

อัตราปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเคพกูสเบอร์บนพื้นที่สูง จังหวัดเชียงใหม่
Appropriate Fertilizer Rate for Cape Gooseberry Production
on Highland, Chiang Mai

ณัฐชนน สันทรทรัพย์ ฟ้าไพลิน ไชยวรรณ พิมพีใจ สีหะนาม และชูชาติ สันทรทรัพย์*

Natchanon Santasup, Fapailin Chaiwon, Pimjai Seehanam and Choochad Santasup*

ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Department of Plant and Soil Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200

*Corresponding author: santasup@gmail.com

Received: February 21, 2020

Revised: May 03, 2020

Accepted: June 11, 2020

Abstract

The study on appropriate fertilizer rate for cape gooseberry production on highland was conducted in the farmer's field at Chiang Dao district, Chiang Mai. The experiment design was a randomized complete block design (RCBD) with 4 replications and 4 different fertilizer managements. The treatments consisted of 1) site-specific fertilizer management rate 1, SSFM-1 (70.22 kg N/rai, 13.83 kg P₂O₅/rai and 57.96 kg K₂O/rai), 2) site-specific fertilizer management rate 2, SSFM-2 (only 70.22 kg N/rai), 3) common fertilizer management for cape gooseberry production on highland, CFM (56.00 kg N/rai, 56.00 kg P₂O₅/rai and 72.00 kg K₂O/rai) and 4) control (non-fertilization). The results demonstrated that fertilization treatments (treatments 1-3) did not affect plant height, dry weight nutrient concentration in leaves and in fruit, yield and quality significantly. SSFM-1 treatment produced the highest dry weight (382.70 g/plant) and yield (4.66 kg/plant). However, the results from this study suggested that growing cape gooseberry in soil containing a high level of available P (280 mg/kg) and exchangeable K (262 mg/kg), SSFM-2 treatment fertilized with only nitrogen (70.22 kg N/rai) was adequate for producing good yield and quality of cape gooseberry. The average yield, fruit diameter, single fruit weight, ascorbic acid, TSS, and TA of SSFM-2 were as follows: 4.41 kg/plant, 26.70 mm, 11.25 g/fruit, 31.94 mg/100 g fresh weight, 14.33 °brix and 0.75%, respectively.

Keywords: cape gooseberry, fertilizer management, growth, yield, quality

บทคัดย่อ

การศึกษาการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเคพกูดเบอรรี่บนพื้นที่สูง ได้ดำเนินการทดลองในพื้นที่ปลูกเคพกูดเบอรรี่ของเกษตรกร อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบไปด้วยการจัดการปุ๋ย 4 กรรมวิธี คือ 1) ใส่ปุ๋ยโดยประเมินจากปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตของเคพกูดเบอรรี่และค่าวิเคราะห์ดินอัตราที่ 1 (70.22 กก. N/ไร่, 13.83 กก. P₂O₅/ไร่ และ 57.96 กก. K₂O/ไร่) 2) ใส่ปุ๋ยโดยประเมินจากปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตของเคพกูดเบอรรี่และค่าวิเคราะห์ดินอัตราที่ 2 (70.22 กก. N/ไร่) 3) ใส่ปุ๋ยตามอัตราที่นิยมปฏิบัติในการปลูกเคพกูดเบอรรี่บนพื้นที่สูง (56.00 กก. N/ไร่, 56.00 กก. P₂O₅/ไร่ และ 72.00 กก. K₂O/ไร่) และ 4) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีเป็นกรรมวิธีควบคุมผลการศึกษาพบว่าการจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ไม่ทำให้ความสูง น้ำหนักแห้ง ธาตุอาหารหลักในใบ ปริมาณและคุณภาพผลผลิตของเคพกูดเบอรรี่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อัตราการใส่ปุ๋ยโดยประเมินจากความต้องการธาตุอาหารของเคพกูดเบอรรี่และค่าวิเคราะห์ดินอัตราที่ 1 ทำให้น้ำหนักแห้ง (382.70 กรัม/ต้น) และปริมาณผลผลิต (4.66 กก./ต้น) ของเคพกูดเบอรรี่สูงที่สุด อย่างไรก็ตามการในดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง (280 มก./กก.) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง (262 มก./กก.) การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพียงอย่างเดียวตามกรรมวิธีที่ 2 (70.22 กก. N/ไร่) เพียงพอต่อการผลิตเคพกูดเบอรรี่ให้ได้ผลผลิตและคุณภาพที่ดี เคพกูดเบอรรี่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 4.41 กก./ต้น และมีเส้นผ่าศูนย์กลางผลเฉลี่ย 26.70 มม. น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 11.25 กรัม/ผล ปริมาณกรดแอสคอร์บิก 31.94 มก./100 กรัม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เฉลี่ย 14.33 องศาบริกซ์ และ 0.75% ตามลำดับ

