วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การตอบสนองของหม่อนต่อไนโตรเจนและน้ำ

THE RESPONSE OF MULBERRY TO AMOUNTS OF NITROGEN AND WATER

โดย

นายสมชาย ธรรมสิทธิ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

พ.ศ. 2540

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ปริญญา

พืชไร่ พืชไร่

สาขาวิชา ภาควิชา

เรื่อง การตอบสนองของหม่อนต่อไนโตรเจนและน้ำ

THE RESPONSE OF MULBERRY TO AMOUNTS OF NITROGEN AND WATER

นามผู้วิจัย นายสมชาย ธรรมสิทธิ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์ สมชาย องค์ประเสริฐ)

วันที่ ๑๘ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ ๒๕๔๑

กรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์ บรรพต ตันติเสรี)

วันที่ 18 เดือน กพ พ.ศ 2541

กรรมการ .....

(อาจารย์เรืองชัย จูวัฒนสำราญ)

วันที่ 18 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ 2541

หัวหน้าภาควิชา .....

(อาจารย์อนันต์ ปินตารักษ์)

วันที่ 20 เดือน กพ. พ.ศ 2541

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิสุทธิ์ เนียมทรัพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 27 เดือน กพ พ.ศ 2541

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การตอบสนองของหม่อนต่อไนโตรเจนและน้ำ

โดย : นายสมชาย ธรรมสิทธิ์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

สาขาวิชาเอก : พืชไร่

ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ :

(รองศาสตราจารย์ สมชาย องค์ประเสริฐ)

๑๕ / กุมภาพันธ์ / ๒๕๔๑

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเป็นอาชีพสำคัญอาชีพหนึ่งของประเทศไทย ในปี 2537 มีเกษตรกรทำอาชีพนี้อยู่มากกว่า 300,000 ครอบครัว ปัจจุบันประเทศไทยยังผลิตเส้นไหมได้ไม่พอกับความต้องการ ในปี พ.ศ. 2538 ยังต้องนำเข้าเส้นไหมและผลิตภัณฑ์ไหม จำนวน 418.2 ตัน มูลค่า 288.4 ล้านบาท

การจะขยายการเลี้ยงไหมได้ก็ต่อเมื่อสามารถขยายการปลูกหม่อนให้พอกับความต้องการของไหม ฤดูที่เหมาะสำหรับการเลี้ยงไหมได้แก่ปลายฤดูฝนจนถึงฤดูแล้ง แต่การปลูกหม่อนในช่วงเวลานี้ต้องอาศัยน้ำชลประทาน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองของหม่อนต่อการให้น้ำชลประทานและปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่างๆ และเพื่อศึกษาลักษณะปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำกับไนโตรเจน

ได้ทำการทดลองปลูกหม่อนในดินชุดน้ำพองซึ่งจัดว่าเป็นดินทรายจัดและมีมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หม่อนที่ใช้เป็นพันธุ์นครราชสีมา 60 ซึ่งติดตาบนต้นตอหม่อนไผ่ การทดลองแบ่งออกเป็นสองการทดลอง ศึกษาในสองฤดูเก็บเกี่ยว ในฤดูเก็บเกี่ยวที่ 1 เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมกราคม 2539 มีการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 3 อัตรา คือ 3.75, 5.62 และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ร่วมกับการให้น้ำแบบร่องดู จำนวน 6, 8, 11 และ 15 ครั้ง/ฤดูเก็บเกี่ยว โดยให้น้ำ 28 มิลลิเมตร/ครั้ง ส่วนฤดูเก็บเกี่ยวที่ 2 เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม 2539 ประกอบด้วยปุ๋ยไนโตรเจน 3 อัตรา คือ 0, 3.75, และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ร่วมกับการให้น้ำแบบร่องดู จำนวน 4, 6, 8 และ 10 ครั้ง/ฤดูเก็บเกี่ยว โดยให้น้ำ 28 มิลลิเมตร/ครั้ง วางแผนการทดลองแบบ 3 x 4 factorial experiment in randomized complete block designs มี 3 ซ้ำ จากผลการทดลองพบว่า

1. หม่อนเป็นพืชทนแล้ง โดยสามารถทนต่อการขาดแคลนความชื้นของดินที่ระดับต่ำกว่าจุดเหี่ยวถาวรได้ถึงประมาณ 10 วัน ในแต่ละฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ประมาณ 70 วัน) โดยไม่กระทบต่อผลผลิต ในรุ่นการผลิตระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม รอบเวรการให้น้ำที่เหมาะสมสำหรับในระยะนี้คือ 14 วันต่อครั้ง ส่วนการผลิตในรุ่นเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน รอบเวรการให้น้ำที่เหมาะสมประมาณ 10 วันต่อครั้ง

2. ผลการคำนวณค่าการระเหยน้ำตามศักย์ (Potential Evapotranspiration, ETo) พบว่าการประมาณค่าจากค่าการระเหยน้ำจากถาด (American Class A Pan) ให้ค่าการระเหยน้ำตามศักย์ได้ถูกต้องกว่าวิธีการคำนวณของ Penman

3. ผลการทดลองในดินชุดน้ำพองแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำ ต่างมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในการกำหนดผลผลิตของหม่อน นอกจากนี้ยังพบว่าฤดูกาลมีส่วนในการกำหนดประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยด้วย อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมในช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม) เท่ากับ 3.75 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ส่วนอัตราที่เหมาะสมในช่วงฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน) เท่ากับ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง

4. การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่เพียงแต่ทำให้ผลผลิตในรูปใบหม่อนสดหรือแห้งเพิ่มขึ้นเท่านั้น แต่ยังทำให้คุณภาพของใบหม่อนคือธาตุไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งอนุมาณได้ว่าใบหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนมีโปรตีนสูงกว่าที่ไม่ได้รับปุ๋ย

5. การให้ปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำทำให้หม่อนเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีขึ้น ซึ่งหมายถึงว่าหม่อนได้ดูดกินธาตุอาหารอื่นๆจากดินมากขึ้นด้วย ดังนั้น ในระยะยาวจึงควรมีการให้ปุ๋ยธาตุอื่นๆ ได้แก่ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมแก่หม่อนด้วย นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพียง 2 ฤดูเก็บเกี่ยวยังมีผลทำให้ดินน้ำพอง ซึ่งเป็นดินทรายร่วนที่มี CEC ต่ำ มี pH ลดลงอย่างชัดเจน เป็นผลให้ดินเป็นกรดมากขึ้น จึงควรพิจารณาตรวจวัด pH ของดินและใส่ปูนแก้ความเป็นกรดของดินเป็นระยะๆหลังจากใช้ปุ๋ยไนโตรเจน โดยเฉพาะกับดินเนื้อหยาบ

ABSTRACT

Title : The Response of Mulberry to Amounts of Nitrogen and Water

By : Somchai Thammasitdh

Degree : Master of Science (Agronomy)

Major Field : Agronomy

Chairman, Thesis Advisory Board :

(Somchai Ongprasert)

18 / Feb / 1988

Sericulture is a prominent occupation in Thailand. In 1994 more than 300,000 farm families were engaged in this occupation throughout the country. Apparently silk production in Thailand has not yet met demand, leading to import of silk yarn and silk products; in 1995, 418.2 tons were imported amounting to 288.4 million baht.

Success in nurturing silk worm can be reached only where mulberry cultivation is sufficient to feed the silk worm. Optiomal season to cultivate silk worm is between late rainy season and dry season. It is, however, noticeable that mulberry cultivation during this period needs water irrigation.

This research aimed to study the response of mulberry to irrigated water and nitrogen at various rates of application and, to study interaction between amounts of water and nitrogen. Trails were done in Nampong soil series (Np), a highly sandy soil mostly found in the Northeast; cultivated mulberry was Nakornratchasima 60 budded on to stalk of Phai variety. There were two trails for two harvesting seasons; the first was during November 1995 - January 1996 with an application of 3 rates of nitrogen namely 3.75, 5.62 and 7.50 kg./Rai/ time together with furrow irrigation of 6, 8, 11 and 15 times with an amount of 28 mm. of water per time; the second trail was during February - May 1996 with an application of 3 rates of nitrogen namely 0.00, 3.75 and 7.50 kg./Rai/time together with furrow irrigation of 4, 6, 8, and 10 times with an amount of 28 mm. of water

per time. The experimental design used was 3 x 4 factorial experiment in randomized complete block designs with 3 replications. The study showed the following :

1. Mulberry is tolerant to drought. It can withstand soil humidity shortage at a level lower than the permanent wilting point of about 10 days in each harvesting season (approximately 70 days) with no effect on yield. During November - December production, the suitable watering period was every 14 days and, during February - April the watering period was every 10 days.

2. Use of American Class A Pan for potential evapotranspiration (ETo.) more accurate than the use of Penman.

3. In Nampong series, nitrogen fertilizer positively interacted with water in giving mulberry yield. In addition, seasonal timing played an important role in effective use of fertilizer. Recommended rate of nitrogen in cold season (November - January) is 3.75 kg./Rai/time; in hot season (February - April), 7.50 kg./Rai/time

4. Nitrogen fertilization not only helped increase yields but also improved the quality of mulberry leaves i.e. higher nitrogen component. It is believed that the leaves with high nitrogen component give high protien content, too.

5. Application of nitrogen fertilizer and (irrigated) water resulted in rapid growth and better yield i.e. mulberry utilized more nutrients from the soil. It is, therefore, important that fertilizers other than nitrogen be applied as well, namely phosphorous and potassium. Moreover, application of nitrogen after 2 harvesting season reduced soil pH particularly in highly sandy soil like Nampong with low CEC; soil pH test together with lime application should thus be done from time to time to minimize soil acidity, especially in coarse soil texture.

คำนิยม

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาในการให้คำปรึกษา แนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ตั้งแต่เริ่มดำเนินการจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ จากรองศาสตราจารย์ สมชาย องค์ประเสริฐ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ บรรพต ตันติเสรี อาจารย์เรืองชัย จูวัฒนสำราญ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร. สุรศักดิ์ ศรีธัญญา ผู้แทนบัณฑิต ซึ่งได้ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาพืชไร่ ภาควิชาดินและปุ๋ยทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดำเกิง ชำนาญค้า ที่ให้คำแนะนำในการใช้โปรแกรม SAS ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบคุณเป็นพิเศษแก่ ครอบครัวคุณสุวัฒ ตันติวงศ์ ที่อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ในการทดลองจำนวน 3 ไร่ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในด้านการใช้น้ำและไฟฟ้าในการทดลองโดยไม่คิดมูลค่า

ขอบใจน้องกำธร ธรรมสิทธิ์ และน้องรังสรรค์ พันธุ์วงศ์ ที่สละเวลามาช่วยดูแลด้านการเขตกรรมและช่วยจัดเก็บข้อมูลจนทำให้งานวิจัยสำเร็จโดยสมบูรณ์

สุดท้ายขอบพระคุณพี่วันชัย สัจจาบรรพต ที่กรุณาแปลและเรียบเรียงบทคัดย่อภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ และผศ. จรรยา อภิชาติตรากุล ที่ให้ความกรุณาตรวจทานและแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นายสมชาย ธรรมสิทธิ์

กุมภาพันธ์ 2541

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
คำนิยม	(7)
สารบาญ	(8)
สารบาญตาราง	(14)
สารบาญภาพ	(16)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
ผลของการพร่อง (depletion) ของระดับความชื้นดินที่เป็นประโยชน์ต่อการเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช	3
ความต้องการธาตุอาหารของหม่อน	5
ผลของไนโตรเจนต่อผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต	6
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำและธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของพืช	7

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
อุปกรณ์และการดำเนินการ	10
สถานที่ดำเนินการ	10
ดินในแปลงทดลอง	10
พันธุ์หม่อน	10
แผนการทดลอง	11
ช่วงเวลาในการทดลอง	13
การปลูกและการดูแลรักษา	13
การวัดปริมาณความชื้นดิน	13
วิธีเก็บเกี่ยว	14
การวัดการเจริญเติบโตของราก	14
การวิเคราะห์ตัวอย่างพืชทางเคมี	14
การบันทึกข้อมูล	15

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
การวิเคราะห์ทางสถิติ	15
ระยะเวลาในการดำเนินงาน	15
งบประมาณที่ใช้ในการวิจัย	15
การทดลองในฤดูที่ 1	16
ภูมิอากาศระหว่างงานทดลอง	16
ปริมาณความชื้นดินเมื่อวันก่อนและหลังให้น้ำแต่ละครั้ง	17
อัตราการคายระเหยน้ำของหม่อน	21
การใช้น้ำของหม่อนจากระดับความลึกต่างๆของดิน	22
ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต	25
ผลผลิตใบสด	25
ผลผลิตใบแห้ง	26
จำนวนกิ่งต่อต้น	27

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
การทดลองในฤดูที่ 2	29
ภูมิอากาศระหว่างงานทดลอง	29
ปริมาณความชื้นดินเมื่อวันก่อนและหลังให้น้ำแต่ละครั้ง	30
อัตราการคายระเหยน้ำของหม่อน	34
การใช้น้ำของหม่อนจากระดับความลึกต่างๆ ของดิน	36
ผลผลิตใบสด	41
ผลผลิตใบแห้ง	43
องค์ประกอบผลผลิต	44
จำนวนกิ่งต่อต้น	44
ความยาวกิ่ง	45
น้ำหนักกิ่งสด	46
น้ำหนักกิ่งแห้ง	48
การตรวจสอบสหสัมพันธ์	51

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
การตรวจสอบค่าการถดถอย	53
ผลการวิเคราะห์ดินภายหลังสิ้นสุดงานทดลอง	56
พีเอช (pH)	56
อินทรียวัตถุ	56
ฟอสฟอรัส	57
โพแทสเซียม	58
แคลเซียม	59
แมกนีเซียม	60
ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ถูกนำมาใช้	61
ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบหม่อน	61
ปริมาณธาตุไนโตรเจนจากดินที่ถูกนำมาใช้สร้างใบหม่อน	62
วิจารณ์ผลการทดลอง	65
สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ	70

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	72

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลผลิตใบหม่อนสดเฉลี่ยที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำกรรมวิธีต่างๆ (กก./ไร่)	26
2	ผลผลิตใบหม่อนแห้งเฉลี่ยที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำกรรมวิธีต่างๆ (กก./ไร่)	27
3	จำนวนกิ่งเฉลี่ย/ต้น	28
4	ผลผลิตเฉลี่ยของใบหม่อนสด (กก./ไร่)	42
5	น้ำหนักใบแห้งเฉลี่ย (กก./ไร่)	43
6	จำนวนกิ่งเฉลี่ย/ต้น	45
7	ความยาวเฉลี่ย/กิ่ง (เซนติเมตร)	46
8	น้ำหนักกิ่งสด (กก./ไร่)	47
9	น้ำหนักกิ่งแห้ง (กก./ไร่)	49
10	ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอื่นๆ	50
11	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ	53
12	pH ของดินเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	56
13	ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM, %)	57

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P, ppm)	58
15	ปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K, ppm)	59
16	ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca, ppm)	60
17	ปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg, ppm)	61
18	ปริมาณไนโตรเจนในใบหม่อน (%)	62
19	ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกนำมาใช้สร้างใบหม่อน (กก.ไนโตรเจน/ไร่)	63

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อุณหภูมิอากาศและการระเหยน้ำจากถาด ระหว่างการทดลองที่ 1	16
2	ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 1 (183.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 80 วัน	17
3	ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 2 (239.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 80 วัน	18
4	ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 3 (323.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 80 วัน	19
5	ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 4 (435.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 80 วัน	20
6	แนวโน้มของอัตราการคายระเหยน้ำของหม่อน ที่ได้รับน้ำทั้ง 4 กรรมวิธี	21
7	อัตราการใช้น้ำสะสมของหม่อนที่ได้รับน้ำทั้ง 4 กรรมวิธี	22
8	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 1 ที่ระดับความลึกต่างๆ ของดิน โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน	23
9	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 2 ที่ระดับความลึกต่างๆ ของดิน โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน	23

สารบาญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
10	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 3 ที่ระดับความลึกต่างๆของดิน โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน	24
11	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 4 ที่ระดับความลึกต่างๆของดิน โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน	25
12	อุณหภูมิอากาศและการระเหยน้ำจากถาด ระหว่างการทดลองที่ 2	29
13	ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 1 (207 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 90 วัน	30
14	ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 2 (263 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 90 วัน	31
15	ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 3 (319 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 90 วัน	32
16	ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 4 (403 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 90 วัน	33
17	แนวโน้มของอัตราการคายระเหยน้ำของหม่อน ที่ได้รับน้ำทั้ง 4 กรรมวิธี	35
18	อัตราการใช้น้ำสะสมของหม่อนที่ได้รับน้ำทั้ง 4 กรรมวิธี	35

สารบาญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 1 ที่ระดับความลึกต่างๆของดิน โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน	36
20	กราฟแสดงน้ำหนักแห้งรากหม่อน/ปริมาตรดิน (ร้อยละ) ที่ระดับความลึกต่างๆของดิน ตามการให้น้ำกรรมวิธีที่ 1	37
21	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 2 ที่ระดับความลึกต่างๆของดิน โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน	37
22	กราฟแสดงน้ำหนักแห้งรากหม่อน/ปริมาตรดิน (ร้อยละ) ที่ระดับความลึกต่างๆของดิน ตามการให้น้ำกรรมวิธีที่ 2	38
23	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 3 ที่ระดับความลึกต่างๆของดิน โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน	39
24	กราฟแสดงน้ำหนักแห้งรากหม่อน/ปริมาตรดิน (ร้อยละ) ที่ระดับความลึกต่างๆของดิน ตามการให้น้ำกรรมวิธีที่ 3	39
25	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 4 ที่ระดับความลึกต่างๆของดิน โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน	40
26	กราฟแสดงน้ำหนักแห้งรากหม่อน/ปริมาตรดิน (ร้อยละ) ที่ระดับความลึกต่างๆของดิน ตามการให้น้ำกรรมวิธีที่ 4	41
27	ผลผลิตใบหม่อนสด (กก./ไร่)	42

สารบาญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
28	ผลผลิตใบหม่อนแห้ง (กก./ไร่)	44
29	น้ำหนักกิ่งสด (กก./ไร่)	48
30	น้ำหนักกิ่งแห้ง (กก./ไร่)	49
31	กราฟแสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างปริมาณน้ำ + อัตราปุ๋ย ที่มีต่อผลผลิตใบ (กรัม/ต้น)	51
32	กราฟแสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างปริมาณน้ำ + อัตราปุ๋ย ที่มีต่อจำนวนกิ่งต่อต้น	52
33	กราฟแสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างปริมาณน้ำ + อัตราปุ๋ย ที่มีต่อความยาวกิ่ง (ซม.)	52
34	กราฟแสดงเส้น multiple linear regression ของใบหม่อน จากสมการ $Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$	54
35	กราฟแสดงเส้น multiple linear regression ของจำนวนกิ่ง จากสมการ $Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$	54
36	กราฟแสดงเส้น multiple linear regression ของความยาวกิ่ง จากสมการ $Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$	55

สารบาญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
37	กราฟแสดงปริมาณไนโตรเจนจากดินที่ถูกนำมาใช้สร้างใบหม่อน (กก.ไนโตรเจน/ไร่/ฤดูเก็บเกี่ยว)	64

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY แม่โจ้ ๒๘๙๙

คำนำ

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเป็นอาชีพสำคัญอาชีพหนึ่งของประเทศไทย ในปี 2537 มีเกษตรกรทำอาชีพนี้อยู่มากกว่า 300,000 ครัวเรือน ในจำนวนนี้มีประมาณ 9,000 ครัวเรือน เลี้ยงไหมเพื่อจำหน่ายรังแก่โรงงานสาวไหม ได้ผลผลิตรังไหม 3,788 ตัน เป็นมูลค่า 378.8 ล้านบาท ส่วนที่เหลือเป็นการผลิตเส้นไหมพุ่งด้วยมือ ได้ผลผลิตเส้นไหม 1,000 ตัน เป็นมูลค่า 675 ล้านบาท ปัจจุบันประเทศไทยยังผลิตเส้นไหมได้ไม่พอกับความต้องการ ในปี 2538 ยังต้องสั่งเข้าเส้นไหมดิบ 205.3 ตัน เส้นไหมสำเร็จรูป 212.9 ตัน มูลค่ารวม 288.4 ล้านบาท (พรทิพย์, 2539)

เนื่องจากหม่อนเป็นพืชชนิดเดียวที่หนอนไหมกินเป็นอาหาร ดังนั้น การเลี้ยงไหมจะประสบผลสำเร็จได้จะต้องมีแปลงหม่อนที่ให้ผลผลิตใบที่มีคุณภาพและปริมาณที่เพียงพอต่อการเลี้ยงไหมอยู่เสมอ แต่เกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมของไทยยังไม่สามารถทำได้ ซึ่งมีสาเหตุมาจากสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. ปริมาณน้ำและพื้นที่การชลประทานมีจำกัด ส่วนใหญ่ของการปลูกหม่อนอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและเป็นการปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ซึ่งให้ผลผลิตใบหม่อนมากเฉพาะในฤดูฝน แต่การเลี้ยงไหมในฤดูนี้มักได้ผลผลิตรังต่ำ เนื่องจากอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิสูง ก่อให้เกิดสภาวะอากาศร้อนชื้นซึ่งเหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หลายชนิด ทำให้หนอนไหมเป็นโรคได้ง่าย

2. สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนมากเป็นดินทรายมีความสมบูรณ์ต่ำและอุ้มน้ำได้น้อย ประกอบกับการกระจายตัวของน้ำฝนไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้มีปัญหาความแห้งแล้ง ส่งผลให้ผลผลิตใบหม่อนต่ำ

ฤดูที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงไหมมากที่สุดคือช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝนจนถึงฤดูแล้ง แต่การผลิตหม่อนในช่วงฤดูนี้จะต้องอาศัยน้ำชลประทาน งานวิจัยนี้จึงมุ่งประเด็นที่จะนำน้ำที่มีอยู่อย่างค่อนข้างจำกัดในฤดูแล้งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาใช้ผลิตใบหม่อนอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

ขณะเดียวกันธาตุอาหารพืชในดิน โดยเฉพาะไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่หม่อนต้องการมากที่สุด และเป็นปัจจัยหนึ่งที่จำกัดการเติบโตและให้ผลผลิตของหม่อน ดินเนื้อหยาบโดยทั่วไปมักมีอินทรียวัตถุต่ำและไนโตรเจนไม่พอกับความต้องการเพื่อให้ผลผลิตสูง นอกจากนี้น้ำและไนโตรเจนยังมีปฏิสัมพันธ์ (interaction) ต่อกันในการกำหนด

ประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยทั้งสองของพืช ดังนั้น จึงได้ศึกษาการตอบสนองของหม่อนต่อการใช้ปัจจัยทั้งสองดังกล่าว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการตอบสนองของหม่อน ทั้งในรูปปริมาณ คุณภาพ และองค์ประกอบผลผลิตอื่นๆ ของใบหม่อนต่อการให้น้ำและปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่างๆ

2. เพื่อศึกษาลักษณะปฏิสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณปุ๋ยไนโตร-เจนต่อผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของหม่อน

การตรวจเอกสาร

การที่พืชจะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีได้นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆหลายประการ เช่น พันธุกรรม แสง น้ำ อาหารแร่ธาตุ คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน ที่หยั่งรากยึดลำต้น และความปราศจากศัตรูรบกวน แต่เมื่อวิเคราะห์ต้นพืชในขณะที่มีชีวิตอยู่พบว่ามีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 70 - 90 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักสด ในส่วนที่เป็นของแข็งหรือน้ำหนักแห้งมาจากน้ำประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด อีกประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ มาจากคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เหลืออีกเล็กน้อยประมาณ 5 - 8 เปอร์เซ็นต์ มาจากธาตุต่างๆ ขณะที่พืชยังมีชีวิตอยู่พืชใช้น้ำจำนวนมากในการคายออกทางใบ ประมาณกันว่าในการสร้างน้ำหนักแห้ง 1 กิโลกรัม พืชใช้น้ำไปในการคายออกทางใบระหว่าง 200-1,000 ลิตร (ถวิล, 2526) ในรายงานของ Rangaswami et al. (1976) กล่าวว่า หม่อนต้องใช้น้ำประมาณ 280 - 400 มิลลิลิตร ในการสร้างน้ำหนักแห้ง 1 กรัม

ผลของการพร่อง (depletion) ของระดับความชื้นดินที่เป็นประโยชน์ต่อการเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช

ความชื้นดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช คือ ความชื้นที่อยู่ระหว่างจุดความจุในสนาม (field capacity) กับจุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point) ระดับของความเป็นประโยชน์ (degree of availability) ของความชื้นที่ช่วงต่างๆ ของความชื้นที่เป็นประโยชน์นี้ไม่เท่าเทียมกัน โดยทั่วไปพืชจะดูดกินความชื้นที่ใกล้กับจุดความจุในสนามได้ดีกว่าที่ใกล้กับจุดเหี่ยวถาวร เมื่อความชื้นที่เป็นประโยชน์พร่องลงจากความจุในสนามถึงจุดหนึ่ง จะทำให้การดูดกินความชื้นของพืชถูกจำกัดและมีผลต่อการเติบโตและให้ผลผลิตของพืช ระดับการพร่องของความชื้นที่เป็นประโยชน์ที่วิกฤตต่อการเติบโตและให้ผลผลิตของพืชจะแตกต่างกันตามชนิด อายุและลักษณะผลผลิตพืช (Doorenbos and Pruitt, 1977)

จากการทดลองของ Nagy et al. (1968) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวโพดจะเพิ่มจาก 6.0 ตัน/เฮกตาร์ เป็น 7.7 ตัน/เฮกตาร์ ถ้ามีการให้น้ำชลประทานเมื่อความชื้นที่เป็นประโยชน์พร่องลงอยู่ที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ และตัวชี้วัดอื่นๆก็มีค่าสูงตามระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินต่อพืชด้วย

Tkac (1973) ได้ศึกษาถึงผลกระทบของระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินจากการชลประทาน 5 ระดับ พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวโพดที่มีการให้น้ำชลประ ทานทั้ง 5 ระดับ สูงกว่าแปลงที่ไม่มีการให้น้ำชลประทานถึง 1.5 ตัน/เฮกตาร์

Ignatova (1974) ได้ศึกษาการตอบสนองของข้าวโพดในรูปผลผลิตต่อระดับการให้น้ำชลประทาน พบว่า การให้น้ำชลประทานเมื่อระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์พร่องลงเหลือ 60, 70, และ 80 เปอร์เซ็นต์ ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ ตามลำดับ จะได้ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย 6.2, 7.3, และ 8.0 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ในขณะที่แปลงที่ไม่มีการให้น้ำชลประทานจะได้ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย 5.2 ตัน/เฮกตาร์ ในงานทดลองของ Rizzo et al. (1973) กลับพบว่า เมื่อต้องการผลผลิตเมล็ดของข้าวโพดสูงสุด ข้าวโพดจะต้องได้รับน้ำเมื่อระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินพร่องลงจนถึงระดับ 67 เปอร์เซ็นต์ ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์

Kaliappa et al. (1974) ได้ศึกษาพบว่า ความต้องการน้ำของข้าวโพดจะผันแปรไปตามระยะการเจริญเติบโตอยู่เสมอ โดยการให้น้ำชลประทานแก่ข้าวโพดเมื่อความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดินพร่องลงเหลือ 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ ตามลำดับ ร่วมกับระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพดสองระยะ คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (อายุ 0 - 50 วันหลังปลูก) กับระยะหลังการเจริญเติบโตเต็มที่ (maturity stage) พบว่า ในระยะข้าวโพดเจริญเติบโตทางลำต้น ควรให้น้ำเมื่อระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินพร่องลงเหลือ 75 เปอร์เซ็นต์ ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ ส่วนในระยะหลังการเติบโตเต็มที่ ควรให้น้ำเมื่อระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินพร่องลงเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ได้ผลผลิตเมล็ดสูงสุด

Martin et al. (1974) ได้ศึกษาการให้น้ำชลประทานเมื่อระดับความชื้นพร่องลงเหลือ 40, 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ พบว่า การให้น้ำชลประทานเมื่อระดับความชื้นพร่องลงเหลือ 60 เปอร์เซ็นต์ ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ จะให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดสูงสุด 8.2 ตัน/เฮกตาร์ ในขณะที่ Nadanam and Morachan (1974) พบว่า ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดจะได้ 1.1, 2.1, 3.0, 3.4 และ 4.4 ตัน/เฮกตาร์ ถ้ามีการให้น้ำชลประทานเมื่อระดับความชื้นดินพร่องลงเหลือ 0, 20, 40, 60 และ 80 ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ ตามลำดับ

