



รายงานฉบับสมบูรณ์

(Final Report)

โครงการวิจัยเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ยแก่พืชสำคัญบนพื้นที่สูง
Improvement of Water and Fertilizer Use Efficiency for Important
Vegetable Crops in Highland Area

แผนงานวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตเกษตร

โดย

ชูชาติ สันทรทรัพย์ และคณะ

สนับสนุนทุนวิจัยโดย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

รายงานฉบับสมบูรณ์

(Final Report)

โครงการวิจัยเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ยแก่พืชสำคัญบนพื้นที่สูง
Improvement of Water and Fertilizer Use Efficiency for Important
Vegetable Crops in Highland Area

แผนงานวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตเกษตร

คณะผู้วิจัย

สังกัด

ดร. ชูชาติ สันทรทรัพย์

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผศ.ดร. ศิวาพร ธรรมดี

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ดร. ฟ้าไพลิน ไชยวรรณ

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ดร. Wolfram Spreer

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตุลาคม 2559

กิตติกรรมประกาศ

การใช้พื้นที่สูงเพื่อการเกษตร มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทั้งบนที่สูงและพื้นที่ราบ เพราะการเกษตรบนพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันย่อมมีการชะล้างพังทลายของดินในอัตราสูง ทำให้ดินเสื่อมคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว การแก้ไขดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีเป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดินขาดความอุดมสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยเคมี ให้ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับพื้นที่สูง จำเป็นต้องมีข้อมูลหลายๆ ด้านเพื่อใช้ประกอบการวางแผนจัดการ การผลิตพืชบนพื้นที่สูง คณะผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษาวิจัยถึงความต้องการธาตุอาหารและการใช้น้ำของพืช โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้เกษตรกร นักวิชาการ และผู้สนใจทั่วไปนำข้อมูลดังกล่าวไปศึกษาและใช้เป็นแนวทาง สำหรับการวางแผนในการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ อย่างถูกต้อง สำหรับการผลิตพืชแบบยั่งยืน และเป็นการผลิตที่มุ่งเน้นการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนพื้นที่สูง

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ที่ได้ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณการศึกษาค้นคว้า และขอขอบคุณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่เฒ่า ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง มูลนิธิโครงการหลวง ที่อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการดำเนินงาน คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ ผู้ช่วยวิจัย และนักศึกษาห้องปฏิบัติการเคมีดิน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ทำให้การดำเนินการวิจัยสำเร็จไปได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

กันยายน 2559

คณะผู้วิจัย

1. ชื่อหัวหน้าโครงการ หน่วยงานสังกัด ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

ชื่อ-สกุล	นายชูชาติ สันทรทรัพย์
	Mr. Choochad Santasup
คุณวุฒิ	ปริญญาเอก
ตำแหน่ง	อาจารย์
หน่วยงาน	ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่	239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์/โทรสาร	053-944-033 ต่อ 111/053-944-666
E-mail	choochad.s@cmu.ac.th

2. ชื่อและสถานที่ติดต่อของนักวิจัย หน่วยงานที่สังกัด ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

2.1 ชื่อ-สกุล	นางสาวศิวาพร ธรรมดี
	Miss Siwaporn Thumdee
คุณวุฒิ	ปริญญาเอก
ตำแหน่ง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์
หน่วยงาน	ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่	239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์/โทรสาร	053-944-034 ต่อ 15001/ 053-944-666
E-mail	siwaporn.t@cmu.ac.th , sthumdee@gmail.com

- 2.2 ชื่อ-สกุล นางสาวฟ้าไพลิน ไชยวรรณ
Miss Fapailin Chaiwan
คุณวุฒิ ปริญญาเอก
ตำแหน่ง อาจารย์
หน่วยงาน ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์/โทรสาร 053-944-033 ต่อ 106/053-944-666
E-mail fapailinc@gmail.com
- 2.3 ชื่อ-สกุล Mr. Wolfram Spreer
คุณวุฒิ วท.ด. (วิศวกรรมเกษตร) ปริญญาเอก
ตำแหน่ง อาจารย์
หน่วยงาน ภาควิชาเกษตรที่สูงและทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะเกษตรศาสตร์
ที่อยู่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์ (053)-221699, (053)-892228
โทรสาร (053)-892188
E-mail wolfram.spreer@gmx.net

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

1. ความเป็นมาของโครงการ

พื้นที่สูงเป็นพื้นที่ที่สามารถทำการเกษตรได้อย่างจำกัด แม้จะเป็นพื้นที่ต้นน้ำแต่ก็มักประสบปัญหาภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนาน ไม่มีแหล่งน้ำที่มั่นคง และมีการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูกมาก ส่งผลกระทบต่อการอุปโภคบริโภคของชุมชนและการเกษตรบนพื้นที่สูง มูลนิธิโครงการหลวงจึงได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพืชในโรงเรือน และให้ปุ๋ยผ่านระบบน้ำ ซึ่งเป็นการใช้พื้นที่รวมถึงทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด ผลผลิตที่ได้จากการปลูกภายใต้โรงเรือนจะมีคุณภาพดี ปลอดภัยจากสารพิษ เป็นที่ต้องการของตลาดและราคาสูง สามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรได้ดี อย่างไรก็ตาม พื้นที่ดินที่ใช้ปลูกพืชต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน จะมีการสะสมของธาตุอาหารในดินในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากมีการใช้ปุ๋ยอย่างต่อเนื่องในการผลิตพืช โดยขาดหลักในการจัดการปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ปริมาณธาตุอาหารเหล่านั้นจะค่อยๆ สะสมอยู่ในดินทั้งในรูปที่ถูกดูดตรึงไว้บนอนุภาคของดิน และในรูปของเกลือที่ละลายอยู่ในสารละลายดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ซึ่งการสะสมของธาตุอาหารทั้งสองตัวนี้ในปริมาณที่สูง อาจจะทำให้สมดุลของธาตุอาหารในดินเสียไป ส่งผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารตัวอื่นๆได้ โดยเฉพาะการที่ดินมีโพแทสเซียมในปริมาณที่สูงก็จะไปยับยั้งการดูดธาตุแมกนีเซียมของพืช เนื่องจากธาตุทั้งสองเป็นปฏิปักษ์ต่อกัน ซึ่งอาจทำให้พืชเกิดอาการขาดแมกนีเซียมขึ้นมาได้

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

การศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา สำนวนรูปแบบ วิธีการ ปริมาณการให้น้ำและปุ๋ยแก่พืช รวมทั้งแนวทางในการปฏิบัติที่ดีในการจัดการน้ำและปุ๋ยของเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จในการผลิตพืชผักที่สำคัญของมูลนิธิโครงการหลวง

3. ผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณความต้องการธาตุอาหารของพืชผักการผลิตพืชผักที่สำคัญ 6 ชนิด ประกอบด้วย ผักผล 3 ชนิด ได้แก่ แตงกวาญี่ปุ่น มะเขือเทศโครงการหลวง และพริกหวานสีเขียว และผักใบ 3 ชนิด ได้แก่ เบบี้ฮ่องเต้ คอส และเบบี้คอส บนพื้นที่การผลิตของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง 4 พื้นที่ ได้แก่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โจ้ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ

และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างพืชแต่ละชนิดทุกสัปดาห์ บันทึกน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของผักแต่ละชนิด ทั้งในส่วนของรากและลำต้นเหนือดิน วิเคราะห์หาความเข้มข้นของ ธาตุอาหารหลัก (N P และ K) ในแต่ละส่วนของพืช เพื่อนำมาประเมินความต้องการธาตุอาหารของพืช สำหรับการศึกษ ปริมาณการใช้ปุ๋ยและน้ำในระบบการผลิตพืช จะทำการบันทึกปริมาณการใช้ปุ๋ยเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่จ่ายให้กับพืช และทำการติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำที่หัวจ่ายน้ำเข้าโรงเรือน ในแต่ละโรงเรือนที่ทำการเก็บข้อมูลพืช เพื่อเก็บข้อมูลปริมาณน้ำที่จ่ายให้กับพืชแต่ละชนิดที่ทำการศึกษ ตลอดระยะเวลาการผลิต นอกจากนั้นจะทำการติดตั้ง data logger เพื่อบันทึกอุณหภูมิ ความชื้น และชั่วโมงแสงในโรงเรือนที่ทำการผลิตพืช เพื่อนำข้อมูลมาประเมินการใช้น้ำของพืช

3.1 ความต้องการธาตุอาหาร

ผลการศึกษาพบว่า การผลิตผักในโรงเรือนขนาด 180 ตารางเมตร ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โจ้ เบบ๊อ้งเต้ ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน 0.88-1.29 กิโลกรัม/โรงเรือน ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.20-0.23 กิโลกรัม/โรงเรือน และโพแทสเซียม (K_2O) 2.33-2.40 กิโลกรัม/โรงเรือน เบบ๊อ้งเต้ต้องการธาตุอาหาร ไนโตรเจน 0.34-0.36 กิโลกรัม/โรงเรือน ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.06-0.07 กิโลกรัม/โรงเรือน และโพแทสเซียม (K_2O) 0.61-0.65 กิโลกรัม/โรงเรือน สำหรับคอส ต้องการไนโตรเจน 0.90-1.66 กิโลกรัม/โรงเรือน ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.17-0.34 กิโลกรัม/โรงเรือน และ โพแทสเซียม (K_2O) 1.65-3.19 กิโลกรัม/โรงเรือน สำหรับการผลิตผักในโรงเรือนของเกษตรกร ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง พริกหวานสีเขียวต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน (N) 2.39 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.48 กรัม/ต้น และโพแทสเซียม (K_2O) 3.19 กรัม/ต้น ในขณะที่มะเขือเทศโครงการหลวง ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน (N) 5.95 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 2.53 กรัม/ต้น และโพแทสเซียม (K_2O) 10.54 กรัม/ต้น ส่วนการปลูกแตงกวาญี่ปุ่นในโรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ ซึ่งเป็นการปลูกในวัสดุปลูกแตงกวาญี่ปุ่นต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน (N) 4.48 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1.88 กรัม/ต้น และโพแทสเซียม (K_2O) 8.07 กรัม/ต้น

3.2 ความต้องการปุ๋ย

เมื่อนำข้อมูลความต้องการธาตุอาหารมาประเมินความต้องการปุ๋ยของพืชผักแต่ละชนิดพบว่า เบบ๊อ้งเต้ต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) 1.46-2.14 กิโลกรัม/โรงเรือน ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1.16-1.33 กิโลกรัม/โรงเรือน และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) เท่ากับ 4.00-4.11 กิโลกรัม/โรงเรือน คอสต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) 1.50-2.77 กิโลกรัม/โรงเรือน ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.96-1.97 กิโลกรัม/โรงเรือน และ

ปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) เท่ากับ 2.83-5.46 กิโลกรัม/ไร่ และเบบี๋คอส ต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) 0.50-0.57 กิโลกรัม/ไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.33-0.34 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) เท่ากับ 0.93-1.04 กิโลกรัม/ไร่ สำหรับการผลิตมะเขือเทศโครงการหลวงและพริกหวานสีเขียว ที่ปลูกบนดินในไร่ของเกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง มะเขือเทศโครงการหลวง ต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) 9.92 กรัม/ต้น ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 5.82 กรัม/ต้น และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 12.64 กรัม/ต้น และปลูกพริกหวานต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) 3.98 กรัม/ต้น ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1.11 กรัม/ต้น และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 3.83 กรัม/ต้น สำหรับการปลูกแตงกวาญี่ปุ่น ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ นั้น ในกรณีที่ปลูกบนดิน แตงกวาญี่ปุ่นต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) 7.47 กรัม/ต้น ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 4.34 กรัม/ต้น และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 9.68 กรัม/ต้น

แต่จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรให้ปุ๋ยสำหรับการผลิตผักดังนี้ เบบี๋คอส ให้ปุ๋ยไนโตรเจน (N) 2.92 - 3.51 กิโลกรัม/ไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1.10 - 1.32 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 2.44 - 2.93 กิโลกรัม/ไร่ การผลิตเบบี๋คอส เกษตรกรให้ปุ๋ยไนโตรเจน (N) 4.40 - 4.95 กิโลกรัม/ไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1.66-1.86 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 3.68-4.12 กิโลกรัม/ไร่ การผลิตคอส เกษตรกรให้ปุ๋ยไนโตรเจน (N) 4.32 - 4.94 กิโลกรัม/ไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1.62 - 1.86 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 3.60 - 4.12 กิโลกรัม/ไร่ สำหรับการผลิตพริกหวานสีเขียวและมะเขือเทศโครงการหลวง ที่ปลูกบนดินในไร่ของเกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง เกษตรกรให้ปุ๋ยไนโตรเจน (N) สำหรับการปลูกพริกหวาน 11.33 กรัม/ต้น ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 9.86 กรัม/ต้น และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 9.86 กรัม/ต้น และให้ปุ๋ยไนโตรเจน (N) สำหรับการปลูกมะเขือเทศโครงการหลวง จำนวน 17.08 กรัม/ต้น ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 14.86 กรัม/ต้น และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) จำนวน 14.86 กรัม/ต้น ส่วนการปลูกแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกในไร่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (N) 7.91 กรัม/ต้น ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 5.56 กรัม/ต้น และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 13.47 กรัม/ต้น

3.3 ความต้องการน้ำ

สำหรับปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตพืชผักที่ปลูกในดินพบว่า เกษตรกรให้น้ำเบบี๋คอสเฉลี่ย 3.30-3.83 มิลลิเมตร/วัน ให้น้ำเบบี๋คอส เฉลี่ย 2.37-2.54 มิลลิเมตร/วัน และให้น้ำคอส เฉลี่ย 3.11-3.50 มิลลิเมตร/วัน ให้น้ำพริกหวานสีเขียว และมะเขือเทศโครงการหลวง เฉลี่ย 6.03 มิลลิเมตร/วัน สำหรับการปลูกแตงกวาญี่ปุ่น ในไร่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ ซึ่งเป็นการปลูกใน

ระบบสารละลาย มีการให้สารละลายธาตุอาหาร เฉลี่ย 40.7 มิลลิเมตร/วัน ในขณะที่ความต้องการน้ำของเบบี๋องเต้ ต้องการน้ำเฉลี่ย 3.4-4.7 มิลลิเมตร/วัน เบบี๋องเต้ต้องการน้ำเฉลี่ย 3.2-4.5 มิลลิเมตร/วัน และคอสต้องการ 3.2-4.5 มิลลิเมตร/วัน สำหรับพริกหวานสีเขียวและมะเขือเทศโครงการหลวง ต้องการใช้น้ำเฉลี่ย 3.9 และ 4.5 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ ในขณะที่แตงกวาญี่ปุ่นต้องการน้ำเฉลี่ย 3.5 มิลลิเมตร/วัน

3.4 ต้นทุนการผลิต

การผลิตผักเบบี๋องเต้ คอส และเบบี๋องเต้ ที่ปลูกในโรงเรือนของเกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โจ้ มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 3,546 4,816 และ 3,756 บาท/โรงเรือน ตามลำดับ ในขณะที่การผลิตมะเขือเทศโครงการหลวงและพริกหวานสีเขียว ที่ปลูกบนดินในโรงเรือนเกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 24,619 บาท/ไร่ และ 37,696 บาท/ไร่ ตามลำดับ สำหรับการผลิตแตงกวาญี่ปุ่น ในวัสดุปลูกภายในโรงเรือน (2,000 ต้น/โรงเรือน) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 22,185 บาท/โรงเรือน

