สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ๒๕๓๙

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับมันฝรั่งตามผลการวิเคราะห์ดินโดยเกษตรกรมีส่วนร่วม

Participatory Development of Fertilizer Recommendation Base on Soil

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2553

จำนวนเงิน 285,000 บาท

หัวหน้าโครงการ นายปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร

ผู้ร่วมโครงการ นายสมชาย องค์ประเสริฐ

นางนงลักษณ์ ปูระณะพงษ์

นางสาววราภรณ์ ภูมิพิพัฒน์

นางสาวจีราภรณ์ อินทสาร

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

ตุลาคม 2553

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาคำแนะนำปุ๋ยเคมีสำหรับมันฝรั่งตามผลการวิเคราะห์ดินโดยเกษตรกรมีส่วนร่วม (Participatory Development of Fertilizer Recommendation Base on Soil) ได้สำเร็จลุล่วง โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2552 ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อมที่อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์และขอขอบพระคุณเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่ง อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ที่กรุณาในการให้ใช้แปลงทดลองปลูกมันฝรั่ง รวมถึงการดูแลจัดการแปลงทดลอง พร้อมทั้งให้ความร่วมมือในการศึกษาในครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้วิจัย

ผศ.ดร. ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ฉ
บทคัดย่อ	1
Abstract	4
บทนำ	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
การตรวจเอกสาร	9
- มันฝรั่ง	9
- การเจริญเติบโตและการพัฒนาของมันฝรั่ง	10
- อาการหัวแตก	13
- อาการหัวเขียว	14
- ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง	15
- การใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกมันฝรั่ง	18
- โพแทสเซียม	21
- ฟอสฟอรัส	29
- แมกนีเซียม	30
วิธีการดำเนินการวิจัย	36
- การจัดการหัวพันธุ์	36
- การวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชทางเคมี	37
- การเก็บข้อมูล	38
- การวางแผนการทดลอง	41

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
ผลการวิจัยและวิจารณ์	50
- ผลการวิจัยและวิจารณ์กิจกรรมที่ 1	50
- ผลการวิจัยและวิจารณ์กิจกรรมที่ 2	74
- ผลการวิจัยและวิจารณ์กิจกรรมที่ 3	95
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	110
บรรณานุกรม	114

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ข้อดีข้อเสียของหัวพันธุ์ที่ผ่าเป็นชิ้นและหัวพันธุ์ทั้งหัว	37
2	ปริมาณอัตราปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองกิจกรรมที่ 1	43
3	ปริมาณอัตราปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองกิจกรรมที่ 2	45
4	ประเภทของเนื้อดินก่อนการทดลองกิจกรรมที่ 3	48
5	การจัดสิ่งทดลองชุดดินสันทราย	48
6	การจัดสิ่งทดลองชุดดินสันทราย	48
7	คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1	53
8	คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 2	54
9	คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 3	54
10	จำนวนหัวต่อหลุม น้ำหนักหัวเฉลี่ยและน้ำหนักหัวต่อหลุม ที่อายุ 80 วัน เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน	57
11	ปริมาณผลผลิต หัวทางการตลาด หัวเล็ก หัวแตก และหัวเขียวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน หน่วย : (กิโลกรัมต่อไร่)	61
12	ความถ่วงจำเพาะของหัวมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่ออายุ 80 วันหลังปลูก เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน	65
13	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน	69
14	คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง เมื่อได้รับอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ในชุดดินสันทราย 1	79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
15	คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง เมื่อได้รับอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ในชุดดินสันทราย 2	80
16	คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง เมื่อได้รับอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ในชุดดินหางดง	81
17	แสดงจำนวนหัวต่อหลุม น้ำหนักหัวต่อหลุม และน้ำหนักหัวสดต่อหัวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆในชุดดินสันทราย 1	84
18	แสดงจำนวนหัวต่อหลุม น้ำหนักหัวต่อหลุม และน้ำหนักหัวสดต่อหัวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆในชุดดินสันทราย 2	85
19	แสดงจำนวนหัวต่อหลุม น้ำหนักหัวต่อหลุม และน้ำหนักหัวสดต่อหัวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ในชุดดินหางดง	86
20	ปริมาณผลผลิตหัวสด หัวเล็ก หัวแตก และหัวเขียวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่างๆ ในชุดดินสันทราย 1	90
21	ปริมาณผลผลิตหัวสด หัวเล็ก หัวแตก และหัวเขียวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่างๆ ในชุดดินสันทราย 2	91
22	ปริมาณผลผลิตหัวสด หัวเล็ก หัวแตก และหัวเขียวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่างๆ ในชุดดินหางตง	92
23	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่างๆ	94
24	คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันในชุดดินสันทราย	100

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
25	คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน ในชุดดินหางดง	101
26	ความหนาแน่นรวมของดินหลังที่ 30, 60 วันหลังปลูก และก่อนเก็บเกี่ยว เมื่อได้รับวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน	104
27	จำนวนหัวต่อหลุม น้ำหนักหัวต่อหลุม และน้ำหนักหัวสดต่อหัว เมื่ออายุ 80 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) ที่ได้รับวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน	106
28	ปริมาณผลผลิต หัวสด หัวเล็ก หัวแตก หัวเขียว ของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ในระยะเก็บเกี่ยว เมื่อได้รับวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน	108
29	แสดงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน	109

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	กราฟผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1	63
2	กราฟผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 2	63
3	กราฟผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 3	64
4	กราฟมูลค่าผลผลิตของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ในการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3	71
5	กราฟต้นทุนการผลิตและต้นทุนส่วนเพิ่มของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ในการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3	71
6	กราฟรายได้ส่วนเพิ่มของมันฝรั่งพันธุ์แอดแลนติก ในการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3	72
7	กราฟกำไรส่วนเพิ่มของมันฝรั่งพันธุ์แอดแลนติก ในการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3	72
8	กราฟค่า VCR ของมันฝรั่งพันธุ์แอดแลนติกในการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3	73

การพัฒนาคำแนะนำปุ๋ยเคมีสำหรับมันฝรั่งตามผลการวิเคราะห์ดิน โดยเกษตรกรมีส่วนร่วม

Participatory Development of Fertilizer Recommendation Base on Soil

ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร สมชาย องค์ประเสริฐ นงลักษณ์ ปุระณะพงษ์
วราภรณ์ ภูมิ่พิพัฒน์ และ จีราภรณ์ อินทสาร

Pathipan Sutigoolabud Somchai OngprasertNongluck Puranapong
Vararorn Poompipat and Jiraporn Inthasan

สาขาวิชาทัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับมันฝรั่งตามผลวิเคราะห์ดินโดยเกษตรกรมีส่วนร่วมในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ต่อการผลิตมันฝรั่งสายพันธุ์แอตแลนติก จากผลการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินควบคู่กับการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆ และการใช้วัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณผลผลิตและความคุ้มทุน 3 กิจกรรมดังต่อไปนี้ กิจกรรมที่ 1 ผลของอิทธิพลของอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกใน 3 พื้นที่ เขต ต.แม่แฝกใหม่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2550 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2551 โดยวางแผนการทดลอง แบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง ตามอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียม คือ 37.4 :100, 37.4:300, 56.1:100 และ 56.1:300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ ปุ๋ยยูเรีย 27 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปุ๋ยทริปเปิลซูปเปอร์ฟอสเฟส 8 กิโลกรัม P_2O_5 พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตรา 56.1 ต่อ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตมันฝรั่งสูงที่สุด คือ 3,970, 3,642 และ 3,514 กิโลกรัมต่อไร่ ในบ้านแม่แฝก 2 บ้านแม่แฝก 1 และบ้านแม่แฝก 3 ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 56.1:100 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเพิ่มสูงสุดคือ 2,741 และ 7,801 บาท

ต่อไร่ ในบ้านแม่แฝก 1 และแม่แฝก 3 ตามลำดับ กิจกรรมที่ 2 ผลของอิทธิพลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกในชุดดินสันทราย 2 จุด และชุดดินหางดง อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ระหว่างเดือนตุลาคม 2550 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2551 โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design (Factorial in RCBD) 2 ปัจจัย 3 ซ้ำ 4 สิ่งประกอบทดลอง ตามอัตราส่วนของ ปุ๋ยทริปเปิลซูปเปอร์ฟอสเฟสและปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต โดยใส่ในอัตรา 4: 100, 4: 300, 8: 100 และ 8: 300 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า ปุ๋ยทริปเปิลซูปเปอร์ฟอสเฟสอัตรา 4 และ 8 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 5,169, 3,292 และ 3,412 กิโลกรัมต่อไร่ ในชุดดินสันทราย 1 ชุดดินสันทราย 2 และชุดดินหางตง ตามลำดับ ปุ๋ยทริปเปิลซูปเปอร์ฟอสเฟสที่อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในชุดดินสันทรายมากที่สุดคือ 52,445 และ 34,038 บาทต่อไร่ ปุ๋ยทริปเปิลซูปเปอร์ฟอสเฟส 8 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในชุดดินหางดงมากที่สุดคือ 35,051 บาทต่อไร่ กิจกรรมที่ 3 อิทธิพลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณผลผลิตมันฝรั่งในเขต 2 พื้นที่ คือ 1) พื้นที่ดินร่วนเหนียวปนทราย (ชุดดินสันทราย) บ้านแม่แฝก ตำบลแม่แฝกใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) 3 สิ่งทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน ใส่แกลบ และปุ๋ยหมัก ในอัตรา 0, 3.8 และ 19.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย 27 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต 8 กิโลกรัม P_2O_5ต่อไร่ ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต 37.4 กิโลกรัม K_2Oต่อไร่ และปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2) พื้นที่ดินเหนียว (ชุดดินหางดง) บ้านช่อแล ตำบลช่อแล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) 4 สิ่งทดลอง และ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน ใส่ทราย ใส่แกลบ และปุ๋ยหมัก ในอัตรา 0, 69, 3.8 และ 19.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ พบว่าโดยใช้ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย 27 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต 8 กิโลกรัม P_2O_5ต่อไร่ ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต 37.4 กิโลกรัม K_2Oต่อไร่ และปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต 100 กิโลกรัมต่อไร่ จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน ชุดดินสันทราย และดินชุดหางดง แต่มีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เพิ่มขึ้น การใส่วัสดุปรับปรุงดิน (ปุ๋ยหมัก) มีผลทำให้ความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มมากขึ้น เฉพาะชุดดินสันทราย ทำ

ให้เนื้อดินที่เป็นทรายมีการจับตัวกันของเม็ดดินมากขึ้น ส่วนผลผลิตมันฝรั่งด้านหัวทางการตลาด หัวเล็ก หัวแตก หัวเขียว พบว่า การใส่แกลบในดินชุดสันทรายทำให้ได้หัวการตลาดมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบหัวเขียว นอกจากนี้การใส่ทรายในดินชุดหางดงมีหัวการตลาดมากที่สุด ขณะที่หัวประเภทอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ: มันฝรั่ง, ธาตุอาหารพืช, การวิเคราะห์ดิน, การแนะนำอัตราปุ๋ย

ABSTRACT

The research of farmers participatory development of chemical fertilizer recommendations for potato based on soil analysis was studied in Chiang Mai Province. This research used the information from soil fertility, chemical fertility and rate of applications and soil amendment to development yield and business income by 3 activities. First, the effect of Potassium and Magnesium fertilizers on potato yield was selected the location at 3 villages, Maefak sub-district, Sansai district, Chiang Mai from November 2007-Feburaly 2008. A Randomized Complete Block Design (RCBD) was assigned for this experiment consisting of 4 treatments with 3 replicates at the rate of potassium fertilizer and magnesium fertilizer as 37.4: 100, 37.4:300 , 56.1:100 and 56.1:300 kg / rai including urea 27 kg N / rai and Triple Super Phosphate 8 kg P_2O_5 fertilizer. Potassium and magnesium fertilizer at the rate 56.1: 300 kg/ rai caused the highest potato yields at 3,970, 3,642 and 3,514 kg/rai at Ban Maefak 2, 1 and 3, respectively. Moreover, potassium and magnesium fertilizer at the rate 56.1:100 kg / rai provided the highest economic return with 2,741 and 7,801 baht/ rai at Ban Maefak 1 and 3 respectively. The secondary activity research was focused on the influence of phosphorus and magnesium fertilizers rate on potato production on 2 soil series as Sansai (2 locations) and HangDong soil serie at Mae Tang district ,Chiang Mai during October 2007 to February 2008. The Factorial in Randomized Complete Block Design (Factorial in RCBD) was chosen for this experiment with 2 factors, 3 replications, 4 treatments as this follow: Triple Super Phosphate and magnesium sulphate at rate of 4 100, 4: 300, 8: 100, 8: 300 kg / rai. The Triple Super Phosphate at the rate of 4 and 8 kg / rai with magnesium sulphate at rate of 300 kg /rai provide the highest potato yields at 5,169, 3,292 and 3,412 kg / rai on San sai Soil serie location 1 and 2 and Hang Dong soil serie respectively. However, the highest business income were responded by the application of Triple Super Phosphate at the rate of 4 kg /rai on San sai soil serie at 52,445 and 34,038 Baht and the rate of 8 kg / rai on Hang Dong soil serie at 35,051 baht /rai respectively. The finally activity showed the effect of soil amendments on potato yield in two areas: 1) sandy clay loam texture (San Sai soil serie) Mae Fak Mai, Sansai district, Chiang Mai Province was assigned by Randomized completely block design (RCBD) with 3 treatments, 3 replications with soil

amendments such as control husk 3.8 ton/rai and compost 19.2 ton/ ha including with urea 27 kg /rai, triple super phosphate 8 kg P2O5 /rai, potassium sulfate 37.4 kg K2O /rai and magnesium sulphate 100 kg per rai 2) Clay texture (Hang Dong Soil serie) Cho Lae site, Mae Tang district, Chiang Mai, by Randomized completely block design (RCBD) 4 treatments and 3 replications with control, sand particle at 69 ton/rai and soil amendments applied as husk and compost at 3.8 and 19.2 ton/rai, with urea 27 kgN / rai, triple super phosphate 8 kg P2O5 per rai, potassium sulfate 37.4 kg K2O per rai and magnesium sulphate 100 kg/rai. The study found that compost application had no effect on the soil reaction (pH) both in sandy clay loam texture (San Sai soil serie) and clay texture (Hang Dong Soil serie). However, compost fertilizer caused the increasing levels of organic matter, available phosphorus, extractable K, Ca and Mg and provided the higher amount of bulk density especially in San Sai soil serie for improving the soil aggregate in sandy clay loam texture. Quality of potato production was separated by formal commercial size, small, creaking and greenish. The husk application provided the significantly highest of formal commercial size in San Sai soil serie and no reported with greenish potato head. Moreover, the sand application caused the formal commercial size significant different in Hang Dong Soil serie and no differenced on other qualities of potato head.

Key words: Potato, Plant nutrients, Soil analysis, Fertilizer recommendation

บทนำ

มันฝรั่งเป็นพืชอาหารที่สำคัญของโลกและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของโลกมานานแล้ว มันฝรั่งจัดอยู่ในอันดับ 4 ของโลก รองจาก ข้าว ข้าวสาลี และข้าวโพด (Hawkes, 1992) ในปีหนึ่งๆ ทั้งโลกผลิตมันฝรั่งได้ประมาณ 300 ล้านตันต่อเนื้อที่ปลูกทั้งหมดประมาณ 7 - 8 หมื่นไร่ แหล่งผลิตมันฝรั่งขนาดใหญ่ ได้แก่ รัสเซีย โปแลนด์ เยอรมนี ฝรั่งเศส สหรัฐอเมริกาและลาตินอเมริกา (โสภณ, 2550)

การแสโลกาภิวัฒน์มีผลให้การบริโภคมันฝรั่งในประเทศไทยเพิ่มขึ้นมากจนพื้นที่ปลูกได้ขยายจากประมาณ 5,000 ไร่ในปี พ.ศ. 2530 เป็นมากกว่า 100,000 ไร่ ในปี พ.ศ. 2548 แต่ผลผลิตต่อไร่ก็ยังอยู่ที่น้อยกว่า 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ผลผลิตในยุโรปและสหรัฐอเมริกามากถึง 40-50 ตันต่อเฮกตาร์ เกษตรกรผู้ปลูกก็ไม่ค่อยมีกำไรจากการผลิตมันฝรั่งเท่าที่ควร อย่างไรก็ตามมันฝรั่งก็ยังเป็นพืชเดียวที่ไม่มีปัญหาผลผลิตล้นตลาดและราคาตกจนรัฐบาลต้องเข้ามาแก้ไขปัญหา ศูนย์กลางการผลิตมันฝรั่งของประเทศอยู่ติดกับมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ถ้ามหาวิทยาลัยแม่โจ้ไม่เป็นเลิศในองค์ความรู้ทั้งมวลเกี่ยวกับมันฝรั่งก็ดูจะเป็นเรื่องแปลก

ในประเทศไทยนั้นแม้ว่าจะไม่ได้บริโภคมันฝรั่งเป็นอาหารหลัก แต่ปัจจุบันมันฝรั่งจัดเป็นพืชเศรษฐกิจซึ่งทำรายได้ให้แก่เกษตรกรสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่น โดยจะมีกำไรอยู่ระหว่าง 6,000 – 9,000 บาทต่อไร่ ทั้งนี้เนื่องจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งและมีความต้องการมันฝรั่งเพื่อเป็นวัตถุดิบประมาณปีละ 124,100 ตัน สำหรับแหล่งปลูกมันฝรั่งที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางส่วน พื้นที่ปลูกมันฝรั่งในเขตภาคเหนือส่วนมากจะอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ พื้นที่ปลูกมันฝรั่งในเขตอำเภอสันทราย อำเภอฝาง และอำเภอเชียงดาว ซึ่งนิยมปลูกกันในช่วงฤดูหนาว นอกจากนี้ยังมีการปลูกในเขตจังหวัดพะเยา เชียงราย แพร่ น่าน ลำปาง ตาก เลย และสกลนคร

ปัจจุบันการผลิตมันฝรั่งมีการเพิ่มปริมาณที่มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีแนวโน้มในการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มมากขึ้น แต่ก็ยังพบข้อจำกัดหลายประการ นอกจากนี้ยังพบว่าผลผลิตมันฝรั่งในประเทศไทยมีปริมาณค่อนข้างต่ำและมีต้นทุนการผลิตสูง เนื่องจากต้องนำเข้าหัวพันธุ์จากต่างประเทศ และเกษตรกรยังขาดความรู้และเทคโนโลยีในด้านการจัดการเรื่องดินและธาตุอาหาร

ของมันฝรั่ง ซึ่งการให้ปุ๋ยของเกษตรกรนั้นจะให้ในปริมาณที่มากเนื่องจากมีความเชื่อว่าถ้ายิ่งให้ในปริมาณที่มากผลผลิตก็จะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้เกษตรกรเกิดการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายที่มากขึ้นแต่ผลผลิตก็ยังเพิ่มขึ้นไม่มากเท่าที่ต้องการ

การจัดการดินและปุ๋ย (ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์) เป็นปัญหาหนึ่งที่ทำให้ได้ปลปลิตมันฝรั่งต่ำและต้นทุนการผลิตสูง เกษตรกรยังใช้สูตรปุ๋ยที่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงที่เคยใช้กันมากกว่า 30 ปี โดยไม่พิจารณาถึงการตกค้างองธาตุทั้งสองในดิน ขณะเดียวกันการใส่ปุ๋ยสูตรในเวลาที่ไม่เหมาะสมก็มีผลให้ ไนเตรทในต้นมันฝรั่งในช่วงใกล้เก็บผลผลิต จนมีผลต่อคุณภาพของหัวมันฝรั่ง งานวิจัยเรื่องการจัดการธาตุอาหารในระบบปลูกพืชในนาข้าวที่มีมันฝรั่งเป็นพืชหลักที่ได้รับงบประมาณปี 2549-2550 ของกลุ่มนักวิจัยที่เสนอโครงการนี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อพิจารณาการใส่ปุ๋ยจากผลการวิเคราะห์ดินสามารถลดปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมลงเหลือเพียง 25-75 % ของที่เกษตรกรใช้ โดยยังได้ผลผลิตดีกว่าของเกษตรกรด้วย

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้คำแนะนำและการจัดการปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมกับมันฝรั่งโดยให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการศึกษา เพื่อลดต้นทุนในการใช้ปุ๋ยและเพื่อให้ได้ผลผลิตมันฝรั่งที่ดีมีคุณภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อให้ได้คำแนะนำปุ๋ยเคมีและการจัดการดินที่เหมาะสมกับมันฝรั่งที่เกษตรกรยอมรับ โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
2. เพื่อให้ได้กระบวนการมีส่วนร่วมระหว่างนักวิจัยกับเกษตรกรในการปรับการผลิมันฝรั่งที่มีประสิทธิภาพ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ข้อมูลการจัดการปุ๋ยเคมีของมันฝรั่งพันธุ์แอดแลนติกและการจัดการดินที่เหมาะสม ในพื้นที่ที่มีระดับธาตุอาหารในดินที่ต่างกัน อันจะทำให้สามารถกำหนดอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสม ซึ่งสามารถที่จะลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มคุณภาพของมันฝรั่งให้ดีขึ้น

ตรวจเอกสาร

มันฝรั่ง

มันฝรั่งมีถิ่นกำเนิดทางแถบที่ราบสูงของเทือกเขาแอนดีสในอเมริกาใต้ บริเวณประเทศเปรู ซึ่งมีการปลูกมันฝรั่ง และนำมาบริโภคเป็นอาหารหลักเป็นเวลาช้านาน มันฝรั่งเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Solanaceae ชื่อสามัญคือ potato หรือ Iris potato ชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Solanum tuberosum* L. มันฝรั่งพืชล้มลุกที่มีหัวใต้ดิน โดยหัว (tuber) เป็นส่วนของลำต้นที่สะสมอาหารที่ใช้บริโภค (มาโนช, 2530)

การเจริญเติบโตและการพัฒนาของมันฝรั่ง

วงจรการเจริญเติบโตของมันฝรั่งแบ่งได้เป็น 3 ระยะคือ ช่วงการเจริญก่อนงอก ช่วงการเจริญทางลำต้นใบ และช่วงการเจริญของหัว

ช่วงการเจริญก่อนงอกนั้น หัวมันฝรั่งจะมีการพัฒนาของหน่อและรากทั้งก่อนปลูกหรือหลังจากปลูก ก่อนปลูกถ้าหัวพันธุ์มีการเจริญขึ้นมาแล้ว เมื่อนำไปปลูกก็จะเริ่มงอกรากทันทีและจะเร่งการงอกของลำต้น หลังจากงอกแล้วลำต้น ใบ และรากจะพัฒนาไปพร้อมกัน การเจริญของหัวจะเริ่มต้นช้า ๆ หลังจากมันฝรั่งงอกแล้วประมาณ 2-4 สัปดาห์ และจะเจริญในอัตราคงที่ช่วงเวลาระยะหนึ่ง การเจริญเติบโตของลำต้นใบกับหัวจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การเจริญเติบโตทางลำต้นใบจะมีมากถ้ามีการสร้างหัวช้า แต่ถ้ามีการสร้างหัวเร็วก็จะลดการเจริญเติบโตทางลำต้นใบ

ในต้นมันฝรั่งมีกระบวนการเมตาบอลิซึมที่สำคัญอยู่ 2 อย่างคือ การสังเคราะห์แสงกับการหายใจ การสังเคราะห์แสงเป็นการสร้างคาร์โบไฮเดรต ส่วนการหายใจเป็นการใช้คาร์โบไฮเดรต คาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงมีส่วนหนึ่งนำไปใช้ในการสร้างน้ำหนักแห้ง และอีกส่วนหนึ่งใช้เป็นพลังงานสำหรับกระบวนการต่าง ๆ ของพืช ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักคาร์โบไฮเดรตจะสูญเสียไปโดยกระบวนการหายใจเมื่อหักลบอัตราการหายใจออกจาก

อัตราการสร้างคาร์โบไฮเดรต ส่วนที่เหลือจะเป็นอัตราเพิ่มน้ำหนักแห้งในพืชซึ่งก็คือ อัตราการเจริญเติบโต (Van Hoomst, 1986)

คาร์โบไฮเดรตที่พืชสร้างจะกระจายไปอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชและทำให้เกิดการเจริญเติบโต สำหรับมันฝรั่งนั้นส่วนที่สำคัญที่สุด คือ หัวซึ่งเป็นอาหารของมนุษย์ ดังนั้นส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสม ควรกระจายไปสร้างการเจริญของหัว มีรายงานว่าประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้งที่สะสมในหัวได้มาจากการสังเคราะห์แสงซึ่งเกิดขึ้นหลังจากเริ่มมีการสร้างหัว ให้ความเห็นว่า เมื่อมันฝรั่งมีการสร้างหัวจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงและอัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันอัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นเริ่มลดลง ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งจะเพิ่มสูงขึ้นหลังจากการงอก ต่อมาจะลดลงจนมีค่าต่ำสุดขณะที่มีพื้นที่ใบสูงสุด อัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งในตอนท้ายเมื่อใบเริ่มแก่ เนื่องจากมีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นจากใบที่เหลืออยู่เพื่อสร้างหัว อัตราการเจริญเติบโตของหัวมันฝรั่งถูกควบคุมโดยแหล่งของการสังเคราะห์แสง ซึ่งในทางกลับกันก็คือ ส่วนใหญ่ถูกควบคุมโดยพื้นที่ใบและอายุของใบ (Milthorpe, 1963)

ระยะการเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่งที่เกิดขึ้นในระยะต่าง ๆ : การพัฒนาของต้นอ่อน (sprout development), การสร้างลำต้น (plant establishment), เริ่มสร้างหัว (tuber initiation), การขยายขนาดหัว (tuber bulking) และการเจริญเติบโตเต็มที่ของหัว (tuber maturation) ระยะเวลาของการเจริญเติบโตเหล่านี้ผันแปรไปตามปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ความสูงจากระดับน้ำทะเล และอุณหภูมิ ชนิดดิน ความชื้นที่เป็นประโยชน์ พันธุ์ที่เลือก และลักษณะทางภูมิประเทศ ที่ northern latitudes การงอกของต้นใหม่ (Growth Stage I) สามารถเกิดขึ้นในต้นเดือนมีนาคมหรือปลายเดือนมิถุนายนและเก็บเกี่ยว (หลังจากสิ้นสุด Growth Stage V) ปกติเกิดขึ้นระหว่างเดือนสิงหาคมสำหรับพันธุ์เบา และในปลายเดือนตุลาคมสำหรับพันธุ์หนัก (Robert and Stephen, 2008)

ระยะการพัฒนาของต้นอ่อน

ขั้นแรกหัวจะมีการทำลายการพักตัว หัวสามารถเจริญเติบโต และถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (เช่น อุณหภูมิอบอุ่น) มันจะเริ่มแตกหน่อทันที อย่างไรก็ตาม ถ้าเก็บรักษาในสภาพที่เย็น (โดยทั่วไป 3.33–4.44 องศาเซลเซียส) ระยะพัก (rest period) ของหัวจะยืดยาวออกไปจนกระทั่งถึงเวลาปลูก นอกจากนี้หลังการปลูกลงในแปลง อุณหภูมิที่เย็นต่อเนื่องอาจจะทำให้ระยะพักยืดยาวจนกระทั่งมากกว่าสภาพที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตที่เกิดขึ้น ในระยะนี้หัวพันธุ์จะเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตในช่วงนี้

ระยะการสร้างลำต้น

Plant establishment หมายถึง ระยะการเจริญเติบโตจากการเริ่มแตกหน่อจนกระทั่งการสร้างหัวใหม่เกิดขึ้น และระยะนี้ประกอบไปด้วยการพัฒนาของทั้งรากและยอด ในพืชอื่น ๆ หมายถึง ระยะ “Vegetative growth” หัวพันธุ์ (seed piece) เป็นส่วนที่สำคัญในช่วงแรกของการเจริญทางลำต้น แต่เริ่มมีความสำคัญน้อยลงเมื่อต้นใหม่สามารถตั้งตัวได้ การตั้งตัวที่ดี ระบบรากสำคัญสำหรับการเจริญเติบโตต่อไป

การเจริญในระยะที่ 1 และ 2 เกิดขึ้น 30–70 วัน ขึ้นอยู่กับวันปลูก อุณหภูมิของดิน และปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น อายุของหัวพันธุ์ ลักษณะของการปลูกโดยเฉพาะ

ระยะเริ่มสร้างหัว

ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ส่วนปลายของ stolons จะโค้งงอ (hook) และเริ่มพองบวม เป็นผลจากการเริ่มสร้างหัวใหม่ สำหรับหลาย ๆพันธุ์ ประกอบด้วย Russet Burbank เกิดขึ้นระหว่างเริ่มออกดอก แม้ว่าไม่มีเหตุผลสำหรับทั้ง 2 เหตุการณ์ มันฝรั่งต้องการไนโตรเจนปริมาณปานกลางและอุณหภูมิต่ำในเวลากลางคืน สำหรับการพัฒนาหัวที่ดี water stress จะชักนำให้การเริ่มสร้างหัวเร็วขึ้น

การขยายขนาดหัว

เป็นระยะการเจริญเติบโตที่สำคัญมากสำหรับผลผลิตของหัวและคุณภาพ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม อัตราการเจริญเติบโตของหัวยังคงสัมพันธ์กันระหว่างช่วงเวลาที่เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ หมายถึง การเจริญเติบโตเป็นเส้นตรง Russet Burbank ในตอนใต้ของ Idaho จะเพิ่มขึ้นประมาณ 600–1,000 ปอนด์ ต่อเอเคอร์ ต่อวัน ตลอดช่วงเวลาของการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม การขัดขวางของสภาพต่าง ๆ เป็นผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของหัวลดลง และเสียหายทั้งผลผลิตและคุณภาพของหัว งานวิจัยมีการแสดง 2 ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตของหัว

1. กิจกรรมการสังเคราะห์แสงและระยะของ leaf canopy และ
2. ความยาวของการเจริญเติบโตของหัวที่เป็นเส้นตรง

อัตราการขยายขนาดและระยะการขยายขนาดเป็นผลจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ และปัจจัยการผลิต ภาวะอื่นๆ ที่จำกัดการเจริญเติบโตของใบที่เป็นประโยชน์ (healthy foliage) ขัดขวางการเจริญของหัวหรือเปลี่ยนน้ำหนักแห้งแยกออกจากหัวไปที่ใบเป็นการลดศักยภาพของผลผลิต ปัจจัยที่สำคัญบางปัจจัยที่มีผลต่อการขยายขนาดของหัว คือ อุณหภูมิ ธาตุอาหาร อายุของหัวพันธุ์ ระยะระหว่างต้น วันปลูก การให้น้ำและการกำจัดศัตรูพืช