คำสำคัญ: เคพกูดเบอรรี่ การจัดการปุ๋ย การเจริญเติบโต ผลผลิต คุณภาพผลผลิต

บทนำ

เคพกูดเบอรรี่ (*Physalis peruviana* L.) เป็นไม้ผลขนาดเล็กจัดอยู่ในวงศ์ Solanaceae โดยเคพกูดเบอรรี่เป็นไม้ผลที่มีคุณค่าโภชนาการสูง อุดมไปด้วยวิตามิน เอ บี และซี รวมไปถึงสารต้านอนุมูลอิสระ (Hassan *et al.*, 2017) มูลนิธิโครงการหลวงได้มีการส่งเสริมการปลูกเคพกูดเบอรรี่เป็นพืชทดแทนฝิ่นบนพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2560 มูลนิธิโครงการหลวงมีพื้นที่การผลิตเคพกูดเบอรรี่ 363 ไร่ คิดเป็นมูลค่าผลผลิตเท่ากับ 14.44 ล้านบาท (Santasup *et al.*, 2018)

ธาตุอาหารหลัก (Primary essential elements) ซึ่งประกอบไปด้วย ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมากเพื่อนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต (Roy *et al.*, 2006) โดยเฉพาะไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืชเนื่องจากพืชทุกชนิดมีความต้องการไนโตรเจนที่สูงเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิต จากการศึกษาของ Girapu and Kumar (2006) พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้เคพกูดเบอรรี่มีการเจริญเติบโต (ความสูง) และปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Tohamy *et al.* (2009) ที่พบว่า ความสูง จำนวนผลต่อต้น ขนาดผล (เส้นผ่าศูนย์กลาง) และปริมาณผลผลิตเคพกูดเบอรรี่ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 32 กก./ไร่ ส่งผลให้เคพกูดเบอรรี่มีการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตสูงที่สุด ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักอีก 2 ชนิด ที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช

รองจากไนโตรเจน โดยฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญเกี่ยวข้องกับพลังงานงานในพืช รวมไปถึงมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับหน่วยพันธุกรรม (Conde *et al.*, 2014) ในขณะที่โพแทสเซียมเกี่ยวข้องกับกระบวนการเปิดปิดปากใบ รักษาระดับศักย์ออสโมติก กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในปฏิกิริยาต่างๆ รวมไปถึงมีบทบาทในการขนส่งน้ำตาลซูโครส (Prajapati and Modi, 2012) โดย Deepti *et al.* (2018) รายงานว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ หรือความหวาน (Total Soluble Solid, TSS) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity, TA) และปริมาณกรดแอสคอร์บิก ของเคพกูสเบอร์รี่จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น

จากการรายงานของ Nemr *et al.* (2012) พบว่าความเข้มข้นโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหารที่สูงขึ้นส่งผลให้มะเขือเทศมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ กรดแอสคอร์บิก และปริมาณผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น การเพิ่มปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมตั้งแต่ 0 ถึง 24 กก./ไร่ ส่งผลทำให้มะเขือเทศมีความสูง ขนาดของผล ปริมาณผลผลิต และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Woldemariam *et al.*, 2018) อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยในอัตราสูง ไม่ได้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตพืชเสมอไป โดยเฉพาะปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม หากฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินมีเพียงพอต่อความต้องการของพืช (International Fertilizer Association, 2016) โดย Homeck *et al.* (2011) รายงานว่า หากดินที่ปลูกมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่า 100 และ 250 มก./กก. ไม่มีความจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในการผลิตพืช เช่นเดียวกับ Li *et al.* (2011) พบว่า พืชจะไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสหากในดินที่ปลูกมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่า 20 มก./กก. โดยการปลูกพืชแบบไม่ใส่ปุ๋ย

ฟอสฟอรัส พืชสามารถให้ผลผลิตประมาณ 80-100% เปรียบเทียบกับการให้ปุ๋ยแบบปกติ

การผลิตเคพกูสเบอร์รี่บนพื้นที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่ เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีจำนวนมากเพื่อเพิ่มผลผลิต ถึงแม้จะมีคำแนะนำการใช้ปุ๋ยในการผลิตเคพกูสเบอร์รี่ก็ตาม แต่เป็นคำแนะนำโดยทั่วๆ ไป เช่น หลังย้ายกล้าปลูกสองสัปดาห์ ใส่ปุ๋ยเกรด 15-0-0 และหลังจากนั้นใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 ทุกสัปดาห์ จนเคพกูสเบอร์รี่เข้าสู่ระยะติดดอก (ประมาณ 2 เดือนหลังย้ายปลูก) จึงใส่ปุ๋ยเกรด 13-13-21 หรือ 8-24-24 สม่ำเสมอ 10-15 วัน/ครั้ง (Highland Research and Development Institute (HRDI), 2016)