4. สรุปผลการวิจัย

เบบี๋องเต้ต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) 1.46-2.14 กิโลกรัม/โรงเรือน ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1.16-1.33 กิโลกรัม/โรงเรือน และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) เท่ากับ 4.00-4.11 กิโลกรัม/โรงเรือน คอสต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) 1.50-2.77 กิโลกรัม/โรงเรือน ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.96-1.97 กิโลกรัม/โรงเรือน และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) เท่ากับ 2.83-5.46 กิโลกรัม/โรงเรือน และเบบี๋องเต้ ต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) 0.50-0.57 กิโลกรัม/โรงเรือน ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.33-0.34 กิโลกรัม/โรงเรือน และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) เท่ากับ 0.93-1.04 กิโลกรัม/โรงเรือน มะเขือเทศโครงการหลวงต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) 9.92 กรัม/ต้น ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 5.82 กรัม/ต้น และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 12.64 กรัม/ต้น พริกหวานต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) 3.98 กรัม/ต้น ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1.11 กรัม/ต้น และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 3.83 กรัม/ต้น สำหรับแตงกวาญี่ปุ่นที่ปลูกบนดินต้องการปุ๋ยไนโตรเจน (N) 7.47 กรัม/ต้น ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 4.34 กรัม/ต้น และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 9.68 กรัม/ต้น

ความต้องการน้ำของเบบี๋องเต้ ต้องการน้ำเฉลี่ย 3.4-4.7 มิลลิเมตร/วัน เบบี๋องเต้ต้องการน้ำเฉลี่ย 3.2-4.5 มิลลิเมตร/วัน และคอสต้องการ 3.2-4.5 มิลลิเมตร/วัน สำหรับพริกหวานสีเขียวและมะเขือเทศโครงการหลวง ต้องการใช้น้ำเฉลี่ย 3.9 และ 4.5 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ ในขณะที่แตงกวาญี่ปุ่นต้องการน้ำเฉลี่ย 3.5 มิลลิเมตร/วัน

การจัดการน้ำของเกษตรกร โดยการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด สำหรับการผลิตผลิตเบบี้ฮ่องเต้ คอส และเบบี้คอส เป็นแนวทางการจัดการน้ำได้อย่างเหมาะสม (best practice) ปริมาณน้ำที่ให้ ใกล้เคียงกับความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิด

5. ข้อเสนอแนะเพื่อดำเนินการวิจัยต่อไป

จากข้อมูลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า พืชผักแต่ละชนิด ต้องการธาตุอาหารหรือปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปริมาณที่น้อยกว่าการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร 2-3 เท่า ในขณะที่การใช้น้ำ ในการผลิตใกล้เคียงกับความต้องการน้ำของพืช ดังนั้นควรมีการศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับ การผลิตพืชผักแต่ละชนิดบนพื้นที่สูง ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อให้การใช้ปุ๋ย เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการประหยัดต้นทุนค่าปุ๋ย



Executive Summary

1. Introduction

Highland is rather a limited area for agriculture. Although, it is the watershed area, it usually suffers from long dry spell during the rainy season (water shortage), lack of permanent water reservoir and expansion of growing area affects the community consumption and overall highland agriculture. Royal Project Foundation has therefore encouraged the farmers to grow in greenhouse and apply fertilizers by fertigation system in order to fully utilize limited area and water resource. The products from greenhouse will have the best quality, free from pesticide with high market demand and high price which will bring more income to farmers. However, long-term and intensive cultivation usually results in high amounts of nutrients accumulated in soil due to excessive and continuous use of fertilizers in crop production without proper fertilizer management and efficiency of fertilizer use. Those nutrients will gradually be accumulated and fixed onto soil particles and dissolved in soil solution in the form of soluble salts, especially, available phosphorus and exchangeable potassium. High amount of accumulated nutrients may affect nutrient balance in soil and nutrient uptake by plant, for example, the high level of exchangeable potassium in soil will inhibit the magnesium uptake by plant root as both elements are antagonistic with each other. This can cause magnesium deficiency in plants.

2. Objectives

The objectives of this study were to study and survey (1) the methodology of fertilizer and irrigation water use and (2) the best practice of water and fertilizer management from the farmers who successfully produced important vegetable crop of The Royal Project Foundation.

3. Results

The study on improvement of water and fertilizer use efficiency in 6 important vegetable crops, pak choi, cos, baby cos, table tomato, green sweet pepper and Japanese cucumber in highland area was carried out at 4 Royal Project Development Centers, Mae Tho, Hot district; Khun Wang, Mae Wang district; Mae Tha Nuea, Mae On

district and Tung Rao, Samoeng district, Chiang Mai province during April - September 2016. Each vegetable crop was cultivated in greenhouse and plant samples were collected weekly. Fresh and dry weights of root and shoot from each plant were recorded and nutrient content (nitrogen, phosphorus and potassium) in plant parts were analyzed for evaluation of nutrient requirement and crop removal. In addition, amount of fertilizer and irrigation water use in each crop and climatic data were recorded for evaluation of crop water requirement, water and fertilizer use.

3.1 Nutrient requirements

The result showed that to produce vegetable in 180 m²-greenhouse at Mae Tho Royal Project Development Center, nutrient requirements for pak choi were about 0.88-1.29 kg N/180 m²-greenhouse, 0.20-0.23 kg P₂O₅/180 m²-greenhouse and 2.33-2.40 kg K₂O/180 m²-greenhouse. Nutrient requirements for cos were about 0.90-1.66 kg N/180 m²-greenhouse, 0.17-0.34 kg P₂O₅/180 m²-greenhouse and 1.65-3.19 kg K₂O/180 m²-greenhouse, while baby cos needed about 0.34-0.36 kg N/180 m²-greenhouse, 0.06-0.07 kg P₂O₅/180 m²-greenhouse and 0.61-0.65 kg K₂O/180 m²-greenhouse. For vegetable production at Khun Wang Royal Project Development Center, nutrient requirements for table tomato were about 5.95 g N/plant, 2.53 g P₂O₅/plant and 10.54 g K₂O/plant. Nutrient requirements for green sweet paper were about 2.39 g N/plant, 0.43 g P₂O₅/plant and 3.19 g K₂O/plant. For Japanese cucumber production at Mae Tha Nuea Royal Project Development Center, about 4.48 g N/plant, 1.88 g P₂O₅/plant and 8.07 g K₂O/plant were needed.

3.2 Fertilizer requirements

Amount of fertilizer for each crop was estimated from nutrients requirement data. The results showed that 1.44-2.14 kg N/180 m²-greenhouse, 1.16-1.33kg P₂O₅/180 m²-greenhouse and 4.00-4.11 kg K₂O/180 m²-greenhouse should be applied to pak choi, 1.50-2.77 kg N/180 m²-greenhouse, 0.96-1.97 kg P₂O₅/180 m²-greenhouse and 2.83-5.46 kg K₂O/180 m²-greenhouse should be applied to cos, and 0.50-0.57 kg N/180 m²-greenhouse, 0.33-0.34 kg P₂O₅/180 m²-greenhouse and 0.93-1.04 kg K₂O/180 m²-greenhouse should be applied to baby cos. For vegetable production at Khun wang Royal Project Development Center, 9.92 g N/plant, 5.82 g P₂O₅/plant and 12.64 g K₂O/plant should be applied to table tomato and 3.98 g N/plant, 1.11 g P₂O₅/plant and

3.83 g K_2O /plant should be applied to green sweet pepper, while, 7.47 g N/plant, 4.34 g P_2O_5 /plant and 9.68 g K_2O /plant should be applied to Japanese cucumber production at Mae Tha Nuea Royal Project Development Center.

