

รายละเอียดผลการดำเนินงาน

บทที่ 1

การจัดการสารละลายธาตุอาหาร

การจัดการปุ๋ยในระบบเพอร์ติกกัน

3.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พริกหวานเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของภาคเหนือ ซึ่งมีแหล่งผลิตใหญ่อยู่ที่ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ. เชียงใหม่ นอกจากนี้ยังกระจายตามพื้นที่ที่มีอากาศเย็น หรือบนพื้นที่สูงของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และยังมีแนวโน้มที่ปลูกได้พอสมควรในพื้นที่สูงของภาคกลาง ในระยะเวลาสิบปีที่ผ่านมาปริมาณความต้องการพริกหวานเพื่อใช้บริโภคสดภายในประเทศและการส่งออกเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว นำมาซึ่งการขยายตัวของการผลิตพริกหวานในพื้นที่ต่างๆ ในเขตภาคเหนือของประเทศ เพื่อผลิตพริกหวานให้เพียงพอความต้องการของตลาด เกษตรกรได้เพิ่มผลผลิตของพริกหวานทั้งด้านการเพิ่มพื้นที่การเพาะปลูกและเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ สำหรับการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่นั้น ปุ๋ยเคมี และยากำจัดโรคและแมลง ยังคงเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญของการผลิตที่เกษตรกรจำเป็นต้องใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยเคมี ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรผู้ผลิตพริกหวานส่วนใหญ่นิยมปลูกพริกหวานในระบบการปลูกพืชไร้ดิน (substrate culture system) ภายใต้สภาพโรงเรือน โดยใช้กาบมะพร้าวสับเป็นวัสดุตั้งฐานราก มีการให้น้ำและปุ๋ยไปพร้อมๆ กัน (fertigation system) ดังนั้นในแต่ละรอบของการให้สารละลายธาตุอาหาร จะมีสารละลายธาตุอาหารบางส่วนไหลล้นออกนอกภาชนะปลูก ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง nitrates และ phosphates (Raviv *et al.*, 1998, Incrocci *et al.*, 2006) ดังนั้นการปลูกพืชไร้ดินในระบบปิดภายใต้สภาพโรงเรือน จึงเป็นแนวทางในการช่วยลดการปนเปื้อนของสารละลายธาตุอาหารส่วนเกินสู่สิ่งแวดล้อมอีกทั้งยังเป็นการประหยัดน้ำและปุ๋ย ซึ่งทำให้การใช้น้ำและปุ๋ยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (Zekki *et al.*, 1996) อย่างไรก็ตามก็ยังมีผลกระทบของไอออนต่างๆ ซึ่งเกิดจากการล้างระบบหรือวัสดุตั้งฐานราก เพื่อควบคุมความเค็มบริเวณรากพืช (Raviv *et al.*, 1998, Carmassie *et al.*, 2005) สำหรับการปลูกพืชไร้ดินในระบบเปิดนั้น เนื่องจากวัสดุตั้งฐานรากนั้นต้องการการชะล้างเกลือส่วนเกินออกจากระบบ ซึ่งแตกต่างไปจากธรรมชาติของดินที่ใช้ปลูกพืช ซึ่งจำเป็นต้องดูดซับปริมาณธาตุอาหารเอาไว้และต้องการลดการสูญเสียธาตุอาหารจากการชะล้าง ดังนั้นการปลูกพืชไร้ดินในระบบเปิด ควรจะมีการควบคุมการระบายน้ำออกให้น้อยที่สุด ซึ่งการชะล้างที่เหมาะสมควรอยู่ในระหว่าง 25-35% (Savvas, *et al.*, 2007) Katsououlas *et al.*, 2006 ศึกษาการปลูกกุหลาบในสารละลายธาตุอาหารในระบบปิด โดยใช้ Rockwood เป็นวัสดุตั้งฐานราก พบว่าการเพิ่มจำนวนความถี่ของการให้สารละลายธาตุอาหาร สามารถทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกุหลาบเพิ่มขึ้นได้ถึง 30% ทั้งนี้เนื่องมาจากการเพิ่มความถี่ในการให้สารละลายธาตุอาหาร เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของธาตุอาหารในระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัสและ แมงกานีส อีกทั้งการเพิ่มความถี่ในการให้สารละลายยังเป็นการเพิ่มความชื้นในบริเวณรากที่อยู่ในวัสดุตั้งฐานรากอีกด้วย (Xu *et al.*, 2004, Silber *et al.*, 2005)

จากข้อมูลดังกล่าวมานี้ ชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมการให้น้ำและปุ๋ยจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะนอกจากจะเป็นการประหยัดน้ำและปุ๋ยแล้ว การให้น้ำและปุ๋ยอย่างถูกต้องจะเป็นการใช้น้ำอย่างมี

ประสิทธิภาพ สามารถหลีกเลี่ยงการเกิดสภาวะเครียดของพืช และยังสามารถควบคุมคุณภาพของผลผลิตได้อีกด้วย (Raviv and Blom, 2001) อย่างไรก็ตามเกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดความรู้เรื่องการจัดการน้ำและปุ๋ยอย่างถูกวิธี ทำให้การใช้ปุ๋ยไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เป็นผลทำให้ต้นทุนทางการผลิตเพิ่มสูงขึ้น และนอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อสภาพของดินและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ดังนั้นการศึกษานานแนวทางในการจัดการปุ๋ย เพื่อให้การใช้ปุ๋ยได้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อลดต้นทุนการผลิต จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและมีประโยชน์อย่างยิ่งกับเกษตรกร

3.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษานานแนวทางในการจัดการสารละลายธาตุอาหารสำหรับการปลูกพริกหวานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และให้ได้สูตรของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพริกหวานที่เกษตรกรผู้ปลูกพริกหวานสามารถเตรียมขึ้นใช้เองได้

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษานานแนวทางในการจัดการสารละลายธาตุอาหารสำหรับการปลูกพริกหวาน ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แบ่งการศึกษานออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

3.2.1 การศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 2 ชนิด และความถี่ในการให้สารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อคุณภาพและผลผลิตของพริกหวาน

สถานที่ทดลอง: การทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 2 ชนิด และความถี่ในการให้สารละลายธาตุอาหาร ได้ทำการศึกษานในโรงเรือนปลูกพริกหวานของเกษตรกร ในพื้นที่ หมู่ 3 ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ในระหว่างเดือนมิถุนายน – ธันวาคม 2551 โดยใช้โรงเรือนขนาดประมาณ 24 x 36 เมตร (กว้าง x ยาว) ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 810 เมตร

แผนการทดลอง: การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 3 การทดลองย่อย คือ การทดลองย่อยที่ 1 ใช้พริกหวานพันธุ์สีเหลือง (yellow bell pepper) ส่วนการทดลองย่อยที่ 2 ใช้พริกหวานพันธุ์สีแดง (red bell pepper) โดยทั้งสองการทดลองย่อย มีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ และ 3 กรรมวิธี โดยมีรายละเอียดของแต่ละกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ใช้สารละลายธาตุอาหารที่เตรียมจาก ปุ๋ยผสมสูตรสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายเป็นการค้าทั่วไป (commercial fertilizer, CF) และจ่ายสารละลายธาตุ

อาหารให้ต้นพริก ประมาณ 3 ครั้งต่อวัน (ช่วงสายๆ กลางวัน และช่วง บ่าย) ครั้งละประมาณ 5-10 นาที

กรรมวิธีที่ 2 ใช้สารละลายธาตุอาหารที่เตรียมเองจากการใช้แม่ปุ๋ยที่มีจำหน่ายทั่วไป (สูตร สกว.) และจ่ายสารละลายธาตุอาหารเช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 1

กรรมวิธีที่ 3 ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรเดียวกับกรรมวิธีที่ 2 แต่จ่ายสารละลายธาตุอาหารให้กับต้นพริก โดยอาศัยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ (ความถี่ในการจ่าย สารละลายเป็น 2 เท่าของกรรมวิธีที่ 2 แต่เวลาในการจ่ายสารละลาย ลดลง เหลือเพียง ½ ของกรรมวิธีที่ 1 ดังนั้นต้นพริกจะได้ปุ๋ยในปริมาณที่เท่ากับ กรรมวิธีที่ 2)

การปลูก: ทำการเพาะเมล็ดพริกหวานพันธุ์สีแดง/เหลืองในถาดเพาะกล้า จนต้นกล้ามีใบ เลี้ยงได้ประมาณ 2 ใบ (ประมาณ 2 - 3 สัปดาห์) จึงทำการย้ายกล้าจากถาดเพาะลงในถุงอนุบาลกล้าขนาดเล็ก โดยปลูกต้นกล้า 2 ต้นต่อถุง ทำการอนุบาลกล้าพริกจนต้นกล้ามีใบเลี้ยงประมาณ 4 ใบ (ประมาณ 1 - 2 สัปดาห์) จึงทำการย้ายกล้าลงถุงปลูกขนาดความจุประมาณ 12 ลิตรที่บรรจุด้วยกาบมะพร้าวสับ โดยมี ระยะระหว่างแถว 1 เมตร และระยะระหว่างถุง 0.5 เมตร (ภาพที่ 1 และ 2)



ภาพที่ 1 การเตรียมถุงปลูกพริกหวาน ; บรรจุวัสดุปลูกลงในถุงปลูก (1) , เตรียมสายน้ำหยด (2), เชื่อม หัวน้ำหยดเข้ากับสายน้ำหยด (3) และ ถุงปลูกที่พร้อมใช้งาน โดยมีระยะระหว่างแถว 1 เมตร ระยะระหว่างถุง 0.5 เมตร (4)



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการปลูกพริกหวาน ; เพาะเมล็ดพริกหวานในถาดเพาะกล้า (1) คลุมด้วยวัสดุพรางแสง และป้องกันการสูญเสียความชื้น (2) นำไปบ่มไว้ในตู้เพาะกล้า (3) จนต้นกล้ามีใบเลี้ยงได้ ประมาณ 2 ใบ (4) จึงทำการย้ายกล้าจากถาดเพาะลงในถุงอนุบาลกล้าขนาดเล็ก (5) โดยปลูก ต้นกล้า 2 ต้นต่อถุง ทำการอนุบาลกล้าพริกจนต้นกล้ามีใบเลี้ยงประมาณ 4 ใบ (6) จึงทำการ ย้ายกล้าลงถุงปลูก โดยตัดก้นถุง (7) ก่อนนำลงปลูกในถุงปลูก (8)

การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร: ทำการเตรียมสารละลายธาตุอาหารเข้มข้นสูง 2 ถึง คือ สารละลาย A และสารละลาย B โดยแต่ละชนิดจะผสมน้ำ 75 ลิตร และเมื่อให้สารละลายธาตุอาหารกับ พริกหวาน จะผสมสารละลาย A และ B กับน้ำดิบในถังเก็บขนาดใหญ่ (ประมาณ 1500 ลิตร) (ภาพที่ 3) ในอัตราส่วน 1 : 1 ให้ได้ค่าการนำไฟฟ้าที่ต้องการ สำหรับน้ำที่นำมาใช้ในการผสมปุ๋ยนั้น จะถูกปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วงระหว่าง 5.5-6.5 โดยเติมกรดไนตริกลงไปให้น้ำในกรณีที่มีน้ำเป็นด่าง



ภาพที่ 3 ระบบจ่ายสารละลายธาตุอาหาร

ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ใช้: ทำการให้สารละลายธาตุอาหารตามระยะการ เจริญเติบโตของพืช โดยในระยะต้นกล้า จะให้ปุ๋ยเจือจาง โดยมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 1.5 mS/cm เมื่อย้ายปลูกในถุงปลูกจนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยว จะให้ปุ๋ยที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น โดยมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในระหว่าง 2.2-2.5 mS/cm

การเก็บบันทึกข้อมูล:

- ทำการบันทึกความสูง และผลผลิตของพริกหวาน ในแต่ละกรรมวิธีการทดลอง ที่ระยะเวลาต่าง ๆ
- บันทึก pH, EC และวิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุอาหาร (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B, S) ในสารละลายธาตุอาหาร
- วิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B) ในใบพริกหวานในระยะให้ผลผลิตชุดแรก

การป้องกันและกำจัดศัตรูพืช: ทำการป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็น โดยใช้วิธีการแบบบูรณาการตามสภาพของผลการประเมินความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของศัตรูพืชแต่ละชนิด

