

ผลของการให้ปุ๋ยในระบบน้ำต่อการดูดใช้ธาตุอาหาร การเจริญเติบโต
ผลผลิตและคุณภาพของลำไย

Effect of Fertigation on Nutrient Uptake, Growth, Yield and Quality of Longan

จิรพงษ์ ประสิทธิ์เขตร ^{1/} อุบล หินเฑาะว์ ^{1/}

Jirapong Prasittikhet Ubon Hinthao

ABSTRACT

A field trial was conducted during 1999-2000 season consecutively in the mature Sichompoo longan orchard established on Hangchat Soil Series (clayey, mixed isohyperthermic Oxic Paleustults) at Hangchat Horticultural Experiment Station, Lampang province. The objective of the experiment was to evaluate the efficient use of water soluble fertilizers through the irrigation stream (fertigation) using a simple and inexpensive injection pump operated by Venturi principle. The longan trees were irrigated with minisprinklers wetting 75% of the under-canopy area. Three rates of fertigation, 300-125-375, 600-250-750 and 900-375-1125 g N-P₂O₅-K₂O/tree/year were compared with broadcasting of 900-375-1125 g N-P₂O₅-K₂O/tree/year. Nutrient distribution through the soil profile, nutrient uptake, growth, yield and quality of longan were recorded. Results showed that fertigation rate of 600-250-750 g N-P₂O₅-K₂O/tree/year produced significantly high yield, number of leaf per tree, uptake of nitrogen, phosphorus and potassium over broadcasting fertilizer of 900-375-1125 g N-P₂O₅-K₂O/tree/year. Fertigation rate of 900-375-1125 g N-P₂O₅-K₂O/tree/year had the highest ammonium content in the soil. In this study, fertigation at any rates tended to promote better leaf carbohydrate and yield quality of longan as compared to that of broadcasting fertilizer.

Key words: longan, fertigation, yield quality, nutrient uptake

1/ กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชสวนและไม้ยืนต้น กองปรับปรุงพืชยา กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Soil Fertility and Fertilizer for Horticultural Crops and Trees Research Group, Soil Science Division, Department of
Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

การให้ปุ๋ยในระบบน้ำกับลำไย (*Dimocarpus longan* Lour.) พันธุ์สีชมพู (cv. Sichompoo) อายุ 15 ปี ปลูกในดินร่วนเหนียวปนทราย ชุดดินห้ำงฉัตร(วงศ์ดิน clayey, mixed isohyperthermic Oxic Paleustults) ที่สถานีทดลองพืชสวนห้ำงฉัตร จ.ลำปาง ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2541 ถึงกันยายน พ.ศ. 2543 โดยใช้ระบบดัดจ่ายปุ๋ยแบบเวนจูรี และระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกลอร์ รัศมีการให้น้ำครอบคลุม 75% ของพื้นที่ใต้ทรงพุ่ม วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 10 ซ้ำ 4 กรรมวิธีๆ ละ 1 ต้น/ซ้ำ ประกอบด้วยการใส่ปุ๋ยทางดิน 1 อัตรา 900-375-1125 กรัม $N-P_2O_5-K_2O$ /ต้น/ปี และการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ 3 อัตรา 300-125-375, 600-250-750 และ 900-375-1,125 กรัม $N-P_2O_5-K_2O$ /ต้น/ปี ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ อัตรา 600-250-750 กรัม $N-P_2O_5-K_2O$ /ต้น/ปี ให้ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ปริมาณใบต่อต้น ปริมาณผลผลิตลำไย สูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน อัตรา 900-375-1,125 กรัม $N-P_2O_5-K_2O$ /ต้น/ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ อัตรา 900-375-1,125 กรัม $N-P_2O_5-K_2O$ /ต้น/ปี ให้ปริมาณแอมโมเนียมในดิน สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ การให้ปุ๋ยในระบบน้ำทุกอัตรา มีแนวโน้มให้ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตในใบ และคุณภาพของผลผลิตลำไยดีกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน

คำหลัก: ลำไย การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ คุณภาพผลผลิต การดูดใช้ธาตุอาหาร

คำนำ

ลำไย (*Dimocarpus longan* Lour.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญ พื้นที่ปลูกทั้งประเทศประมาณ 4 แสนไร่ ปลูกมากที่สุดในจังหวัดลำพูน เชียงใหม่และเชียงราย คิดเป็นร้อยละ 31.5, 30.7 และ 8.8 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ ผลผลิตลำไยใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกเป็นสินค้าออกไปยังต่างประเทศ เช่น ในปี พ.ศ. 2542 มีการส่งออกไปยังประเทศใกล้เคียง ได้แก่ฮ่องกง สิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย แคนาดา อินเดีย และประเทศอื่นๆ ในรูปของผลสด มูลค่ารวม 1,146.7 ล้านบาท ส่งเป็นลำไยแห้งไปยังประเทศฮ่องกง สิงคโปร์ จีนและประเทศอื่นๆ มูลค่า 436.7 ล้านบาท และส่ง เป็นลำไยบรรจุภาชนะอัดลมไปยังประเทศสิงคโปร์ มาเลเซีย สหรัฐอเมริกา ฮ่องกง ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย ออสเตรเลีย ฝรั่งเศสและประเทศอื่นๆ มูลค่ารวม 468.9 ล้านบาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542)

การผลิตลำไยให้ได้ปริมาณและคุณภาพผลผลิตที่ดีขึ้นอยู่กับการจัดการหลายๆ ด้าน การจัดการปุ๋ยและน้ำ เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลกระทบต่อ การปรับปรุงปริมาณและคุณภาพผลผลิตลำไย การใช้ปุ๋ยที่ดีจะต้องมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมต่อการปรับปรุงความสมบูรณ์ต้น การออกดอก การให้ผลผลิต และคุณภาพผล การศึกษาอิทธิพลของการจัดการปุ๋ยต่อการเพิ่มผลผลิต และปรับปรุงคุณภาพผลผลิตลำไย เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยค้นคว้า หาข้อมูลการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพต่อการผลิตลำไยมากยิ่งขึ้น