ในประเทศไทย สมชาย (2518) พบว่า ที่ระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินในช่วง 50 - 75 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ของดินชุดเลยและดินชุดปากช่อง ทำให้

น้ำหนักแห้งของข้าวโพดสูงสุด แต่เมื่อเพิ่มระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินขึ้นไปในช่วง 75 - 100 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก กลับพบว่าน้ำหนักแห้งของข้าวโพดมีแนวโน้มลดลง

วิลาวัลย์ (2529) ได้ศึกษาปริมาณน้ำและช่วงเวลาการให้น้ำข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์รังสิต 1 โดยกำหนดการให้น้ำไว้ 4 วิธีการ พบว่าผลผลิตข้าวโพดจากการให้น้ำทั้ง 4 วิธี ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยได้น้ำหนักฝักเฉลี่ย 1,210.8 กิโลกรัม/ไร่ และให้ข้อสรุปว่าการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนในฤดูแล้งควรให้น้ำ 14 วัน/ครั้ง และให้ครั้งละ 40 มิลลิเมตร

จากการศึกษาการตอบสนองของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆต่อสภาพที่ขาดน้ำ ทรงเชาว์ และคณะ (2531) พบว่า ถ้าปล่อยให้ระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินพร่องลงเหลือ 12 เปอร์เซ็นต์ ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ แล้วจึงให้น้ำชลประทานจะทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองลดลงประมาณ 36 เปอร์เซ็นต์ อันเป็นผลเนื่องมาจากการถูกกระทบต่อองค์ประกอบของผลผลิต เช่น ขนาดของเมล็ด ความสูงของต้น ดัชนีพื้นที่ใบ จำนวนฝัก/ต้น และอัตราการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองทุกพันธุ์จะลดลงหมด ยกเว้นจำนวนข้อ/ต้น การสุกแก่เร็วขึ้นเมื่อต้นถั่วเหลืองขาดน้ำมากขึ้น Wien et al. (1979) พบว่าเมื่อต้นถั่วเหลืองเกิดความเครียดจากน้ำ (water stress) ผลผลิตจะลด 9 - 53 เปอร์เซ็นต์

Ayuzawa et al. (1972) ได้ให้คำแนะนำไว้ว่าหม่อนจะให้ผลผลิตใบ คุณค่าทางอาหารในใบตลอดจนคุณภาพรังไหมที่ดีเพิ่มมากขึ้น ต้องรักษาความชื้นดินไว้ที่ 60 - 80 เปอร์เซ็นต์ ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ และควรจัดหาน้ำให้แก่หม่อนอย่างน้อย 5 มิลลิเมตร/วัน

ความต้องการธาตุอาหารของหม่อน

Yasuda (1967) และ Sengupta et al. (1972) พบว่าสัดส่วนธาตุอาหารหลักของหม่อนต้องประกอบไปด้วย ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส : โพแทสเซียม เท่ากับ 5 : 2 : 3 หรือ 2 : 1 : 1 จึงจะทำให้หม่อนมีผลผลิตใบและคุณค่าทางอาหารในใบที่เหมาะสมกับการเลี้ยงไหมมากที่สุดตามศักยะภาพของหม่อนแต่ละพันธุ์

มณฑล และคณะ (2532) ได้ศึกษาอิทธิพลของวิธีการเก็บเกี่ยวและอัตราปุ๋ยที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตใบหม่อนในดินชุดวาริน พบว่า วิธีการเก็บเกี่ยวไม่ทำให้ผลผลิตใบสดแตกต่างกัน ส่วนการใส่ปุ๋ยอัตรา 24 : 12 : 16 กิโลกรัม/ไร่/ปี ของ N, P_2O_5 และ K_2O ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งได้ผลผลิต 499 กิโลกรัม/ไร่/ปี เป็น 1,216 กิโลกรัม/ไร่/ปี

มณฑล และคณะ (2533) ได้ศึกษาผลตอบสนองของปุ๋ย N, P และ K ต่อผลผลิตและคุณภาพของใบหม่อนในดินชุดโคราช กับปุ๋ยเคมี 9 อัตรา คือ 0 - 0 - 0, 0 - 24 - 32, 24 - 24 - 32, 48 - 24 - 32, 96 - 24 - 32, 48 - 0 - 32, 48 - 48 - 32, 48 - 24 - 0 และ 48 - 24 - 64 กิโลกรัม/ไร่/ปี ของ N, P_2O_5 และ K_2O พบว่าหม่อนตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนผสมอยู่ในสูตรเท่านั้น แต่ในแต่ละระดับของปุ๋ยไนโตรเจนไม่พบความแตกต่างทุกอัตราการทดลอง ส่วนฟอสฟอรัสและโพแทสเซี่ยมจะตอบสนองก็ต่อเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน และได้สรุปว่าอัตราปุ๋ย 24 - 24 - 32 กิโลกรัม/ไร่/ปี ของ N, P_2O_5 และ K_2O เป็นอัตราที่เหมาะสม

ประทีป และคณะ (2533) ได้เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในแปลงหม่อน พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 15 - 15 - 15 กิโลกรัม/ไร่/ปี ของ N, P_2O_5 และ K_2O ร่วมกับปุ๋ยมูลไหมอัตรา 1,500 กิโลกรัม/ไร่/ปี ให้ผลผลิตสูงสุด โดยผลผลิตเพิ่มจากแปลงควบคุมร้อยละ 268 เพิ่มจากการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวร้อยละ 105 ปริมาณโปรตีนในใบหม่อนเพิ่มจากแปลงควบคุมร้อยละ 18

ในต่างประเทศ Choe (ไม่ระบุ ค.ศ.) กล่าวว่า ในเกาหลีได้แนะนำอัตราปุ๋ยของ N, P_2O_5 และ K_2O เท่ากับ 28, 17 และ 11 กิโลกรัม/ไร่/ปี ตามลำดับ โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 1,900 กิโลกรัม/ไร่/ปี ส่วน Rangaswami et al. (1976) ได้รายงานว่า ในประเทศญี่ปุ่นได้แนะนำอัตราปุ๋ยของ N, P_2O_5 และ K_2O เท่ากับ 48, 28 และ 28 กิโลกรัม/ไร่/ปี ตามลำดับ ในรัสเซียได้แนะนำอัตราปุ๋ย ของ N, P_2O_5 และ K_2O เท่ากับ 30, 15 และ 7.5 กิโลกรัม ต่อผลผลิตใบหม่อน 1,000 กิโลกรัม ในอินเดียได้แนะนำให้ใส่ปุ๋ยหมัก 1,500 กิโลกรัม/ไร่/ปี ส่วนปุ๋ยเคมีแนะนำให้ใส่ 16, 8 และ 8 กิโลกรัม ของ N, P_2O_5 และ K_2O /ไร่/ปี ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนธาตุอาหารทั้งสามชนิด (ratio) จะอยู่ระหว่าง 2 : 1 : 1 จนถึง 4 : 2 : 1 แล้วแต่สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละประเทศ

ผลของไนโตรเจนต่อผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต

ในรายงานของ Rangaswami et al. (1976) กล่าวว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงจะทำให้น้ำและโปรตีนในใบหม่อนสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยให้ได้สัดส่วนกันของธาตุอาหารหลัก จะทำให้ใบหม่อนมีปริมาณธาตุอาหารในใบและมีลักษณะทาง

กายภาพที่ดี เหมาะแก่การเลี้ยงไหม แต่ถ้าหม่อนขาดธาตุไนโตรเจนก็จะทำให้เปอร์เซ็นต์ของน้ำและโปรตีนในใบลดลง

จินดารัฐ และคณะ (2531) ได้ศึกษาอิทธิพลของระดับไนโตรเจน ต่อการเจริญเติบโตของผลผลิตและอัตราส่วนน้ำหนักผลต่อน้ำหนักต้นของสับปะรด พบว่าการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสับปะรดเพิ่มขึ้นตามระดับของไนโตรเจนที่ใส่ และพบว่าระดับของไนโตรเจนที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 72 - 96 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 13.5 - 14.4 ตัน/ไร่

สุมิตรา และ Eppendorfer (2531 ก, ข) ได้ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่มีต่อคุณภาพโปรตีนและความสัมพันธ์ระหว่างกรดอะมิโนและโปรตีนในเมล็ดธัญญพืช พบว่า การใส่ไนโตรเจนทำให้โปรตีนในเมล็ดข้าว ข้าวโพด และข้าวฟ่างเพิ่มขึ้น ส่วนฟอสฟอรัสและโพแทสเซี่ยมกลับตรงกันข้าม เนื่องจากการให้ฟอสฟอรัส และโพแทสเซี่ยมในระดับสูงมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของไนโตรเจนจะลดลงโดยมีสาเหตุมาจากผลของ dilution effect

สายัณห์ และ เพ็ญศรี (2531) ได้ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของหญ้าเลี้ยงสัตว์เขตร้อน 4 ชนิด กับอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 0, 30, 60, 90 และ 120 กิโลกรัม/เฮกตาร์/การตัดหนึ่งครั้ง พบว่า ที่ 60 กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกตาร์ ทำให้ผลผลิตหญ้าทั้ง 4 ชนิด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และพบด้วยว่าระดับโปรตีนของหญ้าทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราการใส่ปุ๋ยยูเรีย ระดับโปรตีนจะพบค่อนข้างต่ำในเดือนตุลาคม ส่วนในเดือนมีนาคมจะพบค่อนข้างสูง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำและธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของพืช

Carlson et al. (1959) พบว่า พืชที่ปลูกบนดินที่มีความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกัน จะใช้น้ำเพื่อสร้างน้ำหนักแห้งต่อหน่วย (transpiration ratio, TR.) ต่างกัน เช่น เมื่อปลูกข้าวโพดบนดินที่ขาดไนโตรเจน ค่า TR. เฉลี่ยตลอดอายุของข้าวโพดจะเท่ากับ 327 กรัม/กรัม แต่เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ค่า TR. จะลดลงเหลือ 273 กรัม/กรัม

Belej and Kulik (1973) ได้ศึกษาอิทธิพลของน้ำชลประทานและอัตราปุ๋ยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตเมล็ดของข้าวโพด พบว่า เมื่อปลูกโดยไม่ให้น้ำชลประทาน ให้น้ำชลประทานอย่างเดียว และให้น้ำชลประทานร่วมกับให้ปุ๋ย 120 - 120 - 180 กิโลกรัม/เฮกตาร์

ของ N, P_2O_5 และ K_2O ตามลำดับ พบว่าข้าวโพดให้ผลผลิตเมล็ดเท่ากับ 0.4 - 2.1, 0.5 - 1.7 และ 2.0 - 2.4 ตัน/เฮกตาร์

Omar et al. (1971) ได้ศึกษาน้ำหนักแห้งของข้าวโพดลูกผสมเดี่ยว ที่ปลูกบนกระถางซึ่งมีระดับของฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.00, 0.03, 0.06, และ 0.12 กรัม/กระถาง ร่วมกับการให้น้ำที่ระดับความชื้น 50, 100 และ 150 เปอร์เซ็นต์ ของความจุในสนาม (FC) และได้รายงานไว้ว่า ผลผลิตน้ำหนักแห้งและเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสที่พบในต้นพืช จะเพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มของฟอสฟอรัสและความจุความชื้นในสนาม

Khan (1978) ได้ทดลองปลูกข้าวโพดในดินกรดจัด (acid sulphate soil) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำกับปุ๋ย พบว่าเมื่อไม่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน และปล่อยให้ระดับความ ชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินพร่องลงเหลือ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก แล้วจึงเริ่มให้น้ำใหม่ เปรียบเทียบกับการให้ปุ๋ย 100 กิโลกรัมไนโตรเจน ร่วมกับให้น้ำที่ระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน 100 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักผลผลิตของเมล็ดข้าวโพดจะเพิ่มจาก 0.3 ตัน/เฮกตาร์ เป็น 4.0 ตัน/เฮกตาร์

Ahmed (1978) ได้ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดที่มีความสัมพันธ์ต่อการให้น้ำชลประทานและปุ๋ยฟอสฟอรัสบนดินกรด (acid sulphate soil) พบว่าผลผลิตมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และพบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างการให้น้ำชลประทานกับปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส กล่าวคือ เมื่อไม่ให้ปุ๋ยฟอสฟอรัส การให้น้ำเมื่อระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินอยู่ที่ใกล้เคียงระดับความจุในสนาม (FC) ตลอดเวลา และให้น้ำเมื่อความชื้นที่เป็นประโยชน์ลดลง 70 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลผลิตข้าวโพด 0.60 และ 0.01 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ แต่เมื่อให้ปุ๋ยฟอสฟอรัส 100 กิโลกรัม/เฮกตาร์ และให้น้ำตามวิธีการดังกล่าวข้างต้น ได้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มเป็น 4.11 และ 1.42 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ

วิสุทธิ์ (2515) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสกับข้าวโพดในดินชุดเลย โดยใส่อัตรา 4.5 กิโลกรัม/ไร่ ของ P_2O_5 พบว่า ค่า transpiration ratio (TR.) ตลอดฤดูปลูกเท่ากับ 270 กรัม/กรัม ในขณะที่ใส่ 2.0 กิโลกรัม/ไร่ ของ P_2O_5 ค่า transpiration ratio (TR.) ตลอดฤดูปลูกเท่ากับ 303 กรัม/กรัม

Kibreab and Ananboontarick (1980) พบว่า พริกขี้หนูเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ในอัตรา 36 กิโลกรัม/เฮกตาร์ และมีการให้น้ำเมื่อความชื้นที่เป็นประโยชน์ลดลงจากระดับความจุในสนาม 20 และ 70 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลผลิตพริกสด 1.48 และ 1.0 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ แต่ถ้าให้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเป็นอัตรา 186 กิโลกรัม/เฮกตาร์ โดยให้

น้ำแบบเดียวกับข้างต้น ผลผลิตจะเพิ่มเป็น 4.26 และ 1.14 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยไนโตรเจนกับน้ำชลประทาน

นงลักษณ์ (2516) พบว่า จำนวนความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินกับอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัส แสดงอิทธิพลร่วมต่อน้ำหนักของเมล็ดข้าวโพด กล่าวคือ เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และจำนวนความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ข้าวโพดจะให้น้ำหนักของเมล็ดมากกว่าจำนวนความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินที่สูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ปรากฏว่าน้ำหนักโดยเฉลี่ยของเมล็ดข้าวโพดเพิ่มขึ้นตามจำนวนความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน นอกจากนี้ยังพบว่า การเพิ่มขึ้นของจำนวนความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินในช่วง 5 - 75 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ไม่มีผลกระทบต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพด แต่เมื่อเพิ่มจำนวนความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินขึ้นเป็น 75 - 100 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

อุปกรณ์และการดำเนินการ

สถานที่ดำเนินการ

หมู่ 8 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ บริเวณเส้นรุ้ง (latitude) 18.55' เหนือ เส้นแวง (longitude) 99.00' ตะวันออก อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 318 เมตร สภาพพื้นที่เป็นที่ราบขั้นบันไดระดับกลาง (middle terrace) ความลาดเอียงระหว่าง 5 - 8 เปอร์เซ็นต์

ดินในแปลงทดลอง

ดินในแปลงทดลองเป็นดินชุดน้ำพอง ซึ่งจัดเป็นดิน Regosols ตามการจำแนกระบบประจำชาติ และเป็นดิน Quartzipsamments ตามการจำแนกในระบบ Soil Taxonomy (กรมพัฒนาที่ดิน, 2522 ; อภิสิทธิ์, 2526) โดยทั่วไปเนื้อดินเป็นดินทราย สีเทาหรือสีน้ำตาลอ่อน เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำหรือเกิดจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณพื้นที่ดอนที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นจนถึงเนินเขา มีความลาดชันประมาณ 3 - 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีมากเกินไป มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำมาก pH 5.5 - 7.0 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2534) สำหรับดินในแปลงทดลองพบว่าตลอดความลึก 40 เซนติเมตร มีหน้าตัดดินแบบ A - C ชั้น A ลึก 20 - 25 เซนติเมตร

ก่อนการทดลองได้เก็บตัวอย่างดินจากความลึก 0 - 20 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการ และได้เก็บตัวอย่างดินจากความลึก 5 - 10, 15 - 20, 25 - 30 และ 35 - 40 เซนติเมตร แบบไม่กระทบกระเทือน (undisturbed samples) เพื่อวัดความหนาแน่นรวม ความจุในสนาม และจุดเหี่ยวถาวร พบว่าดินมีค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 5.20 ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจน 0.0275 เปอร์เซ็นต์ ความหนาแน่นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เท่ากับ 1.47 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และจุดความจุในสนามเท่ากับ 14.81 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

พันธุ์หม่อน

ใช้หม่อนพันธุ์นครราชสีมา 60 ซึ่งติดตาบนต้นตอหม่อนไผ่โดยการชำไว้ในถุง และนำลงปลูกเมื่ออายุได้ 6 เดือน

แผนการทดลอง

การทดลองนี้ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนและปริมาณการให้น้ำปัจจัยด้านอัตราปุ๋ยไนโตรเจนมี 3 ระดับ ส่วนปัจจัยด้านปริมาณการให้น้ำมี 4 ระดับ วางแผนการทดลองแบบ 3 x 4 factorial experiment in randomized complete block design มี 3 ซ้ำ การทดลองนี้ทำ 2 ฤดูเก็บเกี่ยว ซึ่งมีรายละเอียดของกรรมวิธี (treatments) ของปัจจัยทั้งสอง ดังนี้

งานทดลองฤดูที่ 1

ปัจจัยด้านปุ๋ยไนโตรเจน มี 3 ระดับ คือ

1. ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 3.75 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง (N1) โดยให้ในรูปปุ๋ยผสมสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ครั้งเดียวหลังตัดกลาง
2. ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 5.62 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง (N2) โดยให้ในรูปปุ๋ยผสมสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ โดยใส่หลังตัดกลาง หลังจากนั้นอีก 30 วัน จึงใส่ในรูปของปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0 อัตรา 4.10 กิโลกรัม/ไร่
3. ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง (N3) โดยให้ในรูปปุ๋ยผสมสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ โดยใส่หลังตัดกลาง หลังจากนั้นอีก 30 วัน จึงใส่ในรูปของปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0 อัตรา 8.15 กิโลกรัม/ไร่

ปัจจัยด้านปริมาณการให้น้ำ มี 4 ระดับ โดยแต่ละระดับจะให้แบบร่องคู ซึ่งมีรายละเอียดการให้ดังนี้ คือ

กรรมวิธีที่ 1 (W1) ได้รับน้ำ 183.5 มิลลิเมตร โดยเป็นน้ำฝนปริมาณ 15.5 มิลลิเมตร ส่วนน้ำชลประทานให้ครั้งละ 28 มิลลิเมตร/แปลง (1,008 ลิตร) 14 วัน/ครั้ง จนถึงวันเก็บเกี่ยว รวมให้น้ำ 6 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 2 (W2) ได้รับน้ำ 239.5 มิลลิเมตร โดยเป็นน้ำฝนปริมาณ 15.5 มิลลิเมตร ส่วนน้ำชลประทานให้ครั้งละ 28 มิลลิเมตร/แปลง (1,008 ลิตร) 10 วัน/ครั้ง จนถึงวันเก็บเกี่ยว รวมให้น้ำ 8 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 3 (W3) ได้รับน้ำ 323.5 มิลลิเมตร โดยเป็นน้ำฝนปริมาณ 15.5 มิลลิเมตร ส่วนน้ำชลประทานให้ครั้งละ 28 มิลลิเมตร/แปลง (1,008 ลิตร) 7 วัน/ครั้ง จนถึงวันเก็บเกี่ยว รวมให้น้ำ 11 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 4 (W4) ได้รับน้ำ 435.5 มิลลิเมตร โดยเป็นน้ำฝนปริมาณ 15.5 มิลลิเมตร ส่วนน้ำชลประทานให้ครั้งละ 28 มิลลิเมตร/แปลง (1,008 ลิตร) 5 วัน/ครั้ง จนถึงวันเก็บเกี่ยว รวมให้น้ำ 15 ครั้ง

งานทดลองฤดูที่ 2

ปัจจัยด้านปุ๋ยไนโตรเจน มี 3 ระดับ คือ

1. ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0.00 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง (N0) โดยให้ในรูปปุ๋ยผสม สูตร 0-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ครั้งเดียวหลังตัดต่ำ
2. ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 3.75 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง (N1) โดยให้ในรูปปุ๋ยผสม สูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ โดยใส่ครั้งเดียวหลังตัดต่ำ
3. ให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง (N2) โดยให้ในรูปปุ๋ยผสม สูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ โดยใส่หลังตัดต่ำ หลังจากนั้นอีก 60 วัน จึงใส่ในรูปของปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0 อัตรา 8.15 กิโลกรัม/ไร่

ปัจจัยด้านปริมาณการให้น้ำ มี 4 ระดับ โดยแต่ละระดับจะให้แบบร่องคู ซึ่งมีรายละเอียดการให้ดังนี้ คือ

กรรมวิธีที่ 1 (W1) ได้รับน้ำ 207 มิลลิเมตร โดยเป็นน้ำฝนปริมาณ 95.4 มิลลิเมตร ส่วนน้ำชลประทานให้ครั้งละ 28 มิลลิเมตร / แปลง (1,008 ลิตร) 20 วัน/ครั้ง ในระยะสองเดือนแรกของงานทดลอง หลังจากนั้นให้น้ำ 14 วัน/ครั้ง จนถึงวันเก็บเกี่ยว รวมให้น้ำ 4 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 2 (W2) ได้รับน้ำ 263 มิลลิเมตร โดยเป็นน้ำฝนปริมาณ 95.4 มิลลิเมตร ส่วนน้ำชลประทานให้ครั้งละ 28 มิลลิเมตร / แปลง (1,008 ลิตร) 14 วัน/ครั้ง ในระยะสองเดือนแรกของงานทดลอง หลังจากนั้นให้น้ำ 10 วัน/ครั้ง จนถึงวันเก็บเกี่ยว รวมให้น้ำ 6 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 3 (W3) ได้รับน้ำ 319 มิลลิเมตร โดยเป็นน้ำฝนปริมาณ 95.4 มิลลิเมตร ส่วนน้ำชลประทานให้ครั้งละ 28 มิลลิเมตร / แปลง (1,008 ลิตร) 10 วัน/ครั้ง ในระยะสองเดือนแรกของงานทดลอง หลังจากนั้นให้น้ำ 7 วัน/ครั้ง จนถึงวันเก็บเกี่ยว รวมให้น้ำ 8 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 4 (W4) ได้รับน้ำ 375 มิลลิเมตร โดยเป็นน้ำฝนปริมาณ 95.4 มิลลิเมตร ส่วนน้ำชลประทานให้ครั้งละ 28 มิลลิเมตร / แปลง (1,008 ลิตร) 7 วัน/ครั้ง ใน

ระยะสองเดือนแรกของงานทดลอง หลังจากนั้นให้น้ำ 5 วัน/ครั้ง จนถึงวันเก็บเกี่ยว รวมให้น้ำ 10 ครั้ง

ช่วงเวลาในการทดลอง

งานทดลองที่ 1 เริ่มในเดือนพฤศจิกายน 2538 สิ้นสุดในเดือนมกราคม 2539 การเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นการเก็บเกี่ยวที่ได้จากการตัดแขนง

งานทดลองที่ 2 เริ่มในเดือนกุมภาพันธ์ 2539 สิ้นสุดในเดือนพฤษภาคม 2539 การเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นการเก็บเกี่ยวที่ได้จากการตัดกลาง

การปลูกและการดูแลรักษา

- เดือนมกราคม 2538 จัดเตรียมท่อนพันธุ์หม่อน โดยการปักชำในถุง จำนวน 1,008 ต้น เมื่ออายุได้ 6 เดือน จึงย้ายปลูกลงในแปลง

- จัดแปลงปลูก ระยะระหว่างต้น 0.75 เมตร ระหว่างแถว 1.50 เมตร หลุมละ 1 ต้น ขนาดแปลงย่อย กว้างxยาว 9 x 9 เมตร แต่ปลูกเฉพาะตรงกลาง โดยปลูก 4 แถวๆ ละ 7 หลุม คิดเป็นพื้นที่ปลูกเท่ากับ 36 ตารางเมตร สำหรับแต่ละ treatment combination ดังนั้นแต่ละ block จึงประกอบด้วยแปลงย่อย 12 แปลง โดยหัวและท้ายแปลงของแต่ละแปลงย่อยจะอยู่ห่างกัน 4.5 เมตร เพื่อป้องกันปัญหาน้ำซึมไปหากันในระหว่างแปลงย่อยใน block หรือต่าง block กัน ในขณะกำลังให้น้ำ

- วิธีการให้น้ำ ในระยะเริ่มปลูกให้น้ำแบบหยด ต่อเมื่อเริ่มดำเนินการทดลองจึงให้น้ำแบบร่องดู (Furrow Irrigation) โดยก่อนและหลังการให้น้ำทุกครั้งต้องมีการวัดจำนวนความชื้นในดินโดยเจาะเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 4 ระดับคือ 10, 20, 30 และ 40 เซนติเมตร โดยนำมาชั่งก่อนและหลังอบจากนั้นจึงนำมาคำนวณความชื้นของดิน

- การดูแลรักษาอื่น ๆ เช่นการกำจัดวัชพืช โรคและแมลง การพรวนดินกลบโคนต้นทำทุกแปลงเสมอกัน

การวัดปริมาณความชื้นดิน

ใช้เหล็กเจาะดิน (soil core) เจาะดินเพื่อเก็บตัวอย่างในบริเวณกลางร่องน้ำที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30 และ 30-40 เซนติเมตร โดยเก็บ 2 ตัวอย่าง/ชั้นความลึก/แปลง แล้วจึงนำไปหาความชื้นโดยการชั่งน้ำหนักและอบแห้ง (gravimetric method)

วิธีเก็บเกี่ยว

งานทดลองที่ 1 เก็บเกี่ยวโดยวิธีตัดกิ่งแขนง ซึ่งเป็นกิ่งที่ได้จากการตัดแต่งกิ่งโดยวิธีตัดกลางในระดับความสูงจากพื้นดิน 80 เซนติเมตร จากนั้นจึงตัดกิ่งที่แตกออกมาอีกทีหนึ่ง การตัดจะตัดให้สูงจากรอยตัดเดิมประมาณ 10 เซนติเมตร เสร็จแล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักรวมในแต่ละแปลงย่อย และในแต่ละแปลงย่อยจะสุ่มเก็บตัวอย่างของกิ่งจำนวน 6 กิ่ง นำไปชั่งหาน้ำหนักใบต่อน้ำหนักกิ่ง จากนั้นจึงนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จึงนำมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้งของใบและกิ่งอีกครั้งหนึ่ง

งานทดลองที่ 2 เก็บเกี่ยวโดยวิธีตัดกลาง ซึ่งเป็นกิ่งที่ได้จากการตัดแต่งกิ่งโดยวิธีตัดต่ำในระดับความสูงจากพื้นดิน 30 เซนติเมตร จากนั้นจึงตัดกิ่งที่แตกออกมาอีกทีหนึ่ง การตัดจะตัดให้สูงจากรอยตัดเดิมประมาณ 70 เซนติเมตร เสร็จแล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักรวม สุ่มเก็บตัวอย่างและนำไปชั่งหาน้ำหนักใบต่อน้ำหนักกิ่ง ตลอดจนการนำไปอบเพื่อหาน้ำหนักแห้งได้กระทำเช่นเดียวกันกับงานทดลองที่ 1

การวัดการเจริญเติบโตของราก

การวัดการเจริญเติบโตของรากหม่อนในชั้นความลึกของดินที่ระดับต่างๆ กระทำโดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบไม่กระทบกระเทือน (undisturbed samples) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.30 เซนติเมตร การเจาะเก็บตัวอย่างดินแต่ละชั้นจะเจาะลึก 10 เซนติเมตร คิดเป็นปริมาตรของดินที่เจาะเก็บตัวอย่างแต่ละชั้นเท่ากับ 418.54 ลูกบาศก์เซนติเมตร รวมความลึกของดินที่เจาะเท่ากับ 40 เซนติเมตร จากนั้นจึงนำตัวอย่างดินแต่ละชั้นไปล้างเพื่อแยกเอารากหม่อนออกมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จึงนำมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้งของรากหม่อนที่พบในแต่ละชั้นความลึกของดิน