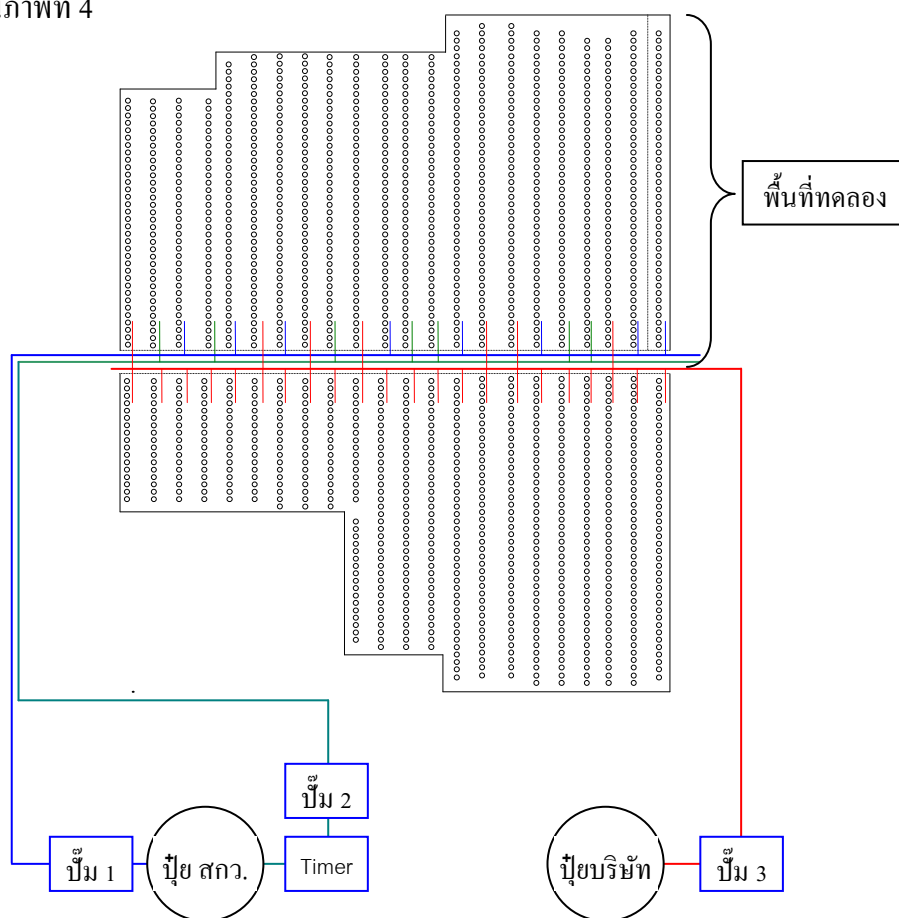
สำหรับการทดลองย่อยที่ 3 ได้ดำเนินการปลูกพริกหวานพันธุ์สีเขียว ในโรงเรือนของ เกษตรกรรายใหม่ ในพื้นที่ หมู่ 3 ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงระหว่างเดือน เมษายน - สิงหาคม 2552 โดยใช้โรงเรือนขนาด 6 x 24 เมตร (กว้าง x ยาว) และมีความสูงจาก

ระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 850 เมตร สำหรับแผนการทดลองนั้น ประกอบไปด้วยกรรมวิธีการทดลอง 2 กรรมวิธี คือ (1) ฟริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารที่เกษตรกรซื้อสำเร็จรูปจากบริษัท และ (2) ฟริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารที่เตรียมจากแม่ปุ๋ยที่มีจำหน่ายตามทั่วไป (สูตร สกว.) และอาศัยการวิเคราะห์สถิติแบบ One-way Analysis of variance ในการประเมินความแตกต่างระหว่างผลผลิตของฟริกหวานที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน สำหรับวิธีการจ่ายสารละลายธาตุอาหารให้แก่ฟริกหวานนั้น ดำเนินการเช่นเดียวกับการทดลองย่อยที่ 1 และ 2

ผลการทดลอง :

3.3.1.1 ระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหาร

ในการศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 2 ชนิด และความถี่ในการให้สารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อคุณภาพและผลผลิตของฟริกหวานนี้ จำเป็นต้องมีระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหาร 2 ระบบที่แยกจากกันโดยอิสระ คณะผู้วิจัยจึงได้ติดตั้งระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหารเพิ่มขึ้นอีก 1 ระบบในโรงเรือนของเกษตรกร เพื่อจ่ายสารละลายธาตุอาหารสูตรที่เกษตรกรนิยมใช้ (ปุ๋ยบริษัท) และสูตรที่ทางคณะผู้วิจัยผสมขึ้นใช้เอง (ปุ๋ย สกว.) ระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหาร แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนผังระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหารในโรงเรือนทดลอง

3.3.1.2 สูตรสารละลายธาตุอาหาร

สูตรของสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 สูตรด้วยกัน คือ สูตรที่ 1 เป็นสูตรที่ปกปิดทางการค้า ซึ่งเกษตรกรได้ซื้อจากบริษัทหรือผู้ประกอบการอิสระที่ได้เตรียมขึ้นเพื่อจำหน่ายเป็นชุด ปุ๋ยที่ใช้เตรียมสารละลายธาตุอาหาร 1 ชุดจะประกอบด้วยปุ๋ย 2 ส่วนด้วยกันคือ ปุ๋ย A และ ปุ๋ย B ซึ่งองค์ประกอบของปุ๋ย A และ B จะแตกต่างกันไป และนอกจากนั้นแล้วโดยทั่วไป ปุ๋ยที่จำหน่ายยังสามารถแบ่งออกได้ 2 เกรด คือ ปุ๋ยชุดเล็กหรือปุ๋ยไม่เต็มสูตร และปุ๋ยชุดใหญ่หรือปุ๋ยเต็มสูตร ซึ่งราคาจะแตกต่างกันไป โดยปุ๋ยชุดเล็กจะเป็นปุ๋ยที่ราคาถูก (ประมาณ 1,750 – 1,800 บาท/ 35 – 38 กิโลกรัม) สำหรับปุ๋ยชุดใหญ่หรือปุ๋ยเต็มสูตร ราคาจะแพงกว่า (ประมาณ 2,250 – 2,300 บาท/ 38 – 40 กิโลกรัม) สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกใช้ปุ๋ยชุดใหญ่หรือเต็มสูตร (ราคา 2,250 บาท/38 กิโลกรัม) ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้ในการปลูกพริกหวาน ส่วนสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 2 (สูตร สกว.) ซึ่งเป็นสูตรธาตุอาหารที่จะแนะนำให้เกษตรกรใช้ต่อไปในอนาคตนั้น องค์ประกอบต่าง ๆ ของปุ๋ย แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการละลายเข้มข้น A และ B (สำหรับปริมาตร 75 ลิตร)

ชนิดปุ๋ย	สารเคมี/ปุ๋ยที่ใช้*	ปริมาณ	หน่วย
ปุ๋ย A	แคลเซียมไนเตรท (15 - 0 - 0)	16.0	กิโลกรัม
	เหล็กอีดีทีเอ (Fe-EDTA)	209	กรัม
ปุ๋ย B	โพแทสเซียมไนเตรท (13 - 0 - 46)	10.1	กิโลกรัม
	โพแทสเซียมฟอสเฟต (0 - 52 - 34)	3.3	กิโลกรัม
	แมกนีเซียมซัลเฟต	6.0	กิโลกรัม
	ซิงค์ซัลเฟต	22.3	กรัม
	คอปเปอร์ซัลเฟต	3.0	กรัม
	แมงกานีสซัลเฟต	26.6	กรัม
	กรดบอริก	28.6	กรัม
	แอมโมเนียมโมลิบเดต ((NH ₄) ₂ Mo ₇ O ₂₄)	1.3	กรัม

*สารเคมีหรือปุ๋ยที่ใช้เตรียมเป็น commercial grade ซึ่งมีจำหน่ายตามร้านค้าปุ๋ยทั่วไป

เมื่อนำปุ๋ยทั้งสองสูตรไปเตรียมสารละลายธาตุอาหาร และปล่อยสู่ระบบให้กับต้นพริกความเข้มข้นของธาตุอาหารแต่ละชนิด pH และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 2

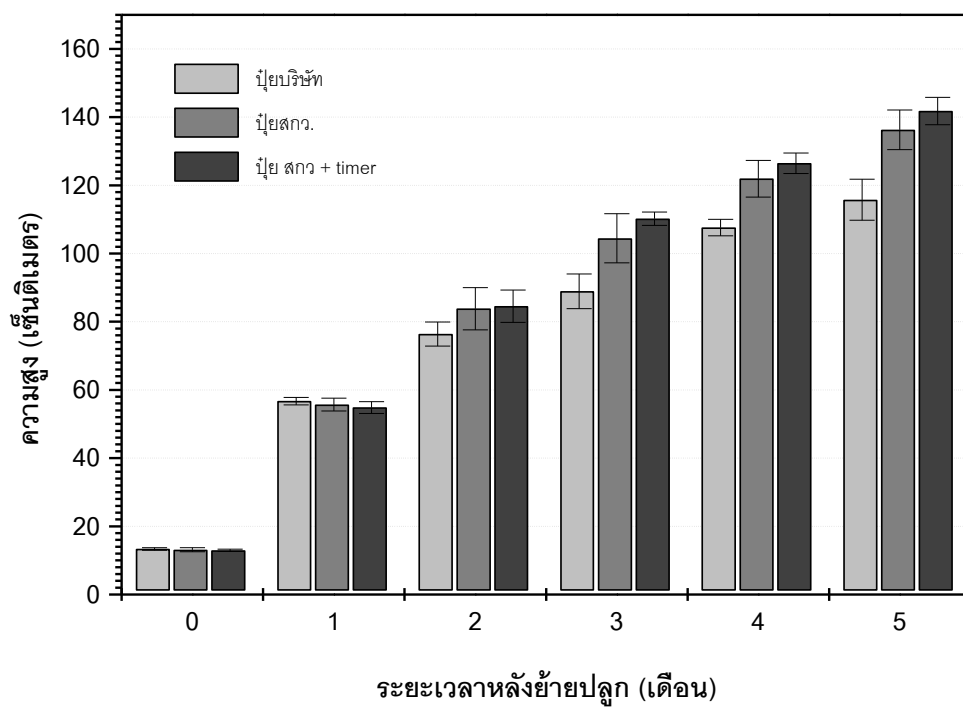
ตารางที่ 2 ค่า pH EC และความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารเฉลี่ย ของสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการทดลอง

สูตรปุ๋ย	pH	EC (mS/cm)	ความเข้มข้นธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหาร (mg/L)*										
			N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
ปุ๋ยบริษัท	6.85	2.32	236.0	52.2	308.8	209.1	46.0	37.3	0.73	0.29	0.26	0.64	0.61
ปุ๋ยสกว.	6.64	2.37	246.0	43.8	308.1	217.4	39.7	27.0	1.30	0.10	0.21	0.39	0.46

* - ค่าเฉลี่ย 6 เดือน โดยทำการวิเคราะห์เดือนละ 2 ครั้ง - Mo ไม่ได้วิเคราะห์

3.3.1.3 การเจริญเติบโตของพริกหวาน

การเจริญเติบโตของต้นพริกที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ สารละลายธาตุอาหารที่ซื้อปุ๋ยผสมสำเร็จรูปจากทางบริษัทผู้ค้าปุ๋ย (ปุ๋ยบริษัท) และสารละลายธาตุอาหารที่เตรียมจากแม่ปุ๋ยที่ผสมใช้เอง (ปุ๋ยสกว.) แสดงในภาพที่ 5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าความสูงของพริกหวานพันธุ์สีเหลือง ในช่วง 2 เดือนแรกหลังการย้ายปลูก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพริกหวานที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารของสกว. มีแนวโน้มว่าจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่า (ภาพที่ 6) และความแตกต่างจะเห็นได้อย่างชัดเจนหลังการย้ายปลูก 3 เดือน ต้นพริกหวานที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยของ สกว. ทั้งที่มีการจ่ายปุ๋ยแบบธรรมดา และการจ่ายปุ๋ยโดยใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติ จะมีการเจริญเติบโตดีกว่าการใช้ปุ๋ยของบริษัทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.05$) โดยที่ระยะ 3 เดือนหลังย้ายปลูก (เป็นระยะที่ให้ผลผลิตแล้ว) ต้นพริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยของสกว. ที่จ่ายปุ๋ยโดยระบบธรรมดา และจ่ายปุ๋ยโดยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ มีความสูงเฉลี่ยต่อต้น 104.5 และ 110.2 ซม. ตามลำดับ ในขณะที่ต้นพริกหวานที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยบริษัท มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นเพียง 88.9 ซม.



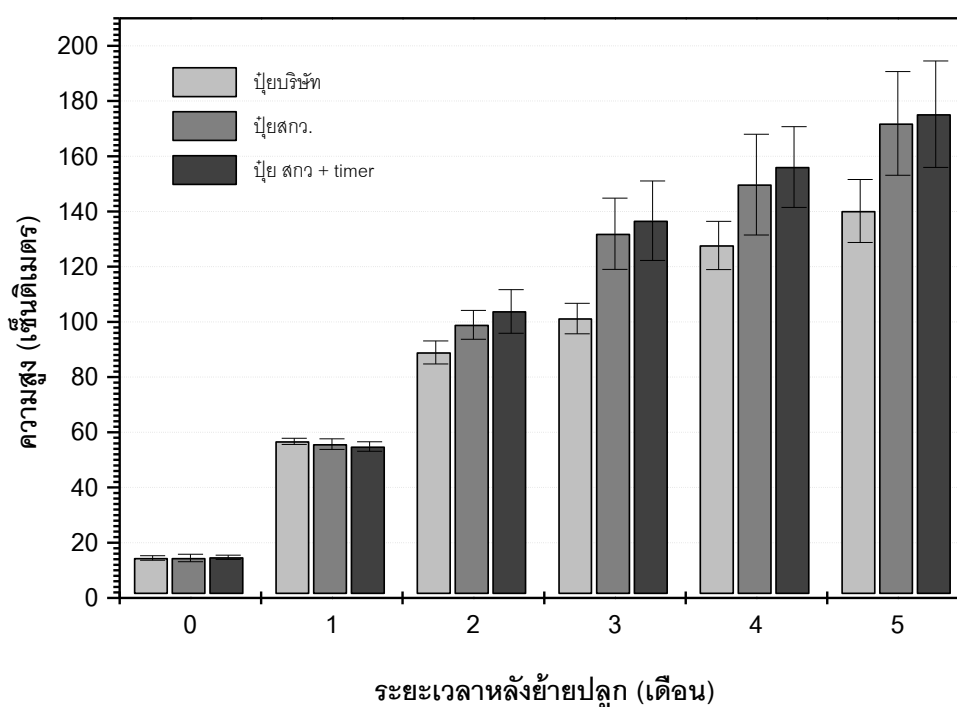
ภาพที่ 5 แสดงความสูงเฉลี่ยของต้นพริกหวานพันธุ์สีเหลืองในระยะเวลาต่าง ๆ หลังย้ายปลูก