However, the amount of fertilizer applied by farmers via fertigation system was higher than nutrient requirement for each crop. For pak choi production, the farmers applied nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizer about 2.29-3.51 kg N/180 m²-greenhouse, 1.10-1.32 kg P_2O_5 /180 m²-greenhouse and 2.44-2.93 kg K_2O /180 m²-greenhouse and 4.32-4.94 kg N/180 m²-greenhouse, 1.62-1.86 kg P_2O_5 /180 m²-greenhouse and 3.60-4.12 kg K_2O /180 m²-greenhouse were applied to cos, while 4.40-4.95 kg N/180 m²-greenhouse, 1.66-1.86 kg P_2O_5 /180 m²-greenhouse and 3.68-4.12 kg K_2O /180 m²-greenhouse were applied to baby cos production. At Khun Wang Royal Project Development Center, the farmers applied 17.08 g N/plant, 14.86 g P_2O_5 /plant and 14.86 g K_2O /plant to table tomato production and 11.33 g N/plant, 9.86 g P_2O_5 /plant and 9.86 g K_2O /plant to green sweet pepper production, while production of Japanese cucumber at Mae Tha Nuea Royal Project Development Center, 7.91 g N/plant, 5.56 g P_2O_5 /plant and 13.47 g K_2O /plant were applied.

3.3 Water requirements

For the amount of water supplied to the vegetables grown in soil, we found that the average of water that the famers supplied to pak choi was 3.30-3.83 mm/day, to baby cos 2.37-2.54 mm/day and to cos 3.11- 3.50 mm/day. For green sweet pepper and table tomato, they supplied 6.03 mm/day, while for Japanese cucumbers planted under substrate culture system in the greenhouse at Mae-tha Nuea Royal Project, we found that the average of nutrient solution was applied by 40.7 mm/day. However, the estimated crop water requirement of pak choi, baby cos and cos was 3.4-4.7, 3.2-4.5 and 3.2-4.5 mm/day, respectively. For green sweet pepper and table tomato, the average of water requirement were 3.9 and 4.5 mm/day, respectively, while for the average of water requirement of Japanese cucumber was 3.5 mm/day.

3.4 Cost of production

In addition, we found that the production cost of pak choi, cos and baby cost were 3,546, 4,816, 3,756 Baht/180 m²-greenhouse, respectively. Production of table tomato and green sweet pepper cost 24,619 and 37,696 Baht/rai, respectively. For

Japanese cucumber planted under substrate system, the cost was 22,185 Baht/2,000 plants-greenhouse.

4. Conclusions

Amount of fertilizer for each crop was estimated from nutrients requirement data. The results showed that 1.44-2.14 kg N/180 m²-greenhouse, 1.16-1.33kg P₂O₅/180 m²-greenhouse and 4.00-4.11 kg K₂O/180 m²-greenhouse should be applied to pak choi, 1.50-2.77 kg N/180 m²-greenhouse, 0.96-1.97 kg P₂O₅/180 m²-greenhouse and 2.83-5.46 kg K₂O/180 m²-greenhouse should be applied to cos, and 0.50-0.57 kg N/180 m²-greenhouse, 0.33-0.34 kg P₂O₅/180 m²-greenhouse and 0.93-1.04 kg K₂O/180 m²-greenhouse should be applied to baby cos. For table tomato production, 9.92 g N/plant, 5.82 g P₂O₅/plant and 12.64 g K₂O/plant were needed and 3.98 g N/plant, 1.11 g P₂O₅/plant and 3.83 g K₂O/plant should be applied to green sweet pepper, while, 7.47 g N/plant, 4.34 g P₂O₅/plant and 9.68 g K₂O/plant should be applied to Japanese cucumber.

The estimated crop water requirement of pak choi, baby cos and cos was 3.4-4.7, 3.2-4.5 and 3.2-4.5 mm/day, respectively. For green sweet pepper and table tomato, the average of water requirement were 3.9 and 4.5 mm/day, respectively, while for the average of water requirement of Japanese cucumber was 3.5 mm/day.

Drip irrigation (drip tape) for pak choi, baby cos and cos production was the best practice for water management. The average water supplied quite met crop water requirement of each plant.

5. Suggestion

The results suggested that nutrient or fertilizer requirement for each crop was 2-3 times lower than applied rate by the common practice of farmers, whereas the water supplied to crops quite met the crop water requirement. Therefore, the appropriate rate of fertilizer application for each crop production should be evaluated for fertilizer management efficiency and reduction of production cost.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คณะผู้วิจัย	ข
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ง
Executive summary	ณ
สารบัญ	ฐ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ท
บทคัดย่อ	ฬ
Abstract	พ
บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
2.1 ธาตุอาหารพืช	3
2.2 ปริมาณการใช้น้ำของพืช	5
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	9
3.1 ระเบียบและวิธีวิจัยของโครงการ	9
3.2 สถานที่ดำเนินการวิจัย/เก็บข้อมูล	13
บทที่ 4 ผลการวิจัย	14
4.1 ศึกษากระบวนการผลิตพืชผัก 6 ชนิด ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง	14
4.2 การศึกษาปริมาณความต้องการของธาตุอาหารพืชผักสำคัญ 6 ชนิด	28
4.3 การศึกษาความต้องการปุ๋ยและน้ำในระบบผลิตพืชผักสำคัญ 6 ชนิด	75
4.4 การศึกษาความต้องการปุ๋ยสำหรับพืชผักสำคัญ 6 ชนิด	105
4.5 ต้นทุนการผลิตพืชผักสำคัญ 6 ชนิด	108
4.6 แนวทางการจัดการน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับพืช	113
4.7 การปฏิบัติที่เหมาะสม (best practice) สำหรับการจัดการน้ำและปุ๋ย	116
ของเกษตรกร	

หน้า

บทที่ 5 วิจัยผลกระทบวิจัย	119
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	122
ข้อเสนอแนะ	125
เอกสารอ้างอิง	126
ภาคผนวก	128
ตารางภาคผนวก 1. ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของพริกหวานในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง (ปลูก ระหว่างวันที่ 15 เมษายน 2559 ถึง 2 กรกฎาคม 2559)	128
ตารางภาคผนวก 2. ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของมะเขือเทศในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง (ปลูกระหว่างวันที่ 3 เมษายน 2559 ถึง 19 กรกฎาคม 2559)	130
ตารางภาคผนวก 3. ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของเบปี้ฮ่องเต้ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ (ระหว่างวันที่ 4 เมษายน 2559 ถึง 4 พฤษภาคม 2559)	132
ตารางภาคผนวก 4. ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของเบปี้ฮ่องเต้ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ (ระหว่างวันที่ 31 กรกฎาคม 2559 ถึง 27 สิงหาคม 2559)	133
ตารางภาคผนวก 5. ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของเบปี้คอสในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ (ระหว่างวันที่ 4 เมษายน 2559 ถึง 4 พฤษภาคม 2559)	134
ตารางภาคผนวก 6. ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของเบปี้คอสในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ (ระหว่างวันที่ 24 กรกฎาคม 2559 ถึง 22 สิงหาคม 2559)	135
ตารางภาคผนวก 7. ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของคอสในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ (ระหว่าง วันที่ 4 เมษายน 2559 ถึง 4 พฤษภาคม 2559)	136

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ตารางภาคผนวก 8. ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของคอสในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ (ระหว่าง วันที่ 17 กรกฎาคม 2559 ถึง 15 สิงหาคม 2559)	137
ตารางภาคผนวก 9. ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของแตงกวาญี่ปุ่นในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทา เหนือ (ระหว่างวันที่ 7 มิถุนายน 2559 ถึง 8 สิงหาคม 2559)	138
ตารางสรุปเปรียบเทียบผลงานวิจัยกับแผนงานวิจัย	142