การวิเคราะห์ตัวอย่างพืชทางเคมี

ได้นำตัวอย่างใบหม่อนซึ่งสุ่มเก็บมาจากส่วนยอด กลาง และส่วนโคน รวมประมาณตัวอย่างละ 500 กรัม ในแต่ละ treatments combination มาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในใบหม่อน โดยวิธีเคดาล (Kjeldahl Method)

การบันทึกข้อมูล

1. วันปลูกและวันเก็บเกี่ยว
2. ปริมาณความชื้นในดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในวันก่อนและหลังการให้น้ำแต่ละครั้ง
3. บันทึกน้ำหนักใบ+กิ่ง หลังเก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อย
4. บันทึกน้ำหนักใบ/กิ่ง จำนวนกิ่ง/ต้น หลังเก็บเกี่ยว
5. บันทึกวันให้น้ำและจำนวนครั้งที่ให้

การวิเคราะห์ทางสถิติ

1. ค่าเฉลี่ย (Average) = $\Sigma x/n$
2. C.V. = $\frac{\sqrt{\text{ErrorMS}}}{\overline{X}} \times 100$
3. วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลตามแบบงานทดลองแฟคทอเรี่ยลที่มี 2 ปัจจัย ภายใต้แผนทดลองสุ่มเป็นแปลงหมู่ (Two-Factor factorial experiment in RCBD)
4. เมื่อตาราง ANOVA แสดง Treatment มีความแตกต่างทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ระยะเวลาในการดำเนินงาน เดือน มกราคม 2538 ถึง เดือน พฤษภาคม 2539

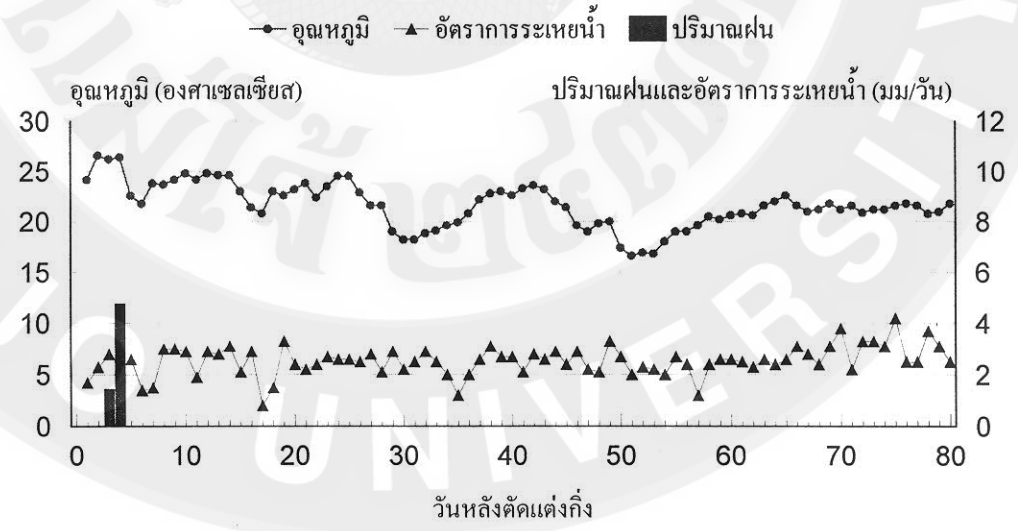
งบประมาณที่ใช้ในการวิจัย ใช้งบประมาณในการดำเนินงาน ประมาณ 50,000 บาท

ผลการทดลอง

การทดลองในฤดูที่ 1

1.1 ภูมิอากาศระหว่างงานทดลอง

ภาพที่ 1 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันและอัตราการระเหยน้ำรายวันจากถาด (American Class A Pan) ระหว่างงานทดลองที่ 1 พบว่าอุณหภูมิรายวันเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 21.64 องศาเซลเซียส เมื่อเฉลี่ยตามเดือนพบว่า ในเดือนพฤศจิกายน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 23.82 องศาเซลเซียส ส่วนเดือนธันวาคมและมกราคมมีค่าเท่ากับ 20.90 และ 20.59 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การระเหยน้ำรายวันระหว่างการทดลองที่ 1 ผันแปรระหว่าง 1 - 4 มิลลิเมตร/วัน โดยส่วนใหญ่จะผันแปรในช่วง 2 - 3 มิลลิเมตร/วัน การระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยตลอดการทดลองที่ 1 เท่ากับ 2.49 มิลลิเมตร/วัน เมื่อเฉลี่ยเป็นรายเดือนพบว่าเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม เท่ากับ 2.35, 2.50 และ 2.62 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ และพบว่าอัตราการระเหยจากถาดจะผันแปรไปตามอุณหภูมิอากาศในบางช่วงเวลา กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิอากาศสูงขึ้น การระเหยน้ำก็จะสูงตามไปด้วย แต่บางช่วงเวลาก็ไม่ผันแปรไปตามอุณหภูมิอากาศ แสดงว่านอกจากอุณหภูมิอากาศแล้วยังมีมีปัจจัยอื่นเป็นตัวควบคุมการระเหยน้ำจากถาดด้วยเช่นกัน



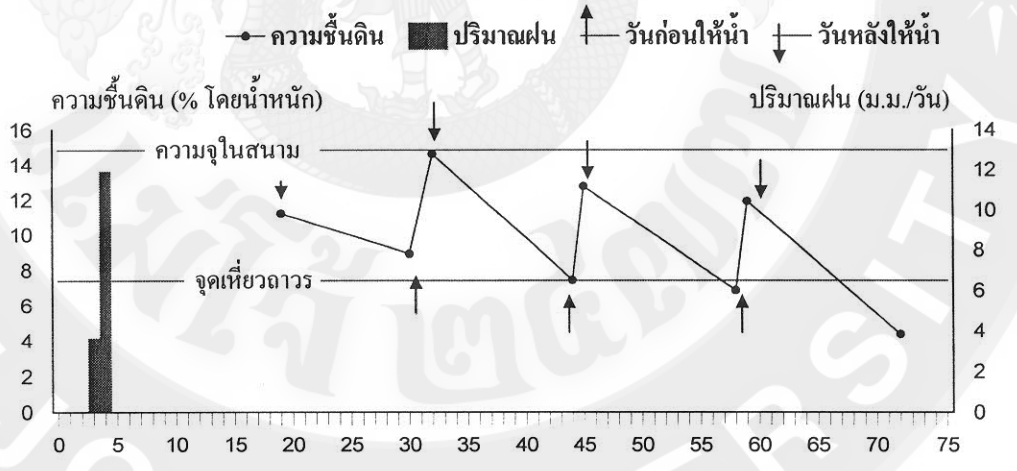
หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 9 เดือนพฤศจิกายน 2538

ภาพที่ 1 อุณหภูมิอากาศและการระเหยน้ำจากถาด ระหว่างการทดลองที่ 1 (ข้อมูลจากสถานีอากาศเกษตรแม่โจ้)

1.2 ปริมาณความชื้นดินเมื่อวันก่อนและหลังให้น้ำแต่ละครั้ง

ปริมาณความชื้นของดินเมื่อก่อน และหลังการให้น้ำแต่ละครั้ง ของการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 1, 2, 3 และ 4 ดังแสดงในภาพที่ 2 - 5 ตามลำดับ

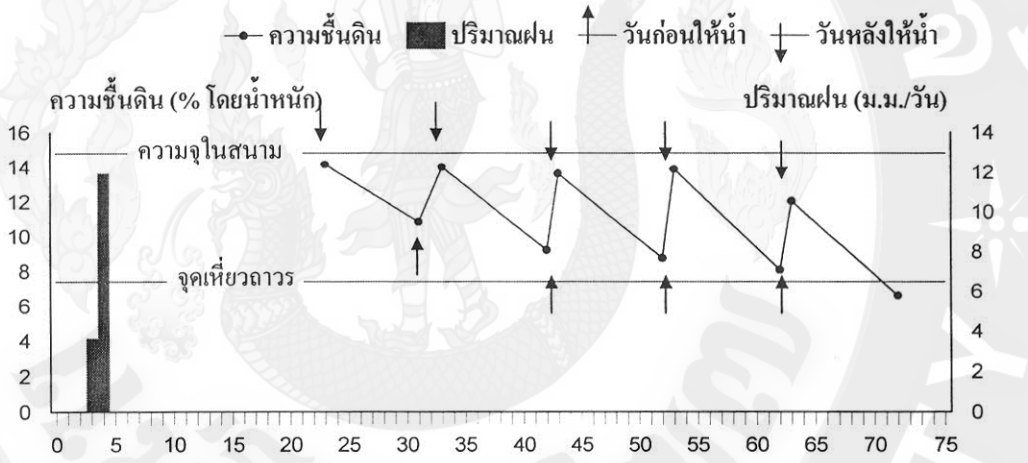
ภาพที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน เมื่อหนึ่งวันก่อนและหลังการให้น้ำ 4 ครั้งหลังสุด ของการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 1 พบว่าเมื่อหนึ่งวันหลังการให้น้ำทั้ง 4 ครั้ง (ภายหลังการตัดแต่งกิ่งหม่อนได้ 19 วัน) ดินมีความชื้น 11.20, 14.59, 12.72 และ 11.92 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าจุดความชื้นในสนาม (field capacity) เท่ากับ 3.61, 0.22, 2.05 และ 2.89 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ สำหรับความชื้นดินเมื่อหนึ่งวันก่อนให้น้ำแต่ละครั้ง พบว่าดินมีความชื้นเท่ากับ 8.90, 7.43, 6.85 และ 4.35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่า ใกล้เคียง และต่ำกว่าจุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point) เห็นได้ว่าเมื่อวันหลังและก่อนการให้น้ำครั้งต่อไปความชื้นดินเปลี่ยนแปลงโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.74 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก คิดเป็นสัดส่วนของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (AMCA) ได้เท่ากับ 77.40 เปอร์เซ็นต์ และแนวโน้มโดยทั่วไปพบว่าปริมาณความชื้นดินเมื่อวันก่อนและหลังให้น้ำลดลง เมื่ออายุของหม่อนมากขึ้น



หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 9 เดือนพฤศจิกายน 2538

ภาพที่ 2 ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 1 (183.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 80 วัน

ภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่าเมื่อวันหลังการให้น้ำ 5 ครั้ง ของการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 2 (ภายหลังตัดแต่งกิ่งหม่อนได้ 23 วัน) ความชื้นดินอยู่ที่ระดับเฉลี่ย 14.13, 13.98, 13.6 และ 13.87 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งต่ำกว่าจุดความจุในสนามเท่ากับ 0.68, 0.83, 1.21, 0.94 และ 2.78 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนเมื่อวันก่อนให้น้ำ พบว่าปริมาณความชื้นดินลดลงเหลือ 10.83, 9.20, 8.74, 8.07 และ 6.60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งยังสูงกว่าจุดเหี่ยวถาวรเท่ากับ 3.43, 1.80, 1.34, 0.67 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสำหรับ 4 ครั้งแรก ตามลำดับ และต่ำกว่าจุดเหี่ยวถาวรเท่ากับ 0.80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สำหรับครั้งหลังสุด พบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นดินเมื่อวันหลังและก่อนการให้น้ำครั้งต่อไป เฉลี่ย 4.83 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก คิดเป็น 65.24 เปอร์เซ็นต์ของ AMCA และแนวโน้มโดยทั่วไปพบว่าปริมาณความชื้นดินเมื่อก่อนและหลังให้น้ำลดลงเมื่ออายุของหม่อนมากขึ้น

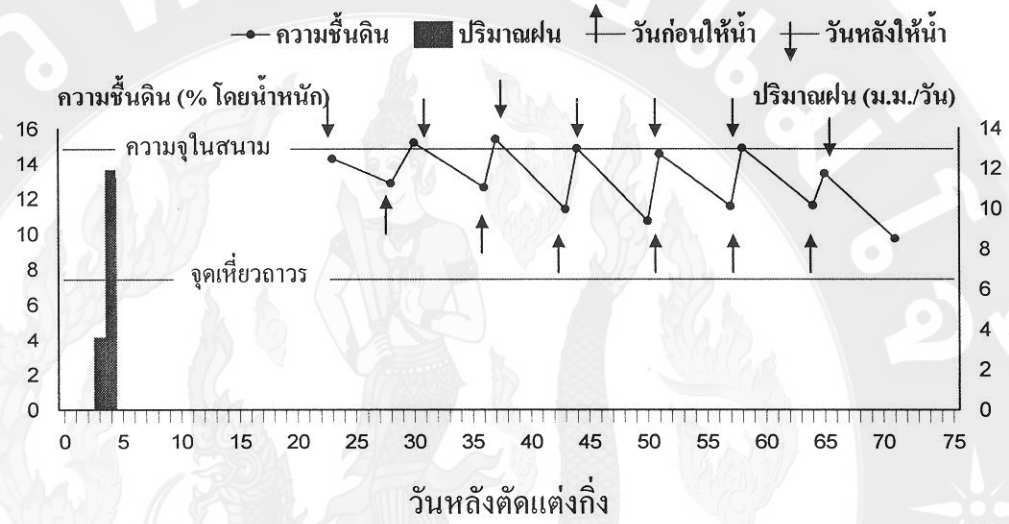


หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 9 เดือนพฤศจิกายน 2538

ภาพที่ 3 ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธี 2 (239.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 80 วัน

ภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าเมื่อหนึ่งวันหลังการให้น้ำ 7 ครั้ง ของการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 3 (ภายหลังตัดแต่งกิ่งหม่อนได้ 23 วัน) ความชื้นดินอยู่ที่ระดับเฉลี่ย 14.25, 15.18, 15.38, 14.85, 14.52, 14.87 และ 13.39 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับจุดความจุในสนาม ส่วนเมื่อวันก่อนให้น้ำ พบว่าปริมาณความชื้นดินลดลงเหลือ 12.84, 12.60, 11.37, 10.71, 11.53, 11.58 และ 9.71 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ

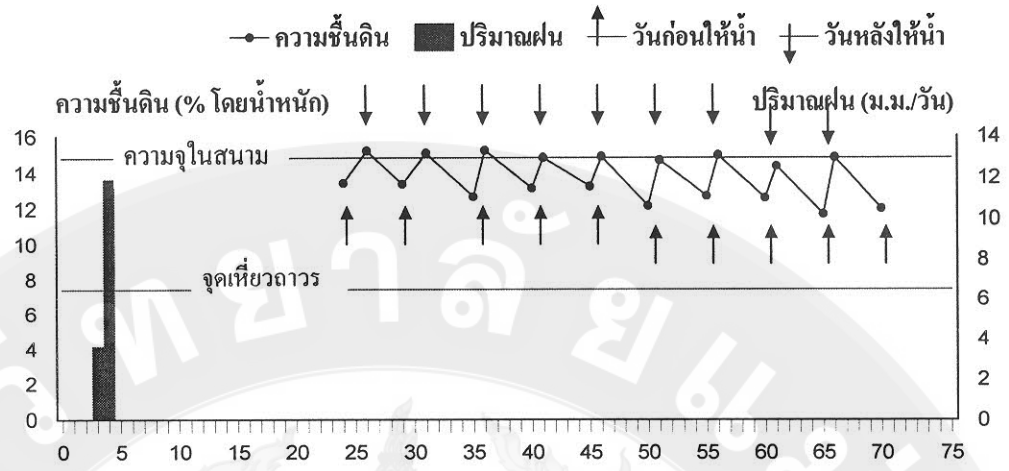
จุดกึ่งกลางระหว่างจุดความจุในสนามกับจุดเหี่ยวถาวร (11.10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) และพบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นดินเมื่อหลังและก่อนการให้น้ำครั้งต่อไป เฉลี่ย 3.16 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก คิดเป็น 42.65 เปอร์เซ็นต์ของ AMCA และแนวโน้มโดยทั่วไปพบว่าปริมาณความชื้นเมื่อก่อนและหลังให้น้ำค่อนข้างคงที่ ยกเว้นในช่วงที่ หม่อนอายุ 65 วัน หลังการตัดแต่งกิ่ง ที่ความชื้นดินลดลงอย่างเห็นได้ชัด



หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 9 เดือนพฤศจิกายน 2538

ภาพที่ 4 ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 3 (323.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 80 วัน

ภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่าเมื่อหนึ่งวันหลังการให้น้ำ 9 ครั้ง ของการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 4 (ภายหลังตัดแต่งกิ่งหม่อนได้ 26 วัน) ความชื้นดินอยู่ที่ระดับเฉลี่ย 15.19, 15.07, 15.22, 14.82, 14.88, 14.68, 14.96, 14.35 และ 14.84 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงจุดความจุในสนามตลอดเวลา ส่วนช่วงเวลาหนึ่งวันก่อนให้น้ำ พบว่าปริมาณความชื้นดินลดลงเหลือ 13.40, 13.35, 12.64, 13.11, 13.21, 12.13, 12.69, 12.58, 11.67 และ 11.98 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เมื่อเทียบกับจุดความจุในสนามแล้วจะมีค่าต่ำกว่า ตามลำดับดังนี้ 1.41, 1.46, 2.17, 1.70, 1.60, 2.68, 2.12, 2.23, 3.14 และ 2.83 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และพบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นดินเมื่อหลังและก่อนการให้น้ำครั้งต่อไป เฉลี่ย 2.21 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก คิดเป็น 29.88 เปอร์เซ็นต์ของ AMCA และแนวโน้มโดยทั่วไปพบว่าปริมาณความชื้นเมื่อก่อนและหลังให้น้ำค่อนข้างคงที่



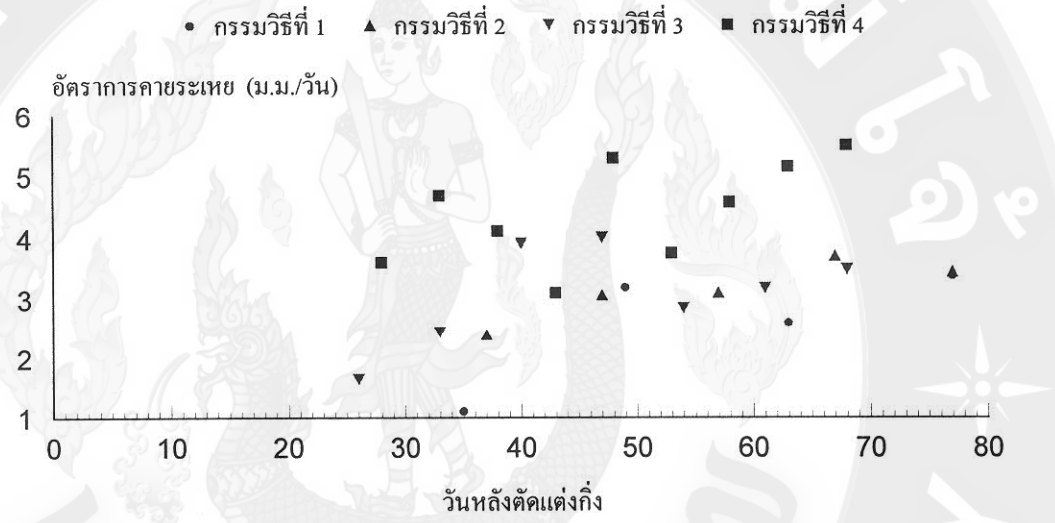
หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 9 เดือนพฤศจิกายน 2538

ภาพที่ 5 ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 4 (435.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 80 วัน

จากภาพที่ 2 - 5 เมื่อพิจารณาระดับความชื้นดินสูงสุดเมื่อหนึ่งวันหลังให้น้ำ พบว่ากรรมวิธีให้น้ำที่ 1 และ 2 ปริมาณความชื้นดินจะอยู่ต่ำกว่าจุดความจุในสนาม และมีแนวโน้มลดต่ำลงไปตามการเจริญเติบโตของหม่อน ส่วนกรรมวิธีที่ 3 และ 4 ปริมาณความชื้นดินจะอยู่ในระดับความจุในสนามเกือบตลอดเวลา ส่วนระดับความชื้นดินต่ำสุดเมื่อหนึ่งวันก่อนการให้น้ำ พบว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 2 จะมีเป็นบางช่วงที่ปริมาณความชื้นดินลดลงถึงระดับจุดเหี่ยวถาวร ส่วนกรรมวิธีที่ 3 และ 4 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับกึ่งกลางระหว่างจุดความจุในสนามและจุดเหี่ยวถาวร สรุปได้ทั้งระดับความชื้นสูงสุดและต่ำสุดของการให้น้ำทั้ง 4 กรรมวิธี เพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณและความถี่ในการให้น้ำ โดยความชื้นดินเฉลี่ยตลอดการทดลองของทั้ง 4 กรรมวิธีเท่ากับ 9.75, 11.11, 12.93 และ 13.78 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักตามลำดับ เมื่อพิจารณาช่วงความเคลื่อนไหวของระดับความชื้นดินเมื่อวันก่อนและหลังให้น้ำแต่ละครั้ง พบว่าช่วงความเคลื่อนไหวของระดับความชื้นดินสูงสุดและต่ำสุดแคบลงเมื่อปริมาณและความถี่ในการให้น้ำเพิ่มขึ้น โดยทั้ง 4 กรรมวิธี มีช่วงเคลื่อนไหวเท่ากับ 77.40, 65.24, 45.90 และ 29.88 เปอร์เซ็นต์ของ AMCA ตามลำดับ

1.3 อัตราการคายระเหยน้ำของหม่อน

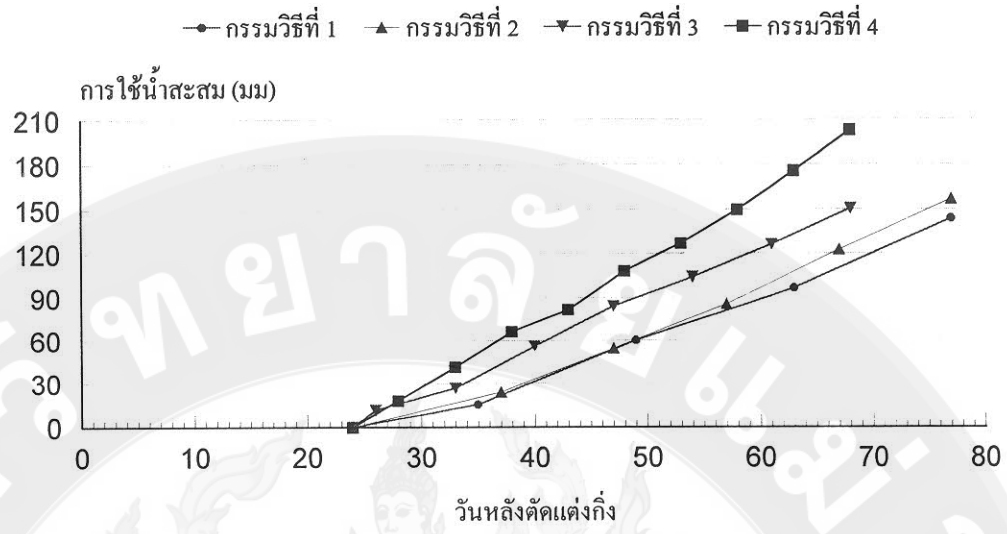
ภาพที่ 6 แสดงแนวโน้มของอัตราการคายระเหยน้ำรายวันของหม่อน ที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธีการให้น้ำ ที่ 1 - 4 พบว่าอัตราการระเหยน้ำรายวันผันแปรตามปริมาณน้ำที่หม่อนได้รับ โดยอัตราการคายระเหยน้ำของหม่อนเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 2.56, 3.14, 3.07 และ 4.42 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ นอกจากนี้อัตราการคายระเหยน้ำยังผันแปรไปตามการเจริญเติบโตของหม่อน กล่าวคือ เมื่ออายุหม่อนหลังการตัดแต่งกิ่งมากขึ้น หม่อนที่ได้รับน้ำทั้ง 4 กรรมวิธี ก็จะมีการคายระเหยมากขึ้น



หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 9 เดือนพฤศจิกายน 2538

ภาพที่ 6 แนวโน้มของอัตราการคายระเหยน้ำของหม่อน ที่ได้รับน้ำทั้ง 4 กรรมวิธี

ภาพที่ 7 อัตราการใช้น้ำสะสมระหว่างการทดลองที่ 1 พบว่าอัตราการใช้น้ำสะสมของหม่อนตามกรรมวิธีการให้น้ำที่ 1 - 4 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณและความถี่ในการให้น้ำ กล่าวคือ เมื่อรอบการให้น้ำถี่ขึ้นอัตราการใช้น้ำสะสมจะสูงกว่ารอบการให้น้ำที่ห่าง เมื่อคิดอัตราการใช้น้ำสะสมตั้งแต่วันที่ 24 จนถึง 68 วัน หลังการตัดแต่งกิ่ง หม่อนมีอัตราการใช้น้ำสะสมเฉลี่ย 113.28, 125.95, 150.39 และ 202.88 มิลลิเมตร ตามลำดับ

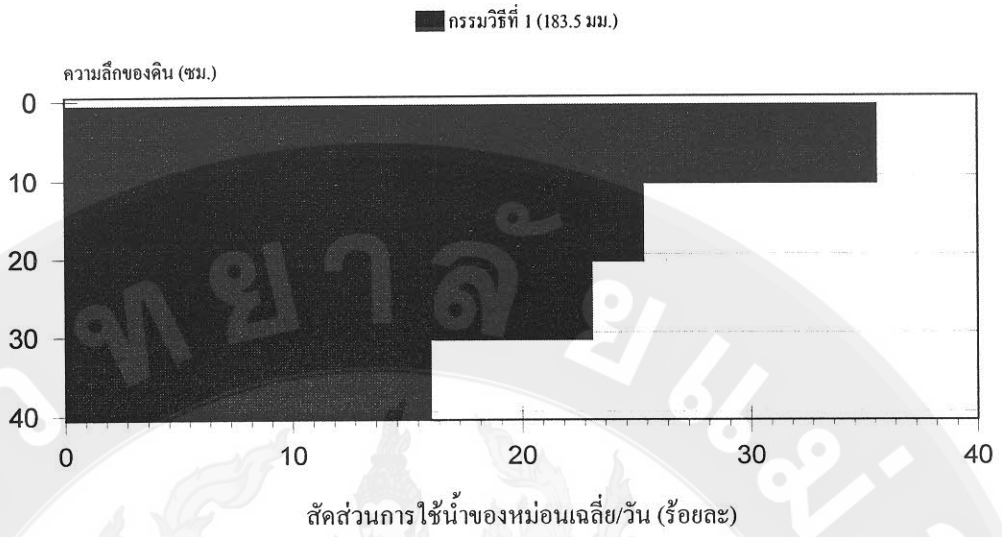


หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 9 เดือนพฤศจิกายน 2538

ภาพที่ 7 อัตราการใช้น้ำสะสมของหม่อนที่ได้รับน้ำทั้ง 4 กรรมวิธี (นับตั้งแต่วันที่ 23 หลังการตัดแต่งกิ่ง)

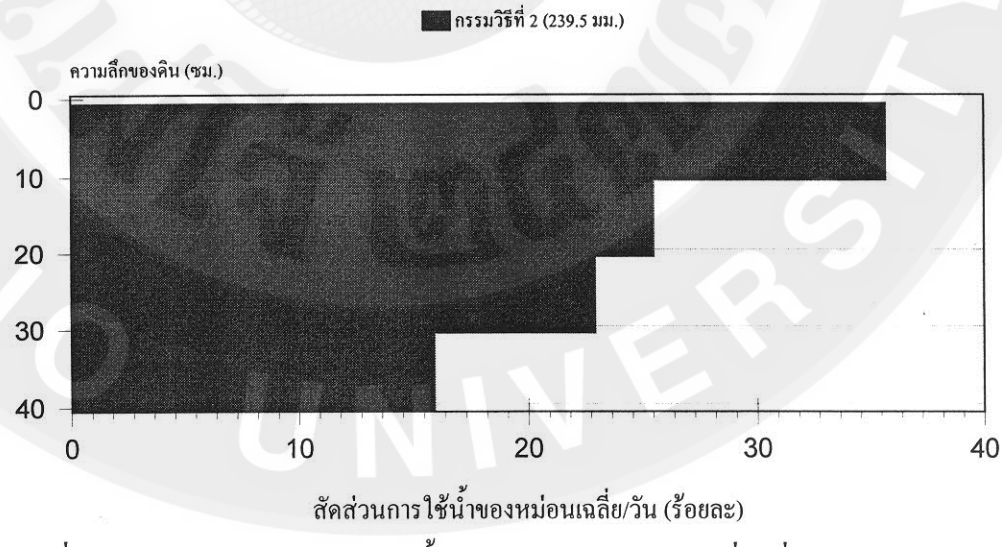
1.4 <u>การใช้น้ำของหม่อนจากระดับความลึกต่างๆ ของดิน</u>

