที่กักเก็บในดินแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละช่วงเวลาในรอบ
 เวนชลประทานระหว่างทดลองหาปริมาณการใช้น้ำโดยวิธีบังคับน้ำเดือนมิถุนายน-
 กรกฎาคม 2545; F₁ และ F₂ คือ ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่
 ตามลำดับ



ภาพที่ 19 ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2545 ซึ่งคำนวณโดยวิธีบังตูลน้ำ; ค่า ETo คำนวณตามวิธีเพนแมน, F₁ และ F₂ คือ ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ



ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสะสมในใบเทียมหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 2 และ 3 ปี ในแต่ละระดับปุ๋ยไนโตรเจน ที่เวลา 7 วันก่อนเริ่มเก็บหน่อ ที่เวลา 16 และ 43 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน (a) และรอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม (b) ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (—*) และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ (—△)



ภาพที่ 20 (ต่อ)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2545. หน่อไม้ฝรั่ง.

Available source: http://www.doa.go.th/home/gap_asparagus_1.html, 8 ธันวาคม 2544.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2545. หน่อไม้ฝรั่ง.

Available: <http://www.oae.go.th/statistic/export/QVExp.xls>, 8 กันยายน 2545

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2548. หน่อไม้ฝรั่ง.

Available: <http://www.oae.go.th/statistic/export/QVExp.xls>, 18 กันยายน 2548.

กลุ่มเกษตรกรสัญจร. 2530. หน่อไม้ฝรั่ง. สหมิตรการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไฉน ยอดเพชร. 2543. พืชผักอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล บางพระ, ชลบุรี.

ทัศนีย์ อัดะนันท์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี.

ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

ปิยะธิดา อีร์กุลพิศุทธิ์. 2540. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์,

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมพร ทรัพย์สาร และคณะ. 2541. การปลูกหน่อไม้ฝรั่ง.

Available source: <http://web.ku.ac.th/agri/asparagus/index.html>, 8 ธันวาคม 2544.

สุนทรีย์ ยิ่งชัชวาลย์. 2535. ชลศาสตร์ในระบบดิน-พืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

กำแพงแสน, นครปฐม.

- สุนทรียิ่งชัยวาลย์ และ กุมุท สังขศิลา. 2534. ค่าพิกัดบนของความเป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำในดินชุดกำแพงแสน. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย์.) 25: 177-190.
- สุนทรียิ่งชัยวาลย์, คัทลียา ฉัตรเที่ยง, ไกรวุฒิ เจริญศิริ และ ภูริพงศ์ ดำรงวุฒิ. 2544. สภาพอากาศและน้ำในดินของแปลงส้มเขียวหวาน. รายงานโครงการพัฒนาวิชาการข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาของส้มเขียวหวาน. น.1-20. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- สุรชา ลี้มตระกูลธงชัย. 2546. ผลของความเครียดน้ำในดินและผลของหลังคาพลาสติกต่อการออกดอกและการใช้น้ำต้นองุ่นพันธุ์ BEAUTY SEEDLESS. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อดิษฐ แซ่จิ้ว. 2535. การกระจายของรากและผลผลิตหน่อไม้ฝรั่ง (หน่อเขียว) ในดินชุดกำแพงแสนภายใต้การเตรียมดินและการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่าง ๆ กัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อ้างถึง J.S. Shoemaker. 1947. *Vegetable growing*. John Wiley & Sons, Inc., New York. p.506.
- วิบูลย์ บุญธโรกุล. 2526. หลักการชลประทาน. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ.
- Allen, R.G., L.S. Pereira and R. Smith. 1998. **Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements**. FAO Irrigation and drainage paper No.56. FAO, Rome, Italy.
- Andres, C. and N. Edgardo. 2002. Mineral Composition of Asparagus Green Spear and their Relation to their Post Harvest Life, pp.353-355. In A. Uragami. **Proc. 10th on Asparagus**. Acta Hort. 589.
- Benson, B.L. 2002. Update of the World's Asparagus Production Areas, Spear Utilization and Production Periods. pp.33-40. In A. Uragami. **Proc. 10th on Asparagus**. ActaHort. 589.

- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk Density, pp.363–375. *In* A. Klute, (ed.). **Method of Soil Analysis Part I: Physical and Mineralogical Methods**. American Society of Agronomy, Inc., Wisconsin.
- Cohen, Y., S. Takeuchi, J. Nozaka and T. Yano. 1993. Accuracy of sap flow measurement using heat balance and heat pulse methods. **Agron. J.** 85: 1080–1086.
- Drost, D.T. 2003. **Asparagus Growth and Physiology**.
Available Source: <http://www.glexpo.com/abstract/2003abstract/asparagus>.
- Drost, D.T. 1997. Asparagus pp.621–649. *In* Wien, H.C. (ed.). **The Physiology of Vegetable Crops**. CAB International, Wallingford, UK.
- Hartmann, H.D. 1981. The influence of irrigation on the development and yield of asparagus. **Acta Hort.** 199: 309–316.
- Klute, A. and C. Dirksen. 1986. Hydraulic Conductivity and Diffusivity: Laboratory Method. pp 687–734. *In* A. Klute, ed. **Method of Soil Analysis Part I: Physical and Mineralogical Methods**. American Society of Agronomy, Inc., Wisconsin.
- Klute, A. 1986. Water Retention: Laboratory methods, pp. 635–662. *In* A. Klute, (ed.). **Method of Soil Analysis Part I: Physical and Mineralogical Methods**. American Society of Agronomy, Inc., Wisconsin.
- Ledgard, S.F., J.A. Douglas, J.M. Follett and M.S. Sprosen. 1992. Influence of time of application on the utilization of nitrogen fertilizer by asparagus, estimated using ¹⁵N. **Plant and Soil** 147: 41–47.
- Lin, H.C., T.C. Chang. 1972. Study on the mineral nutrition of *Asparagus officinalis* L. Dept. Agr. **Chem. Nat.** Taiwan. Univ. Abstr.

- Nobel, P.S. 1983. **Biophysical Plant Physiology and Ecology**. W.H. Freeman and Company, New York. 608 p.
- Mualem, Y. 1976. New model for prediction the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. **Water Resour. Res.** 12: 593-622.
- Peirce, L.C. 1987. **Vegetable Characterisitcs Production and Marketing**. John Wiley and Sons. Inc., New York. 433 p.
- Pitman, B.C., D.C. Ander and W.H. Swallow. 1991. Growth and development of young asparagus plants in response to N fertilization. **Hort. Abt.** 61: 8.
- Pressman, E., A.A. Schaffer, D. Cinotib, and E. Zamski. 1989. The effect of low temperature and drought on the carbohydrate content of asparagus. **Journal of Plant Physiology** 137: 209-213.
- Robb, A.R. 1984. Physiology of asparagus (*Asparagus officinali*) as related to the productivity of the crop. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture** 12: 251-260.
- Robinson, J.B., D.J. Reuter. 1997. **Plant Analysis an Interpretation manual**. 2ed. CSIRO Collingwood Australia. pp. 386-388.
- Roth, R.L., B.R. Gardner. 1990. Asparagus spear size distribution and earliness as effected by water and nitrogen. **Transactions of the American Society of Agriculture Engineers** 33: 480-486.
- Sterrett, S.B., B.B. Ross, and C.P. Savage. 1990. Establishment and yield of asparagus as influenced by planting and irrigation method. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 115: 29-33.
- Sander, D.C. 1999. Nitrogen-Potassium interactions in asparagus. pp.421-425. *In* A. Uragami. **Proc. 10th on Asparagus**. ActaHort. 589.