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกเคพกูสเบอร์รี่ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแก่งน้อย พบว่าเกษตรกรแต่ละรายใช้ปุ๋ยในปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณปุ๋ยที่เกษตรกรได้รับในแต่ละฤดูการผลิต โดยทั่วไปเกษตรกรใช้ปุ๋ยเกรด 15-15-15 และ 13-13-21 อย่างละ 75 กก./ไร่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเกษตรกรขาดหลักการในการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม ทำให้การใช้ปุ๋ยเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร การจัดการปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องพิจารณาปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการและปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน จากการศึกษาของ Santasup *et al.* (2018) พบว่าการปลูกเคพกูสเบอร์รี่ 1 ไร่ (ผลผลิตประมาณ 7 ตัน/ไร่) เคพกูสเบอร์รี่ต้องการไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 70.22, 13.83 และ 57.96 กก./ไร่ ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลความต้องการธาตุอาหารของเคพกูสเบอร์รี่ สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดอัตราการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสม ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอัตราการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเคพกูสเบอร์รี่บนพื้นที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อให้การใช้ปุ๋ยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพลดต้นทุนการผลิตและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง: การศึกษาทดลองครั้งนี้ดำเนินการทดลอง ณ แปลงปลูกเคพกูสเบอร์รี่ของเกษตรกรที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแก่งน้อย อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ (ละติจูด 19.68 °N ลองจิจูด 98.78 °E สูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 เมตร) ในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2562 โดยทำการปลูกเคพกูสเบอร์รี่สายพันธุ์เหลืองทอง ในแปลงปลูกเคพกูสเบอร์รี่ของเกษตรกร ซึ่งดินที่ใช้ในการทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.64 ค่าการนำไฟฟ้า 83 ไมโครซีเมนส์/ซม. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 3.87% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 280 มก./กก. ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 262, 653 และ 91 มก./กก. ตามลำดับ ในระหว่างเตรียมแปลงก่อนย้ายกล้าปลูก (3 สัปดาห์ก่อนย้ายปลูก) ใส่ปุ๋ยคอก (N=0.95%, P₂O₅ = 0.71% และ K₂O = 0.95%) ในอัตรา 750 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เป็นแนวทางปฏิบัติที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแก่งน้อย แนะนำให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกเคพกูสเบอร์รี่ เพื่อรักษาระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุภายในดิน ดังนั้นในทุกกรรมวิธีการทดลองจึงมีการใส่ปุ๋ยคอกในช่วงการเตรียมแปลงปลูก

การศึกษาในครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยกรรมวิธีการทดลอง 4 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยโดยประเมินอัตราการใส่จากความต้องการธาตุอาหารของเคพกูสเบอร์รี่และค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 1 (Site-Specific Fertilizer Managements Rate 1: SSFM-1) (70.22 กก. N/ไร่, 13.83 กก. P₂O₅/ไร่ และ 57.96 กก. K₂O/ไร่) (Santasup *et al.*, 2018) 2) ใส่ปุ๋ยโดยประเมินอัตราการใส่จากความต้องการธาตุอาหารของเคพกูสเบอร์รี่และค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 2 (SSFM-2) (70.22 กก. N/ไร่) 3) ใส่ปุ๋ยตามอัตราที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติในการผลิตเคพกูสเบอร์รี่ (Common Fertilizer Management for Cape Gooseberry:

CFM) (56 กก. N/ไร่, 56 กก. P₂O₅/ไร่ และ 72 กก. K₂O/ไร่) และ 4) กรรมวิธีควบคุม ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี (Control)

เคพกูสเบอร์รี่ถูกย้ายปลูกบนแปลงปลูกที่ยกร่องขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 20 เมตร จำนวน 16 แปลง โดยมีระยะปลูกระหว่างต้น 1 เมตร (1 แปลงเท่ากับ 1 ซ้ำ ประกอบไปด้วยจำนวนเคพกูสเบอร์รี่จำนวน 20 ต้น) สำหรับปุ๋ยที่ใช้ในการศึกษาที่เป็นแหล่งธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นปุ๋ยแคลเซียมไนเตรท (15-0-0) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) ซึ่งระยะเวลาและอัตราการให้ปุ๋ยแสดงไว้ใน Table 1

สำหรับอัตราการใส่ปุ๋ยในกรรมวิธีที่ 1 อ้างอิงจากการศึกษาของ Santasup *et al.* (2018) ที่ศึกษาความต้องการธาตุอาหารของเคพกูสเบอร์รี่ ซึ่งพบว่าเคพกูสเบอร์รี่ที่ให้ผลผลิต 7 ตัน/ไร่ ต้องการ N : P₂O₅ : K₂O เท่ากับ 70.22 : 13.83 : 57.96 กก./ไร่ โดยระยะเวลา 0-60 วันหลังย้ายปลูก ซึ่งเป็นระยะการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งก้านใบ (Vegetative phase) เคพกูสเบอร์รี่มีความต้องการ N : P₂O₅ : K₂O เท่ากับ 4.84 : 2.72 : 11.16 กก./ไร่ และที่ ระยะ 60-210 วันหลังย้ายปลูก ซึ่งเป็นการเจริญเติบโตในระยะสืบพันธุ์ (Reproductive phase) เคพกูสเบอร์รี่มีความต้องการ N : P₂O₅ : K₂O เท่ากับ 65.38 : 11.11 : 46.80 กก./ไร่

การเก็บบันทึกข้อมูล: ที่ระยะเวลา 30, 60 และ 90 วันหลังย้ายปลูก (Days after Transplanting: DAT) บันทึกความสูงของต้น จากพื้นดินจนถึงยอดโดยใช้เทปวัดระยะ (3 ต้น/ซ้ำ/กรรมวิธีทดลอง) และทำการเก็บตัวอย่างต้นเคพกูสเบอร์รี่มาวิเคราะห์การสะสมน้ำหนักราก (อบด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 65-70°C.) ที่ระยะเวลา 90 วันหลังย้ายปลูก สุ่มเก็บตัวอย่างใบ (ใบที่ 4 นับจากปลายกิ่ง) เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหารหลักไนโตรเจน (Novozamsky *et al.*, 1974) ฟอสฟอรัส (Walinga *et al.*, 1995) และโพแทสเซียม (Kalra, 1998) บันทึกปริมาณผลผลิตเคพกูสเบอร์รี่ทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวออกจากแปลง (เริ่มเก็บเกี่ยว 90 วันหลังย้ายปลูก) และ