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ปริมาณความต้องการน้ำของพืชผักที่สำคัญ	5
ตารางที่ 4.1 ระยะเวลาการปลูกเบบี๋คอส ผักกาดหวาน (คอส) และเบบี๋ฮ่องเต้ ในพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โจ้ อ.ฮอด จ.เชียงใหม่	20
ตารางที่ 4.2 แผนการผลิตพืชผักที่สำคัญ 6 ชนิด ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง	26
ตารางที่ 4.3 แผนการผลิตพืชผักที่สำคัญ 6 ชนิด (ต้น/เดือน) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวง ประจำปี 2559	27
ตารางที่ 4.4 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (N P และ K) ในรากและส่วนเหนือดินของเบบี๋ฮ่องเต้ ที่ระยะการ เจริญเติบโตต่างๆ ในช่วงฤดูร้อน	31
ตารางที่ 4.5 การสะสมปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ที่ระยะการ เจริญเติบโตต่างๆ ของเบบี๋ฮ่องเต้ ในช่วงฤดูร้อน	32
ตารางที่ 4.6 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (N P และ K) ในรากและส่วนเหนือดินของเบบี๋ฮ่องเต้ ที่ระยะการ เจริญเติบโตต่างๆ ในช่วงฤดูฝน	34
ตารางที่ 4.7 การสะสมปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ที่ระยะการ เจริญเติบโตต่างๆ ของเบบี๋ฮ่องเต้ ในช่วงฤดูฝน	35
ตารางที่ 4.8 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (N P และ K) ในรากและส่วนเหนือดินของคอส ที่ระยะการ เจริญเติบโตต่างๆ ในช่วงฤดูร้อน	38
ตารางที่ 4.9 การสะสมปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ที่ระยะการ เจริญเติบโตต่างๆ ของคอส ในช่วงฤดูร้อน	39
ตารางที่ 4.10 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (N P และ K) ในรากและส่วนเหนือดินของคอส ที่ระยะการเจริญเติบโต ต่างๆ ในช่วงฤดูฝน	40

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.11 การสะสมปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ของคอส ที่ปลูกในช่วงฤดูฝน	41
ตารางที่ 4.12 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (N P และ K) ในรากและส่วนเหนือดินของเบบี๋คอส ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ในช่วงฤดูร้อน	44
ตารางที่ 4.13 การสะสมปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ของ ผักเบบี๋คอส	45
ตารางที่ 4.14 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (N P และ K) ในรากและส่วนเหนือดินของเบบี๋คอส ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ในช่วงฤดูฝน	47
ตารางที่ 4.15 การสะสมปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ของเบบี๋คอส ในช่วงฤดูฝน	48
ตารางที่ 4.16 น้ำหนักแห้ง และความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (N P และ K) ในราก และส่วนเหนือดินของมะเขือเทศโครงการหลวง ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ	53
ตารางที่ 4.17 การสะสมปริมาณธาตุอาหารหลัก (N P และ K) ในราก ส่วนเหนือดิน และส่วนตัดแต่งทิ้งของมะเขือเทศโครงการหลวง ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ	54
ตารางที่ 4.18 ปริมาณผลผลิต ความเข้มข้นธาตุอาหาร และปริมาณธาตุอาหารสะสมในมะเขือเทศโครงการหลวง	55
ตารางที่ 4.19 ปริมาณธาตุอาหารที่มะเขือเทศโครงการหลวงดูดใช้ในการเจริญเติบโต	55
ตารางที่ 4.20 น้ำหนักแห้ง และความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (N P และ K) ในราก และส่วนเหนือดินของพริกหวานสีเขียว ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ	63

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.21 การสะสมปริมาณธาตุอาหารหลัก (N P และ K) ในราก ส่วนเหนือดิน และส่วนตัดแต่งกิ่งของพริกหวานสีเขียว ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ	64
ตารางที่ 4.22 ปริมาณผลผลิต ความเข้มข้นธาตุอาหาร และปริมาณธาตุอาหารสะสมในผลผลิตพริกหวานสีเขียว	65
ตารางที่ 4.23 ปริมาณธาตุอาหารที่พริกหวานสีเขียวดูดใช้ในการเจริญเติบโต	65
ตารางที่ 4.24 น้ำหนักแห้ง และความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (N P และ K) ในราก และส่วนเหนือดินของแตงกวาญี่ปุ่น ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ	72
ตารางที่ 4.25 การสะสมปริมาณธาตุอาหารหลัก (N P และ K) ในราก ส่วนเหนือดิน และส่วนตัดแต่งกิ่งของแตงกวาญี่ปุ่น ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ	73
ตารางที่ 4.26 ปริมาณผลผลิต ความเข้มข้นธาตุอาหาร และปริมาณธาตุอาหารสะสมในแตงกวาญี่ปุ่น	74
ตารางที่ 4.27 ปริมาณธาตุอาหารที่แตงกวาญี่ปุ่นดูดใช้ในการเจริญเติบโต	74
ตารางที่ 4.28 ปริมาณการให้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร) แก่พริกหวานสีเขียว และมะเขือเทศโครงการหลวงที่ปลูกบนดิน ฌ แปลงปลูกของเกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	76
ตารางที่ 4.29 องค์ประกอบของปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการเตรียมสารละลายปุ๋ยเข้มข้น A และ B (สำหรับปริมาตร 40 ลิตร) และความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก N, P และ K ในสารละลายปุ๋ยเข้มข้น	78
ตารางที่ 4.30 ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ใส่ให้กับการผลิตผักแต่ละชนิดต่อไร่เรือน ในช่วงฤดูร้อน	81
ตารางที่ 4.31 ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ใส่ให้กับการผลิตผักแต่ละชนิดต่อไร่เรือน ในช่วงฤดูฝน	81
ตารางที่ 4.32 โปรแกรมการใช้ปุ๋ยในการปลูกพริกหวานสีเขียว และมะเขือเทศโครงการหลวงของเกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.32 โปรแกรมการใช้อยู่ในการปลูกพริกหวานสีเขียว และมะเขือเทศ โครงการหลวงของเกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	82
ตารางที่ 4.33 องค์ประกอบของปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการเตรียมสารละลายเข้มข้น A และ B (สำหรับปริมาตร 100 ลิตร) และความเข้มข้นของธาตุอาหาร หลัก N, P และ K ในสารละลายปุ๋ยเข้มข้น	83
ตารางที่ 4.34 ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ใส่ให้กับการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นต่อโรงเรือน	83
ตารางที่ 4.35 สมบัติดินในโรงเรือนปลูก เบป๊อ้งเต้ เบป๊ออส และ คอส ของ เกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โจ้ และดินในโรงเรือนปลูก พริกหวานสีเขียว และมะเขือเทศโครงการหลวง ของเกษตรกรศูนย์ พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง	85
ตารางที่ 4.36 ความต้องการใช้น้ำของพืชผักแต่ละชนิดที่ปลูกบนพื้นที่สูง	105
ตารางที่ 4.37 ความต้องการปุ๋ยของพืชผักสำคัญ 6 ชนิด	107
ตารางที่ 4.38 ความต้องการธาตุอาหารและน้ำของพืชผักแต่ละชนิด	108
ตารางที่ 4.39 ต้นทุนการผลิตเบป๊อ้งเต้ ในโรงเรือนขนาด 180 ตารางเมตร	109
ตารางที่ 4.40 ต้นทุนการผลิตคอส ในโรงเรือนขนาด 180 ตารางเมตร	109
ตารางที่ 4.41 ต้นทุนการผลิตเบป๊ออส ในโรงเรือนขนาด 180 ตารางเมตร	110
ตารางที่ 4.42 ต้นทุนการผลิตมะเขือเทศโครงการหลวง	111
ตารางที่ 4.43 ต้นทุนการผลิตพริกหวานสีเขียว	112
ตารางที่ 4.44 ต้นทุนการผลิตแตงกวาญี่ปุ่น	112