- Steinburg, S., C.H.M. Van Bavel and M.J. McFarland. 1989. A gage to measure mass flow rate of sap in stems and trunk of woody plant. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 114(3): 466-472.
- Takatori, F.H., G.W. Cannell and C.W. Asbell. 1997. Effects of soil moisture condition on asparagus at two nitrogen levels. **California Agriculture** 24: 10-12.
- Tisdal, S.L. and W.L. Nelson. 1975. **Soil Fertility and Fertilizer**. Macmillan Publishing CO., Inc., New York. 694 p.
- Teledo, J. 1990. Asparagus production in Peru. **Acta Horticulture** 271: 203-210.
- Van Genuchten, M. Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils, **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 44: 892-898.
- Wilcox-Lee, D. 1987. Soil matric potential, plant water relations and growth in asparagus. **HortScience** 22: 22-24.
- Wild, A. 1988. **Soil Conditions and Plant Growth**. 11th ed. John Wiley & Sons, Inc., New York. pp. 339.
- Wilson, D.R., C.G. Cloughley, P.D. Jamieson and S.M. Sinton. 2002. A model of Asparagus Growth Physiology. pp.297-301. *In* A. Uragami. **Proc. 10th on Asparagus**. ActaHort. 589.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 สมบัติทางกายภาพของดินก่อนเริ่มทดลอง

รายการ	ค่าวิเคราะห์ของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ		
	1 ปี	2 ปี	3 ปี
ความหนาแน่นเฉลี่ย (g cm^{-3})	1.51	1.53	1.47
สัมประสิทธิ์การนำน้ำขณะดินอิ่มตัว			
ด้วยน้ำเฉลี่ย (Ks) (cm s^{-1})	3.95×10^{-6}	2.10×10^{-5}	5.70×10^{-5}
เนื้อดิน	ดินร่วนเหนียวปน	ดินร่วนทราย	ดินร่วนทราย
- %Sand	ทราย	61.80	65.53
- %Silt	65.17	27.18	15.79
- %Clay	14.45	11.02	18.68
	20.39		

**ตารางผนวกที่ 2 ค่าเฉลี่ยผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีพื้นฐานของดินในแปลงทดลอง
รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน 2545**

รายการ	ค่าวิเคราะห์ของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ		
	1 ปี	2 ปี	3 ปี
ตำรับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (F_1)			
- pH	6.7	6.7	6.7
- EC (S m^{-1})	0.20	0.10	0.15
- CEC (cmol/kg)	8.09	9.47	9.86
- OM (%)	0.41	0.41	0.38
ตำรับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ (F_2)			
- pH	6.6	6.63	7.05
- EC (S m^{-1})	0.15	0.15	0.10
- CEC (cmol/kg)	8.65	10.44	9.05
- OM (%)	0.40	0.45	0.38

ตารางผนวกที่ 3 ค่าเฉลี่ยผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีพื้นฐานของดินในแปลงทดลอง
รอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม 2545

รายการ	ค่าวิเคราะห์ของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ		
	1 ปี	2 ปี	3 ปี
ตำรับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (F ₁)			
-pH	6.7	6.5	6.5
-EC (S m ⁻¹)	0.50	0.40	0.21
-CEC (cmol/kg)	7.76	11.47	10.58
-OM (%)	0.45	0.50	0.60
ตำรับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ (F ₂)			
-pH	6.6	6.5	6.3
-EC (S m ⁻¹)	0.45	0.55	0.35
-CEC (cmol/kg)	10.38	11.81	10.22
-OM (%)	0.45	0.52	0.55

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในดินแปลงทดลอง
รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน 2545

อายุต้น/วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณธาตุอาหารในดิน					
	N (%)		P (mgP/kg)		K (mgK/kg)	
	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
ต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี						
-เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ 7 วัน (ก่อนใส่ปุ๋ยตามตำรับทดลอง)	0.06	0.07	326	294	217	209
-เวลา 16 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	0.07	0.09	283	344	225	242
-เวลา 43 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	0.10	0.11	337	281	219	201
ต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี						
-เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ 7 วัน (ก่อนใส่ปุ๋ยตามตำรับทดลอง)	0.06	0.05	142	149	166	172
-เวลา 16 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	0.07	0.08	138	175	225	163
-เวลา 43 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	0.09	0.12	172	176	197	206
ต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี						
-เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ 7 วัน (ก่อนใส่ปุ๋ยตามตำรับทดลอง)	0.80	0.03	170	202	192	168
-เวลา 16 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	0.06	0.06	181	212	189	165
-เวลา 43 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	0.03	0.04	176	211	182	168

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในดินแปลงทดลอง
รอบเก็บเกี่ยวเดือนสิงหาคม 2545

อายุต้น/วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณธาตุอาหารในดิน					
	N (%)		P (mgP/kg)		K (mgK/kg)	
	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
ต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี						
-เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ 7 วัน (ก่อนใส่ปุ๋ยตามตำรับทดลอง)	0.05	0.06	365	344	293	266
-เวลา 16 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	0.07	0.07	377	396	277	266
-เวลา 43 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	0.06	0.07	450	478	311	355
ต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี						
-เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ 7 วัน (ก่อนใส่ปุ๋ยตามตำรับทดลอง)	0.06	0.06	266	243	261	223
-เวลา 16 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	0.06	0.07	155	217	199	219
-เวลา 43 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	0.09	0.11	285	423	249	302
ต้นหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี						
-เวลาก่อนเริ่มเก็บหน่อ 7 วัน (ก่อนใส่ปุ๋ยตามตำรับทดลอง)	0.07	0.07	266	225	248	236
-เวลา 16 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	0.05	0.07	210	244	232	240
-เวลา 43 วันหลังเริ่มเก็บหน่อ	0.11	0.10	478	447	344	331

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยในดินที่เวลาก่อน
เริ่มเก็บเกี่ยว 7 วัน รอบเก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายนและสิงหาคม 2545

