

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์ใบเพื่อประเมินความต้องการธาตุอาหารของพริกหวานที่ปลูกแบบไม่ใช้ดิน
ผู้เขียน	นางวันเพ็ญ โลหะเจริญ
ปริญญา	วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (พืชสวน)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.โสระยา ร่วมรังษี	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ครุณี นาพรหม	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ใบเพื่อประเมินความต้องการธาตุอาหารของพริกหวาน (พันธุ์โทคอล) ที่ปลูกแบบไม่ใช้ดิน ศึกษาโดยการปลูกพืชในกาบมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูก ภายใต้โรงเรือนพลาสติก โดยทำการทดลองและเก็บข้อมูลที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2550 – 2553 ซึ่งการทดลองประกอบด้วย 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ผลของตำแหน่งใบต่อการเปลี่ยนแปลงระดับธาตุอาหาร เพื่อหาตำแหน่งใบที่เหมาะสมสำหรับเป็นตัวแทนการประเมินความต้องการธาตุอาหารในพริกหวาน จำนวน 4 กรรมวิธี โดยเก็บตัวอย่างใบที่เจริญเติบโตเต็มที่จำนวน 3 ตำแหน่ง คือ ใบจากข้อที่ 3 4 และ 5 นับจากยอด และใบรวมทั้งต้น ตามลำดับ ทำการสุ่มเก็บใบทุก 28 วันหลังย้ายปลูก เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block design : RCBD) จำนวน 5 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น ผลการทดลองพบว่า ตำแหน่งใบมีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบของพริกหวานตลอดช่วงเวลาที่ศึกษาในช่วง 28-112 วันหลังย้ายปลูก โดยใบตำแหน่งข้อที่ 4 เป็นใบที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพริกหวาน

การทดลองที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นธาตุอาหารกับปริมาณผลผลิตเพื่อหาค่ามาตรฐานของธาตุอาหารในพริกหวาน ใช้ 2 วิธีการ ดังนี้

2.1 การหาช่วงค่ามาตรฐานของธาตุอาหารในใบพริกหวาน เพื่อประเมินความต้องการธาตุอาหาร การทดลองดำเนินการจำนวน 4 ถูปลูก จากเกษตรกรจำนวน 14 ราย โดยปลูกพริกหวานในโรงเรือนพลาสติก ใช้กาบมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูก สุ่มเก็บใบพริกหวานจากข้อที่ 4 จากยอด กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น ผลการทดลองพบว่า ระดับของธาตุอาหารมีความสัมพันธ์กับผลผลิตในลักษณะสหสัมพันธ์ 2 เส้น (boundary line) การตัดกันของเส้นตรง 2 เส้นเป็นค่าวิกฤติของความเข้มข้นธาตุอาหารในระดับเหมาะสม โดยกำหนดความสัมพันธ์ของค่าผลผลิตที่ระดับ 60 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับขาดแคลน (D) ต่ำ (L) และ เพียงพอ (S) ตามลำดับ ส่วนระดับธาตุอาหารที่เกินช่วงดังกล่าวเป็นจุดที่ทำให้ผลผลิตเริ่มลดลง (เส้นตรงที่ 2) เมื่อระยะ 28 วันหลังปลูก ช่วงของธาตุอาหารที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 3.04 - 4.82 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน 1.46 - 2.33 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส 4.65 - 6.18 เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม 1.39 - 1.78 เปอร์เซ็นต์แคลเซียม และ 0.82 - 1.09 เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม ซึ่งมีค่า R^2 เท่ากับ 0.82 0.91 0.63 0.82 และ 0.79 ตามลำดับ ระยะ 56 วันหลังย้ายปลูก ช่วงธาตุอาหารที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 3.41 - 4.30 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน 1.70 - 2.04 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส 4.93 - 5.65 เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม 0.72 - 1.41 เปอร์เซ็นต์แคลเซียม และ 0.75 - 0.85 เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม ตามลำดับ ค่า R^2 เท่ากับ 0.88 0.83 0.87 0.83 และ 0.81 ตามลำดับ ระยะ 84 วันหลังย้ายปลูก ช่วงธาตุอาหารที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 3.23 - 4.30 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน 0.84 - 1.63 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส 5.34 - 5.88 เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม 0.96 - 1.86 เปอร์เซ็นต์แคลเซียม และ 0.35 - 0.69 เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม ค่า R^2 เท่ากับ 0.75 0.94 0.85 0.80 และ 0.92 ตามลำดับ และ 112 วันหลังย้ายปลูก ช่วงที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 3.04 - 3.91 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน 1.47 - 2.15 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส 5.11 - 5.47 เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม 1.28 - 2.17 เปอร์เซ็นต์แคลเซียม และ 0.53 - 0.71 เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม ค่า R^2 เท่ากับ 0.65 0.68 0.94 0.76 และ 0.86 ตามลำดับ