การเจริญเติบโตเต็มที่ของหัว

เมื่อต้นมันฝรั่งตายลง สิ่งสำคัญต่าง ๆ เกิดขึ้นในหัว ผิวหรือ periderm หนา และแข็งแรง เพื่อเตรียมปกป้องหัวอย่างดี ในระหว่างการเก็บรักษาและขัดขวางการเข้าทำลายหัวของเชื้อโรค ในระยะที่หัวพัฒนาเต็มที่แล้ว น้ำหนักถ่วงจำเพาะ (dry matter) เพิ่มขึ้น ปรับปรุงคุณภาพสำหรับความต้องการบริโภคทั้งแปรรูปและบริโภคหัวสด นอกจากนี้ free sugars เปลี่ยนไปเป็นแป้งที่ให้สีที่สดใสและเป็น chip และ fries ที่มีคุณภาพดี อีกทั้งเกี่ยวกับการสุกแก่ที่เหมาะสม หัวที่เก็บต้องมีอัตราการหายใจต่ำ มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักแห้งต่ำ (dry matter) ยังคงมีการพักตัวนานกว่าและทำให้แตกหน่อช้ากว่า หัวที่สุกแก่เหมาะสมมีการต้านทานโรคที่ดีในการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม ถ้าหัวยังคงอยู่ในดินนานหลังต้นตาย หัวมันเริ่มมีอายุเกิน mature เป็นเหตุให้แป้งเปลี่ยนกลับเป็นน้ำตาล และน้ำหนักถ่วงจำเพาะลดลง

อาการหัวแตก

การเจริญเติบโตของหัวแตกเป็นความผิดปกติทางสรีระวิทยาของหัวมันฝรั่งในขณะที่หัวมีการเกิดการแยกในขณะที่กำลังเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วรอยแตกจะแตกต่างกันไปตามอาการและขั้นตอนในการเจริญเติบโตการแตกของหัวมันฝรั่งทำให้เกิดผลเชิงลบต่อคุณภาพของหัวมันฝรั่ง รอยแตกทำให้คุณภาพทางการตลาดไม่เป็นที่ต้องการ รอยแตกยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพของการแปรรูปมันฝรั่งในการทำแผ่นทอดกรอบด้วย (Chad, 2003)

อาการนี้จะพบเมื่อมันฝรั่งต้องพบกับสภาพอากาศแห้งแล้งในขณะที่มีการขยายหัวของมันฝรั่ทำให้ผิวเปลือกของมันฝรั่งมีลักษณะแห้งกร้านคล้ายเปลือกไม้ไม่มีความยืดหยุ่นหลังจากนั้นเมื่อฝนตกหรือมีการให้น้ำหัวมันฝรั่งเริ่มมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอีกครั้งหัวมันฝรั่งจึงแตกได้ นอกจากนี้การเข้าทำลายหัวมันฝรั่งของเชื้อ *Rhizoctonia solani* ก็อาจเป็นสาเหตุของการแตกได้ มันฝรั่งบางพันธุ์อาจพบว่ามีอาการหัวแตกมากกว่าพันธุ์อื่น (บุญศรี, 2547)

อาการ มี 2 ลักษณะ

1. รอยแผลแตกมีขนาดใหญ่และลึก แผลอาจลึกมากกว่า 1 เซนติเมตรเมื่อเกิดแผลแล้วมันฝรั่งจะสร้างผิวใหม่ขึ้นมาปิดแผลอย่างรวดเร็วรอยแผลลักษณะนี้มักจะพบในหัวมันฝรั่งที่มีขนาดใหญ่และมักพบเพียง 1 บาดแผลต่อหัว

2. รอยแตกที่เกิดตามผิว ลักษณะการแตกไม่แน่นอนมีความลึกประมาณ 5 มิลลิเมตร ขอบแผลมีลักษณะแข็งคล้ายเปลือกไม้ รอยแตกนี้มักเกิดทั่วหัวโดยเฉพาะหัวมันที่ปลูกในดินทรายหรือดินร่วนจะพบแทบทุกหัว รอยแตกลักษณะนี้มักมีสาเหตุมาจากเชื้อรา Rhizoctonia solani อย่างไรก็ดาม รอยแผลชนิดนี้อาจทำให้เกิดเป็นรอยแตกขนาดใหญ่ได้เช่นกัน (บุญศรี, 2547)

การป้องกันกำจัด

1. ให้น้ำแก่ต้นมันฝรั่งอย่างพอเพียง และควบคุมการให้น้ำสม่ำเสมอ

2. ไม่ควรให้ปุ๋ยที่มีไนโตรเจนสูงเกินไป

3. ควรใช้สารเคมีป้องกันเชื้อรา *Rhizoctonia solani* ที่เข้าทำลายหัวมันฝรั่ง ได้แก่ เทอร์รอคลอร์ ซุปเปอร์-เอ็กซ์ อัตรา 50 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นที่โคนต้นมันฝรั่ง

อาการหัวเขียว

ลักษณะของอาการหัวเขียวเกิดจากการที่หัวของมันฝรั่งได้รับแสงแดดในปริมาณที่มากทั้งในพื้นที่แปลงปลูก การเก็บรักษารวมถึงการวางขายในตลาดซึ่งได้รับแสงไฟจากหลอดไฟ ซึ่งสามารถที่จะทำให้เกิดลักษณะสีเขียวบนผิวของมันฝรั่งได้ โดยกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ของพืช หัวเขียวที่เกิดในแปลงปลูกนั้นเกิดจากการที่หัวมันฝรั่งโผล่พ้นเหนือดินขึ้นมา เนื่องจากจากขยายตัวของหัวทำให้ดินที่คลุมแปลงปลูกเกิดการเคลื่อนที่หัวมันฝรั่งจึงโผล่ขึ้นมา ทำให้โดนแสงแดด ซึ่งสีเขียวที่เกิดขึ้นเป็นการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ (William, 2005) และบริเวณที่เป็นสีเขียวนั้น ก็มีการสะสมของ glycoalkaloids ซึ่งมีสาร Solanine มีความเป็นพิษและส่งผลกระทบต่อสุขภาพในการบริโภค เนื่องจากมีรสขมและอันตรายแต่ก็เป็นข้อดีของมันฝรั่งซึ่งสารที่ผลิตขึ้นมานี้เป็นการป้องกันการเข้าทำลายของสัตว์และแมลงต่าง ๆ ได้

ในการป้องกันไม่ให้เกิดสีเขียวนั้น ในแปลงปลูกมันฝรั่งควรมีการคลุมดินให้กว้างพอสำหรับการขยายหัวในช่วงการเติบโตของมันฝรั่ง เพื่อป้องกันไม่ให้มันฝรั่งเจอแสงแดดและในการเก็บรักษาไม่ควรให้มันฝรั่งโดนแสงไฟในปริมาณที่มากเกินไป (William, 2005) ลักษณะหัวเขียวส่วนมากจะเกิดในดินทราย เนื่องจากในดินทรายสามารถสูญเสียดินได้ง่ายกว่าโดยการถูกพัดพาโดยน้ำและโดยลม ทำให้หัวมันฝรั่งโผล่พ้นดินออกมาโดนแสงแดด แต่ในขณะเดียวกันดินชนิดอื่นก็สามารถที่จะทำให้เกิดหัวเขียวได้เช่นกัน จึงควรมีการจัดการแปลงปลูกให้เหมาะสมกับสภาพของดิน

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง

การเจริญเติบโตและคุณภาพของมันฝรั่งเป็นอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง ชนิดดิน และธาตุอาหารพืช หลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่งไม่สามารถควบคุมได้ ความยาวของฤดูการปลูก, อุณหภูมิของอากาศและดิน ความเข้มและช่วงเวลาของแสง ความชื้นและลม ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่งสามารถควบคุมได้โดยผู้ปลูก พันธุ์ของมันฝรั่ง ขนาดของหัวพันธุ์ การตัด Seed–piece ชนิดของ seed–piece การปฏิบัติงานของผู้ปลูก, plant–stand, ความหนาแน่นของต้น, ความชื้น, การจัดการศัตรูพืช วันปลูกและวันเก็บเกี่ยว เพียงปัจจัยทั้งหมดอยู่ในระดับที่เหมาะสมก็สามารถให้ผลผลิตมันฝรั่งที่มีคุณภาพตามเป้าหมาย (Haluschak et al., 2006)

ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง ได้แก่ อุณหภูมิและความยาวของช่วงวัน รวมทั้งความชื้นและชนิดของดินที่ใช้ปลูก และความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โดยเฉพาะอุณหภูมิและความยาวของช่วงวัน เพราะถ้าปลูกมันฝรั่งในสภาพที่มีอุณหภูมิและความยาวช่วงวันที่ไม่เหมาะสมแล้ว จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่งเป็นอย่างมาก ถึงแม้ว่าจะเพิ่มปัจจัยการผลิตต่าง ๆ เพียงใดก็ตาม ก็ไม่อาจทำให้การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นได้ (โชคชัย, 2535)

1. อุณหภูมิ

มันฝรั่งเป็นพืชล้มลุกที่ชอบอากาศค่อนข้างเย็น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตจะมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 15-30 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อการงอกของหัว การเจริญของต้นและการลงหัว ในดินที่มีอุณหภูมิต่ำจะชะงักการงอกของหน่อ ส่วนดินที่มีอุณหภูมิสูงจะช่วยเร่งการเจริญของหน่อทำให้งอกได้เร็ว จากการทดลองกับมันฝรั่งพันธุ์รัสเสทเบอร์แบงค์ พบว่าถ้าอุณหภูมิดินในระหว่างที่ต้นกำลังงอกต่ำกว่า 7.22 องศาเซลเซียส จะทำให้ต้นงอกได้ช้าและมีจำนวนลำต้นน้อย ถ้าอุณหภูมิดินระหว่างที่งอกอยู่ในช่วง 10-15.56 องศาเซลเซียส จะทำให้ลำต้น

เพิ่มขึ้น นอกจากนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาก็มีผลต่อจำนวนลำต้นต่อหลุม ดังการทดลองใช้อุณหภูมิ 2 ระดับ เก็บรักษาหัวมันฝรั่งโดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 3.33 และ 8.89 องศาเซลเซียส พบว่าจำนวนลำต้นเฉลี่ยต่อหลุมเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8.89 องศาเซลเซียส จะสูงกว่าเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 3.33 องศาเซลเซียส (Iritani and Thornton, 1984) นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อการเจริญเติบโตและการลงหัว โดยมันฝรั่งจะเจริญเติบโตแตกกิ่งก้านและใบได้ดี ถ้าความแตกต่างของอุณหภูมิในเวลากลางวันและกลางคืนไม่แตกต่างกันมากนัก กล่าวคืออุณหภูมิในเวลากลางคืนควรอยู่ระหว่าง 20-22 องศาเซลเซียส สำหรับหัวมันฝรั่งจะเจริญเติบโตได้ดีเมื่ออุณหภูมิในดินอยู่ระหว่าง 15-18 องศาเซลเซียส (สมเกียรติ, 2542)

มันฝรั่งที่ปลูกในเขตที่มีอุณหภูมิต่ำในระหว่างที่ต้นมันฝรั่งกำลังเจริญเติบโต หากมีอุณหภูมิสูงจะทำให้ต้นแก่เร็วและลงหัวได้เร็วขึ้น จึงอาจเป็นสาเหตุที่การปลูกมันฝรั่งในเขตร้อนเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วกว่ามันฝรั่งที่ปลูกในเขตหนาว (Lemage, 1987)

2. ความชื้นและชนิดของดินที่ใช้ปลูก

ในขณะที่ต้นมันฝรั่งกำลังเจริญเติบโต การให้น้ำอย่างสม่ำเสมอเป็นสิ่งจำเป็นถ้าป้องกันไม่ให้ต้นมันฝรั่งขาดน้ำในระหว่างที่ปลูกจะได้ผลผลิตและหัวที่มีคุณภาพสูง ถ้าในดินมีความชื้น 65 เปอร์เซ็นต์ ของความสามารถของน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (AWS) เป็นความชื้นที่ไม่เป็นอันตรายต่อต้นมันฝรั่ง ปริมาณน้ำที่มันฝรั่งต้องการผันแปรตามชนิดดิน, อุณหภูมิ, ความชื้น, การเคลื่อนที่ของอากาศ, ความหนาแน่นของต้น, พันธุ์และการวิธีการปลูก จากการวิจัยพบว่าผลผลิตจะอยู่ในเกณฑ์ดีต้องมีความชื้นในดินที่ต้นพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ 65 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป แต่ถ้าเกิดความเครียดบางอย่าง เช่น มีการสูญเสียความชื้นในดินจะเป็นเหตุให้ต้นลงหัวได้ช้า การเจริญเติบโตของต้นไม่ดีทำให้จำนวนหัว ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตต่ำลง โดยทั่วไปความชื้นในดินจะลดลงถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ในดินบางชนิดถ้าเป็นดินที่ไม่เหมาะสมคือมีความชื้นไม่เพียงพอจะเกิดปัญหาการสะสมอาหารในหัวมันฝรั่ง เช่น ถ้าใช้ดินเหนียวปลูกจะมีผลต่อการเคลื่อนย้ายอาหารลงสู่หัวเพราะต้นมีอัตราการใช้น้ำต่ำ ทำให้น้ำเคลื่อนที่ยากและจำกัด การกระจายของราก นอกจากนี้ก็มีผลต่อการเจริญเติบโตและการเกิดหัวมันฝรั่งอาจทำให้มีการเจริญเติบโตไม่ดี และหัวมันฝรั่งที่ได้จะมีรูปร่างผิดปกติ แต่ถ้าเป็นดินทรายจะเกิดปัญหาเรื่อง

ความชื้นของดินเนื่องจากน้ำไหลผ่านลงสู่ดินชั้นล่างได้รวดเร็ว นอกจากนี้ดินทรายไม่สามารถเก็บความชื้นไว้ในดินได้ทำให้น้ำระเหยได้เร็วโดยเฉพาะถ้ามีอุณหภูมิสูง ดังนั้นต้นมันฝรั่งที่เจริญเติบโตได้ดีนั้น ดินต้องมีองค์ประกอบที่ดีคือ มีความร่วนซุย และปนทรายเล็กน้อย เพราะต้นและรากสามารถใช้ความชื้นและแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินได้เหมาะสม ซึ่งการปลูกในดินที่เหมาะสมนอกจากจะให้ผลผลิตสูงแล้ว ยังทำให้หัวมันฝรั่งที่ได้มีผิวเรียบสวยงามไม่ขรุขระเป็นที่ต้องการของตลาด (Iritani and Thornton, 1984)

3. ความยาวของวัน

ความยาวของวันมีผลต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่งอย่างมาก มันฝรั่งแต่ละพันธุ์ต้องการความยาวของวันแตกต่างกัน โดยทั่ว ๆ ไปพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดในแถวอเมริกาใต้ต้องการความยาวของวันระหว่าง 12-13 ชั่วโมง แต่พันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดในแถบหนาวต้องการความยาวของวันระหว่าง 15-16 ชั่วโมง แต่มันฝรั่งบางพันธุ์ก็สามารถปรับตัวได้ดีไม่ว่าจะปลูกในสภาพวันยาวและวันสั้น

จากการที่อุณหภูมิและความยาวของวัน เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง ดังนั้นในประเทศไทยเกษตรกรจะต้องปลูกมันฝรั่งในช่วงเวลาที่เหมาะสม กล่าวคือควรปลูกมันฝรั่งในช่วงต้นฤดูหนาวคือ ปลูกในต้นเดือนพฤศจิกายนหรือต้นเดือนธันวาคม เพื่อให้มันฝรั่งเจริญเติบโตทางกิ่งก้านและใบได้อย่างเต็มที่ก่อนที่จะสร้างหัว ช่วงสร้างหัวที่เหมาะสมคือกลางเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนมกราคม ซึ่งจะทำให้ผลผลิตมันฝรั่งสูงกว่าในช่วงอื่น ๆ แล้ว ยังทำให้หัวมันฝรั่งที่ได้มีผิวเรียบ สวยงามไม่ขรุขระเป็นที่ต้องการของตลาด (Iritani and Thornton, 1984)

4. ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH)

ดินควรมี pH 5.2-7.8 ในดิน คือ ถ้า pH ดินต่ำกว่า 6.0-7.0 การใช้ประโยชน์ของธาตุอาหารพวก ไนโตรเจน โปแตสเซียม ซัลเฟอร์ แคลเซียม แมกนีเซียม และโมลิบดินัม จะลดลง ขณะที่การใช้ประโยชน์ของธาตุอาหารพวกเหล็ก แมงกานีส โบรอน คอปเปอร์ และซิงค์ จะลดลงในดินที่มี pH สูงกว่า 6.0-7.0 และธาตุอาหารบางตัวจะเป็นพิษถ้าดินมี pH สูงหรือต่ำเกินไป ถ้าดินที่ต้องการปลูกมี pH ดินต่ำกว่า 5.0 แนะนำให้ใช้ปูนขาว (lime) หว่านลงดินก่อนการไถเพื่อเตรียม

แปลงปลูก (Vogt, 1985) มันฝรั่งที่ปลูกในดินที่มี pH 5.2-5.5 จะป้องกันการเกิดโรค potato scab (สมเกียรติ, 2542)

ดินที่เป็นกรด มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างหรือค่า pH ต่ำกว่า 4.8 อาจทำให้ต้นมันฝรั่ง ขาดธาตุแคลเซียมกับแมกนีเซียม ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญของหน่อ ควรใส่ปุ๋ยโดโลไมท์ช่วงเตรียม ดินก่อนปลูกอย่างน้อย 1 เดือน (สุจริดรา, 2553)

การใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกมันฝรั่ง

ในต่างประเทศ perrenond, 1993 (cited by paticia and bensal, 1999) รายงานว่าในประเทศสวิตเซอร์แลนด์มันฝรั่ง 5 ตัน จะดูดกินธาตุอาหารทั้งหมดหรือต้องการธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 18.08, 7.2 และ 31.36 กิโลกรัม ตามลำดับ ในอเมริกา Huchmuth and Cardusco (1998) ในรัฐฟอริดาแนะนำอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมกับมันฝรั่งคือ 36, 22 และ 27 กิโลกรัมต่อไร่ ของ N, P_2O_5 และ K_2O แต่ควรจลดปริมาณฟอสฟอรัสคงเหลือ 11 กิโลกรัมต่อไร่ หากในดินมีปริมาณฟอสฟอรัสสูง (61-125 ล้านในล้านส่วน) และไม่ควรใส่ฟอสฟอรัสเลยหากในดินมีฟอสฟอรัสเกิน 125 ส่วนวนล้านส่วน ในรัฐเทกซัสแนะนำอัตราปุ๋ยของ N, P_2O_5 และ K_2O เท่ากับ 32, 18 และ 36 กิโลกรัมต่อไร่ pavlista and Blumenthal (2000) ในรัฐเนบลัสกาแนะนำอัตราปุ๋ยของ N, P_2O_5 และ K_2O เท่ากับ 14-32ม 7-17 และ 15-22 กิโลกรัมต่อไร่ Carl (1991) ในรัฐมินเนโซตาแนะนำอัตราปุ๋ยของ N, P_2O_5 และ K_2O เท่ากับ 45ม 14-31.36 และ 54-90 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ฟอสฟอรัสควรมีปริมาณลดลงเหลือ 4.48 กิโลกรัมต่อไร่ หากดินมีฟอสฟอรัสเกิน 50 ส่วนในล้านส่วน เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนธาตุอาหารทั้งหมดสามชนิด (ratio) จะอยู่ระหว่าง 2:1:2 จนถึง 2:1:5 แล้วแต่สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินแต่ละประเทศ

ส่วนการศึกษาธาตุอาหารในประเทศระยะแรกๆ มุ่งเน้นถึงการแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตที่ให้ได้สูงสุดโดยไม่ได้ศึกษาถึงปริมาณธาตุอาหารในดินแต่ดั้งเดิมและการทดลองมุ่งเน้นแนะนำปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้ได้ทันที ดังเช่นงานทดลองถึงการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ย N P และ K ระดับต่างๆ ต่อผลผลิตมันฝรั่งและศึกษาความต้องการธาตุอาหารมันฝรั่ง เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ย โชคชัย (2535) ได้ศึกษาผลดอบสนองของการใช้ปุ๋ยเคมี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ

มันฝรั่งบนที่สูงและที่ราบของจังหวัดเชียงใหม่โดยใช้ปุ๋ยเคมี 3 อัตรา คือ 0-18-10, 10-24-20 และ 18-30-30 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่ามันฝรั่งจะตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นส่วนผสมอยู่ในสูตรโดยไนโตรเจนจะช่วยเพิ่ม โดยไนโตรเจนช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นและอัตราปุ๋ย 18-30-30 กิโลกรัมต่อไร่ของ N, P_2O_5 และ K_2O เหมาะสมที่ทำให้ผลผลิตสูงที่สุด สมเกียรติ (2542) ได้ทดสอบอัตราปุ๋ยในเขตอำเภอสันทราย อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าการใส่ปุ๋ย ของ N, P_2O_5 และ K_2O ในอัตรา 16-24, 8 และ 16 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทำให้ได้มันฝรั่งสูงสุด ในช่วงปีงบประมาณ 2549-2550 คณะวิจัยโครงการนี้ได้เริ่มทำงานวิจัยเรื่อง การจัดการธาตุอาหารในระบบปลูกพืชในนาข้าวที่มีมันฝรั่งเป็นพืชหลัก ได้ผลวิจัยเบื้องต้นว่าเมื่อพิจารณาการใส่ปุ๋ยเคมีจากผลการวิเคราะห์ดิน สามารถลดปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมลงเหลือเพียง 25-75 % ของอัตราปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบันและยังได้ผลผลิตดีกว่าของเกษตรกร ดังนั้นจึงมีแนวทางการใช้ผลวิเคราะห์ดินร่วมกับการแนะนำอัตราปุ๋ยที่ได้ใช้

มีการแนะนำการใส่ปุ๋ยมันฝรั่งที่อัตรา ปุ๋ยไนโตเจน 22.4-35.2 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 14.4-16.0 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 17.6-35.2 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในเขตที่ฝนตกหนักธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมจะถูกชะล้างได้ง่าย ในขณะที่ฟอสฟอรัสจะถูกตรึง ดังนั้นจึงแนะนำให้ใส่ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต การใช้ไนโตรเจนอย่างต่อเนื่องหรือใช้ในอัตราสูงจะยับยั้งการสร้างหัว

สำหรับปุ๋ยโพแทสเซียมนั้นมีถึง 80 เปอร์เซ็นต์ทั้งหมดในปุ๋ยที่พืชดูดดึงขึ้นไปใช้ประโยชน์ได้ ถึงแม้ปุ๋ยโพแทสเซียมจะละลายน้ำได้ง่ายแต่เมื่อใส่ลงดินอนุมูลโพแทสเซียมในปุ๋ยส่วนใหญ่จะเกาะยึดอยู่ที่พื้นผิวอนุภาคดินเหนียวในรูปที่แลกเปลี่ยนได้จึงสามารถต่อต้านการชะล้างไม่ให้สูญหายไปจากดินได้โดยง่ายแต่ก็ยังคงรักษาความเป็นประโยชน์ง่ายต่อดินเช่นเดิม (สรสิทธิ์, 2535) ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารที่ต้องใส่ในรูปปุ๋ยเพื่อให้พืชดูดกินจากดินนั้นจึงต้องมากกว่าที่พืชต้องการใช้ ยกเว้นในกรณีของปุ๋ยฟอสฟอรัสเนื่องจากประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ต่ำมากนั้นเป็นกรณีของดินที่มีฟอสฟอรัสในดินตามปกติทั่วไป ซึ่งทำให้ต้องใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสมากกว่าความจริง 3-4 เท่า แต่ผลจากการวิเคราะห์ดินที่ปลูกมันฝรั่งในแปลงของเกษตรกรแต่ละรายพบว่าธาตุฟอสฟอรัสมากกว่าดินที่ปลูกพืชทั่วๆไปหลายเท่า จึงมีคำแนะนำให้ใส่

ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงเท่ากับปริมาณที่พืชจะดูดกินในแต่ละฤดูเท่านั้น ดังนั้นปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ต้องใส่ให้ได้ผลผลิต 4 ตันต่อไร่เท่ากับ 30, 11.5 และ 50 กิโลกรัม ตามลำดับ (สมชาย, 2545)

ปุ๋ยที่ใช้กับมันฝรั่งได้แก่ ปุ๋ยเคมีสูตร 13-12-21 อัตรา 80-100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่เมื่อต้นงอกสูงขึ้นมา 10-15 เซนติเมตร หรือหลังดายหญ้าโดยวิธีโรยระหว่างต้นและระหว่างแถวพรวนดินกลบแล้วรดน้ำ การใส่ครั้งที่สองเว้นระยะห่างจากการใส่ครั้งแรก 1 เดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของดินถ้าสังเกตเห็นว่าหลังจากใส่ปุ๋ยผสมแล้ว 10-20 วัน ลำต้นยังไม่อวบอ้วนใบมีขนาดเล็กควรใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตโรยบริเวณรอบโคนต้นประมาณต้นละครึ่งช้อนแกงแล้วรดน้ำเพื่อให้ปุ๋ยละลาย มีข้อสังเกตอยู่ประการหนึ่งสำหรับพันธุ์บินเจคือ ถ้ามีลำต้นอวบอ้วนและเป็นพุ่มใหญ่แล้วมักจะมีหัวขนาดใหญ่ด้วยเช่นเดียวกัน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ทำให้ลักษณะทางกายภาพของดินดีขึ้นช่วยให้มันฝรั่งลงหัวดีและช่วยให้การระบายน้ำดีด้วย ส่วนมากจะใส่ก่อนปลูกโดยคลุกเคล้าให้เข้ากับดินในอัตรา 2-3 ตันต่อไร่ (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร(องค์กรมหาชน), 2553)

มีการแนะนำการใส่ปุ๋ยและอัตราการใช้ปุ๋ยของมันฝรั่งและพืชหัวต่างๆ คือ มันเทศและเผือก ในอัตราดังนี้ ปุ๋ยสูตร 16-8-16 เหมาะสำหรับดินเหนียว ใช้ในอัตรา 50-60 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยสูตร 16-16-16 เหมาะสำหรับดินร่วน ใช้ในอัตรา 60-80 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 16-16-24 เหมาะสำหรับดินทราย ใช้ในอัตรา 80-100 กิโลกรัมต่อไร่ (มุกตา, 2543)

ประสิทธิภาพการดูดใช้ปุ๋ยของพืช

ประสิทธิภาพการดูดใช้ปุ๋ยของพืชคือสัดส่วนของปุ๋ยที่พืชดูดใช้และเกิดประโยชน์ต่อพืชได้จริงเทียบกับปริมาณปุ๋ยที่ใส่โดยเมื่อพืชดูดธาตุอาหารจากปุ๋ยมาใช้แล้วก็แสดงผลโดยการเพิ่มการเจริญเติบโตหรือผลผลิต ซึ่งการปฏิบัติใด ๆ ที่ช่วยให้รากพืชขยายง่าย ส่วนเหนือดินมีโอกาสเจริญเต็มที่และมีการสูญเสียธาตุอาหารจากดินน้อยก็ทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืชสูงขึ้นด้วย (ยงยุทธ, 2543)

โพแทสเซียม

สมชาย (2545) กล่าวว่า แม่ปุ๋ยที่ให้ธาตุโพแทสเซียมที่สำคัญมี 3 ชนิด คือ โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) โพแทสเซียมซัลเฟต (0-0-50) และโพแทสเซียมไนเตรต (13-0-46) ปุ๋ยทั้ง 3 ชนิดนี้ละลายน้ำได้ดีมากเหมือนกัน ดังนั้น จึงถือว่าโพแทสเซียมทั้งหมดในปุ๋ยเป็นประโยชน์ต่อพืช ปุ๋ยโพแทสเซียมทั้ง 3 ชนิด ไม่มีผลตกค้างเป็นกรดหรือด่างในดิน ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ราคาถูกกว่าปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต ทั้ง ๆ ที่ปริมาณโพแทสเซียมมากกว่า เมื่อเทียบด่อปริมาณของโพแทสเซียมที่เท่ากันแล้ว โพแทสเซียมในโพแทสเซียมคลอไรด์มีราคาเพียง 60% ของโพแทสเซียมในโพแทสเซียมซัลเฟต ในปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มีคลอรีนติดมาด้วยประมาณ 45% คลอรีนนี้เป็นธาตุจำเป็นสำหรับพืช แต่ไม่เคยมีรายงานว่าดินที่ใดในโลกมีปริมาณคลอรีนไม่พอกับความต้องการของพืช ในทางตรงกันข้ามพืชหลายชนิดเมื่อได้รับคลอรีนมากเกินไป มีผลให้คุณภาพของพืชนั้นลดลง พืชเหล่านี้ได้แก่ ยาสูบ มันฝรั่ง อะโวกาโด ผลไม้เนื้ออ่อนเช่น สตรอเบอรี รัสเบอรี แตงกวา ไม้ดอก เช่น กุหลาบ (สนั่น, 2516) ยาสูบที่ได้รับคลอรีนมากเกินไปทำให้เส้นยาจุดติดไฟยาก มันฝรั่งที่ได้รับคลอรีนมากเกินไปทำให้มีผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งลดลง แตงกวาที่ได้รับคลอรีนมากเกินไปจนมีเปอร์เซ็นต์คลอรีนในผลมากถึง 3% ทำให้ผลผลิตและคุณภาพลดลงเช่นกัน

ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตมีกำมะถันอยู่ด้วยประมาณ 15% ซึ่งกำมะถันเป็นธาตุจำเป็นสำหรับพืชที่อาจขาดได้ในดินเนื้อหยาบที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ การใช้โพแทสเซียมซัลเฟตในดินดังกล่าว จึงเป็นการป้องกันหรือแก้ไขการขาดกำมะถันในดินได้ด้วย

โพแทสเซียมไนเตรตเป็นปุ๋ยที่มีราคาแพงมาก เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่จะได้จากปุ๋ยนี้กับปุ๋ยยูเรียและปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ แต่ปุ๋ยชนิดนี้เหมาะที่จะใช้เป็นปุ๋ยที่ละลายน้ำพ่นให้ทางใบแก่พืชหรือใช้ในเรือนกระจก ซึ่งต้องการให้ปุ๋ยมากและต้องการควบคุมความเค็มของปุ๋ย เพราะทั้งอิออนบวกและลบของปุ๋ยด่างก็เป็นธาตุอาหารที่พืชสามารถดูดกินได้

