



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

รหัสโครงการ PRP6505030630

เรื่อง

โครงการวิจัยการประเมินความต้องการธาตุอาหารของพืชสมุนไพร

The Assessment Crop Nutrient Requirements of Medicinal Plant

โดย

นายธงชัย ไทรน้อย นางสาวสุนิตรา คามีสักดิ์ นางสาวเมรินทร์ บุญอินทร์
นางสาวมณีทิพย์ ชุนทอง นางสาวลาวัลย์ จันทร์อัมพร และนางลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์

สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

ภายใต้แผนงานวิจัยเกษตรแม่นยำสูงและเกษตรอัจฉริยะ
ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

กิตติกรรมประกาศ

ในการได้รับทุนอุดหนุนการพัฒนาการวิจัยการเกษตร เรื่อง การประเมินความต้องการธาตุอาหารของพืชสมุนไพร จากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ปีงบประมาณ 2565 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทีมผู้ช่วยนักวิจัยและนักวิชาการเกษตรจากสถาบันวิจัยพืชสวน ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย สำนักงานเกษตรจังหวัดปราจีนบุรี เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ หน่วยวิเคราะห์ดิน ปืชและวัสดุเกษตร ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน และเกษตรกรผู้ปลูกฟ้าทะลายโจรและกระชายดำที่ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินงานวิจัย

การประเมินความต้องการธาตุอาหารของพืชสมุนไพร

The Assessment Crop Nutrient Requirements of Medicinal Plant

นายธงชัย ไทรน้อย¹ นางสาวสุนิตรา คามิศักดิ์¹ นางสาวเมรินทร์ บุญอินทร์² นางสาวมณีทิพย์ ขุนทอง¹
นางสาวลาวัลย์ จันท์อัมพร³ และนางลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์¹

บทคัดย่อ

การประเมินความต้องการธาตุอาหารของพืชสมุนไพรด้วยวิธีการวิเคราะห์ดินและพืชสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพืช เนื่องจากมีข้อมูลการศึกษาอย่างจำกัดเกี่ยวกับความต้องการธาตุอาหารในกลุ่มพืชสมุนไพร ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ของพืชสมุนไพรจำนวน 2 ชนิด คือ 1) ต้นฟ้าทะลายโจร ในพื้นที่จังหวัดนครปฐมและปราจีนบุรี และ 2) ต้นกระชายดำ ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์และเลย ด้วยวิธีการสำรวจคัดเลือก เก็บตัวอย่างดินและพืชมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดใช้และปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต ดำเนินการระหว่างเดือนเมษายน 2565 - มีนาคม 2566 การประเมินความต้องการธาตุอาหารของฟ้าทะลายโจร พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในดิน ได้แก่ อินทรีย์วัตถุ (ตัวชี้วัดของไนโตรเจน) โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และโบรอนที่สกัดได้ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณธาตุอาหารที่ดูดสะสมในพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแทสเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน โบรอน และทองแดง มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตเพื่อสร้างผลผลิตแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ฟ้าทะลายโจรมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเฉลี่ย 21.36-5.47-32.86 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ซึ่งมีความต้องการปุ๋ย K₂O มาก รองลงมาเป็นปุ๋ย N และปุ๋ย P₂O₅ และการเก็บเกี่ยวผลผลิตฟ้าทะลายโจรจำนวน 1 ตัน จะมีปริมาณปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O ที่สูญเสียไปกับผลผลิตเฉลี่ย 4.83-1.26-7.27 กิโลกรัม คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O เฉลี่ยประมาณ 4:1:6 สำหรับการประเมินความต้องการธาตุอาหารของกระชายดำ พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และ ความหนาแน่นของดินรวม มีความสัมพันธ์ช่วยส่งเสริมปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณธาตุอาหารที่ดูดสะสมในพืช ได้แก่ ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียม มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตเพื่อสร้างผลผลิตของกระชายดำแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กระชายดำมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเฉลี่ย 3.99-1.51-3.06 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ซึ่งมีความต้องการปุ๋ย N มาก รองลงมาเป็นปุ๋ย K₂O และปุ๋ย P₂O₅ และการเก็บเกี่ยวผลผลิตฟ้าทะลายโจรจำนวน 1 ตัน จะมีปริมาณปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O ที่สูญเสียไปกับผลผลิตเฉลี่ย 4.60-1.76-3.10 กิโลกรัม คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O เฉลี่ยประมาณ 3:1:2 ดังนั้น การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน จะช่วยให้เกษตรกรสามารถปรับใช้การใส่ปุ๋ยในพื้นที่ปลูกของตนเองได้ดีที่สุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้ปุ๋ยให้มากขึ้น

Key words: ฟ้าทะลายโจร, กระชายดำ, ความต้องการธาตุอาหาร, พืชสมุนไพร

¹สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

²ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ กรมวิชาการเกษตร

³ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย กรมวิชาการเกษตร

The Assessment Crop Nutrient Requirements of Medicinal Plant

Thongchai Sainoi¹ Sunitra Kameesak¹ Merin Boonin² Maneetip Khunthong¹

Lawan Chanamporn³ and Laddawan Insung¹

Abstract

The nutrient requirements assessment of medicinal plants by soil and plant analysis have been used for suitable fertilizer management to enhance crop production efficiency. The purpose was to study crop requirement of primary nutrients, secondary nutrients and micronutrients on 2 types of medicinal plants comprising 1) *Andrographis paniculata* in Nakhon Pathom and Prachin Buri provinces and 2) *Kaempferia parviflora* in Phetchabun and Loei provinces. Soil and plant samples were collected and analyzed the nutrient uptake and removal by yield. There was conducted between April 2022 - March 2023. The nutrient assessment of *A. paniculate* found that the nutrients in soil analysis consist of **organic matter (nitrogen indicator)**, exchangeable potassium, exchangeable magnesium and extractable boron were significant difference of positive correlation with dry weight yield. The plant nutrients uptake analysis comprising nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, sulphur, boron and copper was significantly different correlated to promote the growth and yield. **The quantity of chemical fertilizers in the form of nitrogen (N), available phosphorus (P₂O₅) and water-soluble potassium (K₂O)** was assessed the nutrient requirements. The fertilizer requirement of *A. paniculate* was 21.36-5.47-32.86 Kg N-P₂O₅-K₂O/rai and the removal by yield showed 4.83-1.26-7.27 kg/ton. Requirement and removal rate of K₂O were high followed by N and P₂O₅, respectively. There was 4:1:6 of N-P₂O₅-K₂O ratio. The nutrients assessment of *Kaempferia parviflora* found that the organic matter and soil bulk density was significant difference of correlation with dry weight yield. The plant nutrients uptake analysis consist of phosphorus and potassium was significantly different correlated to promote the growth and yield. The fertilizer requirement of *K. parviflora* was 3.99-1.51-3.06 kg N-P₂O₅-K₂O/rai and there was 4.60-1.76-3.10 kg/ton of removal by yield. N fertilizer was high of the requirement and removal rate, followed by K₂O and P₂O₅ fertilizers, respectively. The proportion of N-P₂O₅-K₂O was about 3:1:2. Hence, the plant nutrient analysis using soil sample could be usefulness and increase the efficiency of fertilizer using of *A. paniculate* and *K. parviflora*.

Key words: *Andrographis paniculate*, *Kaempferia parviflora*, Nutrient Requirements, Medicinal Plant

¹ Horticulture Research Institute, Department of Agriculture

² Phetchabun Highland Agricultural Research Center, Department of Agriculture

³ Loei Agricultural Research and Development Center, Department of Agriculture

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
สัญลักษณ์และคำย่อ	ฌ
บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ทฤษฎีและแนวคิดที่นำมาใช้ในงานวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
วิธีดำเนินการวิจัย	9
สถานที่ดำเนินการวิจัย/ขนาดพื้นที่	9
วิธีดำเนินการวิจัย	9
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	11
1. ความต้องการธาตุอาหารต่อผลผลิตฟ้ายะลวย	11
1.1 ข้อมูลพื้นฐานการผลิตฟ้ายะลวยของเกษตรกรในจังหวัดนครปฐมและปราจีนบุรี	11
1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของดินในแปลงปลูกฟ้ายะลวย	12
1.3 สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีของดินกับน้ำหนักรากของฟ้ายะลวย	16
1.4 ข้อมูลน้ำหนักราก น้ำหนักรากแห้ง และผลผลิตฟ้ายะลวย	23
1.5 ปริมาณธาตุอาหารพืชและสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารฟ้ายะลวยกับผลผลิต	25
1.6 การประเมินความต้องการธาตุอาหารของฟ้ายะลวย	34
1.7 สรุปความต้องการธาตุอาหารต่อผลผลิตฟ้ายะลวย	38
2. ความต้องการธาตุอาหารต่อผลผลิตกระชายดำ	40
2.1 ข้อมูลพื้นฐานการผลิตกระชายดำของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์และเลย	40
2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของดินในแปลงปลูกกระชายดำ	41
2.3 สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีของดินกับน้ำหนักรากของกระชายดำ	45
2.4 ข้อมูลน้ำหนักราก น้ำหนักรากแห้ง และผลผลิตกระชายดำ	52

2.5 ปริมาณธาตุอาหารพืชและสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารกระชายดำกับผลผลิต	54
2.6 การประเมินความต้องการธาตุอาหารของต้นกระชายดำ	59
2.7 สรุปความต้องการธาตุอาหารต่อผลผลิตกระชายดำ	63
สรุปและข้อเสนอแนะ	65
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก	70

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลองในแปลงปลูกฟ้าทะลายโจร	18
ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินและสมบัติทางกายภาพของดินก่อนและหลังการทดลองในแปลงปลูกฟ้าทะลายโจร	19
ตารางที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีดินกับน้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ของฟ้าทะลายโจรในระยะเวลาเจริญเติบโตทางลำต้นอายุ 14-16 สัปดาห์หลังปลูก	20
ตารางที่ 4 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและน้ำหนักแห้งฟ้าทะลายโจรเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอินทรีย์วัตถุในดิน	21
ตารางที่ 5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และน้ำหนักแห้งฟ้าทะลายโจรเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	21
ตารางที่ 6 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และน้ำหนักแห้งฟ้าทะลายโจรเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	21
ตารางที่ 7 ปริมาณผลผลิตน้ำหนักสด (กรัม/ต้น) และผลผลิตสด (กิโลกรัม/ไร่) ของฟ้าทะลายโจร	24
ตารางที่ 8 ปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ของฟ้าทะลายโจร	25
ตารางที่ 9 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในพืชกับน้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ของฟ้าทะลายโจรในระยะเวลาเจริญเติบโตทางลำต้นอายุ 14-16 สัปดาห์หลังปลูก	31
ตารางที่ 10 ปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีการดูดสะสม (กก./ไร่) และสูญเสียไปกับผลผลิต (กก./ต้น) ของฟ้าทะลายโจร	35
ตารางที่ 11 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลองในแปลงปลูกกระชายดำ	47
ตารางที่ 12 สมบัติทางเคมีของดินและสมบัติทางกายภาพของดินก่อนและหลังการทดลองในแปลงปลูกกระชายดำ	48
ตารางที่ 13 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีดินกับน้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ของกระชายดำในระยะเก็บเกี่ยว อายุ 10-12 เดือนหลังปลูก	49
ตารางที่ 14 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและน้ำหนักแห้งกระชายดำเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอินทรีย์วัตถุในดิน	50
ตารางที่ 15 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และน้ำหนักแห้งกระชายดำเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	50
ตารางที่ 16 ปริมาณผลผลิตน้ำหนักสด (กรัม/ต้น) และผลผลิตสด (กิโลกรัม/ไร่) ของกระชายดำ	53
ตารางที่ 17 ปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ของกระชายดำ	53
ตารางที่ 18 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในพืชกับน้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ของกระชายดำในระยะเก็บเกี่ยว อายุ 10-12 เดือนหลังปลูก	58
ตารางที่ 19 ปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีการดูดสะสม (กก./ไร่) และสูญเสียไปกับผลผลิต (กก./ต้น) ของกระชายดำ	60

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างอินทรีย์วัตถุในดินกับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจร	22
ภาพที่ 2 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจร	22
ภาพที่ 3 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจร	22
ภาพที่ 4 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างโบรอนที่สกัดได้กับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจร	23
ภาพที่ 5 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร	32
ภาพที่ 6 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร	32
ภาพที่ 7 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร	32
ภาพที่ 8 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร	33
ภาพที่ 9 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกำมะถันที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร	33
ภาพที่ 10 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโบรอนที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร	33
ภาพที่ 11 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทองแดงที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร	34
ภาพที่ 12 ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูดสะสมทั้งต้น (กก./ไร่) ของฟ้าทะลายโจร โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย	37
ภาพที่ 13 ปริมาณธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยว (กก./ต้น) ของฟ้าทะลายโจร โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย	37
ภาพที่ 14 สัดส่วนปุ๋ยธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับผลผลิตในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นของ ฟ้าทะลายโจร	38
ภาพที่ 15 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างอินทรีย์วัตถุในดินกับน้ำหนักแห้งของกระชายดำ	51
ภาพที่ 16 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับน้ำหนักแห้งกระชายดำ	51
ภาพที่ 17 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นดินรวมกับน้ำหนักแห้งกระชายดำ	51
ภาพที่ 18 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดกระชายดำ	59
ภาพที่ 19 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดกระชายดำ	59
ภาพที่ 20 ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูดสะสมในส่วนใต้ดิน (กก./ไร่) ของกระชายดำ โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย	62
ภาพที่ 21 ปริมาณธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยว (กก./ต้น) ของกระชายดำ โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย	63
ภาพที่ 22 สัดส่วนปุ๋ยธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับผลผลิตในระยะเก็บเกี่ยวของต้นกระชายดำ	63

สัญลักษณ์และคำย่อ

B	โบรอน
Ca	แคลเซียม
Cl	คลอรีน
cm ³	ลูกบาศก์เซนติเมตร
Cu	ทองแดง
DW	น้ำหนักแห้ง
EC _e	สภาพการนำไฟฟ้า
exch.	ที่แลกเปลี่ยนได้
Fe	เหล็ก
g	กรัม
K	โพแทสเซียม
K ₂ O	โพแทสเซียมออกไซด์
kg	กิโลกรัม
Mg	แมกนีเซียม
mg	มิลลิกรัม
Mn	แมงกานีส
Na	โซเดียม
ND	ตรวจไม่พบ
OM	อินทรีย์วัตถุ
P	ฟอสฟอรัส
P ₂ O ₅	ฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์
S	กำมะถัน
Zn	สังกะสี

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากแผนแม่บทแห่งชาติ ว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2560-2564 มีการกำหนดรายการสมุนไพร Product Champion ด้านศักยภาพจำนวน 5 ชนิด คือ กวาวเครือขาว กระชายดำ ขมิ้นชัน บัวบก และมะขามป้อม และด้านความต้องการจำนวน 7 ชนิด คือ กระชาย พริก ฟ้าทะลายโจร กระเจี๊ยบแดง หล้าหวาน ว่านหางจระเข้ และโพล และสมุนไพรอื่นๆ ที่ตลาดมีความต้องการ และรวมทั้งมีเป้าหมายให้มีการกำหนดมาตรฐาน GAP/GACP ของพืชสมุนไพรให้ได้อย่างน้อย 30 ชนิด โดยกำหนดให้มีการวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลสนับสนุนในด้านต่างๆ เพื่อนำมาจัดทำข้อกำหนดมาตรฐานวัตถุดิบสมุนไพรต่อไป (กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข, 2559)

การผลิตพืชสมุนไพรตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี หรือ GAP จำเป็นต้องมีองค์ความรู้ทางวิชาการสนับสนุนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติที่ถูกต้องเหมาะสมตามหลักการผลิตพืชของเกษตรกร ความแตกต่างของสภาพพื้นที่การผลิตพืชจะพบข้อจำกัดของปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการเจริญเติบโตของพืช (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2561) ซึ่งข้อมูลทางวิชาการด้านเขตกรรมหลังปลูกพืชสมุนไพรยังมีจำกัด โดยเฉพาะการจัดการปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการผลิตพืชสมุนไพร เป็นสิ่งจำเป็นและมีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น การใส่ปุ๋ยอย่างถูกต้องตามความต้องการของพืช เป็นการให้ในปริมาณและเวลาที่ต้นพืชต้องการนำไปใช้ไม่ให้มีส่วนที่ตกค้างในดิน พืชสามารถดูดใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ การเก็บตัวอย่างดินและใบพืชส่งวิเคราะห์ เพื่อนำผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารมาพิจารณาการปรับปรุงดินและการใส่ปุ๋ยจะช่วยให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยได้อย่างถูกต้อง การจัดการที่ไม่เหมาะสมอาจส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต หรือเป็นสาเหตุให้พืชอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรค และแมลงศัตรูพืช เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงได้ นอกจากนี้ การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและพืชในพื้นที่แตกต่างกันและนำมาเปรียบเทียบกับผลผลิตพืชสมุนไพรชนิดนั้นๆ จะเป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนดชั้นความเหมาะสมการใช้ที่ดินในการปลูกพืชสมุนไพรสำหรับการจัดการพื้นที่ระดับมหภาคได้ เช่น Agri map เพื่อเป็นข้อมูลทางวิชาการสำหรับเผยแพร่ให้กับเกษตรกร

ดังนั้น ควรมีการวิเคราะห์ดินและพืช เพื่อนำไปวางแผนการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ลดต้นทุนค่าปุ๋ยที่ใช้เกินความจำเป็น และป้องกันปัญหาความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืช ต้องมีการพิจารณาในหลายพื้นที่เพื่อดูความแตกต่างของดินและธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชสมุนไพร การวิจัยเพื่อหาความต้องการธาตุอาหารของพืชสมุนไพร จึงมีความสำคัญที่จะช่วยสนับสนุนในการศึกษาด้านเทคโนโลยีการผลิตพืชสมุนไพร ให้ได้ปริมาณผลผลิตของวัตถุดิบสมุนไพรตามความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ และส่งเสริมให้ผู้ผลิตสมุนไพรได้ใช้ปุ๋ยตามมาตรฐานการปลูกในระบบรับรองแปลงแบบ GAP อีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความต้องการปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ของพืชสมุนไพรฟ้าทะลายโจร และกระชายดำ

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาด้านความต้องการธาตุอาหารของพืชสมุนไพรเริ่มมีความสนใจมากขึ้นเนื่องจากการขาดองค์ความรู้ข้อมูลทางวิชาการที่สนับสนุนหรือถ่ายทอดสู่เกษตรกรผู้ผลิตสมุนไพรได้อย่างถูกต้องตามหลัก GAP ทั้งนี้ มีการศึกษาวิจัยมาแล้วส่วนหนึ่งในกลุ่มสมุนไพรที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ขิง เจริญกุลหลาน กระเจี๊ยบแดง และพริก เป็นต้น แต่ยังไม่ครอบคลุมพืชสมุนไพรที่สำคัญอื่นๆ โดยเฉพาะสมุนไพรกลุ่ม product champion และสมุนไพรที่มีศักยภาพรวมถึงสมุนไพรด้านอื่นๆ ที่สามารถใช้ประโยชน์ทางยาและสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจของประเทศไทย การวิจัยครั้งนี้มีที่มั่นวิจัยที่มีองค์ความรู้ในการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและพืช โดยมีแนวคิดในการพัฒนาข้อมูลทางวิชาการเรื่องความต้องการปริมาณธาตุอาหารและประเมินการใช้ตามหลักการผลิตที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก มีการคัดเลือกพืชสมุนไพรที่มีความโดดเด่นด้านศักยภาพและมีตลาดรองรับนำมาศึกษาความต้องการปริมาณธาตุอาหารของพืชสมุนไพร ได้แก่ ฟ้าทะลายโจร และกระชายดำ และผลที่ได้รับจากการวิจัยสามารถนำมาต่อยอดในการปรับใช้วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารของพืชสมุนไพรประเภทอื่นๆ ได้ เพื่อให้ได้ค่าสัดส่วนหรือปริมาณการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมกับชนิดของพืชสมุนไพรและนำไปจัดการพื้นที่ปลูกได้อย่างเหมาะสม

ทฤษฎีและแนวคิดที่นำมาใช้ในงานวิจัย

ความเหมาะสมของการใช้ปุ๋ยในพืชสมุนไพร มีข้อมูลหลักวิชาการในการผลิตที่จำกัดสำหรับใช้เป็นคำแนะนำในการรับรองการผลิตพืชสมุนไพรตามมาตรฐาน GAP ที่สามารถเผยแพร่ให้กับกลุ่มที่ได้รับผลประโยชน์นำไปใช้ได้ การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ร่วมกับการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช ในระยะการเจริญเติบโตถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ร่วมกับการประเมินจากค่าปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตและส่วนของพืชที่นำออกไปจากแปลงปลูก (crop removal) นำมาวิเคราะห์หาปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมตามสัดส่วนของธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมของพืชสมุนไพรฟ้าทะลายโจร กระชายดำ และความสำเร็จที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยครั้งนี้จะช่วยให้การผลิตพืชสมุนไพรมีผลผลิตที่มีคุณภาพ และสามารถรองรับการผลิตพืชตามมาตรฐานทางการเกษตรที่ดีได้ และเป็นข้อมูลหรือเทคนิควิธีการสำหรับต่อยอดในการปรับใช้กับสมุนไพรอื่นๆ เป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ และเพิ่มประสิทธิภาพให้กับผู้ผลิตได้ในระยะยาว

ความต้องการธาตุอาหารของพืช เป็นองค์ประกอบหนึ่งของ Crop requirement ดินแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูดซับและปลดปล่อยธาตุอาหารพืชแตกต่างกัน (ธราธิป และคณะ, 2560)

การจัดการธาตุอาหารให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ส่งผลให้พืชได้ใช้ธาตุอาหาร มีการเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตสูง นอกจากนี้ การเก็บเกี่ยวผลผลิตแต่ละครั้งจะทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต จึงต้องมีการใส่ปุ๋ยเพื่อชดเชยธาตุอาหาร เพื่อลดผลกระทบต่อการใช้ปุ๋ยของพืชปลูกและการให้ผลผลิตในรุ่นหรือปีถัดไปได้ พืชแต่ละชนิดมีความต้องการธาตุอาหารไม่เหมือนกันโดยเฉพาะพืชสมุนไพร การจัดการธาตุอาหารในแต่ละช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตของพืชจึงมีส่วนสำคัญมากต่อผลผลิต แต่การจัดการธาตุอาหารที่ถูกต้องให้กับพืชแต่ละชนิด ขึ้นอยู่กับความต้องการธาตุอาหารหลักของพืชซึ่งหาได้จากการวิเคราะห์ส่วนของเนื้อเยื่อพืชแต่ละระยะการเจริญของพืช และประเมินธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตในแต่ละปีเทียบกับผลวิเคราะห์ดินปลูก เมื่อได้ข้อมูลความต้องการธาตุอาหารแล้วสามารถนำไปเป็นข้อมูลในการจัดการปุ๋ยในแปลงปลูกตามสภาพความเหมาะสมของดินได้ต่อไป ต้นทุนในการผลิตพืชส่วนหนึ่ง คือ ปุ๋ย ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศกว่าร้อยละ 95 ของปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในประเทศ ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยหลักของการผลิตพืชที่เกษตรกรต้องใช้ จึงเป็นปัจจัยที่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง เพราะมีการใช้อย่างต่อเนื่อง การให้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสมสามารถลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรได้ (ธราธิป และคณะ, 2560) การจัดการปุ๋ยในพืชสมุนไพรยังไม่มีรายงานการวิเคราะห์ในส่วนของลำต้น ใบ ดอกและหัว ส่วนใหญ่จะใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 การใส่ปุ๋ยสูตรเดิมเป็นเวลานานและไม่ตรงกับช่วงที่พืชต้องการ จะทำให้เกิดการสะสม โดยเฉพาะ ธาตุฟอสฟอรัส (P) เป็นธาตุที่พืชต้องการน้อยกว่าธาตุไนโตรเจน (N) และโพแทสเซียม (K) เมื่อเวลาผ่านไปดินจะสะสมธาตุฟอสฟอรัส และตกค้างมากขึ้นทำให้สมดุลของธาตุอาหารเสียไปและกระทบต่อการดูดใช้ธาตุอาหารพืชธาตุอื่นๆ และต้องพิจารณาลักษณะหรือสมบัติของดินปลูกซึ่งมีผลต่อการปลดปล่อยธาตุอาหาร เกี่ยวข้องกับรูปแบบและวิธีการใส่ปุ๋ยด้วย

การปรับเปลี่ยนการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรกับพืชสมุนไพรอย่างถูกต้องจะช่วยลดต้นทุนการผลิต การจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมต้องอาศัยหลัก 4R Nutrient Stewardship Concept ได้แก่ ชนิดของปุ๋ยเคมี (right source) ปริมาณหรืออัตราการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสม (right rate) ระยะเวลาของการใส่ปุ๋ย (right time) และตำแหน่งของการใส่ปุ๋ย (right place) การนำมาใช้ต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความต้องการธาตุอาหารระหว่างการเจริญเติบโตของพืชจึงจะทำให้การใส่ปุ๋ยมีประสิทธิภาพ และเป็นกลยุทธ์สำคัญที่สามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและลดต้นทุนการผลิตได้ (Bruulsema และคณะ, 2012) ดังนั้น การวิเคราะห์ดินและพืช จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการกำหนดการวางแผนการใส่ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากการวิเคราะห์ดินสามารถบ่งบอกสถานะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน แต่มีข้อจำกัดคือปริมาณธาตุอาหารในดินทั้งหมดอาจมีบางส่วนเท่านั้นที่เป็นประโยชน์กับพืช นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินที่เป็นตัวควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน การวิเคราะห์ดินจึงเป็นวิธีการตรวจสอบปริมาณธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในดิน ก่อนที่เกษตรกรจะเริ่มทำการปลูกพืช สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับกำหนดแนวทางการเลือกชนิดปุ๋ย อัตราการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับพืชก่อนทำการปลูกพืชในฤดูกาลนั้นได้ และสามารถเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของธาตุอาหารในพืชและในดินได้ สำหรับการวิเคราะห์พืชทำให้

ทราบปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดไปใช้ในระหว่างการเจริญเติบโตและสูญเสียไปกับผลผลิต ใช้เป็นแนวทางในการประเมินการให้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพ พืชแต่ละชนิดมีความต้องการธาตุอาหารที่แตกต่างกัน แต่การวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชจะบอกสถานะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารได้ดีกว่าการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินเพียงอย่างเดียว (ภาวินี และคณะ, 2552) ตัวอย่างใบพืชใช้เป็นตัวแทนของต้นพืชทั้งหมดสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในพืช เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารในใบจะสัมพันธ์กับระดับธาตุอาหารในต้นพืช (นันทรัตน์, 2544) พืชที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงย่อมดูดธาตุอาหารแต่ละธาตุได้มาก ทำให้ความเข้มข้นของธาตุดังกล่าวในเนื้อเยื่อพืชสูงถึงระดับที่เหมาะสม ทำให้พืชเจริญเติบโตดี มีผลผลิตสูง และในทางตรงกันข้ามพืชที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ รูปที่เป็นประโยชน์ของบางธาตุบางธาตุมีอยู่น้อย พืชดูดธาตุอาหารได้น้อย ทำให้ความเข้มข้นของธาตุในเนื้อเยื่อพืชต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม เป็นเหตุให้พืชมีการเจริญ และพัฒนาน้อย

ต้นฟ้าทะลายโจร ชื่อวิทยาศาสตร์ *Andrographis paniculata* (Burm.f.) Wall. Ex Nees เป็นไม้ล้มลุก สูงประมาณ 30-70 เซนติเมตร กิ่งเป็นใบสี่เหลี่ยม ใบเลี้ยงเดี่ยวสีเขียวเข้มเป็นมัน มีดอกออกที่ปลายกิ่งและซอกใบ ดอกย่อยมีกลีบดอกสีขาว โคนกลีบติดกัน ปลายแยกเป็น 2 ปาก ปากบนมี 3 กลีบ และมีเส้นสีม่วงแดงพาดอยู่ ส่วนปากล่างมี 2 กลีบ ลักษณะของผล จะเป็นฝัก เมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาล ภายในมีเมล็ดจำนวนมาก สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนของต้น เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 24-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-80 เปอร์เซ็นต์ สภาพพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,500 เมตร พื้นที่ไม่มีน้ำท่วมขัง เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วน หรือดินร่วนปนทรายที่มีการระบายน้ำดี ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในช่วง 5.5-6.5 ปริมาณน้ำฝนสะสม 1500-3000 มิลลิเมตรต่อปี ฤดูกาลปลูกฟ้าทะลายโจร ฟ้าทะลายโจรสามารถปลูกได้ทุกฤดู แต่ที่เหมาะสมคือ ควรปลูกในช่วงต้นฤดูฝน เพาะเมล็ดจะงอกและเจริญเติบโตดี ถ้าปลูกในฤดูแล้ง ต้นจะเล็กและแตกใบน้อย การปลูกในฤดูแล้งควรเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีและมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น หรือควรมีการจัดการด้านการให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง เพื่อป้องกันการขาดน้ำ การปลูกฟ้าทะลายโจรตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จะรองกันหลุมด้วยปุ๋ยคอก อัตรา 300 กรัมต่อหลุม และใส่ปุ๋ยคอกครั้งที่สองเมื่ออายุ 1 เดือน อัตรา 300 กรัมต่อต้น แบบโรยเป็นแถวขนานกับทรงพุ่ม การเก็บเกี่ยวฟ้าทะลายโจรควรเก็บเกี่ยวในช่วงที่ฟ้าทะลายโจรเริ่มออกดอกจนถึงดอกบาน 50% หรือมีอายุประมาณ 110-150 วัน และเป็นช่วงที่มีสารสำคัญมากที่สุด ผลผลิตสดเฉลี่ย 2,000-3,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีสัดส่วนผลผลิตสดต่อผลผลิตแห้งอัตรา 4 : 1 กิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2555) ลักษณะทางกายภาพและเคมีที่ดีประกอบด้วย ปริมาณความชื้นไม่เกิน 11% w/w ปริมาณสิ่งแปลกปลอมไม่เกิน 2% w/w ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด ไม่เกิน 2.0% w/w ปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอล (85%) ไม่น้อยกว่า 13% w/w สารสกัดด้วยน้ำ ไม่น้อยกว่า 18% w/w (สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2542) ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย กำหนดให้วัดฤทธิbsubสมุนไพร (ส่วนเหนือดินแห้ง) มีสารสำคัญ คือ แล็กโทนรวม (total lactone) โดยคำนวณเป็นแอนโดรกราโฟไลด์ไม่

น้อยกว่าร้อยละ ๖ โดยน้ำหนัก (W/W) และปริมาณแอนโดรกราโฟไลด์ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑ โดยน้ำหนัก (W/W) องค์ประกอบทางเคมี คือ สารประเภทแลคโตน andrographolide, neoandrographolide, deoxyandrographolide, deoxy didehydroandrographolide สารกลุ่มฟลาโวน เช่น aroxylin, wagonin, andrographidine A มีพื้นที่ปลูกมากในจังหวัดนครปฐม ทั้งนี้ ราคาที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ย 36.8 บาท/กิโลกรัม ถ้าอยู่ในรูปแบบผงฟ้าทะลายโจรจะมีราคาเฉลี่ย 300-600 บาท/กิโลกรัม ในขณะที่สารสกัดจากฟ้าทะลายโจรจะมีราคาเฉลี่ย 2,500-3,500 บาท/กิโลกรัม ดังนั้น หากมีการจัดการปุ๋ยเคมีในปริมาณที่เหมาะสมจะสามารถเพิ่มผลผลิตให้เกษตรกรและอาจเพิ่มปริมาณสารสำคัญได้

ต้นกระชายดำ ชื่อวิทยาศาสตร์ *Kaempferia parviflora* Wall. Ex Baker มีลำต้นอยู่ใต้ดิน (rhizome) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าหัว ลักษณะคล้ายขิงหรือขมิ้น แต่มีขนาดเล็กกว่า ใบ เป็นใบเดี่ยว (Simple leaf) รูปกรวย ทางออกบริเวณโคนเหง้า เรียงสลับห่อหุ้มแกนลำต้น เมื่อใบแก่ ก้านใบจะกางแยกออกจากกัน ใบมีลักษณะเป็นรูปรี ปลายใบเป็นติ่งแหลม โคนใบรูปหัวใจ ขอบใบเรียบเป็นคลื่นเล็กน้อย ก้านใบเป็นกาบ สีเขียวอ่อน ใบอ่อนมีมีสีเข้มม่วงอมแดง และเมื่อใบโตแผ่ขยายออกจะค่อยๆ จางเป็นสีเขียว ขอบใบมีแถบเล็กๆ สีแดงใส เส้นแขนงใบขนาน ที่กลางใบเป็นทางสีม่วงอมแดง เรียกว่า เส้นกลางใบ ดอกออกเป็นช่อ ที่เกิดจากลำต้นเหนือดิน หุ้มด้วยกาบใบ 2 ใบ ใบประดับมีกลีบ 2 กลีบ สีเขียวอ่อน ก้านช่อดอกมีสีเขียว ช่อดอกมีดอกประมาณ 10-20 ดอก ดอกที่ปลายยอดจะบานก่อน ดอกที่บานจะประกอบด้วยกลีบดอก 3 กลีบ มีกลีบใหญ่ 1 กลีบ และกลีบเล็ก 2 กลีบ กลีบดอกบริเวณตรงกลางมีสีม่วง ดอกประกอบด้วยเกสรตัวผู้ อับเรณูอยู่ใกล้เกสรตัวเมีย รังไข่มีขนอ่อนปกคลุมและก้านเกสรเป็นรูปเส้นด้าย หัวมีสีเข้มแตกต่างกันสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ (เสริมสกุลและไชยยง, 2549) คือ สายพันธุ์ ใบแดง (มีสีเนื้อในเหง้า สีเข้ม) และสายพันธุ์ใบเขียว (สีเนื้อในเหง้า สีจาง) (เสริมสกุล และคณะ, 2547) เจริญเติบโตและลงหัวได้ดีในดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี พื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล ตั้งแต่ 500-700 เมตร สภาพภูมิอากาศเหมาะสม อุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 60-80 เปอร์เซ็นต์ ฤดูกาลปลูกที่เหมาะสมในการปลูกกระชายดำคือระหว่างเดือนมีนาคม - พฤษภาคม กระชายดำจะเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 10-12 เดือน หรือสังเกตจากใบและลำต้นจะเริ่มเหี่ยวแห้งและหลุดออกจากต้น ส่วนมากจะอยู่ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม ระยะเวลาพักตัวของกระชายดำ เพราะทำให้กระชายดำมีโอกาสสะสมอาหารและตัวยาได้เข้มข้นอย่างเต็มที่ จึงเป็นระยะเก็บเกี่ยวที่ดี ผลผลิตประมาณ 650-900 กก./ไร่ ลักษณะทางกายภาพและเคมีที่ดี ประกอบด้วย ปริมาณน้ำไม่เกิน 10% w/w ปริมาณสิ่งแปลกปลอมไม่เกิน 2% w/w ปริมาณเถ้ารวมไม่เกิน 6% w/w ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดไม่เกิน 2% w/w ปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอล ไม่น้อยกว่า 8% w/w ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ ไม่น้อยกว่า 17% w/w องค์ประกอบทางเคมี คือ เหง้า ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยง่ายมีสาร borneol เป็นองค์ประกอบหลัก สารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) มีประมาณ 23-60 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้งแห้ง 1 กรัม กลุ่มฟลาโวน (flavones) กลุ่มสารแอนโทไซยานิน (antho-cyanins) และสารประกอบฟีนอลิก (phenolic

compounds) อื่นๆ พันธุ์ที่มีเนื้อในเหง้าสีเข้ม จะมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมและสารฟลาโวนอยด์สูงกว่าพันธุ์ที่มีเนื้อในเหง้าสีจาง ส่วนพันธุ์ที่มีเนื้อในเหง้าสีจาง จะมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงกว่าพันธุ์ที่มีสีเข้ม มีพื้นที่ปลูกมากในจังหวัดเพชรบูรณ์ และเลย ราคาจำหน่ายกระชายดำสดอยู่ที่ราคา 55-60 บาทต่อกิโลกรัม ในช่วงเริ่มต้นของการเก็บเกี่ยว และมีราคาเพิ่มขึ้น จนถึง 120 บาทต่อกิโลกรัม ราคากระชายดำอบแห้ง หรือกระชายดำตากแห้งขายส่งที่ราคา 300-400 บาท

ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร (nutrient availability) พิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ประกอบกับการพิจารณาปฏิกิริยาในดิน ซึ่งจะมีผลต่อลักษณะทางเคมีของธาตุอาหารพืชในดินที่อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ขึ้นมาตามปริมาณอินทรีย์วัตถุ ระดับต่ำมีค่า 0.5-1.0 % ระดับปานกลางมีค่า 1.5-2.5 % และระดับสูงมีค่า 3.5-4.5 % ขึ้นมาตามปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ระดับต่ำมีค่า 3-6 ppm ระดับปานกลางมีค่า 10-15 ppm และระดับสูงมีค่า 25-45 ppm และขึ้นมาตามปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ระดับต่ำมีค่า 30-60 ppm ระดับปานกลางมีค่า 60-90 ppm และระดับสูงมีค่า 90-120 ppm จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับฟ้าทะลายโจรของประเทศไทย พบว่า พื้นที่ที่มีความเหมาะสมสูง (S1) ส่วนมากอยู่ในภาคกลาง คิดเป็นร้อยละ 38.39 เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลาง (S2) ส่วนมากอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คิดเป็น 38.47 เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่ที่มีความเหมาะสมเล็กน้อย (S3) ส่วนมากอยู่ในภาคเหนือ คิดเป็น 51.11 เปอร์เซ็นต์ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทราย ไม่ทนต่อสภาพน้ำขังในดิน ซึ่งอาจทำให้เกิดการเน่าและการสะสมโรค เมื่อปลูกในดินตื้น ดินลูกรัง และพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายสูง จะมีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโต การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับกระชายดำของประเทศไทย พบว่า พื้นที่ที่มีความเหมาะสมสูง (S1) ส่วนมากอยู่ในภาคตะวันออก คิดเป็นร้อยละ 39.85 เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลาง (S2) ส่วนมากอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คิดเป็น 48.07 เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่ที่มีความเหมาะสมเล็กน้อย (S3) ส่วนมากอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คิดเป็น 44.31 เปอร์เซ็นต์ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทราย ไม่ทนต่อสภาพน้ำขังในดินเหนียว ซึ่งอาจทำให้เกิดการเน่าและการสะสมโรคของหัวใต้ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2561)