ภาพที่ 8 แสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 1 พบว่าที่ระดับความลึก 0 - 10 , 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 40 เซนติเมตร หม่อนดูดน้ำไปใช้คิดเป็นสัดส่วนการใช้น้ำเท่ากับ 35.55, 25.31, 23.05 และ 16.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคิดเป็นปริมาณการใช้น้ำเป็นความสูงของน้ำ ได้เท่ากับ 0.91, 0.65, 0.59 และ 0.41 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ



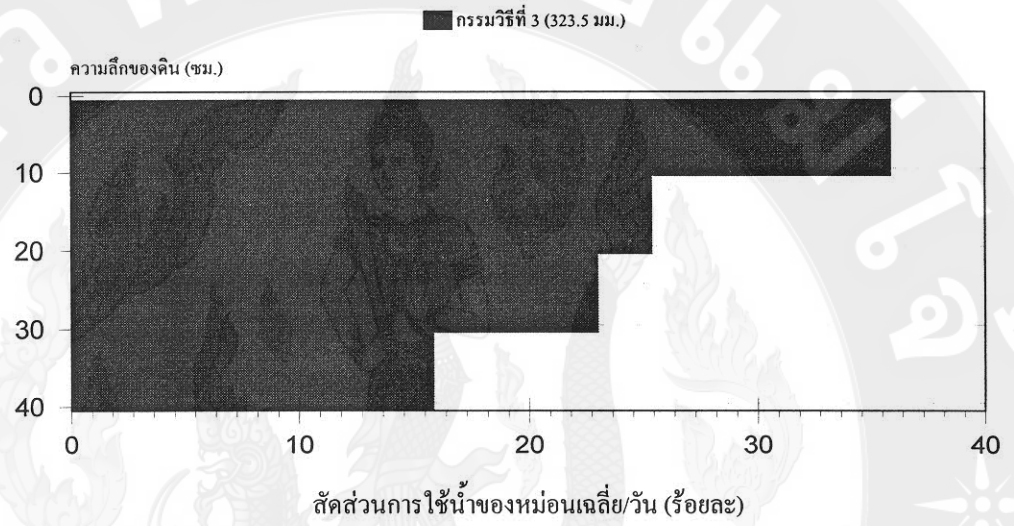
ภาพที่ 8 กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 1 ที่ระดับความลึกต่างๆ ของดินโดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน

ภาพที่ 9 แสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 2 พบว่าที่ระดับความลึก 0 - 10 , 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 40 เซนติเมตร หม่อนดูดน้ำไปใช้คิดเป็นสัดส่วนการใช้น้ำเท่ากับ 35.67, 25.48, 22.93 และ 15.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคิดเป็นปริมาณการใช้น้ำเป็นความสูงของน้ำได้เท่ากับ 1.12, 0.80, 0.72 และ 0.50 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ



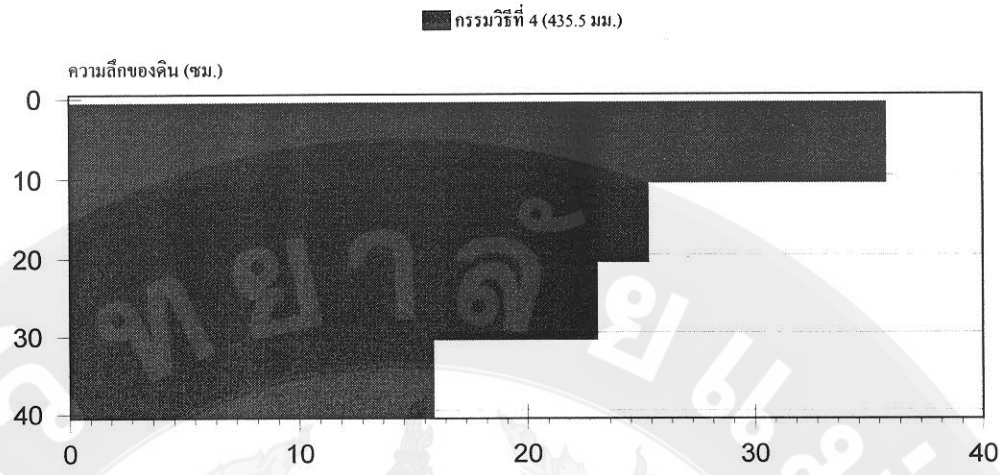
ภาพที่ 9 กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 2 ที่ระดับความลึกต่างๆ ของดินโดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน

ภาพที่ 10 แสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 3 พบว่าที่ระ ดับความลึก 0 - 10 , 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 40 เซนติเมตร หม่อนดูดน้ำไปใช้คิดเป็นสัดส่วนการใช้น้ำเท่ากับ 35.82, 25.37, 22.99 และ 15.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคิดเป็นปริมาณการใช้น้ำเป็นความสูงของน้ำ ได้เท่ากับ 1.20, 0.85, 0.77 และ 0.53 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ



ภาพที่ 10 กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 3 ที่ระดับความลึกต่างๆ ของดินโดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน

ภาพที่ 11 แสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 4 พบว่าที่ระ ดับความลึก 0 - 10 , 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 40 เซนติเมตร หม่อนดูดน้ำไปใช้คิดเป็นสัดส่วนการใช้น้ำเท่ากับ 35.75, 25.34, 23.08 และ 15.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคิดเป็นปริมาณการใช้น้ำเป็นความสูงของน้ำ ได้เท่ากับ 1.58, 1.12, 1.02 และ 0.7 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ



ภาพที่ 11 กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 4 ที่ระดับความลึกต่างๆ ของดินโดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน

1.5 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

1.5.1 ผลผลิตใบสด

1. อัตราปุ๋ยไนโตรเจน พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 3.75, 5.62 และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ให้ผลผลิตใบสดเฉลี่ย 728.83, 743.00 และ 730.83 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ และผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

2. อัตราการให้น้ำ พบว่าหม่อนไม่ตอบสนองต่อการให้น้ำ โดยหม่อนที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธี 1 - 4 ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 80 วัน หม่อนให้ผลผลิตใบสดเฉลี่ย 736.22, 730.44, 739.56 และ 730.67 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลผลิตใบหม่อนสดเฉลี่ย ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำกรรมวิธีต่างๆ (กก./ไร่)

ไนโตรเจน (กก./ไร่/ครั้ง)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
3.75	755.00	717.00	731.67	711.67	728.83 ns
5.62	711.33	721.33	768.00	771.33	743.00 ns
7.50	742.33	753.00	719.00	709.00	730.83 ns
เฉลี่ย	736.22 ns	730.44 ns	739.56 ns	730.67 ns	734.22

CV = 7.62 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. เมื่อพิจารณาปัจจัยทั้งสองร่วมกัน พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 5.62 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ร่วมกับการให้น้ำกรรมวิธีที่ 4 (435.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว ให้ผลผลิตใบสูงสุด รองลงไปคือปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 5.62 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ร่วมกับการให้น้ำกรรมวิธีที่ 3 (323.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว ส่วนปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ร่วมกับการให้น้ำกรรมวิธีที่ 4 (435.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว ให้ผลผลิตใบต่ำสุด โดยได้ผลผลิตใบสดเฉลี่ย 771.33, 768.00 และ 709.00 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และไม่พบปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างปัจจัยทั้งสอง (ตารางที่ 2)

1.5.2 ผลผลิตใบแห้ง

1. อัตราปุ๋ยไนโตรเจน พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 3.75, 5.62 และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ให้ผลผลิตใบแห้งเฉลี่ย 199.27, 199.62 และ 191.76 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ และผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

2. อัตราการให้น้ำ พบว่าหม่อนที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธี 1 - 4 ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 80 วัน หม่อนให้ผลผลิตใบแห้งเฉลี่ย 198.55, 200.63, 196.20 และ 192.16 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

3. เมื่อพิจารณาปัจจัยทั้งสองร่วมกัน พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 3.75 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ร่วมกับการให้น้ำกรรมวิธีที่ 3 (323.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว ให้ผลผลิตใบแห้งสูงสุด รองลงไปคือปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 3.75 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ร่วมกับการให้น้ำกรรมวิธีที่ 1 (183.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว ส่วนปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ร่วมกับการให้น้ำกรรมวิธีที่ 3 (323.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว ให้ผลผลิตใบต่ำสุด โดยได้ผลผลิตใบแห้งเฉลี่ย 208.09, 204.40 และ 178.22 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และไม่พบปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างปัจจัยทั้งสอง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลผลิตใบหม่อนแห้งเฉลี่ย ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำกรรมวิธีต่างๆ(กก./ไร่)

ไนโตรเจน (กก./ไร่/ครั้ง)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
3.75	204.40	200.88	208.09	183.71	199.27 ns
5.62	190.38	203.58	202.28	202.25	199.62 ns
7.50	200.87	197.42	178.22	190.51	191.76 ns
เฉลี่ย	198.55 ns	200.63 ns	196.20 ns	192.16 ns	196.88

CV = 7.62 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1.5.3 จำนวนกิ่งต่อต้น

1. อัตราปุ๋ยไนโตรเจน พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 3.75, 5.62 และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ให้จำนวนกิ่งเฉลี่ย 5.50, 5.67 และ 5.75 กิ่ง/ต้น ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

2. อัตราการให้น้ำแก่หม่อน พบว่าการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 1 (183.5 มิลลิเมตร), 2 (239.5 มิลลิเมตร), 3 (323.5 มิลลิเมตร) และ 4 (435.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว หม่อนให้จำนวนกิ่ง/ต้น เฉลี่ย 5.44, 5.67, 5.78 และ 5.67 กิ่ง ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

3. เมื่อพิจารณาปัจจัยทั้งสองร่วมกัน พบว่าที่ระดับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 5.62 และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ร่วมกับการให้น้ำกรรมวิธีที่ 3 (323.5 มิลลิเมตร) และ 4 (435.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว ให้จำนวนกิ่ง/ต้น สูงสุด ส่วนปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 3.75(N1), และ 5.62 (N2) กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ร่วมกับการให้น้ำกรรมวิธีที่ 1 (183.5 มิลลิเมตร) และ 4 (435.5 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว ให้จำนวนกิ่ง/ต้น ต่ำสุด โดยให้จำนวนกิ่ง/ต้น เฉลี่ย 6.00 และ 5.33 กิ่ง ตามลำดับ และไม่พบปฏิสัมพันธ์ ระหว่างปัจจัยทั้งสอง

ตารางที่ 3 จำนวนกิ่งเฉลี่ย/ต้น

ไนโตรเจน (กก./ไร่/ครั้ง)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
3.75	5.33	5.67	5.67	5.33	5.50 ns
5.62	5.33	5.67	6.00	5.67	5.67 ns
7.50	5.67	5.67	5.67	6.00	5.75 ns
เฉลี่ย	5.44 ns	5.67 ns	5.78 ns	5.67 ns	5.64

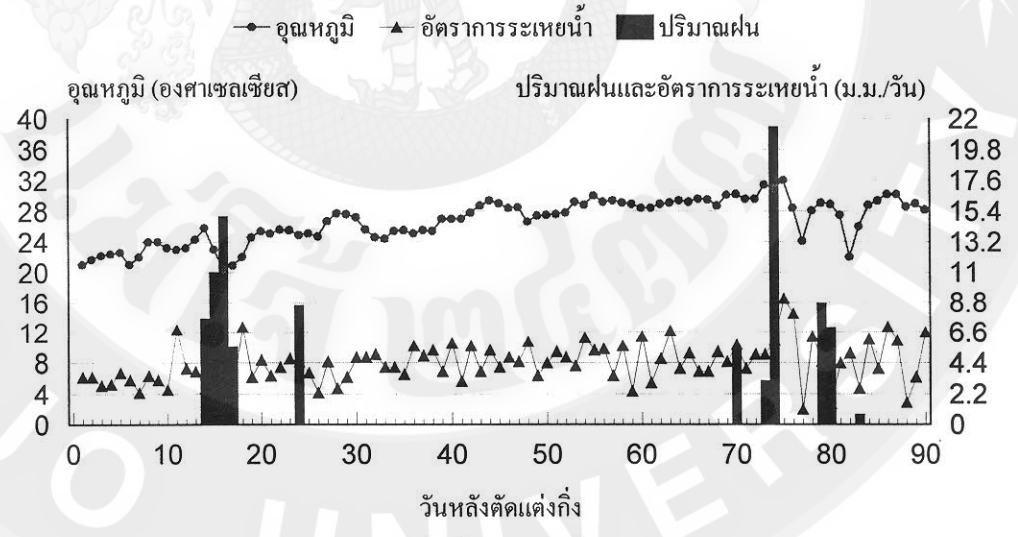
CV = 9.47 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองในฤดูที่ 2

2.1 ภูมิอากาศระหว่างงานทดลอง

ภาพที่ 12 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันและอัตราการระเหยน้ำรายวันจากถาด (American Class A Pan) ระหว่างงานทดลองที่ 2 พบว่าอุณหภูมิรายวันเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 26.74 องศาเซลเซียส เมื่อเฉลี่ยตามเดือนพบว่า ในเดือนเมษายน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 32.0 องศาเซลเซียส ส่วนเดือนมีนาคมและกุมภาพันธ์มีค่าเท่ากับ 30.0 และ 25.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การระเหยน้ำรายวันระหว่างการทดลองที่ 2 จะผันแปรระหว่าง 1 ถึง 9 มิลลิเมตร/วัน โดยส่วนใหญ่จะผันแปรในช่วง 3 - 6 มิลลิเมตร/วัน การระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยตลอดการทดลองที่ 2 เท่ากับ 4.39 มิลลิเมตร/วัน เมื่อเฉลี่ยเป็นรายเดือนพบว่าเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคมและเมษายน มีการระเหยน้ำรายวันเฉลี่ย เท่ากับ 3.71, 4.48 และ 4.77 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับและพบว่าอัตราการระเหยจากถาดจะผันแปรไปตามอุณหภูมิอากาศในบางช่วงเวลา กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิอากาศสูงขึ้น การระเหยน้ำก็จะสูงตามไปด้วย แต่บางช่วงเวลาก็ไม่ผันแปรไปตามอุณหภูมิอากาศ แสดงว่านอกจากอุณหภูมิอากาศแล้วยังมีปัจจัยอื่นเป็นตัวควบคุมการระเหยน้ำจากถาดด้วยเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 1



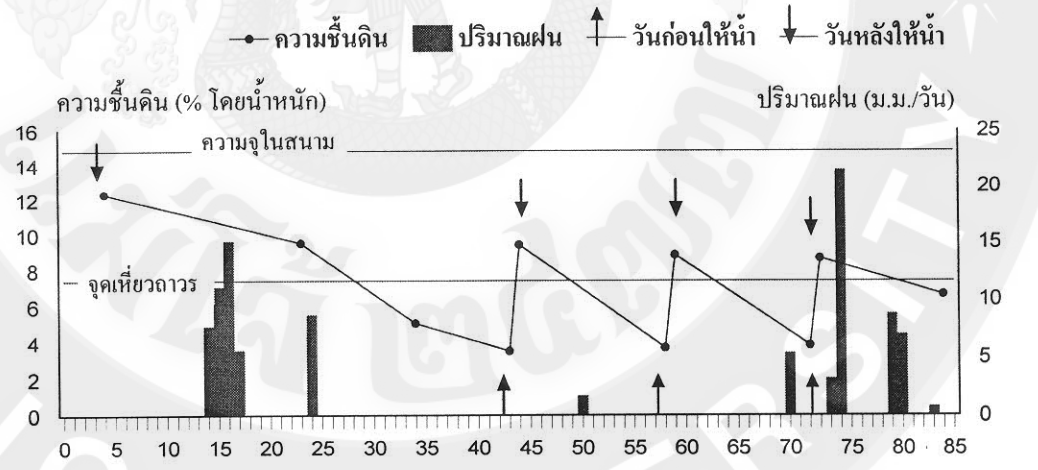
หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2539

ภาพที่ 12 อุณหภูมิอากาศและการระเหยน้ำจากถาด ระหว่างการทดลองที่ 2 (ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาแม่โจ้)

2.2 ปริมาณความชื้นดินเมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำแต่ละครั้ง

ปริมาณความชื้นของดินเมื่อก่อน และหลังการให้น้ำแต่ละครั้ง ของการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 1, 2, 3 และ 4 ดังแสดงในภาพที่ 13 - 16 ตามลำดับ

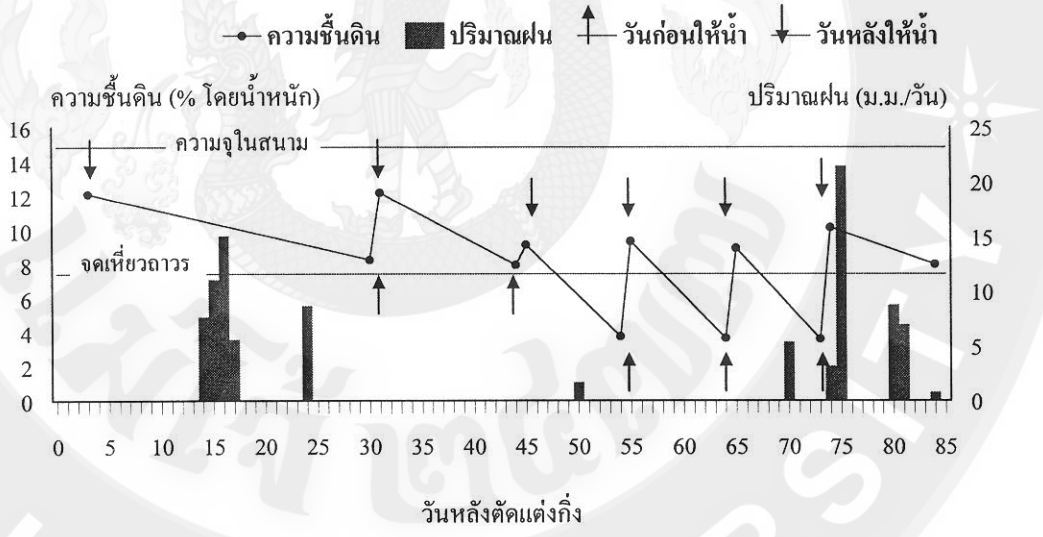
ภาพที่ 13 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน เมื่อหนึ่งวันก่อนและหลังการให้น้ำ 4 ครั้ง ของการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 1 พบว่าเมื่อหนึ่งวันหลังการให้น้ำทั้ง 4 ครั้ง ดินมีความชื้น 12.33, 9.41, 8.84 และ 8.66 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าจุดความชื้นในสนาม เท่ากับ 2.48, 5.40, 5.97 และ 6.15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ สำหรับความชื้นดินเมื่อหนึ่งวันก่อนให้น้ำแต่ละครั้ง พบว่าดินมีความชื้นเท่ากับ 3.51, 3.69 และ 3.84 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าจุดเหี่ยวถาวรเท่ากับ 3.89, 3.71 และ 3.56 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เห็นได้ว่าเมื่อวันหลังและก่อนการให้น้ำครั้งต่อไปความชื้นดินเปลี่ยนแปลงโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.13 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก คิดเป็นสัดส่วนของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (AMCA) ได้เท่ากับ 82.73 เปอร์เซ็นต์ และแนวโน้มโดยทั่วไปพบว่าปริมาณความชื้นดินเมื่อวันก่อนให้น้ำค่อนข้างคงที่ ส่วนเมื่อหนึ่งวันหลังให้น้ำลดลงเมื่ออายุของหม่อนมากขึ้น



หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2539

ภาพที่ 13 ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 1 (207 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 90 วัน

ภาพที่ 14 แสดงให้เห็นว่าเมื่อวันหลังการให้น้ำ 6 ครั้ง ของการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 2 ความชื้นดินอยู่ที่ระดับเฉลี่ย 12.08, 12.16, 9.12, 9.33, 8.93 และ 10.13 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งต่ำกว่าจุดความจุในสนามเท่ากับ 2.73, 2.65, 5.69, 5.48, 5.88 และ 4.68 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนเมื่อวันก่อนให้น้ำ พบว่าปริมาณความชื้นดินลดลงเหลือ 7.24, 7.94, 3.75, 3.65 และ 3.61 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งสูงกว่าจุดเหี่ยวถาวรเท่ากับ 0.16 และ 0.54 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสำหรับ 2 ครั้งแรก ตามลำดับ และต่ำกว่าจุดเหี่ยวถาวรเท่ากับ 3.65, 3.75 และ 3.79 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สำหรับ 3 ครั้งหลัง พบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นดินเมื่อวันหลังและก่อนการให้น้ำครั้งต่อไป เฉลี่ย 5.05 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก คิดเป็น 68.20 เปอร์เซ็นต์ของ AMCA และแนวโน้มโดยทั่วไปพบว่าปริมาณความชื้นดินเมื่อก่อนและหลังให้น้ำลดลง เมื่ออายุของหม่อนอยู่ในช่วงประมาณ 40 วัน หลังการตัดแต่งกิ่ง แต่หลังจากนั้นจะค่อนข้างคงที่ ยกเว้นหลังให้น้ำครั้งสุดท้ายที่ปริมาณความชื้นดินสูงขึ้น เนื่องจากมีฝนตกก่อนหน้าการให้น้ำ 2 ครั้ง

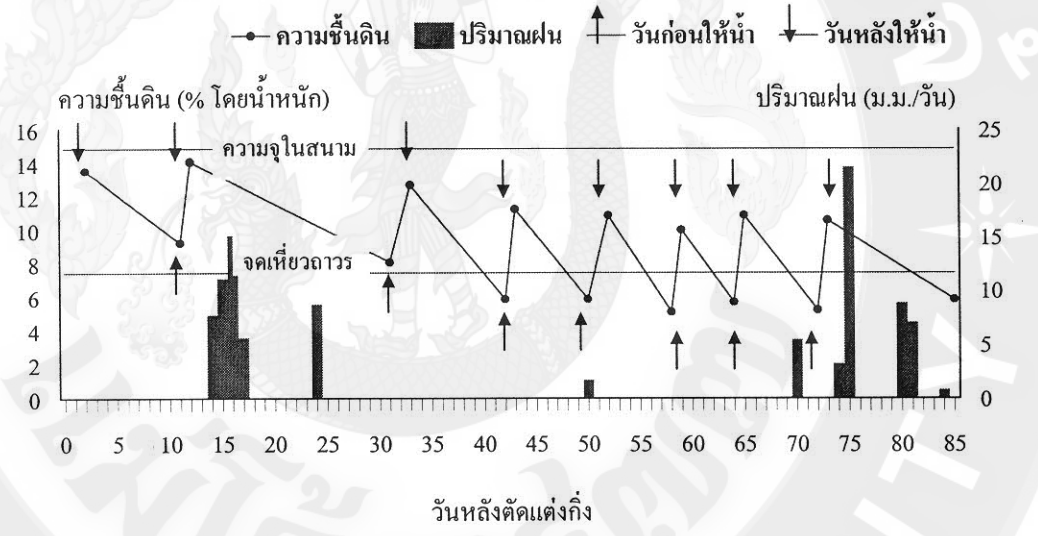


หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2539

ภาพที่ 14 ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 2 (263 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 90 วัน

ภาพที่ 15 แสดงให้เห็นว่าเมื่อหนึ่งวันหลังการให้น้ำ 8 ครั้ง ของการให้น้ำกรรมวิธีที่ 3 ความชื้นดินอยู่ที่ระดับเฉลี่ย 13.51, 14.07, 12.65, 11.21, 10.83, 9.97, 10.85 และ 10.55 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าจุดความจุในสนามเท่ากับ 1.30,

0.74, 2.16, 3.60, 3.98, 4.84, 3.96 และ 4.26 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนเมื่อวันก่อนให้น้ำ พบว่าปริมาณความชื้นดินลดลงเหลือ 9.19, 8.03, 5.83, 5.83, 5.07, 5.66 และ 5.19 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าจุดเหี่ยวถาวร 1.79 และ 0.63 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในสองครั้งแรก นอกนั้นอยู่ต่ำกว่าจุดเหี่ยวถาวร 1.57, 1.57, 2.33, 1.74 และ 2.21 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ พบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นดินเมื่อหลังและก่อนการให้น้ำครั้งต่อไป เฉลี่ย 5.31 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก คิดเป็น 71.59 เปอร์เซ็นต์ของ AMCA และแนวโน้มโดยทั่วไปพบว่าปริมาณความชื้นเมื่อหลังให้น้ำครั้งที่ 2 สูงขึ้นและค่อยลดต่ำลงในครั้งที่ 3 - 6 แต่ครั้งที่ 7 และ 8 กลับสูงขึ้นอีกเล็กน้อย ส่วนปริมาณความชื้นเมื่อก่อนให้น้ำพบว่าลดลงอย่างชัดเจนในระยะ 3 ครั้งแรก หลังจากนั้นจะลดลงเล็กน้อย

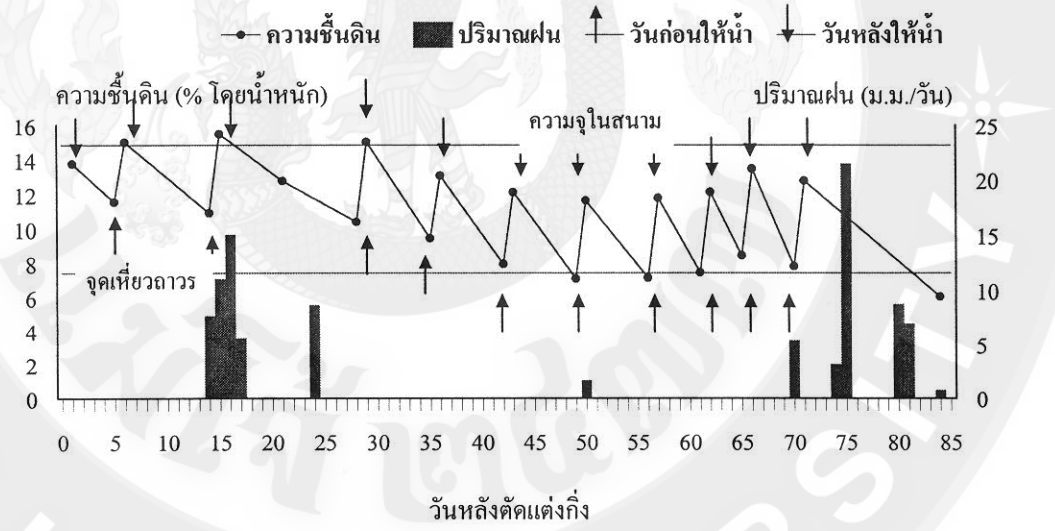


หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2539

ภาพที่ 15 ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 3 (319 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 90 วัน

ภาพที่ 16 แสดงให้เห็นว่าเมื่อหนึ่งวันหลังการให้น้ำ 11 ครั้ง ของการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 4 ความชื้นดินอยู่ที่ระดับเฉลี่ย 13.75, 14.99, 15.47, 15.00, 13.05, 12.09, 11.61, 11.75, 12.10, 13.44 และ 12.74 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยครั้งแรกอยู่ต่ำกว่าจุดความจุในสนาม 1.06 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ครั้งที่ 2 - 4 ความชื้นดินจะอยู่สูงกว่าระดับความจุในสนามเล็กน้อย นอกนั้นอยู่ต่ำกว่าระดับความจุในสนามเท่ากับ 1.76, 2.72,