บทบาทโพแทสเซียมที่มีต่อพืช

โพแทสเซียมมีอยู่ทุกส่วนในพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชซึ่งกำลังเริ่มต้นงอกงามและแตกใบ โพแทสเซียมช่วยเหลือการก่อรูปอาหารเบื้องต้นของพืช จะทำให้พืชที่ปลูกเจริญงอกงาม ถ้าดินมีธาตุโพแทสเซียมน้อย ใบไม้จะปรากฏว่าเป็นจุดสีเหลืองหรือสีน้ำตาลไหม้ครั้งแรกตามขอบใบ แล้วต่อมาก็กระจายไปทั่วตลอดทั้งใบ ลำต้น ก้านใบ และเส้นใบก็ยังเขียวอยู่ สันกลางใบก็จะเป็นลูกคลื่น หรือเป็นลอน ๆ ส่วนพื้นใบก็จะปลกลงมา แล้วผลสุดท้ายก็จะเหี่ยวแห้ง โพแทสเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้เพราะฉะนั้นอาการขาดธาตุจะเกิดขึ้นที่ใบก่อน และใบอ่อนเมื่อมีอาการขาดมากขึ้นตามลำดับ นอกจากนั้นการเจริญเติบโตของรากก็ลดน้อยลง พืชจะเจริญเติบโตช้าขึ้น (สรสิทธิ์ และคณะ, 2527) ช่วงปล้องพืชจะสั้น อาการขาดโพแทสเซียมยังทำให้พืชล้มง่าย เนื่องจากพืชที่ขาดโพแทสเซียมจะมีลำต้นอ่อนแอในพืชจำพวกแป้ง ทำให้เมล็ดลีบ พืชจำพวกหัวต้องการธาตุโพแทสเซียมมาก เพื่อช่วยในการบำรุงหัว

Tisdale and Nelson (1963) กล่าวว่า โพแทสเซียมเมื่อเข้าไปอยู่ในพืชไม่ได้เปลี่ยนแปลงเป็นสารประกอบอินทรีย์เหมือนกับที่ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม หรือธาตุอื่น แต่โพแทสเซียมจะอยู่ในรูปของเกลืออินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่ละลายได้ และโพแทสเซียมเกือบทั้งหมดอยู่ในรูปสารละลายใน cell sap ต่อมา Mengel and Kirkby (1987) กล่าวว่า ลักษณะพิเศษของโพแทสเซียมที่เด่น คือ K^+ จะดูดซึมโดยเนื้อเยื่อพืชในอัตราที่สูงมาก กระบวนการดูดซึมโพแทสเซียมจะเป็น active uptake mechanism ซึ่งเป็น cative เพียงตัวเดียวที่ถูกส่งไปในทิศทางตรงกันข้ามกับ electrochemical gradient และโพแทสเซียมสามารถที่จะเคลื่อนที่ภายในต้นพืชได้ง่ายมาก การเคลื่อนที่ส่วนใหญ่ภายในต้นพืชจะมุ่งสู่เนื้อเยื่อเจริญ เพราะเนื้อเยื่อเจริญมีความสำคัญต่อการสร้างโปรตีน อัตราการเจริญเติบโตและการเพิ่มของ cytokinins ในต้นพืช และส่วนใหญ่โพแทสเซียมจะถูกดูดเข้ามาในระยะ vegetative stage พบใน phloem sap ในสภาพที่สูง คือ 80 เปอร์เซ็นต์ ของ cation ใน phloem sap เนื่องจากสารละลายใน phloem sap สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งด้านบนและด้านล่าง ดังนั้นอวัยวะพืชส่วนใดที่ได้รับอาหารจาก phloem sap มากเป็นพิเศษก็จะมีปริมาณโพแทสเซียมภายในสูงมาก เช่น ใบอ่อน เนื้อเยื่อเจริญ และผลขนาดอ่อน เป็นต้น

บทบาทของโพแทสเซียมจะเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารประกอบคาร์โบไฮเดรต โดยช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง เนื่องจากธาตุนี้มีผลต่อการเปิดปิดของสโตมาตา ทำให้มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เข้าไปในพืช เพื่อเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น และในการปรับความเคลื่อนไหวของสโตมาตาก็จะมีผลต่อการควบคุมปริมาณน้ำในต้นพืช ส่งเสริมการเติบโตของเนื้อเยื่อที่กำลังเติบโต นอกจากนี้โพแทสเซียมยังทำหน้าที่เป็น enzyme activator ของ pyruvate kinase ในการเกิด pyruvate ใน Krebs cycle เมื่อมีโพแทสเซียมมาก ๆ ปฏิกิริยาจะเป็นไปอย่างรวดเร็วทำให้ส่วนของ organic acid หรือ intermediate compound มีอยู่น้อย นอกจากนี้ยังเป็น coenzyme หรือ co-factor หรือ regulator สำหรับเอนไซม์หลายชนิด ในพืชชั้นสูงพบว่ามีเอนไซม์มากกว่า 46 ชนิด ต้องการ monovalent cation เพื่อกิจกรรมอันสูงสุดโดย K^+ เป็น activator ที่เอนไซม์เหล่านั้นต้องการเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้โพแทสเซียมยังทำหน้าที่เป็น co-factor ของเอนไซม์หลายชนิดในพืช ธาตุนี้จึงเป็นประโยชน์ช่วยให้พืชเจริญเติบโตทนทานต่อโรคแมลง และช่วยทำให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดีขึ้น (สรสิทธิ์และคณะ, 2527)

โพแทสเซียมกับมันฝรั่ง

โพแทสเซียมเป็นธาตุที่มันฝรั่งต้องการมากตลอดฤดูกาลเจริญเติบโต โพแทสเซียมเป็นอาหารที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของมันฝรั่งและต้องใช้ในปริมาณที่มากกว่าธาตุอาหารชนิดอื่นๆ ธาตุนี้จะมีผลต่อคุณภาพของหัวมันฝรั่งคือ ส่งเสริมการลำเลียงแร่ธาตุอาหารต่างๆ จากใบสู่หัว ทำให้เพิ่มปริมาณแป้งภายในหัวทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลต่ออายุการเก็บรักษาคือสามารถเก็บหัวได้นาน นอกจากนี้ยังจำเป็นต่อการเจริญพัฒนาของรากทำให้ลำต้นแข็งแรงต้านทานต่อความแล้ง (Drought) มีรายงานพบว่าการได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอย่างเพียงพอในมันฝรั่งนั้นจะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากโรคต่างๆได้ เช่น late blight, dry rot, powdery scab early blight (Patricia and Bansal, 1999)

โพแทสเซียมในกระบวนการทางสรีรวิทยาของมันฝรั่ง

หน้าที่ของโพแทสเซียมในกระบวนการเมตาบอลิซึม นำไปสู่ผลที่มีต่อมันฝรั่ง ดังนี้

1. ช่วยในการเพิ่มผลผลิต
2. เพิ่มสัดส่วนของหัวทางการตลาดให้มากขึ้น
3. เพิ่มขนาดหัว
4. ลดการกลายเป็นสีดำและหัวกลวงภายในของมันฝรั่ง (Internal blacking และ Hallow heart)
5. ลดความเสียหายทางกลของหัวมันฝรั่ง
6. ลดการสูญเสียที่เกิดจากการเก็บรักษา เพิ่มคุณภาพในการจัดส่งสินค้าและยืดอายุการเก็บรักษา
7. ส่งเสริมการทำอาหารและคุณภาพของอาหาร
8. ช่วยให้ Chips มีคุณภาพสีที่ดีขึ้น
9. ส่งเสริมการต้านทานการเย็นจัดและความแห้งแล้ง
10. ลดการเกิดโรค
11. ช่วยให้ประสิทธิภาพในการใช้ไนโตรเจนได้ดีขึ้น

(Patricia and Bansal, 1999)

ในดินที่ปลูกมันฝรั่ง มีการใช้โพแทสเซียมในปริมาณที่มาก เนื่องจากโพแทสเซียมจะช่วยในเรื่องการส่งเสริมหัวมันฝรั่งให้มีขนาดใหญ่ โพแทสเซียมสามารถเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ในระดับ pH มากกว่า 6 และความเป็นประโยชน์ลงเมื่อ pH ลดลง (Pavlista and Blumenthal, 2000)

ด้นมันฝรั่งสามารถใช้โพแทสเซียมในปริมาณที่มากกว่าที่มันฝรั่งต้องการในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงแต่ส่วนที่เกินความต้องการนั้นจะช่วยให้สามารถต้านทานต่อโรค black spot และ hallow heart ได้ (มัณฑนา, 2536) แต่ถ้าหากมีโพแทสเซียมในปริมาณที่มากเกินไปก็จะทำให้มันฝรั่งมีความถ่วงจำเพาะต่ำได้และยังทำให้ด้นมันฝรั่งดูดแมกนีเซียมลดลงทำให้มันฝรั่ง

แสดงอาการขาดธาตุแมกนีเซียมได้ ที่สำคัญโพแทสเซียมมีผลต่อการเปลี่ยนสีของมันฝรั่งภายหลังทอดคือถ้าได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่ไม่เพียงพอจะทำให้สีภายหลังทอดเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลหรือดำ นอกจากนี้แหล่งของโพแทสเซียมที่ใช้ในปุ๋ย (KCI และ K_2SO_4) ก็มีผลต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิต

ได้มีการทดลองใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมซัลเฟตในมันฝรั่งพันธุ์แพนแลนด์ มารีสไปเปอร์ เมื่อเก็บเกี่ยวหัวแล้วนำไปทดสอบการเปลี่ยนสีของมันฝรั่งหลังการทอดพบว่าปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์จะทำให้เกิดสีน้ำตาล แต่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตไม่ทำให้เกิดสีดำ การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตทำให้หัวสะสมแป้งได้มากขึ้นและลดการเกิดสีน้ำตาลภายหลังจากการแปรรูปทอดมากกว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (Smith, 1977)

ประโยชน์จากการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ว่าจะช่วยลดเปอร์เซ็นต์ การเกิดโรค hollow heart และโรค browning ในหัว (Patricia and Bansal, 1999) การให้โพแทสเซียมในมันฝรั่งจะช่วยลดความเข้มข้นของแคลเซียม แต่เพิ่มปริมาณแมกนีเซียมในน้ำหนักแห้งของหัวประมาณ 18-50 เปอร์เซ็น ในพืช (Thomas, 2006)

โพแทสเซียมต่อคุณภาพของหัวมันฝรั่ง

โพแทสเซียมมีผลต่อขนาดของหัว ความถ่วงจำเพาะ ลดการเกิดอาการดำหลังจากการประกอบอาหาร ลดปริมาณน้ำตาลในหัว ปรับปรุงคุณภาพของสีและคุณภาพในการเก็บรักษาหัว (Martin, 1989; Perrenoud, 1993)

ความสำคัญของโพแทสเซียมในการสร้างคุณภาพหัวมันฝรั่ง มาจากบทบาทในการส่งเสริมการสังเคราะห์ของ Photosynthates และการขนส่งในหัว ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลง แป้ง โปรตีน และวิตามินและกระบวนการเมตาบอลิซึม (Mengel and Kirkby, 1987) พืชต้องการโพแทสเซียมสำหรับการผลิตโมเลกุลพลังงาน ATP ช่วยสร้างความสมดุลของไฟฟ้าในคลอโรพลาสต์ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับ (ATP) ดังนั้น โพแทสเซียมช่วยในการเปลี่ยนรูปพลังงานรังสีเป็นพลังงานเคมีในรูปแบบของ ATP และ NADPH พลังงานนี้เป็น

สิ่งจำเป็นสำหรับกระบวนการสังเคราะห์ทั้งหมดในการเผาผลาญอาหารในการผลิตคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน (Mengel, 1997)

โพแทสเซียมกับผลผลิตทางการตลาด

ในทางการตลาด การเก็บเกี่ยวมีผลต่อหัวมันฝรั่ง โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียม ซึ่งมีปริมาณมากว่าสารอาหารชนิดอื่น เช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ขนาดของหัวมันฝรั่ง เพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มสัดส่วนของขนาดหัวใหญ่เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของหัวเล็ก (Martin, 1989)

Potato Chips: ทางการตลาดต้องการเปอร์เซ็นน้ำหนักแห้งที่สูง ซึ่งจะส่งผลให้มีความแข็งแรงและการดูมีชีวิตชีวาของ Chips และการลดปริมาณน้ำตาลเพื่อหลีกเลี่ยงต่อการเกิดสีน้ำตาลเข้ม ในการลดเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งที่เกิดจากการใช้ปริมาณโพแทสเซียมในปริมาณที่มาก สามารถช่วยลดปัญหานี้จากการตลาดได้

French fries: เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งมีความสำคัญน้อยสำหรับพันธุ์ที่ใช้สำหรับทอดเป็นส่วนใหญ่

Table stock: เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งไม่มีความสำคัญ และขนาดหัวที่ใหญ่เป็นที่ต้องการสำหรับทั้งสองชนิด คือ Table stock และ Fly stock โพแทสเซียมถูกนำไปใช้เพื่อเพิ่มขนาดของหัว

Seed stock: สำหรับทางด้านพันธุ์ การผลิตเมล็ดพันธุ์ คือเป้าหมายการเก็บขนาดหัวเล็กกว่าหัวชนิดอื่นๆ ซึ่งต้องการ โพแทสเซียมในปริมาณที่น้อย

โพแทสเซียมองค์ประกอบของหัว

ปริมาณน้ำหนักแห้ง: โพแทสเซียมมีผลต่อปริมาณน้ำของพลาสมา จึงมีผลต่อปริมาณน้ำของเนื้อเยื่อและการเก็บรักษาเช่นเดียวกับหัว ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในหัวที่สูงกว่า 2 % DW สามารถช่วยลดน้ำหนักแห้งลง (Bergmann, 1992)

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริมาณแป้ง: โพแทสเซียมมีส่วนช่วยในเรื่องกิจกรรมของเอนไซม์ starch synthase ที่มีในการสังเคราะห์แป้ง โพแทสเซียมเป็นไอออนบวกที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการกระตุ้นกิจกรรม และเร่งปฏิกิริยาของเอนไซมน์ให้รวมตัวของน้ำตาลกลูโครสให้เป็นโมเลกุลโซ่ยาว (Mengel and Kirkby, 1987)

วิตามิน: ปริมาณของโพแทสเซียมที่สูง ทำให้การเพิ่มขึ้นของกรดอินทรีย์ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ต่อระดับของวิตามิน C ด้วย (Perrenoud, 1993)

โพแทสเซียมกับความผิดปกติทางด้านกายภาพ

Internalblackening: (หัวกลายเป็นสีดำ สีน้ำตาล หรือจุดสีดำ) การกลายเป็นสีดำเกิดจากการออกซิเดชั้นของสารฟีนอลส่วนใหญ่จะเป็น tyrosine กับ melanin (Martin, 1989) โดยปกติมีการเกี่ยวข้องกับการใช้ปุ๋ย N ที่มากเกินไปและปริมาณโพแทสเซียมในดินที่ต่ำ โพแทสเซียมจะช่วยลดความไวต่อการเป็นสีดำภายใน (Roberts and McDole, 1985)

Hollowheart: จะมีลักษณะที่ประกอบด้วยท่อกลวงในหัว เป็นเนื้อเยื่อสีน้ำตาล (Nelson, 1970; Jackson and Mc Bride, 1986; Bergmann, 1992) พบว่า โพแทสเซียมช่วยลดการเกิดโพรงในหัวของมันฝรั่ง และพบว่าอัตราของ KCl มีผลกระทบมากว่า K_2SO_4

โพแทสเซียมกับการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง

โพแทสเซียมช่วยเพิ่มในเรื่องของการเก็บรักษาหัวมันฝรั่งและคุณภาพการเก็บรักษาและยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษา (Martin, 1989; Perrenoud, 1993) ผลของโพแทสเซียมต่อการเก็บรักษาช่วยชะลอภาวะของการเสื่อมถอยและช่วยลดการเกิดโรคทางกายภาพ (Martin, 1989). และช่วยลดการสูญเสียของหัวในการเก็บรักษาซึ่งจะไปลดการทำงานของเอนไซมน์ Catalase and peroxidase (Perrenoud, 1993)

โพแทสเซียมกับการเกิดโรค

โพแทสเซียมมีบทบาทในการเพิ่มความต้านทานต่อโรคพืชที่เกิดจาก แบคทีเรีย และเชื้อรา การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ในมันฝรั่ง พบว่าช่วยลดการทำลายของโรคต่างๆ เช่น late blight *(Phytophtora infestants)*, dry rot *(Fusarium ssp.)*, powdery scab *(Spongospora subterranea)* and early blight *(Alternaria solanii)* (Perrenoud, 1993; Marschner, 1995)

การประยุกต์ใช้โพแทสเซียม

มันฝรั่งต้องการโพแทสเซียมในช่วงเริ่มต้นของการเจริญเติบโต เนื่องจากมีผลต่อการเจริญเติบโตของราก โดยทั่วไปการจัดการปุ๋ย จะใส่ที่พื้นผิวของดินระหว่างการเตรียมหัวพันธุ์ อาการขาดโพทสเซียมจะเห็นได้ชัดเมื่อเริ่มเกิดหัว เนื่องจากการดูดใช้จะสูง (Roberts and McDole, 1985) ดังนั้นในดินทรายอาจจะมีการสูญหายของโพแทสเซียม จากการชะล้าง โดยมีการแนะนำให้ใส่ 2 ครั้ง (ใส่พร้อมปลูกและใส่อีกครั้งเมื่อมันฝรั่งโตขึ้น) การทำเช่นนี้จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า (Grewal et al, 1991)

การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งของต้นมันฝรั่งเพิ่มมากขึ้น และการเพิ่มขึ้นของอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใช้มีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมสะสมในส่วนของต้น หัวและรากของมันฝรั่งและปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมที่ต้นมันฝรั่งใช้ในการสร้างผลผลิต (หัว) เพิ่มขึ้น เมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 51.6 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดมันฝรั่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนของผลตอบแทนทางเศรษฐกิจการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่อัตรา 51.6 กิโลกรัมต่อไร่ ให้กำไรส่วนเพิ่มมากที่สุด ท่ากับ 3,982 บาทต่อไร่ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 56.1 กิโลกรัมต่อไร่จึงเหมาะสมมากที่สุดในการผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก (เจนจิรา, 2550)

สำหรับโพแทสเซียมกับพืชหัวอื่นๆ นั้น เช่น มันสำปะหลัง เป็นพืชที่มีปริมาณแป้งสูง จึงต้องการโพแทสเซียมในปริมาณที่สูง การตอบสนองต่อโพแทสเซียมจะเห็นได้ชัด คือ การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 200 กิโลกรัม K_2O ต่อเฮกตาร์ สามารถได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ถึง 100

เปอร์เซ็นต์ ในมันเทศต้องการโพแทสเซียมในปริมาณที่ค่อนข้างสูง แนะนำการใส่โพแทสเซียมที่ 120 ถึง 160 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (Vladimir and Harold J., 1985)

การขาดโพแทสเซียมในมันฝรั่ง

การขาดโพแทสเซียมมักจะเกิดในดินทรายหรือในดินกรดที่มี CEC ต่ำ อาการขาดโพแทสเซียมในมันฝรั่งจะแสดงที่ใบ คือ ใบจะเป็นสีเขียวเข้มหรือสีน้ำเงิน ใบเป็นมันวาว เล็กบาง มีจุดสีเขียวสว่างระหว่างเส้นใบ ใบจะพอง ขอบใบม้วนลงเป็นรูปถ้วย จากนั้นใบจะเปลี่ยนเป็นสีบรอนซ์และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของอาการโรคใบไหม้และจะตายอย่างรวดเร็ว (Pavlista, 1995) การเจริญเติบโตของรากไม่ดี Stolon สั้น หัวมักจะเป็นสีดำและกลวงด้านใน (Bergmann, 1992)

ฟอสฟอรัส

ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปในดินไอออนฟอสเฟตที่ละลายได้มักถูกตรึงเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าดินนั้นจะมีค่า pH สูงหรือต่ำ และจะมีฟอสเฟตที่อยู่ในรูปที่พืชจะใช้ประโยชน์ได้มากที่สุดเมื่อดินมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6-7 ในดินที่มี pH ต่ำ ฟอสเฟตจะถูกตรึงโดยไอออนของเหล็ก อะลูมินัม แมงกานีส และในดินที่เป็นด่างก็จะถูกตรึงโดยแคลเซียม และแมกนีเซียม โดยทั่วไปฟอสฟอรัสในพืชจะมีอยู่ในปริมาณที่น้อยกว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียม ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของ nucleic acid nucleoproteins และเป็นองค์ประกอบของสารฟอสเฟตที่ทำหน้าที่รับช่วงถ่ายทอดพลังงานระหว่างสารต่าง ๆ ฟอสฟอรัสจึงเกี่ยวข้องกับการสร้างเสริมการเจริญเติบโต ความแข็งแรงของพืชทั้งส่วนที่อยู่เหนือดินและราก และยังส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากในระยะแรกของการเจริญเติบโดฟอสฟอรัสจึงมีผลต่อการผลิตหัวมันฝรั่ง โดยต้นมันฝรั่งจะใช้ธาตุฟอสฟอรัสจำเป็นต่อการผลิตหัวมันฝรั่งมาก ต้นมันฝรั่งใช้ธาตุฟอสฟอรัสในระยะแรกของการเจริญเติบโตและเริ่มลงหัว ฟอสฟอรัสจะทำให้จำนวนหัวต่อต้นเพิ่มขึ้น (บัณฑูรย์ และนาตยา, 2546)

หน้าที่ของฟอสฟอรัสคือทำให้จำนวนหัวต่อต้นมากขึ้น หัวสะสมอาหารพวกแป้งได้มากขึ้น ทำให้ต้นแก่ได้เร็วขึ้น และพืชยังสามารถใช้ไนโตรเจนได้มากขึ้น

จากรายงานพบว่า ดินนาทั่ว ๆ ไปในภาคเหนือส่วนใหญ่จะขาดธาตุฟอสฟอรัส แต่จากผลการทดลองในเขตอำเภอสันทราย และอำเภอแม่แตงพบว่า ดินที่ใช้ปลูกมันฝรั่งเกือบทุกพื้นที่มีธาตุฟอสฟอรัสสะสมอยู่ในดินนาทั่ว ๆ ไปหลายเท่า และบางครั้งพบว่ามีมากกว่าสิบเท่าขึ้นไป (สมเกียรติ, 2542)

แมกนีเซียม

แมกนีเซียม เป็นธาตุอาหารที่อยู่ในกลุ่มของธาตุอาหารรอง ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบสำคัญในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ เพื่อช่วยในขบวนการสังเคราะห์แสง กระบวนการหายใจ ช่วยในการทำงานของระบบ เอนไซม์และช่วยในการดูดธาตุฟอสฟอรัส และช่วยในการเคลื่อนที่ของน้ำตาลในพืช (บุญแสน, 2553)

แหล่งของแมกนีเซียมสำหรับพืชและบทบาท

แมกนีเซียมในดินส่วนมากอยู่ในรูปของหินและแร่ สำหรับแร่ที่มีแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบได้แก่ ออร์ไจด์ ไบโอไทต์ เซอร์เพนทีน แมกนีไซต์และ โดโลไมต์ เมื่อหินและแร่สลายตัวจะปลดปล่อยแมกนีเซียมออกมา นอกจากนั้นยังมีแมกนีเซียมอีกจำนวนหนึ่งซึ่งอยู่ในรูปของไอออนอิสระในสารละลายดินซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนน้อยกว่ามากเมื่อเทียบกับที่อยู่ในรูปแคดไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Mg)

แมกนีเซียมจึงมีอยู่ในดิน 3 รูป คือ 1) แมกนีเซียมไอออนในสารละลายดิน 2) แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ซึ่งดูดซับอยู่ที่ผิวของคอลลอยด์ดิน พืชสามารถดูดใช้แมกนีเซียมทั้งสองรูปนี้เป็นประโยชน์ได้ง่าย และ 3) เป็นองค์ประกอบของเกลืออนินทรีย์และแร่ต่างๆ ในดิน การปลดปล่อยแมกนีเซียมไอออนออกมาจากส่วนนี้ขึ้นอยู่กับสารละลายได้ของเกลือกับความยากง่ายของการสลายตัวผุพังของแร่ pH ของดินมีอิทธิพลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุนี้มาก ความเป็น

ประโยชน์จะสูงในดินที่เป็นกลางหรือเป็นด่าง การดูดแมกนีเซียมของพืชมีภาวะปฏิปักษ์ (antagonism) กับ K^+, NH_4^+, Ca_2^+, Mn_2^+ และ H^+ หากในดินมีธาตุเหล่านี้ในระดับความเข้มข้นสูงจะทำให้อัตราการดูดใช้แมกนีเซียมของพืชลดลง (ยงยุทธ, 2543)

แมกนีเซียมกับการเจริญเติบโตของพืช

พืชปกติมีแมกนีเซียมในอวัยวะด้านวัฒนภาค (Vegetative part) อยู่ในช่วง 0.15 – 0.35 % โดยน้ำหนักแห้ง เมื่อพืชขาดธาตุนี้อาการใบเหลืองซีดจะปรากฏ ตามใบซึ่งขยายตัวเต็มที่แล้ว จากบทบาทของธาตุต่อการสังเคราะห์โปรตีน ในภาวะขาดแคลนพืชจะสังเคราะห์โปรตีนได้น้อยลง แต่กลับมีไนโตรเจนในใบมากขึ้น อัตราการสังเคราะห์แสง (ต่อหน่วยพื้นที่ใบหรือหน่วยน้ำหนักคลอโรฟิลล์) ลดลงอัตราการหายใจก็ต่ำกว่าพืชปกติ

เมื่อพืชขาดแมกนีเซียมจะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลงจึงสร้าง ATP ได้น้อย ผลกระทบต่อมาคือการขาดพลังงานที่จะใช้ในการเคลื่อนย้ายผลผลิตของการสังเคราะห์แสงจากแหล่งจ่าย (Source) ไปยังที่รับ (Sink) คือส่วน ราก ผล และหัว การขาดแมกนีเซียมทำให้ปริมาณแป้งในหัวของมันฝรั่งและเมล็ดธัญพืชลดลงเนื่องจาก 1) การเคลื่อนย้ายจากแหล่งจ่ายมายังที่รับน้อย และ 2) มีการสะสมฟอสฟอรัสในรูป อนินทรีย์ (Pi) มากขึ้นจึงทำให้การสังเคราะห์แป้งลดลง ซึ่งเมื่อพืชขาดแมกนีเซียมทำให้ในไซโตพลาสซึม มี Pi มากพอที่จะชะงักการสังเคราะห์แป้ง (ยงยุทธ, 2543)

ปัจจัยที่ควบคุมความเป็นประโยชน์ของแมกนีเซียมในดิน

แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะอยู่ในรูปของแมกนีเซียมไอออน ซึ่งสามารถแลกเปลี่ยนระหว่างแมกนีเซียมในสารละลายและแมกนีเซียมที่ยึดเหนี่ยวอยู่บริเวณผิวของแร่ดินเหนียว ปัจจัยที่ควบคุมความเป็นประโยชน์ต่อพืชของแมกนีเซียมได้แก่ จำนวนแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่มีอยู่ในดิน ความมากน้อยในการอิ่มตัวด้วยแมกนีเซียมในดินนั้น ชนิดของคอลลอยด์ของดิน และธรรมชาติของไอออนบวกชนิดอื่นๆ ถูกดูดยึดร่วมกับแมกนีเซียมไอออน

อาการของพืชที่ขาดธาตุแมกนีเซียม

พบใบล่าง (ใบแก่) ที่ขอบใบ และระหว่างเส้นใบ (vein) จะเป็นสีซีดๆ สีขาวใส แผ่นใบจะมีสีเหลือง ใบจะเล็กลง ฉีกขาดง่าย กิ่ง ก้าน ของพืชอ่อนแอทำให้เชื้อราได้ ทำให้ใบแก่เร็วเกินไป เมื่อพืชมีอาการขาดธาตุแมกนีเซียมสามารถทำได้ดังต่อไปนี้ใส่ปุ๋ยคอก ใส่ปุ๋ยเคมีประเภท แมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) และ คีเลต - แมกนีเซียม (Mg – EDTA) (บุญแสน, 2553)

แมกนีเซียมกับมันฝรั่ง

แมกนีเซียมละลายได้ดีและเกิดการสูญเสียได้ง่าย ด้วยเหตุนี้จึงพบการขาดได้ทั่วไปเหมือนจุลธาตุตัวอื่นๆ ในดินทรายมีแนวโน้มในการขาดมากกว่าดินชนิดอื่น (Pavlista and Ojala, 1997) แมกนีเซียมมีบทบาทเฉพาะในทางสรีระวิทยาของพืช มีบทบาทสำคัญ คือเป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ แมกนีเซียมจึงมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในพืชและยังมีความสำคัญในกิจกรรมของเอนไซม์ แมกนีเซียมจะช่วยในเรื่องของการขนส่งพลังงาน (Ray, 2000)

แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชปรากฏอยู่ในรูปของอิออน บวกที่อาจแลกเปลี่ยนได้เป็นส่วนใหญ่ เช่นเดียวกับโพแทสเซียม ปริมาณที่ เป็นประโยชน์ในดินขึ้นอยู่กับอัตราการชะล้างที่เกิดกับดิน แร่สำคัญที่แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบได้แก่แร่ที่มีสีเข้มทั้งหลายคือ ไบโอไทต์ โดโลไมต์ ออไจต์ เซอร์เพ็นทีน ฮอส์นเบลนด์ และโอลิเวีย ปริมาณธาตุที่พืชจะดูดกินได้จากดินนอกจากขึ้นอยู่กับปริมาณอิออนบวกที่อาจแลกเปลี่ยนได้ทั้งหมดในดินแล้ว ยังขึ้นอยู่กับสัดส่วนระหว่างธาตุต่างๆ ในกลุ่มนี้ด้วยคือสัดส่วนระหว่าง Ca/Mg, Ca/K, และ Mg/K โดยปกติดินทั่วไปมีแคลเซียมมากกว่าแมกนีเซียมหลายเท่าตัวโดยทั่วไปดินที่มีธาตุแมกนีเซียมไม่เพียงพอต่อพืชคือ ดินเนื้อหยาบที่เป็นกรดจัด (pH ต่ำกว่า 5.5) CEC ต่ำและมีการชะล้างสูงเท่านั้นแมกนีเซียมในดินและปุ๋ย (สมชาย, 2545)

ในดินที่เป็นกรด (acid soil) มักต้องการธาตุแมกนีเซียม ควรให้อัตรา 0.7-1.1 กิโลกรัมต่อไร่ (ศิริพร, 2544) มีการให้ธาตุแมกนีเซียมเมื่อมันฝรั่งอายุ 45 วัน ในอัตรา 8-10

กิโลกรัมต่อไร่ เพราะในระยะนี้มันฝรั่งกำลังสร้างหัวเป็นระยะเวลาที่มันฝรั่งดูดอาหารไปใช้มากที่สุด (บุญธรรม, 2547)

การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมมีแนวโน้มผลผลิตของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเพิ่มสูงขึ้น โดยที่การใส่ปุ๋ยแมกนีซียมซัลเฟตอัตรา 200-300 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมมีผลให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในลำต้นและรากเพิ่มสูงขึ้น แต่ความเข้มข้นแมกนีเซียม ในหัวไม่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมยังส่งเสริมประสิทธิภาพในการดูดใช้ธาตุอาหารต่าง ๆ ต่อปริมาณปุ๋ยที่ใส่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุแมกนีเซียมต่อปริมาณปุ๋ยแมกนีเซียมที่ใส่กลับลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้กำไรส่วนเพิ่มสูงที่สุด เท่ากับ 1,614 บาทต่อไร่ และเมื่อใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นอีกทำให้กำไรส่วนเพิ่มลดลง ไม่คุ้มค่ากับการลงทุนค่าปุ๋ยที่ใส่ลงไป ดังนั้น การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 100-200 กิโลกรัมต่อไร่ จึงเหมาะสมที่สุดในการผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก (จุไรรัตน์, 2551)

การกำหนดคุณภาพ

1. การวัดเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของหัวมันฝรั่งหรือวัดค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันฝรั่งเป็นตัวชี้วัดคุณภาพ

1.1 โรงงานแปรรูปสากลต้องการความเหมาะสมในการแปรรูปเป็นหัวมันฝรั่งแผ่น ต้องมีน้ำหนักแห้ง 22-24 เปอร์เซ็นต์ หรือ มีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1.085

1.2 โรงงานแปรรูปในประเทศไทยกำหนดคุณภาพของหัวมันฝรั่งที่มีน้ำหนักแห้งไม่ต่ำกว่า 17.5 เปอร์เซ็นต์ หรือ มีค่าความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 1.070 ขึ้นไป

เนื่องจากน้ำหนักแห้งและความถ่วงจำเพาะของหัวมันฝรั่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณแป้งในหัวน้ำหนักแห้ง หรือความถ่วงจำเพาะมีค่าสูง แสดงว่ามีปริมาณแป้งมาก ถ้าหัวมันฝรั่งยิ่งมีน้ำหนักแห้งหรือค่าความถ่วงจำเพาะสูง ก็จะเพิ่มมูลค่าของหัวมันฝรั่งให้มีราคาสูงขึ้น ดังนั้นเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งส่งโรงงาน ต้องปลูกมันฝรั่งให้ได้คุณภาพตามที่โรงงานต้องการ

2. ปริมาณน้ำตาลในหัวมันฝรั่ง มีความสำคัญต่อการกำหนดคุณภาพในการแปรรูปเป็นมันฝรั่งทอดแบบแผ่น

2.1 น้ำตาลรีดิวซิ่งพวกกลูโคสและฟรุกโตส โดยเฉพาะปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่งควรมีในหัวมันฝรั่งได้ไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์

ถ้าหัวมันฝรั่งมีปริมาณน้ำตาลสูง เมื่อนำไปทอดน้ำมันจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนหรือกรดอะมิโนทำให้เกิดสีน้ำตาลไหม้ขึ้น โดยทั่วไปโรงงาน ยังไม่มีการกำหนดปริมาณน้ำตาลในหัวมันฝรั่งที่เป็นตัวชี้คุณภาพในการรับซื้อ เนื่องจากการวัดปริมาณน้ำตาลในหัวมันฝรั่งค่อนข้าง ยุ่งยาก และใช้ระยะเวลานาน ไม่เหมือนกับการวัดหาปริมาณน้ำหนักแห้งหรือความถ่วงจำเพาะ นอกจากนี้ปริมาณน้ำตาลในหัวมันฝรั่งมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพการเก็บรักษา

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของมันฝรั่ง

1. พันธุ์ มันฝรั่งแต่ละพันธุ์มีปริมาณแป้งและปริมาณน้ำตาลในหัวแตกต่างกัน ทำให้การแปรรูปแตกต่างกันด้วย

2. ช่วงวันปลูก มันฝรั่งที่ปลูกก่อนในต้นฤดูจะมีคุณภาพดีกว่ามันฝรั่งที่ปลูกล่าช้าในฤดูปลูก คือจะมีน้ำหนักแห้ง และความถ่วงจำเพาะสูง

3. ฤดูปลูก มันฝรั่งในฤดูหนาวจะมีน้ำหนักแห้งหรือความถ่วงจำเพาะสูงกว่ามันฝรั่งที่ปลูกในฤดูฝน

4. อุณหภูมิในช่วงฤดูปลูก ถ้ามีอุณหภูมิสูง จะทำให้น้ำหนักแห้งของมันฝรั่งลดลง

5. การใส่ปุ๋ย ถ้าใส่ปุ๋ยมากโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน ทำให้มันฝรั่งมีน้ำหนักแห้งหรือความถ่วงจำเพาะต่ำ ปริมาณน้ำตาลสูงขึ้นคุณภาพการแปรรูปจะลดลง

6. การให้น้ำ ถ้าให้น้ำมากเกินไปโดยเฉพาะช่วงที่มันฝรั่งเริ่มแก่ ทำให้หัวมันฝรั่งมีน้ำมากปริมาณน้ำหนักแห้งในหัวจะลดลง การเว้นระยะการให้น้ำนานเกินไปจนมันฝรั่งขาดน้ำเป็นช่วงๆ จะทำให้มันฝรั่งมีการเจริญเติบโตไม่ดี ผลผลิตและคุณภาพจะลดลง

7. โรคและแมลง ต้นมันฝรั่งที่ถูกโรคหรือแมลงเข้าทำลาย ทำให้การสร้างอาหารลดลง การสะสมอาหารที่หัวน้อยลงเป็นผลให้ผลผลิต และน้ำหนักแห้งของหัวลดลง

8. อายุเก็บเกี่ยว เป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพของหัวมันฝรั่ง การเก็บเกี่ยวมันฝรั่งที่อายุยังอ่อน จะมีปริมาณน้ำหนักแห้งในหัวต่ำ และมีปริมาณน้ำตาลสูง ทำให้คุณภาพการแปรรูปไม่ดี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2551ก)

วิธีการดำเนินการวิจัย

การจัดการหัวพันธุ์

จากการทดลองและการสังเกตุจากการจัดการหัวพันธุ์มันฝรั่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งจะเห็นว่ามีวิธีการจัดการหัวพันธุ์ 2 วิธีที่นิยมใช้ คือ การใช้หัวพันธุ์ที่มีขนาดเล็กที่เก็บจากการปลูก และอีกวิธี คือ การผ่าหัวพันธุ์ออกเป็นชิ้นเล็กๆ มีขนาดประมาณ 2-3 นิ้ว จากหัวมันฝรั่งขนาดทั่วไปที่เกษตรกรเก็บไว้จากการปลูก

วิธีที่นิยมที่สุดคือการผ่าแบ่งหัวออกเป็น 2-3 ซีก แต่ละซีกต้องให้มีตามติดอยู่ 2-3 ตา แต่การแบ่งหัวนี้อาจจะทำให้เชื้อโรค เข้าตามแผลสู่ลำต้นเป็นเหตุให้ต้นตายได้ แต่ป้องกันได้โดยการนำหัวที่ผ่าแล้วไปแช่ในสารป้องกันกำจัดโรคพืช เช่น บอร์โด มิกซ์เจอร์ หัวบางหัวที่ตายังไม่งอกออกมานั้นอาจจะนำมาเรียงไว้ในร่มแล้วใช้ขี้เถ้าแกลบกลบบางๆ รดน้ำให้พอชื้นทิ้งไว้ 10-15 วัน ตาก็จะงอกออกมาแล้วจึงนำไปปลูกในแปลงหรือผ่าออกเป็นซีกๆ ละ 2-3 ตา แล้วนำไปเก็บไว้ในเข่งหรือลังไม้และใช้กระสอบคลุมปิดไว้ 10-15 วัน ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ตางอกเร็วขึ้น หัวที่ผ่านานแล้วไม่จำเป็นต้องชุบน้ำยาเหมือนหัวที่ผ่าสด เพราะแผลนั้นจะแห้งดีเมื่อเก็บไว้หลายวัน ซึ่งข้อดีและข้อเสียของลักษณะหัวพันธุ์ที่ปลูกทั้งหัวและผ่าเป็นซีก ดังตาราง 3

ตาราง 1 ข้อดี ข้อเสียของหัวพันธุ์ที่ผ่าเป็นชิ้นและหัวพันธุ์ทั้งหัว

	ข้อดี	ข้อเสีย
หัวพันธุ์ที่ผ่าเป็นชิ้น	1) มันฝรั่งจะเจริญเติบโตแข็งแรงดีกว่าเนื่องจากหัวมีอาหารสะสมที่จะช่วยเร่งการเจริญเติบโตผลผลิตจะสูงกว่า 2) ความเสี่ยงของหัวพันธุ์เน่าเสียมีน้อย การจัดการง่ายกว่าในการเพาะหัวพันธุ์	1) สิ้นเปลืองหัวพันธุ์มากอาจถึงประมาณ 400 กิโลกรัมต่อไร่
หัวพันธุ์ทั้งหัว	1) ประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องหัวพันธุ์เมื่อผ่าหัวพันธุ์ปลูกจะใช้ประมาณ 100 กิโลกรัมเท่า 2) สามารถควบคุมขนาดและน้ำหนักของชิ้นพันธุ์ได้ซึ่ง	1) การปลูกด้วยตาส่วนมากจะทำให้เชื้อโรคเข้าทำลายและเน่าเมื่อตัดแบ่งปลูกถึงแม้ว่าจะใช้ยาป้องกันโรคก็ตาม เพราะอากาศร้อนทำให้เชื้อโรคเจริญรวดเร็ว

การวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชทางเคมี

การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

1. การวัดความเป็นกรด-ด่างของดิน (ดิน: น้ำ = 1:1) วัดด้วย pH meter (นงลักษณ์, 2548; Van Lagen, 1996)

2. วิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุโดยวิธีของ Walkley and Black Method (นงลักษณ์, 2548; Walkley and Black, 1947)

3. วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่เป็นประโยชน์ (Avilable P) โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II ทำให้เกิดสีโดยวิธีโมลิบดินัมบลู (Molybdenum Blue Method) และวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer (นงลักษณ์, 2548; Bray and Kurtz, 1945)

4. วิเคราะห์หาปริมาณ Exchangeable K, Ca และ Mg ในดิน สกัดด้วย 1.0 N NH_4OAc pH 7 และวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Lut, 1992)

การวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

1. วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในพืชโดยวิธี Kjedahl Method (นงลักษณ์, 2548; Jackson, 1967)

2. วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในพืชโดยวิธี Yellow Molybdovanadophosphoric Acid วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer (นงลักษณ์, 2548; Ryan and Rashid, 2001)

3. วิเคราะห์หาปริมาณ Total K, Ca และ Mg วัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (นงลักษณ์, 2548; Ryan and Rashid, 2001)

การเก็บข้อมูล

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดิน

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลอง ในพื้นที่ทำการทดลองทั้ง 3 พื้นที่ โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบ Composite sample ในอัตราที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การศึกษาการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง

1. เปอร์เซ็นต์การงอก โดยนับจำนวนหลุมที่งอก หลังทำการปลูก 20 วัน

2. จำนวนลำต้นเฉลี่ยต่อหลุม โดยบันทึกจำนวนลำต้นที่งอกในแต่ละหลุม หลังทำการปลูกได้ 20 วัน สุ่มบันทึก 10 ต้น

3. น้ำหนักแห้ง ทำการสุ่มตัวอย่างพืชทดลอง 5 ครั้ง ครั้งละ 3 หลุมคือ เมื่อมันฝรั่งอายุ 30 45 60 75 และ 90 วันหลังปลูก ตามลำดับ นำมันฝรั่งมาแยกเป็นส่วนๆ ได้แก่ ส่วนลำต้น ส่วนหัว และส่วนราก นำไปอบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน และนำออกมาชั่งน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วนคิดเป็นกรัมต่อต้น

4. อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ดินต่อวัน (Crop growth rate, CGR) เป็นการวัดอัตราการเจริญเติบโตของพืช

$$\text{อัตราน้ำหนักแห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{อายุการเจริญเติบโต}} \quad \text{หน่วย : กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน}$$

5. บันทึกอาการและสาเหตุของโรคหรือแมลง

การศึกษาผลผลิตมันฝรั่ง

1. จำนวนหัวสดเฉลี่ยต่อหลุม (หัวต่อหลุม)
2. น้ำหนักหัวสดเฉลี่ยต่อหลุม (กรัมต่อหลุม)
3. น้ำหนักหัวหัวสดเฉลี่ยต่อหัว (กรัมต่อหัว)
4. รูปร่างลักษณะของหัวและสีผิว
5. ผลผลิดเฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)
6. ความถ่วงจำเพาะของหัวมันฝรั่งสด โดยคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{น้ำหนักในอากาศ}}{\text{น้ำหนักในอากาศ} - \text{น้ำหนักในน้ำ}}$$

การศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนลำต้น รากและหัวของมันฝรั่ง

นำตัวอย่างพืชที่ ทำการสุ่มตัวอย่างในระยะเก็บเกี่ยว 3 ต้น โดยเก็บส่วนเหนือดิน รากและหัวมันฝรั่ง ไปทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยทำการวัดปริมาณ N, P, K, Ca และ Mg

การศึกษาปริมาณความต้องการธาตุอาหารหลัก (N-P-K) และธาตุแมกนีเซียมของมันฝรั่ง

1. จากข้อมูลปริมาณผลผลิตและความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละส่วนของมันฝรั่ง นำไปหาปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดที่มันฝรั่งดูดใช้จากดินหรือปริมาณความต้องการธาตุอาหารทั้งหมดของมันฝรั่ง

2. หาประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารต่อปริมาณปุ๋ยที่ใช้ โดยคำนวณได้จาก

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย} = \frac{\text{ธาตุอาหารที่พืชดูดใช้ (กิโลกรัม)} \times 100}{\text{ธาตุอาหารปุ๋ยที่ใส่ (กิโลกรัม)}}$$

การศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

1. มูลค่าผลผลิต

มูลค่าผลผลิต = ปริมาณหัวสดมันฝรั่ง (กก. /ไร่) X ราคามันฝรั่ง (บาท/กก.)

2. รายได้ส่วนเพิ่ม (บาทต่อไร่) = รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากขบวนการผลิตมันฝรั่งเนื่องจากการใช้ปัจจัยผันแปร เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งหน่วย

3. ต้นทุนส่วนเพิ่ม (บาทต่อไร่) เท่ากับ ต้นทุนค่าปุ๋ยโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่เพิ่มขึ้นจากขบวนการผลิตมันฝรั่งเนื่องจากการใช้ปัจจัยผันแปร เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งหน่วย

4. กำไรส่วนเพิ่ม (บาทต่อไร่)

กำไรส่วนเพิ่ม (บาท/ไร่) = รายได้ X ต้นทุนส่วนเพิ่ม

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

นำข้อมูลแต่ละลักษณะไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบ Complete Block Design (RCBD) และ Factorial in RCBD แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

การวางแผนการทดลอง

ทำการศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้คำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมกับการผลิตมันฝรั่งของเกษตรกร ในสภาพไร่นาของเกษตรกรในฤดูปลูกมันฝรั่งหลังการปลูกข้าว ระหว่างเดือนตุลาคม 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2551 โดยแต่ละกิจกรรมจะทำในพื้นที่การศึกษา 3 พื้นที่ ซึ่งรายละเอียด วิธีการ และผลการทดลองสามารถกล่าวแยกเป็นแต่ละกิจกรรมดังนี้

กิจกรรมที่ 1 อิทธิพลของอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่มีผลต่อ ปริมาณผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก

เป็นการศึกษาอิทธิพลของอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมและปุ๋ยแมกนีเซียมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกที่ปลูกหลังระบบการทำนาในจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อใช้กำหนดอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่เหมาะสมกับมันฝรั่งในพื้นที่ ที่มีปริมาณโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่แตกต่างกัน โดยอาศัยการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อนปลูก ทำการศึกษาในสภาพนาของเกษตรกรในฤดูปลูกมันฝรั่งหลังการปลูกข้าวระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ใน 3 พื้นที่ ของบ้านแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

พื้นที่ทดลองบ้านแม่แฝก 1 เนื้อดินเป็นประเภท ดินร่วนเหนียว (Clay loam) ซึ่งเป็นชุดดินหางดง (Hangdong series: Hd) เกิดจากตะกอนน้ำพาบริเวณตะพักลำน้ำหรือที่ราบระหว่างเขา การระบายน้ำเลว ดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเทา มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำตาลแก่ดิน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข) มีค่า pH ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเล็กน้อย (6.35) ปริมาณอินทรียวัตถุ อยู่ในระดับต่ำ (0.99 %) ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับที่สูงมาก (354 มก./กก.) ธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (31 มก./กก.) ธาตุแคลเซียมอยู่ในระดับต่ำ (608 มก./กก.) และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (64 มก./กก.) พื้นที่บ้านแม่แฝก 1 ก่อนการปลูกมันฝรั่งได้มีการปลูกข้าวซึ่งมีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 16-16-18 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย Urea สูตร 46-0-0 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อไร่และได้มีการไถกลบตอซังข้าวเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินด้วย สำหรับการชลประทานจะใช้น้ำจะคลองชลประทาน โดยการให้น้ำจะให้แบบการปล่อยตามร่อง

พื้นที่ทดลองบ้านแม่แฝก 2 เนื้อดินเป็นประเภท ดินร่วนปนทราย (Sandy loam) ซึ่งเป็นชุดดินสันทรายดิน (Sansai series: Sai) เกิดจากตะกอนน้ำพาบริเวณตะพักลำน้ำและที่ราบระหว่างเขา การระบายน้ำค่อนข้างเลว ดินล่างเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย สีเทา สีเทาอ่อนหรือสีเทาปนชมพู มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำตาลแก่ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข) มีค่า pH เป็นกรดเล็กน้อย (6.77) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ (1.19 %) ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับที่สูงมาก (240 มก./กก.) ธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (118 มก./กก.) ธาตุแคลเซียมอยู่ในระดับปานกลาง (1,060 มก./กก.) และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (103 มก./กก.) พื้นที่บ้านแม่แฝก 2 พื้นที่ก่อนที่มีการปลูกมันฝรั่งทำมีการปลูกข้าวซึ่งมีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งปุ๋ย Urea สูตร 46-0-0 ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และได้มีการไถกลบตอซังข้าวเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินด้วย สำหรับการชลประทานจะใช้น้ำจะคลองชลประทาน โดยการให้น้ำจะให้แบบการปล่อยตามร่อง

พื้นที่ทดลองบ้านแม่แฝก 3 เนื้อดินเป็นประเภท ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay loam) ซึ่งเป็นชุดดินหางดง (Hangdong series: Hd) เกิดจากตะกอนน้ำพาบริเวณตะพักลำน้ำหรือที่ราบระหว่างเขา การระบายน้ำเลว ดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเทา มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำตาลแก่ดิน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข) ดินมีค่า pH เป็นกรดจัด (5.61) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ (0.99 %) ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับที่สูงมาก (167 มก./กก.) ธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงมาก (131 มก./กก.) ส่วนธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง (1,543 และ 177 มก./กก. ตามลำดับ) พื้นที่บ้านแม่แฝก 2 พื้นที่ก่อนที่มีการปลูกมันฝรั่งทำมีการปลูกข้าวซึ่ งมีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งปุ๋ย Urea สูตร 46-0-0 ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และได้มีการไถกลบตอซังข้าวเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินด้วย สำหรับการชลประทานจะใช้น้ำจะคลองชลประทาน โดยการให้น้ำจะให้แบบการปล่อยตามร่อง

แผนการทดลองและสิ่งทดลอง

การวางแผนการทดลอง ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) 4 ปัจจัยการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยมีสิ่งทดลองประกอบดังนี้

ตาราง 2 ปริมาณอัตราปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองกิจกรรมที่ 1

Treatment	46-0-0 (กก.N ต่อไร่)	0-46-0 (กก. P_2O_5 ต่อไร่)	0-0-50 (กก. K_2O ต่อไร่)	$MgSO_4$ (กก. ต่อไร่)
1	27	8	37.4	100
2	27	8	37.4	300
3	27	8	56.1	100
4	27	8	56.1	300

จัดการแปลงทดลอง

ขนาดของแปลงทดลองย่อยกว้าง 0.85 เมตร ยาว 5 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 85 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้น 15 เซนติเมตร ร่องน้ำกว้าง 30 เซนติเมตร ลึก 30 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างซ้ำ 50 เซนติเมตร

วิธีการปลูกโดยใช้หัวพันธุ์วางตามร่องเว้นช่องห่างระหว่างหัว 15 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยโดยการโรยบริเวณข้างๆ หัวพันธุ์มันฝรั่งทั้งสองข้างแล้วไถกลบดิน การใส่ปุ๋ย โดย ปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟส ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต ผสมกันแล้วใส่พร้อมปลูกโดยโรยข้างๆหัวพันธุ์มันฝรั่ง ปุ๋ยยูเรีย ทำการแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรก ใส่พร้อมปลูกอัตรา 15 กิโลกรัม N ต่อไร่ ครั้งที่สองใส่เมื่อมันฝรั่งอายุ 30 วันหลังปลูก อัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยโรยตามร่องน้ำ ส่วน การให้น้ำ โดยปล่อยตามร่องและให้สัปดาห์ละ 1 ครั้ง แต่ก็ขึ้นอยู่กับสภาพของอากาศและความชื้นในดิน

กิจกรรมที่ 2 อิทธิพลของปุ๋ยฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก

ทำการศึกษาในไร่นาของเกษตรกรในฤดูปลูกมันฝรั่งในนาข้าวระหว่างเดือนตุลาคม 2551 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2552 โดยศึกษาอิทธิพลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ทำการปลูกทดสอบใน 3 พื้นที่ คือ 1) บ้านเจดีย์แม่ครัว ตำบลแม่แฝกใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 2) บ้านแม่แฝกหลวง ตำบลแม่แฝกใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 3) บ้านแม่แดง ตำบลช่อแล อำเภอแม่แดง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

ชุดดินสันทราย 1 เป็นพื้นที่ทดลองบ้านเจดีย์แม่ครัว เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) ชุดดินสันทราย (Sansai series: Sai) เกิดจากตะกอนน้ำพาบริเวณตะพักลำน้ำและที่ราบระหว่างเขา การระบายน้ำค่อนข้างเลว ดินล่างเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย สีเทา สีเทาอ่อน หรือสีเทาปนชมพู มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง หรือสีน้ำตาลแก่ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ก) ผลการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง พบว่า มีค่า pH เป็นกลาง (6.75) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ (0.91 เปอร์เซ็นต์) ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก (369 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง (62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ธาตุแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (924 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และธาตุแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ชุดดินสันทราย 2 เป็นพื้นที่ทดลองบ้านแม่แฝกหลวง เนื้อดินเป็นดินร่วน (Loam) ชุดดินสันทราย (Sansai series: Sai) เกิดจากตะกอนน้ำพาบริเวณตะพักลำน้ำและที่ราบระหว่างเขา การระบายน้ำค่อนข้างเลว ดินล่างเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย สีเทา สีเทาอ่อน หรือสีเทาปนชมพู มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง หรือสีน้ำตาลแก่ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ก) ผลการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง พบว่า มีค่า pH เป็นกรดปานกลาง (5.49) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ (0.73 เปอร์เซ็นต์) ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็น

ประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก (182 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ธาตุแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (416 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และธาตุแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ชุดดินหางดง เป็นพื้นที่ทดลองบ้านแม่แดง เนื้อดินเป็นดินเหนียว (Clay) ชุดดินหางดง (Hangdong series: Hd) เกิดจากตะกอนน้ำพาบริเวณตะพักลำน้ำและที่ราบระหว่างเขา การระบายน้ำเลว ดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเทา มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำตาลแก่ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข) ผลการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง พบว่า มีค่า pH เป็นกลาง (6.82) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (2.12 เปอร์เซ็นต์) ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก (78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก (135 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ธาตุแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก (6,024 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และธาตุแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง (598 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

แผนการทดลองและสิ่งทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design (Factorial in RCBD) 2 ปัจจัยการทดลอง 3 ซ้ำ (Replications) มีทั้งหมด 12 หน่วยทดลอง โดยมีสิ่งทดลองประกอบดังนี้

ตาราง 3 ปริมาณอัตราปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองกิจกรรมที่ 2

สิ่งทดลองที่	46-0-0 (กก.Nต่อไร่)	0-46-0 (กก.P_2O_5ต่อไร่)	$MgSO_4$ (กก.$MgSO_4$ต่อไร่)	0-0-50 (กก.K_2Oต่อไร่)
1	27	4	100	37.4
2	27	4	300	37.4
3	27	8	100	37.4
4	27	8	300	37.4

โดยปุ๋ยยูเรีย ทำการแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรก ใส่พร้อมปลูกอัตรา 15 กิโลกรัม N ต่อไร่ ครั้งที่สองใส่เมื่อมันฝรั่งอายุ 30 วันหลังปลูก อัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยโรยตามร่องน้ำ

การจัดการแปลงทดลอง

ขนาดแปลงทดลองย่อยกว้าง 5.45 เมตร ยาว 5 เมตร ระยะปลูกระหว่างแถว 85 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 15 เซนติเมตร ร่องน้ำกว้าง 30 เซนติเมตร และลึก 30 เซนติเมตร

การใส่ปุ๋ย ทำการใส่ ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต ในวันปลูก โดยใส่เป็นแถบข้างแถวปลูก โดยที่ปุ๋ยยูเรียแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกอัตรา 15 กิโลกรัม N ต่อไร่ ในวันปลูกร่วมกับปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต ครั้งที่สองอัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ เมื่อมันฝรั่งมีอายุประมาณ 30 วันหลังปลูก โดยหว่านในร่องน้ำ

กิจกรรมที่ 3 อิทธิพลของวัสดุปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก

ทำการทดลองปลูกมันฝรั่งบนพื้นที่แปลงนาหลังเก็บเกี่ยวข้าวของเกษตรกร ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2552 โดยศึกษาวัสดุปรับปรุงดินที่มีผลต่อการเจริญเติบและผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ทำการปลูกทดสอบใน 2 พื้นที่ คือ 1) บ้านแม่แฝก ตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 2) บ้านช่อแล ตำบลช่อแล อำเภอแม่แดง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

พื้นที่บ้านแม่แฝก เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay loam) เป็นชุดดินสันทราย (Sansai series: Sai) เกิดจากตะกอนน้ำพาบริเวณตะพักลำน้ำและที่ราบระหว่างเขา การระบายน้ำค่อนข้างเลว ดินล่างเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย สีเทา สีเทาอ่อน หรือสีเทาปนชมพู มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง หรือสีน้ำตาลแก่ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ก) ผลการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง พบว่า มีค่า pH เป็นกรดปานกลาง (5.77) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (1.19 เปอร์เซ็นต์) ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก (103 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง (118 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ธาตุแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง(1,060 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และธาตุแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (214 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

พื้นที่บ้านช่อแล เนื้อดินเป็นดินเหนียว (Clay) เป็นชุดดินหางดง (Hangdong series: Hd) เกิดจากตะกอนน้ำพาบริเวณตะพักลำน้ำและที่ราบระหว่างเขา การระบายน้ำเลว ดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเทา มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำตาลแก่ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข) ผลการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง พบว่า มีค่า pH เป็นกรดเล็กน้อย (6.39) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานต่ำ (0.59 เปอร์เซ็นต์) ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก (215 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง (97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ธาตุแคลเซียมที่

แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (964 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และธาตุแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตาราง 4 แสดงประเภทของเนื้อดินก่อนการทดลอง กิจกรรมที่ 3

สถานที่	% Sand	%Silt	% Clay	Texture
พื้นที่ดินร่วนเหนียวปนทราย	44.0	29.3	26.7	Sandy Clay loam
พื้นที่ดินเหนียว	10.0	35.3	54.7	Clay

แผนการทดลองและสิ่งทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยมีขนาดแปลงย่อย 5x5 เมตร ระยะปลูก คือ ระยะห่างระหว่างต้น 15-18 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 85 เซนติเมตร สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ ทั้ง 2 พื้นที่

ตาราง 5 แสดงการจัดสิ่งทดลองชุดดินสันทราย

สิ่งทดลองที่	ชนิดวัสดุ	ปริมาณ(ตัน/ไร่)
1	ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน	-
2	แกลบ	3.8
3	ปุ๋ยหมัก	19

ตาราง 6 แสดงการจัดสิ่งทดลองชุดดินหางดง

สิ่งทดลองที่	ชนิดวัสดุ	ปริมาณ(ตัน/ไร่)
1	ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน	-
2	แกลบ	3.8
3	ปุ๋ยหมัก	19
4	ทราย	69

โดยใช้ปุ๋ยยูเรีย 27 กิโลกรัมต่อไร่, ปุ๋ยฟอสฟอรัส 8 กิโลกรัมต่อไร่, ปุ๋ยโพแทสเซียม 37.4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต 100 กิโลกรัมต่อไร่

การจัดการแปลงทดลอง

ขนาดแปลงย่อย 5x5 เมตร ระยะปลูก คือ ระยะห่างระหว่างต้น 15-18 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 85 เซนติเมตรการใส่ปุ๋ย ทำการใส่ ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต ในวันปลูก โดยใส่เป็นแถบข้างแถวปลูก โดยที่ปุ๋ยยูเรียแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือครั้งแรกอัตรา 15 กิโลกรัม N ต่อไร่ ในวันปลูกร่วมกับปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต ครั้งที่สองอัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ เมื่อมันฝรั่งมีอายุประมาณ 30 วันหลังปลูก โดยหว่านในร่องน้ำ

การให้น้ำ จะปล่อยน้ำตามร่องและให้น้ำสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ถ้าอากาศร้อนมากก็จะให้เร็วกว่ากำหนด (ประมาณ 5 วันต่อครั้ง)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

กิจกรรมที่ 1 อิทธิพลของอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่มีผลต่อ ปริมาณผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงปลูกมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก

ค่า pH

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงปลูกมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก บ้านแม่แฝก 1 (ตาราง 7) พบว่า ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.08-5.30 ซึ่งมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัด บ้านแม่แฝก 2 (ตาราง 8) พบว่า ดินมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.77-6.03 ซึ่งมีปฏิกิริยาเป็นกรดเล็กน้อย และบ้านแม่แฝก 3 (ตาราง 9) พบว่า ดินมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.28-5.41 ซึ่งมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดน้อย ทั้ง 3 พื้นที่การทดลอง pH มีความเป็นกรด เนื่องจากการใส่ปุ๋ยยูเรียซึ่งมีความสามารถทำให้ดินเป็นกรดได้ จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังทดลอง พบว่าค่า pH ของดินบ้านแม่แฝก 1 และบ้านแม่แฝก 2 มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนบ้านแม่แฝก 3 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลง pH ลดลงจากเดิม ซึ่งมีค่าเป็นกรดจัด-กรดปานกลาง pH อยู่ในช่วง 5.0 - 6.0 ซึ่งก่อนการทดลองดินมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.6 - 6.7 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการย่อยสลายของอินทรียวัตถุในดิน ทำให้เกิดกรดไนตริก (HNO_3) และเกิดกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) และกรดอินทรีย์อื่นๆ (บุญแสน, 2553) และในการทดลองได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของยูเรีย และการที่ดินได้รับปุ๋ยไนโตรเจนก็จะเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและเกิดขึ้นในสภาพที่ดินมีออกซิเจนเท่านั้น ซึ่งการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมทุกชนิดรวมทั้งปุ๋ยยูเรียมีผลทำให้ดินมีความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่า pH ของดินลดลง (Maurice, 1990)