การใส่ปุ๋ยให้แก่พืชในอัตราที่เหมาะสม นอกจากจะช่วยลดเขยอาหารให้แก่ดิน พืชยังสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้นได้ดี (ชวนพิศ, 2542) พืชที่พร้อมสำหรับการออกดอกจำเป็นต้องได้รับปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอจึงส่งผลให้ส่วนของใบพืชชุดสุดท้ายก่อนออกดอกมีการสะสมธาตุอาหารที่มากกว่าช่วงระยะเวลาอื่น ซึ่งสามารถบอกถึงความสมบูรณ์ของพืชก่อนพัฒนาในระยะดอกและผลได้ อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาความต้องการธาตุอาหารในพืชอื่นๆ ได้แก่ การใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 1 เท่า ของความต้องการปุ๋ยตาม ค่าวิเคราะห์ดินทำให้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีผลผลิตไม่แตกต่างจากข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่า สามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีได้ 41 เปอร์เซ็นต์ และให้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้นเป็น 24 เปอร์เซ็นต์ (อุไรวรรณ, 2559) ปริมาณธาตุอาหารในใบชุดสุดท้ายก่อนออกดอกของเงาะโรงเรียนมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนมากที่สุดและมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสน้อยสุด และปริมาณ

ธาตุอาหารแมกนีเซียมในใบที่เพิ่มขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับการชักนำให้เกิดตายอดที่พัฒนาให้เป็นยอดใหม่เพิ่มขึ้น (สุรพล และคณะ, 2559) การใส่ปุ๋ยอัตรา 75 เปอร์เซ็นต์ตามค่าวิเคราะห์ดินและพืช ช่วยให้ปริมาณผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนสูงสุด และลดต้นทุนการผลิตได้ 9.23 เปอร์เซ็นต์ (ทิวาพร และคณะ, 2558) การใส่ปุ๋ย 1.25 เท่าของอัตราประเมินความต้องการธาตุอาหารในมันฝรั่ง สามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยได้ 27 เปอร์เซ็นต์ ลดต้นทุนปุ๋ยได้ 20 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 6 เปอร์เซ็นต์ (ทิวาพร และคณะ, 2560) การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ข้าวสาลี จะส่งผลทำให้ดัชนีพื้นที่ใบและจำนวนเมล็ดต่อช่อของ ข้าวสาลีเพิ่มมากขึ้น (Jannie and Jacob, 2007) เช่นเดียวกับ Malnou et al. (2000) การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนให้มากขึ้นในซูการ์บีท ทำให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและการสะสมน้ำหนักรวมเพิ่มขึ้น Julie et al. (2010) กล่าวว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในต้นข้าวโพด ให้ผลผลิตเฉลี่ย 8.44 ตันต่อเฮกแตร์ สูงกว่าวิธีแบบเกษตรกร ยุทธนาและคณะ (2559) ทดสอบการจัดการธาตุอาหารในสวนลำไย พบว่าการใส่ปุ๋ยจากการวิเคราะห์ดินและจากการใช้ปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิต (crop removal) สามารถลดต้นทุนลงได้ 40-50 % โดยไม่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร ในส่วนของพืชสมุนไพรมะนาว พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีให้แก่มันชัน สูตร 13-13-21 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตขมิ้นชันได้ (กองวิจัยพืชสมุนไพร, 2533) การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ให้แก่มันชันเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลผลิตน้ำหนักรวมและแห้งมีค่าเพิ่มมากขึ้น รวมถึงปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในเหง้ามันชันมีค่าเพิ่มมากขึ้น (พนิดา, 2547) การปลูกขิงโดยเลือกใช้หัวที่มีขนาดน้ำหนักประมาณ 40 กรัม และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 140 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ช่วยเพิ่มผลผลิตของเหง้าขิงได้สูงสุด (Asafa and Akanbi, 2018) เหง้าของขิงส่วนใหญ่จะมีการใช้ธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมจนหมด ใช้ธาตุฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมในระดับปานกลาง และใช้ธาตุแคลเซียมน้อย การพัฒนาของขิงจะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ การเจริญเติบโตทางลำต้น (90-120 วันหลังปลูก) การพัฒนาทางลำต้น (120-180 วันหลังปลูก) และระยะเกี่ยวของใบ (180 วันหลังปลูก) โดยเป็นช่วงที่มีการพัฒนาของเหง้าขิงจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ทั้งนี้การใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบจะสูงมากจนถึงอายุ 180 วันหลังปลูก และจะเริ่มลดลง ในขณะที่การใช้ธาตุอาหารในหัวจะเริ่มเพิ่มขึ้นจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ในส่วนของขมิ้นชัน พบว่าระยะการใช้ปุ๋ยสูงสุดจะพบในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น โดยจะใช้ใบแผ่นที่ 3 จากยอด เป็นใบดัชนี (index leaf) สำหรับเก็บวิเคราะห์ธาตุอาหาร เลือกใช้ที่อายุ 90-120 วันหลังปลูก (Dinesh et al., 2012) Arrobas และคณะ (2018) มีการศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต (crop nutrient removal) ในต้นสัระแห่น พบว่าปริมาณไนโตรเจนมีผลต่อการให้ผลผลิต อัตราที่เหมาะสมของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม จะอยู่ในช่วง 32.0 – 42.0, 1.2 – 4.5, 10.0 – 30.0, 7.0 – 23.0 และ 4.0 – 10.0 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาสุวิทย์ และคณะ (2561) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนมีการสูญเสียไปกับผลผลิตใบมะกรูดมากที่สุด รองลงมาคือปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม คือ 297.9 มิลลิกรัม 8.7 มิลลิกรัม และ 119.2 มิลลิกรัม ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยทุกชนิดจำเป็นต้องคำนึงถึงความคุ้มค่า และการตอบสนองของพืช

ตลอดจนคุณภาพของผลผลิต โดยการให้ปุ๋ยควรพิจารณาถึงธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน การสูญเสียธาตุอาหารทางดินและศักยภาพของพืชในการดูดใช้ธาตุอาหารด้วย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลกระทบต่อเชิงเศรษฐศาสตร์

เกษตรกรมีค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนค่าปุ๋ยอินทรีย์และหรือเคมีที่ลดลงในพื้นที่ปลูกเท่าเดิมจากการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชสมุนไพรฟ้าทะลายโจรและกระชายดำด้วยวิธีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินและพืช เพื่อประเมินความต้องการปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิต การให้ปุ๋ยตามความต้องการของพืชที่เหมาะสมช่วยลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรได้

ผลกระทบต่อเชิงสังคม

เกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการผลิตพืชสมุนไพรตามหลักการผลิตพืชที่เหมาะสม ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนภายในกลุ่มเกษตรกร มีการสร้างแปลงสาธิต เป็นแหล่งเรียนรู้ภายในชุมชน พัฒนาเป็นแปลงต้นแบบเพื่อรองรับการศึกษาดูงานของกลุ่มเกษตรกรอื่นๆ ทั้งหน่วยงานภาครัฐ และเอกชน ทำให้เกิดรายได้ภายในชุมชนมากขึ้น

การพัฒนาเทคโนโลยี

การจัดการปุ๋ยที่ถูกต้องตามความต้องการของพืชสมุนไพรฟ้าทะลายโจรและกระชายดำ เป็นแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตด้านเกษตรกรรม การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและพืชในพื้นที่แตกต่างกันและนำมาเปรียบเทียบกับผลผลิตพืชสมุนไพร จะเป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนดชั้นความเหมาะสมการใช้ที่ดินในการปลูกพืชสมุนไพรสำหรับการจัดการพื้นที่ระดับมหภาคได้ เช่น Agri map เพื่อเป็นข้อมูลทางวิชาการสำหรับเผยแพร่ให้กับเกษตรกรผู้ที่ต้องการใช้ประโยชน์ในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

สถานที่ดำเนินการวิจัย/ขนาดพื้นที่

สถาบันวิจัยพืชสวน ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ และแปลงเกษตรกรปลูกพืชสมุนไพรต้นฟ้าทะลายโจร และต้นกระชายดำ

วิธีดำเนินการวิจัย

แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาความต้องการธาตุอาหารต่อผลผลิตฟ้าทะลายโจร

1. สํารวจและคัดเลือกแปลงเกษตรกรผู้ปลูกฟ้าทะลายโจร จำนวน 10 แปลง และเก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการด้านเกษตรกรรม เช่น การใส่ปุ๋ยเคมี การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น
2. เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองของแปลงปลูกฟ้าทะลายโจร วิเคราะห์สมบัติดินทางเคมี ได้แก่ สภาพกรดต่างแสดงค่าพีเอช (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM เป็นตัวชี้วัดไนโตรเจนในดิน) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ธาตุอาหารเสริมในดิน และด้านกายภาพของดิน ได้แก่ เนื้อดิน (หน่วยวิเคราะห์วิจัยดินพืชและวัสดุเกษตร, 2562)
3. เก็บตัวอย่างต้นฟ้าทะลายโจรจำนวน 3 ระยะ ได้แก่ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น อายุ 14-16 สัปดาห์หลังปลูก (vegetative stage) ระยะก่อนออกดอก อายุ 17-21 สัปดาห์หลังปลูก (pre-flowering stage) และ ระยะการพัฒนาของเมล็ด อายุ 23 สัปดาห์หลังปลูก (seed formation stage) แปลงละ 50 ต้นต่อครั้ง แยกตัวอย่างพืชออกเป็นส่วนของ ลำต้น ใบ ราก และ เมล็ด เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในพืช
4. ประเมินความต้องการธาตุอาหารพืชของฟ้าทะลายโจรเพื่อสร้างผลผลิต ที่ได้จากการวิเคราะห์พืช

การบันทึกข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ดิน ได้แก่ สมบัติดินทางเคมี และเนื้อดิน
2. ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในพืช
3. การใส่ปุ๋ย/สารปรับปรุงดิน และการดูแลแปลงของเกษตรกร
4. น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของผลผลิตฟ้าทะลายโจร

สถานที่ดำเนินงาน

สถาบันวิจัยพืชสวน และแปลงเกษตรกรผู้ปลูกฟ้าทะลายโจร

การทดลองที่ 2 ศึกษาความต้องการธาตุอาหารต่อผลผลิตกระชายดำ

1. สํารวจและคัดเลือกแปลงเกษตรกรผู้ปลูกกระชายดำ จำนวน 10 แปลง และเก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการด้านเกษตรกรรม เช่น การใส่ปุ๋ยเคมี การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น
2. เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองของแปลงปลูกกระชายดำ วิเคราะห์สมบัติดินทางเคมี ได้แก่ สภาพกรดต่างแสดงค่าพีเอช (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM เป็นตัวชี้วัด

ไนโตรเจนในดิน) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ธาตุอาหารเสริมในดิน และด้านกายภาพของดิน ได้แก่ เนื้อดิน และความหนาแน่นรวม (หน่วยวิเคราะห์ วิจัยดินพืชและวัสดุเกษตร, 2562)

3. เก็บตัวอย่างกระชายดำ จำนวน 3 ระยะ ได้แก่ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น อายุ 4-5 เดือน หลังปลูก ระยะพัฒนาการทางลำต้น อายุ 7-8 เดือนหลังปลูก และ ระยะเก็บเกี่ยว อายุ 10-12 เดือน หลังปลูก แปลงละ 50 ต้นต่อครั้ง แยกตัวอย่างพืชออกเป็นส่วนของ ลำต้น ใบ ราก และ หัวเหง้า เพื่อ วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในพืช

4. ประเมินความต้องการธาตุอาหารพืชของกระชายดำเพื่อสร้างผลผลิต ที่ได้จากการวิเคราะห์พืช

การบันทึกข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ดิน ได้แก่ สมบัติดินทางเคมี เนื้อดิน และความหนาแน่นรวม
2. ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในพืช
3. การใส่ปุ๋ย/สารปรับปรุงดิน และการดูแลแปลงของเกษตรกร
4. น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของผลผลิตกระชายดำ

สถานที่ดำเนินงาน

สถาบันวิจัยพืชสวน ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ และแปลงเกษตรกรผู้ปลูกกระชายดำ

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ความต้องการธาตุอาหารต่อผลผลิตฟ้ายะลวย

1.1 ข้อมูลพื้นฐานการผลิตฟ้ายะลวยของเกษตรกรในจังหวัดนครปฐมและปราจีนบุรี

จากการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกฟ้ายะลวยในจังหวัดนครปฐม ส่วนใหญ่ไม่เป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกร มีพื้นที่ปลูกรายละเอียดประมาณ 1.25 - 7 ไร่ นิยมปลูกฟ้ายะลวยพันธุ์พื้นเมือง โดยใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีอายุไม่เกิน 26 สัปดาห์หลังจากเก็บเมล็ดจากแปลงปลูก และก่อนนำเมล็ดลงปลูกจะคลุกเมล็ดด้วยสารป้องกันกำจัดโรคและแมลง ฤดูที่ปลูกคือช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ขั้นตอนการเตรียมดินจะใช้วิธีไถพรวนดินและยกร่อง ร่องแปลงปลูกมีระยะตั้งแต่ 1.2×1.2 เมตร 1.2×0.5 เมตร และ 2.0×0.5 เมตร ขึ้นอยู่กับพื้นที่ของเกษตรกรแต่ละราย นอกจากนี้ เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกฟ้ายะลวยเป็นพืชหลักและมีบางส่วนปลูกเป็นพืชแซม เช่น ปลูกแซมต้นข้าวโพด และผัก เป็นต้น รูปแบบการให้น้ำเป็นแบบฉีดฝอย (sprinkler) สำหรับการให้ปุ๋ยส่วนใหญ่เริ่มให้ปุ๋ยเมื่อฟ้ายะลวยมีอายุ 5 สัปดาห์หลังปลูก โดยให้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 หรือปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ผสมกับสูตร 15-15-15 แบ่งใส่จนฟ้ายะลวยมีอายุ 13 สัปดาห์ และเกษตรกรบางรายใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 18-8-8 เมื่อฟ้ายะลวยอายุ 8 สัปดาห์ การใช้สารป้องกันกำจัดโรคและแมลงรวมทั้งสารกำจัดวัชพืช จะมีการใช้เมื่อฟ้ายะลวยมีอายุ 5 สัปดาห์ขึ้นไป เกษตรกรจะเก็บผลผลิตฟ้ายะลวย อายุประมาณ 15 - 22 สัปดาห์ มีรูปแบบการเก็บ 2 แบบ คือ ตัดทั้งต้นและตัดเฉพาะส่วนยอด หลังจากนั้นนำฟ้ายะลวยแต่ละส่วนตากแดดประมาณ 6 ชั่วโมง เพื่อให้แห้ง และบรรจุใส่กระสอบหรือถุงพลาสติก ผลผลิตฟ้ายะลวยจะได้น้ำหนักสดประมาณ 600-1,800 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับการตลาด เกษตรกรจะขายฟ้ายะลวยแห้งแบบแบ่งเกรด (A, B, C) โดยไม่มีการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ การจำหน่ายผลผลิตเกรด A จะนำส่งโรงงานโดยตรง ผลผลิตเกรด B และ C จะจำหน่ายที่ตลาดหรือที่บ้านเกษตรกรเอง ปัญหาด้านการตลาด พบว่า เกษตรกรบางส่วนกล่าวว่าราคาฟ้ายะลวยยังคงมีราคาถูก

เกษตรกรผู้ปลูกฟ้ายะลวยในจังหวัดปราจีนบุรี เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลวังท่าช้าง และกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์บ้านเขาไม้แก้ว และมีเกษตรกรจำนวนหนึ่งได้รับการรับรองมาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ (Organic Thailand) จากกรมวิชาการเกษตร มีพื้นที่ปลูกรายละเอียดประมาณ 0.5 - 3 ไร่ วิธีการปลูกจะใช้ส่วนเมล็ดในการปลูก เมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่ได้มาจากโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร ฤดูที่ปลูกคือช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน ขั้นตอนการเตรียมดินจะใช้วิธีไถพรวนดินพร้อมกับใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก และยกร่องปลูก มีการปลูก 2 แบบ คือแบบหว่านเมล็ด และแบบเพาะกล้าก่อนย้ายปลูกเมื่ออายุประมาณ 2 - 4 สัปดาห์ เว้นระยะปลูกระหว่างต้นประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร ส่วนใหญ่ปลูกฟ้ายะลวยเป็นพืชหลัก การให้น้ำเป็นแบบฉีดฝอย (sprinkler) สำหรับการใส่ปุ๋ย จะใช้ปุ๋ยอินทรีย์เท่านั้น ประกอบด้วย ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมัก เริ่มใส่ปุ๋ยเมื่อฟ้ายะลวยมีอายุประมาณ 4 - 5 สัปดาห์ สำหรับการจัดการโรคและแมลง ส่วนใหญ่ไม่มีการใช้สารป้องกันหรือกำจัดโรคและ

แมลง แต่มีเกษตรกรบางส่วนใช้ชีวภัณฑ์เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการป้องกันและกำจัดโรค การเก็บผลผลิต จะเก็บฟัทยะลายโจรเมื่ออายุประมาณ 9 – 17 สัปดาห์ โดยเก็บส่วนเหนือดินทั้งหมดที่สูงจากพื้นประมาณ 5 - 15 เซนติเมตร ขึ้นไป นำไปทำความสะอาด และสับให้เป็นชิ้นเล็กกลง จากนั้นนำฟัทยะลายโจรตากแดดประมาณ 72 ชั่วโมง และนำเข้าสู่ตูบ อุณหภูมิ 70 – 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และบรรจุใส่ถุงพลาสติกหนา 2 ชั้น ผลผลิตฟัทยะลายโจรจะได้น้ำหนักแห้งประมาณ 150 - 200 กิโลกรัมต่อไร่ ปัญหาด้านการผลิต พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่พบปัญหาเกี่ยวกับวัชพืช และบางส่วนมีปัญหาเรื่องการตาก โรงตากไม่เพียงพอ และไม่มีเครื่องมือสับ สำหรับการตลาด เกษตรกรจะขายฟัทยะลายโจรแห้งราคากิโลกรัมละ 110 – 250 บาท ตามปริมาณสารสำคัญ โดยจะส่งขายให้กับโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร และในส่วนของประเด็นเพิ่มเติม คือจะมีการตรวจวิเคราะห์หาโลหะหนักจากน้ำที่ใช้รดฟัทยะลายโจร

1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของดินในแปลงปลูกฟัทยะลายโจร

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของดินในช่วงก่อนและหลังการทดลอง พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่สำหรับปลูกฟัทยะลายโจรของเกษตรกรในจังหวัดนครปฐมและจังหวัดปราจีนบุรี มีค่าพีเอชในแปลงปลูกเป็นด่างเล็กน้อย (pH 7.51) สภาพดินไม่เป็นดินเค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินระดับปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับสูงมาก มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับสูงถึงสูงมาก ในส่วนของปริมาณธาตุอาหารรอง พบว่า มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับสูง มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับปานกลาง มีปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ระดับขาดแคลน (ตารางที่ 1) และปริมาณธาตุอาหารเสริม พบว่า มีปริมาณโบรอนที่สกัดได้ระดับปานกลาง มีปริมาณทองแดง เหล็ก แมงกานีส และสังกะสีที่สกัดได้ระดับสูงมาก นอกจากนี้พื้นที่ส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วน (ตารางที่ 2) จากการคัดเลือกแปลงเกษตรกรปลูกฟัทยะลายโจร จำนวน 10 แปลง ในจังหวัดนครปฐมและปราจีนบุรี มีผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ตัวอย่างดินแปลง คุณสมชาย ลาวณิชย์วิสุทธิ ตำบลสระพัฒนา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเป็นกลาง (pH 6.97) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง (2.26%) ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีปริมาณสูงมาก โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณสูง ขณะที่ธาตุอาหารรอง พบว่าแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับปานกลาง แต่กำมะถันที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก และธาตุอาหารเสริม พบว่ามีเหล็กและแมงกานีสที่สกัดได้สูงมาก ทองแดงที่สกัดได้สูง และสังกะสีที่สกัดได้ปานกลาง การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ปฏิกริยาดินลดลงแต่อยู่ในระดับกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีระดับสูงมาก โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นในระดับที่สูงมาก มีแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงแต่อยู่ในระดับปานกลางและไม่พบกำมะถัน (ตารางที่ 1) ในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า มีอยู่ในระดับเดียวกันกับการวิเคราะห์ก่อนการทดลอง และมีเนื้อดินเป็นดินร่วน (Loam) (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างดินแปลง คุณบุญช่วย สระทองอินทร์ ตำบลกระต๊อบ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเป็นด่างเล็กน้อย (pH 7.71) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง (2.27%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่ามีปริมาณสูงมาก ขณะที่ธาตุอาหารรองที่พืชใช้ประโยชน์ได้ พบว่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง แต่กำมะถันที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่ามีเหล็กและสังกะสีที่สกัดได้ปานกลาง แมงกานีสที่สกัดได้สูง และทองแดงที่สกัดได้ค่อนข้างสูง การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ปฏิกริยาดินเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับต่างปานกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นแต่อยู่ในระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นมีปริมาณสูงมาก แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง กำมะถันที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก (ตารางที่ 1) ในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า เหล็กและทองแดงมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระดับสูง และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว (Clay Loam) (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างดินแปลง คุณหนูแดง อ่ำเย็น ตำบลสระพัฒนา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเป็นด่างปานกลาง (pH 8.06) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำ (1.16%) ปริมาณธาตุอาหารหลักที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีปริมาณสูงมาก แต่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ ขณะที่ธาตุอาหารรองที่พืชใช้ประโยชน์ได้ พบว่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ค่อนข้างสูง และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง แต่กำมะถันที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่ามีเหล็กและสังกะสีที่สกัดได้ปานกลาง แมงกานีสและทองแดงที่สกัดได้สูง การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ปฏิกริยาดินลดลงอยู่ในระดับต่างปานกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีปริมาณสูงมาก มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นในระดับปานกลาง แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ค่อนข้างสูง และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง แต่กำมะถันที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 1) และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่าสังกะสีมีค่าลดลงอยู่ในระดับต่ำ แต่เหล็ก แมงกานีสและทองแดงมีค่าอยู่ในระดับสูงมาก และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt Loam) (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างดินแปลง คุณสุทิน บัวดารา ตำบลกระต๊อบ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเป็นกลาง (pH 7.25) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำ (1.17%) ปริมาณธาตุอาหารหลักที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีปริมาณสูงมาก แต่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ ขณะที่ธาตุอาหารรองที่พืชใช้ประโยชน์ได้ พบว่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง แต่แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ และกำมะถันที่สกัดได้ต่ำมาก และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่ามีเหล็กและแมงกานีสที่สกัดได้สูง สังกะสีที่สกัดได้ปานกลาง และทองแดงที่สกัดได้ต่ำ การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ปฏิกริยาดินเพิ่มขึ้นเป็นด่างเล็กน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นในระดับปานกลาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปริมาณสูงมาก แต่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับต่ำ แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับปานกลาง แต่แมกนีเซียมที่

แลกเปลี่ยนได้ต่ำ และกำมะถันที่สกัดได้ต่ำมาก (ตารางที่ 1) ในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่ามีเหล็ก และแมงกานีสเพิ่มขึ้นในระดับสูงมาก สังกะสีเพิ่มขึ้นในระดับสูง และทองแดงเพิ่มขึ้นระดับปานกลาง และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างดินแปลง คุณรัชกร ลาวัณย์วิสุทธิ ตำบลกระต๊อบ อำเภอกำแพงแสน จังหวัด นครปฐม การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเป็นด่างปานกลาง (pH 8.12) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง (2.30%) ปริมาณธาตุอาหารหลักที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ ฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์พบว่ามีปริมาณสูงมาก และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง ขณะที่ธาตุอาหารรองที่พืชใช้ประโยชน์ได้ พบว่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง และกำมะถันที่สกัดได้สูงมาก และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่ามีแมงกานีสที่สกัดได้สูง สังกะสีที่สกัดได้ปานกลาง ทองแดงที่สกัดได้ค่อนข้างต่ำ และเหล็กที่สกัดได้ต่ำ การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ปฏิกริยาดินลดลงแต่อยู่ในระดับต่างปานกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงเล็กน้อยอยู่ในระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมากสูง มีแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง กำมะถันลดลงอยู่ในระดับขาดแคลน (ตารางที่ 1) และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า มีแมงกานีสที่สกัดได้สูงมาก สังกะสีที่สกัดได้ปานกลาง ทองแดงและเหล็กที่สกัดได้สูง และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วน (Loam) (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างดินแปลง คุณสอน คำแก้ว ตำบลวังท่าช้าง อำเภอกบินบุรี จังหวัดปราจีนบุรี การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเป็นด่างเล็กน้อย (pH 7.55) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง (3.07%) ปริมาณธาตุอาหารหลักที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์พบว่ามีปริมาณสูงมาก และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง ขณะที่ธาตุอาหารรองที่พืชใช้ประโยชน์ได้ พบว่าแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง แต่กำมะถันที่สกัดได้ต่ำมาก และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่ามีเหล็ก แมงกานีสและสังกะสีที่สกัดได้สูงมาก ทองแดงที่สกัดได้สูง การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ปฏิกริยาดินเป็นด่างเล็กน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์พบว่ามีปริมาณสูงมาก และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง กำมะถันเพิ่มขึ้นแต่อยู่ในระดับขาดแคลน (ตารางที่ 1) และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่าเหล็ก แมงกานีส ทองแดงและสังกะสีที่สกัดได้สูงมาก และดินมีเนื้อดินเป็นดินทรายร่วน (Loamy Sand) (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างดินแปลง คุณจินตนา สี่มา ตำบลวังท่าช้าง อำเภอกบินบุรี จังหวัดปราจีนบุรี การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเป็นด่างเล็กน้อย (pH 7.65) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมาก (5.37%) ปริมาณธาตุอาหารหลักที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่ามีปริมาณสูงมาก ขณะที่ธาตุอาหารรองที่พืชใช้ประโยชน์ได้ พบว่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง และกำมะถันที่สกัดได้ปานกลาง และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่ามีเหล็กที่สกัดได้ปานกลาง แมงกานีส ทองแดงและสังกะสีที่สกัดได้สูงมาก การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ปฏิกริยาดินเป็นด่างเล็กน้อย

ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมาก ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณสูงมาก แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง และกำมะถันอยู่ในระดับเพียงพอ (ตารางที่ 1) และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า เหล็กเพิ่มขึ้นในระดับสูง แมงกานีส ทองแดงและสังกะสีเพิ่มขึ้นในระดับสูงมาก และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วน (Loam) (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างดินแปลง คุณสายชล จันทร์แก้ว ตำบลวังท่าช้าง อำเภอกบินบุรี จังหวัดปราจีนบุรี การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเป็นกลาง (pH 7.31) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง (2.08%) ปริมาณธาตุอาหารหลักที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีปริมาณต่ำ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมาก ขณะที่ธาตุอาหารรองที่พืชใช้ประโยชน์ได้ พบว่าแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง และกำมะถันที่สกัดได้ต่ำมาก และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่ามีเหล็กและแมงกานีสที่สกัดได้สูงมาก ทองแดงที่สกัดได้ปานกลาง และสังกะสีที่สกัดได้ต่ำมาก การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ปฏิกริยาดินลดลงแต่อยู่ในระดับเป็นกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นอยู่ในปริมาณค่อนข้างต่ำ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมาก แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง และไม่พบกำมะถัน (ตารางที่ 1) และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่ามีเหล็กและแมงกานีสที่สกัดได้สูงมาก ทองแดงและสังกะสีอยู่ในระดับสูง และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างดินแปลง คุณสุนทร คมคาย ตำบลเขาไม้แก้ว อำเภอกบินบุรี จังหวัดปราจีนบุรี การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเป็นกลาง (pH 7.23) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง (2.45%) ปริมาณธาตุอาหารหลักที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง ขณะที่ธาตุอาหารรองที่พืชใช้ประโยชน์ได้ พบว่าแคลเซียม แมกนีเซียมและกำมะถันที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่ามีเหล็ก แมงกานีส ทองแดงและสังกะสีที่สกัดได้สูงมาก การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ปฏิกริยาดินเพิ่มขึ้นเป็นด่างเล็กน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง กำมะถันลดลงอยู่ในระดับขาดแคลน (ตารางที่ 1) และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า เหล็ก แมงกานีส ทองแดงและสังกะสีเพิ่มขึ้นในระดับสูงมาก และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) (ตารางที่ 2)

ตัวอย่างดินแปลง คุณจิรัฏฐ์ ทิพย์วงษ์ทอง ตำบลวังท่าช้าง อำเภอกบินบุรี จังหวัดปราจีนบุรี การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเป็นกลาง (pH 7.29) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง (2.25%) ปริมาณธาตุอาหารหลักที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง ขณะที่ธาตุอาหารรองที่พืชใช้ประโยชน์ได้ พบว่าแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง และกำมะถันที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมาก และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่ามีเหล็ก ทองแดงและสังกะสีที่สกัดได้สูงมาก และแมงกานีสที่สกัดได้สูง การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ปฏิกริยาดินลดลงอยู่ในระดับเป็นกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

เพิ่มขึ้นเล็กน้อยอยู่ระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลงแต่อยู่ในระดับสูง และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง และกำมะถันอยู่ในระดับขาดแคลน (ตารางที่ 1) และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่ามีเหล็ก แมงกานีส และทองแดงอยู่ในระดับสูงมาก และสังกะสีอยู่ในระดับสูง และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) (ตารางที่ 2)

1.3 สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีของดินกับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจร

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีของดินกับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจร ศึกษาในระยะเวลาเจริญเติบโตทางลำต้นอายุ 14 - 16 สัปดาห์หลังปลูก เนื่องจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตฟ้าทะลายโจรจะเก็บเกี่ยวต้นส่วนเหนือดินทั้งหมดในช่วงอายุ 18 สัปดาห์หลังปลูกจนถึงช่วงออกดอกไม่เกิน 50% (ตารางที่ 3) พบว่า ค่าพีเอชกับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจรมีความสัมพันธ์กันในเชิงตรงกันข้ามอยู่ในระดับน้อย แสดงให้เห็นว่าไม่มีผลต่อผลผลิต เนื่องจากพื้นที่ที่เกษตรกรปลูกฟ้าทะลายโจรมีค่าพีเอชอยู่ในระดับที่เป็นกลางถึงด่างปานกลาง ทั้งนี้ หากปฏิกิริยาดินมีค่าเป็นต่างมากขึ้นอาจส่งผลให้ผลผลิตลดลงได้ ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) กับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจรมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับน้อย เนื่องจากพื้นที่ปลูกฟ้าทะลายโจรมีค่าการนำไฟฟ้าในดินค่อนข้างต่ำหรือดินไม่มีความเค็มจึงไม่ส่งผลกระทบต่อพืช ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินกับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจรมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับสูง ($r = 0.898$) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจรได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 80.61% (ภาพที่ 1) แสดงให้เห็นว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีผลต่อผลผลิต เนื่องจากพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่มีอินทรีย์วัตถุในระดับปานกลาง อินทรีย์วัตถุจะเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารแก่พืชที่สำคัญ คือ ไนโตรเจน ช่วยดูดยึดธาตุอาหารไม่ให้สูญเสียไปจากดิน หากมีการเพิ่มเติมอินทรีย์วัตถุในดินในช่วงระยะเวลาเจริญเติบโตทางลำต้นจะทำให้ได้ผลผลิตฟ้าทะลายโจรเพิ่มขึ้นได้ นอกจากนี้ การเปรียบเทียบค่ามาตรฐานปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินกับผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของเกษตรกร พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินระดับค่อนข้างต่ำ (1.1 - 1.5%) มีน้ำหนักแห้งระหว่าง 10.08 - 10.38 กรัมต่อต้น ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินระดับปานกลาง (1.6 - 2.5%) มีน้ำหนักแห้งระหว่าง 11.22 - 22.13 กรัมต่อต้น ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินระดับค่อนข้างสูง (2.6 - 3.5%) มีน้ำหนักแห้งประมาณ 27.06 กรัมต่อต้น และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินระดับสูงมาก ($> 4.5\%$) มีน้ำหนักแห้งประมาณ 34.55 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 4) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.8321$) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจรได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 53.63% (ภาพที่ 2) เกี่ยวข้องในระยะเวลาเจริญเติบโตทางลำต้นของฟ้าทะลายโจรที่มีการดูแลใช้โพแทสเซียมในดิน ถ้าพืชได้รับมากขึ้นจะส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตมาก

ขึ้น เนื่องจากธาตุอาหารโพแทสเซียมมีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีน การสังเคราะห์ด้วยแสง และการเปิดปิดปากใบ การเปรียบเทียบค่ามาตรฐานปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของเกษตรกร พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับต่ำมาก (< 30 mg/kg) มีน้ำหนักแห้งประมาณ 17.27 กรัมต่อต้น ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับต่ำ (30 - 60 mg/kg) มีน้ำหนักแห้งระหว่าง 10.08 - 10.38 กรัมต่อต้น ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับสูง (90 - 120 mg/kg) มีน้ำหนักแห้งระหว่าง 13.14 - 27.06 กรัมต่อต้น และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับสูงมาก (> 120 mg/kg) มีน้ำหนักแห้งระหว่าง 11.12 - 34.55 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 5) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.779$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของฟ้ายะลวยโจรสได้ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 60.69% (ภาพที่ 3) แสดงว่าต้นฟ้ายะลวยโจรสมีการดูดใช้แมกนีเซียมในดินสำหรับสร้างผลผลิตในระยะการเจริญเติบโต ถ้าพืชได้รับมากจะส่งเสริมให้ได้ผลผลิตมากขึ้น เนื่องจากแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ช่วยควบคุมสภาพความเป็นกรดต่างในเซลล์พืช ในดินที่มีค่าพีเอชเป็นกลางหรือต่างทำให้แมกนีเซียมมีความเป็นประโยชน์สูง การเปรียบเทียบค่ามาตรฐานปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับผลการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของเกษตรกร พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับต่ำ (36 - 120 mg/kg) มีน้ำหนักแห้งประมาณ 10.38 กรัมต่อต้น ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับปานกลาง (120 - 360 mg/kg) มีน้ำหนักแห้งระหว่าง 10.08 - 27.06 กรัมต่อต้น ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับสูง (360 - 960 mg/kg) มีน้ำหนักแห้งประมาณ 34.55 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 6) ปริมาณธาตุอาหารเสริมที่สกัดได้ ได้แก่ โบรอน มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.798$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณโบรอนสามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของฟ้ายะลวยโจรสได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 63.31% (ภาพที่ 4) แสดงว่าต้นฟ้ายะลวยโจรสมีการดูดใช้โบรอนมาช่วยในการเจริญเติบโตทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากโบรอนจะช่วยให้พืชดูดน้ำและใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนและการแบ่งเซลล์ สำหรับธาตุอาหารพืชอื่นๆ ในดินกับน้ำหนักแห้งของต้นฟ้ายะลวยโจรสมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับน้อย อย่างไรก็ตาม ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินจะขึ้นกับค่า pH ของดิน เมื่อค่า pH ของดินต่ำกว่า 6.8 จะมีฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ที่พืชดูดใช้ได้ง่ายอยู่มาก แต่ถ้าค่า pH ในดินสูงกว่า 7.2 ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปที่พืชดูดใช้ได้ยากเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในสภาพแปลงปลูกต้นฟ้ายะลวยโจรสของเกษตรกรจะอยู่ในระดับที่เป็นกลางถึงต่างปานกลาง อาจส่งผลให้พืชดูดไปใช้ได้ยากขึ้น

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลองในแปลงปลูกฟ้าทะลายโจร

แปลง เกษตรกร	pH (1:1)		EC _e (dS/m) ¹		OM (%) ²		P (mg/kg) ³		K (mg/kg) ⁴		Ca (mg/kg) ⁴		Mg (mg/kg) ⁴		S (mg/kg) ⁵	
	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง
คุณสมชาย	6.97	6.55	0.47	0.33	2.26	1.98	141.64	87.22	92.67	130.18	1934.18	1733.67	231.15	157.44	4.43	ND
คุณบุญช่วย	7.71	7.94	0.54	0.56	2.27	2.41	90.31	124.30	126.22	169.23	2878.68	3414.35	313.34	230.69	2.17	5.48
คุณหนูแดง	8.06	7.90	0.49	0.47	1.16	1.28	111.54	113.80	55.66	87.54	2233.85	2521.52	184.02	192.38	4.77	4.85
คุณสุทิน	7.25	7.61	1.09	0.43	1.18	1.59	264.84	218.10	44.14	44.11	1410.16	1584.81	116.16	112.91	4.29	1.67
คุณรัชชก	8.12	8.09	0.82	0.58	2.3	2.15	115.54	90.10	103.49	125.80	3815.02	5593.25	189.72	190.75	13.66	3.39
คุณสอน	7.55	7.47	0.65	0.84	3.07	3.29	230.04	227.29	97.33	38.15	1254.61	1484.22	262.17	305.91	2.86	5.22
คุณจินตนา	7.65	7.81	1.24	0.89	5.37	5.82	388.64	502.56	446.19	504.46	6952.89	9880.17	554.05	649.26	9.08	7.80
คุณสายชล	7.31	7.09	0.26	0.33	2.08	2.14	4.57	6.75	17.05	17.44	1563.28	1853.16	133.05	125.24	4.02	ND
คุณสุนทร	7.23	7.50	0.61	0.62	2.45	2.33	1273.07	1201.21	90.51	93.64	1893.31	2613.33	285.02	252.63	6.82	5.70
คุณจิรภัฏ	7.29	7.11	0.42	0.55	2.25	2.34	57.6	31.35	90.63	80.00	1002.93	1159.16	332.82	261.06	2.38	4.78
ค่าเฉลี่ย	7.51	7.51	0.66	0.56	2.44	2.53	267.78	260.27	116.39	129.06	2493.89	3183.76	260.15	247.83	5.45	4.86

วิธีวิเคราะห์

1 = Saturated paste extraction, EC meter, 2 = Walkley and Black, 3 = Bray II extraction, Spectroscopy, 4 = NH₄OAc extraction, Atomic spectroscopy, 5 = Acetata-acetic extraction, Turbidimetric

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินและสมบัติทางกายภาพของดินก่อนและหลังการทดลองในแปลงปลูกฟ้าทะลายโจร