3.2, 3.09, 2.71, 1.37 และ 2.07 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลาหนึ่งวันก่อนให้น้ำ พบว่าปริมาณความชื้นดินลดลงเหลือ 11.54, 10.89, 10.37, 9.42, 7.93, 7.07, 7.13, 7.43, 8.42 และ 7.79 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เมื่อเทียบกับจุดความจุในสนามแล้วจะมีค่าต่ำกว่า ตามลำดับดังนี้ 3.27, 3.92, 4.44, 5.39, 6.88, 7.74, 7.68, 7.38, 6.39 และ 7.02 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นดินเมื่อหลังและก่อนการให้น้ำครั้งต่อไป เฉลี่ย 4.47 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก คิดเป็น 60.36 เปอร์เซ็นต์ของ AMCA แนวโน้มโดยทั่วไปพบว่าปริมาณความชื้นเมื่อก่อนและหลังให้น้ำจะเป็นไปในทางเดียวกัน กล่าว คือหลังจากวันให้น้ำหนึ่งวันในการให้น้ำครั้งแรก ปริมาณความชื้นจะค่อยๆ สูงขึ้นในครั้งที่ 2, 3 จากนั้นจึงค่อยๆ ลดลงและกลับสูงขึ้นอีกในครั้งที่ 8 - 10 ส่วนครั้งที่ 11 จะกลับลดลงอีกครั้งหนึ่ง แต่ที่สำคัญคือความชื้นก่อนการให้น้ำส่วนใหญ่จะอยู่สูงกว่าจุดเหี่ยวถาวรตลอดเวลา ยกเว้นครั้งที่ 6 และ 7 ซึ่งต่ำกว่าเพียง 0.33 และ 0.27 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ



หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2539

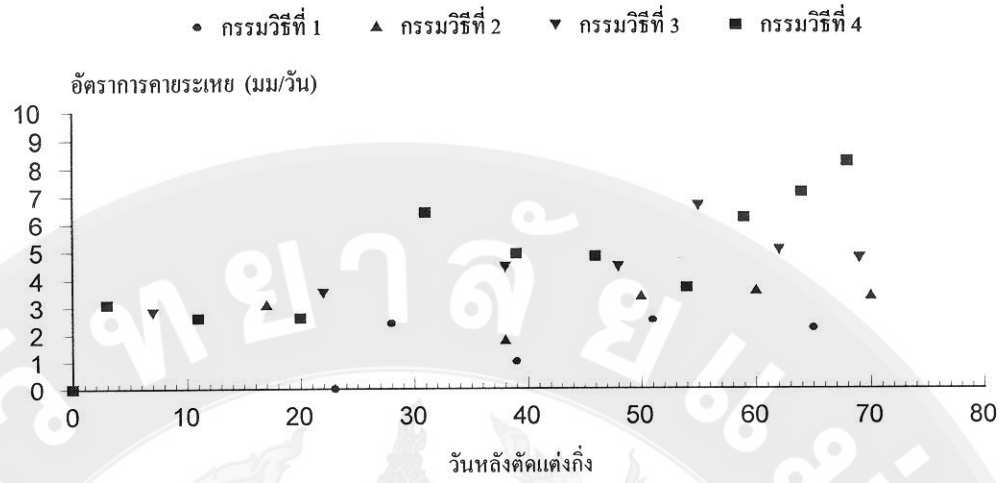
ภาพที่ 16 ปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดความลึก 40 เซนติเมตร เมื่อวันก่อนและหลังการให้น้ำของกรรมวิธีที่ 4 (403 มิลลิเมตร) ตลอดฤดูเก็บเกี่ยว 90 วัน

จากภาพที่ 13 - 16 เมื่อพิจารณาระดับความชื้นดินสูงสุดเมื่อหนึ่งวันหลังให้น้ำ พบว่ากรรมวิธีให้น้ำที่ 1, 2 และ 3 ปริมาณความชื้นดินจะอยู่ต่ำกว่าจุดความจุในสนามและมีแนวโน้มลดต่ำลงไปตามการเจริญเติบโตของหม่อน ส่วนกรรมวิธีที่ 4 ปริมาณความ

ชั้นดินจะอยู่ในระดับความจุในสนามในระยะหนึ่งเดือนแรกของการทดลอง หลังจากนั้นจึงค่อยๆ ลดลงและกลับเพิ่มมากขึ้นในช่วงสุดท้าย โดยพบปริมาณความชื้นดินหนึ่งวันหลังให้น้ำอยู่ต่ำกว่าจุดความจุในสนามเท่ากับ 4.62, 4.52, 3.10 และ 1.54 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนระดับความชื้นดินต่ำสุดเมื่อหนึ่งวันก่อนการให้น้ำ พบว่ากรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ความชื้นดินลดลงถึงระดับจุดเหี่ยวถาวรเมื่อหม่อนอายุได้ประมาณ 28, 48 และ 38 วันหลังการตัดแต่งกิ่ง ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 4 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่สูงกว่าจุดเหี่ยวถาวร และความชื้นดินเมื่อหนึ่งวันก่อนการให้น้ำเฉลี่ยอยู่ต่ำกว่าจุดเหี่ยวถาวร 2.98, 1.54, 1.10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 4 อยู่สูงกว่าจุดเหี่ยวถาวร 1.15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สรุปได้ทั้งระดับความชื้นสูงสุดและต่ำสุดของการให้น้ำทั้ง 4 กรรมวิธี เพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณและความถี่ในการให้น้ำ โดยความชื้นดินเฉลี่ยตลอดการทดลองของทั้ง 4 กรรมวิธีเท่ากับ 6.75, 7.76, 9.05 และ 11.04 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เมื่อพิจารณาช่วงความเคลื่อนไหวของระดับความชื้นดินเมื่อวันก่อนและหลังให้น้ำแต่ละครั้ง พบว่าช่วงความเคลื่อนไหวของระดับความชื้นดินสูงสุดและต่ำสุดแคบลงเมื่อปริมาณและความถี่ในการให้น้ำเพิ่มขึ้น โดยทั้ง 4 กรรมวิธี มีช่วงเคลื่อนไหวเท่ากับ 82.73, 68.20, 71.59 และ 60.36 เปอร์เซ็นต์ของ AMCA ตามลำดับ

2.3 <u>อัตราการคายระเหยน้ำของหม่อน</u>

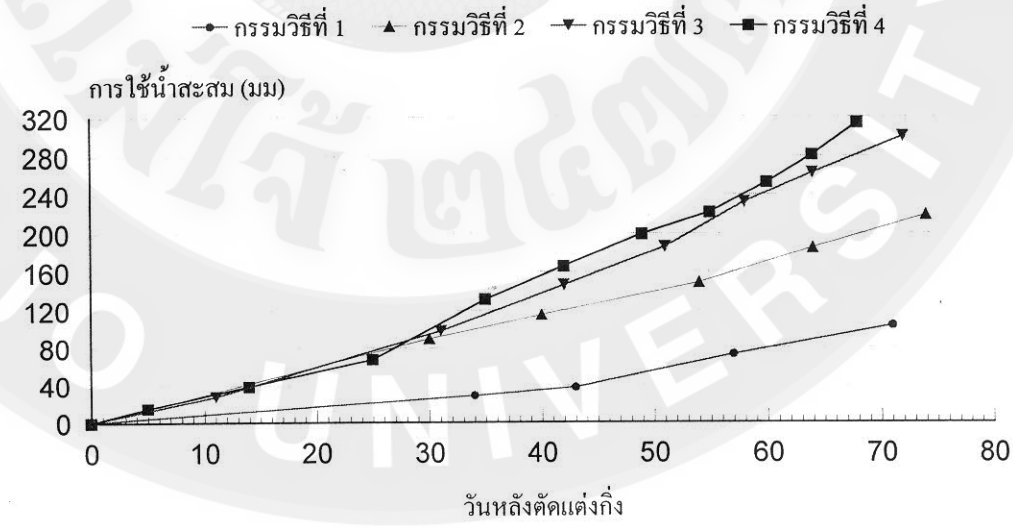
ภาพที่ 17 แสดงแนวโน้มของอัตราการคายระเหยน้ำรายวันของหม่อน ที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 1 - 4 พบว่าอัตราการระเหยน้ำรายวันผันแปรตามปริมาณน้ำที่หม่อนได้รับ โดยอัตราการคายระเหยน้ำของหม่อนเฉลี่ยตลอดการทดลอง เท่ากับ 1.35, 2.55, 3.93 และ 4.51 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ นอกจากนี้อัตราการคายระเหยน้ำยังผันแปรไปตามการเจริญเติบโตของหม่อนด้วย กล่าวคือ เมื่ออายุหม่อนหลังการตัดแต่งกิ่งมากขึ้น หม่อนที่ได้รับน้ำทั้ง 4 กรรมวิธี ก็จะมีการคายระเหยมากขึ้น



หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2539

ภาพที่ 17 แนวโน้มของอัตราการคายระเหยน้ำของหม่อน ที่ได้รับน้ำทั้ง 4 กรรมวิธี

ภาพที่ 18 อัตราการใช้น้ำสะสมระหว่างการทดลองที่ 2 พบว่าอัตราการใช้น้ำสะสมของหม่อนตามกรรมวิธีการให้น้ำที่ 1 - 4 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณและความถี่ในการให้น้ำ กล่าวคือ เมื่อรอบการให้น้ำถี่ขึ้นอัตราการใช้น้ำสะสมจะสูงกว่ารอบการให้น้ำที่ห่าง เมื่อคิดอัตราการใช้น้ำสะสมจนถึง 68 วัน หลังการตัดแต่งกิ่ง หม่อนมีอัตราการใช้น้ำสะสมเฉลี่ย 97.00, 198.70, 281.00 และ 313.80 มิลลิเมตร ตามลำดับ

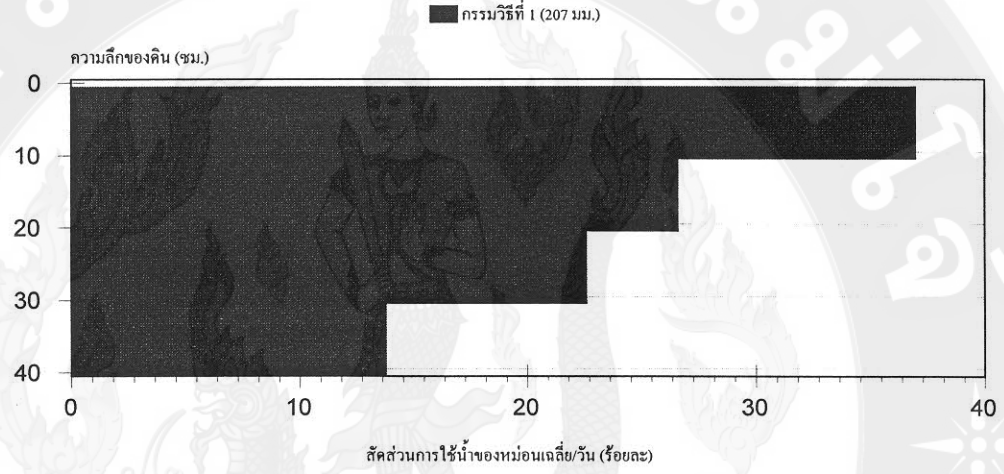


หมายเหตุ : วันหลังตัดแต่งกิ่งที่ 0 คือวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2539

ภาพที่ 18 อัตราการใช้น้ำสะสมของหม่อนที่ได้รับน้ำทั้ง 4 กรรมวิธี

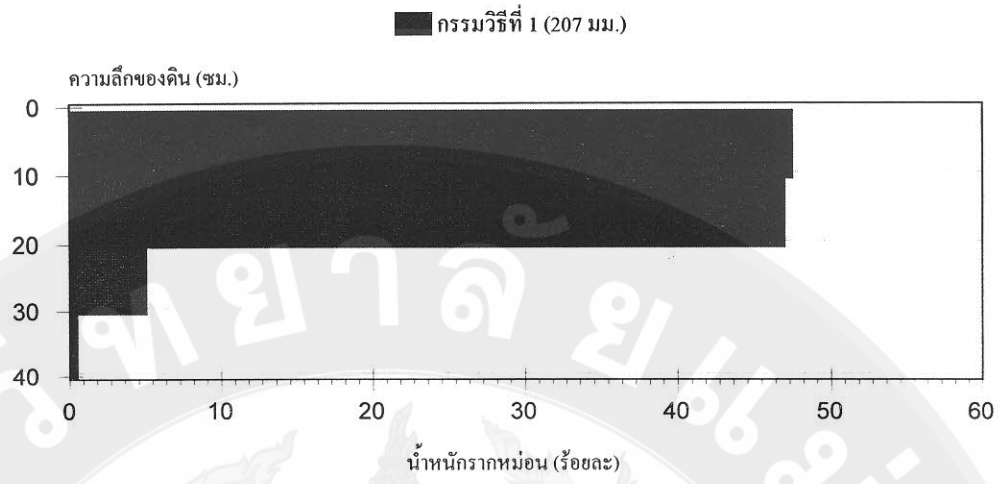
2.4 <u>การใช้น้ำของหม่อนจากระดับความลึกต่างๆ ของดิน</u>

ภาพที่ 19 แสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 1 พบว่าที่ระดับความลึก 0 - 10 , 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 40 เซนติเมตร หม่อนดูดน้ำไปใช้คิดเป็นสัดส่วนการใช้น้ำเท่ากับ 36.95, 26.60, 22.66 และ 13.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคิดเป็นปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยเป็นความสูงของน้ำ ได้เท่ากับ 0.75, 0.54, 0.46 และ 0.28 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ



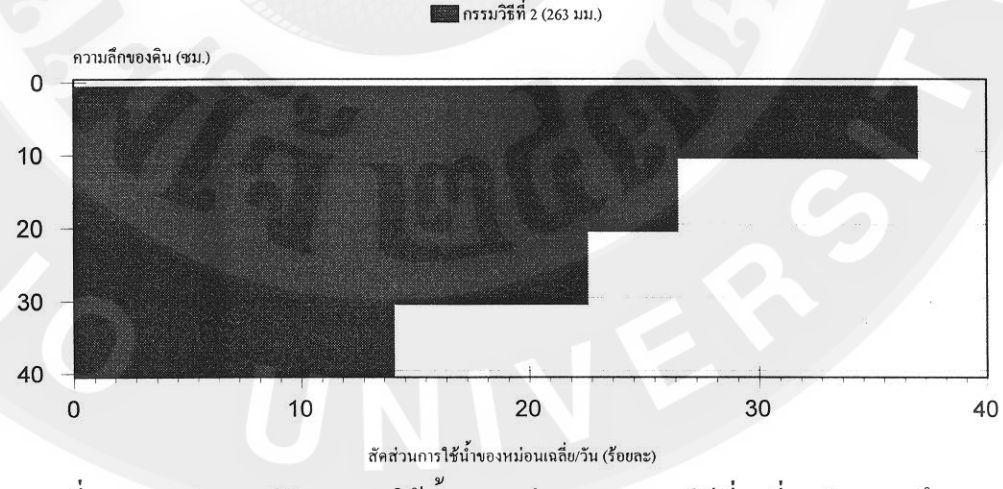
ภาพที่ 19 กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 1 ที่ระดับความลึกต่างๆ ของดินโดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน

ภาพที่ 20 แสดงปริมาณน้ำหนักแห้งของรากหม่อนตามการให้น้ำกรรมวิธีที่ 1 พบว่าที่ระดับความลึก 0 - 10 , 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 40 เซนติเมตร มีรากหม่อนกระจายคิดเป็นสัดส่วนได้เท่ากับ 47.47, 46.97, 5.05 และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคิดเป็นปริมาณน้ำหนักแห้ง/ปริมาตรดิน ได้เท่ากับ 0.94, 0.93, 0.10 และ 0.01 กรัม/ลิตร ตามลำดับ



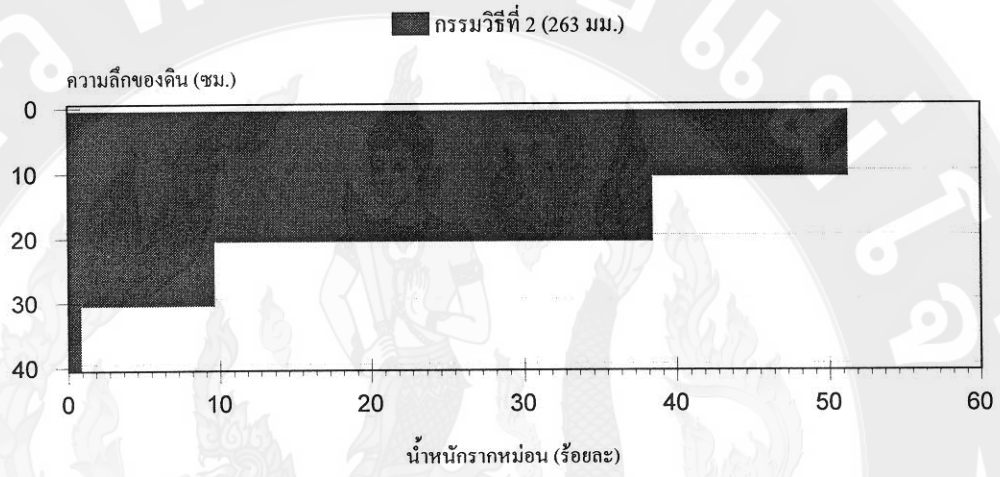
ภาพที่ 20 กราฟแสดงน้ำหนักแห้งรากหม่อน/ปริมาตรดิน (ร้อยละ) ที่ระดับความลึกต่างๆ ของดิน ตามการให้น้ำกรรมวิธีที่ 1

ภาพที่ 21 แสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 2 พบว่าที่ระดับความลึก 0 - 10 , 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 40 เซนติเมตร หม่อนดูดน้ำไปใช้คิดเป็นสัดส่วนการใช้น้ำเท่ากับ 36.93, 26.47, 22.55 และ 14.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคิดเป็นปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยเป็นความสูงของน้ำ ได้เท่ากับ 1.13, 0.81, 0.69 และ 0.43 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ



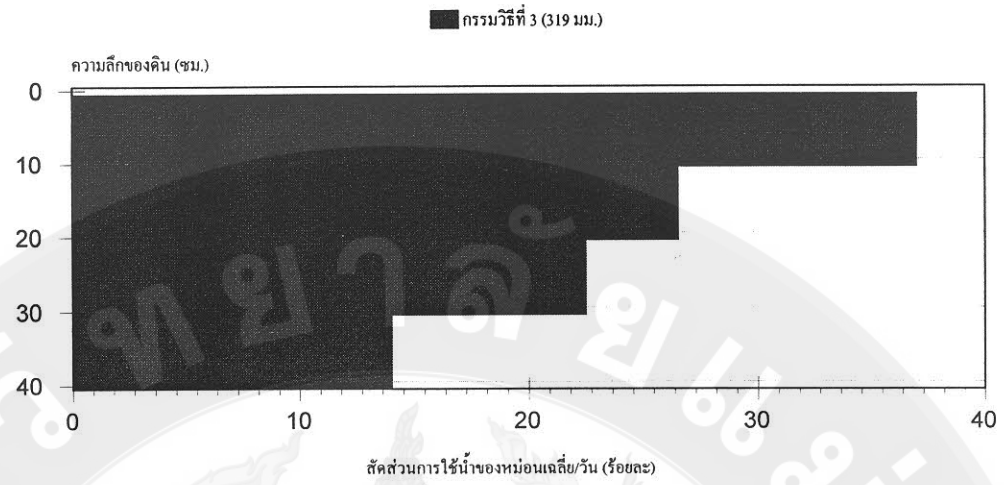
ภาพที่ 21 กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 2 ที่ระดับความลึกต่างๆ ของดินโดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน

ภาพที่ 22 แสดงปริมาณน้ำหนักแห้งของรากหม่อนตามการให้น้ำกรรมวิธีที่ 2 พบว่าที่ระดับความลึก 0 - 10 , 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 40 เซนติเมตร มีรากหม่อนกระจายคิดเป็นสัดส่วนได้เท่ากับ 51.20, 38.40, 9.60 และ 0.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคิดเป็นปริมาณน้ำหนักแห้ง/ปริมาตรดิน ได้เท่ากับ 1.28, 0.96, 0.24, และ 0.02 กรัม/ลิตร ตามลำดับ



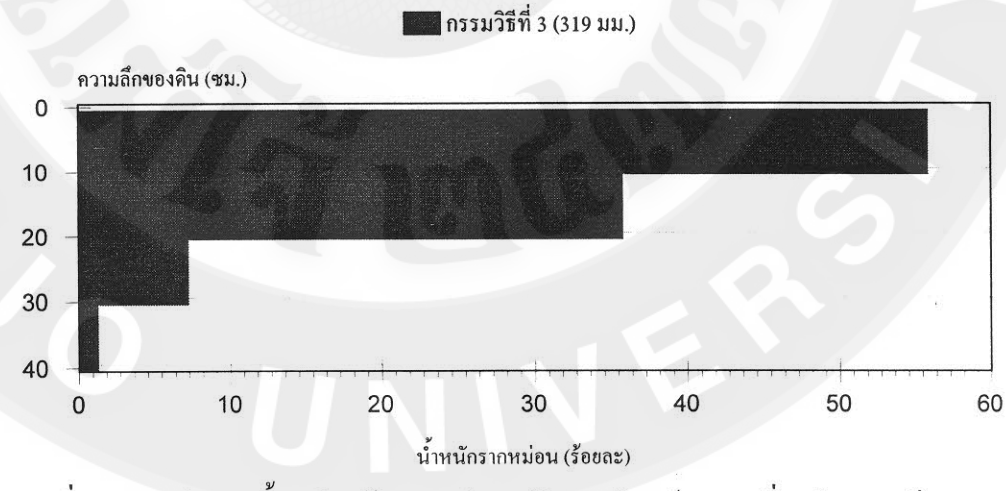
ภาพที่ 22 กราฟแสดงน้ำหนักแห้งรากหม่อน/ปริมาตรดิน (ร้อยละ) ที่ระดับความลึกต่างๆ ของดินตามการให้น้ำกรรมวิธีที่ 2

ภาพที่ 23 แสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 3 พบว่าที่ระดับความลึก 0 - 10 , 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 40 เซนติเมตร หม่อนดูดน้ำไปใช้คิดเป็นสัดส่วนการใช้น้ำเท่ากับ 36.97, 26.50, 22.49 และ 14.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคิดเป็นปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยเป็นความสูงของน้ำ ได้เท่ากับ 1.66, 1.19, 1.01 และ 0.63 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ



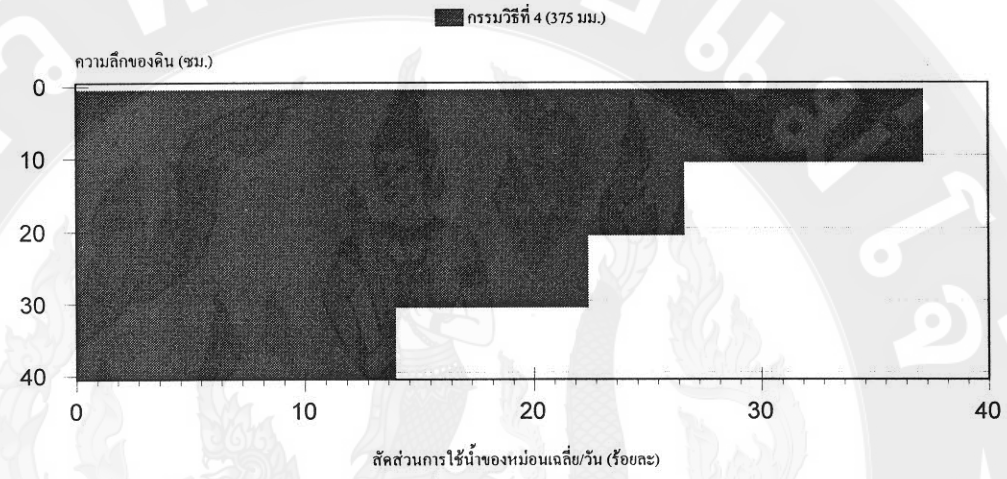
ภาพที่ 23 กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหมอนตามกรรมวิธีที่ 3 ที่ระดับความลึกต่างๆ ของดินโดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน

ภาพที่ 24 แสดงปริมาณน้ำหนักแห้งของรากหมอนตามการให้น้ำกรรมวิธีที่ 3 พบว่าที่ระดับความลึก 0 - 10 , 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 40 เซนติเมตร มีรากหมอนกระจายคิดเป็นสัดส่วนได้เท่ากับ 55.80, 35.74, 7.21 และ 1.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคิดเป็นปริมาณน้ำหนักแห้ง/ปริมาตรดิน ได้เท่ากับ 1.78, 1.14, 0.23 และ 0.04 กรัม/ลิตร ตามลำดับ



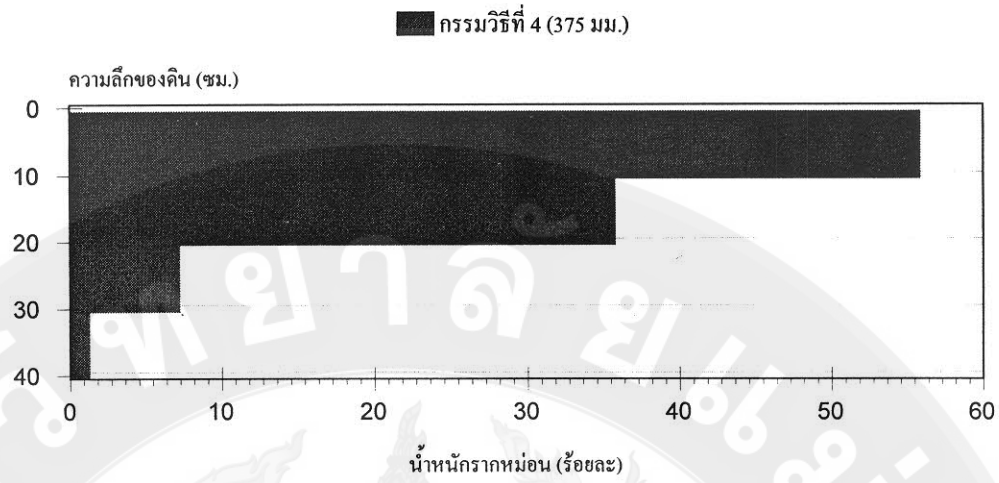
ภาพที่ 24 กราฟแสดงน้ำหนักแห้งรากหมอน/ปริมาตรดิน (ร้อยละ) ที่ระดับความลึกต่างๆของดินตามการให้น้ำกรรมวิธีที่ 3

ภาพที่ 25 แสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 4 พบว่าที่ระดับความลึก 0 - 10 , 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 40 เซนติเมตร หม่อนดูดน้ำไปใช้คิดเป็นสัดส่วนการใช้น้ำเท่ากับ 37.10, 26.61, 22.38 และ 13.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคิดเป็นปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยเป็นความสูงของน้ำ ได้เท่ากับ 1.84, 1.32, 1.11 และ 0.69 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ



ภาพที่ 25 กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของหม่อนตามกรรมวิธีที่ 4 ที่ระดับความลึกต่างๆ ของดินโดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ (%) ของการใช้น้ำ เฉลี่ย/วัน

ภาพที่ 26 แสดงปริมาณน้ำหนักแห้งของรากหม่อนตามการให้น้ำกรรมวิธีที่ 4 พบว่าที่ระดับความลึก 0 - 10 , 10 - 20, 20 - 30 และ 30 - 40 เซนติเมตร มีรากหม่อนกระจายคิดเป็นสัดส่วนได้เท่ากับ 55.80, 35.74, 7.21 และ 1.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคิดเป็นปริมาณน้ำหนักแห้ง/ปริมาตรดิน ได้เท่ากับ 1.78, 1.14, 0.23 และ 0.04 กรัม/ลิตร ตามลำดับ



ภาพที่ 26 กราฟแสดงน้ำหนักแห้งรากหม่อน/ปริมาตรดิน (ร้อยละ) ที่ระดับความลึกต่างๆ ของดิน ตามการให้น้ำกรรมวิธีที่ 4

จากภาพที่ 19 - 26 เมื่อพิจารณาระดับความชื้นดินและปริมาณรากหม่อนที่ระดับความลึกต่างๆพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง กล่าวคือปริมาณความชื้นระดับผิวดินจะถูกนำไปใช้เพื่อการคายระเหยมากกว่าชั้นระดับที่ลึกลงไปตามลำดับ ในขณะเดียวกันก็พบว่าปริมาณรากที่พบบริเวณผิวดินถึงระดับความลึก 10 เซนติเมตร จะมีปริมาณมากกว่าชั้นระดับที่ลึกลงไปตามลำดับด้วย และเมื่อคิดเป็นสัดส่วนการใช้น้ำโดยรวมทั้ง 4 กรรมวิธี พบว่าหม่อนดูดน้ำไปใช้คิดเป็นสัดส่วนการใช้น้ำเท่ากับ 36.99, 26.55, 22.52 และ 13.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีรากหม่อนกระจายคิดเป็นสัดส่วนได้เท่ากับ 52.57, 39.21, 7.27 และ 0.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.5 <u>ผลผลิตใบสด</u>