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 4.1 เบปี่ฮ้องเต้	14
ภาพที่ 4.2 คอส	15
ภาพที่ 4.3 เบปี่คอส	15
ภาพที่ 4.4 มะเขือเทศโครงการหลวง	16
ภาพที่ 4.5 พริกหวาน	17
ภาพที่ 4.6 แดงกวาญี่ปุ่น	18
ภาพที่ 4.7 รูปแบบการผลิตผักในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ อ.ฮอด จ.เชียงใหม่	19
ภาพที่ 4.8 รูปแบบการผลิตพริกหวานสีเขียวและมะเขือเทศโครงการหลวง ระบบปลูกบนดิน ของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	22
ภาพที่ 4.9 รูปแบบการผลิตพริกหวานสีเขียว และมะเขือเทศโครงการหลวง ปลูกโดยใช้วัสดุปลูก ภายใต้สภาพโรงเรือน ของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่	23
ภาพที่ 4.10 รูปแบบการผลิตแดงกวาญี่ปุ่น ระบบปลูกในวัสดุปลูกภายใต้สภาพโรงเรือน ของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่	24
ภาพที่ 4.11 รูปแบบการผลิตแดงกวาญี่ปุ่น ระบบปลูกบนดิน ของเกษตรกรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่	25
ภาพที่ 4.12 การเจริญเติบโตของเบปี่ฮ้องเต้ ที่ปลูกบนดิน ภายใต้สภาพโรงเรือน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ในช่วงฤดูร้อน	29
ภาพที่ 4.13 การสะสมน้ำหนักแห้งของเบปี่ฮ้องเต้ที่ปลูกบนดิน ภายใต้สภาพโรงเรือนของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ในช่วงฤดูร้อน	30

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.14 การสะสมน้ำหนักแห้งของเบบี๋อ่องเต้ที่ปลูกบนดิน ภายใต้สภาพ โรงเรือนของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ในช่วงฤดูฝน	33
ภาพที่ 4.15 การเจริญเติบโตของคอส ที่ปลูกบนดิน ภายใต้สภาพโรงเรือน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ในช่วงฤดูร้อน	36
ภาพที่ 4.16 การสะสมน้ำหนักแห้งของคอสที่ปลูกบนดิน ภายใต้สภาพโรงเรือน ของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ในช่วงฤดูร้อน	37
ภาพที่ 4.17 การสะสมน้ำหนักแห้งของคอสที่ปลูกบนดิน ภายใต้สภาพโรงเรือน ของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ในช่วงฤดูฝน	39
ภาพที่ 4.18 การสะสมน้ำหนักแห้งของเบบี๋คอส ที่ปลูกบนดิน ภายใต้สภาพ โรงเรือนของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ อ.ฮอด จ. เชียงใหม่ ในช่วงฤดูร้อน	42
ภาพที่ 4.19 การเจริญเติบโตของเบบี๋คอส ที่ปลูกบนดิน ภายใต้สภาพโรงเรือน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ในช่วงฤดูร้อน	43
ภาพที่ 4.20 การสะสมน้ำหนักแห้งของเบบี๋คอสที่ปลูกบนดิน ภายใต้สภาพโรงเรือน ของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ในช่วงฤดูฝน	46
ภาพที่ 4.21 การเจริญเติบโตของมะเขือเทศโครงการหลวง ที่ปลูกบนดินภายใต้สภาพ โรงเรือน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.22 การสะสมน้ำหนักแห้งของมะเขือเทศโครงการหลวง ที่ปลูกบนดิน ภายใต้สภาพโรงเรือนของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ชุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	51
ภาพที่ 4.23 ปริมาณผลผลิตมะเขือเทศโครงการหลวง ที่ปลูกบนดินภายใต้ สภาพโรงเรือนของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงชุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	51
ภาพที่ 4.24 มะเขือเทศโครงการหลวง ที่ปลูกในวัสดุปลูก ภายใต้สภาพโรงเรือนของ เกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่	56
ภาพที่ 4.25 การสะสมน้ำหนักแห้งของมะเขือเทศโครงการหลวง ที่ปลูกในวัสดุปลูก ในโรงเรือนของเกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่	57
ภาพที่ 4.26 การเจริญเติบโตของมะเขือเทศโครงการหลวง ที่ปลูกในวัสดุปลูกใน โรงเรือนของเกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่	58
ภาพที่ 4.27 การเจริญเติบโตของพริกหวานสีเขียวที่ปลูกบนดิน ภายใต้สภาพ โรงเรือน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงชุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	60
ภาพที่ 4.28 การสะสมน้ำหนักแห้งของพริกหวานสีเขียว ที่ปลูกบนดินภายใต้ สภาพโรงเรือนของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงชุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	61
ภาพที่ 4.29 การสะสมน้ำหนักแห้งของพริกหวานสีเขียว ที่ปลูกในวัสดุปลูก ใน โรงเรือนของเกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่	66
ภาพที่ 4.30 การเจริญเติบโตของพริกหวานสีเขียว ที่ปลูกในวัสดุปลูกในโรงเรือน ของเกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.31 การผสมน้ำหนักรูปร่างของแตงกวาญี่ปุ่น ที่ปลูกในวัสดุปลูก ภายใต้สภาพโรงเรือนของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่	69
ภาพที่ 4.32 แตงกวาญี่ปุ่น ที่ปลูกในวัสดุปลูก ภายใต้สภาพโรงเรือน ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง แม่ทาเหนือ อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่	70
ภาพที่ 4.33 ปริมาณผลผลิตแตงกวาญี่ปุ่น ที่ปลูกในวัสดุปลูก ภายในโรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่	71
ภาพที่ 4.34 ปริมาณน้ำที่ให้ สำหรับการปลูกเบบี้ฮ่องเต้ (pak choi) เบบี้คอส (baby cos) และคอส (cos lettuce) ที่ปลูกบนดิน ภายใต้สภาพโรงเรือนของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่เฒ่า อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ ระหว่าง 4 เมษายน ถึง 3 พฤษภาคม 2559	75
ภาพที่ 4.35 ปริมาณน้ำที่ให้สำหรับการปลูกแตงกวาญี่ปุ่นที่ปลูกในวัสดุปลูก ในโรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่	77
ภาพที่ 4.36 ปริมาณการให้สารละลายปุ๋ยสะสม และปริมาณสารละลายปุ๋ยเข้มข้น A และ B ที่ให้ในระบบน้ำในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของเบบี้ฮ่องเต้ ที่ปลูกภายใต้สภาพโรงเรือนของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่เฒ่า อ.ฮอด จ.เชียงใหม่	79
ภาพที่ 4.37 ปริมาณการให้สารละลายปุ๋ยสะสม และปริมาณสารละลายปุ๋ยเข้มข้น A และ B ที่ให้ในระบบน้ำในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของเบบี้คอส ที่ปลูกภายใต้สภาพโรงเรือนของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่เฒ่า อ.ฮอด จ.เชียงใหม่	79
ภาพที่ 4.38 ปริมาณการให้สารละลายปุ๋ยสะสม และปริมาณสารละลายปุ๋ยเข้มข้น A และ B ที่ให้ในระบบน้ำ ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของคอส ที่ปลูกภายใต้สภาพโรงเรือนของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่เฒ่า อ.ฮอด จ.เชียงใหม่	80