รายการ	ปริมาณธาตุอาหารในดิน		
	N (%)	P (mgP/kg)	K (mgK/kg)
รอบเก็บเกี่ยว			
เดือนมิถุนายน	0.0615	213.92b	187.08b
เดือนสิงหาคม	0.0600	284.92a	254.50a
P-value	0.8300	0.0240	<0.0001
อายุต้นหน่อไม้ฝรั่ง (ปี)			
1	0.0610	332.38a	246.00a
2	0.0588	200.00b	205.25b
3	0.0625	215.88b	211.13b
P-value	0.9201	0.0026	0.0124
อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)			
15	0.064	256.00	229.33
30	0.057	242.83	212.25
P-value	0.3315	0.6544	0.1293
%CV	29.91	28.43	11.95

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 7 ค่าคงที่ในสมการเส้นอัตราลักษณะของน้ำในดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี ช่วงความลึก 20-30 เซนติเมตร

ตำรับปุ๋ยไนโตรเจน (แปลงที่)	α	n	m	K_s (cm s ⁻¹)	θ_s	θ_r	R ²
F ₁ (1)	2.4	1.74	0.425	3.95 x 10 ⁻⁶	0.412	0.083	0.954
F ₁ (2)	2.4	1.90	0.474	3.95 x 10 ⁻⁶	0.526	0.125	0.979
F ₂ (1)	2.4	1.74	0.425	3.95 x 10 ⁻⁶	0.424	0.082	0.954
F ₂ (2)	2.4	1.40	0.286	3.95 x 10 ⁻⁶	0.399	0.083	0.997

ตารางผนวกที่ 8 ค่าคงที่ในสมการเส้นอัตราลักษณะของน้ำในดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี ช่วงความลึก 20-30 เซนติเมตร

ตำรับปุ๋ยไนโตรเจน (แปลงที่)	α	n	m	K_s (cm s ⁻¹)	θ_s	θ_r	R ²
F ₁ (1)	2.4	1.80	0.440	2.1 x 10 ⁻⁵	0.502	0.140	0.987
F ₁ (2)	2.4	1.80	0.440	2.1 x 10 ⁻⁵	0.552	0.112	0.987
F ₂ (1)	2.4	1.45	0.310	2.1 x 10 ⁻⁵	0.502	0.140	0.982
F ₂ (2)	2.4	1.70	0.410	2.1 x 10 ⁻⁵	0.535	0.131	0.995

หมายเหตุ สมการในรูปเส้นอัตราลักษณะของน้ำในดิน แสดงดังนี้

$$\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} = \left[\frac{1}{1 + (\alpha h)^n} \right]^m$$

สมการนำน้ำของดินที่เป็นฟังก์ชันของความชื้น แสดงดังนี้

$$K(\theta) = K_s \theta^{0.5} \left[1 - \left(1 - \theta \frac{1}{\theta_s} \right)^m \right]^2$$

ตารางผนวกที่ 9 ค่าคงที่ในสมการเส้นอัตราลักษณะของน้ำในดิน และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี ช่วงความลึก 20-30 เซนติเมตร

ตำรับปุ๋ยไนโตรเจน (แปลงที่)	α	n	m	K_s (cm s ⁻¹)	θ_s	θ_r	R ²
F ₁ (1)	2.4	1.60	0.375	5.7 x 10 ⁻⁵	0.565	0.139	0.992
F ₁ (2)	2.4	1.72	0.419	5.7 x 10 ⁻⁵	0.531	0.137	0.960
F ₂ (1)	2.4	1.60	0.375	5.7 x 10 ⁻⁵	0.555	0.145	0.984
F ₂ (2)	2.4	1.74	0.425	5.7 x 10 ⁻⁵	0.555	0.145	0.969

ตารางผนวกที่ 10 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำโดยปริมาตรกับพลังงานก้ำกับก้อนดินของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี

ตำรับปุ๋ยไนโตรเจน (แปลงที่)	สมการ	R ²
F ₁ (1)	$\theta_v = -0.8300P + 0.4186$	0.9900
F ₁ (2)	$\theta_v = -1.0681P + 0.4693$	0.7282
F ₂ (1)	$\theta_v = -0.8300P + 0.4186$	0.9900
F ₂ (2)	$\theta_v = -0.7995P + 0.3857$	0.9651

ตารางผนวกที่ 11 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำโดยปริมาตรกับพลังงานก้ำกับก้อนดินของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี

ตำรับปุ๋ยไนโตรเจน (แปลงที่)	สมการ	R ²
F ₁ (1)	$\theta_v = -0.7484P + 0.4949$	0.9870
F ₁ (2)	$\theta_v = -1.026P + 0.5052$	0.7890
F ₂ (1)	$\theta_v = -0.7484P + 0.4949$	0.9870
F ₂ (2)	$\theta_v = -0.9878P + 0.4957$	0.8245

หมายเหตุ θ_v คือ ปริมาณน้ำโดยปริมาตร

P คือ แรงดูดยึดน้ำของดิน หรือ พลังงานก้ำกับก้อนดิน มีหน่วยเป็น บาร์

โดย $0 < P < 10,000$ บาร์

1 บาร์ มีค่าเท่ากับ 1020 cm H₂O

ตารางผนวกที่ 12 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำโดยปริมาตรกับพลังงานกำกับ
ก่อนดินของแปลงหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี

ตัวรับปุ๋ยไนโตรเจน (แปลงที่)	สมการ	R ²
F ₁ (1)	$\theta_v = -0.9317P + 0.5348$	0.8760
F ₁ (2)	$\theta_v = -0.7961P + 0.5071$	0.8922
F ₂ (1)	$\theta_v = -1.0287P + 0.5421$	0.9803
F ₂ (2)	$\theta_v = -1.0287P + 0.5421$	0.9803

ตารางผนวกที่ 13 มาตรฐานของธาตุอาหารใบเทียมหน่อไม้ฝรั่ง

ธาตุอาหาร	หน่วย (ต่อน้ำหนักแห้ง)	ปริมาณโดยทั่วไป	ปริมาณที่ เพียงพอ	ปริมาณที่เหมาะสม
ไนโตรเจน ^{1/}	%	2.40-3.80	3.79	2.20
ฟอสฟอรัส	%	0.30-0.35	0.20-0.23	0.20
โพแทสเซียม	%	1.50-2.40	1.72	1.20
แคลเซียม	%	0.40-0.50	-	0.30
แมกนีเซียม	%	0.000015 - 0.000050	-	-
แมงกานีส	%	0.001-0.016	-	0.0015
ทองแดง	%	-	-	0.0005
สังกะสี	%	0.0020-0.0060	-	0.0015
โบรอน	%	0.005-0.010	-	0.002

หมายเหตุ ^{1/} พืชแสดงอาการขาด เมื่อมีปริมาณแมกนีเซียมต่ำกว่า 0.000013% และผลผลิตจะ
สูงถ้าหากมีมากกว่า 0.00003 %

ที่มา: ดัดแปลงจากโจน (2543)