ในต่างประเทศมีการให้ปุ๋ยในระบบการให้น้ำกับพืชต่างๆ อย่างแพร่หลาย เพราะเป็นวิธี

การให้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพสูง(Papadopoulos, 1985) มีการพัฒนาใช้ระบบดัดจ่ายปุ๋ยหลายแบบ เช่น แบบเวนจูรี (Venturi) เป็นระบบดัดจ่ายปุ๋ยแบบหนึ่งที่มีราคาถูก การติดตั้ง ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก ใช้หลักของการเกิดสุญญากาศทำให้เกิดแรงดูดสารละลายปุ๋ยจากถังจ่ายปุ๋ยเข้าไปในระบบการให้น้ำ (Eliades and Hadjilucas, 1985) ระบบนี้เหมาะสมที่จะใช้กับระบบน้ำหยดและระบบมินิสปริงเกอร์ (minisprinkler) แต่ยังไม่มียางานผลการค้นคว้า ทดลองการให้ปุ๋ยในระบบนี้กับพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจแต่อย่างใด

ในการทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหาอัตราการให้ปุ๋ยในระบบน้ำที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและคุณภาพของลำไย สำหรับใช้เป็นข้อมูลแนะนำให้เกษตรกรนำไปใช้ในทางปฏิบัติต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาการให้ปุ๋ยในระบบน้ำกับลำไย (*Dimocarpus longan* Lour) พันธุ์สีชมพู (cv. Sichompoo) ในสวนลำไยของสถานีทดลองพืชสวนห้วยฉัตร จ.ลำปาง ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2541 ถึงกันยายน พ.ศ. 2543 ดินในแปลงปลูกลำไย มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ชุดดินห้วยฉัตร จัดอยู่ในวงศ์ดิน clayey, mixed isohyperthermic Oxic Paleustults วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 10 ซ้ำ 4 กรรมวิธีๆ ละ 1 ต้นต่อซ้ำ ประกอบด้วย การใส่ปุ๋ยทางดิน 1 อัตรา 900-375-1,125 กรัม $N-P_2O_5-K_2O$ /ต้น/ปี และการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ 3 อัตรา 300-125-375, 600-250-750 และ 900-375-1,125 กรัม $N-P_2O_5-K_2O$ /ต้น/ปี

เลือกต้นลำไยพันธุ์สีชมพู อายุ 15 ปี ระยะปลูก 8x8 เมตร ขนาดและความสมบูรณ์ต้นสม่ำเสมอ จำนวน 40 ต้น กำหนดซ้ำด้วยลำไยที่มีขนาดต้นและขนาดทรงพุ่มเท่าๆ กัน แต่ละกรรมวิธีใช้ต้นลำไย 1 ต้น เป็น single tree plot ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงต้น (วัดที่ความสูง 30 ซม.) 107 ± 23 ซม. ความสูงต้น 5.7 ± 0.2 ม. เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม 4.9 ± 0.3 ม. และ พื้นที่ผิวทรงพุ่ม 86 ± 9 ตร.ม.

ทำการติดตั้งระบบการดัดจ่ายปุ๋ยแบบเวนจูรี ที่ใช้หลักสุญญากาศในการสร้างแรงดูดและจ่ายปุ๋ยเข้าไปในระบบน้ำ ติดตั้งร่วมกับระบบการให้น้ำแบบหัวฉีดมินิสปริงเกอร์ ที่มีประสิทธิภาพของระบบหัวฉีดเท่ากับ 70% ในช่วงแรงดัน 1.5-2.0 บรรยากาศ และสามารถปรับอัตราการจ่ายน้ำระหว่าง 100-150 ลิตร/ชั่วโมง/ต้น โดยติดตั้งหัวเหวี่ยง 4 หัว ให้มีรัศมีการให้น้ำครอบคลุม 75% ของพื้นที่ใต้ทรงพุ่ม

ให้น้ำกับลำไยโดยการคำนวณหาปริมาณน้ำ ให้ตรงกับความต้องการของลำไย โดยใช้ข้อมูลสถิติภูมิอากาศ ณ สถานีอากาศเกษตรลำปาง อ.ห้วยฉัตร จ.ลำปาง ซึ่งตั้งอยู่ที่สถานีทดลองพืชสวนห้วยฉัตร จ.ลำปาง และข้อมูลการใช้น้ำอ้างอิงของพืช (วีรพล, 2540) มาคำนวณหาความต้องการน้ำ โดยใช้สูตร

$$WR = Kc \times Etp \text{ (มม./วัน)}$$

$$WR = \text{ความต้องการน้ำของพืช(มม./วัน)}$$

$$Kc = \text{ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช}$$

$$Etp = \text{ค่าการใช้น้ำอ้างอิงของพืชแต่ละ}$$

$$\text{ท้องถิ่นและในแต่ละเดือน (มม./วัน)}$$

ใส่ปุ๋ยทางดินโดยใช้ปุ๋ย 46-0-0, 0-52-34, 13-0-46 และ 0-0-60 ให้ได้อัตราธาตุอาหาร 900-375-1,125 กรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อต้นต่อปี

แบ่งปุ๋ยออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน ใส่ปุ๋ยครั้งแรก 1 ส่วนในระยะหลังเก็บเกี่ยว ใส่ปุ๋ยครั้งที่สอง 1 ส่วนในระยะก่อนการออกดอกประมาณ 1 เดือน ใส่ปุ๋ยอีก 1 ส่วนที่เหลือในระยะพัฒนาการของผล หลังการติดผล 2 สัปดาห์