ภาพที่ 6 แสดงการเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีเหลือง อายุ 2 เดือนหลังย้ายปลูก

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยของสกว. ระหว่างการจ่ายปุ๋ยด้วยระบบธรรมดา และการจ่ายปุ๋ยโดยเครื่องควบคุมอัตโนมัติพบว่า การเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีเหลือง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตลอดระยะเวลา 5 เดือนหลังการย้ายปลูก อย่างไรก็ตามการจ่ายสารละลายโดยใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งมีความถี่ในการให้ปุ๋ยมากกว่า การให้ปุ๋ยด้วยระบบธรรมดา 2 เท่า มีแนวโน้มทำให้ต้นพริกมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการจ่ายปุ๋ยด้วยความถี่ต่ำ

สำหรับการทดลองย่อยที่ 2. ซึ่งใช้พริกหวานพันธุ์สีแดงในการทดสอบ ผลการศึกษาพบว่า พริกหวานพันธุ์สีแดง มีการตอบสนองต่อปุ๋ยที่ใช้ทดสอบในลักษณะเช่นเดียวกับพริกหวานพันธุ์สีเหลือง ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงความสูงเฉลี่ยของต้นพริกหวานพันธุ์สีแดงในระยะเวลาต่าง ๆ หลังย้ายปลูก

จากภาพที่ 7 จะเห็นว่าในช่วง 2 เดือนแรกหลังการย้ายปลูกพริกหวานมีความสูงที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพริกหวานที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารของสกว. มีแนวโน้มว่าจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่า และความแตกต่างจะเห็นได้อย่างชัดเจนหลังการย้ายปลูก 3 เดือน ต้นพริกหวานที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยของ สกว. ทั้งที่มีการจ่ายปุ๋ยแบบธรรมดา และการจ่ายปุ๋ยโดยใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติ จะมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการใช้ปุ๋ยของบริษัทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P =$

0.05) โดยที่ระยะ 3 เดือนหลังย้ายปลูก (เป็นระยะที่ให้ผลผลิตแล้ว) ต้นพริกหวานพันธุ์สีแดงที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยของสกว. ที่จ่ายปุ๋ยโดยระบบธรรมดา และจ่ายปุ๋ยโดยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ มีความสูงเฉลี่ยต่อต้น 131.9 และ 136.7 ซม. ตามลำดับ ในขณะที่ต้นพริกหวานที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยบริษัท มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นเพียง 101.2 ซม. และเมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีแดงที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยของสกว. ระหว่างการจ่ายปุ๋ยด้วยระบบธรรมดา และการจ่ายปุ๋ยโดยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ก็พบเช่นเดียวกับการเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีเหลือง คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตลอดระยะเวลา 5 เดือนหลังการย้ายปลูก อย่างไรก็ตามการจ่ายสารละลายธาตุอาหารโดยใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งมีความถี่ในการให้ปุ๋ยมากกว่าการให้ปุ๋ยด้วยระบบธรรมดา 2 เท่า มีแนวโน้มทำให้ต้นพริกมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการจ่ายปุ๋ยด้วยความถี่ต่ำ

3.3.1.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวาน :

ทำการเก็บตัวอย่างใบพริกในระยะ 2 เดือน (ระยะก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตชุดแรก) และที่ระยะ 4 เดือน (ระยะที่ผลผลิตสูงสุด) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ในใบ ของพริกหวานพันธุ์สีเหลือง และพันธุ์สีแดง ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวานพันธุ์สีเหลืองในระยะ 2 เดือนหลังย้ายปลูก

กรรมวิธีทดลอง	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวาน									
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
ปุ๋ยบริษัท	4.73	0.36	7.84	1.86	0.94	64.45	4.02	165.31	179.23	69.19
ปุ๋ย สกว.	4.91	0.41	7.51	1.83	0.53	83.68	1.45	177.99	136.40	32.82
ปุ๋ย สกว. + timer	5.08	0.44	8.13	1.87	0.50	84.50	1.20	184.33	138.83	32.79
CV (%)	5.20	2.47	5.83	15.94	11.18	8.73	12.37	20.81	16.55	24.19
LSD 0.05	ns	0.01	ns	ns	0.11	9.30	0.40	ns	ns	14.93

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวานพันธุ์สีแดงในระยะ 2 เดือนหลังย้ายปลูก

กรรมวิธีทดลอง	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวาน									
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
ปุ๋ยบริษัท	4.73	0.35	6.96	2.01	0.99	61.95	4.10	168.48	161.30	61.11
ปุ๋ย สกว.	5.54	0.47	7.82	1.97	0.51	77.00	1.20	168.48	126.75	23.29
ปุ๋ย สกว. + timer	5.34	0.45	7.57	1.93	0.47	73.60	1.73	149.46	111.80	25.13
CV (%)	7.48	1.93	4.79	3.95	7.56	1.90	16.56	5.53	9.55	5.30
LSD 0.05	ns	0.02	ns	ns	0.15	3.93	1.13	ns	ns	5.65

จากตารางที่ 3 และ ตารางที่ 4 จะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบของพริกหวานทั้งสองพันธุ์ มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ความเข้มข้นของไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม สังกะสี และแมกนีเซียม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 3 กรรมวิธีการทดลอง โดยมีไนโตรเจนอยู่ในช่วง 4.7-5.5 % โพแทสเซียมอยู่ในช่วง 6.9-8.1% แคลเซียมอยู่ในช่วง 1.83-2.0% สังกะสีอยู่ในช่วง 150-184 mg/kg และแมกนีเซียอยู่ในช่วง 111-179 mg/kg ในขณะที่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง และโบรอนในใบของพริกหวานทั้งพันธุ์สีเหลืองและพันธุ์สีแดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นพริกที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารของ สกว. ทั้งสองวิธีการ จะมีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเหล็กในใบสูงกว่าปุ๋ยของบริษัท ในขณะที่ความเข้มข้นของแมกนีเซียมและโบรอนจะต่ำกว่าปุ๋ยของบริษัท ซึ่งความแตกต่างนี้เป็นผลมาจากความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกัน (ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 2) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วพืชจะดูดใช้ธาตุอาหารได้ดีขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าการดูดใช้ฟอสฟอรัสของต้นพริกที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารของ สกว. จะดีกว่าที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารของบริษัท ถึงแม้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายธาตุอาหารของ สกว. จะต่ำกว่าของบริษัทเล็กน้อยก็ตาม ในทางตรงกันข้ามการดูดใช้แมกนีเซียมของพริกหวานที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารของ สกว. กลับต่ำกว่าของบริษัทถึงแม้ว่าจะมีความเข้มข้นของ Mg สูงกว่าเล็กน้อยก็ตาม และเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบของพริกหวานกับค่ามาตรฐาน พบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวานทั้งพันธุ์สีเหลืองและพันธุ์สีแดงส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่เหมาะสม ยกเว้นความเข้มข้นของโพแทสเซียมซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย และธาตุทองแดงที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานค่อนข้างมากโดยเฉพาะในสูตรปุ๋ยของ สกว. ซึ่งอาจต้อง

พิจารณาเพิ่มความเข้มข้นของทองแดงในสารละลาย B อีกประมาณ 3 เท่า เป็น 9 กรัม/สารละลาย 75 ลิตร

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวานของค่ามาตรฐาน (*Capsicum annuum* var. *annuum*) กับค่าที่ได้จากงานวิจัย

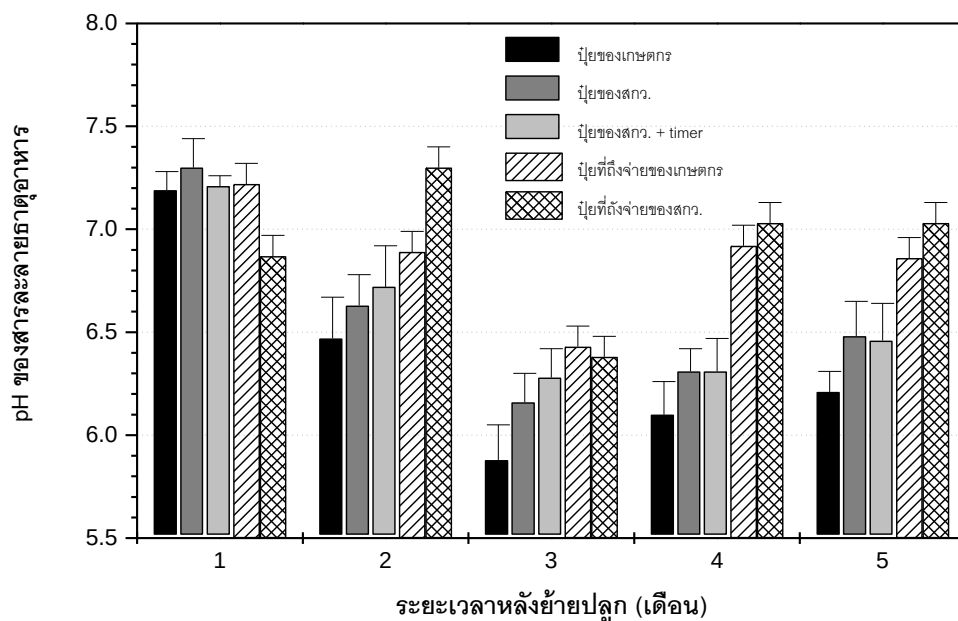
ธาตุอาหารในใบ	ระดับที่เหมาะสม	ค่าที่ได้จากงานวิจัย (พริกหวานสีเหลือง)		
		ปุ๋ยบริษัท	ปุ๋ยสกว.	ปุ๋ยสกว.+ timer
N (%)	4.0 – 6.0	4.73	4.91	5.08
P (%)	0.3 – 1.0	0.36	0.41	0.44
K (%)	4.0– 6.0	7.84	7.51	8.13
Ca (%)	1.00 – 2.5	1.86	1.83	1.87
Mg (%)	0.30 – 1.00	0.94	0.53	0.50
Fe (mg/kg)	60 – 300	64.5	83.7	84.5
Mn (mg/kg)	20 – 250	179	136	139
Cu (mg/kg)	6 – 25	4.0	1.5	1.2
Zn (mg/kg)	20 – 200	165	178	184
B (mg/kg)	25 – 75	69	33	33

(D.O. Huett, et. al., 1997)

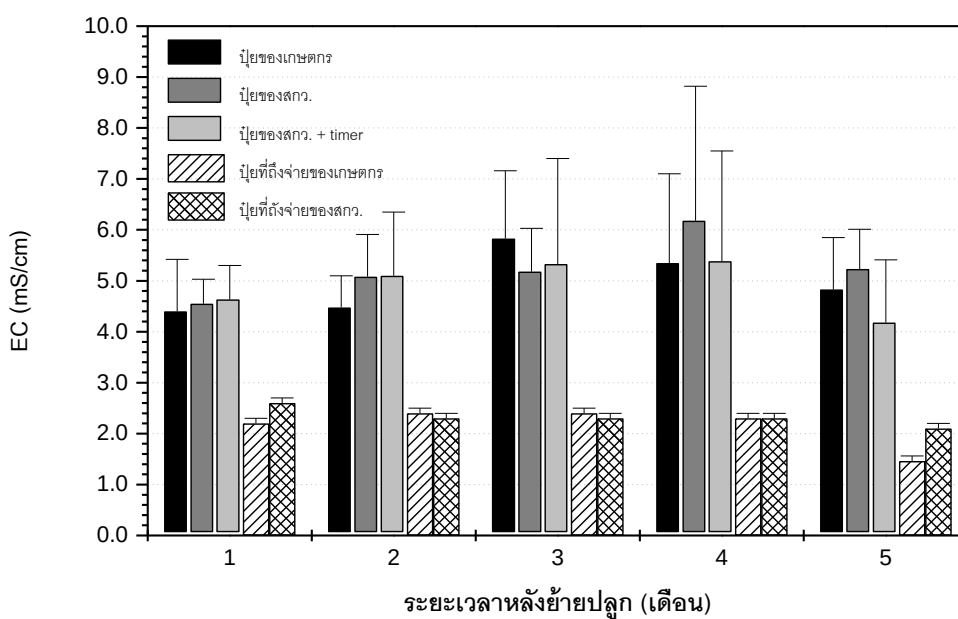
3.3.1.5 การเปลี่ยนแปลง pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงปลูก

โดยทั่วไปในการปลูกพริกหวานโดยใช้กาบมะพร้าวเป็นวัสดุค้ำจุนรากของพริกหวานนั้น เกษตรกรนิยมเจาะรูที่ข้างถุง โดยเจาะสูงจากพื้นประมาณ 5 ซม. เพื่อให้สารละลายธาตุอาหารยังอยู่ในถุงหลังจากมีการปล่อยสารละลายธาตุอาหารแต่ละครั้ง ซึ่งเมื่อมีการให้สารละลายต่อเนื่องกันยาวนาน สารละลายที่ค้างอยู่ก้นถุงจะมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่า pH และ EC ซึ่งจากการติดตามค่า pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุง พบว่า pH ของสารละลายก้นถุงยังคงรักษาระดับไว้ในช่วง 5.8 -6.5 (ภาพที่ 8) ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพริกหวาน ในขณะที่ค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงนั้นจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 2-2.5 เท่าของค่า EC จากสารละลายธาตุอาหารที่อยู่ในถังจ่ายปุ๋ย (ภาพที่ 9) โดยจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.4-6.2 mS/cm ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามีการสะสมของปุ๋ยในรูปเกลือต่าง ๆ ที่ก้นถุงในปริมาณสูง หากการสะสมของค่า EC สูงเกินไปแล้วจะ