แปลง เกษตรกร	B (mg/kg) ¹		Cu (mg/kg) ²		Fe (mg/kg) ²		Mn (mg/kg) ²		Zn (mg/kg) ²		Na (mg/kg) ³		Cl (mg/kg) ⁴		Texture ⁵	
	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
คุณสมชาย	0.99	1.20	1.40	1.93	52.56	119.03	43.97	105.43	2.16	2.87	7.84	13.18	66.03	62.73	Loam	Loam
คุณบุญช่วย	0.91	1.50	1.27	1.67	14.29	23.02	26.35	49.31	1.32	1.62	10.49	7.06	66.03	75.93	Clay Loam	Clay Loam
คุณหนูแดง	0.98	1.07	1.98	3.09	14.07	35.29	22.55	50.76	1.11	1.08	8.69	13.94	42.92	69.33	Silt Loam	Silty Clay Loam
คุณสุทิน	0.21	0.71	0.78	1.15	24.99	50.68	23.49	38.83	2.95	3.57	1.22	7.89	59.43	85.84	Sandy Loam	Sandy Loam
คุณรัชชก	1.22	1.18	0.85	1.41	9.94	24.05	21.08	49.26	1.26	1.20	10.85	1.50	29.71	42.92	Loam	Loam
คุณสอน	1.73	1.73	2.43	2.62	76.79	64.06	48.97	59.24	8.12	15.62	2.60	1.77	59.43	69.33	Loamy Sand	Sandy Loam
คุณจินตนา	1.91	2.30	3.92	6.54	13.67	24.25	42.18	90.14	9.07	16.58	37.43	13.18	75.93	105.65	Loam	Clay Loam
คุณสายชล	1.50	1.07	1.02	1.85	37.33	81.36	56.97	89.41	0.48	3.06	3.91	3.62	9.90	69.33	Sandy Loam	Sandy Loam
คุณสุนทร	1.56	1.86	9.77	12.69	41.01	84.45	66.75	92.93	13.28	15.50	3.42	1.45	56.13	26.41	Sandy Loam	Sandy Loam
คุณจิรภัฏ	1.13	1.37	2.73	3.55	59.13	104.84	25.28	58.23	14.94	3.21	10.04	27.11	26.41	66.03	Sandy Loam	Sandy Loam
ค่าเฉลี่ย	1.21	1.40	2.62	3.65	34.38	61.10	37.76	68.35	5.47	6.43	9.65	9.07	49.19	67.35	-	-

วิธีวิเคราะห์

1 = Hot water extraction, Azomethine-H, 2 = DTPA extraction, Atomic spectroscopy, 3= NH₄OAc extraction, Atomic spectroscopy, 4 = Water extraction, Titration, 5 = Pipette method

ตารางที่ 3 ค่าสัมพัทธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีดินกับน้ำหนักแห้ง (กรัม/ตัน) ของฟ้าทะลายโจรในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นอายุ 14-16 สัปดาห์หลังปลูก

	<i>pH</i>	<i>EC_e</i>	<i>OM</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>S</i>	<i>B</i>	<i>Cu</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>Zn</i>	<i>Na</i>	<i>Cl</i>	<i>DW</i>
<i>pH</i>	1.000															
<i>EC_e</i>	0.192	1.000														
<i>OM</i>	0.037	0.490	1.000													
<i>P</i>	-0.250	0.217	0.192	1.000												
<i>K</i>	0.174	0.661	0.918	0.147	1.000											
<i>Ca</i>	0.432	0.655	0.769	0.065	0.904	1.000										
<i>Mg</i>	0.053	0.406	0.882	0.228	0.908	0.705	1.000									
<i>S</i>	0.484	0.497	0.319	0.211	0.374	0.634	0.136	1.000								
<i>B</i>	0.108	-0.018	0.758	0.291	0.515	0.419	0.581	0.261	1.000							
<i>Cu</i>	-0.230	0.059	0.285	0.946	0.210	0.071	0.382	0.123	0.460	1.000						
<i>Fe</i>	-0.603	-0.402	0.007	0.063	-0.288	-0.610	-0.053	-0.524	0.243	0.160	1.000					
<i>Mn</i>	-0.521	-0.216	0.327	0.607	0.046	-0.082	0.124	-0.079	0.629	0.636	0.451	1.000				
<i>Zn</i>	-0.328	0.100	0.398	0.550	0.293	-0.033	0.557	-0.096	0.411	0.707	0.488	0.322	1.000			
<i>Na</i>	0.284	0.547	0.825	-0.033	0.954	0.925	0.851	0.411	0.452	0.068	-0.422	-0.104	0.173	1.000		
<i>Cl</i>	-0.121	0.572	0.426	0.337	0.551	0.399	0.507	-0.050	-0.009	0.232	-0.064	0.048	0.112	0.366	1.000	
<i>DW</i>	-0.142	0.333	0.898	0.207	0.732	0.465	0.779	0.099	0.798	0.354	0.361	0.438	0.627	0.618	0.257	1.000

ตารางที่ 4 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและน้ำหนักแห้งฟ้าทะลายโจรเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอินทรีย์วัตถุในดิน

OM	ต่ำมาก	ต่ำ	ค่อนข้างต่ำ	ปานกลาง	ค่อนข้างสูง	สูง	สูงมาก
ค่ามาตรฐาน (%)	< 0.5	0.5 - 1.0	1.1 - 1.5	1.6 - 2.5	2.6 - 3.5	3.6 - 4.5	> 4.5
OM (%)	-	-	1.16 - 1.18	2.08 - 2.45	3.07	-	5.37
dry weight (g/plant)	-	-	10.08 - 10.38	11.22 - 22.13	27.06	-	34.55

(หน่วยวิเคราะห์วิจัยดินพืชและวัสดุเกษตร, 2562)

ตารางที่ 5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และน้ำหนักแห้งฟ้าทะลายโจรเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

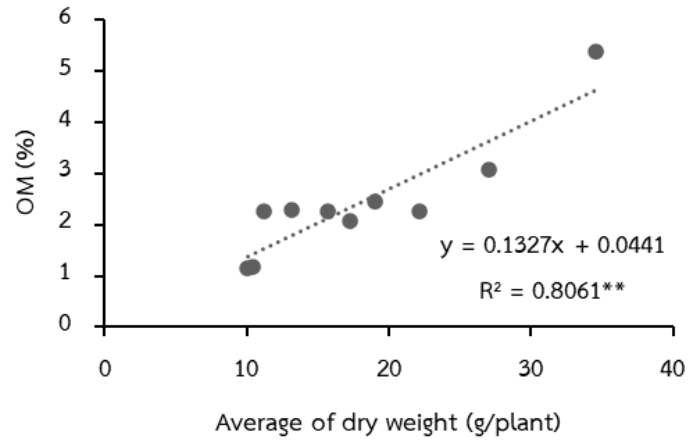
K	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
ค่ามาตรฐาน (mg/kg)	< 30	30 - 60	60 - 90	90 - 120	> 120
exch.K (mg/kg)	17.05	44.14 - 55.66	-	90.51 - 103.49	126.22 - 446.19
dry weight (g/plant)	17.27	10.08 - 10.38	-	13.14 - 27.06	11.22 - 34.55

(หน่วยวิเคราะห์วิจัยดินพืชและวัสดุเกษตร, 2562)

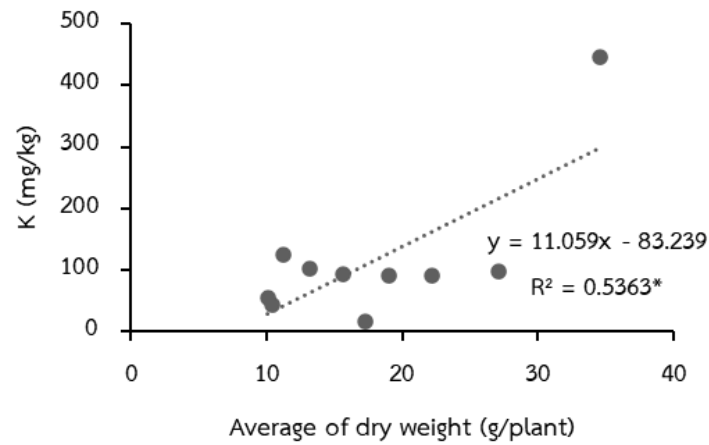
ตารางที่ 6 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และน้ำหนักแห้งฟ้าทะลายโจรเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

Mg	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
ค่ามาตรฐาน (mg/kg)	< 36	36 - 120	120 - 360	360 - 960	> 960
exch.Mg (mg/kg)	-	116.16	133.05 - 332.82	554.05	-
dry weight (g/plant)	-	10.38	10.08 - 27.06	34.55	-

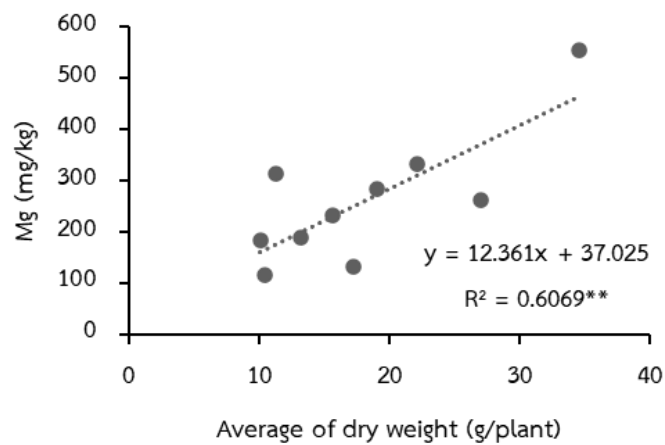
(หน่วยวิเคราะห์วิจัยดินพืชและวัสดุเกษตร, 2562)



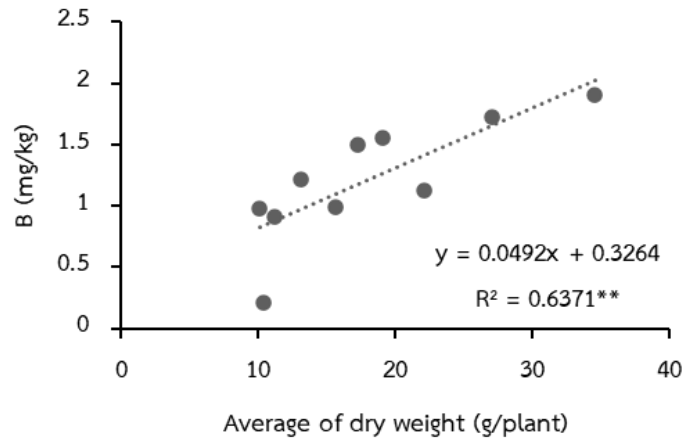
ภาพที่ 1 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างอินทรียวัตถุในดินกับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจร



ภาพที่ 2 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจร



ภาพที่ 3 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจร



ภาพที่ 4 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างโบรอนที่สกัดได้กับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจร

1.4 ข้อมูลน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และผลผลิตฟ้าทะลายโจร

การจัดการรูปแบบการผลิตด้านเกษตรกรรมที่แตกต่างกันสำหรับปลูกฟ้าทะลายโจรของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดนครปฐมและจังหวัดปราจีนบุรี ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและการให้ผลผลิตผลของฟ้าทะลายโจร พบว่า รูปแบบการปลูกฟ้าทะลายโจรแบบหวานเมล็ดของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดนครปฐม ประกอบด้วย แปลงเกษตรกรคุณสมชาย ลาวัญย์วิสุทธิคุณบุญช่วย สระทองอินทร์ คุณหนูแดง อ่ำเย็น คุณสุทิน บัวดารา และคุณรัชก ลาวัญย์วิสุทธิ ทำให้ฟ้าทะลายโจรมีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากกว่าการแตกทรงพุ่ม เนื่องจากความหนาแน่นของต้นมีจำนวนมาก ส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต มีค่าระหว่าง 38.9 – 71.2 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 7) และ 10.1 – 15.7 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 8) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การปลูกแบบหวานช่วยเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ปลูกมากขึ้น ส่งเสริมให้เกษตรกรได้ผลผลิตสดต่อไร่มากขึ้นอยู่ระหว่าง 4,100 – 7,700 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่รูปแบบการปลูกฟ้าทะลายโจรแบบเพาะกล้าและย้ายปลูกของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดปราจีนบุรี ได้แก่ แปลงเกษตรกรคุณสอน คำแก้ว คุณจินตนา สีมา คุณสายชล จันทร์แก้ว คุณสุนทร คมคาย และคุณจิรัฏฐ์ ทิพย์วงษ์ทอง ทำให้ฟ้าทะลายโจรมีการเจริญเติบโตดีและมีขนาดทรงพุ่มของต้นที่ใหญ่ ส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตมีค่าระหว่าง 67.6 – 148.8 กรัมต่อต้น และ 17.3 – 34.5 กรัมต่อต้น ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การปลูกแบบย้ายกล้าทำให้มีจำนวนต้นต่อพื้นที่น้อยกว่าการปลูกแบบหวาน ทำให้เกษตรกรได้ผลผลิตสดต่อไร่อยู่ระหว่าง 2,000 – 3,950 กิโลกรัมต่อไร่

ปริมาณน้ำหนักฟ้าทะลายโจรต่อต้นในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต พบว่า ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นอายุ 14-16 สัปดาห์หลังปลูก ฟ้าทะลายโจรมีน้ำหนักสดและแห้งเฉลี่ยระหว่าง 38.9 - 148.8 กรัมต่อต้น และ 10.1 – 34.5 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งแปลงเกษตรกรคุณจินตนา สีมา

มีน้ำหนักรากและแห้งเฉลี่ยมากที่สุด ระยะก่อนออกดอกอายุ 17-21 สัปดาห์หลังปลูก ฟัฟทะเลายใจรมีน้ำหนักรากและแห้งเฉลี่ยระหว่าง 14.8 - 173.0 กรัมต่อต้นและ 5.0 - 50.9 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งแปลงเกษตรกรคุณสุนทร คมคาย มีน้ำหนักรากและน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยมากที่สุด และระยะการพัฒนาของเมล็ดอายุ 23 สัปดาห์หลังปลูก ฟัฟทะเลายใจรมีน้ำหนักรากและแห้งเฉลี่ยระหว่าง 10.1 - 358.7 กรัมต่อต้นและ 4.5 - 99.1 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งแปลงเกษตรกรคุณจินตนา สีมา มีน้ำหนักรากและแห้งเฉลี่ยมากที่สุด สอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารในดินของแปลงเกษตรกรคุณจินตนา สีมา ที่พบมากในระดับสูง และรูปแบบการปลูกแบบเพาะเมล็ดและย้ายกล้า จึงส่งเสริมให้ฟัฟทะเลายใจรมีการเจริญเติบโตและให้น้ำหนักสูงกว่าแปลงเกษตรกรอื่นๆ ในขณะที่แปลงเกษตรกรของคุณสุทิน บัวดารา มีน้ำหนักรากและแห้งเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุด สอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารในดินของแปลงเกษตรกรคุณสุทิน บัวดารา ที่พบในปริมาณค่อนข้างต่ำ และใช้รูปแบบการปลูกแบบหว่านเมล็ด จึงส่งผลให้มีปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของฟัฟทะเลายใจ

ตารางที่ 7 ปริมาณผลผลิตน้ำหนักราก (กรัม/ต้น) และผลผลิตสด (กิโลกรัม/ไร่) ของฟัฟทะเลายใจ

แปลงเกษตรกร	น้ำหนักรากเฉลี่ย (กรัม/ต้น)													ผลผลิตสด (กก./ไร่)
	ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น อายุ 14-16 สัปดาห์หลังปลูก				ระยะก่อนออกดอก อายุ 17-21 สัปดาห์หลังปลูก				ระยะการพัฒนาของเมล็ด อายุ 23 สัปดาห์หลังปลูก					
	ใบ	ลำต้น	ราก	รวม	ใบ	ลำต้น	ราก	รวม	ใบ	ลำต้น	เมล็ด	ราก	รวม	
คุณสมชาย	23.0	30.2	4.3	57.5	12.4	17.0	1.1	30.5	6.7	25.3	5.0	1.9	38.9	6000
คุณบุญช่วย	23.2	22.1	2.2	47.5	13.7	21.7	2.2	37.6	20.3	67.7	14.5	4.6	107.1	5120
คุณหนูแดง	19.4	18.4	1.5	39.3	12.8	21.7	1.3	35.7	17.7	60.8	0.7	3.4	82.6	4200
คุณสุทิน	19.3	17.8	1.9	38.9	6.0	7.9	0.9	14.8	2.1	7.3	0.0	0.7	10.1	4100
คุณรัชนก	30.9	37.7	2.6	71.2	32.9	44.5	4.7	82.1	14.5	36.1	2.7	0.8	54.1	7700
คุณสอน	66.5	59.1	5.9	131.5	51.4	88.6	3.9	144.0	47.2	119.2	4.1	6.9	177.4	3550
คุณจินตนา	71.3	68.6	8.9	148.8	45.1	49.8	6.7	101.6	43.5	189.2	5.9	120.1	358.7	3950
คุณสายชล	40.2	39.3	2.8	82.3	25.1	27.0	2.3	54.4	29.6	54.6	1.8	3.9	89.9	2240
คุณสุนทร	37.9	27.2	2.5	67.6	64.4	102.5	6.1	173.0	12.8	104.6	9.5	5.5	132.4	2000
คุณจิรัฏฐ์	57.2	45.8	5.4	108.4	45.0	72.2	3.4	120.7	19.3	63.0	4.0	2.7	89.0	2900

ตารางที่ 8 ปริมาณผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง (กรัม/ต้น) ของฟ้าทะลายโจร

แปลงเกษตรกร	น้ำหนักรากแห้งเฉลี่ย (กรัม/ต้น)												
	ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น				ระยะก่อนออกดอก				ระยะการพัฒนาของเมล็ด				
	อายุ 14-16 สัปดาห์หลังปลูก				อายุ 17-21 สัปดาห์หลังปลูก				อายุ 23 สัปดาห์หลังปลูก				
	ใบ	ลำต้น	ราก	รวม	ใบ	ลำต้น	ราก	รวม	ใบ	ลำต้น	เมล็ด	ราก	รวม
คุณสมชาย	6.8	7.8	1.1	15.7	4.1	5.6	0.6	10.3	2.2	11.1	2.3	1.3	16.9
คุณบุญช่วย	5.6	5.0	0.5	11.2	4.0	7.1	1.1	12.2	7.1	25.5	9.3	2.5	44.4
คุณหนูแดง	5.3	3.9	0.9	10.1	3.8	7.3	0.8	12.0	7.4	26.4	0.4	2.0	36.2
คุณสุทิน	5.2	4.4	0.8	10.4	1.8	2.7	0.6	5.0	1.2	2.8	0.0	0.5	4.5
คุณรัชชก	6.0	6.2	1.0	13.1	6.6	10.5	1.4	18.6	4.7	12.1	2.0	0.5	19.3
คุณสอน	14.1	11.1	1.9	27.1	11.4	34.6	2.6	48.6	12.9	34.3	1.6	3.7	52.5
คุณจินตนา	15.7	15.4	3.5	34.5	11.1	19.0	3.2	33.3	16.8	72.2	3.3	6.7	99.1
คุณสายชล	10.2	6.0	1.1	17.3	6.5	7.9	1.2	15.5	7.8	19.7	0.8	1.9	30.2
คุณสุนทร	10.9	6.3	1.9	19.0	18.1	29.3	3.4	50.9	5.7	37.5	5.5	4.1	52.8
คุณจิรภัฏ	11.9	8.4	1.8	22.1	10.6	27.3	2.0	39.9	6.3	26.1	1.5	1.6	35.5

1.5 ปริมาณธาตุอาหารพืชและสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารฟ้าทะลายโจรกับผลผลิต

การวิเคราะห์หาความเข้มข้นปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมของฟ้าทะลายโจร โดยใช้หลักการว่าปริมาณธาตุอาหารที่ปรากฏในต้นแสดงถึงปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ (ประสิทธิ์และสุนทร, 2554) นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณเป็นปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆ เพื่อนำไปประเมินความต้องการธาตุอาหารของฟ้าทะลายโจร พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันตามรูปแบบการผลิตของเกษตรกรแต่ละพื้นที่ ดังนี้

แปลงเกษตรกร คุณสมชาย ลาวัญย์วิสุทธิ ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและระยะการพัฒนาเมล็ด แต่ในระยะก่อนออกดอกมีปริมาณน้อย ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากฟ้าทะลายโจรจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น พบว่า มีปริมาณ N 0.298 กรัม P 0.040 กรัม K 0.410 กรัม Ca 0.322 กรัม Mg 0.057 กรัม S 0.172 กรัม B 0.349 มิลลิกรัม Cu 0.053 มิลลิกรัม Fe 4.314 มิลลิกรัม Mn 0.494 มิลลิกรัม และ Zn 0.414 มิลลิกรัม ระยะก่อนออกดอก พบว่า มีปริมาณ N 0.211 กรัม P 0.030 กรัม K 0.260 กรัม Ca 0.198 กรัม Mg 0.032 กรัม S 0.089 กรัม B 0.244 มิลลิกรัม Cu 0.134 มิลลิกรัม Fe 3.592 มิลลิกรัม Mn 0.463 มิลลิกรัม และ Zn 0.433 มิลลิกรัม และระยะการพัฒนาของเมล็ด พบว่า มีปริมาณ N 0.280 กรัม P 0.040 กรัม K 0.453 กรัม Ca 0.350 กรัม Mg 0.050 กรัม S 0.238 กรัม B 0.835 มิลลิกรัม Cu 0.904 มิลลิกรัม Fe 74.194 มิลลิกรัม Mn 4.229 มิลลิกรัม และ Zn 1.767 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 1 และ 2)

แปลงเกษตรกร คุณบุญช่วย สระทองอินทร์ ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการพัฒนาของเมล็ด และพบปริมาณน้อยในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากฟ้าทะลายโจร จำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.179 กรัม P 0.026 กรัม K 0.361 กรัม Ca 0.276 กรัม Mg 0.038 กรัม S 0.165 กรัม B 0.307 มิลลิกรัม Cu 0.063 มิลลิกรัม Fe 5.759 มิลลิกรัม Mn 0.276 มิลลิกรัม และ Zn 0.372 มิลลิกรัม ระยะก่อนออกดอก มีปริมาณ N 0.193 กรัม P 0.033 กรัม K 0.490 กรัม Ca 0.366 กรัม Mg 0.033 กรัม S 0.201 กรัม B 0.446 มิลลิกรัม Cu 0.154 มิลลิกรัม Fe 7.695 มิลลิกรัม Mn 0.339 มิลลิกรัม และ Zn 0.659 มิลลิกรัม ระยะการพัฒนาของเมล็ด มีปริมาณ N 0.700 กรัม P 0.126 กรัม K 1.299 กรัม Ca 1.354 กรัม Mg 0.095 กรัม S 0.794 กรัม B 3.302 มิลลิกรัม Cu 3.108 มิลลิกรัม Fe 102.261 มิลลิกรัม Mn 4.140 มิลลิกรัม และ Zn 6.046 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 4 และ 5)

แปลงเกษตรกร คุณหนูแดง อ่ำเย็น ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการพัฒนาของเมล็ด และพบปริมาณน้อยในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากฟ้าทะลายโจร จำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.266 กรัม P 0.013 กรัม K 0.167 กรัม Ca 0.227 กรัม Mg 0.064 กรัม S 0.112 กรัม B 0.161 มิลลิกรัม Cu 0.073 มิลลิกรัม Fe 4.348 มิลลิกรัม Mn 0.336 มิลลิกรัม และ Zn 0.236 มิลลิกรัม ระยะก่อนออกดอก มีปริมาณ N 0.275 กรัม P 0.030 กรัม K 0.231 กรัม Ca 0.316 กรัม Mg 0.062 กรัม S 0.180 กรัม B 0.234 มิลลิกรัม Cu 0.129 มิลลิกรัม Fe 4.999 มิลลิกรัม Mn 0.334 มิลลิกรัม และ Zn 0.509 มิลลิกรัม ระยะการพัฒนาของเมล็ด มีปริมาณ N 0.607 กรัม P 0.089 กรัม K 0.651 กรัม Ca 0.848 กรัม Mg 0.132 กรัม S 0.520 กรัม B 0.933 มิลลิกรัม Cu 1.190 มิลลิกรัม Fe 81.713 มิลลิกรัม Mn 4.551 มิลลิกรัม และ Zn 2.325 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 7 และ 8)

แปลงเกษตรกร คุณสุทิน บัวดารา ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น และพบปริมาณน้อยในระยะการการพัฒนาของเมล็ด ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากฟ้าทะลายโจรจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.225 กรัม P 0.025 กรัม K 0.167 กรัม Ca 0.254 กรัม Mg 0.066 กรัม S 0.087 กรัม B 0.180 มิลลิกรัม Cu 0.052 มิลลิกรัม Fe 2.887 มิลลิกรัม Mn 1.462 มิลลิกรัม และ Zn 0.228 มิลลิกรัม ระยะก่อนออกดอก มีปริมาณ N 0.109 กรัม P 0.013 กรัม K 0.074 กรัม Ca 0.124 กรัม Mg 0.021 กรัม S 0.042 กรัม B 0.090 มิลลิกรัม Cu 0.063 มิลลิกรัม Fe 1.289 มิลลิกรัม Mn 0.130 มิลลิกรัม และ Zn 0.183 มิลลิกรัม ระยะการพัฒนาของเมล็ด มีปริมาณ N 0.088 กรัม P 0.011 กรัม K 0.071 กรัม Ca 0.059 กรัม Mg 0.012 กรัม S 0.020 กรัม B 0.083 มิลลิกรัม Cu 0.071 มิลลิกรัม Fe 4.959 มิลลิกรัม Mn 0.262 มิลลิกรัม และ Zn 0.191 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 10 และ 11)

แปลงเกษตรกร คุณรัชชก ลาวัญย์วิสุทธิ ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) พบว่ามีปริมาณมากในระยะเจริญเติบโตทางลำต้น ฟอสฟอรัส (P) พบว่ามีปริมาณมากในระยะการพัฒนาเมล็ด และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะก่อนออกดอก ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากฟ้าทะลายโจรจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.549 กรัม P 0.066 กรัม K 0.903 กรัม Ca 0.389 กรัม Mg 0.111 กรัม S 0.316 กรัม B 0.548 มิลลิกรัม Cu 0.134 มิลลิกรัม Fe 2.664 มิลลิกรัม Mn 0.614 มิลลิกรัม และ Zn 0.493 มิลลิกรัม ระยะก่อนออกดอก มีปริมาณ N 0.484 กรัม P 0.048 กรัม K 1.016 กรัม Ca 0.627 กรัม Mg 0.073 กรัม S 0.284 กรัม B 0.685 มิลลิกรัม Cu 0.263 มิลลิกรัม Fe 10.996 มิลลิกรัม Mn 2.871 มิลลิกรัม และ Zn 0.470 มิลลิกรัม ระยะการพัฒนาของเมล็ด มีปริมาณ N 0.442 กรัม P 0.404 กรัม K 0.545 กรัม Ca 0.538 กรัม Mg 0.052 กรัม S 0.138 กรัม B 0.806 มิลลิกรัม Cu 0.502 มิลลิกรัม Fe 26.221 มิลลิกรัม Mn 1.705 มิลลิกรัม และ Zn 0.729 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 13 และ 14)

แปลงเกษตรกร คุณสอน คำแก้ว ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด และพบปริมาณน้อยในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากฟ้าทะลายโจรจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.549 กรัม P 0.066 กรัม K 0.903 กรัม Ca 0.389 กรัม Mg 0.111 กรัม S 0.316 กรัม B 0.548 มิลลิกรัม Cu 0.134 มิลลิกรัม Fe 2.664 มิลลิกรัม Mn 0.614 มิลลิกรัม และ Zn 0.493 มิลลิกรัม ระยะก่อนออกดอก มีปริมาณ N 1.029 กรัม P 0.180 กรัม K 1.810 กรัม Ca 0.970 กรัม Mg 0.156 กรัม S 0.356 กรัม B 1.262 มิลลิกรัม Cu 0.454 มิลลิกรัม Fe 15.716 มิลลิกรัม Mn 1.560 มิลลิกรัม และ Zn 1.622 มิลลิกรัม ระยะการพัฒนาของเมล็ด มีปริมาณ N 0.921 กรัม P 0.205 กรัม K 1.632 กรัม Ca 0.986 กรัม Mg 0.185 กรัม S 0.333 กรัม B 2.041 มิลลิกรัม Cu 1.751 มิลลิกรัม Fe 124.06 มิลลิกรัม Mn 7.954 มิลลิกรัม และ Zn 5.360 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 16 และ 17)

แปลงเกษตรกร คุณจินตนา สี่มา ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการพัฒนาของเมล็ดและระยะก่อนออกดอก และพบปริมาณน้อยในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากฟ้าทะลายโจรจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.764 กรัม P 0.094 กรัม K 1.009 กรัม Ca 0.825 กรัม Mg 0.117 กรัม S 1.118 กรัม B 0.926 มิลลิกรัม Cu 0.381 มิลลิกรัม Fe 10.873 มิลลิกรัม Mn 1.706 มิลลิกรัม และ Zn 0.904 มิลลิกรัม ระยะก่อนออกดอก มีปริมาณ N 0.820 กรัม P 0.092 กรัม K 1.179 กรัม Ca 1.155 กรัม Mg 0.103 กรัม S 0.231 กรัม B 0.934 มิลลิกรัม Cu 0.270 มิลลิกรัม Fe 19.582 มิลลิกรัม Mn 1.859 มิลลิกรัม และ Zn 1.209 มิลลิกรัม ระยะการพัฒนาของเมล็ด มีปริมาณ N 1.505 กรัม P 0.256 กรัม K 2.770 กรัม Ca 1.861 กรัม Mg

0.164 กรัม S 0.435 กรัม B 3.268 มิลลิกรัม Cu 4.379 มิลลิกรัม Fe 184.457 มิลลิกรัม Mn 11.417 มิลลิกรัม และ Zn 7.966 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 19 และ 20)

แปลงเกษตรกร คุณสายชล จันทร์แก้ว ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการพัฒนาของเมล็ดและระยะก่อนออกดอก และพบปริมาณน้อยในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากฟ้าทะลายโจรจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.278 กรัม P 0.029 กรัม K 0.340 กรัม Ca 0.326 กรัม Mg 0.089 กรัม S 0.307 กรัม B 0.352 มิลลิกรัม Cu 0.173 มิลลิกรัม Fe 5.509 มิลลิกรัม Mn 0.900 มิลลิกรัม และ Zn 0.492 มิลลิกรัม ระยะก่อนออกดอก มีปริมาณ N 0.311 กรัม P 0.033 กรัม K 0.385 กรัม Ca 0.384 กรัม Mg 0.089 กรัม S 0.139 กรัม B 0.455 มิลลิกรัม Cu 0.179 มิลลิกรัม Fe 9.433 มิลลิกรัม Mn 0.995 มิลลิกรัม และ Zn 0.726 มิลลิกรัม ระยะการพัฒนาของเมล็ด มีปริมาณ N 0.344 กรัม P 0.061 กรัม K 0.705 กรัม Ca 0.471 กรัม Mg 0.118 กรัม S 0.242 กรัม B 0.979 มิลลิกรัม Cu 1.014 มิลลิกรัม Fe 96.397 มิลลิกรัม Mn 4.708 มิลลิกรัม และ Zn 2.494 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 22 และ 23)

แปลงเกษตรกร คุณสุนทร คมคาย ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด และพบปริมาณน้อยในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากฟ้าทะลายโจรจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.362 กรัม P 0.063 กรัม K 0.496 กรัม Ca 0.366 กรัม Mg 0.062 กรัม S 0.363 กรัม B 0.395 มิลลิกรัม Cu 0.239 มิลลิกรัม Fe 3.264 มิลลิกรัม Mn 0.916 มิลลิกรัม และ Zn 0.885 มิลลิกรัม ระยะก่อนออกดอก มีปริมาณ N 0.948 กรัม P 0.176 กรัม K 1.705 กรัม Ca 1.017 กรัม Mg 0.200 กรัม S 0.415 กรัม B 1.433 มิลลิกรัม Cu 0.436 มิลลิกรัม Fe 24.122 มิลลิกรัม Mn 2.634 มิลลิกรัม และ Zn 2.381 มิลลิกรัม ระยะการพัฒนาของเมล็ด มีปริมาณ N 0.792 กรัม P 0.200 กรัม K 1.463 กรัม Ca 0.674 กรัม Mg 0.099 กรัม S 0.317 กรัม B 1.848 มิลลิกรัม Cu 4.740 มิลลิกรัม Fe 122.594 มิลลิกรัม Mn 14.128 มิลลิกรัม และ Zn 8.621 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 25 และ 26)

แปลงเกษตรกร คุณจิรภัฏฐ์ ทิพย์วงศ์ทอง ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด และพบปริมาณน้อยในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากฟ้าทะลายโจรจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.394 กรัม P 0.063 กรัม K 0.663 กรัม Ca 0.113 กรัม Mg 0.141 กรัม S 0.518 กรัม B 0.476 มิลลิกรัม Cu 0.268 มิลลิกรัม Fe 12.729 มิลลิกรัม Mn 0.597 มิลลิกรัม และ Zn 0.667 มิลลิกรัม ระยะก่อนออกดอก มีปริมาณ N 0.796 กรัม P 0.120 กรัม K 1.297 กรัม Ca 0.962 กรัม Mg 0.162 กรัม S 0.290 กรัม B 1.185 มิลลิกรัม Cu 0.256 มิลลิกรัม Fe 19.584 มิลลิกรัม Mn 1.560 มิลลิกรัม และ Zn 1.277 มิลลิกรัม ระยะการพัฒนาของเมล็ด มีปริมาณ N 0.400 กรัม P 0.089 กรัม K 0.962 กรัม Ca

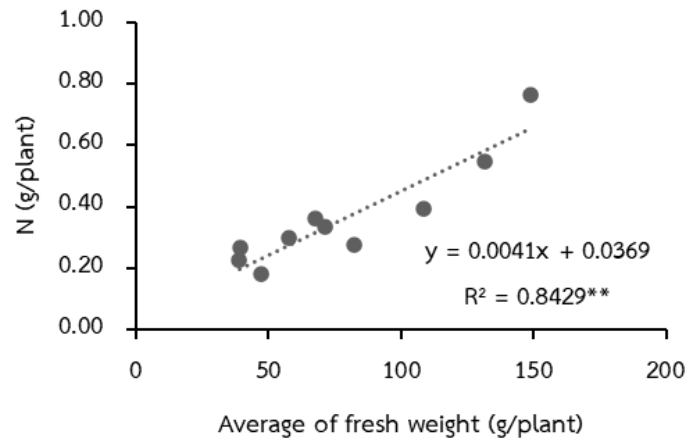
0.448 กรัม Mg 0.097 กรัม S 0.251 กรัม B 0.853 มิลลิกรัม Cu 1.489 มิลลิกรัม Fe 681.403 มิลลิกรัม Mn 6.008 มิลลิกรัม และ Zn 2.434 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 28 และ 29)

การวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารที่ดูดสะสมของฟ้ายะลวยโจร (ใบ ลำต้น และราก) กับปริมาณน้ำหนักรากสด ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นอายุ 14-16 สัปดาห์หลังปลูก (ตารางที่ 9) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในฟ้ายะลวยโจรมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับสูง ($r = 0.918$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณไนโตรเจนช่วยส่งเสริมปริมาณน้ำหนักรากสดของฟ้ายะลวยโจรได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 84.29% (ภาพที่ 5) แสดงว่าฟ้ายะลวยโจรมีการดูดสะสมไนโตรเจนเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้น การสร้างใบ ให้ได้ผลผลิตสูง เพราะไนโตรเจนจะช่วยให้พืชสร้างโปรตีนอย่างเพียงพอ เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีนพลาสซึม คลอโรฟิลล์ ช่วยให้พืชเจริญเติบโตและแข็งแรง ใบมีสีเขียวเข้ม ปริมาณฟอสฟอรัสในฟ้ายะลวยโจรมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.872$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสช่วยส่งเสริมปริมาณน้ำหนักรากสดของฟ้ายะลวยโจรได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 76.02% (ภาพที่ 6) แสดงว่าฟอสฟอรัสช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของฟ้ายะลวยโจรทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงาน เป็นองค์ประกอบของ phytin ที่ใช้ในการสร้างพลังงาน ATP (adenosine triphosphate) และช่วยให้ระบบรากแข็งแรง ช่วยให้รากพืชดูดโพแทสเซียมได้ดีขึ้น ปริมาณโพแทสเซียมในฟ้ายะลวยโจรมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับสูง ($r = 0.959$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมช่วยส่งเสริมปริมาณน้ำหนักรากสดของฟ้ายะลวยโจรได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 91.88% (ภาพที่ 7) แสดงว่า โพแทสเซียมช่วยส่งเสริมการให้ผลผลิตฟ้ายะลวยโจร เพราะช่วยในกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์และน้ำตาล ขบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ จึงมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของฟ้ายะลวยโจร ปริมาณแมกนีเซียมในฟ้ายะลวยโจรมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.829$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมช่วยส่งเสริมปริมาณน้ำหนักรากสดของฟ้ายะลวยโจรได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 68.79% (ภาพที่ 8) แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์ ช่วยสังเคราะห์กรดอะมิโน วิตามิน ไขมัน และน้ำตาล ทำให้สภาพกรดต่างในเซลล์พอเหมาะ ปริมาณกำมะถันในฟ้ายะลวยโจรมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.821$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณกำมะถันช่วยส่งเสริมปริมาณน้ำหนักรากสดของฟ้ายะลวยโจรได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 67.39% (ภาพที่ 9) กำมะถัน เป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน และวิตามิน ปริมาณโบรอนในฟ้ายะลวยโจรมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับสูง ($r = 0.913$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณโบรอนช่วยส่งเสริมปริมาณน้ำหนักรากสดของฟ้ายะลวยโจรได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 83.35% (ภาพที่ 10) โบรอน ทำ

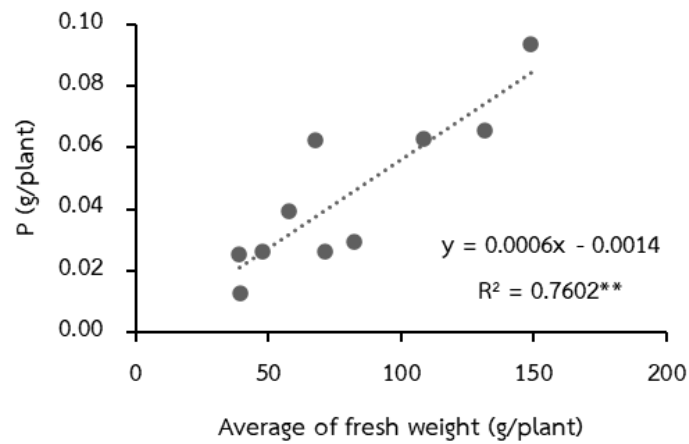
หน้าที่ช่วยดูดซึมแคลเซียมและไนโตรเจนได้ดียิ่งขึ้น ทำให้พืชออกดอกและการผสมเกสร นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายน้ำตาลมาสู่ผล การเคลื่อนย้ายฮอร์โมน และการแบ่งเซลล์ของพืช ปริมาณทองแดงในฟ้าทะลายโจรมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.782$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณทองแดงช่วยส่งเสริมปริมาณน้ำหนักรากของฟ้าทะลายโจรได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 61.11% (ภาพที่ 11) ทองแดง ส่งเสริมกระบวนการสร้างคลอโรฟิลล์ เป็นหนึ่งในตัวเร่งปฏิกิริยา หรือ ตัวกระตุ้นในกระบวนการต่าง ๆ ของพืช เช่น กระบวนการหายใจ การทำงานของเอนไซม์