ให้ปุ๋ยในระบบน้ำโดยใช้ปุ๋ย 46-0-0, 0-52-34, 13-0-46 และ 0-0-60 ให้ได้อัตราธาตุอาหารที่กำหนดไว้ 3 อัตรา แบ่งใส่ปุ๋ยแต่ละอัตราในระบบน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในช่วงเดือน เมษายน-ตุลาคม และสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ในช่วงเดือนพฤศจิกายน-มีนาคม

ในปี พ.ศ. 2542 ก่อนดำเนินการทดลอง เก็บตัวอย่างดินแปลงทดลองนอกทรงพุ่มแบบ สุ่มรวม ในระดับความลึก 0-15, 15-30 และ 30-60 ซม. วิเคราะห์ค่าและปริมาณของ pH (Davis, 1943) อินทรีย์วัตถุ (Walkley and Black, 1934) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray and Kurtz, 1945) โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม (สกัดดินด้วย ammonium acetate 1N pH 7 ตามวิธี Jackson, 1958) เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี (Lindsay and Norvell, 1978) เนื้อดิน (Gee and Bauder, 1986) ผลการวิเคราะห์พบว่าดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Table 1)

เก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มรวมในบริเวณทรงพุ่มของแต่ละกรรมวิธี ระยะก่อนออกดอก ปี พ.ศ. 2543 ในระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 ซม. นำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในรูปของไนเตรต(NO_3^-) และแอมโมเนียม (NH_4^+) โดยวิธี modified semi-micro Kjeldahl (Bremner, 1965)

ในปี พ.ศ. 2542 และ 2543 เก็บตัวอย่างใบลำไยที่เป็นใบแก่ จากยอดที่รับแสงในทิศเหนือ

ใต้ ตะวันออกและตะวันตก ทิศละ 5 จุด ในระยะก่อนออกดอกประมาณ 1 เดือน โดยเก็บใบรวม ลำดับที่ 3 นับจากยอด ในระดับความสูงประมาณ 1.50 ม. จากพื้นดิน รวมตัวอย่างใบประมาณ 50 ใบ สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่างๆ ดังนี้ ในโตรเจน โดยวิธี Semi-micro Kjeldahl (Bremner, 1960) ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี โดยย่อยพืชด้วยกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น (Piper, 1950) และหาความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปของโครงสร้างในใบ (TNC, Total Nonstructural Carbohydrate) โดยการสกัดด้วย H_2SO_4 (Smith *et al.*, 1964)

ในปี พ.ศ. 2542 ก่อนดำเนินการทดลอง บันทึกข้อมูลขนาดทรงพุ่มต้นไม้ ได้แก่ ความสูงของต้น ความสูงของชายพุ่ม 4 จุด ในทิศเหนือใต้ ตะวันออกและตะวันตก เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มในแนวเหนือ-ใต้ และเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มในแนวตะวันออก-ตะวันตก นำค่าที่ได้มาคำนวณหาพื้นที่ผิวทรงพุ่มลำไย โดยใช้การคำนวณจากสูตร $A = 4/3 \pi h$

A = พื้นที่ผิวทรงพุ่ม (ตารางเมตร)

r = รัศมีของทรงพุ่มเฉลี่ยจาก 2 แนว (เมตร) จากแนวเหนือ-ใต้ และแนว ตะวันออก-ตะวันตก

h = ความสูงของทรงพุ่ม (เมตร) = ความสูงของต้น - ความสูงของชายพุ่มเฉลี่ยจาก 4 จุด

ในปี พ.ศ. 2542 และ 2543 บันทึกข้อมูลขนาดความกว้างและความยาวใบในแต่ละกรรมวิธี ก่อนการออกดอก 1 เดือน

บันทึกความหนาแน่นของใบ การออกดอก ปริมาณผลผลิต ในปี พ.ศ. 2542 และ 2543

โดยใช้ grid สี่เหลี่ยมขนาด 1x1 เมตร วางบน ผิวนองพุ่มต้นลำไย 4 ทิศๆ ละ 3 จุด ในระดับ บน กลาง และล่างของทรงพุ่ม หาค่าเฉลี่ยของ จำนวนใบ จำนวนดอก และผลผลิต/พื้นที่ผิวนองพุ่ม 1 ตร.ม. ของลำไยแต่ละต้น ในระยะ ก่อนการออกดอก 1 เดือน ระยะออกดอก และ ระยะผลลำไยสุกแก่ใกล้เก็บเกี่ยว ตามลำดับ

บันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิตในระยะ เก็บเกี่ยว ในปี พ.ศ. 2542 และ 2543 โดย สุ่มเก็บตัวอย่างผลลำไย 2 กก. ในแต่ละต้น วัด เปอร์เซ็นต์น้ำตาลในผล ความกว้าง ความยาว ความหนาและปริมาตรผล ความหนาเปลือก ความหนาเนื้อ น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเมล็ดและ น้ำหนักผล