วิเคราะห์คุณภาพผลผลิต ประกอบไปด้วย 1) ปริมาณธาตุอาหารหลัก (วิธีการวิเคราะห์เช่นเดียวกับในใบพืช) 2) น้ำหนักผลสดเฉลี่ยต่อผล 3) ขนาดผล (ความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลาง) 4) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble solid: TSS) โดยใช้เครื่อง Digital Refractometer 5) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity: TA) (Association of Official Analytical Chemists, 2000) และ 5) กรดแอสคอร์บิก (Ranganna, 1986)

การวิเคราะห์ข้อมูล: วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยอาศัยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) โดยใช้โปรแกรม Statistix 8.0 และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีทดลอง โดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Table 1 Application time and rate of fertilizers in SSFM-1, SSFM-2 and CFM treatments

DAT	Rate of fertilizer: N : P ₂ O ₅ : K ₂ O (kg/rai)		
	SSFM-1	SSFM-2	CFM
30	2.42 : 1.36 : 5.58	2.42 : 0 : 0	10.00 : 10.00 : 10.00
60	2.42 : 1.36 : 5.58	2.42 : 0 : 0	10.00 : 10.00 : 10.00
90	4.82 : 1.36 : 5.58	4.82 : 0 : 0	10.00 : 10.00 : 10.00
120	16.24 : 3.06 : 12.40	16.24 : 0 : 0	6.50 : 6.50 : 10.50
150	17.73 : 2.67 : 11.46	17.73 : 0 : 0	6.50 : 6.50 : 10.50
180	14.65 : 2.26 : 9.73	14.65 : 0 : 0	6.50 : 6.50 : 10.50
210	11.94 : 1.76 : 7.63	11.94 : 0 : 0	6.50 : 6.50 : 10.50

ผลการวิจัย

การเจริญเติบโต: จากข้อมูลใน Table 2 แสดงให้เห็นว่าในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโต (30 วันหลังย้ายปลูก) การจัดการปุ๋ยทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่ส่งผลให้ ความสูงของแคพกูสเบอร์รี่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแคพกูสเบอร์รี่มีความสูงอยู่ในช่วง 35.71-40.38 ซม. ที่ระยะ 60 และ 90 วันหลังย้ายปลูก การจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ส่งผลให้แคพกูสเบอร์รี่มีความสูงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม โดยกรรมวิธีที่ 1 ส่งผลให้แคพกูสเบอร์รี่มีความสูงมากที่สุด 164.25 ซม. (ระยะ 90 วันหลังย้ายปลูก) อย่างไรก็ตามการจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ไม่ทำให้ความสูงของแคพกูสเบอร์รี่แตกต่างกันอย่างมีนัย

สำคัญทางสถิติ สำหรับการสะสมน้ำหนักแห้งของแคพกูสเบอร์รี่พบว่าที่ระยะ 30 วันหลังย้ายปลูก การจัดการปุ๋ยทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่ส่งผลให้น้ำหนักแห้งของแคพกูสเบอร์รี่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับความสูง โดยแคพกูสเบอร์รี่มีการสะสมน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 3.46-3.85 กรัม/ต้น หลังจากนั้นที่ระยะเวลา 60 และ 90 วันหลังย้ายปลูก การจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ส่งผลให้แคพกูสเบอร์รี่สะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของน้ำหนักแห้งระหว่าง กรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 แต่การใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 1 ส่งผลให้แคพกูสเบอร์รี่มีการสะสมน้ำหนักแห้งมากที่สุด ที่ระยะเวลา 60 และ 90 วันหลังย้ายปลูก

ผลการศึกษากิจการการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อความเข้มข้นธาตุอาหารหลักไนโตรเจน (Table 3) โดยการจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ส่งผลให้ความเข้มข้นไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม อย่างไรก็ตามความเข้มข้นไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีที่ 1-3 แต่การใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 1 ส่งผลให้มีความเข้มข้นไนโตรเจนในใบสูงที่สุด (4.39%) ในขณะที่

กรรมวิธีควบคุม พบความเข้มข้นไนโตรเจนในใบต่ำที่สุด (4.15%) สำหรับความเข้มข้นฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมพบว่า การจัดการปุ๋ยทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่ส่งผลให้ความเข้มข้นฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความเข้มข้นฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบอยู่ในช่วง 0.26-0.27 และ 4.65-4.90% ตามลำดับ

Table 2 Effects of different fertilizer managements on plant height and dry weight of cape gooseberry

Treatments	Plant height (cm)			Dry weight (g/plant)		
	30 DAT	60 DAT	90 DAT	30 DAT	60 DAT	90 DAT
SSF-M-1	39.65	117.92 a	164.25 a	3.85	53.55 a	382.70 a
SSF-M-2	40.38	119.00 a	162.63 a	3.84	53.06 a	378.63 a
CFM	39.42	116.71 a	158.25 a	3.82	52.52 a	368.72 a
Control	35.71	106.84 b	150.25 b	3.46	48.08 b	294.75 b
F-test (0.05)	ns	*	*	ns	*	*
CV (%)	7.79	3.60	3.33	6.92	3.60	7.60