มีผลกระทบต่อพริกหวานทำให้ซังการเจริญเติบโตได้ เกษตรกรควรปล่อยน้ำเปล่าเพื่อลดค่า EC ที่ก้นถุง และควรรักษาระดับ EC ที่ก้นถุงไม่ควรให้สูงกว่า 4 mS/cm



ภาพที่ 8 ค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงปลูกพริกหวาน และจากถังจ่ายสารละลายธาตุอาหาร



ภาพที่ 9 ค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงปลูกพริกหวาน และจากถังจ่ายสารละลายธาตุอาหาร

3.3.1.6 ผลผลิต :

สำหรับการปลูกพริกหวานในระบบไร้ดินโดยทั่วไป พริกหวานจะเริ่มให้ผลผลิตหลังจากการย้ายกล้าปลูกแล้วประมาณ 2 เดือน และจะให้ผลผลิตไปจนกระทั่งต้นพริกมีอายุ 6 - 8 เดือน (สามารถเก็บผลผลิตได้ 4-6 เดือน) ขึ้นกับการจัดการธาตุอาหารและการดูแลด้านโรคและแมลง จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถเก็บผลผลิตได้ 4 เดือน (ตั้งแต่เดือนที่ 2 – 4) (ภาพที่ 10) ซึ่งจำนวนผล น้ำหนักผลเฉลี่ย และปริมาณผลผลิต ของทั้ง 3 การทดลองย่อย แสดงไว้ในตารางที่ 6-8

ตารางที่ 6 แสดงผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน*

กรรมวิธี	จำนวนผลเฉลี่ย (ผล/ถุง)	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม/ผล)	ปริมาณผลผลิต (ตัน/ไร่)*
ปุ๋ยบริษัท	19.33	166.07	10.30
ปุ๋ย สกว.	23.92	179.04	13.69
ปุ๋ย สกว. + timer	23.46	178.40	13.36
CV (%)	6.43	3.54	6.44
LSD 0.05	1.96	8.48	1.10

* ระยะการปลูกพริกหวาน 0.5 ม. x 1.0 ม.

ตารางที่ 7 แสดงผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีแดงที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน*

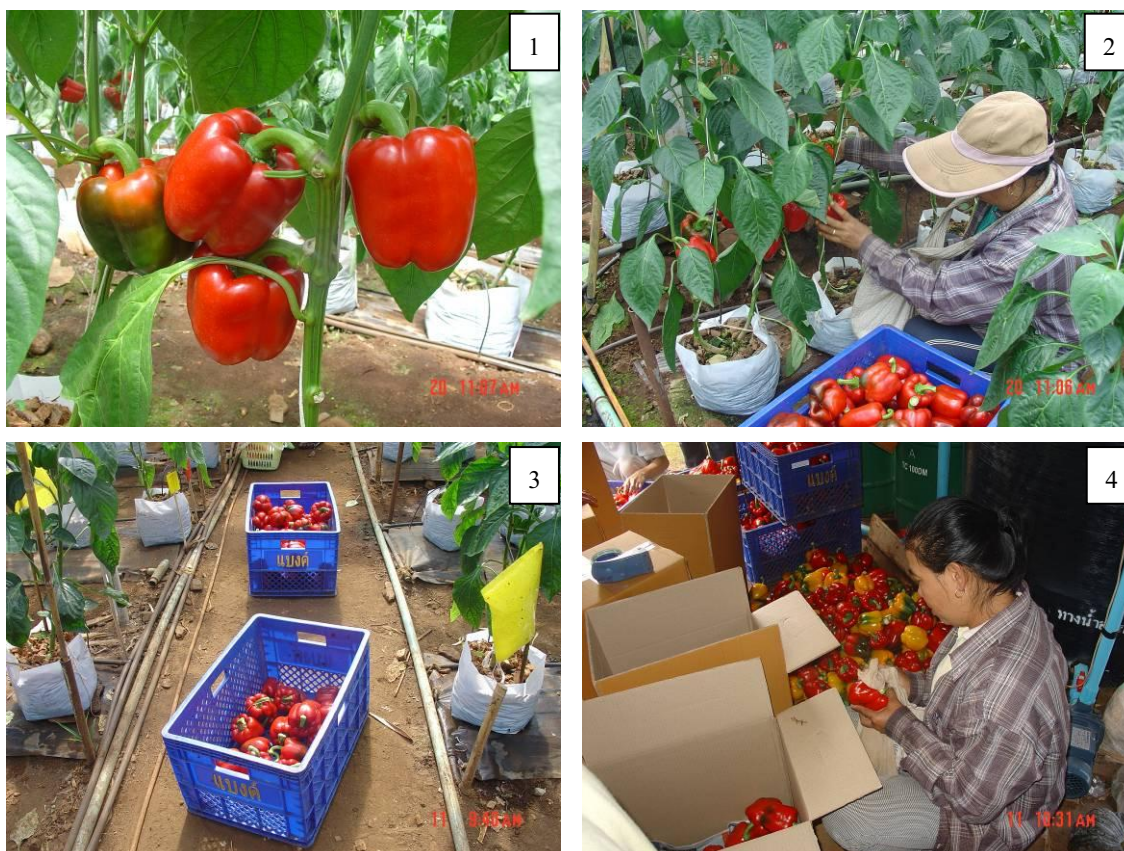
กรรมวิธี	จำนวนผลเฉลี่ย (ผล/ถุง)	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม/ผล)	จำนวนผลผลิต (ตัน/ไร่)*
ปุ๋ยบริษัท	20.33	166.68	10.84
ปุ๋ย สกว.	24.17	182.05	14.40
ปุ๋ย สกว. + timer	25.17	176.66	14.49
CV (%)	9.41	2.96	11.14
LSD 0.05	3.00	7.12	2.03

ระยะการปลูกพริกหวาน 0.5 ม. x 1.0 ม.

ตารางที่ 8 แสดงผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน*

กรรมวิธี	จำนวนผลเฉลี่ย (ผล/ถุง)	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม/ผล)	จำนวนผลผลิต (ตัน/ไร่)*
ปุ๋ยบริษัท	10.44	154.18	5.21
ปุ๋ย สกว.	10.83	157.40	5.47
CV (%)	34.11	11.82	36.67
<i>P 0.05</i>	ns	ns	ns

ระยะการปลูกพริกหวาน 0.5 ม. x 1.0 ม.



ภาพที่ 10 การเก็บเกี่ยวผลผลิตพริกหวาน : ผลพริกหวานที่สุกแก่พร้อมสำหรับเก็บเกี่ยว (1), เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตใส่ตะกร้า (2), ผลผลิตที่ใส่ตะกร้าพลาสติกรอการขนส่ง และทำความสะอาดผลผลิต คัดเลือกขนาด และบรรจุกล่องเพื่อจำหน่าย (4)

จากการศึกษาพบว่า พริกหวานที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารของสกว. ทั้งที่จ่ายสารละลายแบบปิดเปิดด้วยมือ เช่นเดียวกับที่เกษตรกรใช้ และควบคุมการจ่ายสารละลายด้วยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ให้จำนวนผลเฉลี่ยต่อถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย และปริมาณผลผลิตที่สูงกว่าปุ๋ยของบริษัท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งพริกหวานพันธุ์สีเหลืองและพันธุ์สีแดง โดยพริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ได้รับปุ๋ยสกว. มีจำนวนผล 23.46-23.92 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 178.40-179.04 กรัม/ผล และได้ผลผลิต 13.36-13.69 ตัน/ไร่ ในขณะที่พริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยบริษัท มีจำนวนผลเพียง 19.33 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 166.07 กรัม/ผล และได้ผลผลิตเพียง 10.30 ตัน/ไร่ เช่นเดียวกันกับพริกหวานพันธุ์สีแดงที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยของสกว. ให้จำนวนผลเฉลี่ย/ถุง น้ำหนักเฉลี่ย/ผล และปริมาณผลผลิต/ไร่ สูงกว่าที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยของบริษัทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพริกหวานพันธุ์สีแดงที่ได้รับปุ๋ยสกว. มีจำนวนผล 24.17-25.17 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 176.66-182.05 กรัม/ผล และได้ผลผลิต 14.40-14.49 ตัน/ไร่ ในขณะที่พริกหวานพันธุ์สีแดงที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยบริษัท มีจำนวนผลเพียง 20.33 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 166.68 กรัม/ผล และได้ผลผลิตเพียง 10.84 ตัน/ไร่

สำหรับการทดสอบกับพริกหวานพันธุ์สีเขียว ในช่วงฤดูร้อน ปี 2552 (ตารางที่ 8) พบว่าผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ได้รับปุ๋ยสกว. และปุ๋ยของบริษัท ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งจำนวนผลเฉลี่ย/ถุง น้ำหนักเฉลี่ย/ผล และปริมาณผลผลิต/ไร่ โดยพริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ได้รับปุ๋ยสกว. มีจำนวนผล 10.83 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 157.18 กรัม/ผล และได้ผลผลิต 5.47 ตัน/ไร่ ในขณะที่พริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยบริษัท มีจำนวนผล 10.44 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 154.18 กรัม/ผล และได้ผลผลิตเพียง 5.21 ตัน/ไร่ อย่างไรก็ตามการให้ปุ๋ยสกว. มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตที่ดีกว่าการใช้ปุ๋ยของบริษัท และอีกประการหนึ่งก็คือผลผลิตที่เก็บได้ เป็นข้อมูลการเก็บผลผลิตเพียง 2 เดือน (ประมาณ 4 รุ่น) เท่านั้น จากปกติที่จะเก็บผลผลิตได้อย่างน้อย 4 เดือนขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุการระบาดของไวรัส ทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ในช่วงท้าย ๆ การทดลอง

เมื่อพิจารณาถึงผลของความถี่ในการให้สารละลายธาตุอาหารต่อพริกหวานที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรเดียวกัน (ปุ๋ยสกว.) ในปริมาณที่เท่ากัน แต่มีความถี่ในการให้แตกต่างกันคือ 3 ครั้งต่อวัน (กรรมวิธีที่ 2) และ 6 ครั้งต่อวัน (กรรมวิธีที่ 3) พบว่าจำนวนผลเฉลี่ย/ถุง น้ำหนักเฉลี่ย/ผล และปริมาณผลผลิต/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งพริกหวานพันธุ์สีเหลืองและพันธุ์สีแดง

3.3.1.7 ต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยเคมี

โดยปกติแล้วเกษตรกรจะซื้อปุ๋ยเคมีจากร้านค้าในหมู่บ้านเพื่อนำมาเตรียมสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งปุ๋ยเคมี 1 ชุคจะประกอบด้วยปุ๋ย 2 ส่วน คือปุ๋ย A และปุ๋ย B ซึ่งองค์ประกอบของปุ๋ย A และ B นั้นจะเป็นความลับทางการค้าและจะแตกต่างกันไปในแต่ละบริษัท โดยเฉลี่ยแล้วราคาปุ๋ยเคมี 1 ชุค (น้ำหนักประมาณ 37-39 กิโลกรัม) จะมีราคา 2,250 บาท หรือประมาณ 60 บาท/กิโลกรัม

(ราคา ณ ร้านค้า ต.โป่งแยง อ.แม่วัง จ.เชียงใหม่, ในช่วงเดือนมิถุนายน – ธันวาคม 2551) สำหรับต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีสำหรับเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตร สกว. ซึ่งจัดซื้อแม่ปุ๋ยเคมีต่าง ๆ จากร้านค้าในจังหวัดเชียงใหม่ ราคาชุดละ 1,438.3 บาท (หนักประมาณ 35.5 กิโลกรัม) หรือ 40.5 บาท/กิโลกรัม ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีแต่ละชนิดแสดงไว้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ต้นทุนค่าปุ๋ยสำหรับเตรียมสารละลายธาตุอาหาร สูตร สกว.