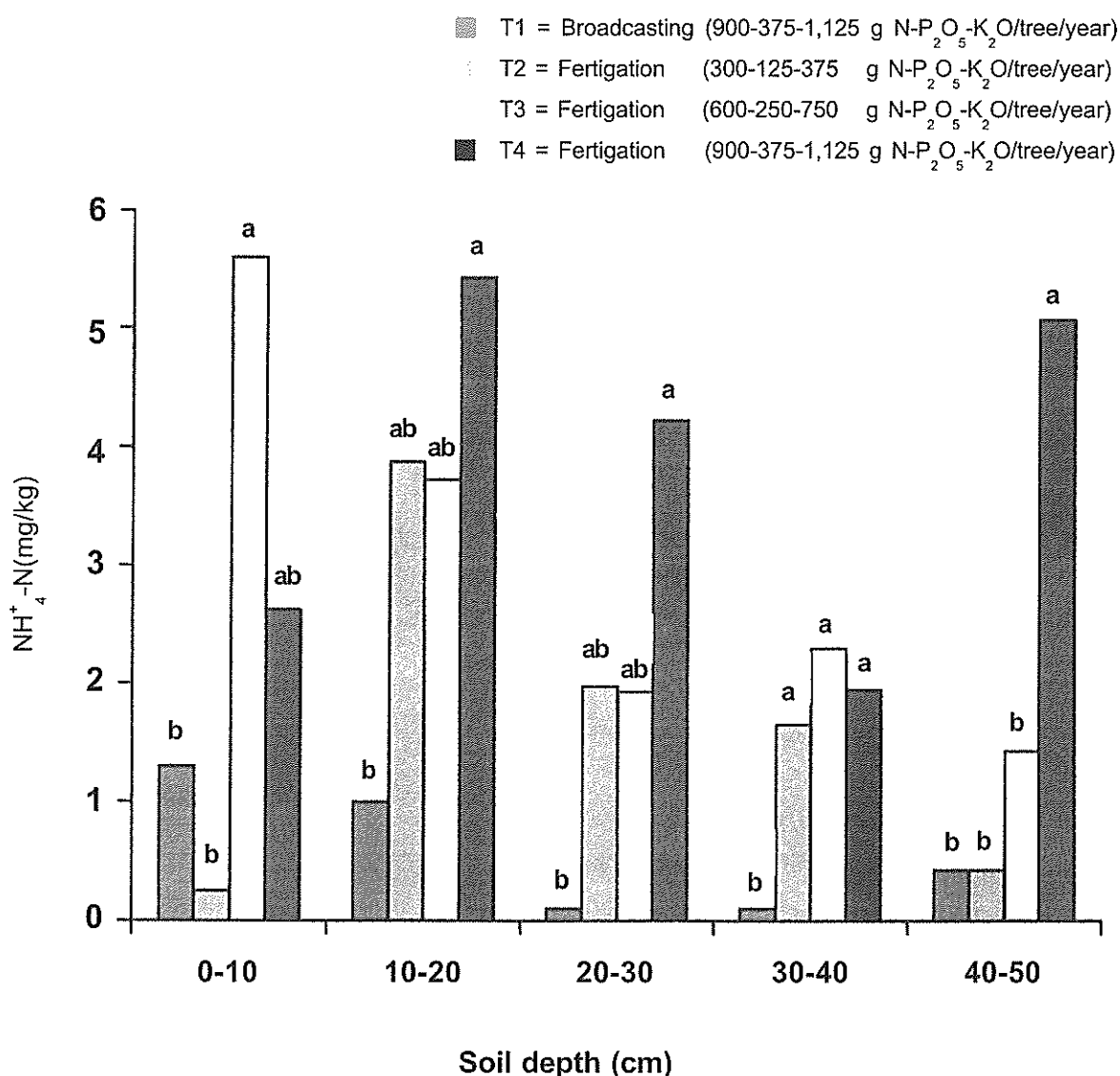


Figure 1. Effect of fertilizer treatments on vertical distribution of soil ammonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) separation of means within each soil depth at 5% level by DMRT