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยผลผลิตใบหม่อนสดของต้นหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำอัตราต่างๆ พบว่าโดยเฉลี่ยหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนอัตรา 0.00, 3.75 และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ให้ผลผลิตใบสดเฉลี่ย 550.42, 754.42 และ 940.58 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ขณะเดียวกันพบว่าหม่อนที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 1 - 4 มีผลผลิตใบสด 563.44, 619.89, 870.56 และ 940.00 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งสองปัจจัย นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติยังแสดงให้เห็นว่าปัจจัยทั้งสองคือไนโตรเจนและกรรมวิธีการให้น้ำชลประทาน มีปฏิสัมพันธ์กันในการกำหนดผลผลิตใบสด (ภาพที่ 27)

ตารางที่ 4 ผลผลิตเฉลี่ยของใบหม่อนสด (กก./ไร่)

ไนโตรเจน (กก./ไร่/ครั้ง)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
0.00 (N0)	452.33	540.67	572.67	636.00	550.42 c
3.75 (N1)	535.33	582.67	890.00	1,009.67	754.42 b
7.50 (N2)	702.67	736.33	1,149.00	1,174.33	940.58 a
เฉลี่ย	563.44 c	619.89 c	870.56 b	940.00 a	748.47

ปุ๋ย LSD 5 % = 51.45, 1 % = 69.93

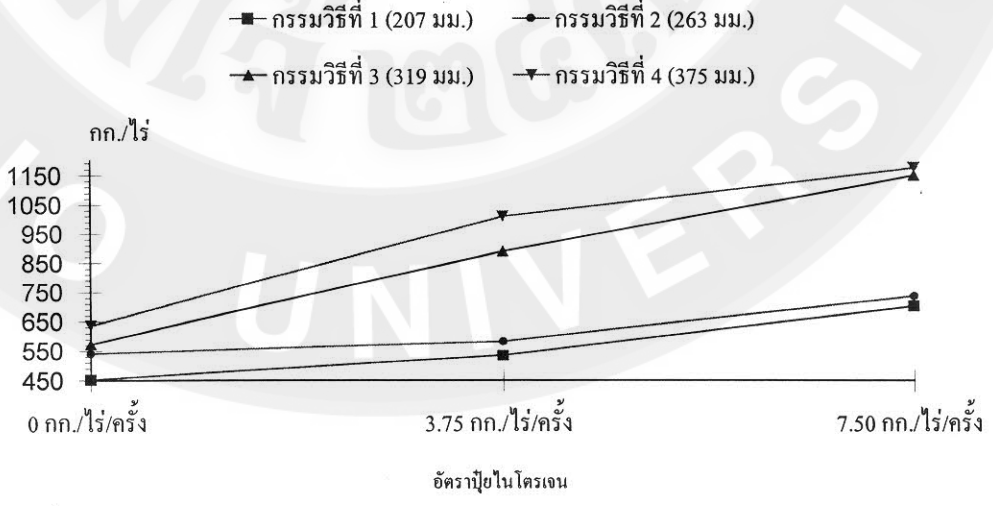
ปริมาณน้ำ LSD 5 % = 59.41, 1 % = 80.74

ปริมาณน้ำ x ปุ๋ย LSD 5 % = 145.51, 1 % = 197.78

CV = 8.117 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 27 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนแก่หม่อนที่ได้รับน้ำระดับต่ำ (กรรมวิธีที่ 1 และ 2) หรือการเพิ่มน้ำโดยไม่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนนั้น ทำให้ผลผลิตหม่อนเพิ่มเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนพร้อมกับการให้น้ำในระดับสูง (กรรมวิธีที่ 3 และ 4)



ภาพที่ 27 ผลผลิตใบหม่อนสด (กิโลกรัม/ไร่)

จากการเปรียบเทียบผลผลิตใบหม่อนสดที่ได้รับไนโตรเจนและน้ำกรรมวิธีต่างๆ พบว่าหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 7.5 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง เมื่อได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 3 หรือ 4 มีผลผลิตใบสดสูงสุดคือ 1,149.00 และ 1,174.33 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างจากหม่อนที่ได้รับปุ๋ยและน้ำอัตราอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 10)

2.6 ผลผลิตใบแห้ง

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยผลผลิตใบหม่อนแห้งของต้นหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำอัตราต่างๆ พบว่าโดยเฉลี่ยหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนอัตรา 0.00, 3.75 และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ให้ผลผลิตใบแห้งเฉลี่ย 155.43, 203.39 และ 256.47 กิโลกรัม./ไร่ ตามลำดับ ขณะเดียวกันพบว่าหม่อนที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 1 - 4 มีผลผลิตใบแห้ง 159.57, 172.41, 242.49 และ 245.91 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งสองปัจจัย นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติยังแสดงให้เห็นว่าปัจจัยทั้งสองคือไนโตรเจนและกรรมวิธีการให้น้ำชลประทาน มีปฏิสัมพันธ์กันในการกำหนดผลผลิตใบแห้ง (ภาพที่ 28)

ตารางที่ 5 น้ำหนักใบแห้งเฉลี่ย (กก./ไร่)

ไนโตรเจน (กก./ไร่/ครั้ง)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
0.00 (N0)	127.73	151.90	169.01	173.06	155.43 c
3.75 (N1)	152.60	160.97	237.36	262.62	203.39 b
7.50 (N2)	198.37	204.36	321.09	302.05	256.47 a
เฉลี่ย	159.57 b	172.41 b	242.49 a	245.91 a	205.09

ปุ๋ย LSD 5 % = 10.33, 1 % = 14.05

ปริมาณน้ำ LSD 5 % = 16.88, 1 % = 22.94

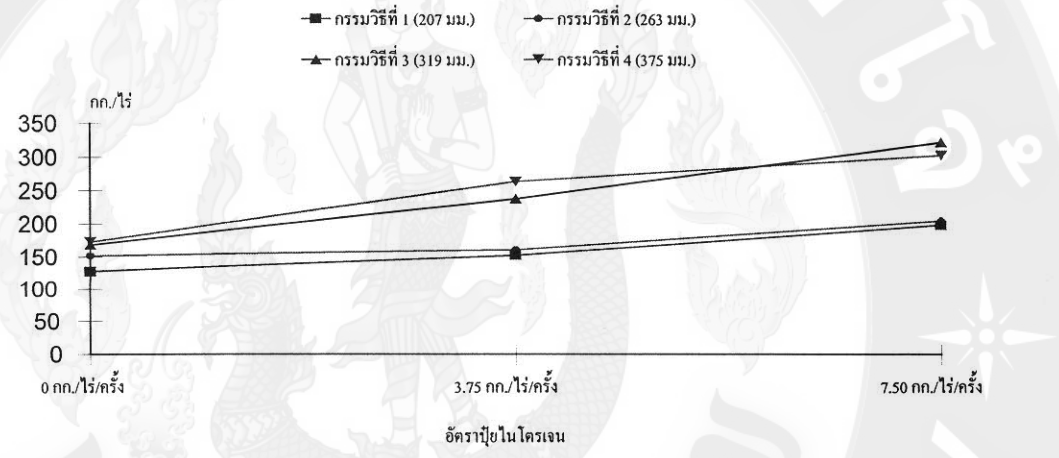
ปริมาณน้ำ x ปุ๋ย LSD 5 % = 41.34, 1 % = 56.19

CV = 8.42 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 28 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนแก่หม่อนที่ได้รับน้ำระดับต่ำ (กรรมวิธีที่ 1 และ 2) หรือการเพิ่มน้ำโดยไม่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนนั้น ทำให้ผลผลิตใบหม่อนแห้งเพิ่มเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนพร้อมกับการให้น้ำในระดับสูง (กรรมวิธีที่ 3, 4)

จากการเปรียบเทียบผลผลิตใบหม่อนแห้ง ที่ได้รับไนโตรเจนและน้ำกรรมวิธีต่างๆ พบว่าหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง เมื่อได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 3 และ 4 มีผลผลิตใบแห้งสูงสุดคือ 321.09 และ 302.05 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างจากหม่อนที่ได้รับปุ๋ยและน้ำอัตราอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง



ภาพที่ 28 ผลผลิตใบหม่อนแห้ง (กิโลกรัม/ไร่)

2.7 องค์ประกอบผลผลิต

2.7.1 จำนวนกิ่งต่อต้น

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่ง/ต้น ของหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตร-เจนและน้ำอัตราต่างๆ พบว่าโดยเฉลี่ยหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนอัตรา 0.00, 3.75 และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ให้จำนวนกิ่ง/ต้น เฉลี่ย 10.17, 11.83 และ 13.08 กิ่ง/ต้น ตามลำดับ ขณะเดียวกันพบว่าหม่อนที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 1 - 4 มีจำนวนกิ่ง/ต้น เฉลี่ย 10.78, 11.44, 11.89 และ 12.67 กิ่ง/ต้น ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติทั้งสองปัจจัย นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติยังแสดงให้เห็นว่าปัจจัยทั้งสอง คือไนโตรเจนและกรรมวิธีการให้น้ำชลประทาน ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันในการกำหนดจำนวนกิ่ง/ต้น ของหม่อน (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 6 จำนวนกิ่งเฉลี่ย/ต้น

ไนโตรเจน (กก./ไร่/ครั้ง)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
0.00 (N0)	9.67	10.00	10.00	11.00	10.17 ns
3.75 (N1)	10.33	11.67	12.33	13.00	11.83 ns
7.50 (N2)	12.33	12.67	13.33	14.00	13.08 ns
เฉลี่ย	10.78 ns	11.44 ns	11.89 ns	12.67 ns	11.69

CV = 14.86 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2.7.2 ความยาวของกิ่ง

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวของกิ่งหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำอัตราต่างๆ พบว่าโดยเฉลี่ยหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนอัตรา 0.00, 3.75 และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ให้ความยาวกิ่งเฉลี่ย 50.08, 63.00 และ 74.67 เซนติเมตร/กิ่ง ตามลำดับ ขณะเดียวกันพบว่าหม่อนที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 1 - 4 มีความยาวกิ่งเฉลี่ย 48.33, 54.33, 70.22 และ 77.44 เซนติเมตร/กิ่ง ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งสองปัจจัย แต่ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปัจจัยทั้งสอง คือไนโตรเจนและกรรมวิธีการให้น้ำชลประทาน ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันในการกำหนดความยาวของกิ่ง

จากการเปรียบเทียบความยาวของกิ่งหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนและน้ำกรรมวิธีต่างๆ พบว่าหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 7.5 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง เมื่อได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 4 และ 3 มีความยาวกิ่งสูงสุดคือ 96 และ 87 เซนติเมตร/กิ่ง ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างจากหม่อนที่ได้รับปุ๋ยและน้ำอัตราอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 7 ความยาวเฉลี่ย/กิ่ง (เซนติเมตร)

ไนโตรเจน (กก./ไร่/ครั้ง)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
0.00 (N0)	45.33	48.00	53.00	54.00	50.08 c
3.75 (N1)	45.67	53.33	70.67	82.33	63.00 b
7.50 (N2)	54.00	61.67	87.00	96.00	74.67 a
เฉลี่ย	48.33 b	54.33 b	70.22 a	77.44 a	62.58

ปุ๋ย LSD 5 % = 8.91, 1 % = 12.11

ปริมาณน้ำ LSD 5 % = 10.29, 1 % = 13.98

ปริมาณน้ำ x ปุ๋ย LSD 5 % = 25.19, 1 % = 34.24

CV = 16.81 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.7.3 น้ำหนักกิ่งสด

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักกิ่งสดของต้นหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำอัตราต่างๆ พบว่าโดยเฉลี่ยหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนอัตรา 0.00, 3.75 และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ให้น้ำหนักกิ่งสดเฉลี่ย 198.25, 286.67 และ 396.92 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ขณะเดียวกันพบว่าหม่อนที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 1 - 4 มีผลผลิตกิ่งสด 200.11, 244.44, 351.33 และ 379.89 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งสองปัจจัย นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติยังแสดงให้เห็นว่าปัจจัยทั้งสอง คือ ไนโตรเจนและกรรมวิธีการให้น้ำชลประทาน มีปฏิสัมพันธ์กันในการกำหนดน้ำหนักกิ่งสดของหม่อน (ภาพที่ 29)

ตารางที่ 8 น้ำหนักกิ่งสด (กิโลกรัม/ไร่)

ไนโตรเจน (กก./ไร่/ครั้ง)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
0.00 (N0)	145.33	201.67	218.00	228.00	198.25 c
3.75 (N1)	185.00	203.00	347.67	411.00	286.67 b
7.50 (N2)	270.00	328.67	488.33	500.67	396.92 a
เฉลี่ย	200.11 c	244.44 b	351.33 a	379.89 a	293.94

ปุ๋ย LSD 5 % = 34.48, 1 % = 46.87

ปริมาณน้ำ LSD 5 % = 39.81, 1 % = 54.12

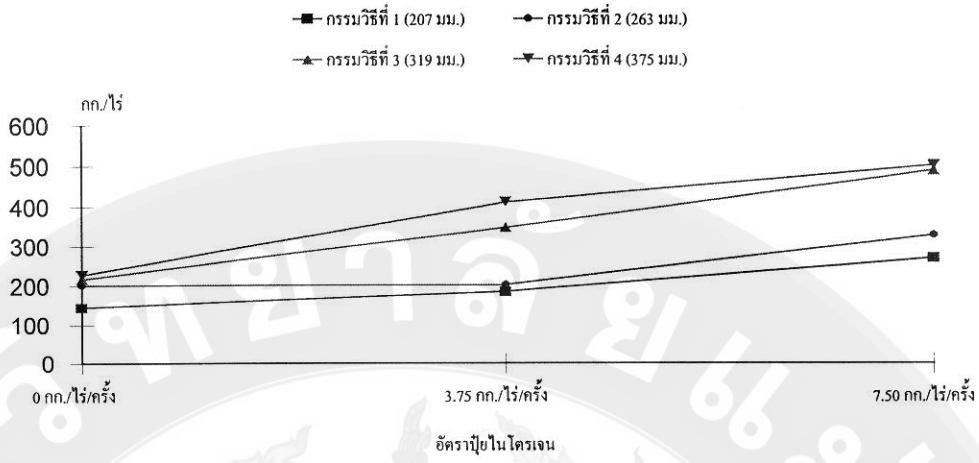
ปริมาณน้ำ x ปุ๋ย LSD 5 % = 97.52, 1 % = 132.56

CV = 13.85 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 29 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนแก่หม่อนที่ได้รับน้ำระดับต่ำ (กรรมวิธีที่ 1 และ 2) หรือการเพิ่มน้ำโดยไม่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนนั้น ทำให้น้ำหนักกิ่งเพิ่มเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนพร้อมกับการให้น้ำในระดับสูง(กรรมวิธีที่ 3 และ 4)

จากการเปรียบเทียบน้ำหนักกิ่งหม่อนสดที่ได้รับไนโตรเจนและน้ำกรรมวิธีต่างๆ พบว่าหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง เมื่อได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 4 ให้น้ำหนักกิ่งสดสูงสุดคือ 500.67 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งแตกต่างจากหม่อนที่ได้รับปุ๋ยและน้ำอัตราอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 10)



ภาพที่ 29 น้ำหนักกิ่งสด (กิโลกรัม/ไร่)

2.7.4 น้ำหนักกิ่งแห้ง

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักกิ่งแห้งของต้นหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำอัตราต่างๆ พบว่าโดยเฉลี่ยหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนอัตรา 0.00, 3.75 และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ให้น้ำหนักกิ่งแห้งเฉลี่ย 63.33, 88.46 และ 120.84 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ขณะเดียวกันพบว่าหม่อนที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 1 - 4 ให้น้ำหนักกิ่งแห้ง 59.42, 76.83, 109.37 และ 117.89 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งสองปัจจัย นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ทางสถิติยังแสดงให้เห็นว่าปัจจัยทั้งสองคือไนโตรเจนและกรรมวิธีการให้น้ำชลประทาน มีปฏิสัมพันธ์กันในการกำหนดน้ำหนักกิ่งแห้งของต้นหม่อน (ภาพที่ 30)

ตารางที่ 9 น้ำหนักกิ่งแห้ง (กก./ไร่)

ไนโตรเจน (กก./ไร่/ครั้ง)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
0.00 (N0)	44.13	64.38	71.47	73.34	63.33 c
3.75 (N1)	56.07	63.88	103.74	130.16	88.46 b
7.50 (N2)	78.07	102.24	152.90	150.16	120.84 a
เฉลี่ย	59.42 c	76.83 b	109.37 a	117.89 a	90.88

ปุ๋ย LSD 5 % = 9.45, 1 % = 12.84

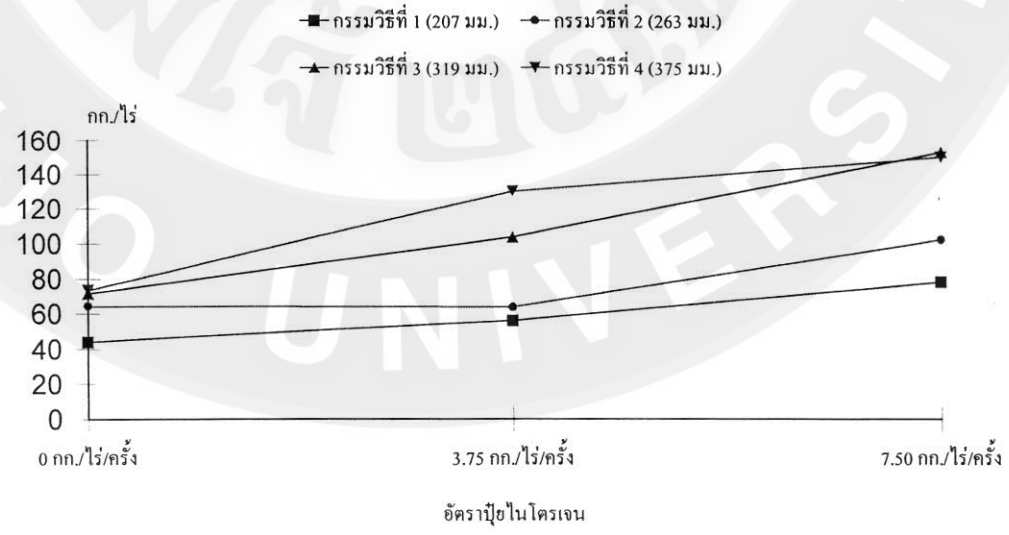
ปริมาณน้ำ LSD 5 % = 10.91, 1 % = 14.83

ปริมาณน้ำ x ปุ๋ย LSD 5 % = 26.73, 1 % = 36.33

CV = 12.28 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 30 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนแก่หม่อนที่ได้รับน้ำระดับต่ำ (กรรมวิธีที่ 1 และ 2) หรือการเพิ่มน้ำโดยไม่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนนั้น ทำให้น้ำหนักกิ่งแห้งของต้นหม่อนเพิ่มเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนพร้อมกับการให้น้ำในระดับสูง (กรรมวิธีที่ 3 และ 4)



ภาพที่ 30 น้ำหนักกิ่งแห้ง (กิโลกรัม/ไร่)

จากการเปรียบเทียบน้ำหนักกิ่งแห้งของต้นหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนและน้ำกรรมวิธีต่างๆ พบว่าหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 7.5 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง เมื่อได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 3 ให้น้ำหนักกิ่งแห้งของต้นหม่อนสูงสุดคือ 152.90 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งแตกต่างจากหม่อนที่ได้รับปุ๋ยและน้ำอัตราอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตอื่นๆ

Treatment	นน.ใบสด	นน.ใบแห้ง	นน.กิ่งสด	นน.กิ่งแห้ง	จำนวนกิ่ง	ความยาว
	กก./ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	กก./ไร่	(กิ่ง/ต้น)	(กิ่ง/ซม.)
N0W1	452.33 f	127.73 g	145.33 f	44.13 f	9.67 ns	45.33 c
N0W2	540.67 ef	151.90 fg	201.67 ef	64.38 def	10.00 ns	48.00 c
N0W3	572.67 e	169.01 ef	218.00 ef	71.47 de	10.00 ns	53.00 bc
N0W4	636.00 de	173.06 def	228.00 e	73.34 de	11.00 ns	54.00 bc
N1W1	535.33 ef	152.60 fg	185.00 f	56.07 ef	10.33 ns	45.67 c
N1W2	582.67 e	160.97 f	203.00 ef	63.88 ef	11.67 ns	53.33 bc
N1W3	890.00 c	237.36 bc	347.67 cd	103.74 c	12.33 ns	70.67 b
N1W4	1,009.67 b	262.62 b	411.00 bc	130.16 b	13.00 ns	82.33 a
N2W1	702.67 d	198.37 de	270.00 de	78.07 d	12.33 ns	54.00 bc
N2W2	736.33 d	204.36 cd	328.67 d	102.24 c	12.67 ns	61.67 bc
N2W3	1,149.00 a	321.09 a	488.33 ab	152.90 a	13.33 ns	87.00 a
N2W4	1,174.33 a	302.05 a	500.67 a	128.25 ab	14.00 ns	96.00 a
F - test	**	**	**	**	ns	**
C.V. (%)	8.12	8.42	13.85	12.28	14.86	16.81

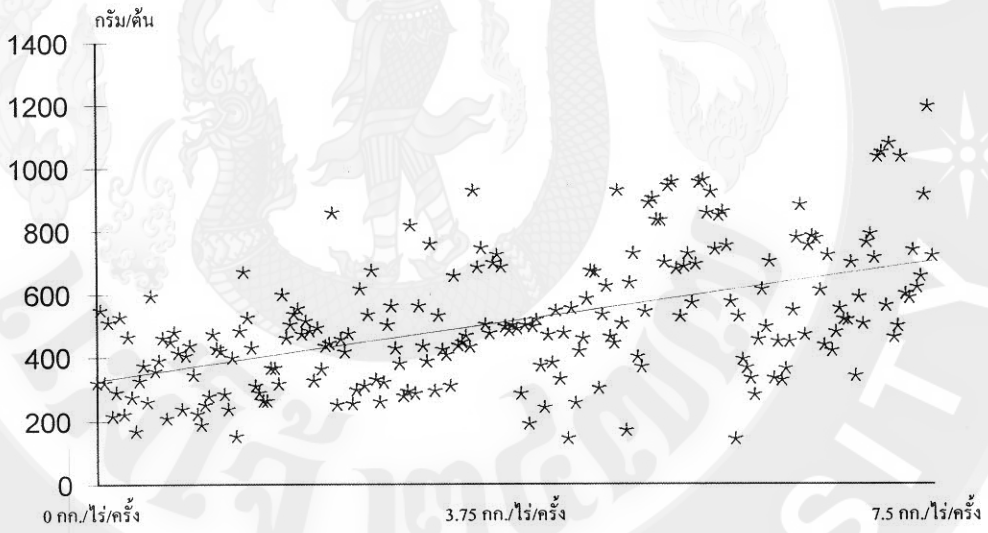
หมายเหตุ : ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.7.5 <u>การตรวจสอบสหสัมพันธ์</u> (correlation)

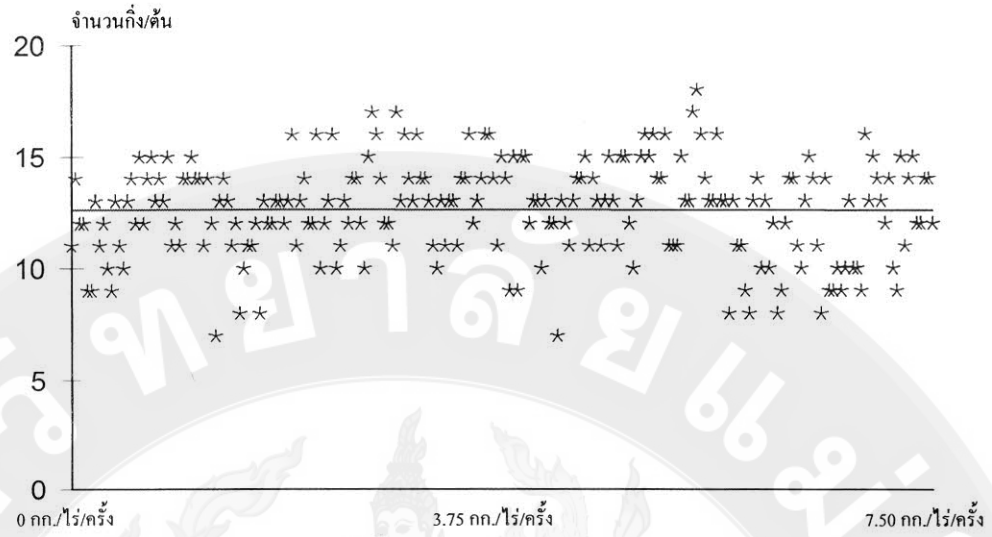
จากการตรวจสอบสหสัมพันธ์ของปริมาณน้ำและอัตราปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตหม่อน พบว่า ปริมาณน้ำมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความยาวของกิ่งมากที่สุด รองลงไปคือน้ำหนักของใบ และจำนวนกิ่งต่อต้น โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient , r) เท่ากับ 0.574, 0.430 และ -0.055 ส่วนอัตราปุ๋ยมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับน้ำหนักใบมากที่สุด รองลงไปคือความยาวกิ่ง และจำนวนกิ่งต่อต้น โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของปริมาณปุ๋ยเท่ากับ 0.431, 0.377 และ 0.189 ตามลำดับ (ตารางที่ 11 และภาพที่ 31, 32 และ 33) นอกจากนี้ยังพบว่าผลผลิตใบมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความยาวกิ่งมากกว่าจำนวนกิ่ง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างองค์ประกอบของผลผลิตด้วยกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) เท่ากับ 0.671 และ 0.595 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของน้ำชลประทาน (r) = 0.43032 Prob > |R| = 0.0001

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปุ๋ยไนโตรเจน (r) = 0.43048 Prob > |R| = 0.0001

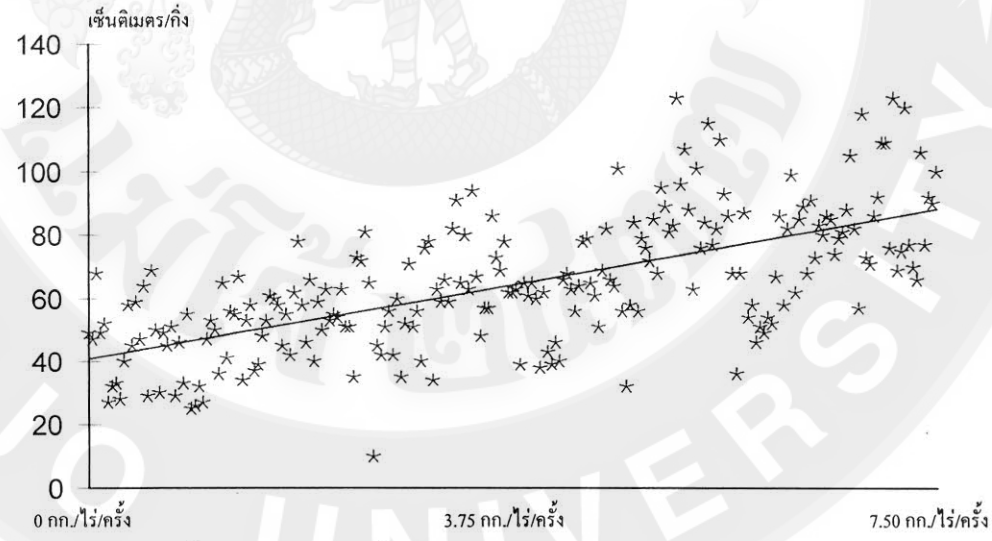
ภาพที่ 31 กราฟแสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างปริมาณน้ำ + อัตราปุ๋ย ที่มีต่อผลผลิตใบ (กรัม/ต้น)



ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของน้ำชลประทาน (r) = -0.05581 Prob > |R| = 0.4145

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปุ๋ยไนโตรเจน (r) = 0.18972 Prob > |R| = 0.0051

ภาพที่ 32 กราฟแสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างปริมาณน้ำ + อัตราปุ๋ย ที่มีต่อจำนวนกิ่งต่อต้น



ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของน้ำชลประทาน (r) = 0.57444 Prob > |R| = 0.0001

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปุ๋ยไนโตรเจน (r) = 0.37744 Prob > |R| = 0.0001

ภาพที่ 33 กราฟแสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างปริมาณน้ำ + อัตราปุ๋ย ที่มีต่อความยาวกิ่ง (ซม.)