ตารางที่ 9 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในพืชกับน้ำหนัสด (กรัม/ต้น) ของฟ้าทะลายโจรในระยะเวลาเจริญเติบโตทางลำต้นอายุ 14-16 สัปดาห์หลังปลูก

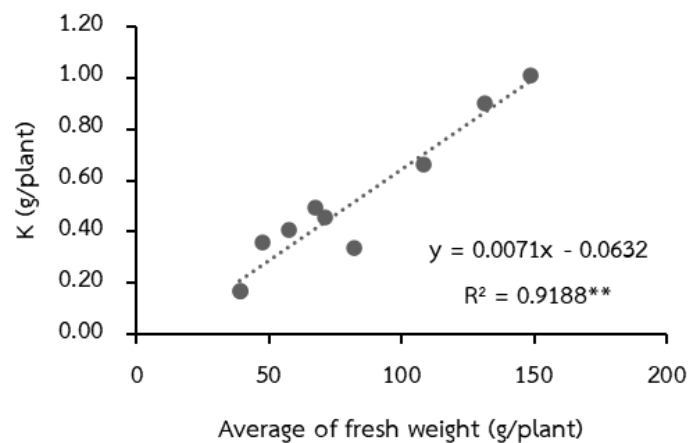
	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>S</i>	<i>B</i>	<i>Cu</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>Zn</i>	<i>FW</i>
<i>N</i>	1.000											
<i>P</i>	0.890	1.000										
<i>K</i>	0.922	0.917	1.000									
<i>Ca</i>	0.793	0.623	0.640	1.000								
<i>Mg</i>	0.685	0.695	0.700	0.183	1.000							
<i>S</i>	0.881	0.822	0.803	0.789	0.621	1.000						
<i>B</i>	0.938	0.885	0.932	0.818	0.616	0.947	1.000					
<i>Cu</i>	0.786	0.850	0.734	0.582	0.712	0.913	0.824	1.000				
<i>Fe</i>	0.438	0.544	0.465	0.157	0.702	0.654	0.534	0.706	1.000			
<i>Mn</i>	0.518	0.530	0.312	0.587	0.368	0.543	0.461	0.546	0.276	1.000		
<i>Zn</i>	0.660	0.876	0.675	0.490	0.530	0.711	0.693	0.876	0.559	0.494	1.000	
<i>FW</i>	0.918	0.872	0.959	0.605	0.829	0.821	0.913	0.782	0.532	0.385	0.647	1.000



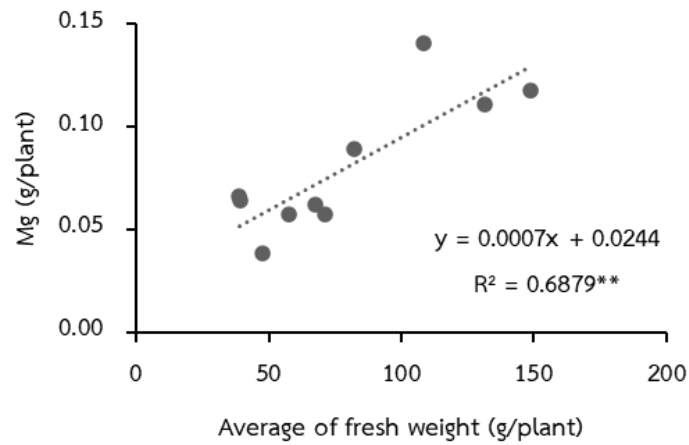
ภาพที่ 5 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร



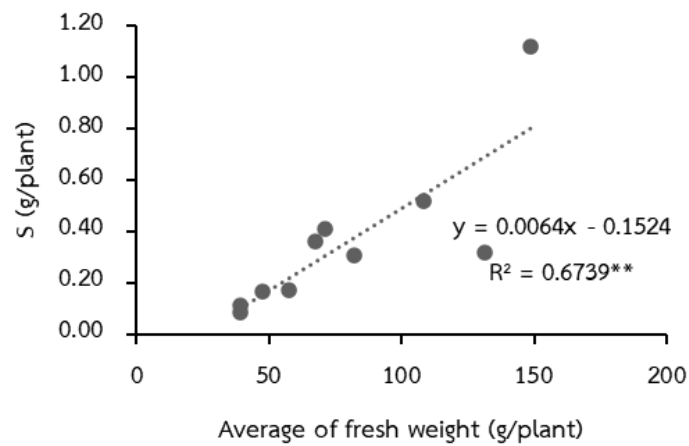
ภาพที่ 6 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร



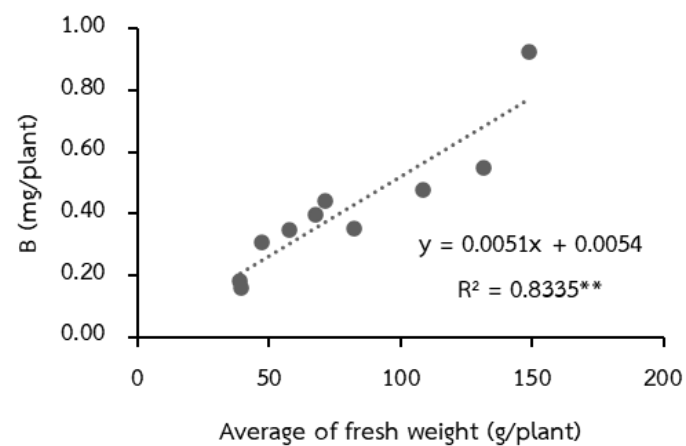
ภาพที่ 7 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร



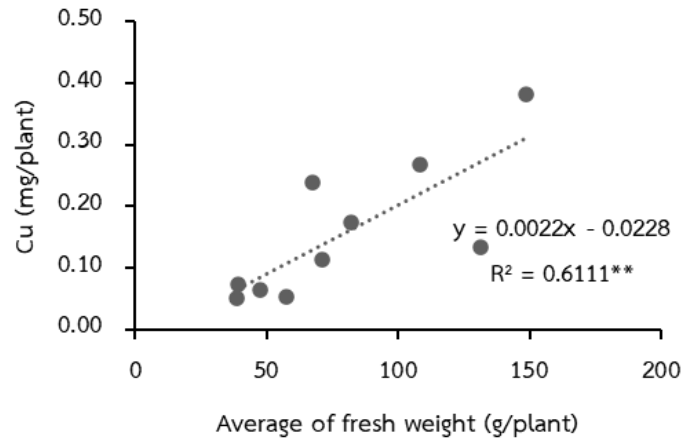
ภาพที่ 8 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร



ภาพที่ 9 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกำมะถันที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร



ภาพที่ 10 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโบรอนที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร



ภาพที่ 11 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทองแดงที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดฟ้าทะลายโจร

1.6 การประเมินความต้องการธาตุอาหารของฟ้าทะลายโจร

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม นำมาคำนวณเป็นปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของฟ้าทะลายโจร โดยใช้หลักการว่าปริมาณธาตุอาหารที่ปรากฏในต้นที่แสดงถึงปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ (ประสิทธิ์และสุนทร, 2554) ซึ่งปริมาณธาตุอาหารโดยเฉลี่ยที่มีการดูดสะสมสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตเพื่อสร้างผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารพืชที่สูญเสียไปกับผลผลิตของฟ้าทะลายโจรในช่วงเก็บเกี่ยวของพื้นที่จังหวัดนครปฐมและจังหวัดปราจีนบุรี (ตารางที่ 10) พบว่า การปลูกฟ้าทะลายโจร จำนวน 1 ไร่ มีการดูดสะสมธาตุอาหารหลัก คือ ปริมาณไนโตรเจน 21.36 กก. N/ไร่ ปริมาณฟอสฟอรัส 2.35 กก. P/ไร่ และปริมาณโพแทสเซียม 27.28 กก. K/ไร่ ธาตุอาหารรอง คือ ปริมาณแคลเซียม 22.36 กก. Ca/ไร่ ปริมาณแมกนีเซียม 4.66 กก. Mg/ไร่ และปริมาณกำมะถัน 18.11 กก. S/ไร่ ธาตุอาหารเสริม คือ ปริมาณโบรอน 23.86 กก./B/ไร่ ปริมาณทองแดง 7.39 กก. Cu/ไร่ ปริมาณเหล็ก 319.05 กก. Fe/ไร่ ปริมาณแมงกานีส 45.69 กก. Mn/ไร่ และปริมาณสังกะสี 25.94 กก. Zn/ไร่ และในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตฟ้าทะลายโจร พบว่าการเก็บเกี่ยวผลผลิตฟ้าทะลายโจรจำนวน 1 ตัน (1,000 กก.) ทำให้มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับผลผลิต คือ ไนโตรเจน 4.83 กก. N/ตัน ฟอสฟอรัส 0.54 กก. P/ตัน และโพแทสเซียม 6.04 กก. K/ตัน ปริมาณธาตุอาหารรองที่สูญเสียไปกับผลผลิต คือ แคลเซียม 4.75 กก. Ca/ตัน แมกนีเซียม 1.09 กก. Mg/ตัน และกำมะถัน 4.13 กก. S/ตัน ปริมาณธาตุอาหารเสริมที่สูญเสียไปกับผลผลิต คือ โบรอน 5.26 กก. B/ตัน ทองแดง 1.63 กก. Cu/ตัน เหล็ก 40.48 กก. Fe/ตัน ปริมาณแมงกานีส 7.89 กก. Mn/ไร่ และสังกะสี 6.26 กก. Zn/ตัน

ตารางที่ 10 ปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีการดูดสะสม (กก./ไร่) และสูญเสียไปกับผลผลิต (กก./ตัน) ของ
ฟ้าทะลายโจร

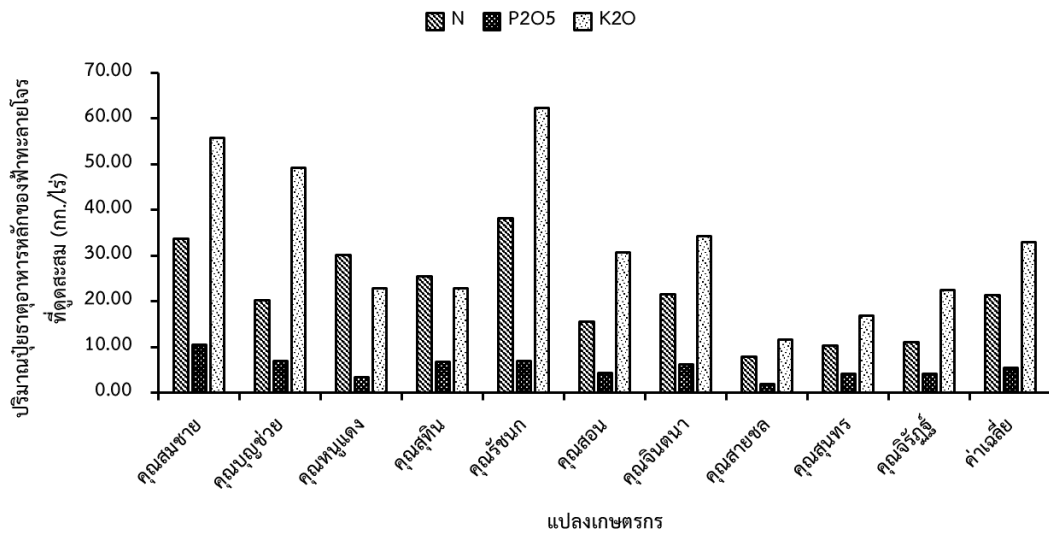
ธาตุอาหาร	แปลงปลูกฟ้าทะลายโจร			
	ปริมาณ (กก./ไร่)		ปริมาณ (กก./ตัน)	
	การดูดสะสม	เฉลี่ย	การสูญเสียไปกับผลผลิต	เฉลี่ย
N	7.84 - 38.09	21.36	3.40 - 6.76	4.83
P	0.83 - 4.47	2.35	0.29 - 0.86	0.54
K	9.59 - 51.71	27.28	4.07 - 7.72	6.04
Ca	3.20 - 44.68	22.36	0.90 - 6.61	4.75
Mg	1.75 - 7.46	4.66	0.78 - 1.73	1.09
S	8.66 - 46.51	18.11	2.27 - 7.42	4.13
B	9.95 - 49.87	23.86	3.96 - 6.59	5.26
Cu	3.77 - 12.91	7.39	0.81 - 3.02	1.63
Fe	75.22 - 650.40	319.05	1.87 - 84.20	40.48
Mn	16.86 - 165.12	45.69	3.58 - 21.30	7.89
Zn	13.89 - 46.74	25.94	2.55 - 12.65	6.26

การคำนวณเพื่อประเมินความต้องการธาตุอาหารในรูปของปุ๋ยธาตุอาหารหลักฟ้าทะลายโจร
ในแปลงเกษตรกร พบว่า การปลูกฟ้าทะลายโจรของ **แปลงเกษตรกร คุณสมชาย ลาวันย์วิสุทธิ์** มี
ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูดสะสมทั้งต้น (ใบ ลำต้น ราก) โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย พบว่า ในระยะ
เจริญเติบโตทางลำต้น ฟ้าทะลายโจรมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเท่ากับ 33.63-10.39-55.74 กิโลกรัม
N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ (ภาพที่ 12) และมีปริมาณปุ๋ยที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน (ภาพที่ 13)
เท่ากับ 5.44-1.65-8.89 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 3-1-5 (ภาพที่ 14) การ
ปลูกฟ้าทะลายโจรของ**แปลงเกษตรกร คุณบุญช่วย สระทองอินทร์** มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูด
สะสมทั้งต้น (ใบ ลำต้น ราก) โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย พบว่า ในระยะเจริญเติบโตทางลำต้น
ฟ้าทะลายโจรมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเท่ากับ 20.23-6.84-49.13 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ และ
มีปริมาณปุ๋ยที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน เท่ากับ 3.86-1.27-9.30 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O คิด
เป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 3-1-7 การปลูกฟ้าทะลายโจรของ**แปลงเกษตรกร คุณหนูแดง อ่ำเย็น** มี
ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูดสะสมทั้งต้น (ใบ ลำต้น ราก) โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย พบว่า ในระยะ
เจริญเติบโตทางลำต้น ฟ้าทะลายโจรมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเท่ากับ 30.06-3.30-22.74 กิโลกรัม
N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ และมีปริมาณปุ๋ยที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน เท่ากับ 6.76-0.69-4.93
กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 10-1-7 การปลูกฟ้าทะลายโจรของ**แปลงเกษตรกร
คุณสุทิน บัวดารา** มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูดสะสมทั้งต้น (ใบ ลำต้น ราก) โดยคิดเทียบเป็น
ปริมาณปุ๋ย พบว่า ในระยะเจริญเติบโตทางลำต้น ฟ้าทะลายโจรมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเท่ากับ

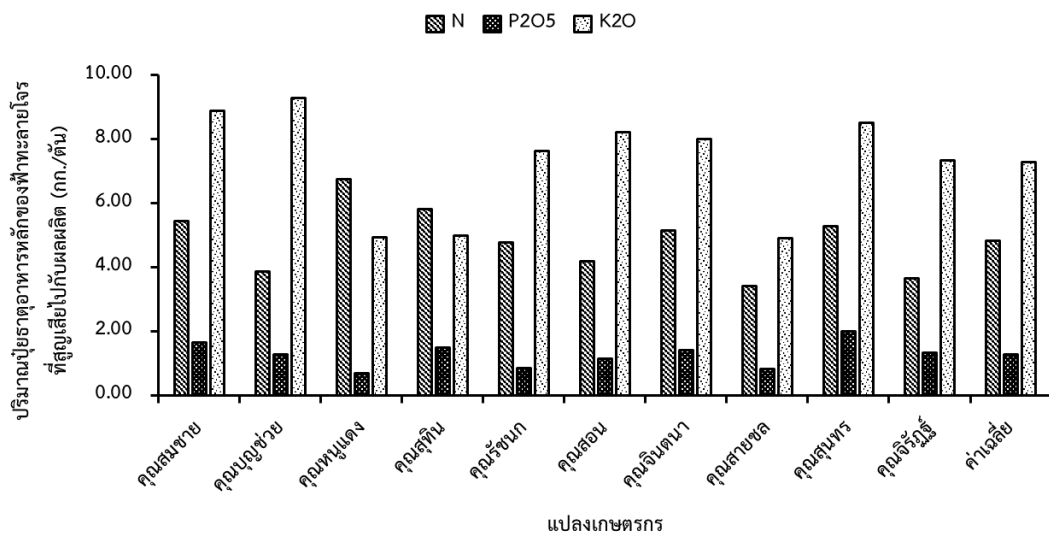
25.36-6.65-22.74 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ และมีปริมาณปุ๋ยที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน เท่ากับ 5.82-1.50-4.97 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 4-1-3 การปลูก ฟ้ายะลวยโจรของ**แปลงเกษตรกร คุณรัชกร ลาวณิชย์วิสุทธิ์** มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูดสะสมทั้ง ต้น (ใบ ลำต้น ราก) โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย พบว่า ในระยะเจริญเติบโตทางลำต้น ฟ้ายะลวยโจร มีความต้องการปริมาณปุ๋ยเท่ากับ 38.09-6.84-62.30 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ และมีปริมาณปุ๋ย ที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน เท่ากับ 4.78-0.84-7.65 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ คิดเป็นสัดส่วน ปุ๋ยประมาณ 6-1-9 การปลูกฟ้ายะลวยโจรของ**แปลงเกษตรกร คุณสอน คำแก้ว** มีปริมาณธาตุอาหาร หลักที่ดูดสะสมทั้งต้น (ใบ ลำต้น ราก) โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย พบว่า ในระยะเจริญเติบโตทางลำ ต้น ฟ้ายะลวยโจรมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเท่ากับ 15.49-4.32-30.71 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ และมีปริมาณปุ๋ยที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน เท่ากับ 4.18-1.13-8.23 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 4-1-7 การปลูกฟ้ายะลวยโจรของ**แปลงเกษตรกร คุณจินตนา สี่มา** มี ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูดสะสมทั้งต้น (ใบ ลำต้น ราก) โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย พบว่า ในระยะ เจริญเติบโตทางลำต้น ฟ้ายะลวยโจรมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเท่ากับ 21.58-6.14-34.33 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ และมีปริมาณปุ๋ยที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน เท่ากับ 5.14-1.39-8.02 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 4-1-6 การปลูกฟ้ายะลวยโจรของ**แปลงเกษตรกร คุณสายชล จันทร์แก้ว** มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูดสะสมทั้งต้น (ใบ ลำต้น ราก) โดยคิดเทียบเป็น ปริมาณปุ๋ย พบว่า ในระยะเจริญเติบโตทางลำต้น ฟ้ายะลวยโจรมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเท่ากับ 7.84-1.93-11.55 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ และมีปริมาณปุ๋ยที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน เท่ากับ 3.40-0.82-4.90 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 4-1-6 การปลูก ฟ้ายะลวยโจรของ**แปลงเกษตรกร คุณสุนทร คมคาย** มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูดสะสมทั้งต้น (ใบ ลำต้น ราก) โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย พบว่า ในระยะเจริญเติบโตทางลำต้น ฟ้ายะลวยโจรมีความ ต้องการปริมาณปุ๋ยเท่ากับ 10.23-4.11-16.86 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ และมีปริมาณปุ๋ยที่ สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน เท่ากับ 5.29-2.00-8.52 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ย ประมาณ 3-1-4 การปลูกฟ้ายะลวยโจรของ**แปลงเกษตรกร คุณจิรภัฏฐ์ ทิพย์วงษ์ทอง** มีปริมาณธาตุ อาหารหลักที่ดูดสะสมทั้งต้น (ใบ ลำต้น ราก) โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย พบว่า ในระยะเจริญเติบโต ทางลำต้น ฟ้ายะลวยโจรมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเท่ากับ 11.11-4.14-22.54 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ และมีปริมาณปุ๋ยที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน เท่ากับ 3.66-1.33-7.33 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 3-1-6

ปัจจัยด้านธาตุอาหารยังคงมีความสำคัญในการผลิตฟ้ายะลวยโจร รูปแบบการผลิต การใช้ พันธุ์ และการเขตกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ รูปแบบหรือวิธีการปลูก การปฏิบัติดูแลรักษา และการ เก็บเกี่ยว ก็เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการให้ผลผลิตฟ้ายะลวยโจรเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ปริมาณธาตุอาหารที่ฟ้ายะลวยโจรดูดสะสมสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตเพื่อสร้างผลผลิต มีความ แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ปลูก เกษตรกรต้องมีการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกพืชเพื่อทราบความอุดม

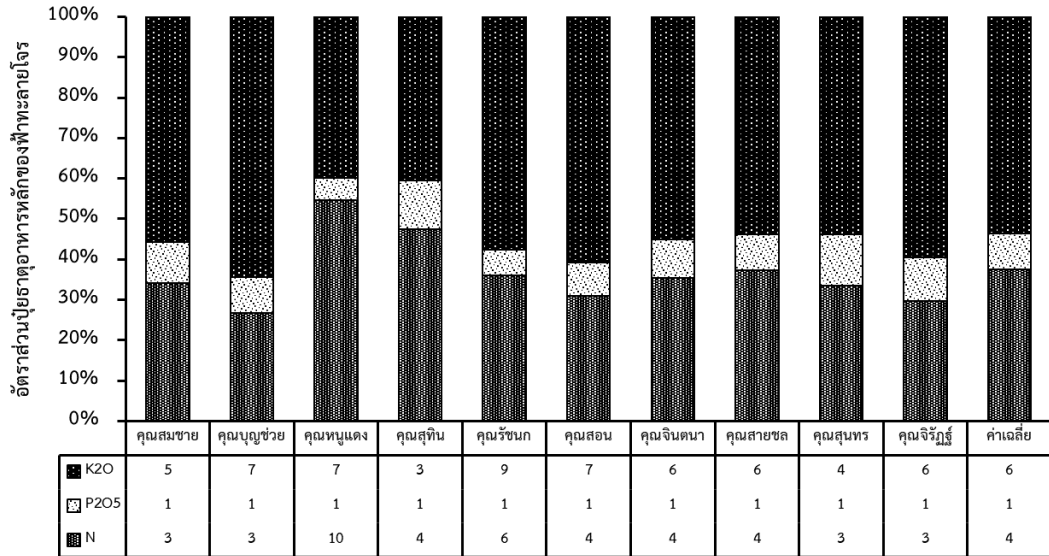
สมบูรณ์ของปริมาณธาตุอาหารในดิน เพื่อใช้ในการจัดการปุ๋ยที่ถูกต้องและเหมาะสมต่อไป และผลจากการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชเพื่อใช้เจริญเติบโตและให้ผลผลิตของฟ้ายะลวยโดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ยธาตุอาหารหลักเฉลี่ย 21.36-5.47-32.86 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ (ภาพที่ 12) ซึ่งมีความต้องการปุ๋ย K₂O มาก รองลงมาเป็นปุ๋ย N และปุ๋ย P₂O₅ ซึ่งจะมีปริมาณปุ๋ยที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน เฉลี่ย 4.83-1.26-7.27 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O (ภาพที่ 13) คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O เฉลี่ยประมาณ 4:1:6 (ภาพที่ 14) สำหรับใช้ในการสร้างผลผลิตฟ้ายะลวย



ภาพที่ 12 ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูดสะสมทั้งต้น (กก./ไร่) ของฟ้ายะลวย โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย



ภาพที่ 13 ปริมาณธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยว (กก./ตัน) ของฟ้ายะลวย โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย



ภาพที่ 14 สัดส่วนปุ๋ยธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับผลผลิตในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นของ ฟ้ายะลวย

1.7 สรุปความต้องการธาตุอาหารต่อผลผลิตฟ้ายะลวย

1. ดินในพื้นที่ปลูกฟ้ายะลวย เนื้อดินที่พบส่วนมากเป็นเนื้อดินประเภทดินร่วนและดิน ร่วนปนทราย ค่าพีเอชที่พบส่วนมากอยู่ในช่วง pH 7.25-7.80 และมีค่า EC_e ส่วนมากระหว่าง 0.46-0.89 (dS/m)

2. ค่าพิสัย (range) ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารต่างๆ ในดิน ดังนี้

การวิเคราะห์ดิน	พิสัยค่าวิเคราะห์
อินทรีย์วัตถุในดิน (%)	1.86 - 2.61
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก. P/กก.)	82.13 - 295.79
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก. K/กก.)	52.78 - 109.17
แคลเซียมแลกเปลี่ยนได้ (มก. Ca/กก.)	1371.27 - 3112.77
แมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ (มก. Mg/กก.)	171.28 - 318.21
กำมะถันที่สกัดได้ (มก. S/กก.)	2.74 - 7.39
โบรอนที่สกัดได้ (มก. B/กก.)	0.96 - 1.60
ทองแดงที่สกัดได้ (มก. Cu/กก.)	0.98 - 3.03
เหล็กที่สกัดได้ (มก. Fe/กก.)	13.97 - 54.20
แมงกานีสที่สกัดได้ (มก. Mn/กก.)	23.26 - 50.97
สังกะสีที่สกัดได้ (มก. Zn/กก.)	1.22 - 10.12
โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก. Na/กก.)	3.22 - 10.58
คลอรีนที่สกัดได้ (มก. Cl/กก.)	28.89 - 66.03

3. การสะสมของธาตุต่างๆ ในส่วนที่เก็บเกี่ยวฟ้ายะลวยโจร พบว่า การเก็บเกี่ยวผลผลิตฟ้ายะลวยโจรจำนวน 1 ตัน ทำให้มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับผลผลิต คือ ไนโตรเจน 4.83 กก./ตัน ฟอสฟอรัส 0.54 กก./ตัน และโพแทสเซียม 6.04 กก./ตัน ปริมาณธาตุอาหารรองที่สูญเสียไปกับผลผลิต คือ แคลเซียม 4.75 กก./ตัน แมกนีเซียม 1.09 กก./ตัน และกำมะถัน 4.13 กก./ตัน ปริมาณธาตุอาหารเสริมที่สูญเสียไปกับผลผลิต คือ โบรอน 5.26 กก./ตัน ทองแดง 1.63 กก./ตัน Cu/ตัน เหล็ก 40.48 กก./ตัน Fe/ตัน ปริมาณแมงกานีส 7.89 กก./ไร่ และสังกะสี 6.26 กก./ไร่ Zn/ตัน

4. การใช้ปริมาณปุ๋ยเคมีตลอดช่วงการปลูกฟ้ายะลวยโจร และปริมาณปุ๋ยที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน

ปุ๋ยเคมี	การปลูกฟ้ายะลวยโจร			
	ปริมาณ (กก./ไร่)		ปริมาณ (กก./ตัน)	
	การดูดสะสม	เฉลี่ย	การสูญเสียไปกับผลผลิต	เฉลี่ย
N	10.89 - 30.95	21.36	3.81 - 5.54	4.83
P ₂ O ₅	3.91 - 6.84	5.47	0.84 - 1.53	1.26
K ₂ O	21.12 - 50.78	32.86	4.96 - 8.61	7.27

2. ความต้องการธาตุอาหารต่อผลผลิตกระชายดำ

2.1 ข้อมูลพื้นฐานการผลิตกระชายดำของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์และเลย

เกษตรกรผู้ปลูกกระชายดำในจังหวัดเพชรบูรณ์ ส่วนใหญ่ไม่เป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกร มีพื้นที่ปลูกกระชายดำอยู่ที่รายละประมาณ 0.5 – 2.5 ไร่ วิธีการปลูกจะใช้ส่วนเหง้าในการปลูก เป็นพันธุ์สีดำมาจากบ้านเข็กน้อย บ้านน้ำจวง และเข็กใหม่ ฤดูที่ปลูกคือช่วงเดือนเมษายน ขั้นตอนการเตรียมดินจะใช้วิธีไถพรวนดินและยกร่อง เว้นระยะปลูกระหว่างร่องประมาณ 15 – 20 เซนติเมตร และเว้นระยะระหว่างต้นประมาณ 3 – 5 เซนติเมตร โดยปลูกเป็นพืชหลักทั้งหมด และอาศัยน้ำฝนในการเจริญเติบโตของต้นกระชายดำ เมื่อต้นกระชายดำอายุ 7 - 10 วัน จะใช้สารกำจัดวัชพืชเพื่อควบคุมวัชพืชในแปลงปลูก และจะเริ่มให้ปุ๋ยเมื่อต้นกระชายดำอายุประมาณ 5 - 10 สัปดาห์ โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ให้ปุ๋ยสูตร 16-8-8 และบางรายให้ปุ๋ยสูตร 21-7-14 การเก็บผลผลิต จะเก็บเหง้ากระชายดำเมื่ออายุประมาณ 35 – 45 สัปดาห์ โดยขุดเหง้าจากดิน ทำความสะอาดเอาดินออกและเก็บส่วนรากทั้งหมด จากนั้นบรรจุใส่กระสอบ กระสอบละประมาณ 33 กิโลกรัม จะได้ผลผลิตเหง้ากระชายดำประมาณ 700 – 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณผลผลิตที่ได้มาตรฐานจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 80 - 95 และไม่ได้มาตรฐานร้อยละ 5 - 20 ในส่วนปัญหาด้านการผลิต พบเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคเหี่ยว และพบเชื้อราทางใบประมาณร้อยละ 20 - 30 ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับการตลาด เกษตรกรจะขายในลักษณะคละผลผลิต ไม่มีการรวมกลุ่มขาย ซึ่งจะขายแบบเหมาสดตามราคาตลาดทั่วไปที่ 50 – 75 บาทต่อกิโลกรัม โดยจำหน่ายให้กับบริษัทวิสาหกิจ หรือพ่อค้าคนกลาง และในส่วนของประเด็นเพิ่มเติม คือการปลูกกระชายดำจะไม่สามารถปลูกบนพื้นที่เดิมในปีถัดไปได้ ทำให้ต้องเปลี่ยนพื้นที่ปลูกใหม่ทุกปี ทำให้เกษตรกรมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

เกษตรกรผู้ปลูกกระชายดำในจังหวัดเลย เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านสองคอน และกลุ่มกระชายดำหัวสด แต่มีบางรายไม่ได้เป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกร พื้นที่ปลูกกระชายดำอยู่ที่รายละประมาณ 1 - 50 ไร่ วิธีการปลูกจะใช้ส่วนเหง้าในการปลูก เป็นพันธุ์สีดำมาจากบ้านร่มเกล้า ฤดูที่ปลูกคือช่วงเดือนเมษายน ขั้นตอนการเตรียมดินจะใช้วิธีไถพรวนดินและยกร่องปลูก เว้นระยะปลูกระหว่างร่องประมาณ 20 – 50 เซนติเมตร และเว้นระยะระหว่างต้นประมาณ 7 – 15 เซนติเมตร โดยปลูกเป็นพืชหลักทั้งหมด และอาศัยน้ำฝนในการเจริญเติบโตของต้นกระชายดำ เมื่อต้นกระชายดำอายุ 7 - 15 วันจะใช้สารกำจัดวัชพืชเพื่อควบคุมวัชพืชในแปลงปลูก และจะเริ่มให้ปุ๋ยเมื่อต้นกระชายดำอายุประมาณ 10 - 15 สัปดาห์ โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ให้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 และบางรายให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 การเก็บผลผลิต จะเก็บเหง้ากระชายดำเมื่ออายุประมาณ 35 – 45 สัปดาห์ โดยขุดเหง้าจากดินเคาะดินออกและเก็บส่วนรากทั้งหมด จากนั้นบรรจุใส่กระสอบ กระสอบละประมาณ 30 กิโลกรัม จะได้ผลผลิตเหง้ากระชายดำประมาณ 700 – 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณผลผลิตที่ได้มาตรฐานจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 95 และไม่ได้มาตรฐานร้อยละ 5 ในส่วนปัญหาด้านการผลิต พบเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคเหี่ยว และพบเชื้อราทางใบประมาณร้อยละ 15 ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับการตลาด เกษตรกรจะขายในลักษณะคละผลผลิต มีทั้งรวมกลุ่มขาย และขายด้วยตนเอง ซึ่งจะขายแบบเหมาสด

ในราคาประกันที่ 60 บาทต่อกิโลกรัม หรือขายตามราคาตลาดทั่วไปที่ราคา 65 – 100 บาทต่อกิโลกรัม โดยจำหน่ายให้กับบรรณวิสาหกิจ ห้างหุ้นส่วนจำกัด หรือพ่อค้าคนกลาง และในส่วนของประเด็นเพิ่มเติม คือการปลูกกระชายดำจะไม่สามารถปลูกบนพื้นที่เดิมในปีถัดไปได้ ทำให้ต้องเปลี่ยนพื้นที่ปลูกใหม่ทุกปี ทำให้เกษตรกรมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของดินในแปลงปลูกกระชายดำ

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของดินในช่วงก่อนการทดลอง พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่สำหรับปลูกกระชายดำของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์และจังหวัดเลย มีค่าพีเอชในแปลงปลูกเป็นกรดจัดมาก (pH 4.67) สภาพดินไม่เป็นดินเค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินระดับค่อนข้างสูง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับค่อนข้างต่ำ มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับปานกลาง ในส่วนของปริมาณธาตุอาหารรอง พบว่า มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับต่ำมาก มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับต่ำ มีปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ระดับเกินพอ (ตารางที่ 11) และปริมาณธาตุอาหารเสริม พบว่า มีปริมาณโบรอนที่สกัดได้ระดับต่ำ มีปริมาณทองแดงที่สกัดได้ระดับต่ำ เหล็กที่สกัดได้ระดับสูงมาก แมงกานีสที่สกัดได้ระดับสูง และสังกะสีที่สกัดได้ระดับต่ำมาก นอกจากนี้พื้นที่ส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนและดินร่วนปนทราย (ตารางที่ 12) จากการคัดเลือกแปลงเกษตรกรผู้ปลูกต้นกระชายดำจำนวน 10 แปลง ในจังหวัดเพชรบูรณ์และเลย มีผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ตัวอย่างดินแปลง คุณกฤติมา แซ่โล่ ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง สมบัติทางเคมี ดินมีค่าพีเอชเป็นกรดจัด (pH 5.25) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำ (1.57%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างสูง โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่อนข้างต่ำ และกำมะถันที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลาง และธาตุอาหารเสริม พบว่า เหล็กที่สกัดได้ระดับสูงมาก แมงกานีสที่สกัดได้ระดับสูง แต่มีทองแดงและสังกะสีที่สกัดได้ระดับต่ำมาก การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับเป็นกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง กำมะถันระดับขาดแคลน (ตารางที่ 11) ในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า เหล็กและแมงกานีสอยู่ในระดับสูงมาก แต่ทองแดงและสังกะสีอยู่ในระดับปานกลาง และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam) (ตารางที่ 12)

ตัวอย่างดินแปลง คุณณัฐวิภา แซ่ว่าง ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง สมบัติทางเคมี ดินมีค่าพีเอชเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 4.39) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำ (1.51%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีระดับต่ำ แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณต่ำมาก กำมะถันที่สกัดได้อยู่ในระดับเพียงพอ และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า มีเหล็กที่สกัดได้สูงมาก แต่แมงกานีสและ

ทองแดงที่สกัดได้มีปริมาณต่ำ รวมทั้งมีสังกะสีที่สกัดได้ปริมาณต่ำมาก การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับกลาง โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ กำมะถันอยู่ในระดับขาดแคลน (ตารางที่ 11) และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า เหล็กอยู่ในระดับสูงมาก แมงกานีสและทองแดงอยู่ในระดับปานกลาง สังกะสีอยู่ในระดับต่ำมาก และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วน (Loam) (ตารางที่ 12)

ตัวอย่างดินแปลง คุณทรงพล ทรงสวัสดิ์วงศ์ ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง สมบัติทางเคมี ดินมีค่าพีเอชเป็นกรดปานกลาง (pH 5.79) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง (2.21%) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับปานกลาง โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับสูง แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับต่ำ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับปานกลาง และกำมะถันที่สกัดได้ต่ำมาก ในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่ามีเหล็กและแมงกานีสที่สกัดได้สูงมาก แต่มีทองแดงและสังกะสีที่สกัดได้ต่ำ การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง และกำมะถันอยู่ในระดับขาดแคลน (ตารางที่ 11) ในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า เหล็ก สังกะสีและแมงกานีสอยู่ในระดับสูงมาก แต่ทองแดงอยู่ในระดับต่ำ และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วน (Loam) (ตารางที่ 12)

ตัวอย่างดินแปลง คุณมาเลีย แซ่ลี ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ การวิเคราะห์ก่อนการทดลอง สมบัติทางเคมี ดินมีความเป็นกรดจัดมาก (pH 4.64) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง (1.62%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณต่ำมาก แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และกำมะถันที่สกัดได้มีปริมาณต่ำมาก ในส่วนของธาตุอาหารเสริม ได้แก่ แมงกานีส ทองแดงและสังกะสีที่สกัดได้มีปริมาณต่ำมากเช่นกัน ยกเว้นเหล็กที่สกัดได้เท่านั้นที่มีปริมาณสูงมาก การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเพิ่มเล็กน้อยอยู่ในระดับเป็นกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงและโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ และกำมะถันอยู่ในระดับขาดแคลน (ตารางที่ 11) ในส่วนของธาตุอาหารเสริม ได้แก่ ทองแดงอยู่ในระดับสูง เหล็กอยู่ในระดับสูงมาก แมงกานีสอยู่ในระดับต่ำ สังกะสีอยู่ในระดับต่ำมาก และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam) (ตารางที่ 12)

ตัวอย่างดินแปลง คุณสิทธิชัย แซ่ลี ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง สมบัติทางเคมี ดินมีค่าพีเอชเป็นกรดจัด (pH 5.20) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง (3.06%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีระดับต่ำมาก โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีระดับสูงมาก แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีระดับต่ำ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีระดับ

ปานกลาง และกำมะถันที่สกัดได้อยู่ในระดับสูงมาก และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่าเหล็กและแมงกานีสที่สกัดได้ระดับสูงมาก แต่มีทองแดงที่สกัดได้ต่ำ และสังกะสีที่สกัดได้ต่ำมาก การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ดินมีค่าพีเอช อยู่ในระดับเป็นกรดจัด ปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงอยู่ในระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 11) ในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า เหล็ก สังกะสีและแมงกานีสอยู่ในระดับสูงมาก ทองแดงอยู่ในระดับสูง และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silty Clay Loam) (ตารางที่ 12)