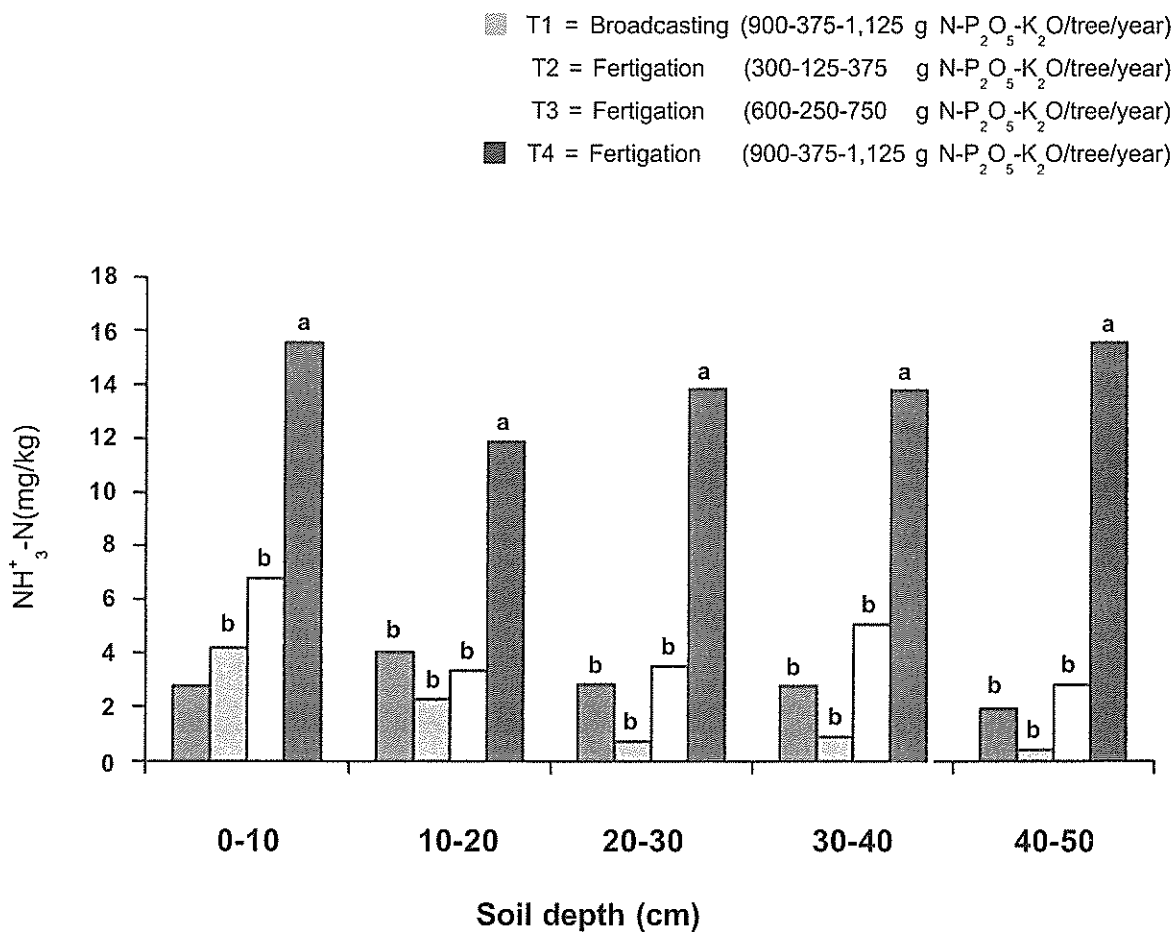


Figure 2. Effect of fertilizer treatments on vertical distribution of soil nitrate (NO_3^- -N) separation of means within each soil depth at 5% level by DMRT

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรทในดิน

การวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรท ในตัวอย่างดินรวมของกรรมวิธีต่างๆ ที่ระดับความลึก 5 ระดับ คือ 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 ซม. พบว่าที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-30 และ 40-50 ซม. การให้ปุ๋ยในระบบน้ำอัตรากว่าทางดิน (อัตรา 900-375-1125 กรัม N-P₂O₅-K₂O/ต้น/ปี) ให้ปริมาณแอมโมเนียมในดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน

(Figure 1) ที่สำคัญพบว่าที่ระดับความลึก 10-40 ซม. การให้ปุ๋ยในระบบน้ำทุกอัตราก็ให้ปริมาณแอมโมเนียมในดิน (2.0-5.5 มก./กก.) สูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน (0.10-2.30 มก./กก.) ในการทดลองนี้เมื่อคิดค่าเฉลี่ยตลอดความลึก 5 ระดับแล้ว พบว่าการให้ปุ๋ยในระบบน้ำมีแนวโน้มที่จะให้ปริมาณแอมโมเนียมในดิน (0.30-5.40 มก./กก.) มากกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน (0.10-2.30 มก./กก.)

การให้ปุ๋ยในระบบน้ำอัตรากว่าทางดิน ให้ปริมาณไนเตรทในดินสูงสุด (11.9-

Table 1. Soil properties prior to beginning of the experiment at Hangchat Horticultural Experiment Station

Parameter	Soil depth (cm)		
	0-15	15-30	30-60
pH (1:1)	5.2	5.5	5.4
OM (%)	1.35	0.61	0.48
Available P (mg/kg)	42	42	18
Exchange K (mg/kg)	55	55	12
CEC (cmol/kg)	3.2	-	-

15.6 มก./กก.) ซึ่งมากกว่าปริมาณไนเตรทในดินในกรรมวิธีอื่นๆ (0.8-6.8 มก./กก.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การให้ปุ๋ยในระบบน้ำอัตรา 2 ใน 3 (อัตรา 600-250-750 กรัม N-P₂O₅-K₂O/ตัน/ปี) และอัตรา 1 ใน 3 ของอัตราการใช้ปุ๋ยทาง

ดิน (อัตรา 300-125-375 กรัม N-P₂O₅-K₂O/ตัน/ปี) ให้การสะสมปริมาณไนเตรทในดิน (0.4-5.1 มก./กก.) ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยทางดินที่ให้ปริมาณไนเตรทในดิน 1.9-4.1 มก./กก. (Figure 2)

Table 2. Effect of fertilizer treatments on leaf number per canopy area of longan during 1999-2000

Treatment		Leaf number/canopy surface area 1 sq. m			
Application	Rates (g N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/tree/year)	1999	2000	Average ^{1/}	Index
Broadcasting	900-375-1125	810 b	766	788 b	100
Fertigation	300-125-375	838 b	971	905 ab	115
Fertigation	600-250-750	1144 a	845	994 a	126
Fertigation	900-375-1125	972 ab	778	875 ab	111
Mean		941	840		
CV %		22.2	17.3		
CV (a) %				3.3	
CV (b) %				20.2	

1/ Combined analysis

Table 3. Leaf nutrients of longan after fertilizer application during 1999-2000

Treatment	Leaf nutrients								
	(%)				(mg/kg)				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
1	1.81 b	0.12 c	1.00	0.82 b	0.19	48	165	9	13 b
2	1.89 ab	0.13 bc	1.06	0.90 b	0.22	42	176	15	15 ab
3	1.96 a	0.15 a	1.12	1.16 a	0.22	40	209	13	17 a
4	1.93 a	0.14 ab	1.16	1.00 ab	0.23	42	185	16	17 a
CV (a) %	9.0	10.0	14.0	55.0	21.0	16.0	18.0	40.0	43.0
CV (b) %	5.3	10.9	10.5	23.9	19.6	31.2	28.4	57.5	16.6

Treatment 1 = Broadcasting (g 900-375-1,125 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 2 = Fertigation (g 300-125-375 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 3 = Fertigation (g 600-250-750 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 4 = Fertigation (g 900-375-1,125 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

การเจริญเติบโต

การให้ปุ๋ยในระบบน้ำให้ความหนาแน่นของใบ (875-994 ใบ/พื้นที่ผิวทรงพุ่ม 1 ตร.ม.) มากกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน 11-26 % เมื่อเปรียบเทียบกับ การใส่ปุ๋ยทางดินที่ให้ความหนาแน่นของใบ 788 ใบ/พื้นที่ผิวทรงพุ่ม 1 ตร.ม. (Table 2)