2.2 ผลของระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและความเข้มข้นของอาหารในใบของพริกหวาน เพื่อหาค่าวิกฤติของธาตุอาหารตามสมการของ Mitscherlich

โดยปลูกพริกหวานในกาบมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูก และให้ปุ๋ยสูตรแม่สาใหม่ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน นาน 4 สัปดาห์ จากนั้นให้พืชได้รับกรรมวิธีทดลอง 4 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ให้เฉพาะน้ำ กรรมวิธีที่ 2 ให้สารละลายธาตุอาหารระดับต่ำ (EC 2.0) กรรมวิธีที่ 3 ให้สารละลายธาตุอาหารระดับ ปานกลาง (EC 3.0 เป็นกรรมวิธีควบคุม) และกรรมวิธีที่ 4 ให้สารละลายธาตุอาหารระดับสูง (EC 4.0) โดยการปรับสัดส่วนสารละลายให้ได้ค่า EC ตามที่กำหนด วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ใน บล็อก (RCBD) จำนวน 5 ซ้ำ 4 ต้นต่อซ้ำ ผลการทดลองพบว่า เมื่อ 54 วันหลังย้ายปลูก ค่าวิกฤตของธาตุ ในโตรเจนเท่ากับ 3.51 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเท่ากับ 1.98 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมเท่ากับ 5.57 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมเท่ากับ 1.33 เปอร์เซ็นต์ และ แมกนีเซียมเท่ากับ 0.81 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.78 0.62 0.69 0.65 และ 0.52 ตามลำดับ ที่ 84 วันหลังย้ายปลูก ค่าวิกฤตของธาตุในโตรเจน เท่ากับ 3.46 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเท่ากับ 1.59 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมเท่ากับ 5.54 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมเท่ากับ 1.70 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียมเท่ากับ 0.60 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.74 0.75 0.78 0.67 และ 0.55 ตามลำดับ และที่ 112 วันหลังย้ายปลูก มีค่าวิกฤตในโตรเจนเท่ากับ 3.64 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเท่ากับ 1.93 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมเท่ากับ 5.39 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมเท่ากับ 1.69 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียมเท่ากับ 0.68 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.70 0.66 0.52 0.54 และ 0.74 ตามลำดับ

การทดลองที่ 3 ผลของการขาดธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารสะสมใน ใบพริกหวาน งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของการขาดธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของพริกหวานที่ปลูกใน วัสดุปลูก ตลอดจนสามารถจำแนก หรือวินิจฉัยอาการขาดธาตุได้เบื้องต้น โดยปลูกพริกหวานใน โรงเรือนพลาสติกใช้กาบมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูก และให้ปุ๋ยสูตร Hoagland ตามกรรมวิธีควบคุม นาน 4 สัปดาห์ จากนั้นให้พืชได้รับกรรมวิธีทดลอง 6 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม ต้นพริก หวานได้รับสารละลายธาตุอาหารครบตามสูตร กรรมวิธีที่ 2 สารละลายขาดธาตุไนโตรเจน กรรมวิธีที่ 3 สารละลายขาดธาตุฟอสฟอรัส กรรมวิธีที่ 4 สารละลายขาดธาตุโพแทสเซียม กรรมวิธีที่ 5 สารละลาย ขาดธาตุแคลเซียม และกรรมวิธีที่ 6 สารละลายขาดธาตุแมกนีเซียม วางแผนการทดลองแบบสุ่ม สมบูรณ์ใน (RCBD) จำนวน 5 ซ้ำ ซ้ำละ 9 ต้น ผลการทดลองพบว่า หลังจากย้ายปลูก 42 วัน ใบเริ่ม