ตัวอย่างดินแปลง คุณลอน ศรีแสง ตำบลปลาป่า อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดเลย การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง สมบัติทางเคมี ดินมีค่าพีเอชเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 4.55) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง (4.00%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีปริมาณค่อนข้างต่ำ โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมาก แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณต่ำมาก แต่กำมะถันที่สกัดได้อยู่ในระดับสูงมาก และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่าเหล็กที่สกัดได้มีปริมาณสูงมาก แต่แมงกานีสที่สกัดได้ต่ำ รวมทั้งทองแดงและสังกะสีที่สกัดได้ต่ำมาก การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ดินมีค่าพีเอชอยู่ในระดับกรดรุนแรงมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับสูง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก กำมะถันอยู่ในระดับเพียงพอ (ตารางที่ 11) และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า เหล็กและทองแดงอยู่ในระดับสูงมาก แมงกานีสอยู่ในระดับต่ำ สังกะสีอยู่ในระดับต่ำมาก และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) (ตารางที่ 12)

ตัวอย่างดินแปลง คุณขวัญทอง ศรีบุรินทร์ ตำบลปลาป่า อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดเลย การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง สมบัติทางเคมี ดินมีความเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 4.10) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง (3.94%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณต่ำ แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณต่ำมาก แต่กำมะถันที่สกัดได้มีปริมาณสูงมาก และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่าเหล็กที่สกัดได้มีปริมาณสูงมาก แต่แมงกานีส ทองแดงและสังกะสีที่สกัดได้ต่ำมาก การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ดินมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับเป็นกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับสูง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับต่ำ แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก แต่กำมะถันอยู่ในระดับที่เพียงพอ (ตารางที่ 11) และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า เหล็กอยู่ในระดับสูงมาก แมงกานีสอยู่ในระดับสูง ทองแดงอยู่ในระดับต่ำและสังกะสีอยู่ในระดับต่ำมาก และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam) (ตารางที่ 12)

ตัวอย่างดินแปลง คุณนิพล บุญพรหม ตำบลปลาป่า อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดเลย การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง สมบัติทางเคมี ดินมีค่าพีเอชเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 4.53) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง (3.99%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีปริมาณต่ำ แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณต่ำมาก แต่กำมะถันที่สกัดได้มีปริมาณ

สูงมาก และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่าเหล็กที่สกัดได้มีปริมาณสูงมาก แต่แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่สกัดได้ต่ำมาก การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ดินมีค่าพีเอชอยู่ในระดับกรดรุนแรงมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับสูง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก กำมะถันอยู่ในระดับที่เพียงพอ (ตารางที่ 11) และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า เหล็กอยู่ในระดับสูงมาก แมงกานีส ทองแดงอยู่ในระดับต่ำ และสังกะสีอยู่ในระดับต่ำมาก และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam) (ตารางที่ 12)

ตัวอย่างดินแปลง คุณบุญหนัก ศรีบุรินทร์ ตำบลปลาบ่า อำเภอกงเรือ จังหวัดเลย การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง สมบัติทางเคมี ดินมีค่าพีเอชเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 4.53) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง (3.20%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีปริมาณต่ำ แต่โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณสูง แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมาก แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ และกำมะถันที่สกัดได้ปานกลาง และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่าเหล็กที่สกัดได้มีปริมาณสูงมาก แมงกานีสที่สกัดได้มีปริมาณสูง แต่ทองแดงที่สกัดได้ต่ำและสังกะสีที่สกัดได้ต่ำมาก การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ดินมีค่าพีเอชอยู่ในระดับเป็นกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก และกำมะถันอยู่ในระดับขาดแคลน (ตารางที่ 11) และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า เหล็กอยู่ในระดับสูงมาก แมงกานีสอยู่ในระดับสูง ทองแดงอยู่ในระดับต่ำและสังกะสีอยู่ในระดับต่ำมาก และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว (Clay Loam) (ตารางที่ 12)

ตัวอย่างดินแปลง คุณหนูจอม สุขจาซาลี ตำบลปลาบ่า อำเภอกงเรือ จังหวัดเลย การวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง สมบัติทางเคมี ดินมีค่าพีเอชเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 4.40) ไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง (1.82%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำ และมีโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณต่ำมาก แต่กำมะถันที่สกัดได้มีปริมาณสูงมาก และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่าเหล็กที่สกัดได้มีปริมาณสูงมาก แต่แมงกานีส ทองแดงและสังกะสีที่สกัดได้ต่ำ การวิเคราะห์ดินหลังการทดลอง ดินมีค่าพีเอชอยู่ในระดับเป็นกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก และมีโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก แต่กำมะถันอยู่ในระดับเพียงพอ (ตารางที่ 11) และในส่วนของธาตุอาหารเสริม พบว่า เหล็กอยู่ในระดับสูงมาก สังกะสีอยู่ในระดับสูง แต่แมงกานีสและทองแดงอยู่ในระดับปานกลาง และดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว (Clay Loam) (ตารางที่ 12)

2.3 สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีของดินกับน้ำหนักแห้งของกระชายดำ

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีดินกับน้ำหนักแห้งของกระชายดำ ศึกษาข้อมูลในระยะเก็บเกี่ยว อายุ 10-12 เดือนหลังปลูก เนื่องจากเป็นช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตกระชายดำ ออกจากแปลงปลูกทั้งหมด (ตารางที่ 13) พบว่า ปฏิกริยาดิน (pH) กับน้ำหนักแห้งของกระชายดำมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับน้อย แสดงว่าค่า pH ไม่มีผลต่อผลผลิต แต่อาจไปส่งเสริมการดูดใช้ธาตุอาหารตัวอื่นๆ เนื่องจากพื้นที่ที่เกษตรกรปลูกกระชายดำมีปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัดมาก และหากความเป็นกรดลดลงผลผลิตอาจมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นได้ ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) กับน้ำหนักแห้งของกระชายดำมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับน้อย เนื่องจากพื้นที่ปลูกกระชายดำมีค่าการนำไฟฟ้าในดินค่อนข้างต่ำหรือดินไม่มีความเค็มจึงไม่ส่งผลกระทบต่อพืช ปริมาณอินทรีย์วัตถุกับน้ำหนักแห้งของกระชายดำมีความสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับปานกลาง ($r=0.750$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินช่วยส่งเสริมปริมาณน้ำหนักแห้งของกระชายดำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 56.26% (ภาพที่ 15) แสดงให้เห็นว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินช่วยส่งเสริมต่อการเพิ่มน้ำหนักแห้งของกระชายดำ เนื่องจากพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่มีอินทรีย์วัตถุในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง อินทรีย์วัตถุจะเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารแก่พืชที่สำคัญ คือ ไนโตรเจน ช่วยดูดยึดธาตุอาหารไม่ให้สูญเสียไปจากดิน หากมีการเพิ่มเติมอินทรีย์วัตถุในดินอาจจะทำให้พืชมีผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ การเปรียบเทียบค่ามาตรฐานปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินกับผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของเกษตรกร (ตารางที่ 14) พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (1.1 - 1.5%) มีน้ำหนักแห้งประมาณ 18.85 กรัมต่อต้น ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในระดับปานกลาง (1.6 - 2.5%) มีน้ำหนักแห้งประมาณ 17.49 - 23.95 กรัมต่อต้น ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในระดับค่อนข้างสูง (2.6 - 3.5%) มีน้ำหนักแห้งประมาณ 21.82 - 22.76 กรัมต่อต้น และปริมาณอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในระดับสูง (3.6 - 4.5%) มีน้ำหนักแห้งประมาณ 22.76 - 26.70 กรัมต่อต้น ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.610$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีความสัมพันธ์ต่อการเพิ่มน้ำหนักแห้งของกระชายดำได้แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 37.19% (ภาพที่ 16) แสดงว่าหากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นผลผลิตน้ำหนักแห้งของกระชายดำอาจจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินจะขึ้นกับค่าพีเอช ของดิน เมื่อค่าพีเอชของดินต่ำกว่า 6.8 จะมีฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ที่พืชดูดใช้ได้ง่ายอยู่มาก แต่ถ้าค่าพีเอช ในดินสูงกว่า 7.2 ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปที่พืชดูดใช้ได้ยากเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในสภาพแปลงปลูกกระชายดำของเกษตรกรส่วนมากจะมีค่าพีเอชอยู่ในระดับที่เป็นกรดปานกลางถึงกรดจัดมากอาจส่งผลให้พืชดูดไปใช้ได้ง่ายขึ้น การเปรียบเทียบค่ามาตรฐานปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของเกษตรกร (ตารางที่ 15) พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับต่ำมาก (< 3 mg/kg) มี

น้ำหนักแห้งประมาณ 17.49 – 21.82 กรัมต่อตัน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับต่ำ (3 - 5 mg/kg) มีน้ำหนักแห้งประมาณ 18.85 – 22.76 กรัมต่อตัน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับค่อนข้างต่ำ (6 – 10 mg/kg) มีน้ำหนักแห้งประมาณ 21.27 – 26.70 กรัมต่อตัน และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับปานกลาง (11 – 15 mg/kg) มีน้ำหนักแห้งประมาณ 23.95 กรัมต่อตัน ในขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับน้อย แสดงว่าไม่มีสัมพันธ์ต่อการเพิ่มปริมาณน้ำหนักแห้งของกระชายดำ แต่อาจช่วยส่งเสริมการสังเคราะห์โปรตีน การสังเคราะห์ด้วยแสง และการเปิดปิดปากใบของต้นกระชายดำ ปริมาณธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับน้อย แสดงว่าไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของกระชายดำ และในดินอาจมีธาตุอาหารรองเพียงพอต่อความต้องการของพืช ถึงแม้ว่าแมกนีเซียมจะช่วยควบคุมสภาพความเป็นกรดต่างในเซลล์พืชและในดินที่มีค่าพีเอชเป็นกลางหรือต่างทำให้แมกนีเซียมมีความเป็นประโยชน์สูง แต่ในสภาพแปลงปลูกกระชายดำ พบว่า ดินมีสภาพเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัดมาก อาจทำให้การใช้ประโยชน์จากแมกนีเซียมน้อยลง และกำมะถันมีความสัมพันธ์ในเชิงตรงกันข้ามอยู่ในระดับน้อยเช่นกัน แต่ถ้ามีมากเกินไปอาจส่งผลให้ผลผลิตลดลงได้ และปริมาณธาตุอาหารเสริมที่สกัดได้มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับน้อย อาจเนื่องมาจากในพื้นที่ปลูกมีธาตุอาหารเสริมเพียงพอต่อความต้องการของพืช นอกจากนี้ค่าความหนาแน่นรวมดินมีความสัมพันธ์ในเชิงตรงกันข้ามอยู่ในระดับปานกลาง ($r = -0.689$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ค่าความหนาแน่นดินรวมช่วยส่งเสริมปริมาณน้ำหนักแห้งของกระชายดำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 47.46% (ภาพที่ 17) แสดงว่า ค่าความหนาแน่นดินรวมจะเกี่ยวข้องกับความร่วนซุยของดินในแปลงปลูกกระชายดำ เมื่อดินมีความหนาแน่นรวมสูงขึ้นจะทำให้ผลผลิตกระชายดำลดลงได้

ตารางที่ 11 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลองในแปลงปลูกกระชายดำ

แปลง เกษตรกร	pH (1:1)		EC _e (dS/m) ¹		OM (%) ²		P (mg/kg) ³		K (mg/kg) ⁴		Ca (mg/kg) ⁴		Mg (mg/kg) ⁴		S (mg/kg) ⁵	
	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง
คุณกฤติมา	4.55	6.54	0.12	0.30	4.00	2.56	9.84	176.49	23.80	304.86	145.19	1256.03	19.38	138.42	12.63	1.03
คุณณัฐวุฒิ	4.39	4.66	0.19	0.38	1.51	1.90	4.15	28.02	50.29	138.97	166.76	435.44	33.01	93.00	11.2	4.47
คุณทรงพล	5.79	6.82	0.22	0.95	2.21	3.27	11.48	265.21	117.50	5285.82	733.83	1799.16	158.98	188.32	4.23	0.44
คุณมาเลีย	4.64	4.90	0.11	0.50	1.62	2.09	2.5	27.11	18.63	145.71	108.55	393.42	20.52	40.01	3.41	1.08
คุณสิทธิชัย	5.20	5.20	0.19	0.12	3.06	2.07	2.25	58.50	132.68	113.76	987.89	653.50	218.56	191.75	48.25	ND
คุณลอน	4.55	4.58	0.12	0.18	4.00	4.44	9.84	13.90	23.80	70.97	145.19	94.58	19.38	12.19	12.63	8.08
คุณขวัญทอง	4.10	4.93	0.26	0.14	3.94	3.92	5.16	5.86	36.18	52.74	59.72	126.11	12.92	27.32	12.02	9.20
คุณนิพล	4.53	4.52	0.09	0.24	3.99	4.26	5.93	7.01	32.03	48.61	107.14	116.49	18.27	16.66	16.05	7.42
คุณบุญหนัก	4.53	5.01	0.22	0.10	3.20	2.94	5.77	7.16	92.84	73.24	166.46	152.37	59.73	27.67	11.06	3.71
คุณหนูจอม	4.40	4.64	0.16	0.22	1.82	2.29	7.82	61.63	68.68	89.62	150.56	96.10	24.89	38.24	112.51	6.61
ค่าเฉลี่ย	4.67	5.18	0.17	0.31	2.94	2.97	6.47	65.09	59.64	632.43	277.13	512.32	58.56	77.36	24.40	4.67

วิธีวิเคราะห์

1 = Saturated paste extraction, EC meter, 2 = Walkley and Black, 3 = Bray II extraction, Spectroscopy, 4 = NH₄OAc extraction, Atomic spectroscopy, 5 = Acetata-acetic extraction, Turbidimetric

ตารางที่ 12 สมบัติทางเคมีของดินและสมบัติทางกายภาพของดินก่อนและหลังการทดลองในแปลงปลูกกระชายดำ

แปลง เกษตรกร	B (mg/kg) ¹		Cu (mg/kg) ²		Fe (mg/kg) ²		Mn (mg/kg) ²		Zn (mg/kg) ²		Na (mg/kg) ³		Cl (mg/kg) ⁴		Texture ⁵	
	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อน ทดลอง	หลัง ทดลอง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
คุณกฤติมา	0.16	2.10	0.13	0.63	51.42	140.05	5.34	41.50	0.37	2.06	ND	1.45	19.81	99.04	Sandy Loam	Loam
คุณณัฐวดี	0.09	0.31	0.68	0.46	46.62	133.04	6.26	11.93	0.16	0.39	1.90	0.48	19.81	95.74	Loam	Clay Loam
คุณทรงพล	0.47	1.34	0.54	0.53	32.37	72.97	68.86	92.26	0.68	7.37	ND	6.23	6.60	69.33	Loam	Silty Clay Loam
คุณมาลัย	0.15	0.24	0.06	1.68	47.05	131.31	4.44	7.18	0.08	0.27	ND	0.16	29.71	59.43	Sandy Clay Loam	Sandy Loam
คุณสิทธิชัย	0.21	0.27	0.73	2.43	43.05	145.60	92.07	45.98	0.71	8.42	ND	1.12	29.71	33.01	Silty Clay Loam	Loam
คุณลอน	0.16	0.40	0.13	2.93	51.42	116.20	5.34	6.91	0.37	0.45	ND	2.69	19.81	69.33	Sandy Loam	Sandy Loam
คุณขวัญทอง	0.13	0.71	0.14	0.48	43.81	127.49	3.84	27.38	0.14	0.25	0.48	1.07	9.90	49.52	Sandy Clay Loam	Clay Loam
คุณนิพล	0.25	0.16	0.12	0.39	49.85	136.68	4.52	8.84	0.22	0.29	1.73	0.69	6.60	69.33	Sandy Clay Loam	Sandy Loam
คุณบุญหนัก	0.17	0.46	0.33	0.72	40.34	156.16	29.85	22.73	0.21	0.33	2.98	1.72	26.41	72.63	Clay Loam	Sandy Loam
คุณหนูจอม	0.18	2.66	0.43	1.00	38.73	145.51	6.92	11.47	0.62	5.91	1.79	1.69	26.41	46.22	Clay Loam	Sandy Loam
ค่าเฉลี่ย	0.20	0.87	0.33	1.13	44.47	130.50	22.74	27.62	0.36	2.57	1.78	1.73	19.48	66.36	-	-

วิธีวิเคราะห์

1 = Hot water extraction, Azomethine-H, 2 = DTPA extraction, Atomic spectroscopy, 3= NH₄OAc extraction, Atomic spectroscopy, 4 = Water extraction, Titration, 5 = Pipette method

ตารางที่ 13 ค่าสัมพัทธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีดินกับน้ำหนักแห้ง (กรัม/ตัน) ของกระชายดำในระยะเก็บเกี่ยว อายุ 10-12 เดือนหลังปลูก

	<i>pH</i>	<i>EC_e</i>	<i>OM</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>S</i>	<i>B</i>	<i>Cu</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>Zn</i>	<i>Na</i>	<i>Cl</i>	<i>BD</i>	<i>DW</i>
<i>pH</i>	1.000																
<i>EC_e</i>	0.124	1.000															
<i>OM</i>	-0.223	-0.110	1.000														
<i>P</i>	0.283	-0.063	0.264	1.000													
<i>K</i>	0.702	0.560	-0.243	-0.034	1.000												
<i>Ca</i>	0.846	0.298	-0.144	-0.043	0.855	1.000											
<i>Mg</i>	0.829	0.369	-0.148	-0.093	0.902	0.990	1.000										
<i>S</i>	-0.114	-0.021	-0.265	-0.019	0.263	0.109	0.083	1.000									
<i>B</i>	0.862	0.127	-0.061	0.516	0.544	0.584	0.569	-0.085	1.000								
<i>Cu</i>	0.474	0.470	-0.501	-0.170	0.794	0.707	0.718	0.317	0.220	1.000							
<i>Fe</i>	-0.564	-0.667	0.470	-0.171	-0.767	-0.498	-0.546	-0.285	-0.632	-0.536	1.000						
<i>Mn</i>	0.829	0.398	-0.109	-0.065	0.917	0.977	0.996	0.066	0.590	0.685	-0.574	1.000					
<i>Zn</i>	0.687	0.133	-0.095	0.383	0.715	0.772	0.726	0.550	0.594	0.572	-0.529	0.718	1.000				
<i>Na</i>	0.864	-0.221	-0.295	0.128	0.793	0.858	0.902	0.000	0.181	0.368	-0.260	0.810	0.128	1.000			
<i>Cl</i>	-0.130	-0.138	-0.371	-0.477	0.127	0.085	0.113	0.378	-0.501	0.188	0.084	0.103	0.063	0.657	1.000		
<i>BD</i>	0.389	-0.016	-0.660	-0.332	0.468	0.475	0.453	0.594	0.323	0.523	-0.496	0.411	0.482	-0.049	0.197	1.000	
<i>DW</i>	0.231	0.107	0.750	0.610	0.053	0.163	0.151	-0.417	0.280	-0.197	0.137	0.192	0.195	-0.060	-0.389	-0.689	1.000

ตารางที่ 14 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและน้ำหนักแห้งกระชายดำเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอินทรีย์วัตถุในดิน

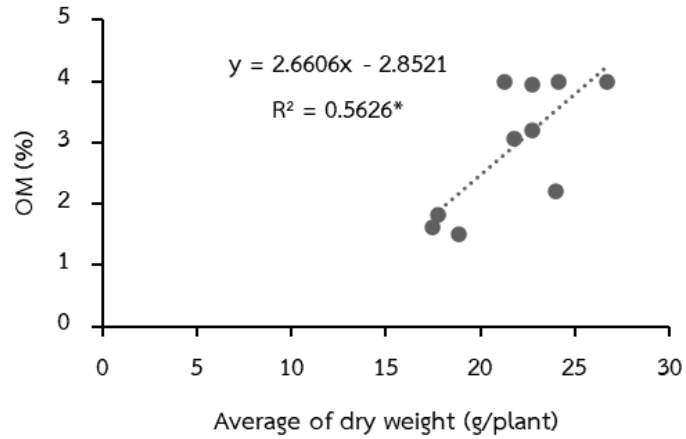
OM	ต่ำมาก	ต่ำ	ค่อนข้างต่ำ	ปานกลาง	ค่อนข้างสูง	สูง	สูงมาก
ค่ามาตรฐาน (%)	< 0.5	0.5 - 1.0	1.1 - 1.5	1.6 - 2.5	2.6 - 3.5	3.6 - 4.5	> 4.5
OM (%)	-	-	1.51	1.62 - 2.21	3.06 - 3.20	3.94 - 4.00	-
dry weight (g/plant)	-	-	18.85	17.49 - 23.95	21.82 - 22.76	22.76 - 26.70	-

(หน่วยวิเคราะห์วิจัยดินพืชและวัสดุเกษตร, 2562)

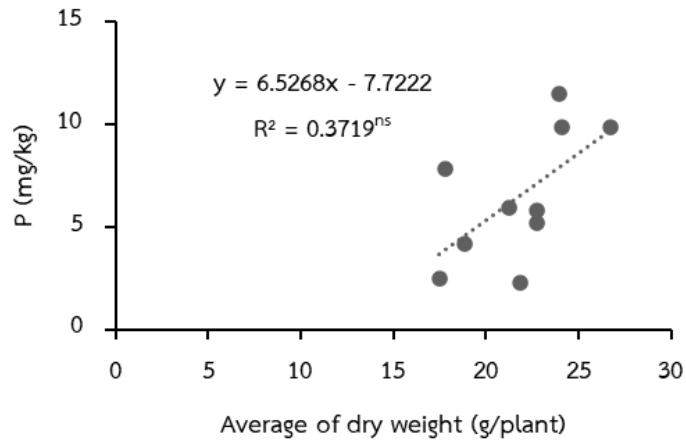
ตารางที่ 15 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และน้ำหนักแห้งกระชายดำเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

P	ต่ำมาก	ต่ำ	ค่อนข้างต่ำ	ปานกลาง	ค่อนข้างสูง	สูง	สูงมาก
ค่ามาตรฐาน (mg/kg)	< 3	3 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 25	26 - 45	> 45
P (mg/kg)	2.25 - 2.5	4.15 - 5.16	5.77 - 9.84	11.48	-	-	-
dry weight (g/plant)	17.49 - 21.82	18.85 - 22.76	21.27 - 26.70	23.95	-	-	-

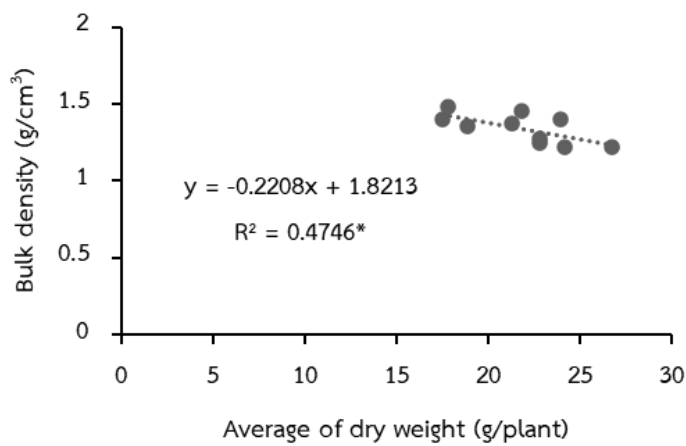
(หน่วยวิเคราะห์วิจัยดินพืชและวัสดุเกษตร, 2562)



ภาพที่ 15 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างอินทรีย์วัตถุในดินกับน้ำหนักแห้งของกระชายดำ



ภาพที่ 16 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับน้ำหนักแห้งกระชายดำ



ภาพที่ 17 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นดินรวมกับน้ำหนักแห้งกระชายดำ

2.4 ข้อมูลน้ำหนักราก น้ำหนักแห้ง และผลผลิตกระชายดำ

การปลูกกระชายดำของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่ แปลงเกษตรกรของคุณ กฤติมา แซ่โล่ คุณณัฐวุฒิ แซ่ว่าง คุณทรงพล ทรงสวัสดิ์วงศ์ คุณมาเลีย แซ่ลี และคุณสิทธิชัย แซ่ลี พบว่า มีปริมาณน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตมีค่าระหว่าง 81.1 – 101.3 กรัมต่อต้น และ 17.5 – 24.1 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ทำให้เกษตรกรได้ผลผลิตสดต่อไร่ระหว่าง 600 – 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของพื้นที่จังหวัดเลย ได้แก่ แปลงเกษตรกรของคุณลอน ศรีแสง คุณขวัญทอง ศรีบุรินทร์ คุณนิพล บุญพรหม คุณบุญหนัก ศรีบุรินทร์ คุณหนูจอม สุขจาชาลี พบว่า มีปริมาณน้ำหนักรากและแห้งเฉลี่ยระหว่าง 82.2 – 92.6 กรัมต่อต้น และ 17.8 – 26.7 กรัมต่อต้น ตามลำดับ เกษตรกรได้รับผลผลิตสดต่อไร่ระหว่าง 500 – 1,200 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 16)

ปริมาณน้ำหนักรากกระชายดำต่อต้นในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต พบว่า ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นอายุ 4-5 เดือนหลังปลูก กระชายดำมีน้ำหนักรากและแห้งเฉลี่ยระหว่าง 24.3 – 51.4 กรัมต่อต้น และ 2.5-3.8 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งแปลงเกษตรกรคุณณัฐวุฒิ แซ่ว่าง มีน้ำหนักรากและแห้งเฉลี่ยมากที่สุด ระยะพัฒนาการทางลำต้นอายุ 7-8 เดือนหลังปลูก กระชายดำมีน้ำหนักรากและแห้งเฉลี่ย 102.6 – 167.6 กรัมต่อต้นและ 30.2 - 48.7 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งแปลงเกษตรกร คุณทรงพล ทรงสวัสดิ์วงศ์ มีน้ำหนักรากและแห้งเฉลี่ยมากที่สุด และระยะเก็บเกี่ยวอายุ 10-12 เดือนหลังปลูก กระชายดำมีน้ำหนักรากและแห้งเฉลี่ยระหว่าง 81.1 – 101.3 กรัมต่อต้น และ 17.5 – 26.7 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 17) ตามลำดับ ซึ่งแปลงเกษตรกรคุณทรงพล ทรงสวัสดิ์วงศ์ มีน้ำหนักรากและแห้งเฉลี่ยมากที่สุด ข้อมูลผลผลิตน้ำหนักรากและแห้งของกระชายดำ มีความสอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารในดิน แปลงเกษตรกรคุณทรงพล ทรงสวัสดิ์วงศ์ มีปริมาณธาตุอาหารในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ทำให้ได้น้ำหนักเฉลี่ยสูง ในขณะที่แปลงเกษตรกรคุณณัฐวุฒิ แซ่ว่าง และคุณลอน ศรีแสง มีปริมาณธาตุอาหารในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ ทำให้ได้น้ำหนักเฉลี่ยน้อย

ตารางที่ 16 ปริมาณผลผลิตน้ำหนัสด (กรัม/ต้น) และผลผลิตสด (กิโลกรัม/ไร่) ของกระชายดำ

แปลงเกษตรกร	น้ำหนัสดเฉลี่ย (กรัม/ต้น)											ผลผลิตสด (กก./ไร่)
	ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น อายุ 4-5 เดือนหลังปลูก				ระยะพัฒนาการทางลำต้น อายุ 7-8 เดือนหลังปลูก				ระยะเก็บเกี่ยว อายุ 10-12 เดือนหลังปลูก			
	ใบ	เหง้า	ราก	รวม	ใบ	เหง้า	ราก	รวม	เหง้า	ราก	รวม	
คุณกฤติมา	31.3	9.1	0.8	41.1	4.6	94.5	3.5	102.6	83.9	9.1	92.9	600.00
คุณณัฐวุฒิ	42.2	8.0	1.2	51.4	46.0	102.1	3.2	151.4	74.4	6.6	81.1	1,000.00
คุณทรงพล	36.0	6.8	1.0	43.8	37.8	119.7	10.1	167.6	89.8	11.6	101.3	1,000.00
คุณมาลัย	28.5	10.9	1.7	41.1	5.6	119.5	6.2	131.3	81.9	4.8	86.7	1,000.00
คุณสิทธิชัย	23.6	7.7	0.8	32.0	24.3	105.2	6.9	136.5	83.6	7.5	91.1	850.00
คุณลอน	17.5	6.4	0.4	24.3	27.6	91.5	14.0	133.1	77.7	4.5	82.2	700.00
คุณขวัญทอง	26.7	7.3	0.7	34.7	30.8	107.9	16.8	155.5	81.2	10.4	91.6	700.00
คุณนิพล	25.8	8.6	1.3	35.7	7.8	104.4	12.4	124.6	83.6	4.7	88.3	500.00
คุณบุญหนัก	27.4	7.6	1.6	36.6	30.8	107.9	16.8	155.5	81.2	10.4	91.6	1,200.00
คุณหนูจอม	26.3	6.5	0.8	33.6	57.8	91.5	10.3	159.5	77.7	14.9	92.6	800.00

ตารางที่ 17 ปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น) ของกระชายดำ

แปลงเกษตรกร	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม/ต้น)										
	ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น อายุ 4-5 เดือนหลังปลูก				ระยะพัฒนาการทางลำต้น อายุ 7-8 เดือนหลังปลูก				ระยะเก็บเกี่ยว อายุ 10-12 เดือนหลังปลูก		
	ใบ	เหง้า	ราก	รวม	ใบ	เหง้า	ราก	รวม	เหง้า	ราก	รวม
คุณกฤติมา	2.3	1.1	0.1	3.4	2.1	27.0	1.0	30.2	23.4	0.7	24.1
คุณณัฐวุฒิ	2.8	0.9	0.1	3.8	7.4	22.9	0.7	31.1	18.3	0.6	18.9
คุณทรงพล	2.7	0.6	0.1	3.4	1.1	31.0	1.9	34.0	23.3	0.7	23.9
คุณมาลัย	2.5	1.1	0.1	3.7	3.8	31.1	1.3	36.2	17.0	0.5	17.5
คุณสิทธิชัย	2.0	0.7	0.1	2.8	7.7	39.1	1.6	48.3	21.2	0.6	21.8
คุณลอน	1.7	0.8	0.0	2.5	3.4	30.2	2.5	36.1	25.5	1.2	26.7
คุณขวัญทอง	2.2	0.7	0.0	2.9	13.8	31.5	3.4	48.7	22.0	0.8	22.8
คุณนิพล	2.0	0.8	0.1	2.8	6.0	27.6	2.3	35.9	20.9	0.4	21.3
คุณบุญหนัก	2.1	0.9	0.1	3.1	13.8	31.5	3.4	48.7	22.0	0.8	22.8
คุณหนูจอม	2.2	0.7	0.1	2.9	8.6	23.8	2.0	34.4	16.8	1.0	17.8

2.5 ปริมาณธาตุอาหารพืชและสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารกระชายดำกับผลผลิต

การวิเคราะห์หาความเข้มข้นปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมของกระชายดำ โดยใช้หลักการว่าปริมาณธาตุอาหารที่ปรากฏในต้นแสดงถึงปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ (ประสิทธิ์และสุนทรี, 2554) นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณเป็นปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆ เพื่อนำไปประเมินความต้องการธาตุอาหารของฟ้าทะลายโจร พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในกระชายดำมีความแตกต่างกันตามรูปแบบการผลิตของเกษตรกรแต่ละพื้นที่ ดังนี้

แปลงเกษตรกร คุณกฤติมา แซ่โล่ ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต แต่ในระยะพัฒนาการทางลำต้นมีปริมาณน้อย ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากกระชายดำจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น พบว่า มีปริมาณ N 0.043 กรัม P 0.008 กรัม K 0.143 กรัม Ca 0.035 กรัม Mg 0.009 กรัม S 0.043 กรัม B 0.049 มิลลิกรัม Cu 0.028 มิลลิกรัม Fe 5.341 มิลลิกรัม Mn 1.704 มิลลิกรัม และ Zn 0.102 มิลลิกรัม ระยะพัฒนาการทางลำต้น มีปริมาณ N 0.038 กรัม P 0.008 กรัม K 0.047 กรัม Ca 0.003 กรัม Mg 0.005 กรัม S 0.038 กรัม B 0.020 มิลลิกรัม Cu 0.035 มิลลิกรัม Fe 4.928 มิลลิกรัม Mn 1.623 มิลลิกรัม และ Zn 0.098 มิลลิกรัม และระยะเก็บเกี่ยว พบว่า มีปริมาณ N 0.033 กรัม P 0.008 กรัม K 0.032 กรัม Ca 0.002 กรัม Mg 0.003 กรัม S 0.027 กรัม B 0.017 มิลลิกรัม Cu 0.036 มิลลิกรัม Fe 1.951 มิลลิกรัม Mn 1.222 มิลลิกรัม และ Zn 0.082 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 31 และ 32)

แปลงเกษตรกร คุณณัฐวุฒิ แซ่ว่าง ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและระยะพัฒนาการทางลำต้น แต่ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีปริมาณน้อย ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากกระชายดำจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.043 กรัม P 0.008 กรัม K 0.143 กรัม Ca 0.035 กรัม Mg 0.009 กรัม S 0.043 กรัม B 0.049 มิลลิกรัม Cu 0.028 มิลลิกรัม Fe 5.341 มิลลิกรัม Mn 1.704 มิลลิกรัม และ Zn 0.102 มิลลิกรัม สำหรับระยะพัฒนาการทางลำต้น มีปริมาณ N 0.038 กรัม P 0.008 กรัม K 0.047 กรัม Ca 0.003 กรัม Mg 0.005 กรัม S 0.038 กรัม B 0.020 มิลลิกรัม Cu 0.035 มิลลิกรัม Fe 4.928 มิลลิกรัม Mn 1.623 มิลลิกรัม และ Zn 0.098 มิลลิกรัม และในระยะเก็บเกี่ยว มีปริมาณ N 0.033 กรัม P 0.008 กรัม K 0.032 กรัม Ca 0.002 กรัม Mg 0.003 กรัม S 0.027 กรัม B 0.017 มิลลิกรัม Cu 0.036 มิลลิกรัม Fe 1.951 มิลลิกรัม Mn 1.222 มิลลิกรัม และ Zn 0.082 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 34 และ 35)

แปลงเกษตรกร คุณทรงพล ทรงสวัสดิ์วงศ์ ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและระยะพัฒนาการทางลำต้น แต่ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีปริมาณน้อย ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากกระชายดำจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.039 กรัม P 0.009 กรัม K 0.203 กรัม Ca 0.020 กรัม Mg 0.012 กรัม S 0.065 กรัม B 0.060 มิลลิกรัม Cu 0.027

มิลลิกรัม Fe 4.349 มิลลิกรัม Mn 1.866 มิลลิกรัม และ Zn 0.116 มิลลิกรัม สำหรับระยะพัฒนาการทางลำต้น มีปริมาณ N 0.069 กรัม P 0.011 กรัม K 0.058 กรัม Ca 0.002 กรัม Mg 0.007 กรัม S 0.067 กรัม B 0.020 มิลลิกรัม Cu 0.028 มิลลิกรัม Fe 13.457 มิลลิกรัม Mn 2.080 มิลลิกรัม และ Zn 0.162 มิลลิกรัม และในระยะเก็บเกี่ยว มีปริมาณ N 0.053 กรัม P 0.010 กรัม K 0.039 กรัม Ca 0.001 กรัม Mg 0.003 กรัม S 0.041 กรัม B 0.013 มิลลิกรัม Cu 0.045 มิลลิกรัม Fe 1.595 มิลลิกรัม Mn 1.495 มิลลิกรัม และ Zn 0.096 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 37 และ 38)

แปลงเกษตรกร คุณมาเลีย แซ่ลี ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและระยะพัฒนาการทางลำต้น แต่ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีปริมาณน้อย ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากกระชายดำจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น กระชายดำ 1 ต้น มีปริมาณ N 0.164 กรัม P 0.008 กรัม K 0.056 กรัม Ca 0.019 กรัม Mg 0.014 กรัม S 0.083 กรัม B 0.041 มิลลิกรัม Cu 0.022 มิลลิกรัม Fe 4.123 มิลลิกรัม Mn 1.458 มิลลิกรัม และ Zn 0.079 มิลลิกรัม สำหรับระยะพัฒนาการทางลำต้น มีปริมาณ N 0.089 กรัม P 0.008 กรัม K 0.040 กรัม Ca 0.004 กรัม Mg 0.008 กรัม S 0.075 กรัม B 0.020 มิลลิกรัม Cu 0.026 มิลลิกรัม Fe 7.073 มิลลิกรัม Mn 1.733 มิลลิกรัม และ Zn 0.124 มิลลิกรัม และในระยะเก็บเกี่ยว มีปริมาณ N 0.055 กรัม P 0.005 กรัม K 0.017 กรัม Ca 0.001 กรัม Mg 0.002 กรัม S 0.040 กรัม B 0.009 มิลลิกรัม Cu 0.024 มิลลิกรัม Fe 0.925 มิลลิกรัม Mn 0.816 มิลลิกรัม และ Zn 0.065 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 40 และ 41)

แปลงเกษตรกร คุณสิทธิชัย แซ่ลี ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและระยะพัฒนาการทางลำต้น แต่ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีปริมาณน้อย ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากกระชายดำจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.128 กรัม P 0.007 กรัม K 0.096 กรัม Ca 0.010 กรัม Mg 0.013 กรัม S 0.067 กรัม B 0.033 มิลลิกรัม Cu 0.020 มิลลิกรัม Fe 5.026 มิลลิกรัม Mn 2.730 มิลลิกรัม และ Zn 0.137 มิลลิกรัม สำหรับระยะพัฒนาการทางลำต้น มีปริมาณ N 0.070 กรัม P 0.011 กรัม K 0.090 กรัม Ca 0.007 กรัม Mg 0.016 กรัม S 0.081 กรัม B 0.036 มิลลิกรัม Cu 0.049 มิลลิกรัม Fe 36.759 มิลลิกรัม Mn 4.731 มิลลิกรัม และ Zn 0.284 มิลลิกรัม และในระยะเก็บเกี่ยว มีปริมาณ N 0.034 กรัม P 0.005 กรัม K 0.027 กรัม Ca 0.001 กรัม Mg 0.004 กรัม S 0.025 กรัม B 0.011 มิลลิกรัม Cu 0.032 มิลลิกรัม Fe 1.499 มิลลิกรัม Mn 1.846 มิลลิกรัม และ Zn 0.095 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 43 และ 44)