ชนิดปุ๋ย	สารเคมี/ปุ๋ยที่ใช้ ¹	ขนาดบรรจุ	ราคา/หน่วย	ปริมาณที่ใช้	จำนวนเงิน (บาท)
ปุ๋ย A	แคลเซียมไนเตรท ($15 - 0 - 0$) ²	25 kg	450	16.0 kg	288.0
	เหล็กอีดีทีเอ (Fe-EDTA)	1.0 kg	425	209 g	88.8
ปุ๋ย B	โพแทสเซียมไนเตรท ($13 - 0 - 46$)	25 kg	1,375	10.1 kg	555.5
	โพแทสเซียมฟอสเฟต ($0 - 52 - 34$)	25 kg	3,150	3.3 kg	415.8
	แมกนีเซียมซัลเฟต	25 kg	320	6.0 kg	76.8
	ซิงค์ซัลเฟต	1.0 kg	60	22.3 g	1.3
	คอปเปอร์ซัลเฟต	1.0 kg	150	3.0 g	0.5
	แมงกานีสซัลเฟต	1.0 kg	75	26.6 g	2.0
	กรดบอริก	1.0 kg	70	28.6 g	2.0
	แอมโมเนียมโมลิบเดต ($(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_7\text{O}_{24}$)	100 g	580	1.3 g	7.5
รวมค่าใช้จ่าย				35.5 kg	1438.3

1 ราคาที่ร้านค้า จังหวัดเชียงใหม่ เดือน มิถุนายน - กรกฎาคม 2551

2 ราคาสั่งซื้อจากกรุงเทพมหานครจัดส่งถึงเชียงใหม่

จากตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่า การเตรียมสารละลายธาตุอาหารโดยการซื้อแม่ปุ๋ยหรือสารเคมีมาผสมเองสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีประมาณ 800 บาทต่อชุด และโดยปกติแล้วในการปลูกพริกหวานในโรงเรือนขนาด 1,600 ตารางเมตรกรใช้ปุ๋ย 7 วัน/ชุด หรือเดือนละ 4 ชุด ในกรณีที่เกษตรกรดูแลต้นพริกได้ดี ประมาณ 8 เดือน เกษตรกรต้องใช้ปุ๋ยอย่างน้อย 32 ชุด หรือคิดเป็นเงิน 72,000 บาท ในขณะที่ซื้อปุ๋ยเคมีมาผสมใช้เอง ใช้ในจำนวนที่เท่ากัน จะเสียค่าใช้จ่ายเพียง 46,025.6 บาท ซึ่งจะเห็นว่าสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีได้ถึงร้อยละ 36 สำหรับต้นทุนด้านปุ๋ยเคมีในการผลิตพริกหวาน แสดงไว้ในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตพริกหวานในพื้นที่ 1 ไร่*

แหล่งที่มาของปุ๋ย	จำนวนปุ๋ยที่ใช้ (ชุด)	ราคาปุ๋ยต่อหน่วย (บาท)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
ปุ๋ยผสมสำเร็จรูปจากบริษัท	64	2,250	144,000
ปุ๋ยผสมที่เตรียมเองสูตร สกว.	64	1,440	92,051

* ระยะปลูกพริกหวาน 0.5 x 1.0 ตารางเมตร = 3,200 ถู/ไร่, ระยะเวลาปลูก 8 เดือน อัตราการใช้ปุ๋ย 8 ชุด/เดือน

3.2.2 อิทธิพลของชนิดวัสดุปลูกและวิธีการบรรจุวัสดุปลูกต่อคุณภาพและผลผลิตพริกหวาน

การศึกษาถึงอิทธิพลของชนิดวัสดุปลูกและวิธีการบรรจุวัสดุปลูกต่อคุณภาพและผลผลิตพริกหวาน แบ่งออกเป็น 2 การทดลองย่อยดังนี้

3.2.2.1 การทดลองย่อยที่ 1 : อิทธิพลของชนิดวัสดุปลูกและวิธีการบรรจุวัสดุปลูกต่อคุณภาพและผลผลิตพริกหวาน

การทดลองนี้ได้ดำเนินการในช่วงระยะเวลาเดียว และในโรงเรือนเดียวกับการทดลองที่ 3.2.1 โดยใช้เฉพาะพริกหวานพันธุ์สีเหลือง (yellow bell pepper) และแทรกการทดลองอยู่ในกรรมวิธีที่ 3 ของการทดลองที่ 3.2.1 คือ ใช้สารละลายธาตุอาหารที่เตรียมขึ้นเอง (สูตร สกว.) และมีการควบคุมการจ่ายสารละลายธาตุอาหารด้วยเครื่องควบคุม (timer)

แผนการทดลอง: การทดลองเพื่อเปรียบเทียบวัสดุปลูกพริกหวานและวิธีการบรรจุวัสดุปลูก ได้ดำเนินการทดลอง ในโรงเรือนเดียวกันกับการทดลองที่ 1 โดยมีการออกแบบการทดลองเป็น Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 5 ซ้ำ และ 7 กรรมวิธี ดังนี้ (ภาพที่ 11)

- กรรมวิธีที่ 1 ใช้กาบมะพร้าวสับหยาบ บรรจุในถุงปลูกแนวนอน
- กรรมวิธีที่ 2 ใช้กาบมะพร้าวสับหยาบ บรรจุในถุงปลูกทรงกลมแนวตั้ง (แบบที่เกษตรกรนิยมใช้)
- กรรมวิธีที่ 3 ใช้กาบมะพร้าวสับละเอียดที่มีการลดความเค็ม บรรจุในถุงปลูกแนวนอน
- กรรมวิธีที่ 4 ใช้กาบมะพร้าวสับละเอียดที่มีการลดความเค็มของวัสดุ บรรจุในถุงปลูกทรงกลมแนวตั้ง (แบบที่เกษตรกรนิยมใช้)
- กรรมวิธีที่ 5 ใช้ขุยมะพร้าวอัดสำเร็จรูป บรรจุในถุงปลูกแนวนอน

- กรรมวิธีที่ 6 ใช้ขุยมะพร้าวอัดสำเร็จรูป บรรจุในถุงปลูกทรงกลมแนวตั้ง (แบบที่เกษตรกรนิยมใช้)
- กรรมวิธีที่ 7 ใช้ไยหิน บรรจุถุงปลูกแนวนอน

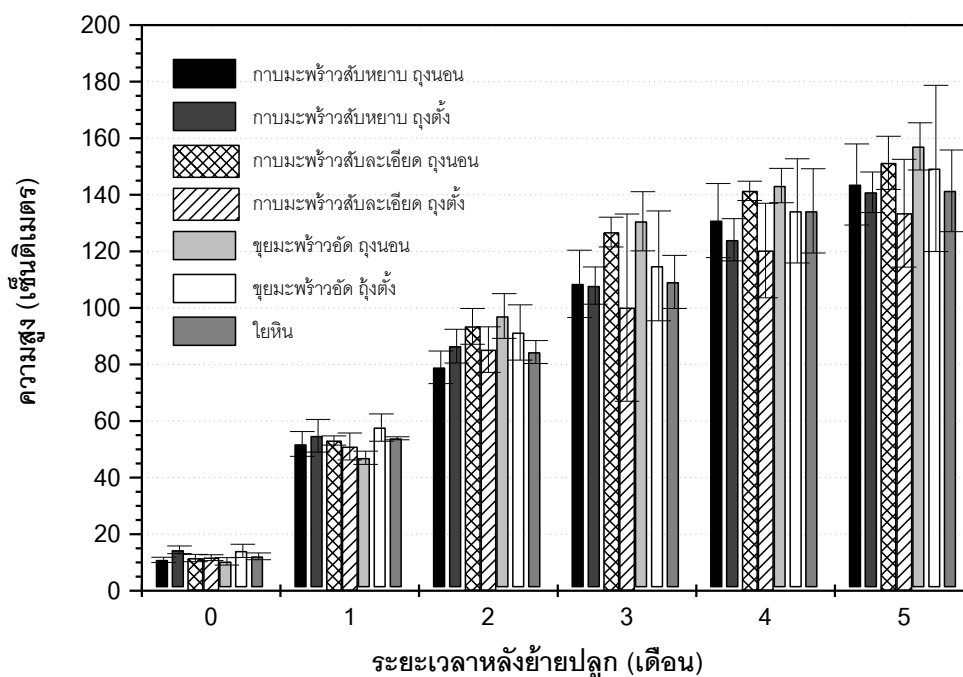


ภาพที่ 11 การบรรจุวัสดุปลูกในถุงปลูกพริกหวาน : บรรจุแบบแนวตั้ง (วิธีปกติที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ) และบรรจุแนวนอน (1), ถุงปลูกแนวนอนที่เตรียมขึ้นเองจากพลาสติกดำแล้วหุ้มด้วยพลาสติกขาวเพื่อกันความร้อน (2), ดินพริกหวานที่ปลูกในวัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับหยาบที่เกษตรกรนิยมใช้ (3), พริกหวานที่ปลูกในกาบมะพร้าวสับละเอียด (4) ขุยมะพร้าวอัด (5) และไนโยหิน (6)

การเก็บบันทึกข้อมูล: ดำเนินการเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.

ผลการศึกษา :

A. การเจริญเติบโตของพริกหวาน : การเจริญเติบโตของต้นพริกที่ปลูกในวัสดุปลูกและวิธีการบรรจุวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน แสดงในภาพที่ 12



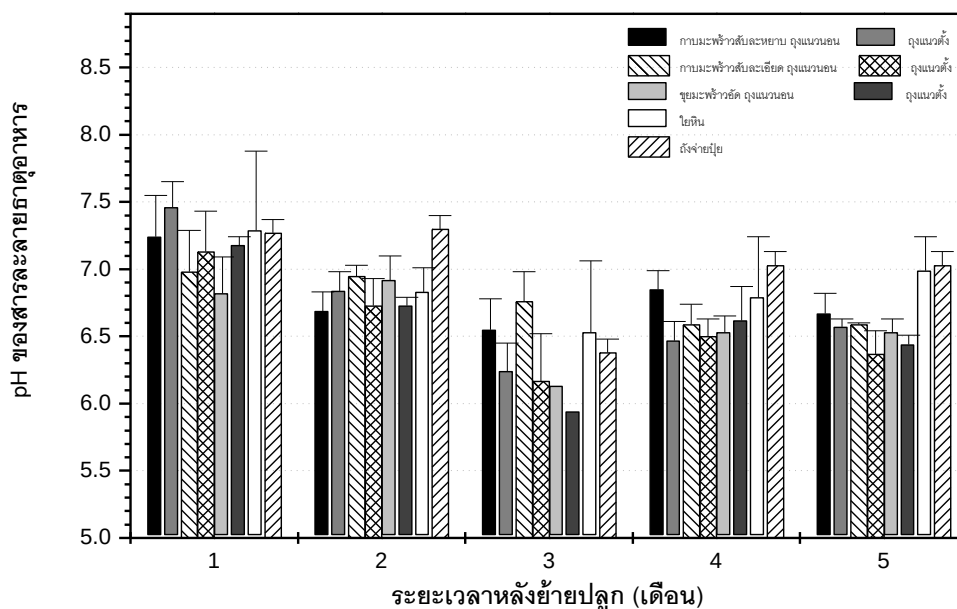
ภาพที่ 12 แสดงความสูงเฉลี่ยของต้นพริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกในวัสดุปลูกและกรรมวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน

จากภาพที่ 12 แสดงให้เห็นว่าในช่วงเดือนแรกหลังการย้ายปลูก พริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกโดยใช้กาบมะพร้าวสับหยาบทั้งชนิดบรรจุในถุงนอนและถุงแนวตั้ง มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าในวัสดุปลูกชนิดอื่น อย่างไรก็ตามหลังจากนั้นต้นพริกหวานที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดอื่น ก็จะเจริญเติบโตต้นพริกหวานที่ปลูกในกาบมะพร้าวสับหยาบ และมีแนวโน้มที่มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าตลอดระยะ 5 เดือนหลังการย้ายปลูก

ถึงแม้ว่าการเจริญเติบโตของพริกหวานที่ปลูกในวัสดุที่แตกต่างกันและมีการบรรจุในลักษณะที่แตกต่างกัน จะมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม แต่ต้นพริกหวานที่ปลูกโดยใช้ขุยมะพร้าวอัดและกาบมะพร้าวสับละเอียด มีแนวโน้มที่จะทำให้ต้นพริกหวานมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการปลูกโดยใช้กาบมะพร้าวสับหยาบที่เกษตรกรใช้อยู่ในปัจจุบัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง

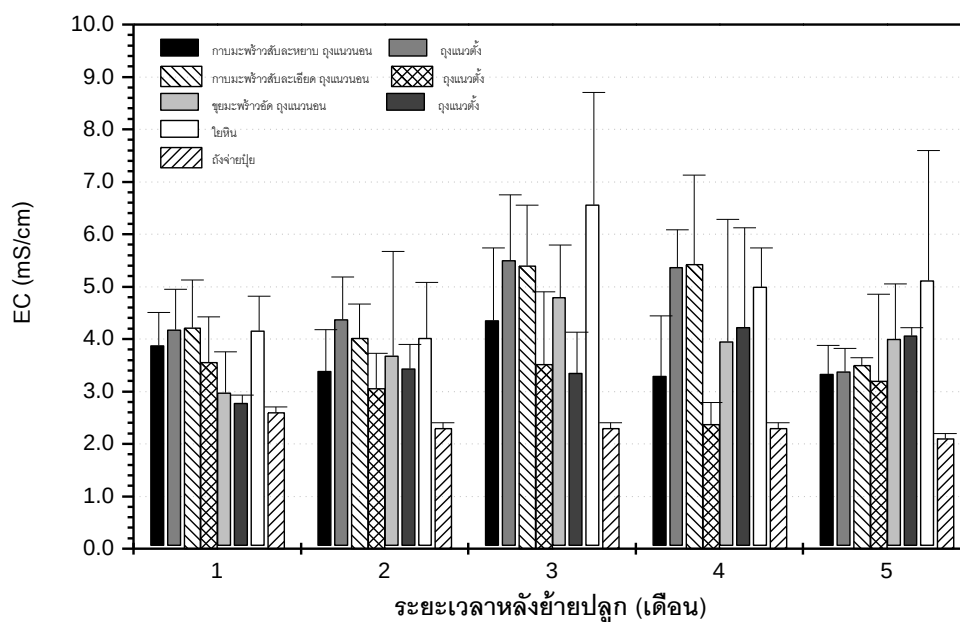
วัสดุปลูกชนิดเดียวกันจะพบว่าการบรรจุวัสดุปลูกในลักษณะถุงแนวนอนจะมีแนวโน้มทำให้ต้นพริกหวานเจริญเติบโตได้ดีกว่าการบรรจุถุงแนวตั้งในทุกวัสดุปลูก

B. การเปลี่ยนแปลงของ pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงปลูก



ภาพที่ 13 ค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงปลูกพริกหวาน และจากถังจ่ายสารละลายธาตุอาหาร