ปริมาณธาตุอาหาร

การให้ปุ๋ยในระบบน้ำอัตราเท่ากับอัตราทางดิน (อัตรา 900-375-1125 กรัม N-P₂O₅-K₂O/ต้น/ปี) และอัตรา 2 ใน 3 ของอัตราทางดิน (อัตรา 600-250-750 กรัม N-P₂O₅-K₂O/ต้น/ปี) ให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและ

สังกะสีในใบ สูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน ในขณะที่การให้ปุ๋ยในระบบน้ำอัตรา 1 ใน 3 ของอัตราทางดิน (อัตรา 300-125-375 กรัม N-P₂O₅-K₂O/ต้น/ปี) ให้ค่าความเข้มข้นของธาตุดังกล่าวไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยทางดิน กล่าวโดยรวมแล้ว พบว่าการให้ปุ๋ยในระบบน้ำทุกอัตรา มีแนวโน้มที่จะให้ค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียม แมกนีเซียม แมงกานีสและทองแดง สูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน แต่ให้ค่าความเข้มข้นของเหล็กในใบน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน (Table 3)

การศึกษา 2 ปี ในด้านการดูดใช้ธาตุอาหารหลักในโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ระหว่างกรรมวิธีต่างๆ โดยรวม

Table 4. Effect of fertilizer treatments on macronutrient uptake of longan during 1999-2000

Treatment	N uptake (gN/tree/year)			P uptake (gP/tree/year)			K uptake (gK/tree/year)		
	1999	2000	Average ^{1/}	1999	2000	Average ^{1/}	1999	2000	Average ^{1/}
T1	1,385	1,292 b	1,338 b	94	94 b	94 b	821	669 b	745 b
T2	1,372	1,349 b	1,360 b	84	94 b	94 b	813	733 b	773 ab
T3	1,504	2,090 a	1,797 a	103	163 a	133 a	864	1,187 a	1,026 a
T4	1,541	1,656 ab	1,598 ab	101	137 ab	119 ab	929	1,015 ab	972 ab
Mean	1,450	1,597		96	124		857	901	
CV %	11.9	32.7		20.3	33.3		16.8	33.9	
CV (a) %			34.3			24.9			54.4
CV (b) %			25.5			29.4			27.1

Treatment 1 = Broadcasting (g 900-375-1,125 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 2 = Fertigation (g 300-125-375 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 3 = Fertigation (g 600-250-750 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 4 = Fertigation (g 900-375-1,125 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

^{1/} Combined analysis

พบว่าทำให้ปุ๋ยในระบบน้ำอัตราเท่ากับอัตราทางดิน และอัตรา 2 ใน 3 ของอัตราทางดิน เพิ่มปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนในใบได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน 19-34 % (1598-1797 กรัม N/ต้น/ปี) เพิ่มปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัส ในใบได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน 26-41 % (119-133

Table 5. Total Nonstructural Carbohydrate (TNC) content of longan leaf in 2000

Treatment		Leaf TNC, Total Nonstructural Carbohydrate
Application	Rates (g N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/tree/year)	(mg D-glucose/g leaf dry weight)
Broadcasting	900-375-1,125	22.8
Fertigation	300-125-375	26.0
Fertigation	600-250-750	36.0
Fertigation	900-375-1,125	34.8
CV(%)		34.4

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

กรัม P/ตัน/ปี) และเพิ่มปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมในใบได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน 30-38 % (972-1,026 กรัม K/ตัน/ปี) ในขณะที่การใส่ปุ๋ยทางดินให้ธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 1,338, 94 และ 745 กรัม N, P และ K/ตัน/ปี ตามลำดับ (Table 4) สำหรับการให้ปุ๋ยในระบบน้ำอัตรา 1 ใน 3 ของอัตราทางดินให้ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารหลัก ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยทางดิน

ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปของโครงสร้างในใบ

การศึกษาในปี พ.ศ. 2543 พบว่าการให้ปุ๋ยในระบบน้ำทั้ง 3 อัตรา มีแนวโน้มที่จะให้ค่าความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปของโครงสร้างในใบ สูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน และเนื่องจากมีรายงานว่าคาร์โบไฮเดรตเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการออกดอกและการให้ผลผลิตของไม้ผล (หิรัญและคณะ, 2535; จิรพงษ์และคณะ, 2539; อัครจริยและคณะ, 2543) จึงอาจกล่าวได้ว่าลำไยที่ได้รับปุ๋ยในระบบน้ำทุกอัตรามีแนวโน้มที่จะให้ศักยภาพการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตได้ดีกว่าลำไยที่ได้รับปุ๋ยทางดิน (Table 5)

ปริมาณการออกดอกและการให้ผลผลิต

การให้ปุ๋ยในระบบน้ำมีแนวโน้มที่จะให้ปริมาณการออกดอกของลำไย(79-84%) ดีกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน ซึ่งมีปริมาณการออกดอกของลำไย 78% (Table 6)

การให้ปุ๋ยในระบบน้ำอัตรา 2 ใน 3 ของอัตราทางดินและอัตราที่เท่ากับอัตราทางดินให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัดโดยให้ค่าเฉลี่ย 1.834-1.856 กก./พื้นที่ผิวทรงพุ่ม

1 ตร.ม. ตามลำดับ แต่ทั้ง 2 กรรมวิธีให้ผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยในระบบน้ำอัตรา 1 ใน 3 ของอัตราทางดิน(1.409 กก./พื้นที่ผิวทรงพุ่ม 1 ตร.ม.) และการใส่ปุ๋ยทางดินที่ให้ผลผลิต 1.036 กก./พื้นที่ผิวทรงพุ่ม 1 ตร.ม. (Table 7)

ขนาดปริมาตรผล

การให้ปุ๋ยในระบบน้ำทุกอัตราให้ขนาดปริมาตรผลไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัด(11.79-12.19 ลบ.ซม.) แต่การให้ปุ๋ยในระบบน้ำทุกอัตราให้ค่าเฉลี่ยสูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดินที่ให้ขนาดปริมาตรผล 10.34 ลบ.ซม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 8)