แปลงเกษตรกร คุณลอน ศรีแสง ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและระยะพัฒนาการทางลำต้น แต่ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีปริมาณน้อย ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากกระชายดำจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.103 กรัม P 0.004 กรัม K 0.054 กรัม Ca 0.008 กรัม Mg 0.005 กรัม S 0.056 กรัม B 0.034 มิลลิกรัม Cu 0.019 มิลลิกรัม

Fe 3.344 มิลลิกรัม Mn 1.873 มิลลิกรัม และ Zn 0.083 มิลลิกรัม สำหรับระยะพัฒนาการทางลำต้น มีปริมาณ N 0.036 กรัม P 0.005 กรัม K 0.024 กรัม Ca 0.003 กรัม Mg 0.004 กรัม S 0.063 กรัม B 0.020 มิลลิกรัม Cu 0.037 มิลลิกรัม Fe 7.676 มิลลิกรัม Mn 1.810 มิลลิกรัม และ Zn 0.135 มิลลิกรัม และในระยะเก็บเกี่ยว มีปริมาณ N 0.030 กรัม P 0.004 กรัม K 0.016 กรัม Ca 0.001 กรัม Mg 0.002 กรัม S 0.025 กรัม B 0.013 มิลลิกรัม Cu 0.040 มิลลิกรัม Fe 1.241 มิลลิกรัม Mn 1.262 มิลลิกรัม และ Zn 0.085 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 46 และ 47)

แปลงเกษตรกร คุณขวัญทอง ศรีบูรินทร์ ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะพัฒนาการทางลำต้นและการเจริญเติบโตทางลำต้น แต่ใน ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีปริมาณน้อย ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากกระชายดำจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.067 กรัม P 0.006 กรัม K 0.050 กรัม Ca 0.009 กรัม Mg 0.007 กรัม S 0.053 กรัม B 0.043 มิลลิกรัม Cu 0.016 มิลลิกรัม Fe 3.178 มิลลิกรัม Mn 1.902 มิลลิกรัม และ Zn 0.097 มิลลิกรัม สำหรับระยะพัฒนาการทางลำต้น มีปริมาณ N 0.065 กรัม P 0.009 กรัม K 0.056 กรัม Ca 0.009 กรัม Mg 0.009 กรัม S 0.119 กรัม B 0.051 มิลลิกรัม Cu 0.052 มิลลิกรัม Fe 11.140 มิลลิกรัม Mn 2.844 มิลลิกรัม และ Zn 0.204 มิลลิกรัม และในระยะเก็บเกี่ยว มีปริมาณ N 0.040 กรัม P 0.006 กรัม K 0.017 กรัม Ca 0.001 กรัม Mg 0.002 กรัม S 0.036 กรัม B 0.011 มิลลิกรัม Cu 0.034 มิลลิกรัม Fe 0.773 มิลลิกรัม Mn 1.436 มิลลิกรัม และ Zn 0.116 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 49 และ 50)

แปลงเกษตรกร คุณนิพล บุญพรหม ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและระยะพัฒนาการทางลำต้น แต่ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีปริมาณน้อย ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากกระชายดำจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.073 กรัม P 0.006 กรัม K 0.098 กรัม Ca 0.017 กรัม Mg 0.009 กรัม S 0.054 กรัม B 0.039 มิลลิกรัม Cu 0.018 มิลลิกรัม Fe 2.408 มิลลิกรัม Mn 1.200 มิลลิกรัม และ Zn 0.095 มิลลิกรัม สำหรับระยะพัฒนาการทางลำต้น มีปริมาณ N 0.053 กรัม P 0.007 กรัม K 0.040 กรัม Ca 0.005 กรัม Mg 0.008 กรัม S 0.085 กรัม B 0.030 มิลลิกรัม Cu 0.034 มิลลิกรัม Fe 5.229 มิลลิกรัม Mn 1.805 มิลลิกรัม และ Zn 0.143 มิลลิกรัม และในระยะเก็บเกี่ยว มีปริมาณ N 0.036 กรัม P 0.006 กรัม K 0.015 กรัม Ca 0.001 กรัม Mg 0.002 กรัม S 0.031 กรัม B 0.011 มิลลิกรัม Cu 0.031 มิลลิกรัม Fe 0.794 มิลลิกรัม Mn 1.544 มิลลิกรัม และ Zn 0.105 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 52 และ 53)

แปลงเกษตรกร คุณบุญหนัก ศรีบูรินทร์ ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต แต่ในระยะพัฒนาการทางลำต้นมีปริมาณน้อย ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากกระชายดำจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.074 กรัม P 0.006 กรัม K 0.112 กรัม Ca 0.011 กรัม Mg 0.009 กรัม S 0.057 กรัม B 0.041 มิลลิกรัม Cu 0.021 มิลลิกรัม Fe 3.517 มิลลิกรัม Mn 3.091 มิลลิกรัม และ Zn 0.165 มิลลิกรัม ระยะพัฒนาการทางลำ

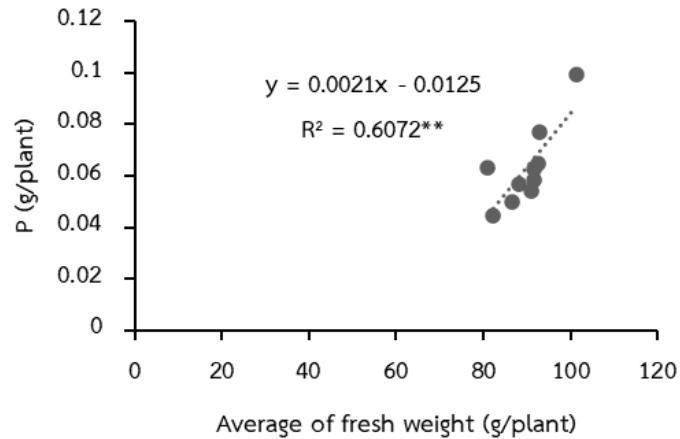
ต้น มีปริมาณ N 0.058 กรัม P 0.009 กรัม K 0.081 กรัม Ca 0.009 กรัม Mg 0.012 กรัม S 0.113 กรัม B 0.048 มิลลิกรัม Cu 0.044 มิลลิกรัม Fe 13.703 มิลลิกรัม Mn 5.176 มิลลิกรัม และ Zn 0.175 มิลลิกรัม และระยะเก็บเกี่ยว มีปริมาณ N 0.030 กรัม P 0.006 กรัม K 0.028 กรัม Ca 0.001 กรัม Mg 0.003 กรัม S 0.032 กรัม B 0.011 มิลลิกรัม Cu 0.035 มิลลิกรัม Fe 1.636 มิลลิกรัม Mn 2.294 มิลลิกรัม และ Zn 0.075 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 55 และ 56)

แปลงเกษตรกร คุณหนูจอม สุขจาชาลี ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่า มีปริมาณมากในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและระยะพัฒนาการทางลำต้น แต่ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีปริมาณน้อย ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากกระชายดำจำนวน 1 ต้น คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น มีปริมาณ N 0.069 กรัม P 0.008 กรัม K 0.159 กรัม Ca 0.010 กรัม Mg 0.007 กรัม S 0.065 กรัม B 0.044 มิลลิกรัม Cu 0.020 มิลลิกรัม Fe 4.161 มิลลิกรัม Mn 2.403 มิลลิกรัม และ Zn 0.290 มิลลิกรัม ระยะพัฒนาการทางลำต้น มีปริมาณ N 0.057 กรัม P 0.011 กรัม K 0.067 กรัม Ca 0.004 กรัม Mg 0.007 กรัม S 0.094 กรัม B 0.032 มิลลิกรัม Cu 0.034 มิลลิกรัม Fe 8.897 มิลลิกรัม Mn 3.029 มิลลิกรัม และ Zn 0.315 มิลลิกรัม และในระยะเก็บเกี่ยว มีปริมาณ N 0.033 กรัม P 0.006 กรัม K 0.030 กรัม Ca 0.001 กรัม Mg 0.003 กรัม S 0.023 กรัม B 0.010 มิลลิกรัม Cu 0.030 มิลลิกรัม Fe 0.683 มิลลิกรัม Mn 1.492 มิลลิกรัม และ Zn 0.162 มิลลิกรัม (ตารางภาคผนวกที่ 58 และ 59)

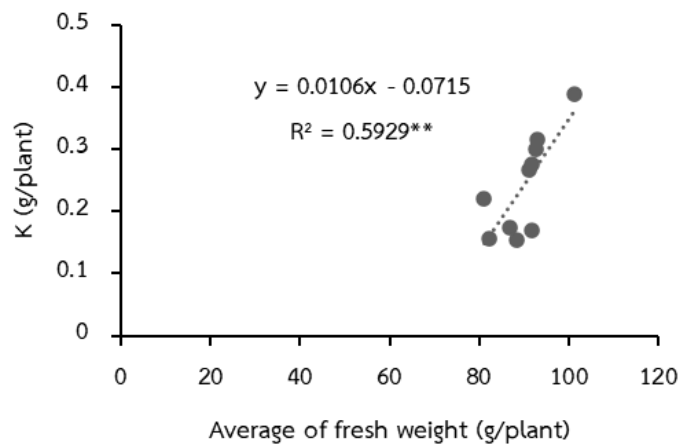
การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารที่ดูดสะสมในส่วนของเหง้า และรากของกระชายดำกับปริมาณน้ำหนักราก ในระยะเก็บเกี่ยว อายุ 10-12 เดือนหลังปลูก (ตารางที่ 18) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่พบในต้นกระชายดำไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำหนักราก อย่างไรก็ตาม ต้นกระชายดำมีการดูดซึมไนโตรเจนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้น การสร้างใบเพื่อให้ได้ผลผลิต เพราะไนโตรเจนจะช่วยให้พืชสร้างโปรตีนอย่างเพียงพอ เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีนพลาสม่า คลอโรฟิลล์ ช่วยให้พืชเจริญเติบโตและแข็งแรง ใบมีสีเขียวเข้ม ปริมาณฟอสฟอรัสที่พบในต้นกระชายดำมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.779$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสช่วยส่งเสริมปริมาณน้ำหนักรากของกระชายดำได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 60.72% (ภาพที่ 18) แสดงว่าฟอสฟอรัสช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกระชายดำ ฟอสฟอรัสทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงาน เป็นองค์ประกอบของ phytin ที่ใช้ในการสร้างพลังงาน ATP (adenosine triphosphate) และช่วยให้ระบบรากแข็งแรง ช่วยให้รากพืชดูดโพแทสเซียมได้ดีขึ้น ปริมาณโพแทสเซียมที่พบในต้นกระชายดำมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.770$) เมื่อวัดระดับความสัมพันธ์ด้วย linear regression analysis พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมช่วยส่งเสริมปริมาณน้ำหนักรากของกระชายดำได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอยู่ที่ความสัมพันธ์ 59.22% (ภาพที่ 19) แสดงว่า โพแทสเซียมช่วยส่งเสริมการให้ผลผลิตต้นกระชายดำ เพราะโพแทสเซียมมีคุณสมบัติช่วยในขบวนการสร้างรวมถึงการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล ขบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ จึงมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของต้นกระชายดำ

ตารางที่ 18 ค่าสัมพัทธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในพืชกับน้ำหนัสด (กรัม/ตัน) ของกระชายดำในระยะเก็บเกี่ยว อายุ 10-12 เดือนหลังปลูก

	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>S</i>	<i>B</i>	<i>Cu</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>Zn</i>	<i>FW</i>
<i>N</i>	1											
<i>P</i>	0.383	1										
<i>K</i>	0.124	0.817	1									
<i>Ca</i>	-0.350	0.158	0.383	1								
<i>Mg</i>	-0.224	0.398	0.765	0.647	1							
<i>S</i>	0.846	0.372	0.017	-0.392	-0.277	1						
<i>B</i>	-0.227	0.521	0.454	0.799	0.383	-0.156	1					
<i>Cu</i>	-0.100	0.581	0.484	0.453	0.375	0.015	0.659	1				
<i>Fe</i>	-0.134	0.409	0.587	0.836	0.769	-0.005	0.727	0.529	1			
<i>Mn</i>	-0.505	0.034	0.299	0.018	0.458	-0.277	-0.041	0.272	0.238	1		
<i>Zn</i>	-0.237	0.132	0.176	-0.330	-0.095	-0.461	-0.163	-0.005	-0.538	0.235	1	
<i>FW</i>	0.266	0.779	0.770	0.046	0.384	0.183	0.298	0.423	0.242	0.392	0.424	1



ภาพที่ 18 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดกระชายดำ



ภาพที่ 19 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่ดูดสะสมกับน้ำหนักสดกระชายดำ

2.6 การประเมินความต้องการธาตุอาหารของต้นกระชายดำ

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม นำมาคำนวณเป็นปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของกระชายดำ โดยใช้หลักการว่าปริมาณธาตุอาหารที่ปรากฏในต้นที่แสดงถึงปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ (ประสิทธิ์และสุนทร, 2554) ซึ่งปริมาณธาตุอาหารโดยเฉลี่ยที่มีการดูดสะสมสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตเพื่อสร้างผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารพืชที่สูญเสียไปกับผลผลิตกระชายดำเมื่อเก็บเกี่ยวในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์และจังหวัดเลย (ตารางที่ 19) พบว่า การปลูกกระชายดำจำนวน 1 ไร่ มีการดูดสะสมธาตุอาหารหลัก คือ ปริมาณไนโตรเจน 4.19 กก./ไร่ ปริมาณฟอสฟอรัส 0.68 กก./ไร่ และปริมาณโพแทสเซียม 2.50 กก./ไร่ ธาตุอาหารรอง คือ ปริมาณแคลเซียม 0.12 กก./ไร่ ปริมาณแมกนีเซียม 0.28 กก./ไร่ และปริมาณกำมะถัน 3.46 กก./ไร่ ธาตุอาหารเสริม คือ ปริมาณโบรอน 1.21 กก./ไร่ B/ไร่ ปริมาณทองแดง 3.60 กก./ไร่ ปริมาณเหล็ก 128.58 กก./ไร่ ปริมาณแมงกานีส 157.27 กก./ไร่ และปริมาณ

สังกะสี 9.99 กก. Fe/ไร่ และเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตกระชายดำ พบว่า การเก็บเกี่ยวผลผลิตกระชายดำ จำนวน 1 ตัน (1,000 กก.) ทำให้มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับผลผลิต คือ ไนโตรเจน 4.40 กก. N/ตัน ฟอสฟอรัส 0.72 กก. P/ตัน และโพแทสเซียม 2.61 กก. K/ตัน ปริมาณธาตุอาหารรองที่สูญเสียไปกับผลผลิต คือ แคลเซียม 0.12 กก. Ca/ตัน แมกนีเซียม 0.30 กก. Mg/ตัน และกำมะถัน 3.67 กก. S/ตัน ปริมาณธาตุอาหารเสริมที่สูญเสียไปกับผลผลิต คือ โบรอน 1.29 กก. B/ตัน ทองแดง 3.84 กก. Cu/ตัน เหล็ก 130.84 กก. Fe/ตัน ปริมาณแมงกานีส 167.06 กก. Mn/ไร่ และสังกะสี 10.33 กก. Zn/ตัน

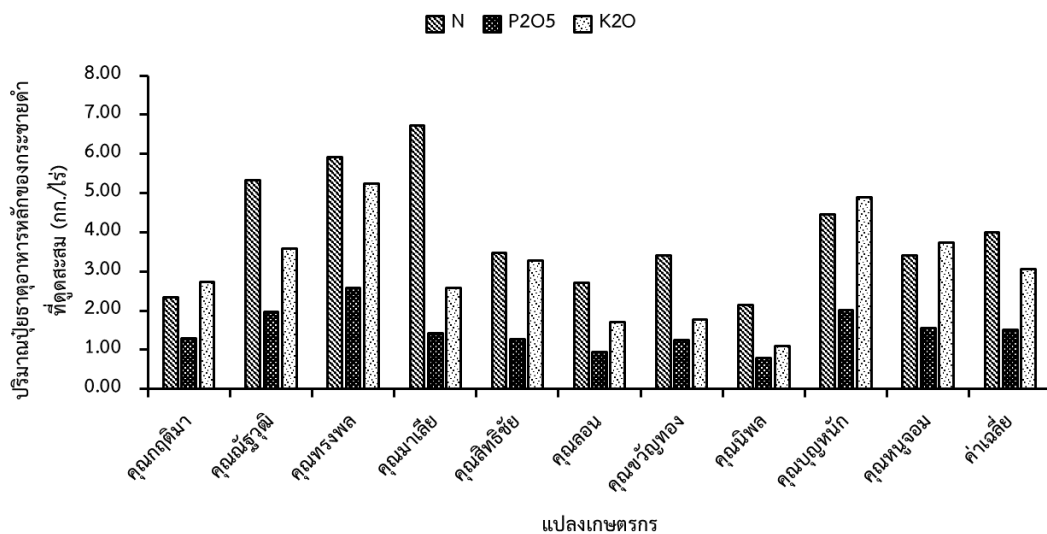
ตารางที่ 19 ปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีการดูดสะสม (กก./ไร่) และสูญเสียไปกับผลผลิต (กก./ตัน) ของกระชายดำ

ธาตุอาหาร	แปลงปลูกกระชายดำ			
	ปริมาณ (กก./ไร่)		ปริมาณ (กก./ตัน)	
	การดูดสะสม	เฉลี่ย	การสูญเสียไปกับผลผลิต	เฉลี่ย
N	2.34 - 6.72	4.19	2.15 - 6.62	4.40
P	0.40 - 1.11	0.68	0.34 - 1.09	0.72
K	1.41 - 4.35	2.50	0.92 - 4.07	2.61
Ca	0.07 - 0.15	0.12	0.04 - 0.19	0.12
Mg	0.16 - 0.38	0.28	0.12 - 0.45	0.30
S	1.97 - 4.89	3.46	1.88 - 4.81	3.67
B	0.96 - 1.48	1.21	0.63 - 1.87	1.29
Cu	2.59 - 5.02	3.60	1.88 - 5.19	3.84
Fe	58.45 - 183.07	124.58	47.53 - 241.82	130.84
Mn	87.41 - 276.98	157.27	92.98 - 339.03	167.06
Zn	5.86 - 19.53	9.99	6.27 - 16.66	10.33

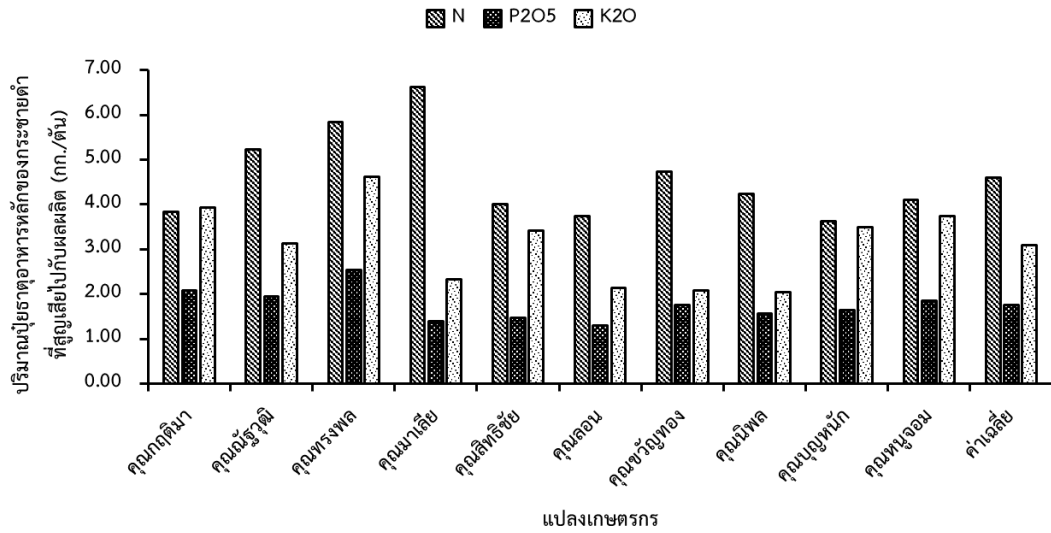
การคำนวณเพื่อประเมินความต้องการธาตุอาหารในรูปของปุ๋ยธาตุอาหารหลักกระชายดำในแปลงเกษตรกร พบว่า การปลูกกระชายดำของ **แปลงเกษตรกร คุณกฤติมา แซ่โล่** มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูดสะสมในส่วนใต้ดิน (เหง้าและราก) โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย พบว่า ในระยะเก็บเกี่ยว กระชายดำมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเท่ากับ 2.34-1.28-2.72 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ (ภาพที่ 20) และมีปริมาณปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O ที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน เท่ากับ 3.83-2.08-3.94 กิโลกรัม (ภาพที่ 21) คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 2-1-2 (ภาพที่ 22) การปลูกกระชายดำของ **แปลงเกษตรกร คุณณัฐวุฒิ แซ่ว่าง** มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูดสะสมในส่วนใต้ดิน (เหง้าและราก) โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย พบว่า ในระยะเก็บเกี่ยวกระชายดำมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเท่ากับ 5.33-1.98-3.59 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ และมีปริมาณปุ๋ยที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน

N-P₂O₅-K₂O ที่มีสูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน เท่ากับ 4.10-1.86-3.74 กิโลกรัม คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 2-1-2

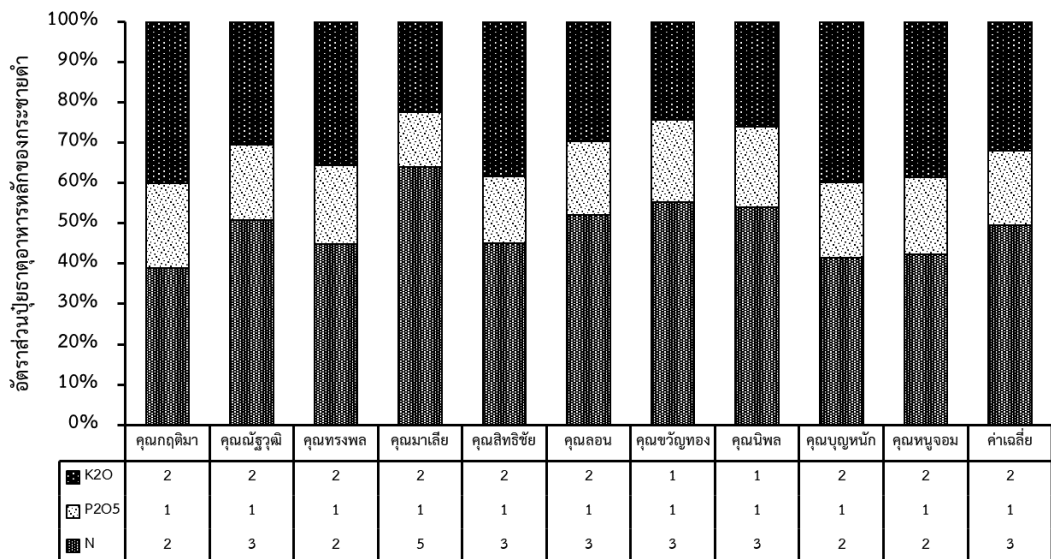
ปัจจัยเกี่ยวกับธาตุอาหารยังมีความสำคัญในการผลิตกระชายดำ รูปแบบการผลิต การใช้พันธุ์ และการเกษตรกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ รูปแบบหรือวิธีการปลูก การปฏิบัติดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว ยังคงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการให้ผลผลิตของกระชายดำเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ปริมาณธาตุอาหารที่กระชายดำดูดสะสมสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตเพื่อสร้างผลผลิต มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ปลูก เกษตรกรต้องมีการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกพืชเพื่อทราบความอุดมสมบูรณ์ของปริมาณธาตุอาหารในดิน เพื่อใช้ในการจัดการปุ๋ยที่ถูกต้องและเหมาะสมต่อไป และผลจากการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชในรูปปริมาณปุ๋ยธาตุอาหารหลักสำหรับเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของกระชายดำ มีปริมาณปุ๋ยเฉลี่ย 3.99-1.51-3.06 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ (ภาพที่ 20) มีความต้องการปุ๋ย N มาก รองลงมาเป็นปุ๋ย K₂O และปุ๋ย P₂O₅ ซึ่งจะมีปริมาณปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O ที่มีสูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน เฉลี่ย 4.60-1.76-3.10 กิโลกรัม (ภาพที่ 21) คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O เฉลี่ยประมาณ 3:1:2 (ภาพที่ 22 สำหรับใช้ในการสร้างผลผลิตกระชายดำ



ภาพที่ 20 ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ดูดสะสมในสวนใต้ดิน (กก./ไร่) ของกระชายดำ โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย



ภาพที่ 21 ปริมาณธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยว (กก./ตัน) ของกระชายดำ โดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ย



ภาพที่ 22 สัดส่วนปุ๋ยธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับผลผลิตในระยะเก็บเกี่ยวของต้นกระชายดำ

2.7 สรุปความต้องการธาตุอาหารต่อผลผลิตกระชายดำ

1. ดินในพื้นที่ปลูกกระชายดำ เนื้อดินที่พบส่วนมากเป็นเนื้อดินประเภทดินร่วนและดินร่วนเหนียวปนทราย ค่าพีเอชที่พบส่วนมากอยู่ในช่วง pH 4.40-4.78 และมีค่า EC_e ส่วนมากระหว่าง 0.12-0.22 (dS/m)

2. ค่าพิสัย (range) ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารต่างๆ ในดิน มีรายละเอียด ดังนี้

การวิเคราะห์ดิน	พิสัยค่าวิเคราะห์
อินทรีย์วัตถุในดิน (%)	1.77 - 3.99
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก. P/กก.)	3.74 - 9.84
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก. K/กก.)	23.80 - 99.01
แคลเซียมแลกเปลี่ยนได้ (มก. Ca/กก.)	108.20 - 308.53
แมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ (มก. Mg/กก.)	19.10 - 84.54
กำมะถันที่สกัดได้ (มก. S/กก.)	9.35 - 24.10
โบรอนที่สกัดได้ (มก. B/กก.)	0.15 - 0.22
ทองแดงที่สกัดได้ (มก. Cu/กก.)	0.13 - 0.58
เหล็กที่สกัดได้ (มก. Fe/กก.)	39.94 - 50.24
แมงกานีสที่สกัดได้ (มก. Mn/กก.)	4.50 - 39.60
สังกะสีที่สกัดได้ (มก. Zn/กก.)	0.16 - 0.64
โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก. Na/กก.)	1.11 - 2.44
คลอรีนที่สกัดได้ (มก. Cl/กก.)	9.08 - 27.24

3. การสะสมของธาตุต่างๆ ในส่วนที่เก็บเกี่ยวกระชายดำ พบว่า การเก็บเกี่ยวผลผลิตกระชายดำจำนวน 1 ตัน ทำให้มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่สูญเสียไปกับผลผลิต คือ ไนโตรเจน 4.40 กก. N/ตัน ฟอสฟอรัส 0.72 กก. P/ตัน และโพแทสเซียม 2.61 กก. K/ตัน ปริมาณธาตุอาหารรองที่สูญเสียไปกับผลผลิต คือ แคลเซียม 0.12 กก. Ca/ตัน แมกนีเซียม 0.30 กก. Mg/ตัน และกำมะถัน 3.67 กก. S/ตัน ปริมาณธาตุอาหารเสริมที่สูญเสียไปกับผลผลิต คือ โบรอน 1.29 กก. B/ตัน ทองแดง 3.84 กก. Cu/ตัน เหล็ก 130.84 กก. Fe/ตัน ปริมาณแมงกานีส 167.06 กก. Mn/ไร่ และสังกะสี 10.33 กก. Zn/ตัน

4. การใช้ปริมาณปุ๋ยเคมีตลอดช่วงการปลูกกระชายดำ และปริมาณปุ๋ยที่สูญเสียไปกับผลผลิตจำนวน 1 ตัน

ปุ๋ยเคมี	การปลูกฟ้ากระชายดำ			
	ปริมาณ (กก./ไร่)		ปริมาณ (กก./ตัน)	
	การดูดสะสม	เฉลี่ย	การสูญเสียไปกับผลผลิต	เฉลี่ย
N	2.61 - 5.48	3.99	3.81 - 5.38	4.06
P ₂ O ₅	1.17 - 1.98	1.51	1.46 - 1.98	1.76
K ₂ O	1.75 - 4.02	3.06	2.12 - 3.79	3.10

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. ฟ้ายะลวยโจร

1.1 ความต้องการปริมาณธาตุอาหารฟ้ายะลวยโจร ความแตกต่างของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในดินสำหรับปลูกฟ้ายะลวยโจร เกิดจากการจัดการด้านปุ๋ยที่แตกต่างกัน เกษตรกรที่ใช้ปุ๋ยเคมี จะใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 หรือผสมกับสูตร 15-15-15 และเกษตรกรที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ จะใส่ปุ๋ยคอกจากมูลสัตว์ หรือปุ๋ยหมัก นอกจากนี้ การจัดการด้านเขตกรรมที่แตกต่างกัน จะส่งผลต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพฟ้ายะลวยโจรของเกษตรกร

1.2 สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และโบรอนที่สกัดได้ มีความสัมพันธ์ช่วยส่งเสริมการเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งฟ้ายะลวยโจรซึ่งมีระดับความสัมพันธ์แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญมากกว่าธาตุอาหารอื่นๆ

1.3 ปริมาณธาตุอาหารที่ดูดสะสมในพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแทสเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน โบรอน และทองแดง มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตเพื่อสร้างผลผลิตของฟ้ายะลวยโจรที่ระดับความสัมพันธ์แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

1.4 การประเมินความต้องการธาตุอาหารเพื่อใช้เจริญเติบโตและให้ผลผลิตโดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ยเคมี พบว่า ฟ้ายะลวยโจรมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเฉลี่ย 21.36-5.47-32.86 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ซึ่งมีความต้องการปุ๋ย K₂O มาก รองลงมาเป็นปุ๋ย N และปุ๋ย P₂O₅ และการเก็บเกี่ยวผลผลิตฟ้ายะลวยโจรจำนวน 1 ตัน จะมีปริมาณปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O ที่สูญเสียไปกับผลผลิตเฉลี่ย 4.83-1.26-7.27 กิโลกรัม คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O เฉลี่ยประมาณ 4:1:6 สำหรับใช้ในการสร้างผลผลิตฟ้ายะลวยโจร

2. กระจายดำ

2.1 ความต้องการปริมาณธาตุอาหารกระจายดำ ความแตกต่างของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในดินสำหรับปลูกกระจายดำ เกิดจากการจัดการด้านปุ๋ยเคมีที่แตกต่างกันของเกษตรกร ได้แก่ การใส่ปุ๋ยสูตร 16-8-8, 21-7-14, 16-20-0 และ 15-15-15 เป็นต้น จึงส่งผลต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพกระจายดำ

2.2 สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ความหนาแน่นของดินรวม มีความสัมพันธ์ช่วยส่งเสริมการเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งกระจายดำที่ระดับความสัมพันธ์แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญมากกว่าธาตุอาหารอื่นๆ

2.3 ปริมาณธาตุอาหารที่ดูดสะสมในพืช ได้แก่ ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียม มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตเพื่อสร้างผลผลิตของกระจายดำที่ระดับความสัมพันธ์แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

2.4 การประเมินความต้องการธาตุอาหารเพื่อใช้เจริญเติบโตและให้ผลผลิตโดยคิดเทียบเป็นปริมาณปุ๋ยเคมี พบว่า ทรายดำมีความต้องการปริมาณปุ๋ยเฉลี่ย 3.99-1.51-3.06 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ซึ่งมีความต้องการปุ๋ย N มาก รองลงมาเป็นปุ๋ย K₂O และปุ๋ย P₂O₅ และการเก็บเกี่ยวผลผลิตฟ้ายะลวยโจรจำนวน 1 ตัน จะมีปริมาณปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O ที่สูญเสียไปกับผลผลิตเฉลี่ย 4.60-1.76-3.10 กิโลกรัม คิดเป็นสัดส่วนปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O เฉลี่ยประมาณ 3:1:2 สำหรับใช้ในการสร้างผลผลิตทรายดำ

ความต้องการปุ๋ยในรูปธาตุอาหารหลักของฟ้ายะลวยโจรและทรายดำมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ สภาพพื้นที่ สภาพอากาศ และการจัดการภายในแปลงปลูก จึงส่งผลให้ผลผลิตที่ได้มีความแตกต่างกัน ดังนั้น การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชในดินเบื้องต้น จะช่วยให้เกษตรกรสามารถปรับใช้การใส่ปุ๋ยในพื้นที่ปลูกของตัวเองได้ดีที่สุดที่ได้จากการแปรผลค่าวิเคราะห์ กล่าวคือ ถ้าปริมาณธาตุอาหารในดินอยู่ในระดับต่ำ (ภรภัทร, 2560) แสดงว่าระดับธาตุอาหารในดินมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำกว่าความต้องการของพืช พืชจะมีการตอบสนองเมื่อให้ธาตุอาหารเพิ่มขึ้น หากในแปลงปลูกพืชมีระดับธาตุอาหารต่ำมาก ก็อาจใช้เวลาหลายปีในการให้ปุ๋ยธาตุอาหารเพิ่มขึ้นจนทำให้ดินมีธาตุอาหารเพิ่มขึ้นถึงระดับที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพืช ถ้าปริมาณธาตุอาหารในดินอยู่ในระดับปานกลาง แสดงว่าระดับธาตุอาหารในดินมีอยู่ในปริมาณที่เพียงพอหรือต่ำกว่าความต้องการของพืชเล็กน้อย พืชส่วนใหญ่จะมีการตอบสนองเมื่อให้ธาตุอาหารเพิ่มขึ้นแต่ผลผลิตที่ได้ อาจจะไม่คุ้มกับต้นทุนค่าปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น ถ้าปริมาณธาตุอาหารในดินสูง หรือมากเกินไป แสดงว่าธาตุอาหารในดินมีอยู่ในปริมาณที่เกินกว่าความต้องการของพืช พืชอาจจะไม่ตอบสนองต่อธาตุอาหารที่ใส่เพิ่มขึ้น โดยปกติจะไม่แนะนำให้ใส่ธาตุอาหารเพิ่มขึ้น กรณีของฟ้ายะลวยโจร มีความต้องการปริมาณปุ๋ย 21.36-5.47-32.86 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ คิดเป็นสัดส่วน 4:1:6 และปริมาณธาตุอาหารในดินที่มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตมากที่สุด ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และโบรอนที่สกัดได้ ยิ่งมีมากในระดับสูงจะส่งเสริมให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น สำหรับในกรณีของต้นทรายดำ มีความต้องการปริมาณปุ๋ย 3.99-1.51-3.06 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ คิดเป็นสัดส่วน 3:1:2 และปริมาณธาตุอาหารในดินที่มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตมากที่สุด ได้แก่ อินทรีย์วัตถุ ยิ่งมีมากในระดับสูงจะส่งเสริมให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้นเช่นกัน ดังนั้น **เกษตรกรสามารถนำค่าวิเคราะห์ดินมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของธาตุอาหารในดินเพื่อจัดอันดับความอุดมสมบูรณ์ และนำไปวินิจฉัยว่าควรใส่ธาตุอาหารนั้นๆ เพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าใด เช่น ถ้าพบในระดับสูงมากให้ลดปุ๋ยลง 50% ถ้าพบในระดับสูงให้ลดปุ๋ย 25% ถ้าพบในระดับปานกลางให้ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ ถ้าพบในระดับต่ำให้เพิ่มปุ๋ย 25% และถ้าพบในระดับต่ำมากให้เพิ่มปุ๋ย 50%** (ภรภัทร, 2560) แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรสามารถลดปริมาณการใส่ปุ๋ยในฤดูกาลผลิตนั้นๆ ลงได้ หรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยให้มากขึ้นได้จากการวิเคราะห์ดินและพืช

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือกกระทรวงสาธารณสุข. 2559. แผนแม่บท
แห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2560-2564. กระทรวงสาธารณสุข.
200 หน้า.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2561. แผนที่เหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกพืชสมุนไพร กระจายเหลือ
กระวาน ข่า ขิง คำฝอย ตะไคร้ บุก พริกไทย ฟ้าทะลายโจร และว่านชักมดลูก. เอกสาร
วิชาการ กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 232 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2555. วิจัยและพัฒนาการผลิตฟ้ายะลวยเพื่อเพิ่ม ผลผลิตและคุณภาพ.
ผลงานวิจัยดีเด่นและผลงานวิจัยที่เสนอเข้าร่วม พิธีกรรมเป็นผลงานวิจัยดีเด่น ประจำปี
2554. กรุงเทพฯ. หน้า 64-77.
- กองวิจัยพืชสมุนไพร. 2533. คู่มือสมุนไพรเพื่อการสาธารณสุขมูลฐาน. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.
กรุงเทพฯ.
- ชวนพิศ ดวงสวัสดิ์. 2542. สรีรวิทยาของพืช. พัฒนาศึกษาการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ทิวาพร ผดุง ภาณุมาศ โคตรพงศ์ ปัญจพร เลิศรัตน์ ศุภกาญจน์ หล่าย แปด และ การิตา จงเจือกลาง.
2558. การให้ปุ๋ยตามความต้องการธาตุอาหารต่อคุณภาพผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน. วารสาร
วิทยาศาสตร์เกษตร. 46(3) (พิเศษ): 649-652
- ทิวาพร ผดุง, ภาณุมาศ โคตรพงศ์, ปัญจพร เลิศรัตน์, ศุภกาญจน์ หล่ายแปด และ การิตา จงเจือ
กลาง. 2560. การจัดการธาตุอาหารมันฝรั่งตามค่าวิเคราะห์ดินและพืช. วารสารพืชศาสตร์
สงขลานครินทร์ 4(4): 73-81.
- ธราธิป นวมยากุล, สุกัญญา แยมประชา และ วสุ อุดมเพทายกุล. 2560. การวัดและวิเคราะห์ปริมาณ
ธาตุอาหารในดินโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี. การประชุมวิชาการสมาคม
วิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 18 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 10
ประจำปี 2560 หน้า 356-361.
- นันทรัตน์ ศุภกานิต. 2544. โครงการวิจัยธาตุอาหารลีนจี้. เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การ
สัมมนากลยุทธ์การจัดการธาตุอาหารพืชสู่รายได้ที่ยั่งยืน. ณ เค.ยู. โสม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 18-19 สิงหาคม 2544 หน้า 62-66.
- ประสิทธิ์ ชุนสนิท และสุนทรียิ่ง ชัชวาล. 2554. มวลชีวภาพของอ้อยพันธุ์ K95-84. วารสาร
วิทยาศาสตร์เกษตร, 42(3): 485-493.
- พนิดา อติเวทิน. 2547. อิทธิพลของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสและอายุเก็บเกี่ยวต่อผลผลิตและปริมาณ
สารเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ภรภัทร สุชาติกุล. 2560. การแปลผลค่าวิเคราะห์ดิน และคำแนะนำการให้ปุ๋ยอย่างพาราสำหรับเกษตรกรทั่วไป. วารสารยางพารา 29: 15-23.
- ภาวินี จันทร์วิจิตร, ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และ นันทรัตน์ ศุภกานิต. 2552. การใช้ความสมดุลของธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง: 4. ผลของอายุกิ่งต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในกิ่ง. วารสารเกษตร 25:185-189.
- ยุทธนา เขาสุเมรุ, ชิติ ศรีตันทิพย์, สันติ ช่างเจรจา, พาวิณ มะโนชัย และธีรนุช เจริญกิจ. 2559. การทดสอบเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารในระดับแปลงเกษตรกรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยนอกฤดู. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3(1): 63-69.
- สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข. 2542. มาตรฐานสมุนไพรฟ้าทะลายโจร. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2561. การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชสมุนไพร. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุรพล จิตินากุล, วิชุดา เพชรน้อย, เยาวพรรณ สนธิกุล, สุชาติ เขิงทอง, และ บุญทริกา ใจกระจ่าง. 2559. ปริมาณธาตุอาหารในใบก่อนการออกดอกของเงาะ (*Nephelium lappaceum* L.) พันธุ์โรงเรียน. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 3: 40-44.
- สุวิทย์ ธีระกุลพิศุทธิ์, สุชะวัฒน์ ทองเหลียว, สามารณ เศรษฐวิทยา, ภาสสันต์ ศารทูลทัต, และ ลพ ภาภูตานนท์. 2561. ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สูญเสียไปกับผลผลิตใบมะกรูด. ว. วิทย์. กษ. 49(พิเศษ): 351-354.
- เสริมสกุล พจนการุณ และ ไชยยง รุจนเวช. 2549. ผลของเหง้ากระชายดำที่มีสีเนื้อในเหง้าแตกต่างกันต่อฤทธิ์ต้านความเหนียวล้า. วารสารแก่นเกษตร 34:286-296.
- เสริมสกุล พจนการุณ, เรือนแก้ว ประพฤติ, เชวง แก้วรักษ์ และ อัมพร ยอดดี. 2547. ศึกษาลักษณะพันธุ์กระชายดำโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล RAPD ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำ. เอกสารเรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 สาขาพืช, 3-6 กุมภาพันธ์ 2547. กรุงเทพฯ หน้า 55-64.
- หน่วยวิเคราะห์ดินพืชและวัสดุเกษตร. 2562. ตารางแปลผลวิเคราะห์ทางเคมีดิน. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 6 ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ. 2559. ผลของการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ต่อผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ธาตุไนโตรเจนจากปุ๋ยของข้าวสุพรรณบุรี1 ที่ปลูกในชุดดินวัฒนา. แก่นเกษตร. 44(3): 383- 390.
- Arrobas, M., Ferreira, I.Q., Afonso, S. and Rodrigues, M.A. 2018. Sufficiency ranges and crop nutrient removals for peppermint (*Mentha X piperita* L.) established from