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุง เป็นไปในลักษณะเดียวกับการทดลองที่ 1 คือ pH ของสารละลายก้นถุงทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันนัก โดยในช่วงเดือนแรก ๆ จะมีค่าใกล้เคียงกับ pH ของสารละลายที่ถังจ่าย หลังจากนั้น pH ของสารละลายก้นถุงปลูกจะอยู่ในช่วง 5.8-7.0 (ภาพที่ 13) แต่สำหรับค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงนั้นในแต่ละกรรมวิธีจะไม่แตกต่างกันมากนัก ค่า EC จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น 1.1-2.6 เท่าของค่า EC จากสารละลายธาตุอาหารที่อยู่ในถังจ่ายปุ๋ย (ภาพที่ 14) โดยจะมีค่าอยู่ในช่วง 2.8-6.5 mS/cm ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามีการสะสมของปุ๋ยในรูปเกลือต่าง ๆ ที่ก้นถุงในปริมาณสูง โดยเฉพาะยังระยะเวลาที่ปลูกนานขึ้น ใยหินที่บรรจุถุงแนวนอน มีแนวโน้มในการสะสมเกลือมากกว่าวัสดุอื่น ๆ



ภาพที่ 14 ค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงปลูกพริกหวาน และจากดึงจายสารละลายธาตุอาหาร

C. ผลผลิต :

จากการศึกษาผลของวัสดุปลูกที่ใช้ต่อผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเหลือง (ตารางที่ 11) พบว่า พริกหวานที่ปลูกโดยใช้ใบก้นจะให้จำนวนผลต่อถุงปลูกสูงสุดคือ 26.20 ผล/ถุง รองลงมาคือขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวตั้ง จำนวน 25.80 ผล/ถุง และกากมะพร้าวสับหยาบบรรจุถุงแนวตั้ง (แบบที่เกษตรกรนิยมใช้ทั่วไป) จำนวน 25.20 ผล/ถุง ในขณะที่ปลูกในขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวนอนให้จำนวนผลต่อถุงต่ำที่สุด คือ 17.60 ผล/ถุง และเมื่อพิจารณาน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลแล้วพบว่า พริกหวานที่ปลูกในกากมะพร้าวสับละเอียดบรรจุถุงแนวนอนให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลสูงสุด คือ 201.92 กรัม/ผล รองลงมาคือ ใบก้นบรรจุถุงแนวนอน 201.15 กรัม/ผล และ ขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวนอน 200.91 กรัม/ผล ในขณะที่พริกหวานปลูกในกากมะพร้าวสับหยาบที่บรรจุถุงแนวตั้งให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลต่ำสุด คือ 174.55 กรัม/ผล สำหรับปริมาณผลผลิตนั้น พริกหวานที่ปลูกโดยใช้ใบก้นบรรจุถุงแนวนอนก็ยังคงให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด คือ 16.87 ตัน/ไร่ รองลงมาคือขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวตั้ง ให้ผลผลิต 15.82 ตัน/ไร่ และกากมะพร้าวสับละเอียดบรรจุถุงแนวนอนให้ผลผลิต 14.77 ตัน/ไร่ ในขณะที่วัสดุที่เกษตรกรนิยมใช้คือกากมะพร้าวสับหยาบบรรจุถุงแนวตั้ง ให้ผลผลิต 14.10 ตัน/ไร่ สำหรับกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตต่ำสุดคือพริกหวานที่ปลูกในขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวนอน ได้ผลผลิตเพียง 11.27 ตัน/ไร่

ตารางที่ 11 แสดงผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกโดยวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	จำนวนผลเฉลี่ย (ผล/ถุง)	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม/ผล)	จำนวนผลผลิต (ตัน/ไร่)*
กบมะพร้าวสับหยาบ บรรจุถุงแนวนอน	19.20	188.55	11.47
กบมะพร้าวสับหยาบ บรรจุถุงแนวตั้ง	25.20	174.55	14.10
กบมะพร้าวสับละเอียดบรรจุถุงแนวนอน	23.20	201.92	14.77
กบมะพร้าวสับละเอียดบรรจุถุงแนวตั้ง	20.80	183.65	12.23
ขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวนอน	17.60	200.91	11.27
ขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวตั้ง	25.80	193.13	15.82
โยหินบรรจุแนวนอน	26.20	201.15	16.87
CV (%)	18.93	6.79	17.42
LSD 0.05	4.62	14.10	2.60

* ระยะการปลูกพริกหวาน 0.5 ม. x 1.0 ม.

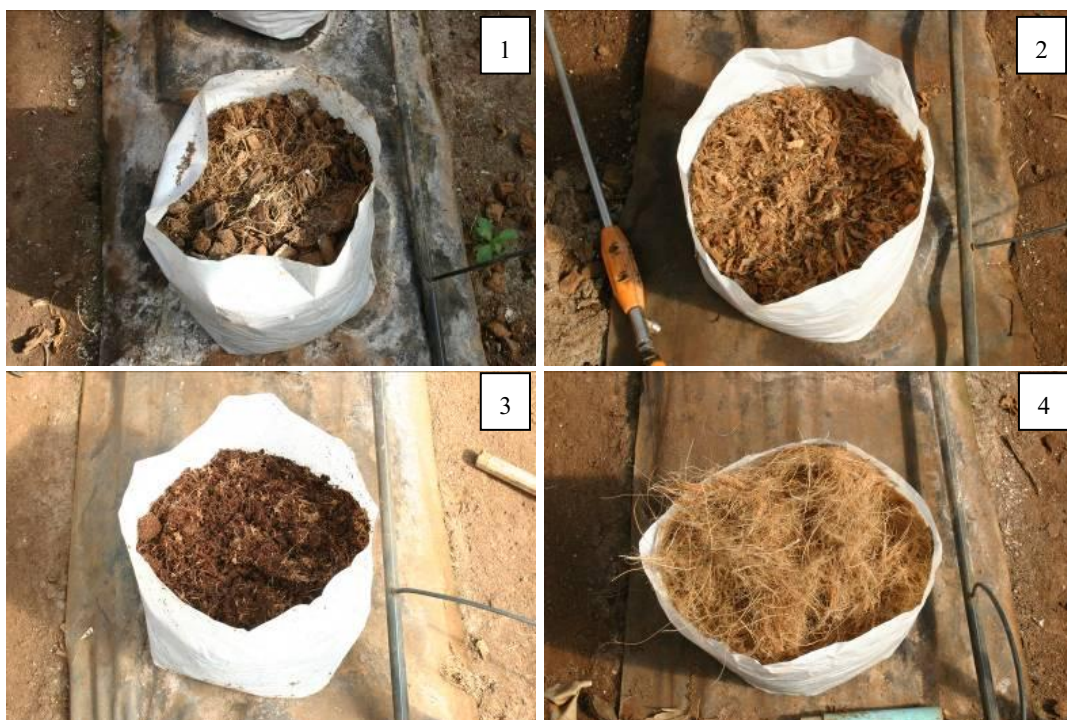
จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า โยหินเป็นวัสดุปลูกที่ทำให้พริกหวานเจริญเติบโตให้ผลผลิตที่มีคุณภาพและปริมาณที่ดีกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ อย่างไรก็ตามการใช้โยหินเป็นวัสดุปลูกในการผลิตพริกหวาน อาจจะไม่เหมาะสมทั้งทางด้านราคาและปัญหาการกำจัดหลังจากการใช้งานเสร็จแล้ว วัสดุปลูกอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการนำมาใช้สำหรับปลูกพริกหวานก็คือ ขุยมะพร้าวอัดแท่ง (ปัจจุบันได้มีการผลิตจำหน่ายทางการค้าแล้ว) ที่ให้ผลการทดสอบดีเป็นอันดับสอง และที่ดีกว่าการใช้กบมะพร้าวสับหยาบที่เกษตรกรนิยมใช้ แต่ขุยมะพร้าวอัดแท่งอาจจะมีข้อจำกัดในการใช้งานอยู่บ้าง เพราะต้องนำไปแช่น้ำให้แตกตัวก่อนที่จะนำไปบรรจุลงถุงปลูก ทำให้มีน้ำหนักในขั้นตอนการขนย้ายไปวางในโรงเรือน อย่างไรก็ตามขุยมะพร้าวอัดแท่งก็มีข้อดีอีกหลายด้านที่น่าสนใจ เช่น คุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่สูง และมีความเค็มต่ำ

3.3.2.2 การทดลองย่อยที่ 2. อิทธิพลของชนิดวัสดุต่อการเจริญเติบโตและผลิตพริกหวานพันธุ์สีเขียว

การทดลองย่อยที่ 2 . เป็นการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดวัสดุปลูกต่อผลผลิตและการเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีเขียว การศึกษาได้ดำเนินการในระหว่างเดือนเมษายน-สิงหาคม 2552 โดยใช้โรงเรือนเดิมของเกษตรกร สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ใช้พริกหวานพันธุ์สีเขียวเป็นพันธุ์ทดสอบ และให้สารละลายธาตุอาหารสูตรสกว. โดยจ่ายสารละลายธาตุอาหารให้ต้นพริกประมาณ 3 ครั้งต่อวัน (ช่วงสายๆ กลางวัน และช่วงบ่าย) ครั้งละประมาณ 5-10 นาที

แผนการทดลอง: เป็นแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ และ 4 กรรมวิธี ดังนี้ (ภาพที่ 15)

- กรรมวิธีที่ 1 ใช้กามมะพร้าวสับหยาบ
- กรรมวิธีที่ 2 ใช้กามมะพร้าวสับหยาบละเอียด (ผลิตภัณฑ์ที่เริ่มนำเข้าสู่ตลาด)
- กรรมวิธีที่ 3 ใช้ขุยมะพร้าวอัดแท่ง (ผลิตภัณฑ์ที่เริ่มนำเข้าสู่ตลาด)
- กรรมวิธีที่ 4 ใช้เยมะพร้าว



ภาพที่ 15 วัสดุปลูกที่ใช้ในการทดลอง กามมะพร้าวสับหยาบ (1) กามมะพร้าวสับละเอียด (2) ขุยมะพร้าวอัดแท่ง (3) และ เยมะพร้าว (4)

การเก็บบันทึกข้อมูล:

- เก็บข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุปลูกแต่ละชนิด ในการปลดปล่อยธาตุอาหาร ซึ่งได้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนกันยายน – ตุลาคม 2552 โดยนำวัสดุปลูกแต่ละชนิด จำนวน 50 กรัม (ทำ 3 ซ้ำในแต่ละวัสดุปลูก) ใส่ beaker ขนาด 600 มล. เติมน้ำ deionized จำนวน 500 มล. แช่วัสดุปลูกทิ้งไว้ 1 เดือน หลังครบ 1 เดือน นำน้ำที่ใช้แช่วัสดุปลูกนั้นไปวิเคราะห์หาธาตุอาหารที่ละลายน้ำได้ หลังจากนั้นจึงเติมน้ำ deionized เข้าไปใหม่จำนวน 500 มล. แช่ทิ้งไว้อีก 1 เดือน เมื่อครบระยะเวลา 1 เดือน ก็ดำเนินการเช่นเดียวกับครั้งแรก ทำเช่นเดียวกันนี้จำนวน 3 ครั้ง ในระหว่างที่แช่น้ำ จะบันทึกข้อมูล pH และ EC ของน้ำที่แช่วัสดุปลูกตลอดระยะเวลา 3 เดือน

- บันทึกข้อมูลความสูงและผลผลิตของพริกหวานที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

ผลการทดลอง :

A. คุณสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุปลูก : ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 12 ซึ่งวัสดุปลูกทุกชนิดมีความเป็นกรดเล็กน้อย pH ใกล้เคียงกันอยู่ในระหว่าง 5.59-6.08 มีปริมาณไนโตรเจน อยู่ในช่วง 0.20-0.25 % แต่ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และโพแทสเซียม (K) ของกาบมะพร้าวทั้งสองชนิดจะมีปริมาณที่สูงกว่าขุยมะพร้าวอัดแท่งและขุยมะพร้าวอย่างมาก โดยกาบมะพร้าวมีค่า EC อยู่ในช่วง 3.42-2.10 mS/cm และมีปริมาณ K อยู่ในช่วง 1.11-1.13% ในขณะที่ขุยมะพร้าวอัดแท่งนั้นมีค่า EC ต่ำกว่าค่อนข้างมากอยู่ที่ 0.77 mS/cm และ K = 0.66% เท่านั้น สำหรับปริมาณฟอสฟอรัส นั้น ขุยมะพร้าวมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำสุด อยู่ที่ 136.75 mg/kg ในขณะที่กาบมะพร้าวสับละเอียด ขุยมะพร้าวอัด และกาบมะพร้าวสับหยาบ มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 264.96 – 606.84 mg/kg ในขณะที่ปริมาณของแคลเซียม (Ca) และ แมกนีเซียม (Mg) นั้นไม่แตกต่างกันมากนักในระหว่างกาบมะพร้าวและขุยมะพร้าว ซึ่งจะมีปริมาณของ Ca อยู่ระหว่าง 0.10-0.44 % และปริมาณ Mg อยู่ในช่วง 0.07-0.12 % ยกเว้นในขุยมะพร้าวซึ่งจะมีปริมาณของ Ca และ Mg ต่ำกว่าวัสดุชนิดอื่น โดยมี Ca = 0.04% และมี Mg = 0.03%