2.7.6 <u>การตรวจสอบค่าการถดถอย</u> (regression)

จากการตรวจสอบสมมุติฐาน H_0: $\beta = 0$ โดยใช้สมการ $Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$ พบว่าการให้น้ำร่วมกับปุ๋ยทุกระดับ มีผลให้จำนวนกิ่งต่อต้น ความยาวของกิ่ง และน้ำหนักใบต่อต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และค่าสมการที่ตรวจสอบได้มีผลดังนี้

จำนวนกิ่งต่อต้น $Y = -2.5159 + (-0.001918\ X_1) + 0.1667\ X_2$

ความยาวของกิ่ง $Y = -296.1118 + 0.192824\ X_1 + 3.2384\ X_2$

น้ำหนักใบ $Y = -3{,}369.99 + 1.441931\ X_1 + 36.8704\ X_2$

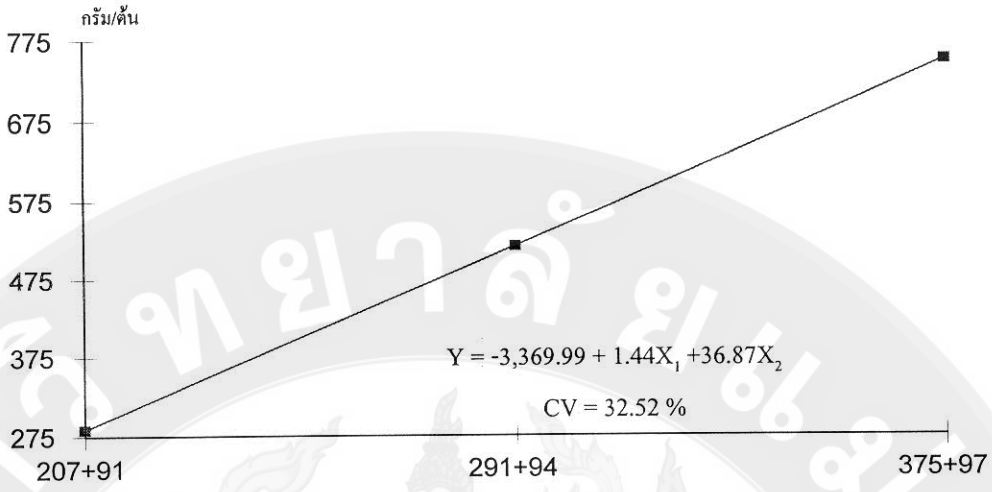
เมื่อนำค่า Y ไปจุดในกระดาษกราฟจะได้เส้น multiple linear regress-ion b. ดังภาพที่ 34, 35 และ 36

<u>**ตารางที่ 11**</u> ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ

	ปริมาณน้ำ	อัตราปุ๋ย	จำนวนกิ่ง	ความยาวกิ่ง	น้ำหนักใบ
ปริมาณน้ำ r	1.00000	0.0	-0.05581^{ns}	0.57444**	0.43032**
Prob	0.0	1.00000	0.4145	0.0001	0.0001
อัตราปุ๋ย r	0.0	1.00000	0.18972**	0.37744**	0.43048**
Prob	1.00000	0.0	0.0051	0.0001	0.0001
จำนวนกิ่ง r		0.18972**	1.00000	0.13639*	0.59575**
Prob		0.0051	0.0	0.0453	0.0001
ความยาวกิ่ง r			0.13639*	1.00000	0.67137**
Prob			0.0453	0.0	0.0001
น้ำหนักใบ r				0.67137**	1.00000
Prob				0.0001	0.0

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ df = 214 ที่ 0.05 มีค่า = 0.113

** มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ที่ 0.01 มีค่า = 0.148



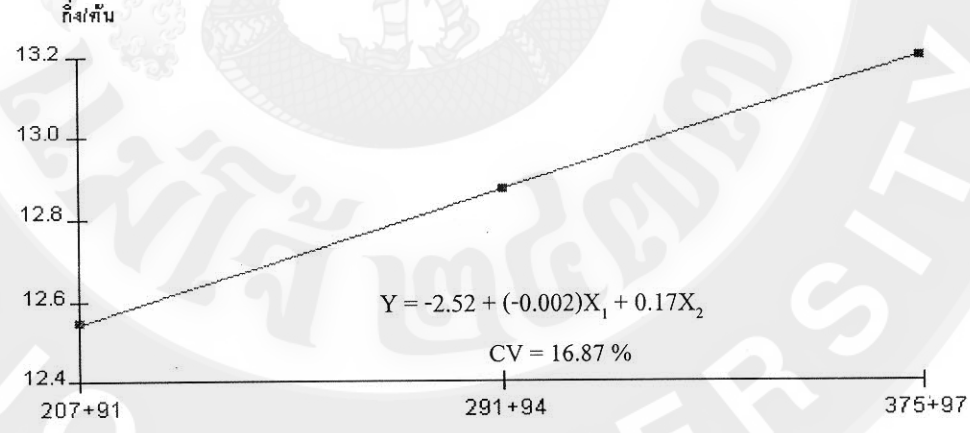
หมายเหตุ : Y = ความยาวเฉลี่ยต่อกิ่ง (เซนติเมตร)

X_1 = ปริมาณน้ำชลประทาน (มิลลิเมตร)

X_2 = อัตราปุ๋ย (กรัม/1.125 เมตร^2)

ภาพที่ 34 กราฟแสดงเส้น multiple linear regression ของใบหม่อน จากสมการ

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$$



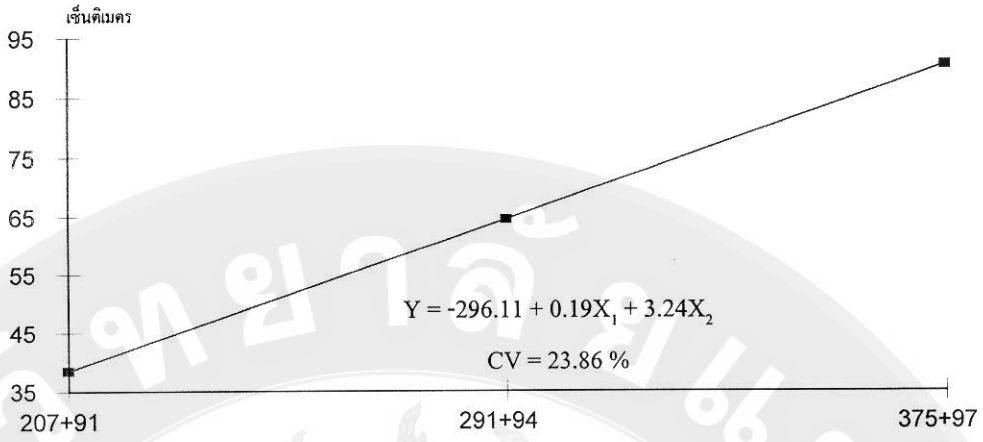
หมายเหตุ : Y = ความยาวเฉลี่ยต่อกิ่ง (เซนติเมตร)

X_1 = ปริมาณน้ำชลประทาน (มิลลิเมตร)

X_2 = อัตราปุ๋ย (กรัม/1.125 เมตร^2)

ภาพที่ 35 กราฟแสดงเส้น multiple linear regression ของจำนวนกิ่ง จากสมการ

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$$



หมายเหตุ : Y = ความยาวเฉลี่ยต่อกิ่ง (เซนติเมตร)

X_1 = ปริมาณน้ำชลประทาน (มิลลิเมตร)

X_2 = อัตราปุ๋ย (กรัม/1.125 เมตร^2)

ภาพที่ 36 กราฟแสดงเส้น multiple linear regression ของความยาวกิ่ง จากสมการ

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$$

2.8 ผลการวิเคราะห์ดินภายหลังสิ้นสุดงานทดลอง

2.8.1 พีเอช (pH)

ค่า pH ดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองของดินแปลงหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนสะสมและการให้น้ำอัตราต่างๆ แสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้ค่าพีเอชของดินลดต่ำลง โดยดินที่ได้รับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสะสมในอัตรา 9.37 และ 15.00 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีพีเอชเท่ากับ 4.95 และ 4.77 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ แต่ต่ำกว่า 5.19 ของดินที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนสะสมในอัตรา 3.75 กิโลกรัม/ไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นดินเนื้อหยาบจึงเห็นพีเอชลดลงเร็วกว่าดินเนื้อละเอียด ส่วนการให้น้ำชลประทานไม่มีผลให้พีเอชเฉลี่ยของดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการให้น้ำชลประทานและปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อพีเอชของดิน

ตารางที่ 12 พีเอช (pH) ของดินเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (สัดส่วนดินกับน้ำเท่ากับ 1:1)

ไนโตรเจนสะสม (กก./ไร่)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
3.75	5.07	5.11	5.15	5.42	5.19 a
9.37	4.81	5.02	4.99	4.96	4.95 b
15.00	4.69	4.96	4.72	4.71	4.77 b
เฉลี่ย	4.85 ns	4.96 ns	5.03 ns	5.03 ns	4.97

ปุ๋ย LSD 5 % = 0.18, 1 % = 0.25

CV = 4.30 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2.8.2 อินทรียวัตถุ (OM.)

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองของดินแปลงหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนสะสมและการให้น้ำอัตราต่างๆ แสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 พบว่าปัจจัยทั้งสอง คือปุ๋ยไนโตรเจนและการให้น้ำชลประทาน ไม่มีผลทำให้อินทรียวัตถุในดินแตกต่างกัน โดยดินที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนสะสมอัตรา 3.75, 9.37 และ 15.00 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำให้ดินมีอินทรียวัตถุเฉลี่ย 0.70, 0.73 และ 0.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการให้น้ำชลประทานตามกรรมวิธีที่ 1 - 4 ทำให้ดินมีอินทรียวัตถุเฉลี่ย 0.70, 0.71, 0.68, และ 0.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการให้น้ำชลประทานและปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่ออินทรียวัตถุของดิน

ตารางที่ 13 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM, %)

ไนโตรเจนสะสม (กก./ไร่)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
3.75	0.69	0.76	0.67	0.70	0.70 ns
9.37	0.72	0.75	0.70	0.76	0.73 ns
15.00	0.69	0.63	0.66	0.72	0.67 ns
เฉลี่ย	0.70 ns	0.71 ns	0.68 ns	0.72 ns	0.70

CV = 10.58 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2.8.3 ฟอสฟอรัส (P)

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองของดินแปลงหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนสะสมและการให้น้ำอัตราต่างๆ แสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้ฟอสฟอรัสในดินแตกต่างกันโดยดินที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนสะสมอัตรา 9.37 และ 15.00 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ามีฟอสฟอรัสในดินเฉลี่ย 19.69 และ 19.05 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่า 28.81 ส่วนในล้านส่วน ของดินที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนสะสม 3.75 กิโลกรัม/ไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการให้น้ำชลประทานตามกรรมวิธีที่ 1 - 4 พบว่าดินมีฟอสฟอรัสเฉลี่ย 18.93, 20.50, 25.12 และ 23.89 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ

นอกจากนี้ยังพบว่าการให้น้ำชลประทานและปุ๋ยไนโตรเจน ไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อฟอสฟอรัสในดิน

ตารางที่ 14 ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P, ppm)

ไนโตรเจนสะสม (กก./ไร่)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
3.75	30.58	30.22	29.21	27.36	28.81 a
9.37	15.22	18.08	20.36	23.51	19.69 b
15.00	17.51	18.87	21.37	19.29	19.05 b
เฉลี่ย	18.93 ns	20.50 ns	25.12 ns	23.89 ns	22.25

ปุ๋ย LSD 5 % = 4.46

CV = 22.53 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2.8.4 โพแทสเซียม (K)

ปริมาณโพแทสเซี่ยมในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองของดินแปลงหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนสะสมและการให้น้ำอัตราต่างๆ แสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้โพแทสเซี่ยมของดินลดต่ำลง โดยดินที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนสะสมอัตรา 3.75, 9.37 และ 15.00 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีโพแทสเซี่ยมลดลงเหลือ 33.49, 29.81 และ 23.63 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนการให้น้ำชลประทานตามกรรมวิธีที่ 1, 2 และกรรมวิธีที่ 3, 4 มีผลให้โพแทสเซี่ยมของดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยโพแทสเซี่ยมลดลงเหลือเท่ากับ 32.16, 30.46 และ 26.74, 26.55 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ แต่การให้น้ำชลประทานและปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อโพแทสเซี่ยมในดิน

ตารางที่ 15 ปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K, ppm)

ไนโตรเจนสะสม (กก./ไร่)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
3.75	35.89	33.43	32.64	32.02	33.49 a
9.37	33.43	30.76	27.40	27.66	29.81 b
15.00	27.15	27.21	20.18	19.98	23.63 c
เฉลี่ย	32.16 a	30.46 a	26.74 b	26.55 b	28.97

ปุ๋ย LSD 5 % = 2.80, 1 % = 3.81

ปริมาณน้ำ LSD 5 % = 3.24, 1 % = 4.40

CV = 11.42 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.8.5 แคลเซี่ยม (Ca)

ปริมาณแคลเซี่ยมในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองของดินแปลงหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนและการให้น้ำอัตราต่างๆ แสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้แคลเซี่ยมของดินลดต่ำลง โดยดินที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนสะสมอัตรา 3.75, 9.37 และ 15.00 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีแคลเซี่ยมลดลงเหลือเท่ากับ 119.03, 113.20 และ 109.92 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนการให้น้ำชลประทานพบว่าการให้น้ำชลประทานตามกรรมวิธีที่ 2 - 4 เมื่อสิ้นสุดการทดลองดินมีแคลเซี่ยมเท่ากับ 115.63, 117.12 และ 117.59 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 ซึ่งมีแคลเซี่ยมเหลือ 105.86 ส่วนในล้านส่วน ส่วนการให้น้ำชลประทานและปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อแคลเซี่ยมในดิน

ตารางที่ 16 ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca, ppm)

ไนโตรเจนสะสม (กก./ไร่)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
3.75	119.43	119.11	119.32	118.25	119.03 a
9.37	103.04	115.90	116.56	117.32	113.20 ab
15.00	95.12	111.87	115.46	117.21	109.92 b
เฉลี่ย	105.86 b	115.63 a	117.12 a	117.59 a	114.05

ปุ๋ย LSD 5 % = 6.12, 1 % = 8.32

ปริมาณน้ำ LSD 5 % = 7.07, 1 % = 9.61

CV = 6.34 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2.8.6 แมกนีเซียม (Mg)

ปริมาณแมกนีเซียมในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองของดินแปลงหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนและการให้น้ำอัตราต่างๆ แสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 พบว่าปัจจัยทั้งสอง คือปุ๋ยไนโตรเจนและการให้น้ำชลประทานไม่มีผลทำให้แมกนีเซียมในดินแตกต่างกัน โดยดินที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนสะสมอัตรา 3.75, 9.37 และ 15.00 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ามีแมกนีเซียมในดินเฉลี่ย 27.63, 26.36 และ 26.10 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ส่วนการให้น้ำชลประทานตามกรรมวิธีที่ 1 - 4 พบว่าดินมีแมกนีเซียมเฉลี่ย 25.51, 26.00, 27.40 และ 27.88 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการให้น้ำชลประทานและปุ๋ยไนโตรเจน ไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อแมกนีเซียมในดิน

ตารางที่ 17 ปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg, ppm)

ไนโตรเจนสะสม (กก./ไร่)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
3.75	26.52	27.10	25.18	31.74	27.63 ns
9.37	19.81	31.73	27.73	26.17	26.36 ns
15.00	30.20	23.37	25.10	25.75	26.10 ns
เฉลี่ย	25.51 ns	26.00 ns	27.40 ns	27.88 ns	26.70

CV = 27.60 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ถูกนำมาใช้

3.1 ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบหม่อน

ปริมาณธาตุไนโตรในใบหม่อนเมื่อสิ้นสุดการทดลองครั้งที่ 2 ของแปลงหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนและการให้น้ำอัตราต่างๆ แสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในใบหม่อน โดยดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ได้รับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 3.75 และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง เมื่อนำใบหม่อนไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน พบว่ามีไนโตรเจน 2.46, 2.52 และ 2.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนการให้น้ำชลประทานตามกรรมวิธีที่ 1 - 4 มีผลให้ปริมาณไนโตรเจนในใบหม่อนเพิ่ม 2.49, 2.65, 2.66 และ 2.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าการให้น้ำชลประทานและปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อการกำหนดปริมาณไนโตรเจนในใบหม่อน

ตารางที่ 18 ปริมาณไนโตรเจนในใบหม่อน (%)

ไนโตรเจน (กก./ไร่/ครั้ง)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
0.00 (N0)	2.16	2.71	2.50	2.49	2.46 b
3.75 (N1)	2.35	2.41	2.49	2.83	2.52 b
7.50 (N2)	2.97	2.82	3.00	2.99	2.94 a
เฉลี่ย	2.49 ns	2.65 ns	2.66 ns	2.77 ns	2.64

ปุ๋ย LSD 5 % = 0.19, 1 % = 0.26

CV = 8.68 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

3.2 ปริมาณธาตุไนโตรเจนจากดินที่ถูกนำมาใช้สร้างใบหม่อน

ปริมาณธาตุไนโตรเจนจากดินที่ถูกนำมาใช้สร้างใบหม่อน เมื่อสิ้นสุดการทดลองครั้งที่ 2 ของแปลงหม่อนที่ได้รับไนโตรเจนและการให้น้ำอัตราต่างๆ แสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในดินที่ถูกนำไปใช้ในการสร้างใบหม่อน โดยดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ได้รับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 3.75 และ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง เมื่อนำใบหม่อนไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตร-เจนที่ถูกดูดนำมาใช้สร้างผลผลิตใบ พบว่าไนโตรเจนถูกดูดใช้ไป 4.15, 5.17 และ 6.46 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ตามลำดับ ส่วนการให้น้ำชลประทานตามกรรมวิธีที่ 1 - 4 มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในดินที่ถูกนำไปใช้ในการสร้างใบหม่อน 4.50, 4.85, 5.74 และ 5.95 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งสองปัจจัย นอกจากนี้ยังพบว่าการให้น้ำชลประทานและปุ๋ยไนโตรเจนมีปฏิสัมพันธ์ต่อการกำหนดการใช้ไนโตรเจนในดินของหม่อน (ภาพที่ 37)

ตารางที่ 19 ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกนำมาใช้สร้างใบหม่อน (กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่)

ไนโตรเจน (กก./ไร่/ครั้ง)	กรรมวิธีให้น้ำ ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4	เฉลี่ย
0.00 (N0)	3.82	4.52	4.20	4.07	4.15 c
3.75 (N1)	4.31	4.27	5.93	6.16	5.17 b
7.50 (N2)	5.37	5.78	7.72	6.98	6.46 a
เฉลี่ย	4.50 b	4.85 b	5.74 a	5.95 a	5.26

ปุ๋ย LSD 5 % = 0.42, 1 % = 0.57

ปริมาณน้ำ LSD 5 % = 0.49, 1 % = 0.66

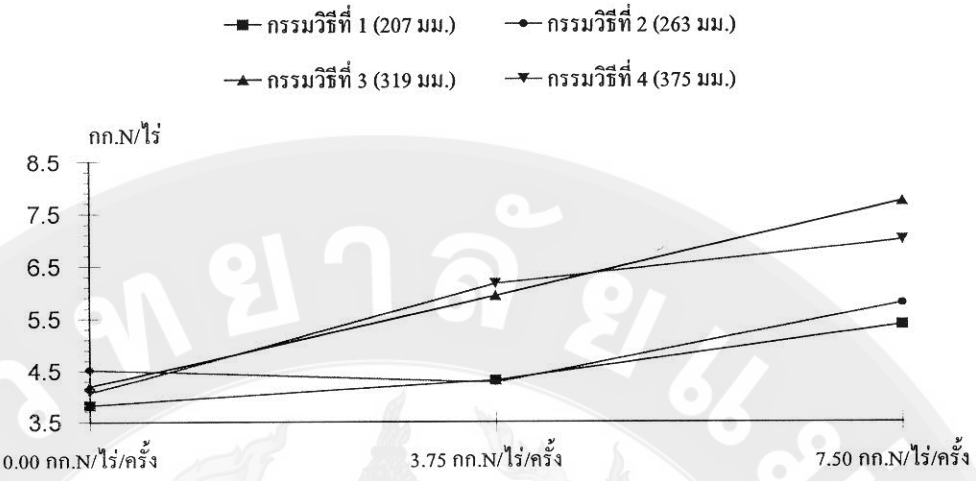
ปริมาณน้ำ x ปุ๋ย LSD 5 % = 1.19, 1 % = 1.62

CV = 9.47 %

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งหรือแถวนอนที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 37 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนแก่หม่อนที่ได้รับน้ำระดับต่ำ (กรรมวิธีที่ 1 และ 2) หรือการเพิ่มน้ำโดยไม่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนนั้น ทำให้ไนโตรเจนในดินถูกนำไปใช้ได้เพิ่มเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนพร้อมกับการให้น้ำในระดับสูง (กรรมวิธีที่ 3 และ 4)

จากการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในดินที่ถูกนำไปใช้ เมื่อดินได้รับไนโตรเจนและน้ำกรรมวิธีต่างๆ พบว่าดินที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 3 ปริมาณไนโตรเจนถูกดูดไปใช้สูงสุดคือ 7.72 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ ซึ่งแตกต่างทางสถิติจากดินที่ได้รับปุ๋ยและน้ำอัตราอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง



ภาพที่ 37 กราฟแสดงปริมาณไนโตรเจนจากดินที่ถูกนำมาใช้สร้างใบหม่อน (กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่/ฤดูเก็บเกี่ยว)

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ปริมาณความชื้นดินเมื่อวันก่อนการให้น้ำ

1.1 การทดลองที่ 1 พบว่า การให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 1 ดินในเขตรากพืชมีความชื้นต่ำกว่าจุดเหี่ยวเฉาถาวร (PWP) สะสมตลอดช่วงเวลาการทดลองประมาณ 6 วัน (รูปที่ 2) การให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 2 ดินในเขตรากพืชมีความชื้นต่ำกว่า PWP สะสมประมาณ 1 วัน (รูปที่ 3) ส่วนการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 3 และ 4 ดินในเขตรากพืชมีความชื้นสูงกว่า PWP (รูปที่ 4 และรูปที่ 5) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าหม่อนทนต่อการขาดน้ำที่ระดับต่ำกว่า PWP ได้นานประมาณ 6 วัน ในช่วง 72 วัน ของการเจริญเติบโต โดยไม่มีผลกระทบต่อผลผลิต

1.2 จากการทดลองที่ 2 พบว่า ดินในเขตรากพืชมีความชื้นต่ำกว่า PWP สะสมตลอดช่วงเวลาการทดลองแตกต่างกันตามกรรมวิธีการให้น้ำคือไม่ต่ำกว่า PWP สำหรับการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 4 และต่ำกว่า PWP สะสม 15, 20 และ 34 วัน สำหรับการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ผลผลิตใบหม่อนที่รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีค่าต่ำกว่าหม่อนที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 3 และ 4 อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าการขาดน้ำสะสมนาน 20 และ 34 วัน มีผลกระทบต่อการเติบโตของหม่อนอย่างยิ่ง ในขณะเดียวกันหม่อนที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 3 มีผลผลิตใบหม่อนสดน้อยกว่าหม่อนที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 4 เล็กน้อย แต่มีผลผลิตใบหม่อนแห้งเท่ากัน แสดงให้เห็นว่าหม่อนเป็นพืชที่ทนแล้งได้ดีสามารถทนต่อการขาดแคลนความชื้นในเขตรากพืชที่ต่ำกว่า PWP สะสมได้นาน 15 วัน ในช่วง 73 วัน ของการเจริญเติบโต โดยมีผลกระทบต่อผลผลิตเพียงเล็กน้อย

2. การใช้น้ำของหม่อน

2.1 ผลการคำนวณการใช้น้ำของหม่อนจากการทดลองที่ 1 พบว่า หม่อนที่ได้รับน้ำทั้ง 4 กรรมวิธี มีการใช้น้ำระหว่างวันที่ 24 - 68 หลังการตัดแต่งกิ่ง (วันที่ 4 ธันวาคม 2538 ถึงวันที่ 17 มกราคม 2539) รวมทั้งสิ้น 113, 126, 150 และ 203 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ค่าการคายระเหยตามศักย์ (potential evapotranspiration, ETo.) ซึ่งคำนวณจากการระเหยน้ำจากถาด (American class A evaporation pan) และโดยวิธีของ Penman เท่ากับ 113 และ 174 มิลลิเมตร ตามลำดับ หม่อนที่ได้รับน้ำทั้ง 4 กรรมวิธี มีผลผลิตใบสดและองค์ประกอบอื่นไม่แตกต่างกัน ดังนั้น หม่อนที่ได้รับน้ำตามกรรมวิธีที่ 1 จึง

น่าจะใช้น้ำได้ใกล้เคียงกับการคายระเหยน้ำตามศักย์ของพืชมากที่สุด นั่นคือการคำนวณตามวิธีของ Penman ให้ค่า ETo. เกินกว่าความเป็นจริงมาก

2.2 ผลการคำนวณการใช้น้ำของหม่อนจากการทดลองที่ 2 พบว่า หม่อนที่ได้รับน้ำทั้ง 4 กรรมวิธี มีการใช้น้ำสะสมระหว่าง 68 วันของการทดลองเท่ากับ 97, 199, 281 และ 314 มิลลิเมตร สำหรับกรรมวิธีการให้น้ำที่ 1 ถึง 4 ตามลำดับ ผลผลิตจากการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 3 เท่ากับผลผลิตจากการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 4 และมากกว่าผลผลิตจากการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 1 และ 2 แสดงว่าหม่อนที่เติบโตในการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 3 น่าจะเป็นการเติบโตในสภาพที่มีน้ำใช้เพียงพอ ขณะที่การให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 4 น่าจะมีน้ำใช้เกินความความต้องการ หรือมีการสูญเสียน้ำไปทางด้านการซึมลึก เนื่องจากดินมีการระบายน้ำดีมากเกินไป (กรมพัฒนาที่ดิน, 2534) ดังนั้น การให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 3 น่าจะเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับ ETo. มากกว่าการให้น้ำตามกรรมวิธีอื่น ขณะเดียวกันการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 3 มีค่าใกล้เคียงกับ ETo. ที่คำนวณจากการระเหยน้ำจากถาด และน้อยกว่าวิธีการคำนวณจากสูตรของ Penman แสดงว่า ETo. ที่คำนวณจากการระเหยน้ำจากถาด ใช้เป็นค่าประมาณการใช้น้ำของพืชได้ดีกว่าวิธีการคำนวณโดยใช้สูตรของ Penman ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่ 1

3. ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้น้ำและปริมาณรากที่ระดับความลึกดินต่างๆ (จากการทดทดลองที่ 2)

สัดส่วนของรากที่วัดโดยการชั่งน้ำหนักแห้ง มีอยู่ที่ระดับความลึก 0 - 20 เซนติเมตร มากถึงร้อยละ 90 ของจำนวนรากทั้งหมดในระดับความลึก 0 - 40 เซนติเมตร ในขณะที่การใช้น้ำที่ระดับความลึก 0 - 20 เซนติเมตร มีประมาณร้อยละ 60 ของน้ำที่ใช้ตลอดความลึก 0 - 40 เซนติเมตร ทั้งๆที่มีการระเหยน้ำโดยตรงที่ผิวดินด้วย ดังนั้นสัดส่วนโดยน้ำหนักแห้งของรากที่ระดับความลึกต่างๆ จึงไม่สอดคล้องกับสัดส่วนของการใช้น้ำที่ระดับความลึกต่างๆของดิน ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะการดูดกินน้ำของรากไม่ได้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักราก แต่ขึ้นอยู่กับความยาวของราก