- field and pot fertilizer experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 49:1719-1730.
- Asafa, R.F. and Akanbi, W.B. 2018. Growth and Rhizome Yield of Ginger (*Zingiber officinale* L.) as Influenced by Propagule Size and Nitrogen Levels in Ogbomoso, Southwestern Nigeria. *International Letters of Natural Sciences* 67: 35-45.
- Bruulsema, T.W., P.E. Fixen, and G.D. Sulewski. 2012. 4R Plant Nutrition Manual: A Manual for Improving the Management of Plant Nutrition, North American Version. International Plant Nutrition Institute, Norcross, GA, USA.
- Dinesh, R. Srinivasan, V. and Srmbikkal, H. 2012. Nutrition of Zingiberaceae Crops. In book: *Zingiberaceae Crops Present and Future* Editors: H. P. Singh, V. A. Parthasarathy, K. Kandiannan, K. S. Krishnamurthy, pp.255- 287. Westville Publishing House.
- Jannie, O. and W. Jacob, 2007. The influence of *Triticumaestivum*, density, Sowing pattern and nitrogen fertilizer on leaf area index and its spatial variation, *Basic Applied Eco*. 8: 252-257.
- Julie, M.P., Christian, W. and Mirasol, P. 2010. A new site-specific nutrient management approach for maize in the favorable tropical environments of Southeast Asia. 19th World Congress of Soil Science, *Soil Solutions for a Changing World*. Brisbane, Australia. 1-6 August 2010.
- Malnou, C.S., K.W. Jaggard, and D.L. Sparkes. 2008. Nitrogen fertilizer and efficiency of the sugar beet crop in late summer. *Europ. J. Agro*. 28: 47-56.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 แปลงเกษตรกร คุณสมชาย ลาวัณย์วิสุทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 1 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของพืชหลายใจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	2.95	0.20	2.54	3.08	0.52	1.48	23.39	3.29	253.89	37.83	27.14
	ลำต้น	1.14	0.31	2.82	1.24	0.25	0.87	22.73	2.68	108.69	18.75	25.77
	ราก	0.76	0.17	1.60	1.48	0.21	0.34	11.86	8.97	1,625.28	84.07	26.54
ก่อนออกดอก	ใบ	2.83	0.20	2.01	1.94	0.37	1.02	20.81	15.11	124.87	36.09	37.55
	ลำต้น	1.52	0.36	2.95	1.89	0.27	0.73	26.51	10.61	144.82	36.09	41.89
	ราก	1.61	0.25	2.05	2.11	0.31	0.97	17.54	20.16	3,532.54	177.28	72.36
พัฒนาเมล็ด	ใบ	2.37	0.19	2.85	2.86	0.54	1.88	23.34	16.13	141.28	50.31	34.24
	ลำต้น	1.55	0.26	3.02	2.40	0.29	1.39	34.23	17.58	182.93	47.31	30.65
	เมล็ด	1.64	0.19	1.31	0.06	0.09	1.26	3.60	17.58	68.92	10.30	19.47
	ราก	1.37	0.23	1.83	1.43	0.25	1.03	24.78	21.21	5,431.57	259.49	70.26

ตารางภาคผนวกที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของพืชหลายใจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	0.201	0.014	0.173	0.210	0.035	0.101	0.159	0.022	1.729	0.258	0.185
	ลำต้น	0.089	0.024	0.220	0.097	0.019	0.068	0.177	0.021	0.846	0.146	0.201
	ราก	0.008	0.002	0.017	0.016	0.002	0.004	0.013	0.010	1.739	0.090	0.028
	รวม	0.298	0.040	0.410	0.322	0.057	0.172	0.349	0.053	4.314	0.494	0.414
ก่อนออกดอก	ใบ	0.116	0.008	0.082	0.079	0.015	0.042	0.085	0.062	0.510	0.147	0.153
	ลำต้น	0.085	0.020	0.164	0.105	0.015	0.041	0.148	0.059	0.807	0.201	0.233
	ราก	0.010	0.002	0.013	0.014	0.002	0.006	0.011	0.013	2.275	0.114	0.047
	รวม	0.211	0.030	0.260	0.198	0.032	0.089	0.244	0.134	3.592	0.463	0.433
พัฒนาเมล็ด	ใบ	0.053	0.004	0.064	0.064	0.012	0.042	0.052	0.036	0.315	0.112	0.076
	ลำต้น	0.172	0.029	0.336	0.267	0.032	0.154	0.380	0.195	2.033	0.526	0.341
	เมล็ด	0.037	0.004	0.030	0.001	0.002	0.029	0.082	0.398	1.562	0.233	0.441
	ราก	0.018	0.003	0.024	0.019	0.003	0.013	0.321	0.274	70.285	3.358	0.909
	รวม	0.280	0.040	0.453	0.350	0.050	0.238	0.835	0.904	74.194	4.229	1.767

ตารางภาคผนวกที่ 3 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	5.60	20.40	33.63	5.44	19.85	32.71	3
P ₂ O ₅	1.73	6.31	10.39	1.65	6.02	9.92	1
K ₂ O	9.28	33.82	55.74	8.89	32.40	53.41	5
ระยะก่อนออกดอก							
Total N	7.17	21.82	23.79	6.82	20.74	22.62	3
P ₂ O ₅	2.36	7.19	7.83	2.24	6.80	7.41	1
K ₂ O	10.65	32.40	35.33	10.11	30.75	33.53	5
ระยะพัฒนาเมล็ด							
Total N	7.56	17.94	31.62	7.08	16.80	29.62	3
P ₂ O ₅	2.54	6.02	10.62	2.35	5.58	9.83	1
K ₂ O	14.72	34.93	61.58	13.95	33.10	58.36	6

ภาคผนวกที่ 2 แปลงเกษตรกร คุณบุญช่วย สระทองอินทร์

ตารางภาคผนวกที่ 4 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของพืชทะเลทราย ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	2.34	0.17	3.14	3.51	0.51	1.50	35.89	5.44	600.05	33.66	40.45
	ลำต้น	0.85	0.30	3.42	1.34	0.16	1.52	19.03	4.21	84.71	9.44	24.44
	ราก	0.79	0.25	2.13	1.91	0.25	0.76	16.51	21.56	3,669.13	71.49	38.84
ก่อนออกดอก	ใบ	1.96	0.16	3.90	3.32	0.40	1.96	48.20	9.88	387.90	27.88	54.62
	ลำต้น	1.40	0.33	4.16	2.71	0.20	1.54	31.75	10.90	237.34	15.39	49.68
	ราก	1.29	0.29	3.35	3.64	0.28	1.18	23.94	32.98	4,048.95	107.09	78.18
พัฒนาเมล็ด	ใบ	1.49	0.18	4.06	4.60	0.37	2.29	54.37	15.69	391.29	27.76	61.46
	ลำต้น	1.52	0.28	2.97	3.33	0.19	1.74	43.37	25.15	127.15	12.85	32.61
	เมล็ด	1.96	0.34	1.91	0.27	0.14	1.76	11.85	20.34	197.93	15.39	31.12
	ราก	0.99	0.41	3.07	6.16	0.29	0.97	27.87	18.02	3,062.08	85.81	73.85

ตารางภาคผนวกที่ 5 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของพืชทะเลทราย ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	0.132	0.010	0.177	0.198	0.029	0.085	0.203	0.031	3.387	0.190	0.228
	ลำต้น	0.043	0.015	0.173	0.068	0.008	0.077	0.096	0.021	0.427	0.048	0.123
	ราก	0.004	0.001	0.011	0.010	0.001	0.004	0.009	0.011	1.945	0.038	0.021
	รวม	0.179	0.026	0.361	0.276	0.038	0.165	0.307	0.063	5.759	0.276	0.372
ก่อนออกดอก	ใบ	0.079	0.006	0.157	0.133	0.016	0.079	0.193	0.040	1.557	0.112	0.219
	ลำต้น	0.100	0.024	0.297	0.193	0.014	0.110	0.226	0.078	1.692	0.110	0.354
	ราก	0.014	0.003	0.037	0.040	0.003	0.013	0.026	0.036	4.446	0.118	0.086
	รวม	0.193	0.033	0.490	0.366	0.033	0.201	0.446	0.154	7.695	0.339	0.659
พัฒนาเมล็ด	ใบ	0.105	0.013	0.286	0.325	0.026	0.162	0.384	0.111	2.761	0.196	0.434
	ลำต้น	0.387	0.071	0.756	0.848	0.048	0.443	1.104	0.640	3.236	0.327	0.830
	เมล็ด	0.183	0.032	0.178	0.025	0.013	0.164	1.107	1.900	18.487	1.437	2.907
	ราก	0.025	0.010	0.078	0.156	0.007	0.025	0.708	0.458	77.777	2.180	1.876
	รวม	0.700	0.126	1.299	1.354	0.095	0.794	3.302	3.108	102.261	4.140	6.046

ตารางภาคผนวกที่ 6 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	3.95	16.76	20.23	3.86	16.37	19.76	3
P ₂ O ₅	1.34	5.67	6.84	1.27	5.38	6.50	1
K ₂ O	9.60	40.70	49.13	9.30	39.42	47.60	7
ระยะก่อนออกดอก							
Total N	5.45	17.29	21.76	5.05	16.02	20.16	3
P ₂ O ₅	2.18	6.91	8.70	1.97	6.25	7.87	1
K ₂ O	16.68	52.97	66.67	15.43	48.99	61.66	8
ระยะพัฒนาเมล็ด							
Total N	6.83	16.73	79.09	6.59	16.13	76.25	3
P ₂ O ₅	2.86	7.01	33.13	2.63	6.43	30.40	1
K ₂ O	15.27	37.39	176.74	14.35	35.15	166.13	5

ภาคผนวกที่ 3 แปลงเกษตรกร คุณหนูแดง อ่าเย็น

ตารางภาคผนวกที่ 7 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนามะลัด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	3.65	0.02	1.42	2.94	0.73	1.35	13.48	5.90	292.40	34.37	23.63
	ลำต้น	1.64	0.26	2.06	1.59	0.58	0.87	20.34	5.44	144.06	16.12	22.40
	ราก	1.14	0.15	1.33	1.18	0.36	0.76	11.44	22.48	2,386.24	98.77	26.46
ก่อนออกดอก	ใบ	2.78	0.16	1.68	3.11	0.66	1.40	12.86	9.44	210.42	34.70	35.85
	ลำต้น	2.13	0.30	2.08	2.38	0.46	1.58	23.26	9.83	95.76	23.49	41.48
	ราก	1.55	0.27	1.75	2.72	0.34	1.30	17.81	25.86	4,415.06	35.85	74.12
พัฒนามะลัด	ใบ	2.10	0.16	1.72	2.85	0.52	1.44	13.10	13.51	330.62	32.85	25.84
	ลำต้น	1.58	0.27	1.81	2.19	0.33	1.46	19.77	19.32	164.06	22.44	27.33
	มะลัด	1.52	0.17	1.29	0.08	0.01	0.77	3.35	6.86	63.06	8.74	13.72
	ราก	1.40	0.28	2.00	2.87	0.30	1.21	14.71	27.02	3,646.61	179.71	66.33

ตารางภาคผนวกที่ 8 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนามะลัด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	0.192	0.001	0.075	0.154	0.038	0.071	0.071	0.031	1.536	0.181	0.124
	ลำต้น	0.064	0.010	0.080	0.062	0.023	0.034	0.079	0.021	0.560	0.063	0.087
	ราก	0.011	0.001	0.013	0.011	0.003	0.007	0.011	0.021	2.253	0.093	0.025
	รวม	0.266	0.013	0.167	0.227	0.064	0.112	0.161	0.073	4.348	0.336	0.236
ก่อนออกดอก	ใบ	0.107	0.006	0.065	0.119	0.025	0.054	0.049	0.036	0.808	0.133	0.138
	ลำต้น	0.156	0.022	0.153	0.175	0.034	0.116	0.171	0.072	0.703	0.172	0.304
	ราก	0.012	0.002	0.014	0.021	0.003	0.010	0.014	0.020	3.488	0.028	0.059
	รวม	0.275	0.030	0.231	0.316	0.062	0.180	0.234	0.129	4.999	0.334	0.501
พัฒนามะลัด	ใบ	0.156	0.012	0.128	0.212	0.039	0.107	0.097	0.100	2.457	0.244	0.192
	ลำต้น	0.417	0.071	0.477	0.577	0.087	0.385	0.521	0.509	4.325	0.592	0.720
	มะลัด	0.006	0.001	0.005	0.000	0.000	0.003	0.013	0.027	0.248	0.034	0.054
	ราก	0.029	0.006	0.041	0.059	0.006	0.025	0.301	0.553	74.683	3.680	1.358
	รวม	0.607	0.089	0.651	0.848	0.132	0.520	0.933	1.190	81.713	4.551	2.325

ตารางภาคผนวกที่ 9 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	7.04	29.13	30.06	6.76	27.95	28.84	10
P ₂ O ₅	0.77	3.20	3.30	0.69	2.84	2.93	1
K ₂ O	5.33	22.04	22.74	4.93	20.39	21.04	7
ระยะก่อนออกดอก							
Total N	7.99	24.63	31.09	7.64	23.53	29.71	4
P ₂ O ₅	2.04	6.30	7.96	1.90	5.86	7.40	1
K ₂ O	8.08	24.89	31.43	7.59	23.40	29.55	4
ระยะพัฒนาเมล็ด							
Total N	7.67	17.76	68.58	7.31	16.92	65.35	3
P ₂ O ₅	2.63	6.09	23.50	2.46	5.70	21.99	1
K ₂ O	9.91	22.94	88.59	9.29	21.50	83.01	4

ภาคผนวกที่ 4 แปลงเกษตรกร คุณสุทิน บัวดารา

ตารางภาคผนวกที่ 10 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	2.95	0.18	1.47	3.09	0.72	1.36	13.65	4.83	303.22	31.39	19.99
	ลำต้น	1.40	0.33	1.74	1.90	0.60	0.29	23.32	4.37	143.19	143.19	23.93
	ราก	1.14	0.19	1.82	1.17	0.28	0.35	8.57	9.59	867.03	867.03	24.23
ก่อนออกดอก	ใบ	2.89	0.15	1.27	2.78	0.47	1.12	12.54	7.70	290.33	33.66	29.56
	ลำต้น	1.84	0.34	1.58	2.50	0.44	0.71	22.50	15.84	133.86	19.21	39.18
	ราก	1.46	0.26	1.62	1.50	0.18	0.51	14.02	12.78	749.60	33.66	45.75
พัฒนาเมล็ด	ใบ	3.77	0.21	1.56	2.29	0.35	1.17	11.29	6.83	447.41	28.34	20.42
	ลำต้น	1.32	0.26	1.55	0.92	0.24	0.13	12.33	4.89	234.97	11.00	15.68
	เมล็ด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ราก	1.43	0.29	1.95	1.22	0.18	0.65	7.29	10.31	795.55	41.64	25.91

ตารางภาคผนวกที่ 11 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	0.155	0.009	0.077	0.162	0.038	0.071	0.072	0.025	1.589	0.165	0.105
	ลำต้น	0.061	0.014	0.076	0.083	0.026	0.013	0.102	0.019	0.625	0.625	0.104
	ราก	0.009	0.001	0.014	0.009	0.002	0.003	0.007	0.007	0.673	0.673	0.019
	รวม	0.225	0.025	0.167	0.254	0.066	0.087	0.180	0.052	2.887	1.462	0.228
ก่อนออกดอก	ใบ	0.051	0.003	0.022	0.049	0.008	0.020	0.022	0.014	0.514	0.060	0.052
	ลำต้น	0.049	0.009	0.042	0.067	0.012	0.019	0.060	0.042	0.358	0.051	0.105
	ราก	0.008	0.001	0.009	0.008	0.001	0.003	0.008	0.007	0.417	0.019	0.025
	รวม	0.109	0.013	0.074	0.124	0.021	0.042	0.090	0.063	1.289	0.130	0.183
พัฒนาเมล็ด	ใบ	0.044	0.002	0.018	0.027	0.004	0.014	0.013	0.008	0.525	0.033	0.024
	ลำต้น	0.037	0.007	0.044	0.026	0.007	0.004	0.035	0.014	0.663	0.031	0.044
	เมล็ด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ราก	0.007	0.001	0.009	0.006	0.001	0.003	0.035	0.049	3.771	0.197	0.123
	รวม	0.088	0.011	0.071	0.059	0.012	0.020	0.083	0.071	4.959	0.262	0.191

ตารางภาคผนวกที่ 12 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	6.06	23.38	25.36	5.82	22.46	24.36	4
P ₂ O ₅	1.59	6.13	6.65	1.50	5.77	6.26	1
K ₂ O	5.43	20.96	22.74	4.97	19.19	20.81	3
ระยะก่อนออกดอก							
Total N	7.78	24.40	12.26	7.20	22.58	11.34	4
P ₂ O ₅	2.20	6.90	3.47	1.96	6.15	3.09	1
K ₂ O	6.37	19.99	10.04	5.60	17.55	8.82	3
ระยะพัฒนาเมล็ด							
Total N	9.44	22.09	9.97	8.71	20.40	9.21	4
P ₂ O ₅	2.78	6.50	2.94	2.44	5.70	2.57	1
K ₂ O	9.18	21.50	9.70	7.99	18.71	8.44	3

ภาคผนวกที่ 5 แปลงเกษตรกร คุณรัชกร ลาวัณย์วิสุทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 13 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	3.97	0.23	3.22	4.44	0.59	4.70	50.34	9.10	157.94	33.06	18.14
	ลำต้น	1.46	0.18	3.93	1.75	0.33	1.91	19.99	8.03	45.91	7.65	10.76
	ราก	0.94	0.12	2.31	2.19	0.17	1.25	16.82	10.45	971.49	50.21	11.87
ก่อนออกดอก	ใบ	3.86	0.21	4.11	3.96	0.61	1.76	48.37	7.19	214.95	36.32	29.56
	ลำต้น	1.93	0.30	6.56	2.83	0.27	1.42	31.05	17.14	268.82	246.14	19.61
	ราก	1.64	0.18	3.58	4.57	0.30	1.24	25.12	24.12	4,688.96	24.18	46.36
พัฒนาเมล็ด	ใบ	2.78	0.15	2.67	3.49	0.45	0.74	42.28	13.95	555.71	40.60	19.81
	ลำต้น	2.19	0.23	3.10	2.83	0.23	0.72	33.58	7.31	586.49	44.53	21.30
	เมล็ด	1.96	0.19	1.40	0.05	0.07	0.65	4.43	14.48	133.86	12.27	11.82
	ราก	1.29	0.18	3.05	6.05	0.26	0.52	23.09	12.65	2,870.34	151.61	29.70

ตารางภาคผนวกที่ 14 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	0.238	0.014	0.193	0.266	0.035	0.282	0.302	0.055	0.947	0.198	0.109
	ลำต้น	0.090	0.011	0.242	0.108	0.020	0.118	0.123	0.049	0.283	0.047	0.066
	ราก	0.009	0.001	0.023	0.021	0.002	0.012	0.016	0.010	0.952	0.049	0.012
	รวม	0.337	0.026	0.458	0.396	0.057	0.412	0.442	0.114	2.182	0.295	0.187
ก่อนออกดอก	ใบ	0.256	0.014	0.273	0.263	0.041	0.117	0.321	0.048	1.428	0.241	0.196
	ลำต้น	0.203	0.032	0.692	0.298	0.028	0.150	0.327	0.181	2.834	2.595	0.207
	ราก	0.024	0.003	0.051	0.066	0.004	0.018	0.036	0.035	6.733	0.035	0.067
	รวม	0.484	0.048	1.016	0.627	0.073	0.284	0.685	0.263	10.996	2.871	0.470
พัฒนาเมล็ด	ใบ	0.131	0.007	0.126	0.164	0.021	0.035	0.199	0.066	2.617	0.191	0.093
	ลำต้น	0.266	0.028	0.377	0.344	0.028	0.087	0.408	0.089	7.124	0.541	0.259
	เมล็ด	0.039	0.004	0.028	0.001	0.001	0.013	0.088	0.286	2.645	0.242	0.234
	ราก	0.006	0.001	0.015	0.029	0.001	0.003	0.111	0.061	13.835	0.731	0.143
	รวม	0.442	0.040	0.545	0.538	0.052	0.138	0.806	0.502	26.221	1.705	0.729

ตารางภาคผนวกที่ 15 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	4.92	27.74	38.09	4.78	26.98	37.05	6
P ₂ O ₅	0.88	4.98	6.84	0.84	4.76	6.54	1
K ₂ O	8.04	45.37	62.30	7.65	43.13	59.22	9
ระยะก่อนออกดอก							
Total N	6.25	28.13	54.61	5.94	26.76	51.95	4
P ₂ O ₅	1.45	6.52	12.65	1.37	6.17	11.97	1
K ₂ O	15.82	71.23	138.27	15.02	67.63	131.28	11
ระยะพัฒนาเมล็ด							
Total N	8.29	23.46	49.91	8.18	23.13	49.20	5
P ₂ O ₅	1.73	4.89	10.41	1.69	4.79	10.18	1
K ₂ O	12.32	34.85	74.11	11.98	33.90	72.11	7

ภาคผนวกที่ 6 แปลงเกษตรกร คุณสอน คำแก้ว

ตารางภาคผนวกที่ 16 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	2.98	0.22	3.15	1.88	0.58	1.60	26.45	5.29	118.72	26.03	19.61
	ลำต้น	0.94	0.27	3.73	0.85	0.21	0.69	13.90	3.29	28.47	14.09	14.76
	ราก	1.26	0.26	2.41	1.57	0.29	0.74	10.95	12.04	361.44	48.78	28.22
ก่อนออกดอก	ใบ	2.81	0.23	3.73	2.35	0.50	0.66	32.34	7.12	450.30	42.57	31.53
	ลำต้น	1.90	0.41	3.75	1.78	0.25	0.76	24.40	7.74	171.45	22.10	30.99
	ราก	1.93	0.44	3.31	3.30	0.47	0.69	18.60	40.25	1,782.66	118.79	72.49
พัฒนาเมล็ด	ใบ	2.31	0.25	3.46	2.41	0.61	0.71	32.23	10.50	667.44	56.21	47.78
	ลำต้น	1.55	0.43	3.14	1.68	0.27	0.61	23.69	11.56	192.00	20.94	33.69
	เมล็ด	1.72	0.21	1.89	0.07	0.10	0.51	5.59	10.80	151.48	7.64	18.53
	ราก	1.72	0.59	2.10	2.63	0.32	0.65	19.50	28.19	2,875.33	172.68	88.81

ตารางภาคผนวกที่ 17 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	0.421	0.031	0.445	0.266	0.082	0.226	0.374	0.075	1.677	0.368	0.277
	ลำต้น	0.104	0.030	0.413	0.094	0.023	0.076	0.154	0.036	0.315	0.156	0.163
	ราก	0.023	0.005	0.045	0.029	0.005	0.014	0.020	0.022	0.671	0.091	0.052
	รวม	0.549	0.066	0.903	0.389	0.111	0.316	0.548	0.134	2.664	0.614	0.493
ก่อนออกดอก	ใบ	0.321	0.026	0.426	0.268	0.057	0.075	0.369	0.081	5.137	0.486	0.360
	ลำต้น	0.658	0.142	1.298	0.616	0.087	0.263	0.845	0.268	5.937	0.765	1.073
	ราก	0.050	0.011	0.086	0.086	0.012	0.018	0.048	0.105	4.642	0.309	0.189
	รวม	1.029	0.180	1.810	0.970	0.156	0.356	1.262	0.454	15.716	1.560	1.622
พัฒนาเมล็ด	ใบ	0.298	0.032	0.446	0.311	0.079	0.092	0.416	0.135	8.611	0.725	0.616
	ลำต้น	0.532	0.148	1.077	0.576	0.093	0.209	0.813	0.397	6.586	0.718	1.156
	เมล็ด	0.028	0.003	0.031	0.001	0.002	0.008	0.091	0.177	2.478	0.125	0.303
	ราก	0.064	0.022	0.078	0.097	0.012	0.024	0.721	1.042	106.330	6.386	3.284
	รวม	0.921	0.205	1.632	0.986	0.185	0.333	2.041	1.751	124.006	7.954	5.360

ตารางภาคผนวกที่ 18 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	4.37	21.77	15.49	4.18	20.84	14.83	4
P ₂ O ₅	1.22	6.07	4.32	1.13	5.63	4.00	1
K ₂ O	8.66	43.16	30.71	8.23	41.02	29.19	7
ระยะก่อนออกดอก							
Total N	7.35	22.35	29.05	6.99	21.26	27.63	3
P ₂ O ₅	2.98	9.08	11.80	2.79	8.50	11.04	1
K ₂ O	15.57	47.38	61.58	14.83	45.12	58.65	5
ระยะพัฒนาเมล็ด							
Total N	5.41	18.87	26.02	5.03	17.56	24.22	2
P ₂ O ₅	2.80	9.76	13.46	2.50	8.72	12.03	1
K ₂ O	11.54	40.26	55.52	10.99	38.35	52.88	4

ภาคผนวกที่ 7 แปลงเกษตรกร คุณจินตนา สี่มา

ตารางภาคผนวกที่ 19 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	3.21	0.25	2.97	3.24	0.49	3.87	34.89	9.91	178.29	49.02	29.61
	ลำต้น	1.4	0.29	3.02	1.44	0.21	2.8	20.89	9.24	51.55	19.11	20.96
	ราก	1.32	0.28	2.26	2.76	0.24	2.3	16.61	24.16	2,106.46	186.11	33.66
ก่อนออกดอก	ใบ	3.01	0.20	3.88	4.07	0.43	0.72	32.69	5.89	364.72	54.01	38.98
	ลำต้น	2.25	0.31	3.37	2.70	0.24	0.69	26.30	5.76	176.71	30.54	29.70
	ราก	1.81	0.33	3.35	5.90	0.31	0.61	21.98	29.49	3779.40	210.67	65.86
พัฒนาเมล็ด	ใบ	2.22	0.22	3.60	3.76	0.37	0.49	29.76	12.20	638.76	53.43	43.78
	ลำต้น	1.37	0.25	2.65	1.08	0.11	0.42	15.37	12.83	67.37	12.27	21.03
	เมล็ด	1.43	0.15	1.47	0.13	0.09	0.40	4.81	15.40	244.75	13.31	20.69
	ราก	1.40	0.49	2.99	6.57	0.28	0.53	22.20	40.54	2382.58	136.23	74.46

ตารางภาคผนวกที่ 20 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	0.503	0.039	0.465	0.507	0.077	0.606	0.546	0.155	2.792	0.768	0.464
	ลำต้น	0.216	0.045	0.466	0.222	0.032	0.432	0.322	0.143	0.795	0.295	0.323
	ราก	0.046	0.010	0.078	0.095	0.008	0.080	0.057	0.084	7.285	0.644	0.116
	รวม	0.764	0.094	1.009	0.825	0.117	1.118	0.926	0.381	10.873	1.706	0.904
ก่อนออกดอก	ใบ	0.335	0.022	0.432	0.453	0.048	0.080	0.364	0.066	4.062	0.602	0.434
	ลำต้น	0.427	0.059	0.639	0.512	0.046	0.131	0.499	0.109	3.350	0.579	0.563
	ราก	0.058	0.011	0.108	0.190	0.010	0.020	0.071	0.095	12.170	0.678	0.212
	รวม	0.820	0.092	1.179	1.155	0.103	0.231	0.934	0.270	19.582	1.859	1.209
พัฒนาเมล็ด	ใบ	0.374	0.037	0.607	0.633	0.062	0.083	0.501	0.206	10.762	0.900	0.738
	ลำต้น	0.989	0.180	1.913	0.780	0.079	0.303	1.110	0.926	4.864	0.886	1.518
	เมล็ด	0.048	0.005	0.049	0.004	0.003	0.013	0.160	0.513	8.150	0.443	0.689
	ราก	0.094	0.033	0.202	0.443	0.019	0.036	1.497	2.734	160.681	9.187	5.022
	รวม	1.505	0.256	2.770	1.861	0.164	0.435	3.268	4.379	184.457	11.417	7.966

ตารางภาคผนวกที่ 21 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	5.46	24.59	21.58	5.14	23.12	20.29	4
P ₂ O ₅	1.56	7.00	6.14	1.39	6.28	5.51	1
K ₂ O	8.69	39.11	34.33	8.02	36.08	31.67	6
ระยะก่อนออกดอก							
Total N	8.64	27.25	23.16	8.03	25.31	21.51	4
P ₂ O ₅	2.25	7.08	6.02	1.99	6.26	5.32	1
K ₂ O	14.97	47.19	40.11	13.60	42.88	36.44	7
ระยะพัฒนาเมล็ด							
Total N	6.31	16.29	42.50	5.91	15.27	39.83	3
P ₂ O ₅	2.49	6.43	16.78	2.17	5.60	14.61	1
K ₂ O	13.99	36.13	94.24	12.97	33.50	87.38	6

ภาคผนวกที่ 8 แปลงเกษตรกร คุณสายชล จันทร์แก้ว

ตารางภาคผนวกที่ 22 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	2.19	0.14	1.96	2.46	0.64	1.75	23.30	10.18	161.71	34.85	31.39
	ลำต้น	0.79	0.23	2.07	1.09	0.37	1.94	17.46	8.97	34.65	21.85	25.47
	ราก	0.70	0.13	1.47	0.92	0.19	1.15	9.84	14.10	3,255.66	369.77	18.31
ก่อนออกดอก	ใบ	2.81	0.13	2.78	2.66	0.70	0.78	30.88	17.00	640.89	74.49	48.86
	ลำต้น	1.49	0.29	2.29	2.25	0.49	1.06	29.35	6.10	292.34	42.91	44.46
	ราก	1.02	0.19	2.07	2.97	0.46	0.42	20.63	17.87	2,564.67	149.91	50.96
พัฒนาเมล็ด	ใบ	1.78	0.16	3.24	2.95	0.77	0.82	29.39	14.14	826.41	61.16	63.29
	ลำต้น	0.88	0.21	2.00	1.00	0.26	0.83	17.81	15.25	133.62	23.20	25.70
	เมล็ด	1.64	0.19	1.90	0.09	0.12	0.71	6.42	15.98	214.73	14.64	19.54
	ราก	0.99	0.30	2.26	2.28	0.29	0.47	18.72	25.90	4,596.88	196.44	72.16

ตารางภาคผนวกที่ 23 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	0.223	0.014	0.199	0.250	0.065	0.178	0.237	0.104	1.645	0.354	0.319
	ลำต้น	0.047	0.014	0.124	0.065	0.022	0.116	0.104	0.054	0.207	0.131	0.152
	ราก	0.008	0.001	0.017	0.010	0.002	0.013	0.011	0.016	3.657	0.415	0.021
	รวม	0.278	0.029	0.340	0.326	0.089	0.307	0.352	0.173	5.509	0.900	0.492
ก่อนออกดอก	ใบ	0.182	0.008	0.180	0.173	0.045	0.051	0.200	0.110	4.158	0.483	0.317
	ลำต้น	0.117	0.023	0.180	0.177	0.039	0.083	0.231	0.048	2.300	0.338	0.350
	ราก	0.012	0.002	0.024	0.034	0.005	0.005	0.024	0.021	2.975	0.174	0.059
	รวม	0.311	0.033	0.385	0.384	0.089	0.139	0.455	0.179	9.433	0.995	0.726
พัฒนาเมล็ด	ใบ	0.139	0.013	0.253	0.231	0.060	0.064	0.230	0.111	6.463	0.478	0.495
	ลำต้น	0.174	0.041	0.395	0.197	0.051	0.164	0.352	0.301	2.638	0.458	0.507
	เมล็ด	0.012	0.001	0.014	0.001	0.001	0.005	0.048	0.120	1.610	0.110	0.147
	ราก	0.018	0.006	0.042	0.042	0.005	0.009	0.349	0.483	85.686	3.662	1.345
	รวม	0.344	0.061	0.705	0.471	0.118	0.242	0.979	1.014	96.397	4.708	2.494

ตารางภาคผนวกที่ 24 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	3.50	17.21	7.84	3.40	16.72	7.62	4
P ₂ O ₅	0.86	4.24	1.93	0.82	4.03	1.84	1
K ₂ O	5.15	25.34	11.55	4.90	24.10	10.99	6
ระยะก่อนออกดอก							
Total N	5.98	21.69	8.79	5.75	20.87	8.46	4
P ₂ O ₅	1.49	5.42	2.20	1.40	5.06	2.05	1
K ₂ O	8.90	32.27	13.08	8.34	30.26	12.26	6
ระยะพัฒนาเมล็ด							
Total N	4.00	12.14	9.70	3.78	11.49	9.18	3
P ₂ O ₅	1.65	5.01	4.00	1.50	4.55	3.64	1
K ₂ O	9.87	29.98	23.97	9.28	28.19	22.54	6

ภาคผนวกที่ 9 แปลงเกษตรกร คุณสุนทร คมคาย

ตารางภาคผนวกที่ 25 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	2.54	0.25	2.56	2.54	0.45	2.04	24.82	11.80	199.61	57.46	54.94
	ลำต้น	1.08	0.46	2.90	0.93	0.17	1.95	16.82	10.85	32.12	23.16	35.95
	ราก	0.96	0.35	1.88	1.68	0.13	1.01	10.37	22.63	478.78	78.02	32.83
ก่อนออกดอก	ใบ	2.57	0.27	3.45	2.01	0.49	0.84	31.03	5.11	293.48	63.03	62.34
	ลำต้น	1.49	0.36	3.34	1.73	0.34	0.84	27.09	6.49	215.74	23.02	32.68
	ราก	1.34	0.61	2.91	4.24	0.34	0.49	22.33	44.31	3,623.77	237.60	85.22
พัฒนาเมล็ด	ใบ	2.60	0.27	3.28	3.15	0.56	0.90	30.97	18.31	345.59	62.11	113.53
	ลำต้น	1.32	0.38	2.82	0.85	0.13	0.56	14.74	17.43	121.35	36.77	37.08
	เมล็ด	1.64	0.21	1.70	0.07	0.10	0.59	4.64	17.58	85.89	14.94	23.00
	ราก	1.43	0.75	3.02	4.15	0.32	0.57	20.91	73.08	2,694.20	280.07	128.83

ตารางภาคผนวกที่ 26 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	0.277	0.027	0.279	0.277	0.049	0.222	0.270	0.129	2.174	0.626	0.598
	ลำต้น	0.068	0.029	0.182	0.058	0.011	0.122	0.105	0.068	0.201	0.145	0.225
	ราก	0.018	0.006	0.035	0.031	0.002	0.019	0.019	0.042	0.888	0.145	0.061
	รวม	0.362	0.063	0.496	0.366	0.062	0.363	0.395	0.239	3.264	0.916	0.885
ก่อนออกดอก	ใบ	0.465	0.049	0.624	0.364	0.089	0.152	0.562	0.092	5.311	1.141	1.128
	ลำต้น	0.437	0.106	0.980	0.508	0.100	0.246	0.795	0.190	6.330	0.675	0.959
	ราก	0.046	0.021	0.100	0.146	0.012	0.017	0.077	0.153	12.480	0.818	0.293
	รวม	0.948	0.176	1.705	1.017	0.200	0.415	1.433	0.436	24.122	2.634	2.381
พัฒนาเมล็ด	ใบ	0.148	0.015	0.187	0.180	0.032	0.051	0.177	0.104	1.971	0.354	0.647
	ลำต้น	0.495	0.143	1.058	0.319	0.049	0.210	0.553	0.654	4.554	1.380	1.392
	เมล็ด	0.090	0.011	0.093	0.004	0.005	0.032	0.253	0.960	4.691	0.816	1.256
	ราก	0.059	0.031	0.125	0.172	0.013	0.024	0.864	3.021	111.378	11.578	5.326
	รวม	0.792	0.200	1.463	0.674	0.099	0.317	1.848	4.740	122.594	14.128	8.621