ตารางผนวกที่ 14 ข้อมูลการคำนวณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปี โดยวิธีบตุลน้ำ

วันที่ (DAH)	ตำรับ ปุ๋ย	ซ้ำ	ระยะ รากที่ ศึกษา (cm) 1/	ปริมาตร ชั้นราก (cm ³)	K(θ) (cm s ⁻¹) 2/	Ψ _{root z one center} (cmH ₂ O)		Ψ _{at ground water} (cmH ₂ O)		WT (cm ³) 5/	RAIN		S1 (θ _v)	S2 (θ _v)	ΔS (cm ³) 6/	ET (2days) (cm ³) 7/	ET (mm/day)	ETo (mm/day) 8/	Kc 9/
						Ψ _m 3/	Ψ _z 4/	Ψ _m	Ψ _z		mm	cm ³							
3-5	F ₁	1	30	37714	4.3 x 10 ⁻⁸	-172	10	0	0	159	0.75	94	0.273	0.263	-374	627	2.49	4.93	0.51
มี.ย.45 (6-8)	F ₁	1	30	37714	-	-	-	-	-	-	0.75	94	-	-	-	-	-	4.93	-
	F ₂	2	30	37714	5.8 x 10 ⁻⁸	-151	10	0	0	190	0.75	94	0.295	0.276	-695	980	3.90	4.93	0.79
	F ₂	2	30	37714	-	-	-	-	-	-	0.75	94	-	-	-	-	-	4.93	-
7-9	F ₁	1	30	37714	5.7 x 10 ⁻⁸	-160	10	0	0	199	0	0	0.297	0.259	-1415	1614	3.28*	5.24	0.63
มี.ย.45 (10- 12)	F ₁	1	30	37714	1.3 x 10 ⁻⁸	-164	10	0	0	48	0	0	0.310	0.264	-1743	1791	3.64*	5.24	0.70
	F ₂	2	30	37714	4.7 x 10 ⁻⁸	-161	10	0	0	163	0	0	0.297	0.259	-1422	1585	3.22*	5.24	0.62
	F ₂	2	30	37714	1.3 x 10 ⁻⁸	-119	10	0	0	34	0	0	0.308	0.261	-1756	1789	3.64*	5.24	0.69
11-13	F ₁	1	28	35200	2.1 x 10 ⁻⁷	-121	8	0	0	705	0.25	31	0.328	0.295	-1147	1883	3.83*	4.14	0.93
มี.ย.45 (14- 16)	F ₁	1	28	35200	2.3 x 10 ⁻⁸	-149	8	0	0	91	0.25	31	0.315	0.296	-681	804	3.20	4.14	0.77
	F ₂	2	28	35200	7.2 x 10 ⁻⁸	-144	8	0	0	280	0.25	31	0.301	0.285	-566	877	3.49	4.14	0.84
	F ₂	2	28	35200	2.4 x 10 ⁻⁸	-101	8	0	0	66	0.25	31	0.313	0.287	-915	1013	4.03	4.14	0.97
15-17	F ₁	1	29	36457	3.7 x 10 ⁻⁸	-179	9	0	0	159	0	0	0.272	0.255	-630	789	3.14	4.47	0.70
มี.ย.45 (18- 20)	F ₁	1	29	36457	1.1 x 10 ⁻⁸	-170	9	0	0	46	0	0	0.291	0.272	-697	743	2.96	4.47	0.66
	F ₂	2	29	36457	5.0 x 10 ⁻⁸	-159	9	0	0	191	0	0	0.292	0.268	-892	1083	4.31	4.47	0.96
	F ₂	2	29	36457	1.1 x 10 ⁻⁸	-125	9	0	0	34	0	0	0.291	0.272	-692	726	2.89	4.47	0.65

หมายเหตุ 1/ ระยะรากที่ศึกษาเปลี่ยนแปลงตามระดับน้ำใต้ดิน, 2/ ค่าตามสมการที่ 18 เมื่อ θ เป็นค่าเฉลี่ยความชื้นในดินที่เก็บครั้งที่ i และ i+1 ในรอบชลประทาน, 3/ ค่าตามสมการที่ 9, 10 และ 11, 4/ ระยะทางจากระดับน้ำใต้ดินถึงจุดกึ่งกลางรากที่เก็บตัวอย่างดินมาวัดความชื้น, 5/ ค่าตามสมการที่ 10, 6/ ค่าตามสมการที่ 8 และ 9, 7/ ค่าตามสมการที่ 4, 8/ ETo คือค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงซึ่งคำนวณโดยวิธีเพนแมน, 9/ Kc = ET/ETo และ * เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีพื้นที่ผิวที่เกิดการคายน้ำได้สองด้าน คือ พื้นที่ผิวด้านบนและพื้นที่ผิวด้านข้างซึ่งเกิดจากการแหงร่อง จึงแสดงตัวเลขซึ่งคำนวณการใช้น้ำที่เกิดขึ้นเฉพาะผิวดินใต้ทรงพุ่มด้านบนแปลง