คุณภาพภายนอกและภายในของผลลำไย

การให้ปุ๋ยในระบบน้ำทุกอัตรา ให้ความหวาน 19.08-20.75% Brix สูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดินที่ให้ความหวาน 18.78% Brix และการให้ปุ๋ยในระบบน้ำทุกอัตราให้ความหนาเนื้อ (0.67-0.72 ซม.) ความกว้างของผล (3.02-3.05 ซม.) ความยาวของผล (2.76-2.80 ซม.) สูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดินซึ่งให้ความหนาเนื้อ 0.61 ซม. ความกว้างของผล 2.91 ซม. และความยาวของผล 2.60 ซม. ตามลำดับ ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ อัตรา 600-250-750 และ 900-375-1,125 กรัม N-P₂O₅-K₂O/ตัน/ปี ให้ความหนาของเปลือก 0.75-0.80 มม. สูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน (0.68 มม.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 9) และจากการสำรวจในสวนเกษตรกรที่มีปัญหาผลลำไยแตกที่จังหวัดจันทบุรี พบว่าลำไยที่มีเปลือกบางจะมีการแตกของผลก่อน การเก็บเกี่ยวมากกว่าลำไยที่มีเปลือกหนาดังนั้นการให้ปุ๋ยในระบบน้ำอาจเป็นวิธีการหนึ่งที

Table 6. Effect of fertilizer treatments on flowering of longan during 1999-2000

Treatment		Flowering (%)		
Application	Rates (g N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/tree/year)	1999	2000	Average ^{1/}
Broadcasting	900-375-1,125	81	75	78
Fertigation	300-125-375	78	86	82
Fertigation	600-250-750	82	75	79
Fertigation	900-375-1,125	89	79	84
Mean		83	79	
CV %		15.1	22.8	
CV (a) %				23.4
CV (b) %				18.7

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

1/ Combined analysis

Table 7. Effect of fertilizer treatments on yield of longan during 1999-2000

Treatment		Yield (kg/canopy surface area 1 sq.m)		
Application	Rates (g N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/tree/year)	1999	2000	Average ^{1/}
Broadcasting	900-375-1,125	1.163 b	0.910 c	1.036 b
Fertigation	300-125-375	1.626 ab	1.195 bc	1.409 b
Fertigation	600-250-750	2.050 a	1.663 ab	1.856 a
Fertigation	900-375-1,125	1.825 a	1.843 a	1.834 a
Mean		1.666	1.403	
CV %		22.2	25.4	
CV (a) %				46.0
CV (b) %				23.7

Treatment 1 = Broadcasting (g 900-375-1,125 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 2 = Fertigation (g 300-125-375 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 3 = Fertigation (g 600-250-750 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 4 = Fertigation (g 900-375-1,125 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

1/ Combined analysis

Table 8. Effect of fertilizer treatments on fruit volume of longan during 1999-2000

Treatment		Fruit volume (cubic cm)		
Application	Rates (g N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/tree/year)	1999	2000	Average ^{1/}
Broadcasting	900-375-1,125	9.86 b	10.81 b	10.34 b
Fertigation	300-125-375	10.81 ab	13.27 a	12.04 a
Fertigation	600-250-750	11.24 a	13.13 a	12.19 a
Fertigation	900-375-1,125	11.45 a	12.14 a	11.79 a
Mean		10.84	12.34	
CV %		5.2	8.0	
CV (a) %				12.0
CV (b) %				7.0

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

1/ Combined analysis

Table 9. Effect of fertilizer treatments on fruit size and fruit quality of longan analysed from combined analysis data during 1999-2000.

Parameter	Treatment				CV(a)%	CV(b)%
	1	2	3	4		
Fruit width (cm)	2.91 b	3.02 a	3.05 a	3.04 a	4.4	2.7
Fruit length (cm)	2.60 b	2.80 a	2.78 a	2.76 a	5.7	3.4
Fruit thick (cm)	2.67 a	0.59 b	2.69 a	2.73 a	4.0	2.2
Seed width (cm)	1.31	1.27	1.34	1.29	5.0	5.3
Seed length (cm)	1.28	1.25	1.28	1.28	9.0	5.0
Seed thick (cm)	1.13	1.13	1.13	1.11	1.0	3.7
Aril thick (cm)	0.61 b	0.67 a	0.69 a	0.72 a	12.9	8.7
Pericarp thick (cm)	0.68 b	0.73 ab	0.75 a	0.80 a	12.2	9.4
Sweetness (%Brix)	18.78 b	19.22 b	19.08 b	20.75 a	1.9	7.8
Aril weight (g)	8.15 b	9.20 a	9.03 ab	9.10 a	5.7	9.6
Pericarp weight (g)	2.43	2.73	2.65	2.68	8.7	14.4
Seed weight (g)	1.49	1.40	1.53	1.49	16.0	13.3
Fruit weight (g)	12.06	13.30	13.21	13.26	8.7	8.7

Treatment 1 = Broadcasting (g 900-375-1,125 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 2 = Fertigation (g 300-125-375 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 3 = Fertigation (g 600-250-750 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 4 = Fertigation (g 900-375-1,125 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

In a row, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT

Table 10. Comparative cost and benefit analysis among fertilizer treatments utilizing combined yield data during 1999-2000.