Mean in each column followed by different letters indicated significant difference using least significant difference (LSD) at 5% probability level. ns = non-significant

Table 3 Effects of different fertilizer managements on nutrient concentration in leaf at 90 DAT

Treatments	Nutrient concentration (%)		
	N	P	K
SSF-M-1	4.39 a	0.27	4.66
SSF-M-2	4.36 a	0.26	4.69
CFM	4.26 ab	0.26	4.65
Control	4.15 b	0.27	4.90
F-test (0.05)	*	ns	ns
CV (%)	1.99	5.40	3.54

Mean in each column followed by different letters indicated significant difference using least significant difference (LSD) at 5% probability level. ns = non-significant

Table 4 Effects of different fertilizer managements on yield and nutrient concentration in cape gooseberry fruits

Treatments	Yield (kg/plant)	Nutrient concentration (%)		
		N	P	K
SSFM-1	4.66 a	1.51	0.25	2.19
SSFM-2	4.41 a	1.51	0.25	2.16
CFM	4.34 a	1.49	0.25	2.15
Control	3.59 b	1.51	0.24	2.20
F-test (0.05)	*	ns	ns	ns
CV (%)	6.47	4.13	3.31	3.49

Mean in each column followed by different letters indicated significant difference using least significant difference (LSD) at 5% probability level. ns = non-significant

Table 5 Effects of different fertilizer managements on weight, diameter, height, TSS, TA and vitamin C in cape gooseberry fruits

Treatments	Fruit weight (g/fruit)	Fruit diameter (mm)	Fruit length (mm)	TSS (°Brix)	TA (%)	Ascorbic acid (mg/100 g)
SSFM-1	10.88	26.51	23.94	14.05	0.75	30.56 a
SSFM-2	11.25	26.70	24.15	14.33	0.75	31.94 a
CFM	11.23	26.43	24.05	14.33	0.76	31.77 a
Control	10.77	25.77	24.13	13.98	0.76	26.39 b
F-test (0.05)	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	4.04	2.31	2.07	3.16	4.37	8.21

Mean in each column followed by different letters indicated significant difference using least significant difference (LSD) at 5% probability level. ns = non-significant

ปริมาณ และคุณภาพผลผลิต: ผลการศึกษาการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อปริมาณและความเข้มข้นธาตุอาหารหลักในผลผลิต (Table 4) ซึ่งพบว่าการจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ส่งผลให้เคปโกสเบอร์รี่มีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม โดยกรรมวิธีที่ 1 ได้ผลผลิตเคปโกสเบอร์รี่สูงที่สุด (4.66 กก./ต้น) อย่างไรก็ตามการจัดการปุ๋ยทั้ง 4 กรรมวิธีไม่ส่งผลให้ความเข้มข้น

ธาตุอาหารหลักในผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลเคปโกสเบอร์รี่มีความเข้มข้นไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อยู่ในช่วง 1.49-1.51, 0.24-0.25 และ 2.15-2.20% ตามลำดับ สำหรับคุณภาพผลผลิตพบว่าการจัดการปุ๋ยทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่ส่งผลให้น้ำหนักผลสดเฉลี่ยต่อผลของเคปโกสเบอร์รี่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) โดยเคปโกสเบอร์รี่มีน้ำหนักผลสด อยู่ในช่วง 10.77-11.25 กรัม/ผล อย่างไรก็ตาม

การจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักผลสดเฉลี่ยต่อผลเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม สำหรับขนาดผล (เส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวผล) ผลการศึกษาพบว่าการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกันทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่ส่งผลให้ขนาดผลเคปกุสเบอร์รี่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลเคปกุสเบอร์รี่มีเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวอยู่ในช่วง 25.77-26.70 มม. และ 23.94.38-24.15 มม. โดยกรรมวิธีที่ 2 ส่งผลให้ขนาดผลเคปกุสเบอร์รี่มีเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวผลมากที่สุด (26.70 และ 24.15 มม.) ข้อมูลใน Table 5 ชี้ให้เห็นว่าการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกันทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่ส่งผลให้เคปกุสเบอร์รี่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TA) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลเคปกุสเบอร์รี่มีปริมาณ TSS และปริมาณ TA อยู่ในช่วง 13.98-14.33 Brix และ 0.75-0.76% อย่างไรก็ตามการจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 มีแนวโน้มทำให้เคปกุสเบอร์รี่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

สำหรับปริมาณกรดแอสคอร์บิก ผลการศึกษาพบว่า การจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ส่งผลให้เคปกุสเบอร์รี่มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 2 ส่งผลให้เคปกุสเบอร์รี่มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกสูงที่สุด (31.94 มก./100 กรัม) อย่างไรก็ตามปริมาณกรดแอสคอร์บิกในกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลของการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของเคปกุสเบอร์รี่ โดยปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้นในกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ส่งผลให้เคปกุสเบอร์รี่มีการเจริญเติบโต (ความสูง และการสะสมน้ำหนักแห้ง) เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี

ทั้งนี้อาจเนื่องจากไนโตรเจนส่งผลให้เคปกุสเบอร์รี่มีการแบ่งเซลล์ในระยะการเจริญโตทางด้านกิ่งก้านใบมากขึ้น (Vegetative growth) ทำให้มีการสร้างใบใหม่ พื้นที่ใบ และดัชนีพื้นที่ผิวใบ (Leaf Area Index: LAI) เพิ่มมากขึ้น ส่งผลทำให้มีกระบวนการสังเคราะห์แสงเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นความสูงและการสะสมน้ำหนักแห้งของพืชที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนจึงสูงกว่าพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ย (Olivar *et al.*, 2014) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ Girapu and Kumar (2006) ที่พบว่าไนโตรเจนช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในวงศ์ Solanaceae โดยพืชในวงศ์นี้เมื่อได้ปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้น จำนวนกิ่งย่อย และการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น ผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าพืชจะมีความสูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 30-60 วันหลังย้ายปลูก และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วง 60-90 วัน หลังย้ายปลูก สาเหตุอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งก้านใบ เข้าสู่ระยะสืบพันธุ์ (Reproductive phase) อย่างไรก็ตามฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่ได้จากปุ๋ยเคมีไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเคปกุสเบอร์รี่ สังเกตได้จากความสูงและการสะสมน้ำหนักแห้งกรรมวิธีที่ 2 ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 1 สาเหตุเกิดจากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง (280 และ 262 มก./กก.) พืชจึงไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งสอดคล้องกับ Horneck *et al.* (2011) ที่รายงานว่าพืชจะไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมหากในดินที่ปลูกมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่า 100 และ 250 มก./กก.

สำหรับความเข้มข้นธาตุอาหารหลักในใบพบว่า ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้นในกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ส่งผลให้ความเข้มข้นไนโตรเจนในใบเคปกุสเบอร์รี่เพิ่มสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย ซึ่ง Tohamy *et al.* (2009) รายงานว่าปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ความเข้มข้นไนโตรเจนในใบเคปกุสเบอร์รี่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า

ปริมาณไนโตรเจนในดินไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ในขณะที่ความเข้มข้นฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินมีเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของเคปทูลเบอร์รี่ ประกอบกับมีการใส่ปุ๋ยคอกในช่วงเตรียมแปลงปลูกในทุกกรรมวิธีการทดลอง ซึ่งเป็นการเติมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมลงไปในดิน Zhu and Hampton (2017) รายงานว่า ในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่า 21 มก./กก. การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่ส่งผลให้ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสในใบมะเขือเทศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เหมาะสมในใบเคปทูลเบอร์รี่อยู่ในช่วง 0.20-0.40 และ 4.00-6.00% (Torres *et al.*, 2014)

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณผลผลิตพบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ย (กรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3) ส่งผลให้เคปทูลเบอร์รี่มีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ซึ่งปริมาณผลผลิตในกรรมวิธีที่ 1-3 (4.34-4.66 กก./ต้น หรือ 6.94-7.46 ตัน/ไร่) จัดอยู่ในระดับมาตรฐานทั่วไป จากการศึกษาของ Torres *et al.* (2014) พบว่าโดยปกติเคปทูลเบอร์รี่จะให้ผลผลิต 4-5 กก./ต้น แต่อาจให้ผลผลิตได้สูงถึง 6 กก./ต้น หากปลูกเคปทูลเบอร์รี่ในเขตอบอุ่น จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เมื่อเคปทูลเบอร์รี่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น นอกจากจะมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นแล้ว ยังส่งผลให้มีปริมาณผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน สาเหตุเกิดจากการเจริญเติบโตในระยะกิ่งก้านใบ เมื่อเคปทูลเบอร์รี่ได้รับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจะมีอัตราการสังเคราะห์แสง การสร้างกิ่งก้าน และการออกดอกติดผลเพิ่มมากขึ้น (Prakash *et al.*, 2017) จึงทำให้มีปริมาณผลผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไม่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตเคปทูลเบอร์รี่เช่นเดียวกับการเจริญเติบโต ทั้งนี้เนื่องจากดินที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (280 มก./กก.) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (262 มก./กก.) ในระดับสูง จึงทำให้เคปทูลเบอร์รี่ไม่

ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม และผลการศึกษายังชี้ให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยเคมีไม่ส่งผลต่อความเข้มข้นธาตุอาหารหลักในผลเคปทูลเบอร์รี่ ความเข้มข้นไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลเคปทูลเบอร์รี่อยู่ในช่วง 1.49-1.51, 0.24-0.25 และ 2.15-2.20% ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับที่เหมาะสม โดย Torres *et al.* (2014) รายงานว่าระดับความเข้มข้นไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เหมาะสมในผลเคปทูลเบอร์รี่อยู่ในช่วง 1.00-3.00, 0.20-0.30, และ 2.00-4.00% ตามลำดับ โดยหากระดับความเข้มข้นธาตุอาหารหลักในใบและผลอยู่ในช่วงที่เหมาะสม เคปทูลเบอร์รี่จะให้ผลผลิตเฉลี่ย 4-5 กก./ต้น นอกจากนี้ Tohamy *et al.* (2009) พบว่าระดับความเข้มข้นไนโตรเจนในใบเคปทูลเบอร์รี่ที่เพิ่มสูงขึ้น จะทำให้เคปทูลเบอร์รี่มีปริมาณผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพผลผลิตเคปทูลเบอร์รี่พบว่า น้ำหนักผลสดเคปทูลเบอร์รี่ เส้นผ่าศูนย์กลางผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในกรรมวิธีที่ 1-4 จัดอยู่ในระดับมาตรฐานทั่วไป แต่สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และปริมาณกรดแอสคอร์บิกถือว่าต่ำกว่ามาตรฐานหากเปรียบเทียบกับเคปทูลเบอร์รี่ที่ปลูกในประเทศอินเดีย สาเหตุอาจเกิดจากชนิดและสายพันธุ์เคปทูลเบอร์รี่ที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่โดย Ali and Singh (2016) รายงานว่า เคปทูลเบอร์รี่ในประเทศอินเดียมีน้ำหนักสดต่อผล เส้นผ่าศูนย์กลางผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และปริมาณกรดแอสคอร์บิกอยู่ในช่วง 7.00-11.00 กรัม/ผล, 20.00-28.00 มม., 13.67-15.48°Brix, 1.22-1.34% และ 40.54-47.83 มก./100 กรัม ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการจัดการปุ๋ยในแต่ละกรรมวิธีพบว่า ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้เคปทูลเบอร์รี่มีน้ำหนักผลสดเฉลี่ยต่อผล เส้นผ่าศูนย์กลางผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดแอสคอร์บิกของผลเคปทูลเบอร์รี่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม สาเหตุอาจเกิดจาก

ไนโตรเจนช่วยส่งเสริมกระบวนการสังเคราะห์แสง ดังนั้น ในระยะสืบพันธุ์เมื่อมีการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น จึงมี สารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์สารชนิดอื่นเพิ่มขึ้นตามไป ด้วย ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Deepti *et al.* (2018) ที่ พบว่าเมื่อเคพกูสเบอร์รี่ได้รับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่ม สูงขึ้น ผลเคพกูสเบอร์รี่จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และกรดแอสคอร์บิกสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไนโตรเจนไม่ได้ ส่งผลต่อคุณภาพผลิตพืชเสมอไป โดย Lorenisini *et al.* (2015) รายงานว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อคุณภาพผลิต พืชประกอบไปด้วย อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และช่วงเวลา ที่ได้รับแสง ข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยโดยพิจารณาถึงความต้องการ ธาตุอาหารของเคพกูสเบอร์รี่และปริมาณธาตุอาหารที่เป็น ประโยชน์ในดิน เป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมที่จะนำมาวาง แผนการจัดการธาตุอาหารเพื่อให้ได้ผลผลิตทั้งในด้าน ปริมาณและคุณภาพที่ดี ทำให้การจัดการปุ๋ยมีประสิทธิภาพ สูงสุด ลดปริมาณการใส่ปุ๋ยเกินความจำเป็น ซึ่งเป็นการ ลดต้นทุนการผลิตและลดการปนเปื้อนปุ๋ยสู่สิ่งแวดล้อม

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการผลิต เคพกูสเบอร์รี่บนพื้นที่สูงของจังหวัดเชียงใหม่ แสดงให้เห็น ว่าการจัดการปุ๋ยทุกกรรมวิธี (กรรมวิธีที่ 1-3) ไม่ส่งผลให้ เคพกูสเบอร์รี่มีการเจริญเติบโต (ความสูงและน้ำหนักแห้ง) ปริมาณและคุณภาพผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ย N : P₂O₅ : K₂O โดยประเมินอัตราการ ใส่ปุ๋ยจากความต้องการธาตุอาหารของเคพกูสเบอร์รี่และ ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน ในอัตรา 70.22 : 13.83 : 57.96 กก./ไร่ ส่งผลให้เคพกูสเบอร์รี่มี ความสูง น้ำหนักแห้ง และปริมาณผลผลิตมากที่สุด อย่างไรก็ตามในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และ โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับสูง และมีการใส่ปุ๋ย คอกในช่วงเตรียมแปลงปลูก การจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 2 โดยใส่เฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนเพียงอย่างเดียวในอัตรา 70.22

กก./ไร่ ก็เพียงพอต่อการผลิตเคพกูสเบอร์รี่ที่ดีทั้งในด้าน ปริมาณและคุณภาพ การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อัตราการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมโดยประเมินจากความต้องการ ธาตุอาหารของพืชและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ช่วยลด ปริมาณการใส่ปุ๋ย ตลอดจนลดต้นทุนการผลิตที่เกิดจาก การใส่ปุ๋ยมากเกินไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และ ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการเคมีดิน ห้องปฏิบัติการกลาง และ ห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และ อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ดินและพืช

เอกสารอ้างอิง

- Ali, A. and B.P. Singh. 2016. Studies on production potential of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in sodic under varying agronomic manipulations. **Journal of Applied and Natural Science** 8(1): 368-374.
- Association of Official Analytical Chemists. 2000. **Official Methods of Analysis**. 17th edition. Washington: Association of Official Analytical Chemists. 4377 p.
- Conde, L.D., Z. Chen, H. Chen and H. Liao. 2014. Effects of phosphorus availability on plant growth and soil nutrient status in the rice/soybean rotation system on newly cultivated acidic soils. **American Journal of Agriculture and Forestry** 2(6): 309-316.