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

วันที่ (DAH)	ตำรับปุ๋ย	ซ้ำ	ระยะ รากที่ ศึกษา (cm) 1/	ปริมาตร ชั้นราก (cm ³)	K(θ) (cm s ⁻¹) 2/	Ψ root z. one center (cmH ₂ O)		Ψ at ground water (cmH ₂ O)		WT (cm ³) 5/	RAIN		S1 (θ_v)	S2 (θ_v)	ΔS (cm ³) 6/	ET (2days) (cm ³) 7/	ET (mm/day)	ETo (mm/day) 8/	Kc 9/
						Ψ_m 3/	Ψ_z 4/	Ψ_m	Ψ_z		mm	cm ³							
19-21	F ₁	1	25	31429	-	-	-	-	-	-	0.25	31	-	-	-	-	-	3.50	-
มี.ย.45	F ₁	1	25	31429	-	-	-	-	-	-	0.25	31	-	-	-	-	-	3.50	-
(22-	F ₂	2	25	31429	-	-	-	-	-	-	0.25	31	-	-	-	-	-	3.50	-
24)	F ₂	2	25	31429	-	-	-	-	-	-	0.25	31	-	-	-	-	-	3.50	-
23-25	F ₁	1	35	44000	-	-	-	-	-	-	0.51	64	-	-	-	-	-	3.45	-
มี.ย.45	F ₁	1	35	44000	7.2 x 10 ⁻⁹	-177	15	0	0	19	0.51	64	0.279	0.256	-1029	1112	2.26*	3.45	0.66
(26-	F ₂	2	35	44000	-	-	-	-	-	-	0.51	64	-	-	-	-	-	3.45	-
28)	F ₂	2	35	44000	3.2 x 10 ⁻⁸	-85	15	0	0	39	0.51	64	0.318	0.297	-918	1021	2.08*	3.45	0.60
27-29	F ₁	1	36	45257	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	5.32	-
มี.ย.45	F ₁	1	36	45257	7.7 x 10 ⁻⁹	-175	16	0	0	18	0	0	0.279	0.260	-846	864	3.44	5.32	0.65
(30-	F ₂	2	36	45257	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	5.32	-
32)	F ₂	2	36	45257	1.1 x 10 ⁻⁸	-119	16	0	0	18	0	0	0.299	0.261	-1689	1706	3.47	5.32	0.65
3-5	F ₁	1	41	51543	3.2 x 10 ⁻⁹	-125	21	0	0	4	12.5	1571	0.292	0.305	688	887	3.53	5.08	0.69
ก.ค.45	F ₁	1	41	51543	7.7 x 10 ⁻⁹	-170	21	0	0	14	12.5	1571	0.279	0.261	-944	2529	5.15*	5.08	1.01
(36-	F ₂	2	41	51543	9.3 x 10 ⁻⁸	-119	21	0	0	115	12.5	1571	0.295	0.311	805	881	3.51	5.08	0.69
38)	F ₂	2	41	51543	-	-	-	-	-	-	12.5	1571	-	-	-	-	-	5.08	-
7-9	F ₁	1	40	50286	6.0 x 10 ⁻⁸	-148	20	0	0	97	11.2	1408	0.271	0.289	898	607	2.41	3.85	0.63
ก.ค.45	F ₁	1	40	50286	1.0 x 10 ⁻⁸	-162	20	0	0	18	11.2	1408	0.285	0.274	-549	1976	4.02*	3.85	1.04
(40-	F ₂	2	40	50286	2.3 x 10 ⁻⁸	-180	20	0	0	44	11.2	1408	0.249	0.259	507	945	3.76	3.85	0.98
42)	F ₂	2	40	50286	2.4 x 10 ⁻⁸	-90	20	0	0	23	11.2	1408	0.297	0.302	254	1177	2.40*	3.85	0.62
12-14	F ₁	1	42	52800	2.2 x 10 ⁻⁸	-185	22	0	0	41	0	0	0.259	0.236	-1218	1259	5.01	5.20	0.96
ก.ค.45	F ₁	1	42	52800	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	5.20	-
(44-46)	F ₂	2	42	52800	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	5.20	-
	F ₂	2	42	52800	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	5.20	-

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

วันที่ (DAH)	ตำรับ ปุ๋ย	ซ้ำ	ระยะ รากที่ ศึกษา (cm) 1/	ปริมาตร ชั้นราก (cm ³)	K(θ) (cm s ⁻¹) 2/	Ψ root z one center (cmH ₂ O)		Ψ at ground water (cmH ₂ O)		WT (cm ³) 5/	RAIN		S1 (θ_v)	S2 (θ_v)	ΔS (cm ³) 6/	ET (2days) (cm ³) 7/	ET (mm/day)	ETo (mm/da y) 8/	Kc 9/
						Ψ_m 3/	Ψ_z 4/	Ψ_m	Ψ_z		mm	cm ³							
24-26	F ₁	1	35	44000	-	-	-	-	-	-	4.3	541	-	-	-	-	-	4.84	-
ก.ค.45 (57-59)	F ₁	1	35	44000	2.0 x 10 ⁻⁸	-145	15	0	0	43	4.3	541	0.310	0.293	-764	1347	2.74*	4.84	0.57
	F ₂	2	35	44000	-	-	-	-	-	-	4.3	541	-	-	-	-	-	4.84	-
	F ₂	2	35	44000	2.4 x 10 ⁻⁸	-94	15	0	0	33	4.3	541	0.307	0.293	-631	1204	2.45*	4.84	0.51

ตารางผนวกที่ 15 ข้อมูลการคำนวณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปี โดยวิธีบตุลน้ำ

วันที่ (DAH)	ตำรับ ปุ๋ย	ซ้ำ	ระยะราก ที่ศึกษา (cm) 1/	ปริมาตร ชั้นราก (cm ³)	κ(θ) (cm s ⁻¹) 2/	Ψ _{root z one center} (cmH ₂ O)		Ψ _{at ground water} (cmH ₂ O)		WT (cm ³) 5/	RAIN		S1 (θv)	S2 (θv)	ΔS (cm ³) 6/	ET (2days) (cm ³) 7/	ET (mm/day)	ETo (mm/day) 8/	Kc 9/
						Ψ _m 3/	Ψ _z 4/	Ψ _m	Ψ _z		mm	cm ³							
3-5	F ₁	1	40	50286	4.7 x 10 ⁻⁸	-263	20	0	0	133	0.75	94	0.295	0.279	-787	1015	4.04	4.93	0.82
มิ.ย.45	F ₁	1	40	50286	1.7 x 10 ⁻⁸	-225	20	0	0	41	0.75	94	0.264	0.252	-600	735	2.92	4.93	0.59
(6-8)	F ₂	2	40	50286	-	-	-	-	-	-	0.75	94	-	-	-	-	-	4.93	-
	F ₂	2	40	50286	9.7 x 10 ⁻⁸	-148	20	0	0	155	0.75	94	0.337	0.330	-377	626	2.49	4.93	0.50
7-9	F ₁	1	35	44000	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	5.24	-
มิ.ย.45	F ₁	1	35	44000	7.9 x 10 ⁻⁹	-179	15	0	0	205	0	0	0.329	0.290	-1692	1898	3.86*	5.24	0.74
(10-12)	F ₂	2	35	44000	3.5 x 10 ⁻⁹	-272	15	0	0	14	0	0	0.294	0.274	-887	900	3.58	5.24	0.68
	F ₂	2	35	44000	3.0 x 10 ⁻⁸	-192	15	0	0	83	0	0	0.315	0.274	-1833	1916	3.90*	5.24	0.74
11-13	F ₁	1	31	38971	5.6 x 10 ⁻⁸	-265	11	0	0	294	0.25	31	0.298	0.287	-402	728	2.89	4.14	0.70
มิ.ย.45	F ₁	1	31	38971	5.1 x 10 ⁻⁸	-199	11	0	0	200	0.25	31	0.298	0.290	-302	533	2.12	4.14	0.51
(14-16)	F ₂	2	31	38971	7.3 x 10 ⁻⁹	-255	11	0	0	37	0.25	31	0.309	0.291	-732	800	3.18	4.14	0.77
	F ₂	2	31	38971	-	-	-	-	-	-	0.25	31	-	-	-	-	-	4.14	-
15-17	F ₁	1	33	41486	3.5 x 10 ⁻⁸	-218	13	0	0	165	0	0	0.288	0.271	-721	886	3.52	4.47	0.79
มิ.ย.45	F ₁	1	33	41486	5.4 x 10 ⁻⁸	-213	13	0	0	190	0	0	0.284	0.272	-495	685	2.72	4.47	0.61
(18-20)	F ₂	2	33	41486	3.5 x 10 ⁻⁹	-274	13	0	0	16	0	0	0.296	0.272	-986	1002	3.98	4.47	0.89
	F ₂	2	33	41486	3.8 x 10 ⁻⁸	-186	13	0	0	119	0	0	0.308	0.297	-474	592	2.36	4.47	0.53
19-21	F ₁	1	31	38971	5.2 x 10 ⁻⁸	-268	11	0	0	274	0.25	31	0.295	0.285	-411	716	2.85	3.50	0.81
มิ.ย.45	F ₁	1	31	38971	3.2 x 10 ⁻⁸	-215	11	0	0	135	0.25	31	0.287	0.269	-719	886	1.80*	3.50	0.52
(22-24)	F ₂	2	31	38971	6.8 x 10 ⁻⁹	-257	11	0	0	35	0.25	31	0.318	0.279	-1525	1591	3.24*	3.50	0.93
	F ₂	2	31	38971	2.5 x 10 ⁻⁸	-202	11	0	0	99	0.25	31	0.302	0.277	-988	1118	2.28*	3.50	0.65
23-25	F ₁	1	41	51543	8.5 x 10 ⁻⁸	-238	21	0	0	210	0.51	64	0.315	0.295	-995	1269	2.58*	3.45	0.75
มิ.ย.45	F ₁	1	41	51543	-	-	-	-	-	-	0.51	64	-	-	-	-	-	3.45	-
(26-28)	F ₂	2	41	51543	1.3 x 10 ⁻⁸	-226	21	0	0	30	0.51	64	0.329	0.298	-1601	1696	3.45*	3.45	1.00
	F ₂	2	41	51543	2.6 x 10 ⁻⁸	-190	21	0	0	51	0.51	64	0.324	0.278	-1332	1447	2.95*	3.45	0.85