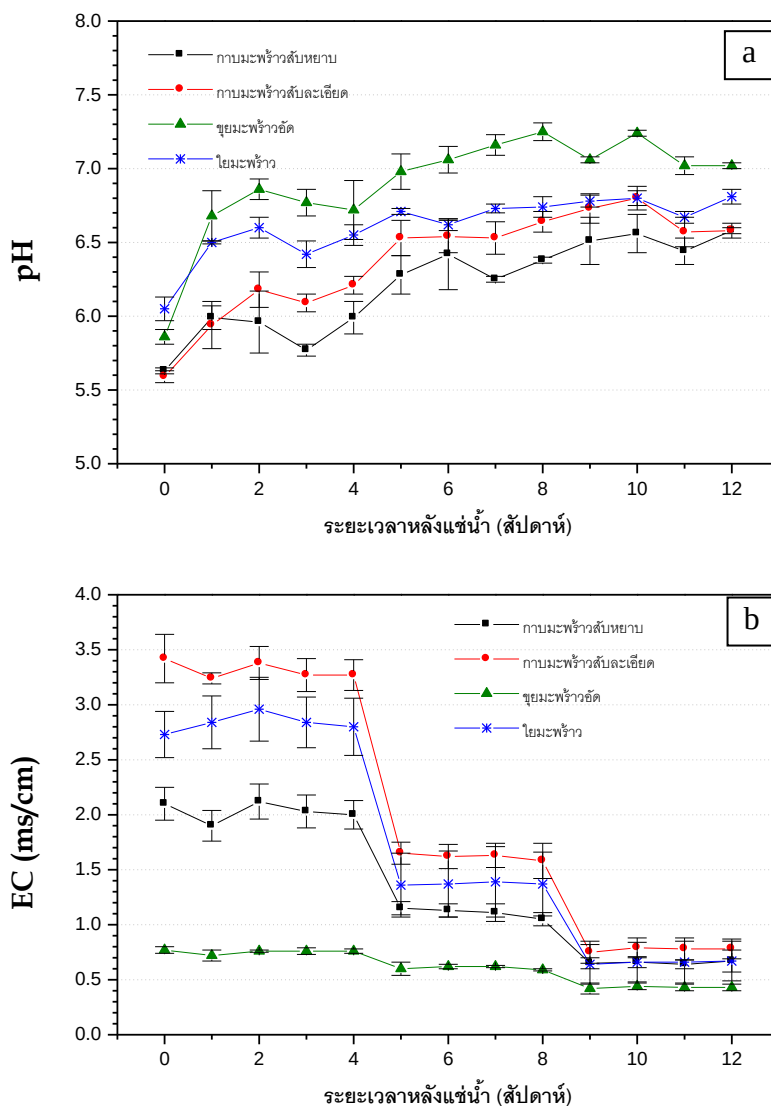
สำหรับปริมาณจุลธาตุอาหารนั้น วัสดุปลูกที่เป็นขุยมะพร้าวอัดแท่งนั้นจะมีปริมาณ Mn และ Zn สูงกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่นเล็กน้อย ยกเว้นปริมาณ Fe ซึ่งสูงกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ ค่อนข้างมาก ในขณะที่ปริมาณของ Cu ในทุกวัสดุปลูกนั้นมีปริมาณต่ำกว่าเครื่องมือ (Atomic adsorption spectrophotometer) ของห้องปฏิบัติการจะตรวจพบ

ตารางที่ 12 คุณสมบัติของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ

ชนิดของวัสดุปลูก	pH	EC (mS/cm)	WHC (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (%)
กาบมะพร้าวสับหยาบ	5.63	2.10	66.12	0.22	606.84	1.13
กาบมะพร้าวสับละเอียด	5.59	3.42	48.26	0.25	264.96	1.11
ขุยมะพร้าวอัด	5.86	0.77	71.30	0.24	438.85	0.66
ขุยมะพร้าว	6.05	2.73	48.60	0.20	136.75	0.59

ชนิดของวัสดุปลูก	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
กาบมะพร้าวสับหยาบ	0.10	0.07	0.85	0.08	0.12	T
กาบมะพร้าวสับละเอียด	0.14	0.09	2.57	0.16	0.11	T
ขุยมะพร้าวอัด	0.44	0.12	55.45	0.63	0.23	T
ขุยมะพร้าว	0.04	0.03	0.44	0.03	0.12	T

T มีปริมาณน้อยมากต่ำกว่าค่า detection limit ของเครื่องมือ

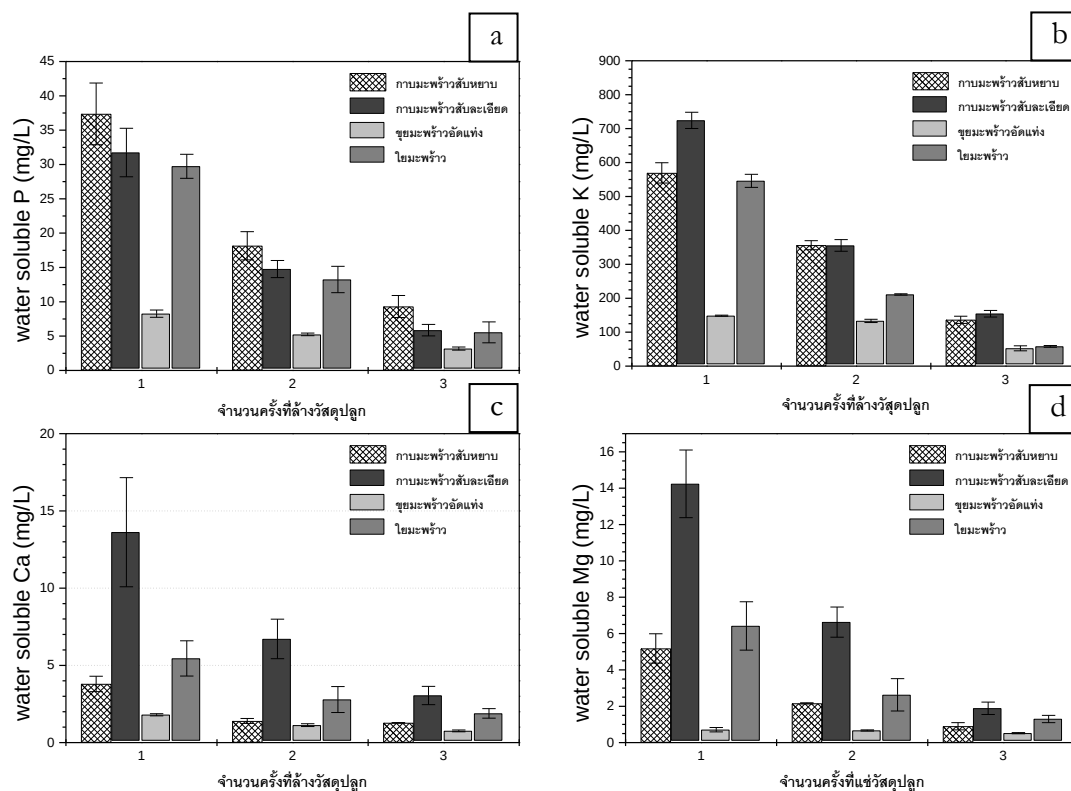


ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลง pH (a) และ EC (b) ของสารละลายที่แช่วัสดุปลูก

หลังจากที่นำวัสดุปลูกไปแช่น้ำและบันทึกการเปลี่ยนแปลงของ pH และ EC ของน้ำที่ใช้แช่วัสดุปลูก พบว่าในระยะ 1 เดือนแรกที่ขังน้ำไว้ pH ของน้ำที่แช่ จะเพิ่มสูงขึ้นจาก pH เริ่มต้นเข้าใกล้ pH 7 หลังจากขังน้ำ 1 เดือนและมีการเปลี่ยนน้ำใหม่จนครบ 3 ครั้ง pH ของน้ำที่แช่วัสดุปลูกทุกชนิดจะเพิ่มขึ้นไปประมาณ 0.5 หน่วย โดยจะมี pH อยู่ในช่วง 6.5-7.0 (ภาพที่ 16 a)

ตรงกันข้ามกับการเปลี่ยนแปลง pH การเปลี่ยนแปลงของ EC ของทุกวัสดุปลูกนั้นจะลดลงจาก EC เริ่มต้น จากภาพที่ 16 (b) จะเห็นได้ว่า เมื่อแช่น้ำในเดือนแรก EC ของแต่ละวัสดุปลูกจะผันแปรในช่วงแคบ ๆ ใกล้เคียงกับค่า EC ของแต่ละวัสดุปลูก เมื่อครบ 1 เดือนมีการระบายน้ำที่แช่ออก และได้เติมน้ำบริสุทธิ์เข้าไปใหม่ EC ของก้ามมะพร้าวและโยมะพร้าวจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน (มากกว่า 50%) ในขณะที่ขุยมะพร้าวอัดเท่านั้น การลดลงของ EC ไม่มากนัก ในการขังน้ำเดือนที่ 2 นี้ การเปลี่ยนแปลงของ EC ก็เป็นไปในลักษณะเดียวกับเดือนที่ 1 คือจะผันแปรอยู่ในช่วงแคบ ๆ ตลอดระยะเวลาการขังน้ำ และเมื่อระบายน้ำที่แช่ไว้ในเดือนที่ 2 ทิ้ง เติมน้ำบริสุทธิ์เข้าไปใหม่อีกครั้ง EC ของ

น้ำที่ใช้แช่ววัสดุปลูกก็จะลดลงเช่นเดียวกับในเดือนที่ 2 และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า EC ของทุกวัสดุปลูกจะต่ำกว่า 1.0 mS/cm คือจะอยู่ในช่วง 0.4-0.8 mS/cm โดยวัสดุปลูกที่มี EC ต่ำที่สุดคือ ขุยมะพร้าวอัดแท่ง (0.43 mS/cm) รองลงมาคือ โยมะพร้าว และ กาบมะพร้าวสับหยาบ (EC เท่ากันคือ 0.67 mS/cm) และ กาบมะพร้าวสับละเอียด จะมีสูงที่สุด (0.78 mS/cm)



ภาพที่ 17 ปริมาณของฟอสฟอรัส (a), โพแทสเซียม (b), แคลเซียม (c), และแมกนีเซียม (d) ที่ละลายอยู่ในน้ำแช่ววัสดุปลูก

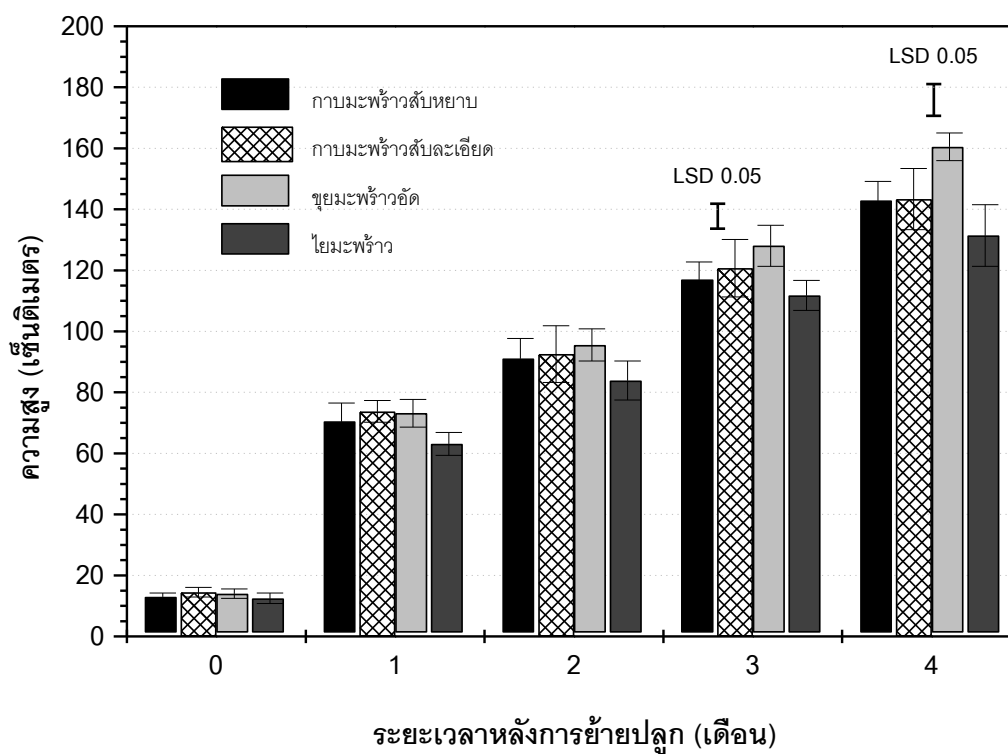
การลดลงของ EC ของวัสดุปลูกแต่ละชนิดนั้นสอดคล้องกับปริมาณของธาตุอาหารต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำที่แช่ววัสดุ จากภาพที่ 17 a-d จะเห็นได้ว่า K เป็นธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำแช่ววัสดุปลูกสูงสุด รองลงมาได้แก่ Mg Ca และ P ตามลำดับ โดยในน้ำแช่ววัสดุปลูกเดือนที่ 1 น้ำแช่วก้ามะพร้าวและโยมะพร้าวมีปริมาณธาตุอาหารที่ละลายอยู่สูงสุด โดยมีปริมาณ K ละลายอยู่ในช่วง 5461.5-724.40 mg/kg มีปริมาณ Ca อยู่ในช่วง 3.80-13.62 mg/kg มีปริมาณ Mg อยู่ในช่วง 5.18-14.24 mg/kg และมี P อยู่ในช่วง 29.74-37.37 mg/kg ในขณะที่น้ำแช่วโยมะพร้าวอัดแท่งนั้นมี K ละลายอยู่เพียง 148.69 mg/kg มีปริมาณ Ca อยู่ 1.80 mg/kg มีปริมาณ Mg อยู่ 0.71 mg/kg และมี P อยู่ 8.27 mg/kg หลังจากระบายน้ำทิ้ง 3 ครั้ง พบว่าในน้ำแช่ววัสดุปลูกครั้งที่ 3 มีปริมาณของธาตุอาหารลดลง แต่น้ำแช่วขุยมะพร้าวอัดแท่งก็ยังคงมีปริมาณธาตุอาหารที่ละลายน้ำน้อยที่สุด โดยมี K ละลายอยู่เพียง 52.45 mg/kg มีปริมาณ Ca อยู่ 0.76 mg/kg มีปริมาณ Mg อยู่ 0.52 mg/kg และมี P อยู่ 3.19 mg/kg ในขณะที่น้ำแช่วก้ามะพร้าว