- Deepti, S., A.K. Singh and K.A.P. Singh. 2018. Effects of varying doses nitrogen and phosphorus on vegetative growth, flowering and fruit quality of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences** 7(2): 126-135.
- Girapu, R.K. and A. Kumar. 2006. Influence of nitrogen and spacing on growth, yield and economics of cape-gooseberry (*Physalis peruviana* L.) production. pp. 1425-1428. *In Proceedings of the National Symposium on Production, Utilization and Export of Underutilized Fruits with Commercial Potentialities 22-24 November 2006*. West Bengal: Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya.
- Hassan, H.A., H.M. Serag, M.S. Qadir and M.F. Ramadan. 2017. Cape gooseberry (*Physalis peruviana*) juice as a modulator agent for hepatocellular carcinoma-linked apoptosis and cell cycle arrest. **Biomedicine & Pharmacotherapy** 94(1): 1129-1137.
- Highland Research and Development Institute (HRDI). 2016. **Cape gooseberry handbook**. [Online]. Available <https://hkm.hrdi.or.th/media/detail/238/5> (27 April 2020).
- Horneck, D.A., D.M. Sullivan, J.S. Owen and J.M. Hart. 2011. **Soil Test Interpretation Guide**. [Online]. Available <https://www.extension.oregonstate.edu/catalog/> (15 October 2019).
- International Fertilizer Association. 2016. **Nutrient Management Handbook**. [Online]. Available https://www.fertilizer.org/Nutrient_Management_Handbook.pdf (3 November 2019).
- Kalra, Y.P. 1998. **Handbook of Reference Methods for Plant Analysis**. Boca Raton: CRC Press. 300 p.
- Li, H., G. Huang, Q. Meng, L. Ma, L. Yuan, F. Wang, W. Zhang, Z. Cui, J. Shen, X. Chen, R. Jiang and F. Zhang. 2011. Integrated soil and plant phosphorus management for crop and environment in china. **Plant Soil** 349: 157-167.
- Lorensini, F., C.A. Ceretta, C.R. Lourenzi, L.D. Conti, T.L. Tiecher, G.T. Trentin and G. Brunetto. 2015. Nitrogen fertilizer of cabernet sauvignon grapevines: yield, total nitrogen content in the leaves and must composition. **Acta Scientiarum Agronomy** 37(3): 321-329.
- Nemr, M.A.E., M.M.H. Baky, S.R. Salman and W.A.E. Tohamy. 2012. Effect of different potassium levels on the growth, yield and quality of tomato grown in sand-ponic culture. **Australian Journal of Basic Applied Sciences** 6(2): 779-784.

- Novozamsky, I., R.V. Eck, J.Ch.V. Schouwenburg and I. Wallinga. 1974. Total nitrogen determination in plant material by means of the indophenol blue method. **Netherlands Journal of Agriculture Science** 22: 3-5.
- Olivar, V.T., A.R. Martinez, M.A.R. maria and L.A.V. aguilar. 2014. Role of nitrogen and nutrients in crop production. **Journal of Agricultural Science and Technology** 4: 29-37.
- Prajapati, K. and H.A. Modi. 2012. The importance of potassium in plant growth. **Indian Journal of Plant Sciences** 1(2): 177-180.
- Prakash, O., A. Kumar and Y. Singh. 2017. Effect of nitrogen, zinc sulfate and boron on growth and yield of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **International of Pure & Applied Bioscience** 5(3): 74-84.
- Ranganna, S. 1986. **Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products**. 2nd edition. New Delhi: Tata Mc Graw-Hill Publishing. 1112 p.
- Roy, R.N., A. Finck, G.J. Blair and H.L.S. Tandon. 2006. **Plant Nutrition for Food Security**. Rome: FAO. 347 p.
- Santasup, C., F. Chaiwon and K. Ueangsawat. 2018. **Improvement of water-saving and fertilizer use efficiency for fruit orchard in highland area**. 111 p. *In* Research Report. Chiang Mai: Highland Research and Development Institute (Public Organization). [in Thai]
- Tohamy, W.A.E., S. Abouhoussein and N. Gruda. 2009. Response of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) to nitrogen application under sandy soil conditions. **Gesunde Pflanzen** 61: 123-127.
- Torres, J., N.P. Seva. A.S. Bautista, B. Pascual, S.L. Galarza, J. Alagarda and J.V. Maroto. 2014. Growth and nutrient absorption of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in soilless culture. **Journal of Plant Nutrition** 38(4): 485-496.
- Walinga, I., J.J. van der Lee, V.J.G. Houba, W. van Vark and I. Novozamsky. 1995. **Plant Analysis Manual**. Dordrecht: Springer. 275 p.
- Woldemariam, S.H., D. Zeru and M.T. Solomon. 2018. Effects of potassium levels on productivity and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). **Journal of Agricultural Studies** 6(1): 104-117.
- Zhu, Q. and M.O. Hampton. 2017. Effect of phosphorus rates on growth, yield, and phosharvest quality of tomato in calcareous soil. **HortScience** 52(10): 1406-1412.