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ)

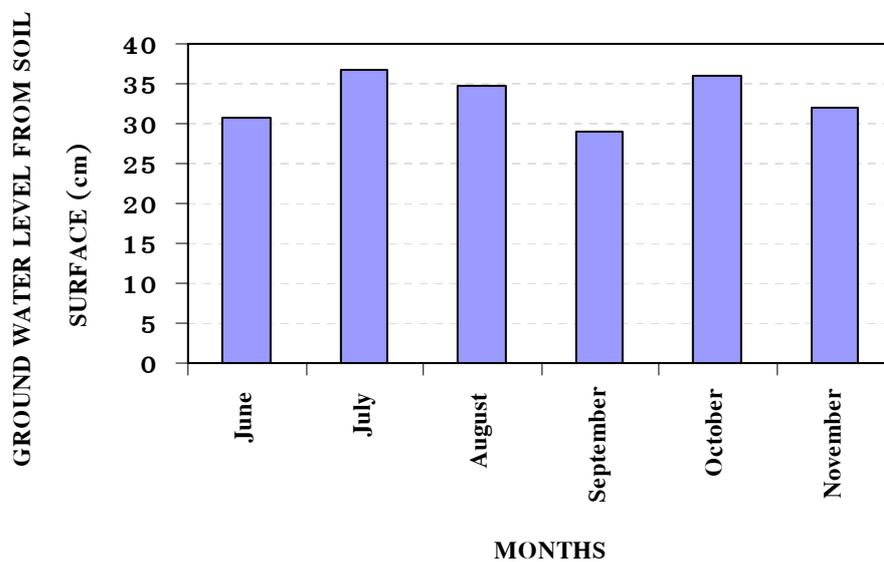
วันที่ (DAH)	ตำบล ปุ๋ย	ซ้ำ	ระยะราก ที่ศึกษา (cm) 1/	ปริมาตร ชั้นราก (cm ³)	K(θ) (cm s ⁻¹) 2/	Ψ root z one center (cmH ₂ O)		Ψ at ground water (cmH ₂ O)		WT (cm ³) 5/	RAIN		S1 (θ_v)	S2 (θ_v)	ΔS (cm ³) 6/	ET (2days) (cm ³) 7/	ET (mm/day)	ETo (mm/day) 8/	Kc 9/
						Ψ_m 3/	Ψ_z 4/	Ψ_m	Ψ_z		mm	cm ³							
27-29	F ₁	1	41	51543	5.7 x 10 ⁻⁸	-255	21	0	0	150	0	0	0.302	0.283	-960	1110	4.41	5.32	0.83
ม.ย.45	F ₁	1	41	51543	4.9 x 10 ⁻⁸	-191	21	0	0	96	0	0	0.307	0.278	-1520	1616	3.29*	5.32	0.62
(30-32)	F ₂	2	41	51543	3.3 x 10 ⁻⁹	-268	21	0	0	9	0	0	0.292	0.274	-947	956	3.80	5.32	0.71
	F ₂	2	41	51543	2.8 x 10 ⁻⁸	-188	21	0	0	55	0	0	0.306	0.281	-1306	1361	2.77*	5.32	0.52
3-5	F ₁	1	43	54057	-	-	-	-	-	-	12.5	1571	-	-	-	-	-	5.08	-
ก.ค.45	F ₁	1	43	54057	-	-	-	-	-	-	12.5	1571	-	-	-	-	-	5.08	-
(36-38)	F ₂	2	43	54057	-	-	-	-	-	-	12.5	1571	-	-	-	-	-	5.08	-
	F ₂	2	43	54057	5.2 x 10 ⁻⁸	-167	23	0	0	81	12.5	1571	0.303	0.321	987	666	2.65	5.08	0.52
7-9	F ₁	1	44	55314	-	-	-	-	-	-	11.2	1408	-	-	-	-	-	3.85	-
ก.ค.45	F ₁	1	44	55314	-	-	-	-	-	-	11.2	1408	-	-	-	-	-	3.85	-
(40-42)	F ₂	2	44	55314	1.4 x 10 ⁻⁹	-288	24	0	0	4	11.2	1408	0.265	0.267	107	1305	2.65*	3.85	0.69
	F ₂	2	44	55314	-	-	-	-	-	-	11.2	1408	-	-	-	-	-	3.85	-
12-14	F ₁	1	44	55314	4.0 x 10 ⁻⁸	-265	24	0	0	96	0	0	0.289	0.276	-694	790	3.14	5.20	0.60
ก.ค.45	F ₁	1	44	55314	3.7 x 10 ⁻⁸	-197	24	0	0	66	0	0	0.289	0.278	-598	664	2.64	5.20	0.51
(40-42)	F ₂	2	44	55314	3.8 x 10 ⁻⁹	-261	24	0	0	9	0	0	0.297	0.275	-1206	1215	4.83	5.20	0.93
	F ₂	2	44	55314	1.9 x 10 ⁻⁸	-196	24	0	0	34	0	0	0.296	0.269	-1454	488	3.03	5.20	0.58
24-26	F ₁	1	41	51543	5.4 x 10 ⁻⁸	-256	21	0	0	144	4.3	541	0.296	0.287	-439	1124	4.47	4.84	0.92
ก.ค.45	F ₁	1	41	51543	-	-	-	-	-	-	4.3	541	-	-	-	-	-	4.84	-
(44-46)	F ₂	2	41	51543	4.2 x 10 ⁻⁹	-261	21	0	0	11	4.3	541	0.305	0.270	-1804	2356	4.79*	4.84	0.99
	F ₂	2	41	51543	3.6 x 10 ⁻⁸	-180	21	0	0	67	4.3	541	0.320	0.282	-1950	2558	5.21	4.84	1.08