ปริมาณอินทรียวัตถุ

ปริมาณอินทรียวัตถุบ้านแม่แฝก 1 (ตาราง 7) อยู่ในระดับปานกลาง (1.40-1.72 %) บ้านแม่แฝก 2 (ตาราง 8) อยู่ในระดับต่ำ (1.32-1.41 %) และบ้านแม่แฝก 3 (ตาราง 9) อยู่ในระดับปานกลาง (1.88-2.08 %) ปริมาณของอินทรียวัตถุทั้ง 3 พื้นที่การทดลองมีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับ

ต่ำ-ปานกลาง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ผ่านการทำการเกษตรมาเป็นเวลานานทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ และบ้านแม่แฝก 2 มีปริมาณของอินทรียวัตถุต่ำ เนื่องจากมีลักษณะเป็นดินทรายซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่าดินชนิดอื่น ดินที่เป็นดินทรายจะมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ และเม็ดดินจะไม่เกาะตัวกันได้ดี ทำให้การอุ้มน้ำของดินน้อยลง (บุญแสน, 2553) และจากข้อมูลของเกษตรกรเรื่องการจัดการดิน การจัดการเศษเหลือของพืช เช่น ฟางข้าว ตอซังข้าว และการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยคอก พบว่าทั้ง 3 พื้นที่ มีการไถกลบตอซังข้าว และในแปลงบ้านแม่แฝก 3 มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์บางส่วนแต่ในปริมาณที่ไม่มากจึงส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นก่อนการทดลองและมากกว่าพื้นที่บ้านแม่แฝก 1 และบ้านแม่แฝก 2 แต่ปริมาณอินทรียวัตถุมีอยู่ต่ำ ถ้าดินมีอินทรียวัตถุตั้งแต่ 1.0–2.0 เปอร์เซ็นต์ ดินมีอินทรียวัตถุปานกลาง ควรเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดินบ้าง (บุญแสน, 2553) ซึ่งก่อนการทดลองควรมีการจัดการเรื่องของปริมาณอินทรียวัตถุให้มีในระดับที่สูงขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยอินทรียหรือปุ๋ยคอกแล้วไถกลบเพื่อเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดิน

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของทั้ง 3 พื้นที่ คือ บ้านแม่แฝก 1 (ตาราง 7) แม่แฝก 2 (ตาราง 8) และบ้านแม่แฝก 3 (ตาราง 9) อยู่ในระดับสูงมาก (389-461, 284-327, 232-276 มก./กก.) เนื่องจากเกษตรกรได้ทำการเกษตรมาเป็นระยะเวลานานและเนื่องจากสภาพของดินที่เป็นกรดจึงทำให้เกิดการตรึงฟอสฟอรัสในดินปริมาณฟอสฟอรัสจึงมีในปริมาณที่สูง ปริมาณฟอสฟอรัสในดินในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลอง (อาจเนื่องมาจากมีการปลูกมันฝรั่งและทำนามาเป็นระยะเวลายาวนาน) และมีการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสเป็นจำนวนมาก แต่มันฝรั่งดูดใช้เพียงบางส่วน จึงทำให้มีธาตุฟอสฟอรัสตกค้างสะสมในดินเป็นจำนวนมาก ในการปลูกพืชไร่ทั่วไปฟอสฟอรัสเพียง 60 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ก็เพียงพอ สมเกียรติ (2542) กล่าวว่า อย่างไรก็ตามปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดินเมื่อละลายน้ำแล้ว พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้จริงเพียง 10 - 30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนที่เหลือจึงตกค้างอยู่ในดิน และอยู่ในรูปที่ตกตะกอนพืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ยาก ซึ่งการทดลองใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียง 8 กิโลกรัมต่อไร่ ของ P_2O_5 ยังมีปริมาณฟอสเฟตที่ตกค้างในดินในปริมาณที่มาก

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของทั้ง 3 พื้นที่ คือ บ้านแม่แฝก 1 แม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3 (ตาราง 7,8 และ 9) อยู่ในระดับสูงมาก (352-465, 492-585, 232-276 มก./กก.) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณที่เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมสูงขึ้นตามอัตราการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตที่มากขึ้น (37.4 และ 56.1 กิโลกรัมต่อไร่) ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมในช่วง 270 - 585 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยอัตราปุ๋ยที่อัตรา 56.1 กิโลกรัมต่อไร่ให้ปริมาณโพแทสเซียม 585 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้อาจเนื่องจากการที่ในดินมีการสะสมปริมาณโพแทสเซียมที่มากพอเกินความต้องการของพืช โดยทั่วไปโพแทสเซียมในดินจะถูกเคลื่อนย้ายออกจากระบบโดยการดูดใช้ของพืชหรือการชะล้างสู่ดินชั้นล่างและจะได้รับการเพิ่มเติมโดยการปลดปล่อยโพแทสเซียมในรูปของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) และโพแทสเซียมในรูปที่ถูกตรึง (Fixation K) และเมื่อมีโพแทสเซียมในสารละลายดินเพิ่มขึ้นหลังจากการให้ปุ๋ยเคมี โพแทสเซียมจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังส่วนของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และส่วนของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ (Krauss and Johnston, 2002)

ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ธาตุแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทั้ง 3 พื้นที่มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (1,298-1,335, 1,125-1,228, 1,059-1,223 มก./กก.) และธาตุแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทั้ง 3 พื้นที่มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (164-272, 178-197, 124-173 มก./กก.) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทั้ง 3 พื้นที่ทำการทดลองมีปริมาณที่สูงมาก เนื่องจากก่อนการปลูกมันฝรั่งได้มีการโรยปูนขาวเพื่อทำเป็นแนวแปลงในการปลูก ปูนเกิดการฟุ้งกระจายด้วยลมและการโรยปูนอาจจะไม่สม่ำเสมอกัน เมื่อไถกลบหัวพันธุ์มันฝรั่งทำให้ปูนเกิดการเคลื่อนที่หรือโดนกลบด้วยรถขุดแล้วกระจายตัวในแปลงปลูก เมื่อทำการเก็บตัวอย่างดินโดยการสุ่มตามตำรับการทดลองซึ่งอาจจะเก็บในบริเวณที่มีการสะสมของปูนที่มีการรวมตัวหรือกระจายตัวทำให้มีปริมาณของแคลเซียมที่สูงมาก ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยแมกนีเซียมที่ใส่ (100 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่) โดยที่บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3 มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีการเพิ่มขึ้น

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น 124 - 272 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากมันฝรั่งมีการดูดใช้แมกนีเซียมน้อยเพียง 1 - 4 กิโลกรัมต่อไร่ ในดินที่มี Mg Index 0 (0 - 25 mg Mg/l) ใส่แมกนีเซียมเพียง 8 กิโลกรัมต่อไร่ ก็เพียงพอแล้ว แมกนีเซียมบางส่วนที่ยังคงเหลืออยู่ในดินจะเป็นประโยชน์กับพืชที่ปลูกต่อมาในการปลูกพืชหมุนเวียน (Allison et al., 2001)

ตาราง 7 คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1

อัตราปุ๋ย (กิโลกรัมต่อไร่)		คุณสมบัติทางเคมีของดิน					
		pH	OM (%)	Available-P (มก./กก)	Exch.K (มก./กก)	Exch.Ca (มก./กก)	Exch.Mg (มก./กก)
K_2O	$MgSO_4$						
37.4	100	5.08^{a}	1.60^{ab}	395	369	1,298	191^{c}
37.4	300	5.25^{a}	1.72^{a}	389	352	1,306	272^{b}
56.1	100	5.30^{ab}	1.40^{b}	391	429	1,323	164^{c}
56.1	300	5.27^{b}	1.42^{ab}	461	465	1,335	230^{c}
Lsd 0.05		0.164	0.211	ns	ns	ns	23.02
C.V. (%)		1.57	6.84	16.27	24.90	7.03	5.37

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 8 คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 2

อัตราปุ๋ย (กิโลกรัมต่อไร่)		คุณสมบัติทางเคมีของดิน					
		pH	OM (%)	Available-P (มก./กก)	Exch.K (มก./กก)	Exch.Ca (มก./กก)	Exch.Mg (มก./กก)
K_2O	$MgSO_4$						
37.4	100	6.03[a]	1.41	284	492	1,170[a]	193
37.4	300	5.77[b]	1.36	324	495	1,228[a]	196
56.1	100	5.81[ab]	1.32	319	585	1,245[ab]	178
56.1	300	5.89[ab]	1.32	327	523	1,125[b]	197
Lsd 0.05		0.239	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)		2.04	5.58	9.09	12.52	13.34	10.70

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 9 คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 3

อัตราปุ๋ย (กิโลกรัมต่อไร่)		คุณสมบัติทางเคมีของดิน					
		pH	OM (%)	Available-P (มก./กก)	Exch.K (มก./กก)	Exch.Ca (มก./กก)	Exch.Mg (มก./กก)
K_2O	$MgSO_4$						
37.4	100	5.41	1.93	232	295[c]	1,109	124[b]
37.4	300	5.28	1.98	276	270[bc]	1,187	149[ab]
56.1	100	5.40	1.88	272	388[a]	1,223	130[b]
56.1	300	5.37	2.08	270	348[ab]	1,059	173[a]
Lsd 0.05		ns	ns	ns	76.58	ns	16.70
C.V. (%)		2.56	8.58	17.52	11.78	10.80	5.80

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การศึกษาผลผลิตมันฝรั่ง

จำนวนหัวต่อหลุม

จากการทดลองเปรียบเทียบจำนวนหัวต่อต้นของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่ออายุ 80 วัน (ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต) เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน (ตาราง 10) พบว่า ไม่มีผลให้จำนวนหัวต่อต้นของมันฝรั่งแตกต่างทางสถิติ โดยทั่วไปต้นมันฝรั่ง 1 หลุม จะมีหัวได้ตั้งแต่ 1 ขึ้นไป ซึ่งจะมีปริมาณที่มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการจัดการดูแล เช่น การให้น้ำ ใส่ปุ๋ย รวมถึงลักษณะของแต่ละพันธุ์ โดยบ้านแม่แฝก 1 มีจำนวนหัวต่อต้นของมันฝรั่งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 - 5.00 หัว ส่วนบ้านแม่แฝก 2 จำนวนหัวต่อต้นมีความแตกต่าง ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ มีจำนวนหัวต่อต้นของมันฝรั่งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 - 6.00 หัว และบ้านแม่แฝก 3 มีจำนวนหัวต่อต้นของมันฝรั่งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.33 - 6.33 หัว

น้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อหลุม

จากการทดลองเปรียบเทียบน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อต้นของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่ออายุ 80 วัน (ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต) เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน (ตาราง 10) พบว่า ไม่มีผลให้จำนวนหัวต่อต้นของมันฝรั่งแตกต่างทางสถิติ เนื่องจากหัวของมันฝรั่งแต่ละหลุมมีไม่เท่ากันและมีน้ำหนักหัวที่แตกต่างกัน โดยบ้านแม่แฝก 1 มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อต้นของมันฝรั่งเท่ากับ 482 - 511 กรัมต่อหลุม บ้านแม่แฝก 2 มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อต้นของมันฝรั่งเท่ากับ 399 - 602 กรัมต่อหลุม และบ้านแม่แฝก 3 มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อต้นของมันฝรั่งเท่ากับ 231 - 315 กรัมต่อหลุม

น้ำหนักสดต่อหัว

จากการทดลองเปรียบเทียบน้ำหนักหัวต่อหัวของมันฝรั่งพันธุ์แอดแลนดิกเมื่ออายุ 80 วัน (ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต) เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน (ตาราง 10) พบว่า บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3 มีผลให้น้ำหนักหัวต่อต้นของมันฝรั่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญและมีค่าเท่ากับ 148 - 199, 197 - 200 และ 173 - 199 กรัม

ต่อหัว ตามลำดับ ซึ่งน้ำหนักของมันฝรั่งนั้นขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตและการสะสมอาหารในหัวของแต่ละพื้นที่ การได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอรวมถึงการจัดการด้านอื่นอย่างถูกต้องและเหมาะสม

การเกิดโรคและแมลง

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ที่ทำการปลูกทดสอบใน 3 พื้นที่ คือ บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3 พบว่ามีการเกิดโรคในระหว่างการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง ซึ่งแปลงปลูกทดสอบที่บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 การเกิดโรคต่าง ๆ มีความรุนแรงของการเสียหายน้อย ฉะนั้นจึงไม่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตมันฝรั่งมากนัก ส่วนแปลงปลูกทดสอบที่บ้านแม่แฝก 3 พบว่าการเกิดโรคหัวเน่า มีซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตมันฝรั่งในระยะเก็บเกี่ยว มีลักษณะการเกิดโรคดังนี้

โรคหัวเน่าจากเชื้อราฟิวซาเรียม (Fusarium Dry and Wilt) สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Fusarium* spp. ซึ่งอาศัยเกาะกินเศษซากพืชและอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในดิน การระบาดส่วนใหญ่เชื้อจะติดไปกับดิน น้ำ เครื่องมือต่าง ๆ รวมทั้งหัวพันธุ์ที่นำมาปลูก ลักษณะอาการ จะเกิดขึ้นที่ราก ทำให้เนื้อเยื่อบริเวณที่เป็นโรคเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ใบมีอาการเหลืองเป็นดวง ๆ ต่อมาพืชทั้งต้นจะเหี่ยวและแห้งตาย ส่วนอาการหัวเน่า บริเวณแผลที่เป็นโรค เริ่มแรกจะมีสีคล้ำ และยุบตัว ต่อมาขยายออกพร้อมกับเนื้อเยื่อส่วนใต้แผลมีการเน่าและยุบลง เกิดเป็นโพรงและอาจมีเส้นใยและสปอร์สีขาวของเชื้อราปรากฏอยู่ด้วย การป้องกันกำจัดโดย การใช้หัวพันธุ์ที่ปราศจากโรคโดยแช่หัวพันธุ์ในน้ำยาฆ่าเชื้อราก่อนปลูก เช่น Benlate สำหรับต้นที่เป็นโรคควรถอนทำลายโดยนำไปเผาไฟพร้อมกับดินและเศษพืชบริเวณโคนต้น

ตาราง 10 จำนวนหัวต่อหลุม น้ำหนักหัวเฉลี่ยและน้ำหนักหัวต่อหลุม ที่อายุ 80 วัน เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน

สถานที่ปลูก	อัตราปุ๋ย K_2O (กิโลกรัมต่อไร่)		จำนวนหัวต่อหลุม (หัว)	น้ำหนักหัวเฉลี่ย (กรัม/หลุม)	น้ำหนักสดต่อหัว (กรัม)
	K_2O	$MgSO_4$			
บ้านแม่แฝก 1	37.4	100	5.00	482	148[ab]
	37.4	300	4.33	478	178[b]
	56.1	100	5.33	470	187[b]
	56.1	300	5.00	511	199[a]
	Lsd (0.05)		ns	ns	11.65
	C.V. (%)		32.34	22.53	3.26
บ้านแม่แฝก 2	K_2O	$MgSO_4$			
	37.4	100	4.66[ab]	399	167[c]
	37.4	300	5.66[ab]	601	184[b]
	56.1	100	4.33[b]	471	200[a]
	56.1	300	6.00[a]	602	193[ab]
	Lsd (0.05)		1.48	ns	14.80
	C.V. (%)		14.43	23.06	3.97
บ้านแม่แฝก 3	K_2O	$MgSO_4$			
	37.4	100	6.33	315	173[b]
	37.4	300	5.33	231	189[ab]
	56.1	100	6.33	271	196[a]
	56.1	300	5.33	235	199[a]
	Lsd (0.05)		ns	ns	21.58
	C.V. (%)		36.03	32.68	5.68

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณผลผลิตมันฝรั่ง

ปริมาณผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่ออายุ 80 วัน (ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต) จำแนกประเภทออกเป็น หัวทางการตลาด หัวขนาดเล็ก หัวแตกและหัวเขียว

หัวทางการตลาด

ปริมาณหัวทางการตลาด (ตาราง 11) บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3 มีปริมาณผลผลิตหัวทางการตลาด 3,243 - 3,642, 3,153 - 3,970 และ 2,821 - 3,513 ตามลำดับ ทั้ง 3 พื้นที่การทดลอง มีปริมาณผลผลิตหัวทางการตลาดของมันฝรั่งเพิ่มขึ้นตามการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตและปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟตในอัตราที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานทดลองของเจนจิรา (2550) และ จุไรรัตน์ (2551) กล่าวว่าผลผลิตของหัวมันฝรั่งตามที่โรงงานต้องการมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในอัตราที่สูงขึ้น ซึ่งผลผลิตหัวมันฝรั่งตามที่โรงงานต้องการที่มีหัวขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไปไม่มีแผลไม่เน่าเสียและไม่มีหัวเขียว (วิวัฒน์, 2538) โดยผลผลิตหัวมันฝรั่งอยู่ในช่วง 2,821 - 3,970 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับ Pavlista and Blumenthal (2000) ที่รายงานว่าการใช้โพแทสเซียมในปริมาณเพิ่มมากขึ้นจะส่งเสริมให้หัวมันฝรั่งให้มีขนาดใหญ่ และพบว่าผลผลิตมันฝรั่งเพิ่มขึ้น 80 กิโลกรัมต่อไร่ จากการใช้แมกนีเซียม 8.64 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวมันฝรั่ง 7,536 กิโลกรัมต่อไร่เปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมให้ผลผลิต 6,944 กิโลกรัมต่อไร่ และบ้านแม่แฝก 3 มีปริมาณการเพิ่มขึ้นอย่างมีความแตกต่างทางสถิติ

หัวเล็ก

ปริมาณผลผลิตหัวขนาดเล็กของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก (ตาราง 11) เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1 มีปริมาณลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิต และมีค่าเท่ากับ 486 - 721 กิโลกรัมต่อไร่ บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3 ปริมาณหัวขนาดเล็กมีการลดลงเช่นเดียวกันแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 277 – 547 และ 280 – 598 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การลดลงของปริมาณหัวเล็กเนื่องจากโพแทสเซียมจะช่วยส่งเสริม

ในเรื่องการเพิ่มขนาดของหัวมันฝรั่งช่วยให้หัวมันฝรั่งมีขนาดใหญ่ขึ้น (Patricia and Bansal, 1999) และผลผลิตในส่วนหัวขนาดเล็กนั้นเกษตรกรสามารถที่จะนำไปผลิตเป็นหัวพันธุ์สำหรับใช้ปลูกในฤดูต่อไป โพแทสเซียมจึงไม่มีบทบาทมากต่อหัวเล็กและต้องการปริมาณโพแทสเซียมในปริมาณน้อย (Martin, 1989)

หัวเขียว

ผลผลิตหัวเขียวของทั้ง 3 พื้นที่การทดลอง มีความแตกต่างกันซึ่งในพื้นที่บ้านแม่แฝก 2 และ บ้านแม่แฝก 3 (ตาราง 11) มีค่า 303-456 และ 142-202 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีปริมาณของหัวแตกสูงกว่า บ้านแม่แฝก 1 มีค่า 15-109 เนื่องจากพื้นที่บ้านแม่แฝก 2 และ บ้านแม่แฝก 3 เป็นดินร่วนปนทรายและดินร่วนเหนียวปนทราย มีผลต่อการทำให้เกิดหัวเขียวสูง ซึ่งหัวเขียวเกิดจากการที่หัวมันฝรั่งได้รับแสงแดดในปริมาณที่มาก และได้รับแสงแดดเมื่อหัวมันฝรั่งโผล่พ้นเหนือดิน โดยเฉพาะในดินทรายที่สามารถเกิดการสูญเสียดินโดยทางลมและน้ำได้ง่ายกว่าดินประเภทอื่นๆ ทำให้มันฝรั่งโผล่ขึ้นเหนือดินและได้รับแสง เกิดการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์และผิวของมันฝรั่งจึงกลายเป็นสีเขียวรวมทั้งมีการสะสมสารพิษด้วย (William, 2005) ซึ่งแปลงบ้านแม่แฝก 1 จะมีปริมาณของหัวเขียวที่น้อยกว่าบ้านแม่แฝก 2 และบ้านม่แฝก 3 ถึง 4.7 และ 2.4 เท่า เนื่องจากที่บ้านแม่แฝกเป็นดินร่วนเหนียวมีการสูญเสียดินได้ยากกว่าดินทรายจึงทำให้หัวเขียวมีปริมาณน้อยกว่า

หัวแตก

ปริมาณผลผลิตหัวแตก ที่บ้านแม่แฝก 1 แม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3 (ตาราง 11) มีค่าเท่ากับ 148-444, 212-490 และ 34-308 กิโลกรัมต่อไร่ โดยที่บ้านแม่แฝก 2 มีปริมาณของหัวแตกที่สูงกว่าพื้นที่อื่นๆ เนื่องจากพื้นที่เป็นดินทรายและการเกิดหัวแตกนั้นจะเกิดเมื่อดินมีการเปลี่ยนแปลงความชื้น คือ เมื่อสภาพอากาศแห้งแล้งในขณะที่มีการขยายหัว ทำให้ผิวเปลือกของมันฝรั่งมีลักษณะแห้งกร้าน เมื่อได้รับน้ำอีกครั้งมันฝรั่งเริ่มมีการเจริญเติบโดอย่างรวดเร็ว ทำให้มันฝรั่งปรับสภาพไม่ทันจึงเกิดลักษณะของหัวแตกขึ้น (บุญศรี, 2547) และดินทรายทำให้มีปัญหาเรื่องความชื้นของดินเนื่องจากดินเก็บความชื้นได้น้อยกว่าดินชนิดอื่นทำให้บางช่วงที่เว้นการให้น้ำดินแห้งมากเกินไป ซึ่งการแตกของหัวมันฝรั่งมีความสัมพันธ์กับการให้น้ำหลังจากที่ดินแห้งเป็นเวลานาน (Jefferies and

Mackerron, 1987) ส่วนพื้นที่บ้านแม่แฝก 3 มีการจัดการเรื่องน้ำที่เหมาะสมโดยไม่ปล่อยให้ดินเกิดการแห้งเกินไป แม้ว่ามีลักษณะเป็นดินทรายเช่นกันแต่หากมีการจัดการน้ำที่ดีก็สามารถช่วยลดปริมาณของหัวแตกได้ ส่วนที่บ้านแม่แฝก 1 ในพื้นที่มีการจัดการน้ำที่ดีแต่ปริมาณหัวแตกก็มีปริมาณที่สูงเช่นเดียวกับบ้านแม่แฝก 2 เนื่องมาจากพื้นที่บ้านแม่แฝก 1 เกิดโรคโคนเน่าในช่วงที่มันฝรั่งเจริญเติบโตในส่วนหัว ซึ่งเกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อ *Rhizoctonia solani* ซึ่งเป็นสาเหตุของการแตกของหัวมันฝรั่งด้วยเช่นกัน (บุญศรี, 2547)

ตาราง 11 ปริมาณผลผลิต หัวทางการตลาด หัวเล็ก หัวแตก และหัวเขียวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน หน่วย : (กิโลกรัมต่อไร่)

สถานที่ปลูก	อัตราปุ๋ย (กิโลกรัมต่อไร่)		หัวทางการตลาด		หัวเล็ก		หัวแตก		หัวเขียว	
	K_2O	$MgSO_4$	นน. (กิโลกรัม/ไร่)	%	นน. (กิโลกรัม/ไร่)	%	นน. (กิโลกรัม/ไร่)	%	นน. (กิโลกรัม/ไร่)	%
บ้านแม่แฝก 1	37.4	100	3,243	74.1	721[a]	16.5	334	7.6	77	1.8
	37.4	300	3,357	75.3	642[ab]	14.4	444	10.0	15	0.3
	56.1	100	3,504	82.4	494[b]	11.6	148	3.5	109	2.6
	56.1	300	3,642	80.1	486[b]	10.7	328	7.2	88	1.9
	C.V. (%)		7.56		17.07		96.11		118.73	
	Lsd (0.05)		ns		199.82				ns	
บ้านแม่แฝก 2	37.4	100	3,153	73.6	547	12.8	280[ab]	6.5	303	7.1
	37.4	300	3,223	69.5	533	11.5	432[ab]	9.3	456	9.8
	56.1	100	3,558	81.1	277	6.3	212[b]	4.8	339	7.7
	56.1	300	3,970	75.5	342	6.9	490[a]	9.9	382	7.7
	Lsd (0.05)		ns		ns		265.39		ns	
	C.V. (%)		13.47		32.47		33.54		37.51	

ตาราง 11 (ต่อ)

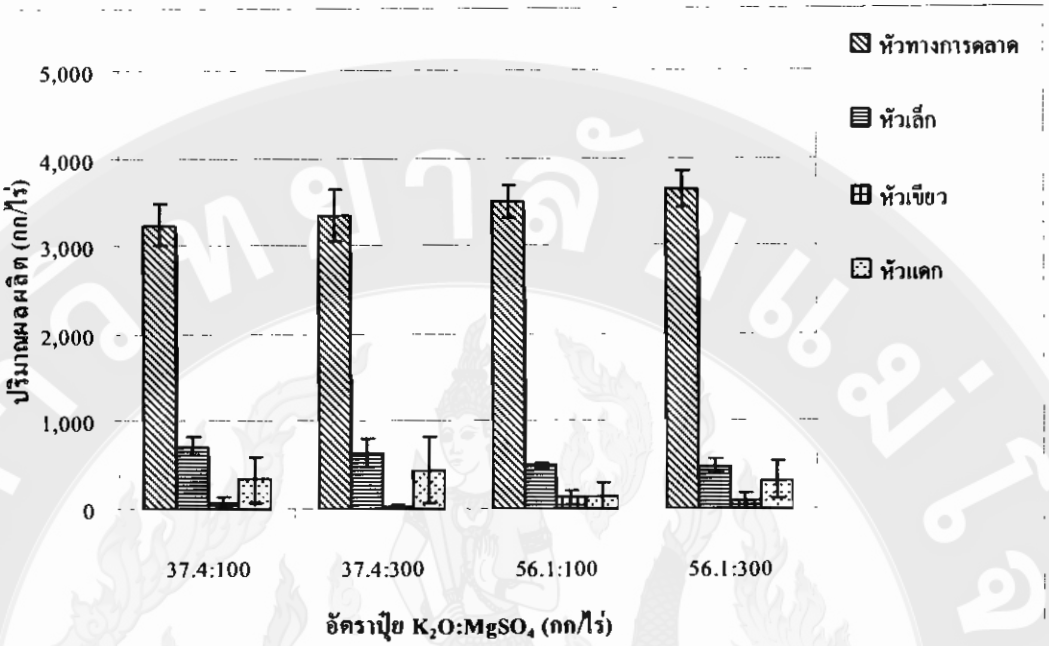
สถานที่ปลูก	อัตราปุ๋ย (กิโลกรัมต่อไร่)		หัวทางการตลาด		หัวเล็ก		หัวแตก		หัวเขียว	
			นน. (กิโลกรัม/ไร่)	%	นน. (กิโลกรัม/ไร่)	%	นน. (กิโลกรัม/ไร่)	%	นน. (กิโลกรัม/ไร่)	%
	K_2O	$MgSO_4$								
บ้านแม่แฝก 3	37.4	100	2,821^{b}	72.9	598^{a}	15.5	308^{a}	8.0	142	3.7
	37.4	300	3,246^{ab}	81.2	398^{ab}	10.0	194^{ab}	4.9	161	4.0
	56.1	100	3,398^{a}	84.5	280^{b}	7.0	142^{ab}	3.5	202	5.0
	56.1	300	3,514^{a}	88.2	286^{b}	7.2	34^{b}	0.9	151	3.8
	Lsd (0.05)		525.94		268.00				ns	
	C.V. (%)		8.11		34.31		55.05		81.06	

หน่วย : (กิโลกรัมต่อไร่)

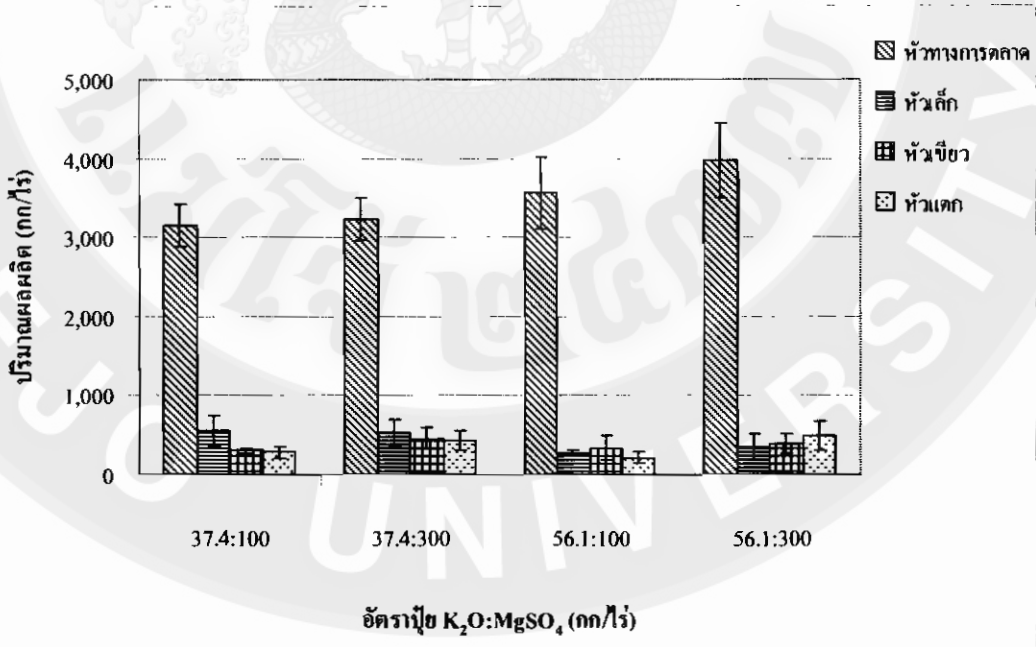
หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