สับละเอียดยังคงมีปริมาณธาตุอาหารที่ละลายอยู่สูงกว่าวัสดุชนิดอื่น โดยมี K ละลายอยู่ 154.44 mg/kg มีปริมาณ Ca อยู่ 3.05 mg/kg มีปริมาณ Mg อยู่ 1.89 mg/kg และมี P อยู่ 5.87 mg/kg

B. การเจริญเติบโตของพริกหวาน : การเจริญเติบโตของต้นพริกที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน แสดงในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 พริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ เมื่ออายุได้ 1 เดือน (15 พฤษภาคม 2552) หลังย้ายปลูก



ภาพที่ 19 แสดงความสูงเฉลี่ยของต้นพริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

จากภาพที่ 19 แสดงการเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีเขียวนในในช่วง 2 เดือนแรกหลังการย้ายปลูก มีความสูงที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพริกหวานที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกเป็นขี้เถ้าปศุสัตว์ มีแนวโน้มว่าจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่น และความแตกต่างจะเห็นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการย้ายปลูก 3 และ 4 เดือน โดยในระยะ 4 เดือนหลังย้ายปลูก ต้นพริกหวานที่ปลูกในวัสดุปลูกขี้เถ้าปศุสัตว์เจริญเติบโตได้ดีที่สุด มีความสูงเฉลี่ย 160.5 ซม./ต้น ในขณะที่พริกหวานที่ปลูกใน ขี้เถ้าปศุสัตว์ มีความสูงเฉลี่ยที่ 131.4 ซม./ต้น สำหรับพริกหวานที่ปลูกโดยใช้กาบมะพร้าวสับหยาบที่เกษตรกรนิยมใช้เป็นวัสดุปลูก นั้นมีความสูง 142.9 ซม./ต้น

C. ผลผลิต : หลังย้ายปลูกได้ประมาณ 1-1.5 เดือนพริกหวานเริ่มออกดอกและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในเดือนที่ 2 และจะเก็บผลผลิตได้เรื่อยไป ขึ้นอยู่กับการดูแลสภาพของต้น จากการทดลองในครั้งนี้ทำการเก็บผลผลิตได้เพียง 2 เดือน เท่านั้น เนื่องจากในเดือนที่ 4 หลังย้ายปลูกพริกหวานเกิดการระบาดของไวรัสอย่างรุนแรง ทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ สำหรับผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเขียวน 2 เดือนแรกที่เก็บเกี่ยว แสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเขียวนที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกที่แตกต่างกัน*

กรรมวิธี	จำนวนผลเฉลี่ย (ผล/ถู)	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม/ผล)	จำนวนผลผลิต (ตัน/ไร่)*
กาบมะพร้าวสับหยาบ	10.50	162.47	5.38
กาบมะพร้าวสับละเอียด	10.92	162.88	5.68
ขี้เถ้าปศุสัตว์	11.67	170.37	6.24
ขี้เถ้าปศุสัตว์	10.17	156.77	5.10
CV (%)	28.65	10.49	27.84
LSD 0.05	ns	ns	ns

ระยะการปลูกพริกหวาน 0.5 ม. x 1.0 ม.

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่า พริกหวานที่ปลูกในวัสดุที่แตกต่างกัน 4 ชนิด ให้ผลผลิตในระยะ 2 เดือนแรกที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพริกหวานที่ปลูกในวัสดุปลูกขี้เถ้าปศุสัตว์ มีแนวโน้มให้คุณภาพและผลผลิตดีกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ โดยมีจำนวนผลเฉลี่ยต่อถู 11.67 ผล/ถู น้ำหนักผลเฉลี่ยต่อ 170.37 กรัม/ผล และให้ผลผลิต 6.24 ตัน/ไร่ ในขณะที่วัสดุปลูกที่เกษตรกรนิยมใช้คือ กาบมะพร้าวสับหยาบให้จำนวนผลที่ 10.5 ผล/ถู น้ำหนักผลเฉลี่ย 162.47 กรัม/

ผล และมีผลผลิต 5.38 ตัน/ไร่ สำหรับวัสดุปลูกที่เป็นไยมะพร้าว นั้น ให้ผลผลิตต่ำสุดคือ 10.17 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 156.77 กรัม/ผล และให้ผลผลิตเฉลี่ย 5.10 ตัน/ไร่

ต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านวัสดุปลูก : การปลูกพริกหวานโดยทั่วไปเกษตรกรนิยมใช้ กาบมะพร้าวสับหยาบเป็นวัสดุปลูก ซึ่งมีต้นทุนอยู่ที่ประมาณ 4.23 บาท/ถุง หรือ 13,536 บาท/ไร่ เกษตรกรได้พยายามลดค่าใช้จ่ายด้านวัสดุปลูกโดยเริ่มหันไปใช้ ไยมะพร้าวที่มีราคาถูกกว่า คือประมาณ 1.75 บาท/ถุง หรือคิดเป็น 5,600 บาท/ไร่ และในปัจจุบันมีการผลิตขุยมะพร้าวอัดแท่ง และกากมะพร้าว สับละเอียด เพื่อใช้เป็นวัสดุปลูก ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกร อย่างไรก็ตามราคายุยมะพร้าว เมื่อนำมาทำเป็นวัสดุปลูกจะมีราคาต้นทุนอยู่ที่ประมาณ 9.12 บาท/ถุง หรือคิดเป็น 29,184 บาท/ไร่ และ กากมะพร้าวสับละเอียด มีราคาอยู่ที่ประมาณ 6.35 บาท/ถุง หรือคิดเป็น 20,320 บาท/ไร่ ซึ่งก็ยังคงสูงกว่า วัสดุปลูกที่เกษตรกรนิยมใช้ในปัจจุบัน (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 แสดงต้นทุนค่าใช้จ่ายวัสดุปลูก

ชนิดของวัสดุปลูก	ราคา (บาท/ถุง)	ราคา (บาท/ไร่)*	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ราคาขาย** (บาท/ไร่)	ราคาขาย หลังจากหัก ค่าวัสดุปลูก (บาท/ไร่)	ร้อยละของ รายได้ที่ เพิ่มขึ้น
กากมะพร้าวสับหยาบ	4.23	13,536	5.38	188,300	174,764	0
กากมะพร้าวสับละเอียด	6.35	20,320	5.68	198,800	178,480	2.13
ขุยมะพร้าว	9.12	29,184	6.24	218,400	189,216	8.17
ไยมะพร้าว	1.75	5,600	5.10	178,500	172,900	-1.07

*ระยะการปลูกพริกหวาน 0.5 ม. x 1.0 ม.

** ราคาเฉลี่ย 35,000 บาท/ตัน

จากตารางที่ 14 เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านวัสดุปลูก จะเห็นว่าไยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกที่มีราคาต่อหน่วยถูกที่สุด และขุยมะพร้าวมีราคาสูงที่สุด แต่หากพิจารณาถึงผลผลิตที่ได้รับถึงแม้ว่าจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลผลิตของพริกหวานที่ปลูกในขุยมะพร้าวได้มากถึง 6.24 ตันต่อไร่ ในขณะที่ปลูกในไยมะพร้าวได้เพียง 5.10 ตัน/ไร่ ซึ่งเมื่อขายผลผลิตในราคาเฉลี่ย 35 บาท/กก. จะเห็นว่า การปลูกพริกหวานในวัสดุปลูกขุยมะพร้าว สามารถเพิ่มรายได้ขึ้นร้อยละ 8.17 เมื่อเทียบกับ การใช้กากมะพร้าวสับหยาบเป็นวัสดุปลูก และการปลูกพริกหวานในวัสดุปลูกไยมะพร้าว ซึ่งมีต้นทุนวัสดุปลูกที่ต่ำสุด แต่รายได้จากการขายผลผลิตเมื่อหักต้นทุนด้านวัสดุปลูกแล้วมีรายได้ลดลงร้อยละ 1.07 เมื่อเทียบกับกากมะพร้าวสับหยาบ ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า ขุยมะพร้าวอัดแท่งก็เป็นวัสดุปลูกอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพสูงที่สามารถใช้ในการปลูกพริกหวานได้อย่างมี

คุณภาพ เนื่องจากมีความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดี มีค่า EC ที่ค่อนข้างต่ำ และมีการปลดปล่อยธาตุหรือสารอาหารอื่น ๆ ออกมาน้อย ซึ่งเป็นผลดีที่ทำให้สามารถควบคุมสารละลายธาตุอาหารในระบบได้ตามที่ต้องการ อย่างไรก็ตามราคาต่อหน่วยจะสูงกว่ากามมะพร้าวสับหยาบ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดในการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ สำหรับกามมะพร้าวสับหยาบที่เกษตรกรนิยมใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายนั้น เนื่องจากมีราคาต่อหน่วยถูก แต่มีข้อด้อยที่มีค่าของ EC สูง และมีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาในระบบค่อนข้างมาก ทำให้สารละลายธาตุอาหารที่จ่ายให้กับพริกหวานอาจมีสารอาหารเกินไปจากที่ต้องการ แต่จากผลการศึกษาในครั้งนี้ เกษตรกรสามารถนำไปปรับใช้ในการลดค่า EC ของกามมะพร้าวหยาบ โดยนำกามมะพร้าวสับหยาบไปแช่น้ำประมาณ 2-3 วัน แล้วบีบเอาน้ำที่แช่ทิ้งไป ทำเช่นเดิมประมาณ 3-4 ครั้งก็จะทำให้กามมะพร้าวสับมีค่า EC ที่ต่ำลง และการปลดปล่อยสารอาหารต่ำลง เช่นเดียวกับขุยมะพร้าวอัดแท่ง

3.4 สรุปผลการศึกษา

1. สูตรการเตรียมสารละลายธาตุอาหารที่คณะผู้วิจัยได้ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ สามารถใช้ได้ดีกับการปลูกพริกหวานทั้ง 3 สายพันธุ์ ทำให้พริกหวานเจริญเติบโตได้ดีกว่าและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพไม่แตกต่าง หรือดีกว่าการใช้สารละลายธาตุอาหารที่เตรียมจากปุ๋ยผสมที่มีจำหน่ายตามร้านค้าทั่วไป
2. การให้สารละลายธาตุอาหารแก่พริกหวานในปริมาณที่เท่ากัน พริกหวานที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารบ่อยครั้งกว่า มีแนวโน้มในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีกว่าพริกหวานที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ให้น้อยครั้งกว่า
3. การเตรียมสารละลายธาตุอาหารใช้เองจากแม่ปุ๋ยที่มีจำหน่ายตามร้านค้าเกษตรทั่วไป ทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีได้ถึงร้อยละ 36
4. วัสดุปลูกที่ได้มาจากขุยมะพร้าวอัดแท่ง เป็นวัสดุปลูกอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพสูง มีแนวโน้มที่จะช่วยเพิ่มคุณภาพและปริมาณผลผลิตของพริกหวานให้ดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Carmassie, G., Incrocci, L., Maggini, R., Malorgio, F., Tognoni, F., and A., Pardossi. 2005. Modelling salinity build-up in recirculation nutrient solution culture. *J. Plant Nutr.* 28, 431-445.
- Incrocci, L., Malorgio, F., Della Bartola., and A., Pardossi. 2006. The influence of drip irrigation or subirrigation on tomato grown in closed-loop substrate culture with saline water. *Sci. Hort.* 107, 365-372.
- Katsououlas, N., Kittas, C., Dimokas, G., and Ch., Lykas. 2006. Effect of irrigation frequency on rose flow production and quality. *Biosyst. Engin.* 93, 237-244.
- Raviv, M., and J., Blom. 2001. The effect of water availability and quality on photosynthesis and productivity of soilless-grown cut roses. *Sci. Hort.* 88, 257-276.
- Raviv, M., Krasnovsky, A., Medin, S., and R., Reuveni. 1998. Assessment of various control strategies fore recirculation of greenhouse effluents under semi-arid conditions. *J. Hort. Sci. Biotech.* 73, 485-491.
- Savvas, D., Stamati, E., Tsirogiannis, I.L., Mantzos, N., Barouchas, P.E., Katsoulas, N., and C. Kittas. 2007. Interactions between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. *Agri. Water Mang.* 9, 102-111.
- Silber, A., Bruner, M., Kening, E., Reshef, G., Zohar, H., Posalski, I., Yehezkel, H., Shmuel, D., Cohen, S., Dinar, M., Matan, E., Dinkin, I., Cohen, Y., Karni, L., Aloni, B., and S., Assouline. 2005. High fertigation frequency and phosphorus level: Effects on summer-grown bell pepper growth and blossom-end rot incidence. *Plant and Soil* 223, 59-69.
- Xu, G., Levkovitch, I., Soriano, S., Wallach, R., and A., Silber. 2004. Integrated effect of irrigation frequency and phosphorus level on lettuce: P uptake, root growth and yield. *Plant and Soil*, 263, 297 – 309.
- Zekki, H., Gauthier, L., and A., Gosselin. 1996. Growth, productivity, and mineral composition of hydroponically cultivated greenhouse tomatoes with or without nutrient solution recycling. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 121, 1082-1088.
- D.O. Huett, N.A. Maier, L.A. Sparrow and T.J. Piggott. 1997. *Plant Analysis an Interpretation Manual* 2^{sd}. Ed. D.J. Reuter, J.B. Robinson. CSIRO Publishing, Australia. 572 P.