ดังนั้นวิธีวัดการกระจายของรากพืชในดินชั้นต่างๆ จึงไม่น่าจะใช้น้ำหนักแห้งของราก แต่น่าจะใช้ความยาวของรากเป็นตัวชี้วัด (Newman, 1966; Tennant, 1976) แต่ทั้งนี้การวัดความยาวของรากเป็นเรื่องที่ทำได้ยากในพืชที่มีระบบรากเป็นแบบรากแก้ว

4. ปุ๋ยไนโตรเจน

ผลการทดลองที่ 1 แสดงให้เห็นว่าหม่อนไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนระหว่างอัตรา 3.75 ถึง 7.50 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่/ครั้ง ซึ่งขัดแย้งกับการทดลองที่ 2 ที่หม่อนตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 7.50 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่/ครั้ง ดีกว่าอัตรา 3.75 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่/ครั้ง ภูมิอากาศระหว่างการทดลอง โดยเฉพาะอุณหภูมิของอากาศที่ต่ำในช่วงฤดูหนาวของการทดลองที่ 1 น่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้หม่อนไม่ตอบสนอง เนื่องจากในระหว่างการทดลองที่ 1 มีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 21.6 องศาเซลเซียส หม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 3.75, 5.67 และ 7.50 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่/ครั้ง มีผลผลิตใบสดใกล้เคียงกันระหว่าง 728 ถึง 743 กิโลกรัม/ไร่ ขณะที่การทดลองที่ 2 มีอุณหภูมิโดยเฉลี่ย 26.7 องศาเซลเซียส หม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0, 3.75 และ 7.50 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่/ครั้ง มีผลผลิตเฉลี่ย 550, 754 และ 940 กิโลกรัม/ไร่ เห็นได้ว่าหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 3.75 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่/ครั้ง ของทั้งสองการทดลองให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน คือระหว่าง 728 ถึง 754 กิโลกรัม/ไร่ การให้ปุ๋ยไนโตรเจนเกินไปจาก 3.75 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่/ครั้ง ของการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม) ไม่สามารถทำให้ผลผลิตใบหม่อนเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเติบโตของหม่อนถูกจำกัดด้วยอุณหภูมิที่ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ayuzawa et al. (1972) ที่พบว่าในฤดูใบไม้ผลิ ถ้าอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยต่ำกว่า 13 องศาเซลเซียส ผลผลิตใบหม่อนจะลดลง การแตกตาและการเจริญเติบโตจะช้า แต่ถ้าเป็นช่วงปลายฤดูใบไม้ร่วงหม่อนจะหยุดการเจริญเติบโต ใบจะแข็งกระด้าง คุณค่าทางอาหารในใบจะลดลง และจากการตรวจสอบอุณหภูมิในช่วงการทดลองที่ 1 ดังกล่าวจะพบว่า ในเดือนธันวาคมอุณหภูมิต่ำสุดลดลงเหลือ 8.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยตลอดเดือนเท่ากับ 13.4 องศาเซลเซียส แต่การทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน) จะพบว่าในเดือนกุมภาพันธ์อุณหภูมิต่ำสุดลดลงเหลือ 11.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยตลอดเดือนเท่ากับ 15.0 องศาเซลเซียส ดังนั้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 7.50 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่/ครั้ง จึงทำให้ผลผลิตใบสดเพิ่มขึ้นถึง 940 กิโลกรัม/ไร่ นอกจากนี้งานทดลองที่ 2 ยังขัดแย้งกับงานทดลองของ มณฑลและคณะ (2533) ที่ได้ทดลองกับดินชุดโคราช และให้ข้อสังเกตว่า หม่อนตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนผสมอยู่ในสูตรเท่านั้นแต่ในแต่ละระดับของปุ๋ยไนโตรเจนไม่พบความแตกต่างทุกอัตราการทดลอง และสรุปว่าปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 6 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่/ครั้ง เป็นอัตราที่เหมาะสม

การให้ปุ๋ยไนโตรเจนนอกจากจะทำให้ปริมาณของใบเพิ่มสูงขึ้นแล้ว ยังเป็นการเพิ่มคุณภาพของใบหม่อนตามไปด้วย จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบหม่อนจะพบว่าใบหม่อนจากแปลงที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนจะพบไนโตรเจนในใบเฉลี่ยเพียง 2.46 เปอร์-เซ็นต์ แต่ถ้าเพิ่มไนโตรเจนเป็น 7.50 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่/ครั้ง จะพบไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้นเป็นเฉลี่ย 2.94 เปอร์เซ็นต์ นั่นหมายถึงปริมาณโปรตีนในใบเพิ่มขึ้นด้วย (Ranga-swami et al., 1976; สายัณห์ และ เพ็ญศรี, 2531) เมื่อวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจนจากใบแล้วคำนวณเป็นปริมาณไนโตรเจนจากดินที่ถูกนำมาใช้สร้างใบหม่อน พบว่าการให้ไนโตรเจนในอัตรา 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ร่วมกับการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 3 ปริมาณไนโตรเจนจากดินจะถูกนำมาใช้เฉพาะที่ใบอย่างเดียวสูงถึง 7.72 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ทั้งนี้ยังไม่รวมไนโตรเจนในส่วนของกิ่งและราก แสดงว่าในระยะยาวการใส่ไนโตรเจนในระดับนี้จะไม่เพียงพอต่อความต้องการของหม่อนถ้าไม่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดินเป็นประจำทุกปี หรือไม่เช่นนั้นก็ต้องเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดินในรูปของปุ๋ยเคมี ส่วนจะเป็นเท่าไรนั้นต้องทำการวิจัยเพิ่มเติมอีก

5. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับอัตราปุ๋ย

จากการทดลองที่ 2 จะพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับอัตราปุ๋ยมีความสัมพันธ์กันจริงในการกำหนดผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ซึ่งความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน (positive correlation) กล่าวคือ เมื่อให้น้ำและปุ๋ยมากขึ้น ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตจะเพิ่มตาม แต่ถ้าเพิ่มน้ำไม่เพิ่มปุ๋ย หรือเพิ่มปุ๋ยแต่ไม่เพิ่มน้ำ ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตจะไม่เพิ่มหรือเพิ่มตามเพียงเล็กน้อย (รูปที่ 27) ซึ่งลักษณะบางประการเคยเกิดขึ้นในงานทดลองของ Kibreab and Ananboontarick. (1980) ที่ทดลองในพริกชี้ฟ้า และงานทดลองของนงลักษณ์ (2516) ที่ทดลองในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

6. สหสัมพันธ์และการถดถอย

จากการตรวจสอบสหสัมพันธ์และค่าการถดถอย นอกจากจะพบว่าปริมาณน้ำและอัตราปุ๋ย จะมีผลทำให้จำนวนกิ่งต่อต้น ความยาวกิ่งและน้ำหนักใบเพิ่มโดยตรงแล้ว ในส่วนขององค์ประกอบของผลผลิตยังพบว่า น้ำหนักใบมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความยาวกิ่งมากกว่าจำนวนกิ่งต่อต้นที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 11) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ

ดังนั้นการคัดเลือกพันธุ์เพื่อนำมาปลูกหรือส่งเสริม ควรคัดเลือกพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตทางความยาวของกิ่งร่วมกับการคัดเลือกพันธุ์ที่แตกกิ่งมาก

7. สมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง

7.1 พีเอช (pH) จากตารางที่ 12 จะพบว่าดินที่ได้รับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งสองอัตรา มีพีเอชต่ำลงกว่าดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งนี้เป็นเพราะดินที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเกิดขบวนการไนตริฟิเคชั่น (nitrification) โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และเกิดขึ้นได้ในสภาพที่ดินมีออกซิเจนเท่านั้น เป็นผลให้ดินเป็นกรดมากขึ้นตามอัตราปุ๋ยยูเรียที่ใส่ จึงเห็นว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยยูเรียมากพีเอชดินหลังการทดลองยิ่งมีค่าต่ำลง (สมชาย, 2535) แต่การให้น้ำในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ไม่ทำให้ระดับ pH ของดินลดลง

7.2 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) จากตารางที่ 13 จะพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทั้งนี้เป็นเพราะดินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นดินที่เคยใช้ทำการเกษตรมานานแล้ว แต่ถูกทิ้งร้างไว้ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงจนถึงระดับที่เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เนื่องจากดินเหลืออินทรียวัตถุส่วนที่ไม่ว่องไวต่อการเปลี่ยนแปลง (สุชาติ, 2530) เช่นดินในรัฐจอร์เจียประเทศสหรัฐอเมริกา มีรายงานว่าถ้าทำการเขตกรรมติดต่อกันนาน 25 ปี อินทรียวัตถุในดินจึงจะลดลง 1.8 เปอร์เซ็นต์ (สมศักดิ์, 2528) และการเพิ่มหรือลดลงของอินทรียวัตถุเป็นไปแบบสุ่ม

7.3 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลอง จากตารางที่ 14 จะพบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยการให้ไนโตรเจนอัตราสูงจะทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลงเนื่องจากดินเป็นกรด อันเป็นผลมาจากขบวนการไนตริฟิเคชั่นดังที่ได้กล่าวไว้แล้วก่อนหน้านี้ อีกประการหนึ่ง การใส่ไนโตรเจนในอัตราสูงจะทำให้หม่อนต้องการฟอสฟอรัสมากขึ้นเนื่องจากการดูดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของพืช จะดำเนินไปอย่างได้ส่วนขนานกับน้ำหนักสดของพืชที่เพิ่มขึ้น (ยงยุทธ, 2524; อรุณ, 2525) ส่วนปริมาณน้ำไม่สามารถบ่งบอกถึงอิทธิพลใดๆที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัส

7.4 โพแทสเซี่ยมในดินหลังการทดลอง จากตารางที่ 15 จะเห็นว่าเมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง และให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 4 โพแทสเซี่ยมจะถูกนำไปใช้มากที่สุด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากหม่อนต้องใช้ธาตุอาหารหลักเป็นสัดส่วน (ratio) ที่สมดุลย์กัน จึงจะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้สูงสุด ดังนั้นเมื่อหม่อนต้องใช้ไนโตรเจนในอัตราสูงเพื่อเพิ่มผลผลิตใบ โพแทสเซี่ยมที่ใช้ก็ต้องสูงตามไปด้วย ซึ่งเป็นเหตุผลเดียวกับ

การใช้ฟอสฟอรัส แต่สัดส่วนระหว่างไนโตรเจนกับโพแทสเซี่ยมจะเป็นเท่าไรนั้นก็แล้วแต่สภาพของดิน มณฑลและคณะ (2532, 2533) ได้แนะนำสัดส่วนของ N, P_2O_5 และ K_2O ที่เหมาะกับชุดดินแต่ละชุดไว้ เช่นดินชุดวารินควรมีสัดส่วน 2 : 1 : 1.3 ดินชุดโคราชควรมีสัดส่วน 1 : 1 : 1.3 หม่อนจึงจะให้ผลผลิตใบสูงสุด เป็นต้น

7.5 แคลเซี่ยมในดินหลังการทดลอง จากตารางที่ 16 จะพบว่าเมื่อให้ไนโตรเจนในอัตรายิ่งสูงยิ่งมีผลกระทบต่อธาตุแคลเซี่ยมในดิน เนื่องจากดินเป็นกรดมากขึ้น ธาตุแคลเซี่ยมจะลดลงซึ่งเป็นสัดส่วนผกผันกันกับปริมาณพีเอชการลดลงของธาตุแคลเซี่ยม ถ้าไม่มากนักก็ไม่มีผลต่อผลผลิต เพราะปริมาณที่หม่อนหรือพืชทั่วไปต้องการเพื่อทำหน้าที่ที่จำเป็นนั้นน้อยมาก ในดินทั่วๆไปแม้ดินทรายก็มีมากเกินระดับความต้องการที่จำเป็น และหากพืชได้รับมากเกินไปก็ไม่มีอันตรายต่อการเจริญเติบโต (ถวิล, 2526) ส่วนปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการลดลงของแคลเซี่ยม

7.6 แมกนีเซียม จากตารางที่ 17 จะพบว่าปริมาณแมกนีเซียมในดินมีแนวโน้มลดลงเมื่อให้ไนโตรเจนแในอัตราที่สูงและปริมาณน้ำที่มากขึ้น ซึ่งเป็นเหตุผลเดียวกันกับปริมาณของแคลเซี่ยม ทั้งนี้เป็นเพราะธาตุทั้งสองเป็นธาตุที่ให้ประจุบวกเมื่อละลายน้ำ ดังนั้นเมื่อดินเป็นกรดมากขึ้นจะทำให้ธาตุทั้งสองมีปริมาณลดลง (ถวิล, 2526; สมชาย, 2535)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

1. ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าหม่อนเป็นพืชทนแล้ง สามารถทนต่อการขาดแคลนความชื้นของดินที่ระดับต่ำกว่าจุดเหี่ยวถาวรได้ถึงประมาณ 10 วัน ในแต่ละฤดูกาลเก็บเกี่ยว (ประมาณ 70 วัน) โดยไม่กระทบต่อผลผลิต แต่การให้น้ำชลประทานที่เหมาะสมในช่วงฤดูแล้ง ก็จะช่วยให้ได้ผลผลิตหม่อนดีขึ้นมาก ในรุ่นการผลิตระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม ซึ่งมีอากาศเย็นความต้องการคายระเหยน้ำของพืชต่ำ รอบเวรการให้น้ำที่เหมาะสมสำหรับในระยะนี้คือ 14 วัน/ครั้ง ส่วนการผลิตในรุ่นเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน รอบเวรการให้น้ำที่เหมาะสมประมาณ 10 วัน/ครั้ง

2. ผลการคำนวณค่าการระเหยน้ำตามศักย์ (Potential Evapotranspiration, ETo.) พบว่าการประมาณค่าจากค่าการระเหยน้ำจากถาด (American Class A Pan) ให้ค่าการระเหยน้ำตามศักย์ได้ถูกต้องกว่าวิธีการคำนวณของ Penman

3. ผลการทดลองในดินชุดน้ำพองแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำต่างมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในการกำหนดผลผลิตของหม่อน ดังนั้นจึงต้องให้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันจึงจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยทั้งสองสูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่าฤดูกาลมีส่วนในการกำหนดประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยด้วย โดยในช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม) หม่อนจะตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยน้อยกว่าในช่วงฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน) อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมในช่วงฤดูหนาวคือ 3.75 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ส่วนอัตราในช่วงฤดูร้อนคือ 7.50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง

4. การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่เพียงแต่ทำให้ผลผลิตในรูปใบหม่อนสดหรือแห้งเพิ่มขึ้นเท่านั้นแต่ยังทำให้คุณภาพของใบหม่อนคือธาตุไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งอนุมาณได้ว่าใบหม่อนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนมีโปรตีนสูงกว่าที่ไม่ได้รับปุ๋ย

5. การให้ปุ๋ยไนโตรเจนและน้ำทำให้หม่อนเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีขึ้น ซึ่งหมายถึงว่าหม่อนได้ดูดกินธาตุอาหารอื่นๆจากดินมากขึ้นด้วย ดังนั้น ในระยะยาวจึงควรมีการให้ปุ๋ยธาตุอื่นๆได้แก่ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม แก่หม่อนด้วย นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพียง 2 ฤดูเก็บเกี่ยวยังมีผลทำให้ดินน้ำพอง ซึ่งเป็นดินทรายร่วนที่มี CEC ต่ำ มี pH ลดลงอย่างชัดเจน เป็นผลให้ดินเป็นกรดมากขึ้น จึงควรพิจารณาตรวจวัด pH ของดินและใส่ปูนแก้ความเป็นกรดของดินเป็นระยะๆหลังจากใช้ปุ๋ยไนโตรเจน โดยเฉพาะกับดินเนื้อหยาบ

6. สหสัมพันธ์ พบว่าปริมาณน้ำมีความสัมพันธ์กับความยาวกิ่ง น้ำหนักใบและจำนวนกิ่งต่อต้น ตามลำดับ ส่วนอัตราปุ๋ยมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักใบ ความยาวกิ่งและจำนวนกิ่งต่อต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างองค์ประกอบของผลผลิตด้วยกัน พบว่า ผลผลิตใบมีความสัมพันธ์กับความยาวกิ่งและจำนวนกิ่งอยู่ในระดับเดียวกัน

7. ค่าการถดถอย พบว่าการให้น้ำร่วมกับปุ๋ยทุกระดับ มีผลให้จำนวนกิ่งต่อต้น ความยาวของกิ่ง และน้ำหนักใบต่อต้นเพิ่มขึ้น และค่าสมการที่ตรวจสอบได้มีดังนี้

จำนวนกิ่งต่อต้น $Y = -2.5159 + (-0.001918\ X_1) + 0.1667\ X_2$

ความยาวของกิ่ง $Y = -296.1118 + 0.192824\ X_1 + 3.2384\ X_2$

น้ำหนักใบ $Y = -3{,}369.99 + 1.441931\ X_1 + 36.8704\ X_2$

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2522. **รายงานการสำรวจสมรรถนะที่ดินจังหวัดเชียงใหม่.** กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 120 น.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2534. **คู่มือแนวทางการจัดการดินสำหรับปลูกพืชต่างๆตามกลุ่มดิน.** กองสำรวจและจำแนกดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 86 น.

จินดารัฐ วีระวุฒิ, เจริญศักดิ์ โรจนพิเชษฐ์ และวิษณุ เชื้อพันธุ์. 2531. อิทธิพลของระดับไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและอัตราส่วนน้ำหนักผลต่อน้ำหนักต้นของสับปะรด. **ว.วิทย์ (เกษตร)** 22 : 177 - 184.

ถวิล ครุฑกุล. 2526. **ดินปุ๋ยเพื่อการเพาะปลูก.** ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 102 น.

ทรงเชาว์ อินสมพันธ์, วีระชัย ศรีวัฒนพงศ์, และเฉลิมพล แซมเพชร. 2531. การตอบสนองของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ ต่อสภาพที่ขาดน้ำ. **วารสารเกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.** 4 (1) : 30 - 54.

นงลักษณ์ พันธุ์โอภาส. 2516. **ผลกระทบต่อความชื้นในดินและอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อการเติบโตและการดูดฟอสฟอรัสของข้าวโพด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 83 น.

ประทีป มีศิลป์, ฉรงค์ ชะบา, สิริ สุวรรณเขตนิคม, จันนี นิลเพ็ชร์, กุศล คำเพาะ ลัดดา ปกินนกะ, สมชาย ลือมั่นคง, พินิจ สดสะอาด, นิ่มอนงค์ อ่อนอก, สมคิด แสงเพชร และ สถิตย์ จันทร์เจริญ. 2533. เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในแปลงหม่อน, น. 1 - 21. ใน **รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2533. สถาบันวิจัยหม่อนไหม,** กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พรทิพย์ สุคนธสิงห์. 2539. สถานการณ์การผลิตหม่อนไหมของประเทศไทย, น. 1 - 17. ใน **รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่องหม่อนไหม,** 21 - 23 พฤษภาคม 2539. โรงแรมมีเลีย, จังหวัดประจวบคีรีขันธ์.

มณฑล เสวตานนท์, เสาวณีย์ สุนทรพิทักษ์, พินัย ห้องทองแดง และจาฤก ณ.นคร. 2532. อิทธิพลของวิธีเก็บเกี่ยวและอัตราปุ๋ยที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตใบหม่อน, น. 418 - 422. ใน **รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2532. สถาบันวิจัยหม่อนไหม,** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

มณฑล เสวตานนท์, ศรีพรรณ มุขสมบัติ, ยุพดี สิทธิบุศย์, นงเยาว์ อุนยวงศ์, พรทิพย์ เพชรมนต์ และพินัย ห้องทองแดง. 2533. ผลตอบสนองของปุ๋ย N-P-K ต่อผลผลิตและคุณภาพใบหม่อน, น. 1 - 9. ใน **รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2533. สถาบันวิจัยหม่อนไหม,** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2524. ใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ดินเสียจริงหรือ. น. 15 - 17. ใน **คู่มือเกษตรกร,** เอกสารทางวิชาการ ฉบับที่ 2, สมาคมการค้าปุ๋ยและธุรกิจการเกษตรไทย, กรุงเทพ.

วิลาวัลย์ ลาชโรจน์. 2529. การศึกษาปริมาณน้ำและช่วงเวลาการให้น้ำข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์รังสิต 1. น. 102 - 111. ใน **อุตสาหกรรมข้าวโพดฝักอ่อน,** คณะทำงานข้าวโพดอุตสาหกรรม สภาวิจัยแห่งชาติ พิมพ์เพื่อใช้ประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการข้าวโพดอุตสาหกรรมครั้งที่ 2. ในวันที่ 14 - 15 สิงหาคม 2529.

วิสุทธิ์ วีรสาร. 2515. **การศึกษาผลกระทบของระดับความชื้นของดินและปุ๋ยฟอสเฟตต่อการเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 104 น.

สถานีอากาศเกษตรแม่โจ้ สถิติภูมิอากาศประจำเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2538 - เดือน เมษายน พ.ศ. 2539. กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม.

สมชาย องค์ประเสริฐ. 2518. **ผลกระทบของระดับความชื้นของดินต่อการเติบโตและปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่ใบในระยะที่ข้าวโพดเติบโตอย่างรวดเร็ว บนดินชุดเลยและชุดปากช่อง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 105 น.

สมชาย องค์ประเสริฐ. 2535. **ปฐพีศาสตร์ประยุกต์.** ภาควิชาดินและปุ๋ย คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่ . 444 น.

สมศักดิ์ วังใน. 2528. **จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 193 น.

สายัณห์ ทัดศรี และเพ็ญศรี ศรประสิทธิ์. 2531. การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของหญ้าเลี้ยงสัตว์เขตร้อน 4 ชนิด. **ว.วิทย์ (เกษตร)** 22 : 37 - 44

สุชาติ จิรพรเจริญ. 2530. **อินทรียวัตถุของดิน.** ภาควิชาปฐพีศาสตร์ อนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุมิตรา ภู่วโรดม และ W. H. Eppendorfer. 2531.ก อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซี่ยมที่มีต่อคุณภาพโปรตีนและความสัมพันธ์ระหว่างกรดอะมิโนและโปรตีนในเมล็ดธัญญพืช I ข้าว. **ว. แก่นเกษตร** 16 (1) : 37 - 44

_____. 2531.ข อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่มีต่อคุณภาพโปรตีนและความสัมพันธ์ระหว่างกรดอะมิโนและโปรตีนในเมล็ดธัญญพืช II ข้าวโพดและข้าวฟ่าง. **ว. แก่นเกษตร** 16 (3) : 133 - 140

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2526. **การกำเนิดและจำแนกดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 419 น.

อรุณ ทรงมณี. **การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ.** งานแปลของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ อันดับที่ 13, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติจัดแปลและจัดพิมพ์. 2525. แปลจาก Vladimir Ignatioff and Harold J. Press. 1958. **Efficient Use Of Fertilizers.** F.A.O.

Ahmed, M. 1978. **Effect Of Irrigation And Phosphorus Fertilization On Growth And Yield Of Maize On Acid Sulphate Soil.** Asian Institute Of Technology, Unpublished Thesis. p. 39.

Ayuzawa, C., I. Sekido., K. Yamakawa., U Sakurai., W. Kurata., Y. Yaginuma. and Y. Tokoro. 1972. **Handbook Of Silkworm Rearing.** Agricultural Technique Manual, Fuji Publishing Co, Ltd., Tokyo, Japan. p. 319.

Belej, J. and D. Kulik. 1973. The Effect Of Irrigation And Fertilizer On Maize For Grain. **Agrochemia.** 13 (6) 169 - 171. Vysoka skola pol'nohospodarska, Nitra, Czechoslovakia.

Carlson, C. W., J. Alessi. and R. H. Mickelson. 1959. Evapotranspiration Of Maize In Relation To Open Pan Evaporation And Crop Development. **Rhodesia J. Agric.** Res. 2 : 35 - 44.

Choe, B. H. (ไม่ระบุ ค.ศ.). **Sericultural Technology.** Published by Seoul National University Press. p. 254.

Doorenbos, J. and W. O. Pruitt. 1977. **Guidelines For Predicting Crop Water Requirements.** FAO. Irrigation And Drainage Paper Number 24. Rome. p. 144.

Ignatova, A. 1974. Irrigating Maize On Calcareous Soil. **Rasteniev" dui Nauki.** 11(2) 89 - 95. Opitna stantsiya, Lom, Bulgaria.

Kaliappa, R., S. Venkatachalam., K. M. Nachappan., K. V. Selvaraj. and S. Rajaram. 1974. Studies On Water Requirement Of Maize. **Madras Agricultural Journal.** 61 (9) 750 - 751. Tamil Nadu Agric. Univ., Coimbatore, Tamil Nadu, India.

Khan, R. 1978. **Combined Effect Of Water And Fertilizer On Maize Crop In Acid Sulphate Soil.** Asian Institute Of Technology, Unpublished Thesis. p. 42.

Kibreab, T. and V. Ananboontarick. 1980. **Chilli Pepper Response To Moisture Stress And Nitrogen Fertilization.** Water Management Section Multiple Cropping Project, Facultry Of Agriculture, Chiang Mai University. p. 178.

Martin, A. J., J. L. M. Fernandez. and U. J. L. Arrue. 1974. Relative Effect Of Shortage Of Irrigation, Before And After Fruit Setting, On The Yield Of Corn In S. W. Spain. **Agrochimica.** 18 (3) 318 - 324. Contro de Edafologia y Biologia Aplicada, Cuarto, Sevilla, Spain.

Nadanam, M. and Y. B. Morachan. 1974. Effect Of Soil Moisture On The Yield And Yield Components Of Maize. **Madras Agricultural Journal.** 61 (8) 376 - 380. Tamil Nadu Agric. Univ., Coimbatore, Tamil Nadu, India.

Nagy, Z., F. Bianu. and V. Budiu. 1968. **Investigation Of The Water Consumption And Irrigation Regime For Maize.** Field Crop Abstracts, 27 (3) : 115.

Newman, E. I. 1966. A Method Of Estimating The Total Length Of Root In Sample. **J. appl. Ecol.** 3 : 139 - 145.

Omar, M., H. Hamdi., A. M. Elgala. and I. Wafik. 1971. Iron And Phosphorus Interaction In Calcareous Soils, Effect On Growth, Phosphorous And Iron Content Of Maize Plant. **United Arab Republic Journal of Soil Science.** 11 (2) 245 - 257. Department of Soil Science, Ain Shams University, Cairo, Arab Republic of Egypt.

Penman H.L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Royal Soc., London Proc.** Ser. A, 193 : 120 - 146.

Rangaswami, G., Shri M. N. Narasim Hanna., Shri K. Kasiviswanathan., Shri C. R. Sastry. and Manjeet S. Jolly. 1976. **Mulberry Cultivation.** FAO. Sericulture Manual 1, Rome. p. 150.

Rizzo, V., P. Rubino. and A. Caliandro. 1973. Effect Of Irrigation Regime, Plant Density And Application Of Nitrogen Fertilizer On Three Maize Grain Hybrids Of Different Maturity Classes In Metaponto. **Annali dell' Istituto Sperimentale Agronomico.** 4 (2) 265 - 295. Istituto Sperimentale Agronomico, Bari, Italy.

Sengupta, K., D. Ray., B. D. Singh. and S. Krishnasawami. 1972. Study On The Effect Of Hight Dose Nitrogen Fertilization Of Soil On The Yield, Chemical Composition And Nutritive Value Of Mulberry Leaf As Evaluated From Rearing Results. **Indian. Seric.** 11 (1) : 28 - 32.

Tennant, D. 1976. Wheat Root Penetration And Total Available Water On A Range Of Soil Types. **Australian Journal Of Experimental Agriculture And Animal Husbandry.** 16 ; August. p. 570 - 577.

Tkac, J. 1973. Effect Of Minimum Soil Moisture Supply On The Level Of Maize Yield In The East Slovac Lowlands. **Pol'nohospodarstvo.** 19 (10) 825 - 835. Vyskumny Ustav Zavlahoveho hospodarstva, Vyskumna Stanica Somotov, Czechoslovakia.

Wien, H. C., E. J. Littleton. and A. Ayanaba. 1979. **Drought Stress Of Cowpea And Soybean Under Tropical Conditions.** In : Mussel, H. and R. Staples. eds. **Stress Physiology In Crop Plants,** John Wiley And Sons, New York. pp. 284 - 301.

Yasuda, Y. 1967. **Introduction To Silk Worm Rearing Tokyo.** The Japan Silk Association. Inc. p. 319.