แสดงอาการเหลือง โดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีค่าความเข้มของสีใบที่บริเวณปลายยอด และความสูงต้นน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม อย่างไรก็ตามพื้นที่ใบในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ น้ำหนักแห้งของใบในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนและโพแทสเซียมน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และการขาดโพแทสเซียมทำให้พืชมีน้ำหนักแห้งรวมต้นน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม แต่ไม่แตกต่างจากการขาดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ด้านผลผลิตการขาดไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียมทำให้ได้ผลผลิตน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนและแคลเซียมมีปริมาณผลผลิตเสียหายมากกว่ากรรมวิธีอื่น ด้านความเข้มข้นธาตุอาหารขณะพืชเริ่มแสดงอาการขาดธาตุ เมื่อ 42 วันหลังย้ายปลูกวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหารในใบพบว่า ทุกกรรมวิธีมีความเข้มข้นของธาตุอาหารชนิดที่ขาดน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน นอกจากความเข้มข้นไนโตรเจนที่ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมแล้ว ยังพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมมีความเข้มข้นมากกว่ากรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีผลทำให้ความเข้มข้นของ โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในใบน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม

คำสำคัญ : พริกหวาน การวิเคราะห์ใบ ตำแหน่งใบ การวิเคราะห์ใบ ค่ามาตรฐาน ค่าวิกฤต การขาดธาตุอาหาร

Thesis Title Leaf Analysis for Evaluation of Nutrient Requirement of Sweet Pepper Grown in Soilless Culture

Author Mrs. Wanpen Lohacharoen

Degree Doctor of Philosophy (Horticulture)

Thesis Advisory Committee

Assoc. Prof. Dr. Soraya Ruamrungsri	Advisor
Assoc. Prof. Dr. Itthisuntorn Nuntagij	Co-advisor
Asst. Prof. Dr. Daruni Naphrom	Co-advisor

Abstract

Leaf analysis for nutrient requirement evaluation of sweet pepper (*Capsicum annuum* var. Tokal) grown in soilless culture was studied by growing plants in coconut cubes as growing medium under plastic house. This study was based on three field experiments which were conducted at training units, Maesamai Royal Project Development Centre of the Royal Project Foundation in Chiang Mai Province, during 2007 – 2010, the three experiments were as follows:

Experiment 1: Effect of leaf position on nutrient concentration changes. The purpose of the study was to find out the optimum leaf position used as the representative of sweet pepper for nutrient requirement evaluation. The experiment comprised of 4 treatments. Fully mature leaves were collected from 3 positions, i.e., treatment 1 : fully-expanded leaf at the 3rd node from the shoot tip; treatment 2 : fully-expanded leaf at the 4th node from the shoot tip; treatment 3 : fully-expanded leaf at the 5th node from the

shoot tip and treatment 4: whole leaves of plant. The sampling was done every 28 days after treatment (DAT) to determine nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg). Experimental design was Randomized Complete Block Design (RCBD) with four treatments and five blocks/treatment (10 plants/block). The result showed that the leaf position affected leaf nutrient concentration in sweet pepper on 28 – 112 DAT. The leaf at the 4th node position should be used as a standardized sampling for leaf analysis to indicate the nutrient status in sweet pepper.

Experiment 2: Leaf nutrient concentration related to growth and development and yield of sweet pepper, using two methods as follows :

2.1) Determination the ranges of leaf nutrient concentration standard in sweet pepper for nutritional requirement evaluation. The field experiments were carried out in 4 crops including 14 commercial farms. The sweet pepper were grown under plastic house, using coconut cube as growing medium. Leaves were sampled at the 4th node from the shoot tip, with 5 replications, 10 plants/rep. The result showed that the nutrient sufficient range evaluation was related to yield by two linear regression determination (Boundary line). The intersection of the 2 lines could be defined as the critical values of the optimal nutrient concentration. The relative 60, 80 and 100% of yield, respectively, defined the maximum values for deficient (D), low (L) and sufficient (S) range categories. The high or excessive nutrient ranges were defined as beginning of the concentration beyond which yield decreases (the second linear line). At 28 DAT, the ranges of optimum nutrient concentrations were 3.04 - 4.82 % N, 1.46 - 2.33 % P, 4.65 -