Treatment	Yield (kg/canopy 1 sq.m)	Yield (kg/rai)	Yield price (baht/rai)	Fertilizer price (baht/rai)	Different of fertilizer*	Net income (baht/rai)	Different of net income*	Marginal rate of return
					Price			(MRR)
1.	1.03	1,426	28,511	2,055	1,379	26,456	-11,644	-8.4
2.	1.40	1,939	38,776	676	0	38,100	0	0
3.	1.85	2,554	51,077	1,379	704	49,698	11,598	16.5
4.	1.83	2,524	50,472	2,055	1,379	48,417	10,317	7.5

Treatment 1 = Broadcasting (g 900-375-1,125 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 2 = Fertigation (g 300-125-375 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 3 = Fertigation (g 600-250-750 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

Treatment 4 = Fertigation (g 900-375-1,125 N-P₂O₅-K₂O/tree/year)

* Different of net income between other treatment and treatment 2 and/or Different of fertilizer price between other treatment and treatment 2

Remark : Cost and benefit analysis are based on the following data

1. The cost of 46-0-0, 13-0-46 and 0-52-34 are 7.75, 23.50 and 36.00 baht/kg, respectively
2. The cost of longan yield is 20 baht/kg
3. Marginal Rate of Return (MRR) are derived by using treatment 2 as a bench-mark of the lowest investment ; MRR are then calculated from the different between other treatments and treatment 2
4. Therefore, MRR are calculated from the formula, $MRR = \frac{\text{Different of net income between other treatments and treatment 2}}{\text{Different of fertilizer price between other treatments and treatment 2}}$

สามารถจะนำไปใช้ลดปัญหาการเลือกบางที่ทำให้ผลลำไยแตกก่อนการเก็บเกี่ยวได้ในระดับหนึ่ง

อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (Marginal Rate of Return)

นำค่าเฉลี่ยผลผลิต 2 ปี (พ.ศ. 2542-2543) คำนวณผลผลิต กก./พื้นที่ผิวทรงพุ่ม 1 ตร.ม ให้เป็นหน่วยของผลผลิต กก./ไร่ จากนั้นคำนวณราคาปุ๋ย มูลค่าผลผลิต ผลได้สุทธิ ของแต่ละกรรมวิธี แล้วคำนวณอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีอื่นกับ

กรรมวิธีที่ 2 ที่มีราคาปุ๋ยต่ำที่สุด 676 บาท/ไร่ พบว่า อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ 1 และ 2 กรรมวิธีที่ 3 และ 2 และกรรมวิธีที่ 4 และ 2 มีค่าเท่ากับ -8.4, 16.5 และ 7.5 ตามลำดับ จากค่าอัตราผลตอบแทนเพิ่มกล่าวได้ว่า การเปลี่ยนจากกรรมวิธีที่ 2 ไปเป็นกรรมวิธีที่ 3 ให้ผลตอบแทนเพิ่มในอัตรา 16.5 ต่อ 1 เป็นอัตราผลตอบแทนเพิ่มที่สูงที่สุดในขณะที่การเปลี่ยนจากกรรมวิธีที่ 2 ไปเป็นกรรมวิธีที่ 4 ให้ผลตอบแทนเพิ่มในอัตรา 7.5 ต่อ 1 และการเปลี่ยนจากกรรมวิธีที่ 2 ไปเป็น

กรรมวิธีที่ 1 กลับให้ผลตรงกันข้าม คือให้ผลตอบแทนลดลงในอัตรา 8.4 ต่อ 1 ดังนั้นกรรมวิธีที่ 3 จึงเป็นกรรมวิธีที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ (Table 10)

สรุปผลการทดลอง

การเปรียบเทียบผลของการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ และการใส่ปุ๋ยทางดินกับลำไยพันธุ์สีชมพูอายุ 15 ปี เป็นเวลา 2 ปี ในด้านการสะสมปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรทในดิน การเจริญเติบโต การดูดใช้ธาตุอาหารหลัก ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปของโครงสร้างในใบ การออกดอก การให้ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของลำไย พบว่าการให้ปุ๋ยในระบบน้ำเป็นวิธีการให้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดิน อัตราการให้ปุ๋ยในระบบน้ำที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตลำไยพันธุ์สีชมพูในชุดดินห้วยฉัตร คืออัตราที่ให้ธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม 600-250-750 กรัม $N-P_2O_5-K_2O$ /ตัน/ปี

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2543. สถิติการส่งออกและนำเข้าสินค้าพืชสวน ปี 2542. กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพมหานคร. 75 หน้า.

จิรพงษ์ ประสิทธิเชตร ประพิต แสงทอง ละม่อม รัตนวิชัย และอำนาจ พงษ์พันธ์. 2539. ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารหลักกับการให้ผลผลิตและคุณภาพของทุเรียน. หน้า 132-145. ใน เอกสารการประชุมวิชาการประจำปี 2539. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

วีรพล ตั้งสมบัติ. 2540. ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Modified Penman. งานวางแผนและวิจัยการใช้น้ำชลประทานของพืช ฝ่ายเกษตร ชลประทาน กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน. 74 หน้า.

หิรัญ หิรัญประดิษฐ์ สุขวัฒน์ จันทรปรณิก และ เสริมสุข สลักเพชร. 2535. เทคโนโลยีการผลิตทุเรียนให้มีคุณภาพ หน้า 179-228. ใน เอกสารประจำปี 2535. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อัครชัย สุขขำรง เรณู ขำเลิศ นันทกร บุญเกิด สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์ อรพันธ์ สุริยพันธ์ ประเทือง ลักษณะวิมล และ จิรพงษ์ ประสิทธิเชตร. 2543. การจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตและควบคุมคุณภาพของมะม่วง. *สาระไม้ผล* 5 (5) : 1-3.

Bray, R.H., and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available form of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59 : 39-45.

Bremner, J.M. 1960. Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. *J. Agro. Sci.* 55 : 1-23.

Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen. In C.A. Black(ed.) *Methods of soil analysis. Agronomy* 9 : 1149-1178.

Davis, L.E. 1943. Measurement of pH with the glass electrode as affected by soil moisture. *Soil Sci.* 56 : 405-406.

Eliades, G., and C. Hadjiloucas. 1985. A simple fertilizer-injection pump. *Misc.*