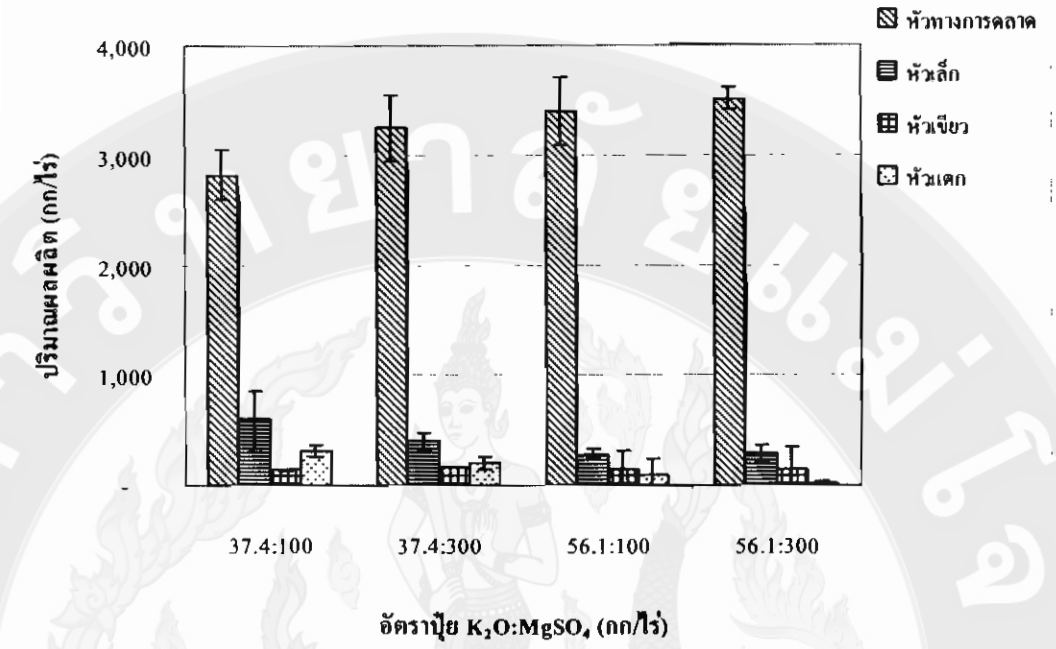
ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพ 1 กราฟผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1



ภาพ 2 กราฟผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 2



ภาพ 3 กราฟผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 3

ความถ่วงจำเพาะของหัวมันฝรั่ง

จากการทดลองเปรียบเทียบค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ที่อายุ 80 วัน (ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต) เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน (ตาราง 12) พบว่า ค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันฝรั่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยบ้านแม่แฝก 1 มันฝรั่งมีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.078 - 1.086 บ้านแม่แฝก 2 มันฝรั่งมีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.066 - 1.073 และบ้านแม่แฝก 3 มันฝรั่งมีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.081 - 1.087 ซึ่งค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ในเกณฑ์ที่โรงงานกำหนด ค่าความถ่วงจำเพาะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแป้ง ถ้าหากมีค่าความถ่วงจำเพาะในปริมาณที่สูงปริมาณแป้งในหัวมันฝรั่งสูงตามด้วย โรงงานแปรรูปมันฝรั่งในประเทศไทยกำหนดค่าความถ่วงจำเพาะของมันฝรั่ง ต้องมีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1.070 (วิวัฒน์, 2538) ซึ่งค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันฝรั่งที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต ในอัตราที่ต่างกัน อยู่ในช่วงที่โรงงานแปรรูปมันฝรั่งกำหนดไว้

ตาราง 12 ความถ่วงจำเพาะของหัวมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่ออายุ 80 วันหลังปลูก เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน

อัตราปุ๋ย (กิโลกรัมต่อไร่)		ค่าความถ่วงจำเพาะ		
		บ้านแม่แฝก 1	บ้านแม่แฝก 2	บ้านแม่แฝก 3
K_2O	$MgSO_4$			
37.4	100	1.080	1.066	1.081
37.4	300	1.086	1.073	1.082
56.1	100	1.085	1.070	1.084
56.1	300	1.078	1.070	1.087
LSD (0.05)		ns	ns	ns
C.V. (%)		0.42	0.49	0.21

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากการศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน

ที่บ้านแม่แฝก 1 (ตาราง 13) พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตรา 56.1: 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวทางการตลาดสูงที่สุด คือ 3,642 บาท มีมูลค่าการผลิตเท่ากับ 40,072 บาทต่อไร่ ซึ่งมีปริมาณมูลค่าสูงที่สุด ของอัตราปุ๋ยที่ใส่ทั้งหมดและในส่วนของต้นทุนการผลิตมีปริมาณสูงที่สุดเช่นกัน คือมีค่าเท่ากับ 4,291 บาทต่อไร่ ในส่วนของรายได้ส่วนเพิ่ม อัตราปุ๋ยที่ 56.1: 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าสูงที่สุดเท่ากับ 5,302 บาทต่อไร่ แต่เมื่อเทียบกับปริมาณมูลค่าของกำไรแล้ว การใส่ปุ๋ยที่อัตรา 56.1:100 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณกำไรส่วนเพิ่มสูงที่สุด คือ 2,741 ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราปุ๋ยที่ 56.1:300, 37.4:100 และ 37.4:300 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่ากำไรเท่ากับ 2,019, 181 และ -205 บาทต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับการใส่ปุ๋ยที่อัตรา 37.4:300 กิโลกรัมต่อไร่มีมูลค่ากำไรติดลบเนื่องจากปริมาณอัตราปุ๋ยแมกนีเซียมที่ใช้นั้นมีปริมาณที่ค่อนข้างสูงเป็น 3 เท่าของอัตราการใส่ที่ 100 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตมีการเพิ่มขึ้นเพียง 114 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ปริมาณต้นทุนส่วนเพิ่มมีค่าสูงกว่ากำไรส่วนเพิ่ม ทำให้มูลค่ากำไรส่วนเพิ่มติดลบ และจากค่า VCR ที่คำนวณได้ พบว่าอัตราปุ๋ยในอัตราที่ 56.1:100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่คุ้มค่า เมื่อเทียบกับอัตราการใส่ปุ๋ยในอัตราอื่น ๆ ซึ่งผลตอบแทนที่ได้ยังไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

บ้านแม่แฝก 2 (ตาราง 13) พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตรา 56.1: 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวทางการตลาดสูงที่สุด คือ 3,970 บาท มีมูลค่าการผลิตเท่ากับ 43,670 บาทต่อไร่ ซึ่งมีปริมาณมูลค่าสูงที่สุด ของอัตราปุ๋ยที่ใส่ทั้งหมดและในส่วนของต้นทุนการผลิตมีปริมาณสูงที่สุดเช่นกัน คือมีค่าเท่ากับ 4,291 บาทต่อไร่ ในส่วนของรายได้ส่วนเพิ่ม อัตราปุ๋ยที่ 56.1: 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าสูงที่สุดเท่ากับ 9,625 บาทต่อไร่ แต่เมื่อเทียบกับปริมาณมูลค่าของกำไรแล้ว การใส่ปุ๋ยที่อัตรา 56.1:300 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณกำไรส่วนเพิ่มสูงที่สุด คือ 6,342 ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราปุ๋ยที่ 56.1:100, 37.4:100 และ 37.4:300 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่ากำไรเท่ากับ 4,050, 1,564

และ -94 บาทต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับการใส่ปุ๋ยที่อัตรา 37.4:100 และ 37.4:300 กิโลกรัมต่อไร่มีมูลค่ากำไรติดลบเนื่องจากปริมาณอัตราปุ๋ยแมกนีเซียมที่ใช้นั้นมีปริมาณที่ค่อนข้างสูงทั้งสองอัตรา 100 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตมีการเพิ่มขึ้นเพียง 335 และ 70 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ปริมาณต้นทุนส่วนเพิ่มมีค่าสูงกว่ากำไรส่วนเพิ่ม จึงทำให้มูลค่ากำไรส่วนเพิ่มติดลบ และจากค่า VCR ที่คำนวณได้ พบว่า อัตราปุ๋ยในอัตราที่ 56.1:100 และ 56.1:300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่คุ้มค่า เมื่อเทียบกับอัตราการใส่ปุ๋ยในอัตราอื่นๆ ซึ่งผลตอบแทนที่ได้ยังไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

บ้านแม่แฝก 3 (ตาราง 13) พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตรา 56.1: 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงที่สุด คือ 3,514 บาท มีมูลค่าการผลิตเท่ากับ 38,654 บาทต่อไร่ ซึ่งมีปริมาณมูลค่าสูงที่สุด ของอัตราปุ๋ยที่ใส่ทั้งหมดและในส่วนของต้นทุนการผลิตมีปริมาณสูงที่สุดเช่นกัน คือมีค่าเท่ากับ 4,291 บาทต่อไร่ ในส่วนของรายได้ส่วนเพิ่ม อัตราปุ๋ยที่ 56.1: 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าสูงที่สุดเท่ากับ 10,120 บาทต่อไร่ และเมื่อเทียบกับปริมาณมูลค่าของกำไรแล้ว การใส่ปุ๋ยที่อัตรา 56.1:100 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณกำไรส่วนเพิ่มสูงที่สุด คือ 7,801 ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราปุ๋ยที่ 56.1:300, 37.4:100 และ 37.4:300 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่ากำไรเท่ากับ 6,837, 4,200 และ 1,765 บาทต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับรายได้ส่วนเพิ่มของการใส่ปุ๋ยในทุกอัตรามีปริมาณที่สูงนั้นเนื่องจากว่า ปริมาณผลผลิตของเกษตรกรมีปริมาณที่น้อยกว่าปริมาณผลผลิตของอัตราการใส่ปุ๋ยทดลองคือ ที่อัตรา 37.4:100 37.4:300 56.1:100 และ 56.1:300 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตมีการเพิ่มขึ้นในปริมาณที่มากกว่าบ้านแม่แฝก 1 และบ้านแม่แฝก 2 ถึง 2.73, 3.31, 2.3, 41.91 และ 3.91, 5.09, 1.74, 1.05 เท่าตามลำดับ และจากค่า VCR ที่คำนวณได้ พบว่า อัตราปุ๋ยทุกอัตรา ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่คุ้มค่าต่อการลงทุน

การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตรา 56.1:100 กิโลกรัมต่อไร่ ในแหล่งปลูกมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกที่บ้านแม่แฝก 1 และบ้านแม่แฝก 3 พบว่ามีความคุ้มค่าต่อการลงทุนเพราะมูลค่าผลผลิตหัวมันฝรั่งยังคงให้กำไรส่วนเพิ่มได้อีก 2,741 และ 7,801 บาทต่อไร่ และที่บ้านแม่แฝก 2 การใส่ปุ๋ยที่อัตรา 56.1:300 ให้กำไรส่วนเพิ่ม 6,342 บาทต่อไร่ ในการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชหรือคุณภาพผลผลิตมีเป้าหมาย 2 ประการคือ การใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตให้ได้มาก

ที่สุดและการใช้ปุ๋ยเพื่อให้ได้ผลตอบแทนมากที่สุด ทั้งสองวิธีมีเป้าหมายแตกต่างกัน ซึ่งในทางปฏิบัติสำหรับการปลูกพืชเพื่อการค้า ผู้ปลูกต้องมีเป้าหมายอยู่ที่ผลตอบแทนสูงสุดเป็นสำคัญ เกษตรกรจะต้องคำ นึงถึงปัจจัยอื่นๆ ทางเศรษฐศาสตร์ นอกเหนือไปจากเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อการเพิ่มผลผลิตพืชด้วย เช่น ปัจจัยด้านการตลาด รายได้ ราคา ผลิตผล และต้นทุนการผลิตต่างๆ รวมทั้งปุ๋ยเคมีที่จะใช้ ซึ่งจากการทดลองอาจกล่าวได้ว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 56.1:100 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเหมาะสมมากที่สุดต่อการผลิตหัวมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกมากที่สุด เนื่องจากให้กำไรต่อไร่สูงที่สุด ในการผลิตหัวมันฝรั่งจะเห็นได้ว่าปริมาณผลผลิตหัวสดนั้นเพิ่มขึ้นด้วยการเพิ่มอัตราการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตและปุ๋ยแมกนีเซียมนอกจากนี้การพิจารณาเลือกใช้ชนิดของปุ๋ยยังมีความสำคัญต่อผลผลิตที่ได้โดยตรงจากต้นมันฝรั่งเช่น การใช้ปุ๋ย K_2SO_4 จะให้ค่า ความถ่วงจำเพาะของหัวมันฝรั่งสูงกว่าการใส่ปุ๋ย KCl เป็นต้น (Walworth and Muniz, 1993)

ตาราง 13 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน

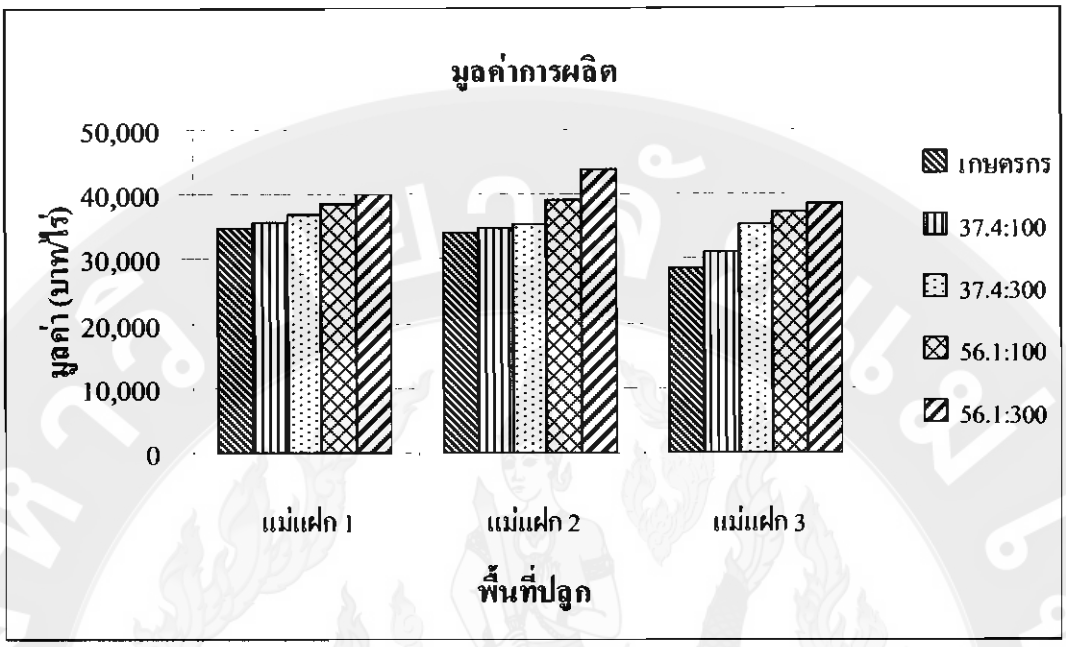
สถานที่ปลูก	อัตราปุ๋ย (กิโลกรัมต่อไร่)		ผลผลิตหัวสด (กก./ไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)	กำไร (บาท/ไร่)	ต้นทุนการผลิต (บาท/ไร่)	ต้นทุนส่วนเพิ่ม (บาท/ไร่)	รายได้ส่วนเพิ่ม (บาท/ไร่)	กำไรส่วนเพิ่ม (บาท/ไร่)	ค่า VCR
	K_2O	$MgSO_4$								
บ้านแม่แฝก 1										
เกษตรกร	26.0	-	3,160	34,760	33,752	1,008	-	-	-	-
	37.4	100	3,243	35,677	33,937	1,740	732	913	181	1.25
	37.4	300	3,357	36,926	32,946	3,980	2,972	2,767	- 205	0.93
	56.1	100	3,504	38,549	36,498	2,051	1,043	3,784	2,741	3.63
	56.1	300	3,642	40,072	35,781	4,291	3,283	5,302	2,019	1.61
บ้านแม่แฝก 2										
เกษตรกร	26.0	-	3,095	34,045	33,037	1,008	-	-	-	-
	37.4	100	3,153	34,683	32,943	1,740	732	638	- 94	0.87
	37.4	300	3,223	35,453	31,473	3,980	2,972	1,408	- 1,564	0.47
	56.1	100	3,558	39,138	37,087	2,051	1,043	5,093	4,050	4.88
	56.1	300	3,970	43,670	39,379	4,291	3,283	9,625	6,342	2.93

ตาราง 13 (ต่อ)

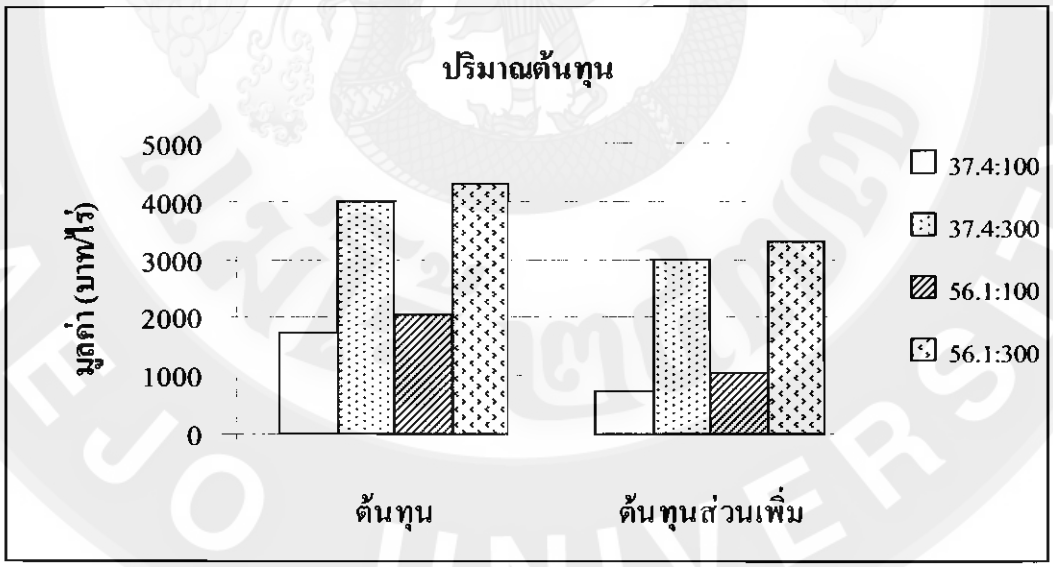
สถานที่ปลูก	อัตราปุ๋ย (กิโลกรัมต่อไร่)		ผลผลิตหัวสด (กก./ไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)	กำไร (บาท/ไร่)	ต้นทุนการผลิต (บาท/ไร่)	ต้นทุนส่วนเพิ่ม (บาท/ไร่)	รายได้ส่วนเพิ่ม (บาท/ไร่)	กำไรส่วนเพิ่ม (บาท/ไร่)	ค่า VCR
บ้านแม่แฝก 3										
เกษตรกร	26.0	-	2,594	28,534	27,526	1,008	-	-	-	-
	37.4	100	2,821	31,031	29,291	1,740	732	2,497	1,765	3.41
	37.4	300	3,246	35,375	31,395	3,980	2,972	7,172	4,200	2.41
	56.1	100	3,398	37,378	35,327	2,051	1,043	8,844	7,801	8.48
	56.1	300	3,514	38,654	34,363	4,291	3,283	10,120	6,837	3.08

ตัวอักษรเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

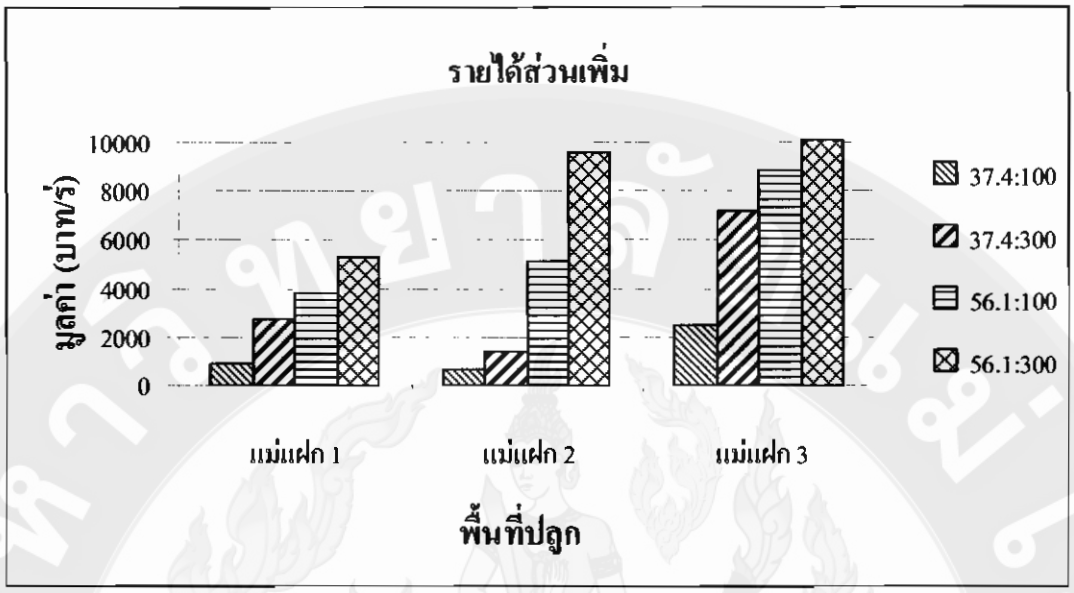
ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



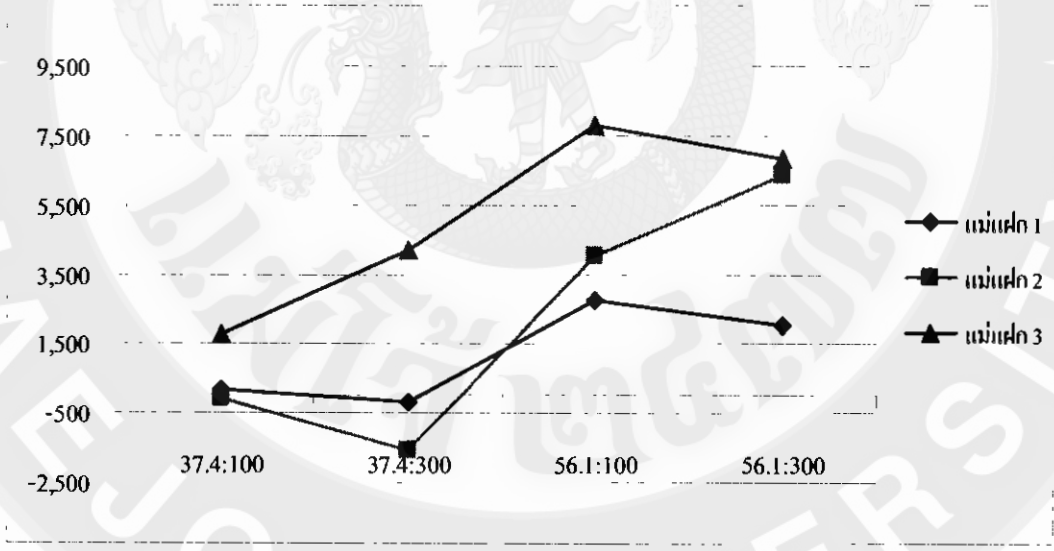
ภาพ 4 กราฟมูลค่าผลผลิตของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ในการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3



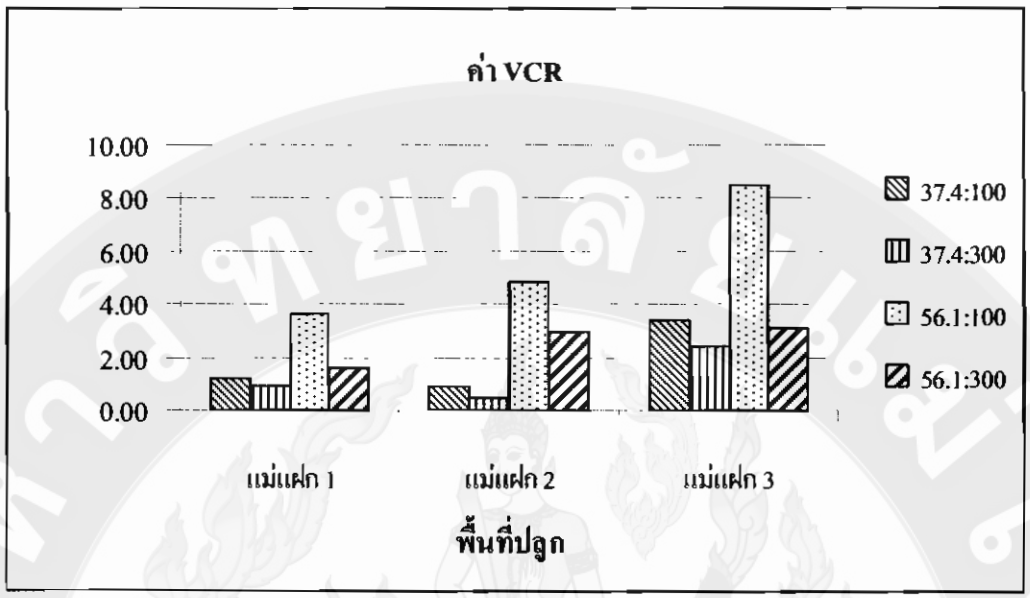
ภาพ 5 กราฟต้นทุนการผลิตและต้นทุนส่วนเพิ่มของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกในการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3



ภาพ 6 กราฟรายได้ส่วนเพิ่มของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ในการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3



ภาพ 7 กราฟกำไรส่วนเพิ่มของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ในการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3



ภาพ 8 กราฟค่า VCR ของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกในการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราที่แตกต่างกัน บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3

กิจกรรมที่ 2 อิทธิพลของปุ๋ยฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงปลูกมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก

ค่า pH

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่อัตราต่าง ๆ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตราต่างๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตราต่าง ๆ ไม่มีผลทางสถิติต่อค่า pH ของดินทั้ง 3 พื้นที่ โดยพบว่า ชุดดินสันทราย 1 (ตาราง 14) มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.04-6.09 ซึ่งมีปฏิกิริยาเป็นกรดเล็กน้อย ชุดดินสันทราย 2 (ตาราง 15) มีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.55-5.56 ซึ่งมีปฏิกิริยาเป็นกรดปานกลาง และชุดดินหางดง (ตาราง 16) มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.35-6.64 ซึ่งมีปฏิกิริยาเป็นกรดเล็กน้อย ซึ่งพบว่าค่า pH ของดินทั้ง 3 พื้นที่ลดลงจากดินก่อนการทดลองเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการย่อยสลายของอินทรียวัตถุในดิน ทำให้เกิดกรด และกรดอินทรีย์อื่น ๆ เนื่องจากในการทดลองได้ใส่ไนโตรเจนในรูปของยูเรีย และการที่ดินได้รับปุ๋ยไนโตรเจนก็จะเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และเกิดในสภาพที่มีออกซิเจนเท่านั้น ซึ่งการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมทุกชนิดรวมทั้งปุ๋ยยูเรีย มีผลทำให้ดินมีสภาพความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่า pH ของดินลดลง (Maurice, 1990)

ปริมาณอินทรียวัตถุ

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่อัตราต่าง ๆ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตราต่างๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตราต่าง ๆ ไม่มีผลทางสถิติต่อปริมาณอินทรียวัตถุของดินทั้ง 3 พื้นที่ โดยพบว่า ชุดดินสันทราย 1 (ตาราง 14) และชุดดินสันทราย 2 (ตาราง 15) มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ เท่ากับ 1.36-1.48 และ 1.33-1.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องมาจากชุดดินสันทราย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ก) และเนื่องมาจากพื้นที่ที่นำมาทำการทดลองได้มีการทำการเกษตรมาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานจึงทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีปริมาณค่อนข้างต่ำ และจากข้อมูลของเกษตรกรเรื่องการจัดการดิน พบว่า ได้มีการไถเศษฟางข้าว ตอซังข้าว และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์บางส่วนแต่ในปริมาณที่ไม่มาก ซึ่ง

ก่อนการทดลองควรมีการจัดการเรื่องของปริมาณอินทรียวัตถุลงไปในดินที่ระดับสูง โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยคอกแล้วไถกลบเพื่อเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ส่วนในชุดดินหางดง (ตาราง 16) มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างสูง เท่ากับ 2.62-2.68 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจาก ชุดดินหางดง เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553ข) และจากข้อมูลของเกษตรกรเรื่องการจัดการดินของเกษตรกร พบว่า ได้มีการไถเศษฟางข้าว ตอซังข้าว และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณมาก จึงทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่อัตราต่าง ๆ มีผลทางสถิติต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ทั้ง 3 พื้นที่ (ตาราง14, 15 และ 16) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตราต่าง ๆ ยังพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตราต่าง ๆ และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินของทั้ง 3 พื้นที่ยังมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก ปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่สูงนั้น อาจเนื่องมาจากพื้นที่ที่ทำการทดลองได้มีการทำการเกษตรมาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน โดยมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสปริมาณ 26-60 กิโลกรัมต่อไร่ ในการปลูกมันฝรั่งในแต่ละครั้ง ซึ่งมีปริมาณที่มากเกินความต้องการของมันฝรั่ง ดังนั้นจึงทำให้มีธาตุฟอสฟอรัสตกค้างอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก ซึ่งในการปลูกพืชโดยทั่วไปฟอสฟอรัสในดินเพียง 60 ppm ก็ถือว่าเพียงพอแล้ว (Hochmuth and CarDusco, 1998) ดังนั้นจึงควรใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงเท่ากับปริมาณที่พืชดูดใช้ในแต่ละฤดูเท่านั้น ซึ่งสมเกียรติ (2542) กล่าวว่าปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดินเมื่อละลายน้ำแล้วพืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้จริงเพียง 10-30 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ส่วนที่เหลือจึงตกค้างอยู่ในดินและอยู่ในรูปที่ตกตะกอนพืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ยาก

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่อัตราต่าง ๆ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตราต่างๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตราต่าง ๆ ไม่มีผลทางสถิติต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยน ในชุดดินสันทราย 1 (ตาราง 14) เท่ากับ 99-103 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับสูง และชุดดินหางดง (ตาราง 15) เท่ากับ 147-154 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับสูงมาก โดยที่ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงนั้น อาจเนื่องมาจากปริมาณโพแทสเซียมที่มีอยู่ในดินก่อนปลูกมีปริมาณมากพอต่อความต้องการของพืช โดยทั่วไปโพแทสเซียมในดินจะถูกเคลื่อนย้ายออกจากระบบโดยการดูดใช้ของพืชหรือการชะล้างสู่ดินชั้นล่างและจะได้รับการเพิ่มเติมโดยการปลดปล่อยโพแทสเซียมในรูปของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) และโพแทสเซียมในรูปที่ถูกตรึง (Fixation K) และเมื่อมีโพแทสเซียมในสารละลายดินเพิ่มขึ้นหลังจากการให้ปุ๋ยเคมี โพแทสเซียมจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังส่วนของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และส่วนของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ ซึ่งการปลดปล่อยจากโพแทสเซียมที่ถูกตรึงจะสัมพันธ์กับปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณสูงเช่นเดียวกับมีการปลดปล่อยโพแทสเซียมที่มาจากโพแทสเซียมที่ถูกตรึงและเมื่อมีการค่อย ๆ ลดลงของการดูดใช้โพแทสเซียมจากโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ การปลดปล่อยโพแทสเซียมที่ถูกตรึงจะค่อย ๆ ลดลง ซึ่งอัตราส่วนของการปลดปล่อยของโพแทสเซียมจะแตกต่างกัน ตามชนิดของดินเหนียวและการกษัยการ (Krauss and Johnston, 2002) ส่วนชุดดินสันทราย 2 (ตาราง 11 พบว่า การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ มีผลทางสถิติต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่มีแนวโน้มทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับจุไรรัตน์ (2551) พบว่า จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังปลูกมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่อได้รับอัตราปุ๋ยแมกนีเซียมที่ระดับแตกต่างกัน พบว่าการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ที่แปลงบ้านร่มหลวง และแปลงบ้านเด่นมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด เท่ากับ 542 และ 394 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และนอกจากนี้ยังพบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่ามีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด

ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่อัตราต่าง ๆ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตราต่างๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตราต่าง ๆ ไม่มีผลทางสถิติต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนของดินทั้ง 3 พื้นที่ โดยพบว่า ชุดดินสันทราย 1 (ตาราง 14) มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ เท่ากับ 848-901 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ชุดดินสันทราย 2 (ตาราง 15) มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ เท่ากับ 640-749 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ชุดดินหางดง (ตาราง 16) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง เท่ากับ 3,053-3,194 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อาจเนื่องมาจากก่อนการปลูกมันฝรั่งได้มีการโรยปูนขาวเพื่อทำเป็นแนวแปลงในการปลูกมันฝรั่ง ปูนเกิดการฟุ้งกระจายด้วยลม และการโรยปูนอาจไม่สม่ำเสมอ เมื่อมีการไถกลบหัวพันธุ์มันฝรั่งจึงทำให้ปูนเกิดการเคลื่อนที่หรือโดนกลบด้วยรถไถแล้วเกิดการกระจายตัวในแปลงปลูก เมื่อทำการเก็บตัวอย่างดินโดยการสุ่มตามการทดลองจึงอาจจะเก็บในบริเวณที่มีการสะสมของปูนที่มีการรวมตัวกันจึงทำให้มีปริมาณของแคลเซียมที่สูงมาก

ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ชุดดินสันทราย 1 (ตาราง 14) มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง (108-164 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ มีผลทางสถิติต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ (136 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ (124 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆมีผลผลทางสถิติต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ (141 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งสอดคล้องกับจุไรรัตน์ (2551) พบว่าการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมมีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีการสะสมเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต (0-300 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมมีผลทางสถิติต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยที่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่ามี

ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด ชุดดินสันทราย 2 (ตาราง 15) มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง (90-154 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตราต่าง ๆ ไม่มีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ส่วนการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ มีผลทางสถิติต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ (151 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (98 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งสอดคล้องกับจุไรรัตน์ (2551) ที่ได้กล่าวมาแล้ว ชุดดินหางดง (ตาราง 16) มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง (620-624 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่อัตราต่าง ๆ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตราต่างๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตราต่าง ๆ ไม่มีผลทางสถิติต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน จากผลการทดลองทั้ง 3 พื้นที่ พบว่า มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยแมกนีเซียมที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากมันฝรั่งมีการดูดใช้แมกนีเซียมน้อยเพียง 1-4 กิโลกรัมต่อไร่ ในดินที่มีแมกนีเซียม Index (0-25 mg Mg/l) ใส่แมกนีเซียมเพียง 8 กิโลกรัมต่อไร่ก็เพียงพอแล้ว แมกนีเซียมบางส่วนที่ยังคงเหลืออยู่ในดินจะเป็นประโยชน์กับพืชที่ปลูกต่อมาในการปลูกพืชหมุนเวียน (Allison *et al*, 2001)

ตาราง 14 คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง เมื่อได้รับอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ในชุดดินสันทราย 1

อัตราปุ๋ย (กิโลกรัมต่อไร่)		คุณสมบัติทางเคมีของดิน					
		pH	OM (%)	Avail. P (มก./กก.)	Exch. K (มก./กก.)	Exch. Ca (มก./กก.)	Exch. Mg (มก./กก.)
P_2O_5							
4		6.08	1.39	337[b]	101	865	124[b]
8		6.04	1.43	380[a]	100	875	136[a]
LSD		ns	ns	**	ns	ns	*
$MgSO_4$							
100		6.07	1.37	357	102	861	120[b]
300		6.06	1.45	360	99	879	141[a]
LSD		ns	ns	ns	ns	ns	**
P_2O_5 x $MgSO_4$							
4	100	6.09	1.36	336[b]	103	875	132[b]
4	300	6.07	1.41	338[b]	99	856	117[bc]
8	100	6.05	1.38	378[a]	101	848	108[c]
8	300	6.04	1.48	382[a]	99	901	164[a]
LSD		ns	ns	*	ns	ns	**
C.V. (%)		0.23	8.70	5.05	2.29	3.40	6.11

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับ 0.01

ตาราง 15 คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง เมื่อได้รับอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ในชุดดินสันทราย 2

อัตราปุ๋ย (กิโลกรัมต่อไร่)		คุณสมบัติทางเคมีของดิน					
		pH	OM (%)	Avail. P (มก./กก.)	Exch. K (มก./กก.)	Exch. Ca (มก./กก.)	Exch. Mg (มก./กก.)
P_2O_5							
4		5.56	1.42	257[b]	83.7	695	126
8		5.55	1.50	277[a]	85.0	699	122
LSD		ns	ns	*	ns	ns	ns
$MgSO_4$							
100		5.56	1.40	265	87.7[a]	680	98[b]
300		5.55	1.51	269	81.0[b]	713	151[a]
LSD		ns	ns	ns	**	ns	*
P_2O_5 x $MgSO_4$							
4	100	5.56	1.33	253	88.0[a]	640	105
4	300	5.55	1.50	261	79.3[b]	749	147
8	100	5.55	1.47	275	87.3[a]	720	90
8	300	5.55	1.52	278	82.7[ab]	677	154
LSD		ns	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)		0.18	6.62	4.75	3.56	23.4	28.7

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับ 0.01

ตาราง 16 คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง เมื่อได้รับอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ในชุดดินหางดง

อัตราปุ๋ย (กิโลกรัมต่อไร่)		คุณสมบัติทางเคมีของดิน					
		pH	OM (%)	Avail. P (มก./กก.)	Exch. K (มก./กก.)	Exch. Ca (มก./กก.)	Exch. Mg (มก./กก.)
P_2O_5							
4		6.39	2.68	174[b]	150	3,169	622
8		6.53	2.64	183[a]	153	3,100	621
LSD		ns	ns	*	ns	ns	ns
$MgSO_4$							
100		6.54	2.66	177	149	3,171	621
300		3.38	2.65	180	154	3,099	623
LSD		ns	ns	ns	ns	ns	ns
P_2O_5 x $MgSO_4$							
4	100	6.43	2.67	172	147	3,194	620
4	300	6.35	2.68	176	154	3,144	624
8	100	6.64	2.65	182	151	3,146	621
8	300	6.42	2.62	184	154	3,053	621
LSD		ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)		2.24	2.55	3.20	11.1	3.32	10.8

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

การศึกษาผลผลิตมันฝรั่ง

จำนวนหัวต่อหลุม น้ำหนักหัวต่อหลุม และน้ำหนักหัวสดต่อหัว

จำนวนหัวเฉลี่ยต่อหลุมของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ที่อายุ 80 วันหลังปลูก (ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต) เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ไม่มีผลทางสถิติต่อจำนวนหัวเฉลี่ยต่อหลุมของมันฝรั่งทั้ง 3 พื้นที่การทดลอง โดยทั่วไปต้นมันฝรั่ง 1หลุม จะมีหัวได้ตั้งแต่ 1 หัวขึ้นไป ซึ่งจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการจัดการดูแล เช่นการให้น้ำ ใส่ปุ๋ย รวมถึงลักษณะของแต่ละพันธุ์ โดยชุดดินสันทราย 1 (ตาราง 17) มีจำนวนหัวต่อหลุม เท่ากับ 4.33-5.33 หัวต่อหลุม ชุดดินสันทราย 2 (ตาราง 18) มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อหลุม เท่ากับ 5.00-5.67 หัว และชุดดินหางดง (ตาราง 19) มีจำนวนหัวต่อหลุม เท่ากับ 5.33-6.00 หัวต่อหลุม โดยทั้ง 3 พื้นที่มีจำนวนหัวต่อหลุมเฉลี่ยใกล้เคียงกับที่รายงานโดย ศิริวรรณ (2547) และเจนจิรา (2550) พบว่า มันฝรั่งที่ปลูกที่บ้านเจดีย์แม่ครัวมีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อหลุม เท่ากับ 5.55 และ 5.26 หัวต่อหลุม ตามลำดับ และจุไรรัตน์ (2551) พบว่า มันฝรั่งที่ปลูกที่บ้านแม่แฝกมีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อหลุม เท่ากับ 6.17 หัวต่อหลุม

น้ำหนักหัวต่อหลุมของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ที่อายุ 80 วันหลังปลูก (ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต) เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆไม่มีผลทางสถิติต่อน้ำหนักหัวต่อหลุมในชุดดินสันทราย 1 และชุดดินสันทราย 2 เนื่องจากหัวของมันฝรั่งแต่ละหลุมมีไม่เท่ากัน และมีน้ำหนักหัวที่แตกต่างกัน โดยชุดดินสันทราย 1(ตาราง 13) และชุดดินสันทราย 2 (ตาราง 14) มีน้ำหนักหัวต่อหลุมของมันฝรั่งเท่ากับ 422-511 และ 286-364 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ ส่วนชุดหางดง (ตาราง 15) พบว่า การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ มีผลทางสถิติต่อน้ำหนักหัวต่อหลุมของมันฝรั่ง โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ (398 กรัมต่อหลุม) มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักหัวต่อหลุมของมันฝรั่งเพิ่มสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (368 กรัมต่อหลุม) นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 4 และ

8 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่มีผลทำให้มีน้ำหนักหัวต่อหลุมสูงที่สุด เท่ากับ 394 และ 402 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ

น้ำหนักหัวสดต่อหัวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ที่อายุ 80 วันหลังปลูก (ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต) เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆไม่มีผลทางสถิติต่อน้ำหนักหัวสดต่อหัวมันฝรั่งทั้ง 3 พื้นที่การทดลองโดย ชุดดินสันทราย 1 (ตาราง 17) มีน้ำหนักหัวสดต่อหัว เท่ากับ 91.2-101.1 กรัมต่อหัว ชุดดินสันทราย 2 (ตาราง 18) มีน้ำหนักหัวสดต่อหัว เท่ากับ 51.6-69.0 กรัม และชุดดินหางดง (ตาราง 19) มีน้ำหนักหัวสดต่อหัว เท่ากับ 59.3-65.0 กรัมต่อหัว

นอกจากนี้จากผลการทดลองยังพบว่า ชุดดินสันทราย 1 มีน้ำหนักหัวต่อหลุมและน้ำหนักหัวสดต่อหัวของมันฝรั่งสูงที่สุด เนื่องจากขนาดหัวจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นต้นต่อหลุมในพื้นที่ปลูก (Allen and Bean, 1978) ในการทดลองปลูกมันฝรั่งพันธุ์รัสเสทเบอร์แบงค์ พบว่าถ้ามีลำต้นต่อหลุมมากหัวที่มีขนาดใหญ่จะลดลง แต่หัวที่มีขนาดเล็กจะมีจำนวนเพิ่มขึ้น

ตาราง 17 แสดงจำนวนหัวต่อหลุม น้ำหนักหัวต่อหลุม และน้ำหนักหัวสดต่อหัวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆในชุดดินสันทราย 1

อัตราปุ๋ย (กิโลกรัม/ไร่)		จำนวนหัวต่อหลุม (หัว)	น้ำหนักหัวต่อหลุม (กรัม)	น้ำหนักหัวสดต่อหัว (กรัม)
P_2O_5				
4		4.50	467	94
8		5.00	468	104
LSD		ns	ns	ns
$MgSO_4$				
100		5.00	511	103
300		4.50	424	95
LSD		ns	ns	ns
P_2O_5	x $MgSO_4$			
4	100	4.67	511	101.1
4	300	4.33	422	98.0
8	100	5.33	510	96.1
8	300	4.67	427	91.2
LSD		ns	ns	ns
C.V. (%)		12.2	14.2	13.0

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 18 แสดงจำนวนหัวต่อหลุม น้ำหนักหัวต่อหลุม และน้ำหนักหัวสดต่อหัวของมันฝรั่งพันธุ์แอดแลนดิก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆในชุดดินสันทราย 2

อัตราปุ๋ย (กิโลกรัม/ไร่)		จำนวนหัวต่อหลุม (หัว)	น้ำหนักหัวต่อหลุม (กรัม)	น้ำหนักหัวสดต่อหัว (กรัม)
P_2O_5				
4		5.33	348	66.1
8		5.33	298	56.3
LSD		ns	ns	ns
$MgSO_4$				
100		5.50	325	60.3
300		5.17	321	62.1
LSD		ns	ns	ns
P_2O_5 x $MgSO_4$				
4	100	5.33	364	69.0
4	300	5.33	332	63.2
8	100	5.67	286	51.6
8	300	5.00	309	61.0
LSD		ns	ns	ns
C.V. (%)		13.3	26.2	28.2

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 19 แสดงจำนวนหัวต่อหลุม น้ำหนักหัวต่อหลุม และน้ำหนักหัวสดต่อหัวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ในชุดดินหางดง

อัตราปุ๋ย (กิโลกรัม/ไร่)		จำนวนหัวต่อหลุม (หัว)	น้ำหนักหัวต่อหลุม (กรัม)	น้ำหนักหัวสดต่อหัว (กรัม)
P_2O_5				
4		5.83	391	62.2
8		5.67	374	62.0
LSD		ns	ns	ns
$MgSO_4$				
100		5.83	368[b]	63.0
300		5.67	398[a]	61.2
LSD		ns	**	ns
P_2O_5 x $MgSO_4$				
4	100	5.67	355[b]	65.0
4	300	6.00	394[a]	59.3
8	100	6.00	381[ab]	60.9
8	300	5.33	402[a]	63.1
LSD		ns	**	ns
C.V. (%)		16.7	3.69	10.8

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับ 0.01

ปริมาณผลผลิตมันฝรั่ง

ปริมาณผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่ออายุ 80 วันหลังปลูก (ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต) โดยแบ่งออกเป็น หัวทางการตลาด หัวเล็ก หัวแตก และหัวเขียว

หัวทางการตลาด

เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ไม่มีผลทางสถิติต่อปริมาณหัวทางการตลาดของมันฝรั่ง ทั้ง 3 พื้นที่ โดยชุดดินสันทราย 1 (ตาราง 20) มีปริมาณหัวทางการตลาดเท่ากับ 4,597-5,169กิโลกรัมต่อไร่ ชุดดินสันทราย 2 (ตาราง 21) มีปริมาณหัวทางการตลาด เท่ากับ 3,028-3,292 กิโลกรัมต่อไร่ และชุดดินหางดง (ตาราง 22) มีปริมาณหัวทางการตลาด เท่ากับ 3,068-3,412 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณผลผลิตหัวสดของมันฝรั่งอยู่ในช่วง 2-4 ตันต่อไร่ จากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณผลผลิตหัวทางการตลาด ของมันฝรั่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีน้ำหนักสูงกว่าผลผลิตมันฝรั่งที่รายงานโดย ศิริวรรณ (2547) ที่ทำการปลูกโดยวิธีการดั้งเดิม (1,467 กิโลกรัมต่อไร่) ซึ่งสอดคล้องกับ Simpson *et al.* (1973) พบว่าผลผลิตมันฝรั่งเพิ่มขึ้น 80 กิโลกรัมต่อไร่ จากการใช้แมกนีเซียม 8.64 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวมันฝรั่ง 7,536 กิโลกรัมต่อไร่ เปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมให้ผลผลิต 6,944 กิโลกรัมต่อไร่ และการศึกษาผลผลิตของมันฝรั่งพันธุ์เจอร์รอลระหว่างการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ร่วมกับ แมกนีเซียม และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เพียงอย่างเดียว พบว่า ผลผลิตมันฝรั่งสูงที่สุดเมื่อใช้ปุ๋ย อัตรา 120: 140: 210 กิโลกรัมต่อไร่ ของ N: P_2O_5: K_2O และ MgO 17.5 กิโลกรัมต่อไร่ แต่อิทธิพลของแมกนีเซียมไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม อย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราที่สูง มีผลให้ผลผลิตลดลงในดินที่มีปริมาณแมกนีเซียมสูง นอกจากนี้ยังพบว่าชุดดินสันทราย 1 และชุดดินสันทราย 2 พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมที่ 100 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่พบว่ามีแนวโน้มทำให้มีปริมาณหัวทางการค้าเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากชุดดินสันทราย 1 และชุดดินสันทราย 2 เป็นดินร่วนปนทราย ส่วนชุดดินหางดง พบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมที่ 100 และ 300

กิโลกรัมต่อไร่พบว่ามีแนวโน้มทำให้มีปริมาณหัวทางการค้าเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากชุดดินหางดงเป็นดินเหนียว

หัวเล็ก

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ไม่มีผลทางสถิติต่อปริมาณหัวเล็ก ทั้ง 3 พื้นที่ โดยชุดดินสันทราย 1 (ตาราง 20) มีปริมาณหัวเล็ก เท่ากับ 239-915 กิโลกรัมต่อไร่ ชุดดินสันทราย 2 (ตาราง 21) มีปริมาณหัวเล็ก เท่ากับ 241-326 กิโลกรัมต่อไร่ และชุดดินหางดง (ตาราง 22) มีปริมาณหัวหัวเล็ก เท่ากับ 333-468 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ยังพบว่า ชุดดินสันทราย 1 และชุดดินสันทราย 2 การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณหัวเล็กของมันฝรั่งลดลง

หัวแตก

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ไม่มีผลทางสถิติต่อปริมาณหัวแตก ทั้ง 3 พื้นที่ โดยชุดดินสันทราย 1 (ตาราง 20) มีปริมาณหัวแตก เท่ากับ 20-146 กิโลกรัมต่อไร่ ชุดดินสันทราย 2 (ตาราง 21) มีปริมาณหัวแตก เท่ากับ 33.3-184.0 กิโลกรัมต่อไร่ และชุดดินหางดง (ตาราง 22) มีปริมาณหัวหัวแตก เท่ากับ 83-208 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ยังพบว่า ชุดดินสันทราย 1 การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณหัวแตกของมันฝรั่งลดลงโดยมีค่าเท่ากับ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับ จุไรรัตน์ (2551) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้มีแนวโน้มทำให้การแตกของหัวมันฝรั่งลดลง เนื่องจากชุดดินสันทรายมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายจึงทำให้มีปัญหาเรื่องความชื้นของดิน เนื่องจากดินเก็บความชื้นได้น้อยกว่าดินชนิดอื่น จึงทำให้บางช่วงที่เว้นจากการให้น้ำดินจึงแห้งมากเกินไป ชุดดินสันทราย 2 การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณหัวแตกของมันฝรั่งลดลง เนื่องจากพื้นที่ชุดดินสันทราย 2 มีการให้น้ำของมันฝรั่งไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้บางช่วงที่เว้นจากการให้น้ำดินจึงแห้งมากเกินไป ส่วนชุดดินหางดง พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ย

แมกนีเซียมอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณหัวแตกของมันฝรั่งลดลง เนื่องจากบ้านแม่แดงได้ขาดการให้น้ำมันฝรั่งในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เนื่องจากมีการปรับปรุงระบบชลประทานจึงงดให้เป็นเวลาประมาณ 15 วันจึงทำให้มันฝรั่งเกิดการขาดน้ำ ดังนั้นดินจึงแห้งมากเกินไป ซึ่งการแตกของหัวมันฝรั่งมีความสัมพันธ์กับการให้น้ำหลังจากที่ดินแห้งเป็นเวลานาน (Jefferies and Mackerron, 1987) โดยหัวแตกเกิดจากดินมีการเปลี่ยนแปลงความชื้น เมื่อสภาพอากาศแห้งแล้งในขณะที่มีการขยายหัว ทำให้เปลือกของมันฝรั่งมีลักษณะแห้งกร้าน เมื่อมันฝรั่งได้รับน้ำอีกครั้งทำให้มันฝรั่งเริ่มมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้มันฝรั่งปรับสภาพไม่ทันจึงเกิดลักษณะของหัวแตกขึ้น (บุญศรี, 2547

หัวเขียว

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ไม่มีผลทางสถิติต่อปริมาณหัวเขียว ของชุดดินสันทราย 2 และชุดดินหางดง โดยที่ชุดดินสันทราย 2 (ตาราง 21) มีปริมาณหัวเขียว เท่ากับ 289-439 กิโลกรัมต่อไร่ และชุดดินหางดง (ตาราง 22) มีปริมาณหัวหัวเขียว เท่ากับ 250-510 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนชุดดินสันทราย 1 พบว่าการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ มีผลทางสถิติต่อปริมาณหัวเขียวของมันฝรั่ง โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่มีแนวโน้มทำให้มันฝรั่งมีปริมาณหัวเขียวลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า ในชุดดินสันทราย 1 (ตาราง 20) การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่ทำให้เกิดอาการหัวเขียวเลย ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณหัวเขียวที่พบ จะขึ้นอยู่กับการจัดการของเกษตรกร และยังพบว่าที่ชุดดินสันทราย 2 มีปริมาณหัวเขียวมากกว่า 2 พื้นที่ เนื่องมาจากชุดดินสันทราย 2 เป็นดินร่วนปนทราย จึงมีผลทำให้เกิดหัวเขียวสูง ซึ่งหัวเขียวเกิดจากการที่หัวมันฝรั่งได้รับแสงแดดในปริมาณที่มาก และได้รับแสงแดดเมื่อหัวมันฝรั่งโผล่พ้นเหนือดิน โดยเฉพาะในดินทรายที่สามารถเกิดการสูญเสียดินโดยทางลมและน้ำได้ง่ายกว่าดินประเภทอื่น จึงทำให้มันฝรั่งโผล่ขึ้นเหนือดินและได้รับแสง เกิดการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ จึงทำให้ผิวมันฝรั่งกลายเป็นสีเขียว ซึ่งเรียกอาการดังกล่าวว่า Sun green หรือ sunscald มี glycoalkaoids (TGA) ที่ประกอบด้วย solanine สูง จึงไม่เหมาะสำหรับการบริโภค (Burton, 1916)

ตาราง 20 ปริมาณผลผลิตหัวทางการตลาด หัวเล็ก หัวแตก และหัวเขียวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ในชุดดินสันทราย 1

อัตราปุ๋ย		หัวทางการตลาด	หัวเล็ก	หัวแตก	หัวเขียว
		(กิโลกรัม/ไร่)			
P_2O_5					
4		4,883	577	135	104
8		5,018	291	78	47
LSD		ns	ns	ns	ns
$MgSO_4$					
100		4,753	619	140	120[a]
300		5,149	250	73	31[b]
LSD		ns	ns	ns	*
P_2O_5 x $MgSO_4$					
4	100	4,597	915	146	146
4	300	5,169	239	125	62
8	100	4,909	322	135	94
8	300	5,127	260	20	0
LSD		ns	ns	ns	ns
C.V. (%)		10.3	127	107	63.2

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

ตาราง 21 ปริมาณผลผลิตหัวทางการตลาด หัวเล็ก หัวแตก และหัวเขียวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ในชุดดินสันทราย 2

อัตราปุ๋ย		หัวทางการตลาด	หัวเล็ก	หัวแตก	หัวเขียว
		(กิโลกรัม/ไร่)			
P_2O_5					
4		3,281	262	109	400
8		3,053	293	66	327
LSD		ns	ns	ns	ns
$MgSO_4$					
100		3,160	304	57	362
300		3,174	250	117	364
LSD		ns	ns	ns	ns
P_2O_5 x $MgSO_4$					
4	100	3,292	282	33.3	360
4	300	3,269	241	184.0	439
8	100	3,028	326	81.6	364
8	300	3,078	260	49.4	289
LSD		ns	ns	ns	ns
C.V. (%)		10.9	41.4	181	70.0

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 22 ปริมาณผลผลิตหัวทางการตลาด หัวเล็ก หัวแตก และหัวเขียวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ ในชุดดินหางดง

อัตราปุ๋ย		หัวทางการตลาด	หัวเล็ก	หัวแตก	หัวเขียว
		(กิโลกรัม/ไร่)			
P_2O_5					
4		3,162	426	135	380
8		3,401	390	146	281
LSD		ns	ns	ns	ns
$MgSO_4$					
100		3,230	359	109	270
300		3,334	458	172	390
LSD		ns	ns	ns	ns
P_2O_5 x	$MgSO_4$				
4	100	3,068	385	135	250
4	300	3,256	468	135	510
8	100	3,391	333	83	291
8	300	3,412	447	208	270
LSD		ns	ns	ns	ns
C.V. (%)		11.9	27.3	59.1	37.5

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากการศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมที่ระดับแตกต่างกัน ปลูกในชุดดินสันทราย 1 (ตาราง 23) มีผลการทดลองดังนี้ การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 4 กิโลกรัม P_2O_5ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียม 300 กิโลกรัม K_2O ได้ผลผลิตหัวทางการตลาด เท่ากับ 5,169 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าผลผลิต เท่ากับ 56,859 บาทต่อไร่ มีต้นทุนปุ๋ย เท่ากับ 4,414 บาทต่อไร่ ได้รายรับมากที่สุด เท่ากับ 52,445 บาทต่อไร่ ปลูกในชุดดินสันทราย 2 มีผลการทดลองดังนี้ การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 4 กิโลกรัม P_2O_5 ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียม 100 กิโลกรัม K_2O ได้ผลผลิตหัวทางการตลาด เท่ากับ 3,292 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าผลผลิต เท่ากับ 36,212 บาทต่อไร่ มีต้นทุนปุ๋ย เท่ากับ 2,174 บาทต่อไร่ ได้รายรับมากที่สุด เท่ากับ 34,038 บาทต่อไร่ ปลูกในชุดดินหางดง มีผลการทดลองดังนี้ การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 8 กิโลกรัม P_2O_5ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียม 100 กิโลกรัม K_2O ได้ผลผลิตหัวทางการค้า เท่ากับ 3,391 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าผลผลิต เท่ากับ 37,301 บาทต่อไร่ มีต้นทุนปุ๋ย เท่ากับ 2,250 บาทต่อไร่ ได้รายรับมากที่สุด เท่ากับ 35,051 บาทต่อไร่ แต่การผลิตหัวมันฝรั่งโดยทั่วไปไม่สามารถพิจารณาหรือให้ความสำคัญเฉพาะการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยแมกนีเซียมเท่านั้น แต่ควรจะต้องคำนึงถึงความสมดุลของปุ๋ยที่จำเป็นชนิดอื่น ๆ มาใช้ประกอบในการพิจารณาจัดการเพื่อการผลิตหัวมันฝรั่งด้วย (Imas and Bansal, 1999) นอกจากนี้การพิจารณาเลือกใช้ชนิดของปุ๋ยยังมีความสำคัญต่อผลผลิตที่ได้โดยตรงจากต้นมันฝรั่ง เช่น การใช้ปุ๋ย K_2SO_4 จะให้ค่า specific gravity กับหัวมันฝรั่งสูงกว่าปุ๋ย KCl เป็นต้น (Walworth, 1993)

ตาราง 23 แสดงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ

สถานที่ปลูก	อัตราปุ๋ย P_2O_5	อัตราปุ๋ย $MgSO_4$	ผลผลิตหัวสด (กิโลกรัม/ไร่)	มูลค่าผลผลิต	ต้นทุนปุ๋ย (บาทต่อไร่)	รายรับ
ชุดดินสันทราย 1	4	100	4,597	50,567	2,174	48,393
	4	300	5,169	56,859	4,414	52,445
	8	100	4,909	53,999	2,250	51,749
	8	300	5,127	56,397	4,490	51,907
ชุดดินสันทราย 2	4	100	3,292	36,212	2,174	34,038
	4	300	3,269	35,959	4,414	31,545
	8	100	3,028	33,308	2,250	31,058
	8	300	3,078	33,585	4,490	29,368
ชุดดินหางดง	4	100	3,068	33,748	2,174	31,574
	4	300	3,256	35,816	4,414	31,402
	8	100	3,391	37,301	2,250	35,051
	8	300	3,412	37,532	4,490	33,042

หมายเหตุ รายรับหักค่าต้นทุนเพียงอย่างเดียว

กิจกรรมที่ 3 อิทธิพลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอดแลนดิก

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงปลูกมันฝรั่งพันธุ์แอดแลนดิก

ค่า pH

ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของดินหลังการทดลองใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งในชุดดินสันทราย และชุดดินหางดง โดยชุดดินสันทราย มีค่า pH เท่ากับ 5.31-5.74 (ตาราง 24) และชุดดินหางดง มีค่า pH เท่ากับ 6.72-6.84 (ตาราง 25) อย่างไรก็ตามพบว่าชุดดินสันทราย และชุดดินหางดงมีค่า pH ลดลงจากดินก่อนการทดลอง ทั้งนี้อาจเนื่องจากในการทดลองได้ใส่ไนโตรเจนในรูปของยูเรีย ซึ่งการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมทุกชนิดรวมทั้งปุ๋ยยูเรีย มีผลทำให้ดินมีสภาพความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่า pH ของดินลดลง (Maurice, 1990) ค่า pH มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน ถ้าต่ำกว่า 6.0-7.0 การใช้ประโยชน์ของธาตุอาหารพวก ไนโตรเจน โพแทสเซียม ซัลเฟอร์ แคลเซียม และโมลิบดินัม จะลดลง ขณะที่การใช้ประโยชน์ของธาตุอาหารพวก เหล็ก แมงกานิส โบรอน ทองแดง และสังกะสี จะลดลงในดินที่มีค่า pH สูงกว่า 6.0-7.0 และธาตุอาหารบางตัวจะเป็นพิษถ้าดินมีค่า pH สูงหรือต่ำเกินไป สำหรับมันฝรั่ง ศิริพร (2542) แนะนำว่าค่า pH ควรอยู่ระหว่าง 5.2-7.8 แต่เพื่อป้องกันปัญหาโรค scab ซึ่งเกิดขึ้นได้ง่ายหากดินมีแคลเซียมสูงและเป็นดินด่างหรือดินมีค่า pH สูง ดังนั้นค่า pH ดินจึงควรอยู่ระหว่าง 5.5-6.5 (Walworth, 1993; สมเกียรติ, 2542; ประสิทธิ์, 2539)