ตารางผนวกที่ 16 ข้อมูลการคำนวณการใช้น้ำของหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปี โดยวิธีบตุลน้ำ

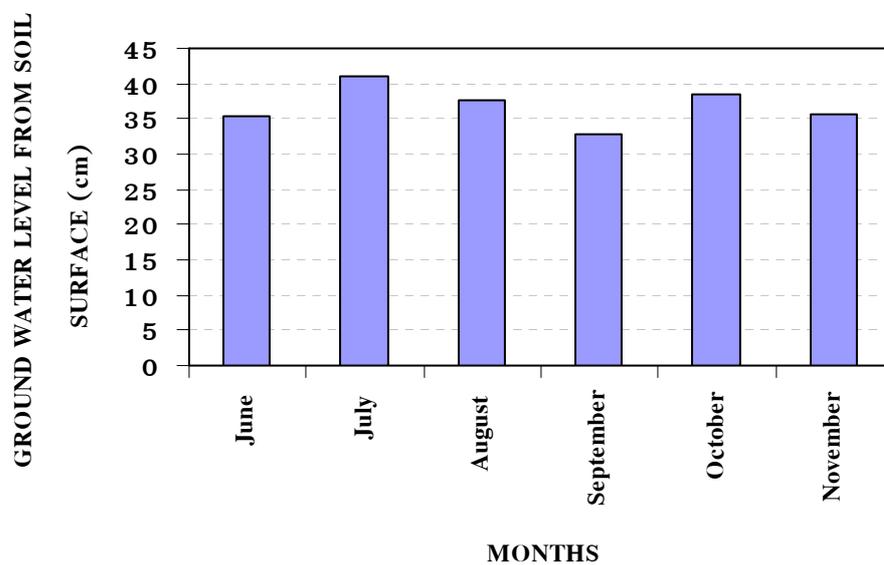
วันที่ (DAH)	ตำรับ ปุ๋ย	ซ้ำ	ระยะราก ที่ศึกษา (cm) 1/	ปริมาตร ชั้นราก (cm ³)	K(θ) (cm s ⁻¹) 2/	Ψ root z. one center (cmH ₂ O)		Ψ at ground water (cmH ₂ O)		WT (cm ³) 5/	RAIN		S1 (θ_v)	S2 (θ_v)	ΔS (cm ³) ^{6/}	ET/2days (cm ³) 7/	ET (mm/day)	ETo (mm/day) 8/	Kc 9/
						Ψ_m 3/	Ψ_z 4/	Ψ_m	Ψ_z		mm	cm ³							
3-5 มี.ย. 45 (6-8)	F ₁	1	40	50286	2.8 x 10 ⁻⁸	-238	20	0	0	72	0.75	94	0.314	0.284	-1508	1674	3.41*	4.93	0.69
	F ₁	1	40	50286	1.1 x 10 ⁻⁸	-317	20	0	0	37	0.75	94	0.255	0.234	-1030	1161	4.62	4.93	0.94
	F ₂	2	40	50286	1.7 x 10 ⁻⁸	-232	20	0	0	44	0.75	94	0.303	0.272	-1528	1667	3.39*	4.93	0.69
	F ₂	2	40	50286	6.2 x 10 ⁻⁸	-223	20	0	0	149	0.75	94	0.308	0.285	-1155	1399	2.85*	4.93	0.58
7-9 มี.ย. 45 (10-12)	F ₁	1	35	44000	1.3 x 10 ⁻⁸	-263	15	0	0	51	0	0	0.289	0.272	-727	778	3.10	5.24	0.59
	F ₁	1	35	44000	3.1 x 10 ⁻⁸	-291	15	0	0	132	0	0	0.282	0.254	-1215	1347	2.74*	5.24	0.52
	F ₂	2	35	44000	1.3 x 10 ⁻⁸	-244	15	0	0	47	0	0	0.292	0.270	-983	1029	4.09	5.24	0.78
	F ₂	2	35	44000	2.8 x 10 ⁻⁸	-249	15	0	0	101	0	0	0.283	0.268	-674	747	2.97	5.24	0.57
11-13 มี.ย.45 (14-16)	F ₁	1	31	38971	2.2 x 10 ⁻⁸	-254	11	0	0	108	0.25	31	0.299	0.285	-553	693	2.76	4.14	0.67
	F ₁	1	31	38971	5.6 x 10 ⁻⁸	-276	11	0	0	306	0.25	31	0.293	0.273	-792	1130	2.30*	4.14	0.56
	F ₂	2	31	38971	4.8 x 10 ⁻⁸	-215	11	0	0	204	0.25	31	0.328	0.300	1078	1313	2.67*	4.14	0.65
	F ₂	2	31	38971	5.8 x 10 ⁻⁸	-234	11	0	0	268	0.25	31	0.303	0.287	-617	916	3.64	4.14	0.88
15-17 มี.ย.45 (18-20)	F ₁	1	33	41486	1.5 x 10 ⁻⁸	-262	13	0	0	67	0	0	0.295	0.273	-915	982	3.91	4.47	0.87
	F ₁	1	33	41486	4.5 x 10 ⁻⁸	-282	13	0	0	211	0	0	0.285	0.269	-690	901	3.58	4.47	0.80
	F ₂	2	33	41486	1.5 x 10 ⁻⁸	-242	13	0	0	63	0	0	0.291	0.278	-526	589	2.34	4.47	0.52
	F ₂	2	33	41486	3.4 x 10 ⁻⁸	-246	13	0	0	139	0	0	0.289	0.272	-734	873	3.47	4.47	0.78
19-21 มี.ย.45 (22-24)	F ₁	1	31	38971	2.2 x 10 ⁻⁸	-253	11	0	0	112	0.25	31	0.299	0.288	-459	603	2.40	3.50	0.68
	F ₁	1	31	38971	6.7 x 10 ⁻⁸	-270	11	0	0	359	0.25	31	0.301	0.275	-998	1388	2.83*	3.50	0.81
	F ₂	2	31	38971	3.2 x 10 ⁻⁸	-226	11	0	0	143	0.25	31	0.315	0.290	-959	1134	2.31*	3.50	0.66
	F ₂	2	31	38971	1.4 x 10 ⁻⁸	-269	11	0	0	73	0.25	31	0.266	0.253	-486	590	2.35*	3.50	0.67
23-25 มี.ย.45 (26-28)	F ₁	1	41	51543	-	-	-	-	-	-	0.51	64	-	-	-	-	-	3.45	-
	F ₁	1	41	51543	4.1 x 10 ⁻⁸	-277	21	0	0	117	0.51	64	0.279	0.270	-459	640	2.55	3.45	0.74
	F ₂	2	41	51543	4.1 x 10 ⁻⁸	-210	21	0	0	89	0.51	64	0.310	0.302	-724	877	1.78*	3.45	0.52
	F ₂	2	41	51543	1.4 x 10 ⁻⁸	-258	21	0	0	38	0.51	64	0.274	0.246	-1462	1564	3.18*	3.45	0.92