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.39 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด(รายวัน) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงขุนวาง(ระหว่างวันที่ 15 เมษายน 2559 ถึง 2 กรกฎาคม 2559)	87
ภาพที่ 4.40 ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของพริก หวานในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง (ระหว่างวันที่ 15 เมษายน 2559 ถึง 2 กรกฎาคม 2559)	88
ภาพที่ 4.41 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดและปริมาณน้ำฝน(รายวัน) ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง (ระหว่างวันที่ 3 เมษายน 2559 ถึง 19 กรกฎาคม 2559)	89
ภาพที่ 4.42 ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของ มะเขือเทศในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง (ระหว่างวันที่ 3 เมษายน 2559 ถึง 19 กรกฎาคม 2559)	90
ภาพที่ 4.43 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด (รายวัน) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่เฒ่า (ระหว่างวันที่ 4 เมษายน 2559 ถึง 4 พฤษภาคม 2559)	91
ภาพที่ 4.44 ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของเบบี้ ฮ่องเต้ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่เฒ่า (ระหว่างวันที่ 4 เมษายน 2559 ถึง 4 พฤษภาคม 2559)	92
ภาพที่ 4.45 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด (รายวัน) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่เฒ่า (ระหว่างวันที่ 31 กรกฎาคม 2559 ถึง 27 สิงหาคม 2559)	93
ภาพที่ 4.46 ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของ เบบี้ฮ่องเต้ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่เฒ่า (ระหว่างวันที่ 31 กรกฎาคม 2559 ถึง 27 สิงหาคม 2559)	94
ภาพที่ 4.47 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด (รายวัน) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่เฒ่า (ระหว่างวันที่ 4 เมษายน 2559 ถึง 4 พฤษภาคม 2559)	95

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.48 ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของ เบบี๋คอส ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ (ระหว่างวันที่ 4 เมษายน 2559 ถึง 4 พฤษภาคม 2559)	96
ภาพที่ 4.49 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด(รายวัน) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่โถ (ระหว่างวันที่ 24 กรกฎาคม 2559 ถึง 22 สิงหาคม 2559)	97
ภาพที่ 4.50 ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของ เบบี๋คอส ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ (ระหว่างวันที่ 24 กรกฎาคม 2559 ถึง 22 สิงหาคม 2559)	98
ภาพที่ 4.51 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด(รายวัน) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่โถ (ระหว่างวันที่ 4 เมษายน 2559 ถึง 4 พฤษภาคม 2559)	99
ภาพที่ 4.52 ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของคอส ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ (ระหว่างวันที่ 4 เมษายน 2559 ถึง 4 พฤษภาคม 2559)	100
ภาพที่ 4.53 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด(รายวัน) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่โถ (ระหว่างวันที่ 17 กรกฎาคม 2559 ถึง 15 สิงหาคม 2559)	101
ภาพที่ 4.54 ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของคอส ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ (ระหว่างวันที่ 17 กรกฎาคม 2559 ถึง 15 สิงหาคม 2559)	102
ภาพที่ 4.55 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด(รายวัน) ของศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่ทาเหนือ (ระหว่างวันที่ 7 มิถุนายน 2559 ถึง 8 สิงหาคม 2559)	103
ภาพที่ 4.56 ค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิง (evapotranspiration; ETo) ของ แตงกวาญี่ปุ่นในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ (ระหว่าง 7 มิถุนายน - 8 สิงหาคม 2559)	104

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ยแก่พืชสำคัญบนพื้นที่สูง 6 ชนิดได้แก่ เบบี้อ่องเต้ เบบี้ออส คอส พริกหวานสีเขียว มะเขือเทศโครงการหลวง และแตงกวาญี่ปุ่น ได้ดำเนินการวิจัยที่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โจ้ อ.ฮอด ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง อ.แม่วาง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง แม่ทาเหนือ อ.แม่ออน และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรอ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ระหว่างเดือนเมษายน – กันยายน 2559 โดยวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา สัณฐานรูปแบบ วิธีการ ปริมาณการให้น้ำและปุ๋ยแก่พืช รวมทั้งแนวทางในการปฏิบัติที่ดีในการจัดการน้ำและปุ๋ยของเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จในการผลิต พืชผักที่สำคัญของมูลนิธิโครงการหลวง โดยทำการเก็บตัวอย่างพืชแต่ละชนิดที่ปลูกในแต่พื้นที่การผลิตทุก สัปดาห์ บันทึกน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของผักแต่ละชนิดทั้งในส่วนของรากและลำต้นเหนือดิน วิเคราะห์ ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (N P และ K) ในแต่ละส่วนของพืช เพื่อนำมาประเมินความต้องการธาตุ อาหารของพืช นอกจากนั้นยังทำการบันทึกปริมาณการใช้น้ำและปุ๋ยในการผลิตพืชผักแต่ละชนิด ตลอดจนข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เพื่อนำมาประเมินความต้องการใช้น้ำของพืชผักแต่ละชนิด ที่ทำการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า การผลิตผักในโรงเรือนขนาด 180 ตารางเมตร ของศูนย์พัฒนาโครงการ หลวงแม่โจ้ เบบี้อ่องเต้ ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน 0.88-1.29 กิโลกรัม/โรงเรือน ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.20-0.23 กิโลกรัม/โรงเรือน และโพแทสเซียม (K_2O) 2.33-2.40 กิโลกรัม/โรงเรือน คอสต้องการ ไนโตรเจน 0.90-1.66 กิโลกรัม/โรงเรือน ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.17-0.34 กิโลกรัม/โรงเรือน และ โพแทสเซียม (K_2O) 1.65-3.19 กิโลกรัม/โรงเรือน สำหรับเบบี้ออสต้องการไนโตรเจน 0.34-0.36 กิโลกรัม/โรงเรือน ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.06-0.07 กิโลกรัม/โรงเรือน และโพแทสเซียม (K_2O) 0.61-0.65 กิโลกรัม/โรงเรือน สำหรับการผลิตผักของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง มะเขือเทศโครงการหลวง ต้องการไนโตรเจน 5.95 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 2.53 กรัม/ต้น และโพแทสเซียม (K_2O) 10.54 กรัม/ต้น ในขณะที่พริกหวานสีเขียวต้องการไนโตรเจน 2.39 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.48 กรัม/ต้น และโพแทสเซียม (K_2O) 3.19 กรัม/ต้น ส่วนการปลูกแตงกวาญี่ปุ่น ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทา เหนือ ซึ่งเป็นการปลูกในวัสดุปลูก แตงกวาญี่ปุ่นต้องการไนโตรเจน 4.48 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1.88 กรัม/ต้น และโพแทสเซียม (K_2O) 8.07 กรัม/ต้น ในขณะที่เกษตรกรให้ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับ เบบี้อ่องเต้ 2.92 - 3.51 กิโลกรัม/โรงเรือน ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1.10 - 1.32 กิโลกรัม/โรงเรือน และปุ๋ย โพแทสเซียม (K_2O) 2.44 - 2.93 กิโลกรัม/โรงเรือน, เบบี้ออส ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 4.40 - 4.95 กิโลกรัม/โรงเรือน, ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1.66 - 1.86 กิโลกรัม/โรงเรือน และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 3.68 - 4.12

กิโลกรัม/ไร่, คอส ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 4.32 - 4.94 กิโลกรัม/ไร่, ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1.62 - 1.86 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) 3.60 - 4.12 กิโลกรัม/ไร่ สำหรับการผลิต พริกหวานสีเขียว และมะเขือเทศโครงการหลวง ที่ปลูกบนดินในไร่ของเกษตรกร ศูนย์พัฒนา โครงการหลวงขุนาวง เกษตรกรใส่ปุ๋ย ไนโตรเจน 11.33 กรัม/ต้น ปุ๋ยฟอสฟอรัส 9.86 กรัม P_2O_5 /ต้น และปุ๋ยโพแทสเซียม 9.86 กรัม K_2O /ต้น สำหรับการปลูกพริกหวาน และใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 17.08 กรัม/ต้น ปุ๋ยฟอสฟอรัส 14.86 กรัม P_2O_5 /ต้น และปุ๋ยโพแทสเซียม 14.86 กรัม K_2O /ต้น สำหรับการปลูก มะเขือเทศโครงการหลวง ส่วนการปลูกแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกในไร่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง แม่ทาเหนือ นั้น ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 7.91 กรัม/ต้น ปุ๋ยฟอสฟอรัส 5.56 กรัม P_2O_5 /ต้น และปุ๋ยโพแทสเซียม 13.47 กรัม K_2O /ต้น

สำหรับปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตพืชผักที่ปลูกในดินพบว่า เกษตรกรให้น้ำเบบี่ฮ่องเต้เฉลี่ย 3.30-3.83 มิลลิเมตร/วัน ให้น้ำเบบี่คอส เฉลี่ย 2.37-2.54 มิลลิเมตร/วัน และให้น้ำคอส เฉลี่ย 3.11-3.50 มิลลิเมตร/วัน ให้น้ำพริกหวานสีเขียว และมะเขือเทศโครงการหลวง เฉลี่ย 6.03 มิลลิเมตร/วัน สำหรับการปลูกแตงกวาญี่ปุ่น ในไร่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ ซึ่งเป็นการปลูกในระบบสาละลาย มีการให้สาละลายธาตุอาหาร เฉลี่ย 40.7 มิลลิเมตร/วัน ในขณะที่ความต้องการน้ำของเบบี่ฮ่องเต้ ต้องการน้ำเฉลี่ย 3.4-4.7 มิลลิเมตร/วัน เบบี่คอสต้องการน้ำเฉลี่ย 3.2-4.5 มิลลิเมตร/วัน และคอสต้องการ 3.2-4.5 มิลลิเมตร/วัน สำหรับพริกหวานสีเขียวและมะเขือเทศโครงการหลวง ต้องการใช้น้ำเฉลี่ย 3.9 และ 4.5 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ ในขณะที่แตงกวาญี่ปุ่นต้องการน้ำเฉลี่ย 3.5 มิลลิเมตร/วัน

เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตพบว่า การผลิตผักเบบี่ฮ่องเต้ คอส และเบบี่คอส มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 3,546, 4,816 และ 3,756 บาท/ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่มะเขือเทศโครงการหลวง และพริก มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 24,619 บาท/ไร่ และ 37,696 บาท/ไร่ ตามลำดับ สำหรับการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นในไร่ (2,000 ต้น/ไร่) มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 22,185 บาท/ไร่

จากข้อมูลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า พืชผักแต่ละชนิด ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปริมาณที่น้อยกว่าการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร 2-3 เท่า ในขณะที่การจัดการน้ำในการผลิตใกล้เคียงกับความต้องการน้ำของพืช ดังนั้นควรมีการศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืชผักแต่ละชนิดบนพื้นที่สูง เพื่อให้การใช้ปุ๋ยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการลดต้นทุนการผลิตด้านการใช้ปุ๋ย

Abstract

The study on improvement of water and fertilizer use efficiency for 6 important vegetable crops, pak choi, baby cos, cos, table tomato, green sweet pepper and Japanese cucumber in highland area was carried out at 4 Royal Project Development Centers, Mae Tho, Hot district; Khun Wang, Mae Wang district; Mae Tha Nuea, Mae On district and Tung Rao, Samoeng district, Chiang Mai province during April - September 2016. The aims of this study were to study and survey (1) the methodology of fertilizer and irrigation water use and (2) the best practice of water and fertilizer management from the farmers who successfully produced important vegetable crop of The Royal Project Foundation. Each crop was planted in greenhouse and plant samples were collected weekly. Fresh and dry weights of root and shoot from each plant were recorded and nutrient content (nitrogen, phosphorus and potassium) in plant parts were analyzed for evaluation of crop removal. In addition, amount of fertilizer and irrigation water used in each plant and climatic data were recorded for evaluation of crop water requirement, water and fertilizer use.

The results showed that to produce vegetable in 180 m²-greenhouse at Mae Tho Royal Project Development Center, nutrients requirement for pak choi were about 0.88-1.29 kg N/180 m²-greenhouse, 0.20-0.23 kg P₂O₅/180 m²-greenhouse and 2.33-2.40 kg K₂O/180 m²-greenhouse. For cos were about 0.90-1.66 kg N/180 m²-greenhouse, 0.17-0.34 kg P₂O₅/180 m²-greenhouse and 1.65-3.19 kg K₂O/180 m²-greenhouse, while baby cos needed about 0.34-0.36 kg N/180 m²-greenhouse, 0.06-0.07 kg P₂O₅/180 m²-greenhouse and 0.61-0.65 kg K₂O/180 m²-greenhouse. For vegetable production at Khun Wang Royal Project Development Center, nutrients requirements for table tomato were about 5.95 g N/plant, 2.53 g P₂O₅/plant and 10.54 g K₂O/plant. Nutrient requirements for green sweet paper were about 2.39 g N/plant, 0.43 g P₂O₅/plant and 3.19 g K₂O/plant. For Japanese cucumber production at Mae Tha Nuea Royal Project Development Center, about 4.48 g N/plant, 1.88 g P₂O₅/plant and 8.07 g K₂O/plant were needed. However, the amount of fertilizer applied by farmers via fertigation system was higher than nutrient requirement for each crop. For pak choi production, the farmer applied N, P, and K fertilizer about 2.29-3.51 kg N/180 m²-greenhouse, 1.10-1.32 kg P₂O₅/180 m²-greenhouse

and 2.44-2.93 kg $K_2O/180\text{ m}^2$ -greenhouse and 4.32-4.94 kg $N/180\text{ m}^2$ -greenhouse, 1.62-1.86 kg $P_2O_5/180\text{ m}^2$ -greenhouse and 3.60-4.12 kg $K_2O/180\text{ m}^2$ -greenhouse were applied for cos, while 4.40-4.95 kg $N/180\text{ m}^2$ -greenhouse, 1.66-1.86 kg $P_2O_5/180\text{ m}^2$ -greenhouse and 3.68-4.12 kg $K_2O/180\text{ m}^2$ -greenhouse were applied to baby cos production. At Khun Wang Royal Project Development Center, the farmer applied 17.08 g $N/plant$, 14.86 g $P_2O_5/plant$ and 14.86 g $K_2O/plant$ to table tomato production and 11.33 g $N/plant$, 9.86 g $P_2O_5/plant$ and 9.86 g $K_2O/plant$ to green sweet pepper production, while production of Japanese cucumber at Mae Tha Nuea Royal Project Development Center, 7.91 g $N/plant$, 5.56 g $P_2O_5/plant$ and 13.47 g $K_2O/plant$ were applied.

For the amount of water supplied to the vegetables grown in soil, we found that the average of water that the farmers supplied to pak choi was 3.30-3.83 mm/day, to baby cos 2.37-2.54 mm/day and to cos 3.11- 3.50 mm/day. For green sweet pepper and table tomato, they supplied 6.03 mm/day, while for Japanese cucumbers planted under substrate culture system in the greenhouse at Mae-tha Nuea Royal Project, we found that the average of nutrient solution was applied by 40.7 mm/day. However, the estimated crop water requirement of pak choi, baby cos and cos was 3.4-4.7, 3.2-4.5 and 3.2-4.5 mm/day, respectively. For green sweet pepper and table tomato, the average of water requirement were 3.9 and 4.5 mm/day, respectively, while for the average of water requirement of Japanese cucumber was 3.5 mm/day.

In addition we found that the production cost of pak choi, cos and baby cost were 3,546, 4,816, 3,756 Baht/ 180 m^2 -greenhouse respectively. Production of table tomato and green sweet pepper cost 24,619 and 37,696 Baht/rai, respectively. For Japanese cucumber planted under substrate system, the cost was 22,185 Baht/2,000 plants-greenhouse.

The results suggested that nutrients or fertilizers requirement for each crop was 2-3 times lower than applied rate by the common practice of farmers, whereas the water supplied to crops quite met the crop water requirement. Therefore, the appropriate rate of fertilizer application for each crop production should be evaluated for fertilizer management efficiency and reduction of production cost.