ตารางภาคผนวกที่ 27 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	5.56	21.10	10.23	5.29	20.07	9.72	3
P ₂ O ₅	2.23	8.48	4.11	2.00	7.60	3.68	1
K ₂ O	9.17	34.79	16.86	8.52	32.34	15.67	4
ระยะก่อนออกดอก							
Total N	5.68	19.99	26.78	5.41	19.02	25.48	3
P ₂ O ₅	2.45	8.60	11.52	2.15	7.57	10.14	1
K ₂ O	12.30	43.29	57.99	11.58	40.75	54.58	5
ระยะพัฒนาเมล็ด							
Total N	6.24	16.27	22.37	5.78	15.06	20.70	2
P ₂ O ₅	3.67	9.57	13.16	3.10	8.09	11.13	1
K ₂ O	13.89	36.20	49.77	12.70	33.11	45.52	4

ภาคผนวกที่ 10 แปลงเกษตรกร คุณจิรัฐ ทิพย์วงศ์ทอง

ตารางภาคผนวกที่ 28 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	2.45	0.24	2.77	0.19	0.94	2.49	25.64	12.47	276.83	36.28	36.26
	ลำต้น	1.02	0.36	3.53	0.83	0.28	2.41	17.46	9.91	71.36	10.39	23.34
	ราก	0.91	0.23	1.98	1.13	0.29	1.05	13.23	19.99	4,820.72	42.95	21.68
ก่อนออกดอก	ใบ	1.90	0.18	3.13	2.40	0.79	0.71	30.33	5.57	471.20	36.78	38.98
	ลำต้น	2.10	0.34	3.33	2.37	0.26	0.76	29.97	5.77	181.20	32.64	27.94
	ราก	1.02	0.39	2.76	2.98	0.36	0.37	22.11	19.71	4,860.35	139.84	50.28
พัฒนาเมล็ด	ใบ	1.78	0.18	3.12	2.78	0.74	0.73	24.74	18.16	560.76	41.00	54.08
	ลำต้น	0.96	0.26	2.66	0.90	0.17	0.73	12.83	17.29	157.60	13.17	22.72
	เมล็ด	1.49	0.20	1.81	0.04	0.11	0.50	3.99	18.31	110.55	110.55	18.39
	ราก	0.96	0.39	2.77	2.33	0.30	0.44	18.41	39.37	40,882.30	227.27	74.46

ตารางภาคผนวกที่ 29 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญทางลำต้น	ใบ	0.291	0.029	0.329	0.023	0.112	0.296	0.305	0.148	3.289	0.431	0.431
	ลำต้น	0.086	0.030	0.297	0.070	0.024	0.203	0.147	0.083	0.601	0.087	0.197
	ราก	0.017	0.004	0.036	0.021	0.005	0.019	0.024	0.037	8.839	0.079	0.040
	รวม	0.394	0.063	0.663	0.113	0.141	0.518	0.476	0.268	12.729	0.597	0.667
ก่อนออกดอก	ใบ	0.202	0.019	0.333	0.255	0.084	0.075	0.322	0.059	5.010	0.391	0.414
	ลำต้น	0.574	0.093	0.910	0.647	0.071	0.208	0.819	0.158	4.950	0.892	0.763
	ราก	0.020	0.008	0.055	0.059	0.007	0.007	0.044	0.039	9.623	0.277	0.100
	รวม	0.796	0.120	1.297	0.962	0.162	0.290	1.185	0.256	19.584	1.560	1.277
พัฒนาเมล็ด	ใบ	0.112	0.011	0.196	0.174	0.046	0.046	0.155	0.114	3.517	0.257	0.339
	ลำต้น	0.250	0.068	0.694	0.235	0.044	0.190	0.335	0.451	4.110	0.343	0.592
	เมล็ด	0.023	0.003	0.027	0.001	0.002	0.008	0.060	0.277	1.672	1.672	0.278
	ราก	0.016	0.006	0.046	0.038	0.005	0.007	0.303	0.647	672.105	3.736	1.224
	รวม	0.400	0.089	0.962	0.448	0.097	0.251	0.853	1.489	681.403	6.008	2.434

ตารางภาคผนวกที่ 30 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของฟ้าทะลายโจร ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะก่อนออกดอก และระยะการพัฒนาของเมล็ด

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	3.82	19.39	11.11	3.66	18.57	10.64	3
P ₂ O ₅	1.42	7.22	4.14	1.33	6.74	3.86	1
K ₂ O	7.75	39.33	22.54	7.33	37.17	21.30	6
ระยะก่อนออกดอก							
Total N	6.79	20.97	22.47	6.62	20.44	21.90	3
P ₂ O ₅	2.38	7.34	7.86	2.22	6.86	7.36	1
K ₂ O	13.33	41.18	44.13	12.77	39.45	42.27	6
ระยะพัฒนาเมล็ด							
Total N	4.64	11.82	11.30	4.45	11.36	10.86	2
P ₂ O ₅	2.39	6.08	5.81	2.21	5.64	5.39	1
K ₂ O	13.43	34.24	32.73	12.80	32.62	31.18	6

ภาคผนวกที่ 11 แปลงเกษตรกร คุณกฤติมา แซ่โล่

ตารางภาคผนวกที่ 31 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญเติบโต	ใบ	1.37	0.23	5.24	1.53	0.31	1.14	17.73	8.03	1,363.86	355.90	30.00
	เหง้า	0.99	0.24	1.95	0.01	0.20	1.46	7.70	7.76	1,814.03	794.39	27.49
	ราก	0.79	0.17	3.17	0.19	0.32	1.08	10.36	11.39	3,886.45	403.84	58.20
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.99	0.15	3.49	0.97	0.30	1.07	19.38	12.54	3,589.62	715.32	38.84
	เหง้า	1.29	0.29	1.37	0.04	0.16	1.31	5.62	11.35	1,261.22	528.33	31.87
	ราก	0.58	0.12	2.38	0.10	0.14	0.25	8.12	12.20	7,333.86	436.03	36.06
เก็บเกี่ยว	เหง้า	1.37	0.32	1.17	0.07	0.13	1.15	6.68	14.79	741.58	511.35	33.36
	ราก	0.96	0.30	6.14	0.47	0.25	0.75	16.06	22.02	3,124.37	336.52	53.38

ตารางภาคผนวกที่ 32 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญเติบโต	ใบ	0.031	0.005	0.119	0.035	0.007	0.026	0.040	0.018	3.109	0.811	0.068
	เหง้า	0.011	0.003	0.021	0.000	0.002	0.016	0.008	0.008	1.978	0.866	0.030
	ราก	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.254	0.026	0.004
	รวม	0.043	0.008	0.143	0.035	0.009	0.043	0.049	0.028	5.341	1.704	0.102
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.021	0.003	0.074	0.021	0.006	0.023	0.041	0.027	7.610	1.516	0.082
	เหง้า	0.348	0.078	0.370	0.011	0.043	0.354	0.152	0.306	34.053	14.265	0.860
	ราก	0.006	0.001	0.025	0.001	0.001	0.003	0.008	0.013	7.613	0.453	0.037
	รวม	0.375	0.083	0.469	0.033	0.050	0.379	0.201	0.346	49.275	16.234	0.980
เก็บเกี่ยว	เหง้า	0.321	0.075	0.274	0.016	0.030	0.270	0.157	0.347	17.386	11.988	0.782
	ราก	0.007	0.002	0.042	0.003	0.002	0.005	0.011	0.015	2.125	0.229	0.036
	รวม	0.328	0.077	0.316	0.019	0.032	0.275	0.168	0.362	19.510	12.217	0.818

ตารางภาคผนวกที่ 33 การดูซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	4.67	39.01	3.04	1.19	9.90	0.77	2
P ₂ O ₅	2.04	17.00	1.33	0.67	5.58	0.44	1
K ₂ O	18.89	157.73	12.31	2.81	23.49	1.83	4
ระยะพัฒนาการลำต้น							
Total N	3.97	13.90	2.69	3.69	12.90	2.49	2
P ₂ O ₅	2.04	7.13	1.38	1.93	6.74	1.30	1
K ₂ O	5.97	20.91	4.04	4.72	16.51	3.19	2
ระยะเก็บเกี่ยว							
Total N	3.91	13.98	2.34	3.83	13.70	2.30	2
P ₂ O ₅	2.14	7.64	1.28	2.08	7.44	1.25	1
K ₂ O	4.54	16.24	2.72	3.94	14.10	2.36	2

ภาคผนวกที่ 12 แปลงเกษตรกร คุณณัฐฉัตร แซ่ว่าง

ตารางภาคผนวกที่ 34 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญเติบโต	ใบ	2.28	0.21	3.94	0.43	0.46	2.70	17.09	8.97	1,250.67	299.32	28.35
	เหง้า	1.81	0.23	2.34	0.04	0.36	3.19	10.47	10.31	1,581.87	1,660.97	55.13
	ราก	1.08	0.16	2.33	0.17	0.36	1.89	7.87	20.55	3,520.80	438.48	80.98
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	1.29	0.14	3.54	1.08	0.60	2.17	19.99	16.82	8,519.28	693.44	66.67
	เหง้า	2.13	0.31	1.37	0.03	0.18	2.28	5.14	14.08	2,852.29	874.73	59.48
	ราก	0.94	0.08	2.44	0.06	0.13	0.78	7.41	13.23	4,526.44	145.16	38.16
เก็บเกี่ยว	เหง้า	2.13	0.34	1.06	0.05	0.14	1.91	5.54	16.74	642.20	580.83	29.04
	ราก	1.29	0.19	4.83	0.47	0.32	1.10	15.00	24.39	3,288.86	337.70	36.28

ตารางภาคผนวกที่ 35 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญเติบโต	ใบ	0.063	0.006	0.109	0.012	0.013	0.075	0.047	0.025	3.470	0.830	0.079
	เหง้า	0.016	0.002	0.020	0.000	0.003	0.027	0.009	0.009	1.359	1.427	0.047
	ราก	0.001	0.000	0.003	0.000	0.000	0.002	0.001	0.003	0.461	0.057	0.011
	รวม	0.080	0.008	0.132	0.012	0.016	0.105	0.057	0.036	5.289	2.315	0.137
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.096	0.010	0.263	0.080	0.044	0.161	0.149	0.125	63.298	5.152	0.495
	เหง้า	0.488	0.071	0.314	0.006	0.042	0.523	0.118	0.323	65.386	20.052	1.364
	ราก	0.007	0.001	0.018	0.000	0.001	0.006	0.005	0.010	3.359	0.108	0.028
	รวม	0.591	0.082	0.595	0.087	0.088	0.690	0.272	0.458	132.043	25.312	1.887
เก็บเกี่ยว	เหง้า	0.389	0.062	0.194	0.008	0.026	0.349	0.101	0.306	11.738	10.616	0.531
	ราก	0.007	0.001	0.028	0.003	0.002	0.006	0.009	0.014	1.888	0.194	0.021
	รวม	0.397	0.063	0.221	0.011	0.028	0.355	0.110	0.320	13.626	10.810	0.552

ตารางภาคผนวกที่ 36 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	10.05	93.36	10.78	1.95	18.10	2.09	3
P ₂ O ₅	2.33	21.68	2.50	0.58	5.35	0.62	1
K ₂ O	20.00	185.74	21.44	3.04	28.19	3.25	5
ระยะพัฒนาการลำต้น							
Total N	5.79	25.79	7.94	4.78	21.30	6.56	3
P ₂ O ₅	1.87	8.32	2.56	1.62	7.21	2.22	1
K ₂ O	7.02	31.28	9.63	3.70	16.51	5.08	2
ระยะเก็บเกี่ยว							
Total N	5.33	21.71	5.33	5.23	21.30	5.23	3
P ₂ O ₅	1.98	8.05	1.98	1.94	7.91	1.94	1
K ₂ O	3.59	14.60	3.59	3.14	12.77	3.14	2

ภาคผนวกที่ 13 แปลงเกษตรกร คุณทรงพล ทรงสวัสดิ์วงศ์

ตารางภาคผนวกที่ 37 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญเติบโต	ใบ	1.23	0.25	6.62	0.71	0.36	1.83	19.67	7.76	1,332.35	375.49	30.74
	เหง้า	0.85	0.28	3.18	0.08	0.25	2.33	9.05	6.96	730.05	1,261.69	44.19
	ราก	0.82	0.18	4.51	0.34	0.35	1.29	11.26	16.56	3,636.23	509.97	61.11
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	1.02	0.16	5.30	0.92	0.49	2.04	22.89	12.71	5,875.58	786.85	47.98
	เหง้า	2.13	0.34	1.49	0.04	0.19	2.01	5.09	7.75	3,634.49	606.66	47.51
	ราก	0.99	0.11	2.89	0.09	0.13	0.99	7.65	13.40	8,037.23	579.08	47.78
เก็บเกี่ยว	เหง้า	2.25	0.42	1.48	0.04	0.13	1.73	5.28	18.69	586.25	628.91	40.22
	ราก	1.23	0.25	6.81	0.27	0.25	1.16	14.96	23.69	3,428.16	463.41	37.25

ตารางภาคผนวกที่ 38 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญเติบโต	ใบ	0.033	0.007	0.179	0.019	0.010	0.049	0.053	0.021	3.602	1.015	0.083
	เหง้า	0.005	0.002	0.020	0.001	0.002	0.015	0.006	0.004	0.470	0.812	0.028
	ราก	0.001	0.000	0.003	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.278	0.039	0.005
	รวม	0.039	0.009	0.203	0.020	0.012	0.065	0.060	0.027	4.349	1.866	0.116
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.011	0.002	0.059	0.010	0.005	0.023	0.026	0.014	6.569	0.880	0.054
	เหง้า	0.661	0.106	0.463	0.011	0.060	0.624	0.158	0.241	112.822	18.832	1.475
	ราก	0.019	0.002	0.055	0.002	0.002	0.019	0.014	0.025	15.174	1.093	0.090
	รวม	0.691	0.109	0.576	0.023	0.068	0.665	0.198	0.280	134.565	20.805	1.619
เก็บเกี่ยว	เหง้า	0.524	0.098	0.344	0.010	0.030	0.403	0.123	0.435	13.644	14.637	0.936
	ราก	0.008	0.002	0.046	0.002	0.002	0.008	0.010	0.016	2.304	0.311	0.025
	รวม	0.532	0.099	0.390	0.012	0.031	0.410	0.133	0.451	15.948	14.949	0.961

ตารางภาคผนวกที่ 39 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	5.80	61.17	4.38	0.81	8.50	0.61	1
P ₂ O ₅	2.98	31.45	2.25	0.62	6.51	0.47	1
K ₂ O	36.01	380.00	27.23	3.63	38.31	2.75	6
ระยะพัฒนาการลำต้น							
Total N	5.78	22.27	7.70	5.53	21.30	7.37	3
P ₂ O ₅	2.13	8.20	2.83	2.05	7.91	2.73	1
K ₂ O	5.80	22.37	7.74	4.66	17.95	6.21	2
ระยะเก็บเกี่ยว							
Total N	5.93	22.86	5.93	5.83	22.50	5.83	2
P ₂ O ₅	2.58	9.94	2.58	2.53	9.77	2.53	1
K ₂ O	5.24	20.20	5.24	4.62	17.83	4.62	2

ภาคผนวกที่ 14 แปลงเกษตรกร คุณมาเลีย แซ่ลี

ตารางภาคผนวกที่ 40 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญเติบโต	ใบ	4.56	0.21	1.86	0.72	0.43	1.91	13.35	5.89	1,224.36	222.26	16.76
	เหง้า	4.03	0.19	0.62	0.08	0.30	2.99	6.34	5.23	575.01	786.96	29.30
	ราก	4.35	0.15	2.17	0.24	0.35	2.01	7.00	9.91	3,439.27	277.43	37.28
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	1.32	0.11	2.14	0.80	0.74	1.66	18.93	8.26	1,950.04	466.74	36.81
	เหง้า	2.63	0.23	0.93	0.04	0.17	2.17	3.95	6.90	1,851.81	491.56	34.03
	ราก	1.46	0.06	2.61	0.09	0.14	0.94	7.40	8.26	4,523.41	206.76	33.56
เก็บเกี่ยว	เหง้า	3.19	0.29	0.93	0.04	0.11	2.32	5.03	13.54	441.69	471.02	36.93
	ราก	1.67	0.14	3.41	0.45	0.19	1.31	12.22	20.50	3,515.44	310.12	40.50

ตารางภาคผนวกที่ 41 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญเติบโต	ใบ	0.113	0.005	0.046	0.018	0.011	0.048	0.033	0.015	3.047	0.553	0.042
	เหง้า	0.045	0.002	0.007	0.001	0.003	0.033	0.007	0.006	0.635	0.869	0.032
	ราก	0.006	0.000	0.003	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.440	0.036	0.005
	รวม	0.164	0.008	0.056	0.019	0.014	0.083	0.041	0.022	4.123	1.458	0.079
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.050	0.004	0.082	0.030	0.028	0.063	0.072	0.031	7.434	1.779	0.140
	เหง้า	0.818	0.072	0.289	0.011	0.053	0.675	0.123	0.215	57.621	15.295	1.059
	ราก	0.018	0.001	0.033	0.001	0.002	0.012	0.009	0.010	5.672	0.259	0.042
	รวม	0.887	0.077	0.404	0.042	0.083	0.750	0.204	0.257	70.727	17.334	1.241
เก็บเกี่ยว	เหง้า	0.542	0.049	0.158	0.007	0.018	0.394	0.085	0.230	7.504	8.003	0.627
	ราก	0.008	0.001	0.017	0.002	0.001	0.006	0.006	0.010	1.744	0.154	0.020
	รวม	0.550	0.050	0.175	0.009	0.019	0.401	0.092	0.240	9.248	8.156	0.648

ตารางภาคผนวกที่ 42 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	14.98	148.11	19.96	4.08	40.30	5.43	9
P ₂ O ₅	1.60	15.83	2.13	0.45	4.42	0.60	1
K ₂ O	6.17	61.00	8.22	0.76	7.47	1.01	2
ระยะพัฒนาการลำต้น							
Total N	7.42	28.51	10.83	6.85	26.30	9.99	5
P ₂ O ₅	1.49	5.72	2.17	1.39	5.35	2.03	1
K ₂ O	4.07	15.63	5.94	2.92	11.20	4.26	2
ระยะเก็บเกี่ยว							
Total N	6.72	32.39	6.72	6.62	31.90	6.62	5
P ₂ O ₅	1.42	6.84	1.42	1.40	6.74	1.40	1
K ₂ O	2.57	12.40	2.57	2.32	11.20	2.32	2

ภาคผนวกที่ 15 แปลงเกษตรกร คุณสิทธิชัย แซ่ลี

ตารางภาคผนวกที่ 43 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญเติบโต	ใบ	4.88	0.27	4.11	0.49	0.57	2.41	13.65	7.09	1,980.68	735.67	45.28
	เหง้า	3.74	0.26	1.56	0.03	0.21	2.33	6.28	6.83	1,227.53	1,653.45	49.22
	ราก	3.68	0.23	3.38	0.18	0.34	1.68	9.71	17.52	2,297.27	517.51	132.17
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.79	0.12	3.59	0.61	0.74	1.19	18.74	12.37	7,139.83	1,197.05	62.41
	เหง้า	1.61	0.26	1.48	0.04	0.25	1.82	5.26	9.29	7,367.21	948.46	56.58
	ราก	0.56	0.11	3.16	0.09	0.17	0.58	7.83	19.39	15,807.66	654.28	93.49
เก็บเกี่ยว	เหง้า	1.58	0.25	1.12	0.06	0.16	1.18	4.66	14.66	624.65	855.88	43.14
	ราก	1.11	0.15	4.91	0.41	0.33	0.72	11.95	21.61	2,892.75	494.01	64.84

ตารางภาคผนวกที่ 44 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญเติบโต	ใบ	0.097	0.005	0.082	0.010	0.011	0.048	0.027	0.014	3.944	1.465	0.090
	เหง้า	0.028	0.002	0.012	0.000	0.002	0.017	0.005	0.005	0.911	1.227	0.037
	ราก	0.003	0.000	0.003	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.171	0.039	0.010
	รวม	0.128	0.007	0.096	0.010	0.013	0.067	0.033	0.020	5.026	2.730	0.137
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.061	0.009	0.277	0.047	0.057	0.092	0.145	0.095	55.077	9.234	0.481
	เหง้า	0.629	0.102	0.578	0.017	0.098	0.711	0.206	0.363	287.852	37.058	2.211
	ราก	0.009	0.002	0.049	0.001	0.003	0.009	0.012	0.030	24.660	1.021	0.146
	รวม	0.699	0.113	0.904	0.065	0.158	0.812	0.362	0.489	367.588	47.313	2.838
เก็บเกี่ยว	เหง้า	0.335	0.053	0.238	0.012	0.035	0.250	0.099	0.311	13.253	18.158	0.915
	ราก	0.007	0.001	0.030	0.002	0.002	0.004	0.007	0.013	1.741	0.297	0.039
	รวม	0.342	0.054	0.267	0.015	0.037	0.255	0.106	0.324	14.994	18.456	0.954

ตารางภาคผนวกที่ 45 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	16.67	172.04	12.98	3.62	37.40	2.82	6
P ₂ O ₅	2.27	23.43	1.77	0.59	6.05	0.46	1
K ₂ O	15.09	155.76	11.75	1.82	18.80	1.42	3
ระยะพัฒนาการลำต้น							
Total N	6.64	17.88	7.10	5.98	16.10	6.40	3
P ₂ O ₅	2.49	6.70	2.66	2.24	6.05	2.40	1
K ₂ O	10.36	27.89	11.08	6.62	17.83	7.08	3
ระยะเก็บเกี่ยว							
Total N	4.09	16.11	3.48	4.01	15.80	3.41	3
P ₂ O ₅	1.50	5.91	1.28	1.48	5.81	1.25	1
K ₂ O	3.85	15.17	3.27	3.42	13.49	2.91	2

ภาคผนวกที่ 16 แปลงเกษตรกร คุณลอน ศรีแสง

ตารางภาคผนวกที่ 46 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญเติบโต	ใบ	4.21	0.19	2.71	0.46	0.24	2.27	16.62	7.76	1,710.15	464.98	27.36
	เหง้า	3.92	0.14	0.79	0.05	0.14	2.14	7.16	6.69	377.36	1,374.58	43.92
	ราก	2.34	0.19	2.77	0.28	0.18	1.67	10.99	6.82	3,627.94	447.11	66.29
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.58	0.11	0.80	0.46	0.20	2.28	16.36	17.68	8,786.08	413.42	44.80
	เหง้า	1.08	0.16	0.53	0.03	0.10	1.73	4.06	8.78	1,082.95	536.06	35.86
	ราก	0.73	0.10	2.24	0.07	0.10	1.37	8.03	15.79	5,549.96	201.97	44.33
เก็บเกี่ยว	เหง้า	1.14	0.17	0.54	0.04	0.08	0.97	4.47	14.10	322.28	451.06	30.48
	ราก	0.79	0.11	1.56	0.40	0.21	0.43	12.16	36.90	3,513.76	935.48	60.29

ตารางภาคผนวกที่ 47 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญเติบโต	ใบ	0.072	0.003	0.047	0.008	0.004	0.039	0.029	0.013	2.937	0.799	0.047
	เหง้า	0.030	0.001	0.006	0.000	0.001	0.016	0.006	0.005	0.291	1.060	0.034
	ราก	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.116	0.014	0.002
	รวม	0.103	0.004	0.054	0.008	0.005	0.056	0.034	0.019	3.344	1.873	0.083
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.020	0.004	0.027	0.016	0.007	0.078	0.056	0.060	29.943	1.409	0.153
	เหง้า	0.326	0.048	0.160	0.008	0.031	0.522	0.122	0.265	32.675	16.174	1.082
	ราก	0.019	0.003	0.057	0.002	0.003	0.035	0.020	0.040	14.141	0.515	0.113
	รวม	0.364	0.055	0.244	0.025	0.041	0.635	0.199	0.365	76.759	18.098	1.348
เก็บเกี่ยว	เหง้า	0.291	0.043	0.138	0.010	0.020	0.247	0.114	0.360	8.219	11.504	0.777
	ราก	0.009	0.001	0.019	0.005	0.002	0.005	0.014	0.044	4.188	1.115	0.072
	รวม	0.300	0.045	0.156	0.015	0.023	0.253	0.128	0.404	12.408	12.619	0.849

ตารางภาคผนวกที่ 48 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	16.20	133.96	9.30	4.74	39.20	2.72	12
P ₂ O ₅	1.61	13.28	0.92	0.39	3.26	0.23	1
K ₂ O	10.11	83.64	5.81	1.15	9.52	0.66	3
ระยะพัฒนาการลำต้น							
Total N	3.98	12.07	3.28	3.56	10.80	2.94	3
P ₂ O ₅	1.39	4.21	1.14	1.23	3.72	1.01	1
K ₂ O	3.22	9.75	2.65	2.11	6.39	1.74	2
ระยะเก็บเกี่ยว							
Total N	3.86	11.77	2.70	3.74	11.40	2.62	3
P ₂ O ₅	1.34	4.07	0.94	1.30	3.95	0.91	1
K ₂ O	2.42	7.38	1.70	2.14	6.51	1.49	2

ภาคผนวกที่ 17 แปลงเกษตรกร คุณขวัญทอง ศรีบุรินทร์

ตารางภาคผนวกที่ 49 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญเติบโต	ใบ	2.40	0.20	1.70	0.39	0.27	1.81	17.19	5.76	1,221.58	410.02	28.52
	เหง้า	1.99	0.20	1.73	0.07	0.20	2.00	8.45	5.36	672.59	1,480.54	49.91
	ราก	4.68	0.14	4.15	0.14	0.16	1.21	9.83	9.77	2,015.92	300.24	38.84
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.76	0.13	1.67	0.57	0.38	3.01	24.60	10.83	4,986.05	648.58	43.38
	เหง้า	1.61	0.21	0.75	0.02	0.11	2.29	4.56	9.63	804.63	589.74	38.84
	ราก	0.99	0.11	2.74	0.06	0.09	1.54	7.88	18.36	5,097.02	270.56	64.64
เก็บเกี่ยว	เหง้า	1.75	0.28	0.64	0.03	0.08	1.59	4.67	14.52	279.85	640.20	50.60
	ราก	1.33	0.13	3.73	0.21	0.16	0.95	11.29	21.89	2,031.72	369.75	56.31

ตารางภาคผนวกที่ 50 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญเติบโต	ใบ	0.052	0.004	0.037	0.008	0.006	0.039	0.037	0.012	2.629	0.882	0.061
	เหง้า	0.014	0.001	0.012	0.000	0.001	0.014	0.006	0.004	0.457	1.006	0.034
	ราก	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.092	0.014	0.002
	รวม	0.067	0.006	0.050	0.009	0.007	0.053	0.043	0.016	3.178	1.902	0.097
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.105	0.018	0.230	0.079	0.053	0.415	0.339	0.149	68.668	8.932	0.597
	เหง้า	0.507	0.066	0.236	0.007	0.035	0.722	0.144	0.304	25.362	18.589	1.224
	ราก	0.034	0.004	0.093	0.002	0.003	0.052	0.027	0.063	17.371	0.922	0.220
	รวม	0.646	0.088	0.560	0.088	0.092	1.189	0.509	0.515	111.400	28.443	2.042
เก็บเกี่ยว	เหง้า	0.385	0.062	0.141	0.007	0.018	0.350	0.103	0.319	6.153	14.075	1.112
	ราก	0.010	0.001	0.029	0.002	0.001	0.007	0.009	0.017	1.581	0.288	0.044
	รวม	0.395	0.063	0.170	0.008	0.019	0.357	0.111	0.336	7.733	14.363	1.156

ตารางภาคผนวกที่ 51 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
Vegetative stage							
Total N	9.27	99.05	5.80	1.86	19.90	1.17	4
P ₂ O ₅	1.83	19.60	1.15	0.44	4.65	0.27	1
K ₂ O	8.33	89.07	5.22	1.95	20.84	1.22	4
Reproductive stage							
Total N	5.99	20.49	5.57	4.70	16.10	4.37	4
P ₂ O ₅	1.89	6.48	1.76	1.43	4.88	1.33	1
K ₂ O	6.25	21.40	5.81	2.64	9.04	2.46	2
Harvest stage							
Total N	4.87	17.97	3.41	4.74	17.50	3.32	3
P ₂ O ₅	1.79	6.62	1.25	1.76	6.51	1.23	1
K ₂ O	2.52	9.30	1.76	2.09	7.71	1.46	1

ภาคผนวกที่ 18 แปลงเกษตรกร คุณนิพล บุญพรหม

ตารางภาคผนวกที่ 52 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญเติบโต	ใบ	2.69	0.22	3.56	0.81	0.36	1.83	16.39	6.56	966.02	248.67	28.26
	เหง้า	2.43	0.21	3.23	0.08	0.23	2.14	7.92	5.10	459.28	907.73	47.02
	ราก	1.87	0.16	3.25	0.22	0.17	1.37	9.41	11.26	1,849.22	299.09	41.93
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	1.05	0.16	3.07	0.58	0.61	2.74	25.26	8.61	2,171.96	483.29	37.01
	เหง้า	1.61	0.22	0.59	0.03	0.14	2.37	4.65	9.29	881.03	533.67	40.06
	ราก	0.79	0.12	2.46	0.14	0.11	1.34	9.16	14.25	6,478.90	191.68	45.21
เก็บเกี่ยว	เหง้า	1.70	0.27	0.68	0.03	0.09	1.49	4.81	14.52	330.17	737.67	49.03
	ราก	1.12	0.13	2.79	0.20	0.20	0.78	11.72	25.47	2,532.92	379.17	61.91

ตารางภาคผนวกที่ 53 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญเติบโต	ใบ	0.054	0.004	0.071	0.016	0.007	0.037	0.033	0.013	1.930	0.497	0.056
	เหง้า	0.018	0.002	0.024	0.001	0.002	0.016	0.006	0.004	0.345	0.682	0.035
	ราก	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.133	0.022	0.003
	รวม	0.073	0.006	0.098	0.017	0.009	0.054	0.039	0.018	2.408	1.200	0.095
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.063	0.010	0.183	0.035	0.037	0.163	0.150	0.051	12.936	2.878	0.220
	เหง้า	0.444	0.061	0.163	0.009	0.040	0.654	0.128	0.256	24.315	14.728	1.106
	ราก	0.018	0.003	0.057	0.003	0.003	0.031	0.021	0.033	15.044	0.445	0.105
	รวม	0.525	0.073	0.403	0.047	0.079	0.848	0.300	0.341	52.295	18.052	1.431
เก็บเกี่ยว	เหง้า	0.355	0.056	0.142	0.006	0.019	0.311	0.100	0.303	6.886	15.385	1.023
	ราก	0.005	0.001	0.012	0.001	0.001	0.003	0.005	0.011	1.059	0.158	0.026
	รวม	0.359	0.057	0.153	0.007	0.020	0.314	0.105	0.313	7.945	15.543	1.048

ตารางภาคผนวกที่ 54 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	8.55	97.66	4.39	2.13	24.30	1.09	5
P ₂ O ₅	1.65	18.85	0.85	0.43	4.88	0.22	1
K ₂ O	13.73	156.78	7.04	3.41	38.92	1.75	8
ระยะพัฒนาการลำต้น							
Total N	5.03	19.03	3.14	4.25	16.10	2.66	3
P ₂ O ₅	1.63	6.15	1.02	1.35	5.12	0.84	1
K ₂ O	4.65	17.58	2.90	1.88	7.11	1.17	1
ระยะเก็บเกี่ยว							
Total N	4.30	17.22	2.15	4.24	17.00	2.12	3
P ₂ O ₅	1.58	6.34	0.79	1.57	6.28	0.78	1
K ₂ O	2.21	8.87	1.11	2.04	8.19	1.02	1

ภาคผนวกที่ 19 แปลงเกษตรกร คุณบุญหนัก ศรีบุรินทร์

ตารางภาคผนวกที่ 55 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญเติบโต	ใบ	2.54	0.18	4.21	0.50	0.31	1.82	15.80	6.29	1,215.64	703.56	53.44
	เหง้า	2.02	0.23	2.10	0.08	0.21	1.99	7.28	6.56	842.75	1,800.04	53.12
	ราก	2.13	0.16	3.86	0.13	0.15	1.24	7.43	13.97	1,682.16	421.82	45.37
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.64	0.10	2.70	0.56	0.48	2.48	22.17	12.54	6,933.66	1,386.15	39.45
	เหง้า	1.49	0.23	1.11	0.03	0.17	2.40	4.66	7.07	743.39	996.08	34.30
	ราก	0.79	0.08	2.49	0.04	0.07	0.80	7.85	14.25	5,313.49	372.42	37.49
เก็บเกี่ยว	เหง้า	1.34	0.26	1.07	0.04	0.13	1.45	4.71	15.07	594.13	1,022.96	32.85
	ราก	0.85	0.15	5.16	0.24	0.19	0.63	12.81	25.50	4,242.20	578.47	41.01

ตารางภาคผนวกที่ 56 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญเติบโต	ใบ	0.054	0.004	0.089	0.011	0.007	0.039	0.033	0.013	2.573	1.489	0.113
	เหง้า	0.017	0.002	0.018	0.001	0.002	0.017	0.006	0.006	0.724	1.547	0.046
	ราก	0.003	0.000	0.005	0.000	0.000	0.002	0.001	0.002	0.220	0.055	0.006
	รวม	0.074	0.006	0.112	0.011	0.009	0.057	0.041	0.021	3.517	3.091	0.165
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.088	0.014	0.372	0.077	0.066	0.342	0.305	0.173	95.490	19.090	0.543
	เหง้า	0.470	0.072	0.350	0.008	0.052	0.756	0.147	0.223	23.432	31.396	1.081
	ราก	0.027	0.003	0.085	0.002	0.003	0.027	0.027	0.049	18.108	1.269	0.128
	รวม	0.585	0.089	0.807	0.087	0.120	1.125	0.479	0.444	137.030	51.756	1.752
เก็บเกี่ยว	เหง้า	0.295	0.057	0.235	0.010	0.029	0.319	0.104	0.331	13.063	22.491	0.722
	ราก	0.007	0.001	0.040	0.002	0.001	0.005	0.010	0.020	3.300	0.450	0.032
	รวม	0.301	0.058	0.275	0.012	0.030	0.324	0.114	0.351	16.363	22.941	0.754

ตารางภาคผนวกที่ 57 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	9.71	86.00	10.92	2.28	20.20	2.56	4
P ₂ O ₅	1.83	16.23	2.06	0.60	5.35	0.68	1
K ₂ O	17.75	157.31	19.97	2.86	25.30	3.21	5
ระยะพัฒนาการลำต้น							
Total N	5.42	18.55	8.64	4.35	14.90	6.94	3
P ₂ O ₅	1.92	6.57	3.06	1.56	5.35	2.49	1
K ₂ O	9.01	30.83	14.36	3.91	13.37	6.23	3
ระยะเก็บเกี่ยว							
Total N	3.71	13.70	4.45	3.63	13.40	4.35	2
P ₂ O ₅	1.67	6.17	2.00	1.64	6.05	1.96	1
K ₂ O	4.09	15.09	4.90	3.49	12.89	4.19	2

ภาคผนวกที่ 20 แปลงเกษตรกร คุณหนูจอม สุขจาซาลี

ตารางภาคผนวกที่ 58 ความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
การเจริญเติบโต	ใบ	2.40	0.26	6.20	0.44	0.27	2.19	17.04	6.83	1,531.63	484.26	89.27
	เหง้า	2.19	0.28	2.95	0.04	0.20	2.26	7.96	6.16	991.62	1,901.94	123.27
	ราก	1.75	0.17	4.66	0.20	0.18	1.22	9.99	11.53	1,928.61	218.38	139.82
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	1.14	0.20	3.16	0.36	0.31	2.54	20.43	12.54	4,744.72	695.10	98.56
	เหง้า	1.90	0.37	1.39	0.02	0.16	2.87	5.41	8.44	1,446.76	997.55	87.87
	ราก	0.88	0.19	3.17	0.07	0.12	1.75	9.92	14.94	6,903.35	285.63	108.38
เก็บเกี่ยว	เหง้า	1.90	0.37	1.44	0.04	0.15	1.32	5.22	16.60	270.84	870.07	90.48
	ราก	1.23	0.26	5.80	0.19	0.18	0.88	13.16	23.41	2,239.85	332.32	99.24

ตารางภาคผนวกที่ 59 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ต่อต้นในส่วนต่างๆของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

ระยะพืช	ส่วนของพืช	N (g/plant)	P (g/plant)	K (g/plant)	Ca (g/plant)	Mg (g/plant)	S (g/plant)	B (mg/plant)	Cu (mg/plant)	Fe (mg/plant)	Mn (mg/plant)	Zn (mg/plant)
การเจริญเติบโต	ใบ	0.053	0.006	0.136	0.010	0.006	0.048	0.037	0.015	3.369	1.065	0.196
	เหง้า	0.015	0.002	0.021	0.000	0.001	0.016	0.006	0.004	0.692	1.327	0.086
	ราก	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.100	0.011	0.007
	รวม	0.069	0.008	0.159	0.010	0.007	0.065	0.044	0.020	4.161	2.403	0.290
พัฒนาทางลำต้น	ใบ	0.098	0.017	0.272	0.031	0.026	0.219	0.176	0.108	40.881	5.989	0.849
	เหง้า	0.452	0.088	0.331	0.004	0.037	0.683	0.129	0.201	34.430	23.740	2.091
	ราก	0.017	0.004	0.063	0.001	0.002	0.035	0.020	0.030	13.655	0.565	0.214
	รวม	0.568	0.109	0.666	0.037	0.066	0.936	0.324	0.338	88.965	30.294	3.155
เก็บเกี่ยว	เหง้า	0.318	0.062	0.241	0.007	0.025	0.221	0.087	0.278	4.540	14.584	1.517
	ราก	0.013	0.003	0.059	0.002	0.002	0.009	0.013	0.024	2.289	0.340	0.101
	รวม	0.331	0.065	0.301	0.009	0.027	0.230	0.101	0.302	6.829	14.924	1.618

ตารางภาคผนวกที่ 60 การดูดซึมปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลักและสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตของกระชายดำ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะพัฒนาการทางลำต้น และระยะเก็บเกี่ยว

Nutrient	Nutrient uptake			Removed with yield			Simplified Ratio
	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	kg/tonne (fresh)	kg/tonne (dry)	kg/rai	
ระยะการเจริญเติบโต							
Total N	10.55	98.88	7.10	2.34	21.90	1.57	3
P ₂ O ₅	2.76	25.87	1.86	0.69	6.51	0.47	1
K ₂ O	29.36	275.27	19.78	3.79	35.54	2.55	5
ระยะพัฒนาการลำต้น							
Total N	6.21	23.86	5.85	4.94	19.00	4.66	2
P ₂ O ₅	2.77	10.66	2.61	2.24	8.60	2.11	1
K ₂ O	8.77	33.71	8.26	4.36	16.75	4.10	2
ระยะเก็บเกี่ยว							
Total N	4.26	19.75	3.41	4.10	19.00	3.28	2
P ₂ O ₅	1.94	8.97	1.55	1.86	8.60	1.49	1
K ₂ O	4.66	21.61	3.73	3.74	17.35	3.00	2