6.18 % K, 1.39 - 1.78 % Ca and 0.82 - 1.09 % Mg with the R^2 value of 0.82, 0.91, 0.63, 0.82 and 0.79, respectively. At 56 DAT, the ranges of optimum nutrient concentrations were 3.41 - 4.30 % N, 1.70 - 2.04 % P, 4.93 - 5.65 % K, 0.72 - 1.41 % Ca and 0.75 - 0.85 % Mg with the R^2 value of 0.88, 0.83, 0.87, 0.83 and 0.81, respectively. At 84 DAT, the ranges of optimum nutrient concentrations were 3.23 - 4.30 % N, 0.84 - 1.63 % P, 5.34 - 5.88 % K, 0.96 - 1.86 % Ca and 0.35 - 0.69 % Mg with the R^2 value of 0.75, 0.94, 0.85, 0.80 and 0.92, respectively. At 112 DAT, the ranges of optimum nutrient concentrations were 3.04 - 3.91 % N, 1.47 - 2.15 % P, 5.11 - 5.47 % K, 1.28 - 2.17 % Ca and 0.53 - 0.71 % Mg with the R^2 value of 0.65, 0.68, 0.94, 0.76 and 0.86, respectively.

2.2) Effect of nutrient solution concentration on growth and development and nutrient concentration in leaf of sweet pepper. For determination of critical level by Mitscherlich's equation, plants were grown under plastic house using coconut cube as growing medium and supplied with nutrient solution (Maesamai formula) at the same concentration for 4 weeks after planting. Then, they were supplied with 4 treatments including 1) water only, 2) low nutrient concentration (EC 2.0), 3) medium nutrient concentration (as control : EC 3.0) and 4) high nutrient concentration (EC 4.0), EC was adjusted by adding the different ratios of stock solution. The experiment was performed in a randomized complete block design (RCBD), 5 replications and 4 plants/replicate. The result indicated that at 54 DAT, the critical values were 3.51% N, 1.98% P, 5.57% K, 1.33% Ca and 0.81% Mg with 0.78, 0.62, 0.69, 0.65 and 0.52 R^2 , respectively. At 84 DAT, they were 3.46% N, 1.59% P, 5.54% K, 1.70% Ca and 0.60% Mg with 0.74, 0.75, 0.78, 0.67 and 0.55 R^2 , respectively. And at 112 DAT,

they were 3.64% N, 1.93% P, 5.39% K, 1.69% Ca and 0.68% Mg with 0.70, 0.66, 0.52, 0.54 and 0.74 R^2 , respectively.

Experiment 3: Effects of nutrient deficiencies on growth and development and nutrient status in leaves of sweet pepper. This research aims to study the effect of the nutrient deficiency on growth and development of sweet pepper grown in substrate culture and to identify and diagnose common plant nutrient deficiency symptoms. Plants were grown under plastic house using coconut cube as growing medium and supplied with nutrient solution (Hoagland formula) at the same concentration of control for 4 weeks after planting. Then, they were supplied with 6 treatments including treatment 1) the control treatment, plants were supplied with Hoagland's nutrient solution; treatment 2) nitrogen-deficient solution (-N); treatment 3) phosphorus-deficient solution (-P); treatment 4) potassium-deficient solution (-K); treatment 5) calcium-deficient solution (-Ca) and treatment 6) magnesium-deficient solution (-Mg). The experimental design was RCBD with 5 replications, 9 plants/rep. The results showed that at 42 days after planting, leaves started to show chlorosis, especially in -N treatment, leaf color and plant height were lower than control. However, leaf area was not significantly different among treatments. Leaf dry weight of -N and -P deficient treatments were significantly lower than control and total dry weight of -K deficient treatment was significantly different from control and -Ca and was low, but not different from -N, -P and -Mg, deficient treatments. Marketable yields of -N, -K and -Ca treatments were lower than control while unmarketable yields of -N and -Ca were higher than others. Plant analysis, when leaves started to become chlorosis at 42 days after planting, indicated that the element

concentration in each deficiency treatment was significantly reduced compared with control treatment. N concentration in leaf was reduced in -N treatment but increased in -P, -K, -Ca and -Mg treatments.

Keywords: Sweet Pepper, Leaf Analysis, Leaf Position, Sufficiency Ranges, Critical Value, Deficiency