ตารางผนวกที่ 16 (ต่อ)

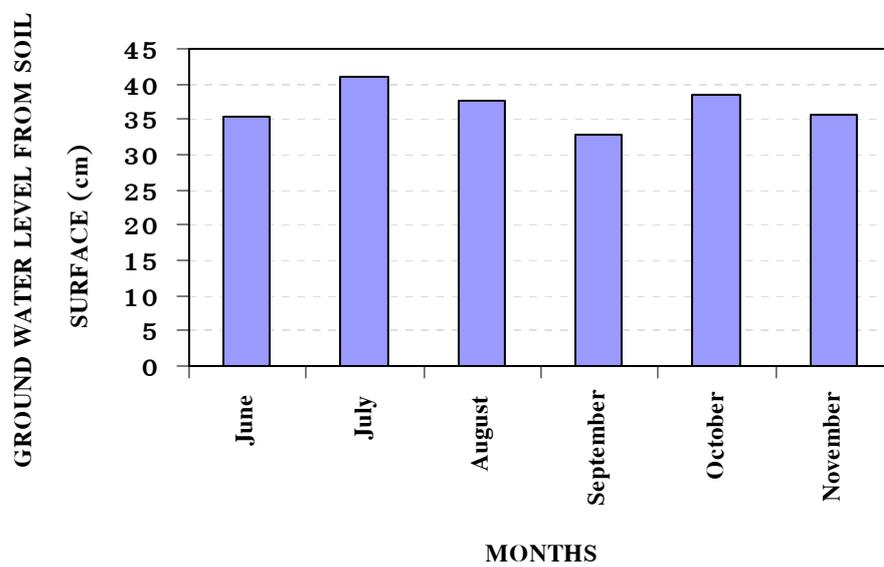
วันที่ (DAH)	ตำรับ ปุ๋ย	ซ้ำ	ระยะราก ที่ศึกษา (cm) 1/	ปริมาตร ชั้นราก (cm ³)	K(θ) (cm s ⁻¹) 2/	Ψ root zone center (cmH ₂ O)		Ψ at ground water (cmH ₂ O)		WT (cm ³) 5/	RAIN		S1 (θ_v)	S2 (θ_v)	ΔS (cm ³) ^{6/}	ET (2days) (cm ³) 7/	ET (mm/day)	ETo (mm/day) 8/	Kc 9/
						Ψ_m 3/	Ψ_z 4/	Ψ_m	Ψ_z		mm	cm ³							
27-29	F ₁	1	41	51543	1.8 x 10 ⁻⁸	-250	21	0	0	46	0	0	0.305	0.270	-1769	1815	3.69*	5.32	0.69
มิ.ย.45	F ₁	1	41	51543	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	5.32	-
(30-32)	F ₂	2	41	51543	1.8 x 10 ⁻⁸	-231	21	0	0	43	0	0	0.305	0.272	-1717	1760	3.58*	5.32	0.67
	F ₂	2	41	51543	3.0 x 10 ⁻⁸	-241	21	0	0	75	0	0	0.302	0.253	-2518	2593	5.28*	5.32	0.99
3-5 ก.ค.	F ₁	1	43	54057	-	-	-	-	-	-	12.5	1571	-	-	-	-	-	5.08	-
45	F ₁	1	43	54057	2.9 x 10 ⁻⁸	-265	23	0	0	139	12.5	1571	0.287	0.278	-514	2224	4.53*	5.08	0.89
(36-38)	F ₂	2	43	54057	2.5 x 10 ⁻⁸	-220	23	0	0	53	12.5	1571	0.289	0.305	855	769	3.05*	5.08	0.60
	F ₂	2	43	54057	-	-	-	-	-	-	12.5	1571	-	-	-	-	-	5.08	-
7-9 ก.ค.	F ₁	1	44	55314	-	-	-	-	-	-	11.2	1408	0.279	0.302	-	-	-	3.85	-
45	F ₁	1	44	55314	2.8 x 10 ⁻⁸	-286	24	0	0	72	11.2	1408	0.270	0.260	-543	2023	4.12*	3.85	1.07
(40-42)	F ₂	2	44	55314	3.3 x 10 ⁻⁸	-212	24	0	0	164	11.2	1408	0.298	0.309	611	860	3.42	3.85	0.89
	F ₂	2	44	55314	2.1 x 10 ⁻⁸	-247	24	0	0	46	11.2	1408	0.262	0.275	669	785	3.12	3.85	0.81
12-14	F ₁	1	44	55314	6.1 x 10 ⁻⁹	-247	24	0	0	15	0	0	0.276	0.250	-1467	1482	3.02*	5.20	0.58
ก.ค.45	F ₁	1	44	55314	1.1 x 10 ⁻⁸	-313	24	0	0	30	0	0	0.253	0.235	-999	1029	4.09	5.20	0.79
(44-46)	F ₂	2	44	55314	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	5.20	-
	F ₂	2	44	55314	1.1 x 10 ⁻⁸	-260	24	0	0	27	0	0	0.271	0.240	-1709	1736	3.53*	5.20	0.68
24-26	F ₁	1	41	51543	8.7 x 10 ⁻⁸	-201	21	0	0	180	4.3	541	0.339	0.326	-674	1395	2.84*	4.84	0.59
ก.ค.45	F ₁	1	41	51543	5.5 x 10 ⁻⁸	-267	21	0	0	153	4.3	541	0.285	0.280	-267	961	1.95	4.84	0.79
(57-59)	F ₂	2	41	51543	6.8 x 10 ⁻⁸	-195	21	0	0	138	4.3	541	0.338	0.310	-1407	2085	4.24*	4.84	0.88
	F ₂	2	41	51543	2.9 x 10 ⁻⁸	-242	21	0	0	73	4.3	541	0.295	0.259	-1874	2460	5.01*	4.84	1.03



ภาพผนวกที่ 1 ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยบริเวณแปลงทดลองหน่อไม้ฝรั่งอายุ 1 ปีตั้งแต่เดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2545



ภาพผนวกที่ 2 ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยบริเวณแปลงทดลองหน่อไม้ฝรั่งอายุ 2 ปีตั้งแต่เดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2545



ภาพผนวกที่ 3 ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยบริเวณแปลงทดลองหน่อไม้ฝรั่งอายุ 3 ปีตั้งแต่เดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2545