ปริมาณอินทรียวัตถุ

ปริมาณอินทรียวัตถุของดินหลังการทดลองใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งปุ๋ยหมักทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุดทั้งในดินชุดดินสันทราย และชุดดินหางดง เท่ากับ 4.00 และ 5.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 24 และ 25) ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยหมักมีผลต่อการเพิ่มปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินซึ่งเป็นแหล่งที่มาของอินทรียวัตถุในดินนอกเหนือจากพืชและสัตว์

แล้ว จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินที่ยังมีชีวิตอยู่และที่ตายทับถมกันก็เป็นแหล่งของอินทรียวัตถุในดินเช่นกัน รวมทั้งสารอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลายและปลดปล่อยออกมา หรือสารที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ขึ้นระหว่างการเจริญเติบโตก็จัดว่าเป็นอินทรียวัตถุในดิน (Alexarder, 1977)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินหลังการทดลองใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งในชุดดินสันทราย และชุดดินหางดง เนื่องจากการใส่ปุ๋ยหมักช่วยให้มีการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด ทั้งดินชุดดินสันทรายและชุดดินหางดง เท่ากับ 152 และ 38.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตาราง 24 และ 25) เป็นที่น่าสังเกตว่าดินชุดดินสันทราย แม้ว่าไม่ได้ใส่วัสดุปรับปรุงดินก็มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่สูงกว่าเกณฑ์แล้ว เมื่อใส่สิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นอินทรียวัตถุเข้าไปทำให้มีการปลดปล่อยของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นได้อีก ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าในดินชุดดินสันทรายนั้นมีฟอสฟอรัสเพียงพออยู่แล้ว ฉะนั้นการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์ใดๆ จึงต้องคำนึงถึงธาตุฟอสฟอรัสไว้ด้วย นอกจากนี้ในดินชุดดินสันทรายได้มีการทำการเกษตรมายาวนาน และมักใช้ปุ๋ยเคมีสูตรเสมอ เช่น 15-15-15 ซึ่งฟอสฟอรัสจะสะสมไว้ในดินเป็นจำนวนมาก และจากการสำรวจพบว่า เกษตรกรได้มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสปริมาณ 26-31 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับการปลูกมันฝรั่งในแต่ละครั้ง ซึ่งมีปริมาณมากเกินความต้องการของมันฝรั่ง ดังนั้นจึงทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสตกค้างอยู่ในดินมาก อย่างไรก็ตามปุ๋ยหมักที่เติมลงไปเป็นแหล่งอาหารที่ทำให้จุลินทรีย์แปรสภาพสารอินทรีย์และจุลินทรีย์ที่ละลายอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์เพิ่มปริมาณและมีกิจกรรมสูงขึ้น (Hochmuth and Cardusco, 1998) ปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดินเมื่อละลายน้ำแล้วพืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้จริงเพียง 10-30 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ส่วนที่เหลือจึงตกค้างอยู่ในดินและอยู่ในรูปที่ตกตะกอนพืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ยาก สมเกียรติ (2542) สำหรับดินชุดหางดง พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่สูงมากนัก และยังพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณลดลงจากดินก่อนการทดลอง อาจเนื่องมาจากแปลงทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสเริ่มต้นในแปลงไม่มากนัก อย่างไรก็ตามเมื่อใส่ปุ๋ยหมักลงไปทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงขึ้น อาจเป็นไปได้คือ ปุ๋ยหมักที่

เติมลงไปเป็นแหล่งอาหารที่ทำให้จุลินทรีย์แปรสภาพสารอินทรีย์ และ จุลินทรีย์ที่ละลายอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์เพิ่มปริมาณและมีกิจกรรมสูงขึ้น (Hochmuth and Cardusco, 1998) นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของฟอสฟอรัสอาจมาจากปุ๋ยเคมีที่ใส่ลงไปในดินซึ่งมีธาตุฟอสฟอรัสอยู่ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการเจริญเติบโตของมันฝรั่งมีการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสไปใช้เพื่อสร้างองค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ โดยเฉพาะระยะการออกดอก และสร้างหัวมันฝรั่งจะมีการใช้ฟอสฟอรัสมาก ทำให้ฟอสฟอรัสในดินลดลงหลังระยะการเก็บเกี่ยวผลผลิต แสดงให้เห็นว่าในดินชุดหางดงการใส่ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบของฟอสฟอรัสยังมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการปลูกมันฝรั่งเพื่อการค้า

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินหลังการทดลองใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณการเพิ่มขึ้นของโพแทสเซียมในดินชุดดินสันทรายซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนดินชุดดินหางดงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการใส่ปุ๋ยหมักทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด เท่ากับ 173 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 157 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตาราง 24 และ 25) ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูก พบว่าชุดดินสันทราย และดินชุดดินหางดงมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณมาก เมื่อใส่ปุ๋ยหมักลงไปในดินอาจไปทำให้กระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น และปลดปล่อยธาตุโพแทสเซียมมามากขึ้นได้ เนื่องจากโพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีคุณสมบัติที่เคลื่อนย้ายได้ดีในดินโดยมีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นโอกาสที่จะขาดโพแทสเซียมจึงมีอยู่น้อย โดยเฉพาะในดินที่มีอินทรียวัตถุสูงๆ ในดินชุดดินสันทรายจะเห็นว่าที่ไม่ใส่วัสดุและใช้แกลบ จะมีปริมาณโพแทสเซียมเหลือน้อยกว่าปุ๋ยหมักอาจเป็นเพราะแกลบและไม่ใส่วัสดุไม่มีตัวยึดโพแทสเซียมไว้ได้ดีเท่ากับปุ๋ยหมักถึงแม้ว่าจะมีปุ๋ยเคมีลงไปเพิ่มเติมก็ตามแต่ด้วยลักษณะขององค์ประกอบของดินชุดดินสันทรายที่มีลักษณะของทรายค่อนข้างมากทำให้โพแทสเซียมเคลื่อนย้ายไปกับน้ำลงสู่ดินชั้นล่างได้ในปริมาณมาก ซึ่งแตกต่างจากดินชุดดินหางดงที่มีคุณสมบัติเป็นดินเหนียวน้ำซึมได้ไม่ลึกทำให้ดินสามารถจะยึดเกาะธาตุโพแทสเซียมไว้ได้มากกว่า โดยทั่วไปโพแทสเซียมในดินจะถูกเคลื่อนย้ายออกจากระบบโดยการ

ดูดใช้ของพืชหรือการชะล้างสู่ดินชั้นล่างและจะได้รับการเพิ่มเติมโดยการปลดปล่อยโพแทสเซียมในรูปของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) และโพแทสเซียมในรูปที่ถูกตรึง (Fixation K) เมื่อมีโพแทสเซียมในสารละลายดินเพิ่มขึ้นหลังจากการให้ปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะที่มีธาตุโพแทสเซียมสูง โพแทสเซียมจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังส่วนของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และส่วนของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ ซึ่งการปลดปล่อยจากโพแทสเซียมที่ถูกตรึงจะสัมพันธ์กับปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณสูงเช่นเดียวกับมีการปลดปล่อยโพแทสเซียมที่มาจากโพแทสเซียมที่ถูกตรึงและเมื่อมีการค่อย ๆ ลดลงของการดูดใช้โพแทสเซียมจากโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ การปลดปล่อยโพแทสเซียมที่ถูกตรึงจะค่อย ๆ ลดลง ซึ่งอัตราส่วนของการปลดปล่อยของโพแทสเซียมจะแตกต่างกัน ตามชนิดของดินเหนียวและการกษัยการ (Krauss and Johnston, 2002)

ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังการทดลองใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันทำให้มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งในชุดดินสันทราย และชุดดินหางดง ซึ่งการใส่ปุ๋ยหมักทำให้มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด เท่ากับ 1,413 และ 4,366 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตาราง 24 และ 25) ความแตกต่างทั้งสองชุดดินมีความแตกต่างที่เพียงพอ และมากเกินความจำเป็น ซึ่งพบว่าในชุดดินสันทรายการใส่ปุ๋ยหมักทำให้เพิ่มปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับที่เพียงพอไม่มากเกินไป แต่ในชุดดินหางดงพบว่ามีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในปริมาณมาก เมื่อใส่วัสดุปรับปรุงดินแต่ละชนิดลงไป โดยเฉพาะปุ๋ยหมักซึ่งมีปริมาณแคลเซียมอยู่ในระดับหนึ่งแล้ว และมีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้อีก จึงทำให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณสูง เนื่องจากแคลเซียมอาจถูกปลดปล่อยออกมาจากส่วนของอินทรียสารที่อยู่ในรูปของ phytin และ calcium pectate โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน (สมศักดิ์, 2528) นอกจากนี้ชุดดินหางดงเป็นดินเหนียว ซึ่งดินเหนียวหรือดินที่มีเนื้อละเอียดจะสามารถดูดยึดธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมให้อยู่ในสภาพของไอออนบวกที่แลกเปลี่ยนได้ดีกว่าและเป็นปริมาณที่มากกว่าอนุภาคขนาดเม็ดทรายหรือดินเนื้อหยาบ (ชัยฤกษ์, 2536)

ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินหลังการทดลองใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันทำให้มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งในดินชุดดินสันทราย และชุดดินหางตง ซึ่งการใส่ปุ๋ยหมักทำให้มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด เท่ากับ 270 และ 390 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตาราง 24 และ 25) เนื่องจากธาตุแมกนีเซียมเป็นธาตุที่มันฝรั่งต้องการน้อย อาจเป็นเพราะช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตทางลำต้นสั้น ดังนั้นการใส่ปุ๋ยที่มีแมกนีเซียมจึงควรต้องระมัดระวัง สอดคล้องกับ (Allison *et al*., 2001) รายงานว่ามันฝรั่งมีการดูดใช้แมกนีเซียมน้อยเพียง 1-4 กิโลกรัมต่อไร่ ในดินที่มีแมกนีเซียม Index (0-25 mg Mg/l) ใส่แมกนีเซียมเพียง 8 กิโลกรัมต่อไร่ก็เพียงพอแล้ว แมกนีเซียมบางส่วนที่ยังคงเหลืออยู่ในดินจะเป็นประโยชน์กับพืชที่ปลูกต่อมาในการปลูกพืชหมุนเวียน สภาพดินที่มีแมกนีเซียมเพียงพอและมีอินทรียวัตถุเหมาะสม จึงควรหลีกเลี่ยงการใส่ปุ๋ยหมัก อย่างไรก็ตามปุ๋ยหมักเป็นอินทรียวัตถุที่ช่วยให้โครงสร้างดินอยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช และเพิ่มธาตุอาหาร และจุลินทรีย์ได้ อาจจะพิจารณาใส่เพียงเล็กน้อย ดังนั้นจะต้องพิจารณาในสภาพโดยรวมถึงโครงสร้างดินและปริมาณธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในดิน เพื่อให้การจัดการดินและธาตุอาหารเป็นไปอย่างเหมาะสมแต่ละพืช

ตาราง 24 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน ในชุดดินสันทราย

ชนิดวัสดุ	คุณสมบัติทางเคมีของดิน					
	pH	OM (%)	Available-P (มก./กก.)	Exch.K (มก./กก.)	Exch.Ca (มก./กก.)	Exch.Mg (มก./กก.)
ไม่ใส่วัสดุ	5.43	2.05[b]	102[b]	96[b]	987[b]	128[b]
แกลบ	5.31	2.22[b]	95[b]	89[b]	979[b]	135[b]
ปุ๋ยหมัก	5.74	4.00[a]	152[a]	173[a]	1,413[a]	270[a]
LSD	ns	**	**	**	**	**
C.V. (%)	5.49	2.94	3.86	14.4	5.17	9.98

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ 0.01

ตาราง 25 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อได้รับวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน ในชุดดินหางดง

ชนิดวัสดุ	คุณสมบัติทางเคมีของดิน					
	pH	OM (%)	Available-P (มก./กก.)	Exch.K (มก./กก.)	Exch.Ca (มก./กก.)	Exch.Mg (มก./กก.)
ไม่ใส่วัสดุ	6.84	4.20^{b}	13.9^{c}	109^{b}	3,899^{b}	304^{b}
แกลบ	6.72	4.63^{ab}	22.0^{bc}	119^{ab}	4,210^{ab}	326^{b}
ปุ๋ยหมัก	6.80	5.41^{a}	38.3^{a}	157^{a}	4,366^{a}	390^{a}
ทราย	6.82	3.89^{b}	26.6^{b}	85^{b}	3,221^{c}	241^{c}
LSD	ns	**	**	*	**	**
C.V. (%)	1.25	6.07	15.0	19.0	3.63	5.30

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ 0.01

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดินในแปลงปลูกมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก

ความหนาแน่นรวมของดิน

ความหนาแน่นรวมของดินในแปลง 30 วันหลังปลูกมันฝรั่ง พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งในดินชุดดินสันทรายและชุดดินหางดง (ตาราง 26) โดยการใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินมีความหนาแน่นรวมของดินมากที่สุด เท่ากับ 1.31 และ 1.28 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และ 1.52 และ 1.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ

ความหนาแน่นรวมของดินในแปลง 60 วันหลังปลูกมันฝรั่ง พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งในดินชุดดินสันทรายและชุดดินหางดง (ตาราง 26) ซึ่งการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินทำให้ดินมีความหนาแน่นรวมของดินทั้งสองชุดดินมากที่สุด เท่ากับ 1.39 และ 1.55 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยหมัก และการใส่แกลบ ของทั้งสองชุดดิน

ความหนาแน่นรวมของดินในแปลง 80 วันหลังปลูก พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งในดินชุดดินสันทราย และชุดดินหางดง ซึ่งการใส่ปุ๋ยหมัก ทำให้มีความหนาแน่นรวมของดินชุดสันทรายมากที่สุด เท่ากับ 1.48 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมา คือไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินและการใส่แกลบ โดยมีความหนาแน่นรวมของดิน เท่ากับ 1.41 และ 1.33 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนชุดดินหางดง การไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินมีความหนาแน่นรวมของดินมากที่สุด เท่ากับ 1.58 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยหมัก การใส่แกลบ และการใส่ทราย มีความหนาแน่นรวม เท่ากับ 1.55, 1.53 และ 1.51 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ

จากผลการทดลอง 30-80 วันหลังปลูก แสดงให้เห็นว่าการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินและ/หรือการใส่ปุ๋ยหมัก ทำให้มีความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มมากขึ้นตลอดการทดลอง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคุณสมบัติของดินมีอินทรียวัตถุไม่เพียงพอหรือมีการย่อยสลายเร็วเกินไป นอกจากนี้คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาปรับปรุงดินที่มีอนุภาคใหญ่ เช่น ทราย ถ้านำมาใส่ในดินชุดดินหางดงซึ่งมีคุณสมบัติเป็นดินเหนียวจะช่วยให้เกิดช่องว่างได้มากขึ้น และในชุดดินสันทรายซึ่งมีคุณสมบัติที่มี

ทรายเป็นองค์ประกอบมากที่สุด การใส่ปุ๋ยหมักก็จะช่วยลดพื้นที่ช่องว่างให้ลดลง และเพิ่มแหล่งดูดซับธาตุอาหารให้มากขึ้น ทำให้มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของรากพืชได้ อย่างไรก็ตามการให้น้ำชลประทาน และปริมาณฝนที่ตกมากในแต่ละปี แต่ละพื้นที่ ก็สามารถทำให้เพิ่มความหนาแน่นของดินได้เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับ ศิริวรรณ (2547) รายงานว่าความหนาแน่นรวมของดินในแปลงปลูกมันฝรั่งอาจมีสาเหตุมาจากปริมาณฝนที่ตก และการให้น้ำชลประทานทำให้ดินอัดตัวกันแน่นมากขึ้น ในดินที่ให้ผลผลิตสูงจะมีความหนาแน่นรวมของดินอยู่ระหว่าง 1.00-1.50 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในดินเนื้อปานกลางจนถึงดินเนื้อละเอียด และ1.10-1.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร อย่างไรก็ตามในดินเนื้อทรายเนื้อละเอียดจะมีค่าความหนาแน่นรวมของดินที่สูงเกินไปทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต การดูดน้ำและธาตุอาหารจำกัด พืชอาจจะแคระแกร็นและให้ผลผลิตต่ำได้ ถ้าหากดินมีความหนาแน่นรวมของดินมากแสดงถึงความแน่นทึบของดิน แต่หากดินมีความหนาแน่นรวมของดินน้อยจะแสดงถึงความโปร่งของดิน จากผลการทดลองในแปลงปลูกมันฝรั่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.2-1.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร นั่นก็ยังไม่ส่งผลกระทบต่อพืชปลูก แต่ดินที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าย่อมดีกว่า เพราะทำให้มีช่องว่างในการถ่ายเทอากาศ มีการดูดซับน้ำและธาตุอาหารต่างๆ ได้สูงกว่า (ศิริวรรณ, 2547)

ตาราง 26 แสดงความหนาแน่นรวมของดินหลังที่ 30, 60 วันหลังปลูก และก่อนเก็บเกี่ยว เมื่อได้รับวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน

ชุดดิน	ชนิดวัสดุ	ระยะเวลา (วันหลังปลูก)		
		30	60	80
สันทราย	ไม่ใส่วัสดุ	1.28[a]	1.39[a]	1.41[b]
	แกลบ	1.22[b]	1.29[b]	1.33[c]
	ปุ๋ยหมัก	1.31[a]	1.32[b]	1.48[a]
	LSD	**	**	**
	C.V. (%)	0.89	0.81	0.75
หางดง	ไม่ใส่วัสดุ	1.52[a]	1.55[a]	1.58[a]
	แกลบ	1.48[ab]	1.51[ab]	1.53[bc]
	ปุ๋ยหมัก	1.52[a]	1.52[ab]	1.55[ab]
	ทราย	1.45[b]	1.48[b]	1.51[c]
	LSD	**	**	*
	C.V. (%)	1.10	0.99	1.16

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Differencc Test (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ 0.01

การศึกษาผลผลิตมันฝรั่ง

จำนวนหัวต่อหลุม

การศึกษาจำนวนหัวเฉลี่ยต่อหลุมของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก 80 วันหลังปลูก เมื่อใส่วัสดุปรับปรุงดินที่มีความแตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติต่อจำนวนหัวเฉลี่ยต่อหลุมของมันฝรั่งในชุดดินสันทราย และชุดดินหางดง โดยมีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อหลุม เท่ากับ 6.45-6.67 และ 6.22-6.89 หัวต่อหลุม ตามลำดับ (ตาราง 27) ซึ่งศิริวรรณ (2547; เจนจิรา, 2550) รายงานว่ามันฝรั่งที่ปลูกที่บ้านเจดีย์แม่ครัวมีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อหลุม เท่ากับ 5.55 และ 5.26 หัว ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากผลการวิเคราะห์ในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่า มีธาตุแมกนีเซียมสะสมอยู่ในปริมาณมาก เหตุนี้อาจทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสง และการสร้างอาหารสะสมมีมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ จุไรรัตน์ (2551) พบว่า การให้ปุ๋ยแมกนีเซียมที่อัตรา ต่าง ๆ มีผลทำให้มันฝรั่งมีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อหลุม เท่ากับ 6.17 หัว

น้ำหนักหัวต่อหลุมและน้ำหนักหัวสดต่อหัว

การศึกษาน้ำหนักหัวต่อหลุมและน้ำหนักหัวสดต่อหัวของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เมื่อ 80 วันหลังปลูก หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดินที่มีความแตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติต่อน้ำหนักหัวต่อหลุมและน้ำหนักหัวสดต่อหัวของมันฝรั่ง ทั้งสองชุดดิน โดยในชุดดินสันทราย มีน้ำหนักหัวต่อหลุม เท่ากับ 419-474 กรัมต่อหลุม และน้ำหนักหัวสดต่อหัว เท่ากับ 76.1-84.8 กรัมต่อหัว และชุดดินหางดง พบว่าการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินมีน้ำหนักหัวต่อหลุมมากที่สุด เท่ากับ 488 กรัม โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนน้ำหนักหัวสดต่อหัวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 27) อย่างไรก็ตามยังพบว่า ชุดดินหางดง มีน้ำหนักหัวต่อหลุมและน้ำหนักหัวสดต่อหัวของมันฝรั่งสูงกว่าชุดดินสันทราย เนื่องจากขนาดหัวจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นต้นต่อหลุมในพื้นที่ปลูก (Allen and Bean, 1978)

ตาราง 27 แสดงจำนวนหัวต่อหลุม น้ำหนักหัวต่อหลุม และน้ำหนักหัวสดต่อหัว เมื่ออายุ 80 วัน (ระยะเก็บเกี่ยว) ที่ได้รับวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน

ชุดดิน	ชนิดวัสดุ	จำนวนหัวต่อหลุม (หัว)	น้ำหนักหัวต่อหลุม (กรัม)	น้ำหนักหัวสดต่อหัว (กรัม)
สันทราย	ไม่ใส่วัสดุ	6.45	421	79.5
	แกลบ	6.67	474	84.8
	ปุ๋ยหมัก	6.56	419	76.1
	LSD	ns	ns	ns
	C.V. (%)	14.9	12.9	21.2
หางดง	ไม่ใส่วัสดุ	6.22	488[a]	167
	แกลบ	6.22	371[c]	173
	ปุ๋ยหมัก	6.89	368[c]	142
	ทราย	6.89	410[b]	142
	LSD	ns	**	ns
	C.V. (%)	26.4	2.30	32.3

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ 0.01

ปริมาณผลผลิตมันฝรั่ง

ปริมาณผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเมื่ออายุ 80 วันหลังปลูก (ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต) โดยแบ่งออกเป็น หัวทางการค้า หัวเล็ก หัวแตก หัวเขียว ผลผลิตหัวมันฝรั่งที่โรงงานต้องการต้องเป็นหัวที่มีขนาดใหญ่ ขนาดตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป ไม่มีแผล ไม่เน่าเสีย และไม่มีหัวเขียว (วิวัฒน์, 2538)

ชุดดินสันทราย พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณหัวทางการค้าของมันฝรั่งอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าการใส่แกลบทำให้มันฝรั่งมีปริมาณหัวทางการค้าสูงที่สุด เท่ากับ 3,254 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน และการใส่ปุ๋ยหมัก โดยมีปริมาณหัวสด เท่ากับ 3,177 และ2,805 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ(ตาราง 28) การใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณหัวเล็ก และหัวแตกของมันฝรั่ง แต่มีผลต่อปริมาณหัวเขียวอย่างมีนัยสำคัญ โดยการใส่ปุ๋ยหมักมีผลให้ผลผลิตหัวเขียวสูงที่สุด เท่ากับ 131 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งหัวเขียวเกิดจากหัวได้รับแสง ซึ่งเรียกอาการดังกล่าวว่า sun green หรือ sunscald มี glycoalkaoids (TGA) ที่ประกอบด้วย solanine สูง จึงไม่เหมาะสำหรับการบริโภค (Burton, 1916) ส่วนชุดดินหางดง พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญต่อผลผลิตหัวสดของมันฝรั่ง โดยพบว่าการใส่ทรายให้ผลผลิตทางการค้าสูงที่สุด เท่ากับ 4,351 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยหมัก เท่ากับ 4,167 กิโลกรัมต่อไร่, ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน เท่ากับ 3,863 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่แกลบ เท่ากับ 3,541 กิโลกรัมต่อไร่ (ตาราง 28) การใส่วัสดุปรับปรุงดินที่มีความแตกต่างกันไม่มีผลต่อผลผลิตหัวเล็ก หัวแตก หัวเขียว นอกจากนี้ยังพบว่า ชุดดินสันทราย และชุดดินหางดง มีปริมาณหัวแตกสูงมาก เนื่องจากมีการให้น้ำของเกษตรกรไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้บางช่วงที่เว้นจากการให้น้ำดินจึงแห้งมากเกินไป ซึ่งการแตกของหัวมันฝรั่งมีความสัมพันธ์กับการให้น้ำหลังจากที่ดินแห้งเป็นเวลานาน (Jefferies and Mackerron, 1987) โดยหัวแตกเกิดจากดินมีการเปลี่ยนแปลงความชื้น เมื่อสภาพอากาศแห้งแล้งในขณะที่มีการขยายหัว ทำให้เปลือกของมันฝรั่งมีลักษณะแห้งกร้าน เมื่อมันฝรั่งได้รับน้ำอีกครั้งทำให้มันฝรั่งเริ่มมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้มันฝรั่งปรับสภาพไม่ทันจึงเกิดลักษณะของหัวแตกขึ้น (บุญศรี, 2547)

หมายเหตุ การเก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่งที่อายุ 80 วันหลังปลูก เนื่องจากเป็นความต้องการของตลาดมันฝรั่ง ซึ่งเป็นช่วงที่มันฝรั่งขาดตลาด และมีราคาต่อกิโลกรัมสูง เกษตรกรจึงเก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่งก่อนอายุการเก็บเกี่ยวที่ 90-120 วันหลังปลูก

ตาราง 28 แสดงปริมาณผลผลิต หัวสด หัวเล็ก หัวแตก หัวเขียว ของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ในระยะเก็บเกี่ยว เมื่อได้รับวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน

ชุดดิน	ชนิดวัสดุ	หัวทางการค้า	หัวเล็ก	หัวแตก	หัวเขียว
		กิโลกรัมต่อไร่			
สันทราย	ไม่ใส่วัสดุ	3,177^{ab}	467	133	47^{ab}
	แกลบ	3,254^{a}	641	145	0^{b}
	ปุ๋ยหมัก	2,805^{b}	953	132	131^{a}
	LSD	*	ns	ns	*
	C.V. (%)	6.13	35.1	49.7	77.1
หางตง	ไม่ใส่วัสดุ	3,863^{ab}	157	183	134
	แกลบ	3,541^{b}	138	143	91
	ปุ๋ยหมัก	4,167^{ab}	263	358	252
	ทราย	4,351^{a}	293	130	201
	LSD	*	ns	ns	ns
	C.V. (%)	9.09	52.2	73.3	55.3

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD)

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05

การศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากการศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน พบว่าในดินชุดดินสันทราย การใส่แกลบได้ผลผลิตหัวทางการค้ามากที่สุดเท่ากับ 3,254 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าผลผลิต เท่ากับ 35,794 บาทต่อไร่ มีรายรับเท่ากับ 32,264 บาทต่อไร่ การไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินมีรายรับมากที่สุดเท่ากับ 32,697 บาทต่อไร่ ขณะที่ในดินชุดดินหางดง การใส่ทรายได้ผลผลิตหัวทางการค้ามากที่สุดเท่ากับ 4,351 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าผลผลิต เท่ากับ 47,861 บาทต่อไร่ มีรายรับ เท่ากับ 15,211 บาทต่อไร่ การใส่แกลบได้ผลผลิตหัวทางการค้า เท่ากับ 3,541 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าผลผลิต เท่ากับ 38,951 บาทต่อไร่ มีรายรับ เท่ากับ 35,421 บาทต่อไร่ การไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินมีรายรับมากที่สุด เท่ากับ 40,243 บาทต่อไร่ การไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินมีรายรับมากที่สุด ในชุดดินสันทราย และชุดดินหางดง เนื่องจากไม่ต้องหักค่าวัสดุปรับปรุงดิน (ตาราง 29)

ตาราง 29 แสดงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน

ชุดดิน	ชนิดวัสดุ	ผลผลิตหัวสด	มูลค่าผลผลิต	ต้นทุนปุ๋ย	ต้นทุนวัสดุ	รายรับ
		(กิโลกรัม/ไร่)		(บาทต่อไร่)		
สันทราย	ไม่ใส่วัสดุ	3,177	34,947	2,250	0	32,697
	แกลบ	3,254	35,794	2,250	1,280	32,264
	ปุ๋ยหมัก	2,805	30,855	2,250	69,300	-40,695
หางดง	ไม่ใส่วัสดุ	3,863	42,493	2,250	0	40,243
	แกลบ	3,541	38,951	2,250	1,280	35,421
	ปุ๋ยหมัก	4,167	45,837	2,250	69,300	-25,713
	ทราย	4,351	47,861	2,250	30,400	15,211

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองเพื่อหาวิธีการและการจัดการดินที่เหมาะกับการผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกของเกษตรกร โดยพิจารณาจากผลวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการเลือกอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เหมาะสม ร่วมกับการใช้ปุ๋ยแมกนีเซียม ควบคู่กับการใช้วัสดุปรับปรุงดินในกระบวนการผลิตมันฝรั่งของเกษตรกร โดยเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและความคุ้มทุนที่ได้รับ ซึ่งสามารถแยกเป็นกิจกรรมการทดลอง 3 กิจกรรมดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่มีผลต่อ ปริมาณ ผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก

การศึกษาทำในพื้นที่ปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร 3 พื้นที่คือ บ้านแม่แฝก 1 บ้านแม่แฝก 2 และบ้านแม่แฝก 3 ตำบลแม่แฝกใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2551 (ก่อนปลูกดินมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 310, 118 และ 131 มก./กก. และมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 124, 103 และ 177 มก./กก. ตามลำดับ) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยสิ่งทดลองประกอบด้วยอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียม 4 ระดับ คือ 37.4 :100, 37.4:300, 56.1:100 และ 56.1:300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ ปุ๋ยยูเรีย 27 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปุ๋ยทริปเปิลซูปเปอร์ฟอสเฟส 8 กิโลกรัม P_2O_5 พบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมทำให้ผลผลิตของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกเพิ่มสูงขึ้นการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 56.1:300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตมันฝรั่งสูงที่สุด คือ 3,970 3,642 และ 3,514 กิโลกรัมต่อไร่ ในบ้านแม่แฝก 2 บ้านแม่แฝก 1 และบ้านแม่แฝก 3 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 56.1:100 กิโลกรัมต่อไร่ ในบ้านแม่แฝก 1 และบ้านแม่แฝก 3 ให้กำไรส่วนเพิ่มมากสุดเท่ากับ 2,741 และ 7,801 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่บ้านแม่แฝก 2 พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 56.1:300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้กำไรส่วนเพิ่มมากสุดคือ 6,342 บาทต่อไร่ ซึ่งยังคุ้มค่ากับการลงทุน แต่ถ้าพิจารณาถึงต้นทุนส่วนเพิ่มและกำไรส่วนเพิ่ม จะเห็นว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 56. 1:100 กิโลกรัมต่อไร่มีความเหมาะสมในการผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกมากที่สุด

กิจกรรมที่ 2 อิทธิพลของปุ๋ยฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตมันฝรั่ง พันธุ์แอตแลนติก

ผลของอิทธิพลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมต่อปริมาณผลผลิตของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกที่ปลูกในฤดูหนาวในที่ลุ่มจังหวัดเชียงใหม่ ในด้านการกำหนดอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมที่เหมาะสมกับธาตุอาหารในดินและความต้องการของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ในพื้นที่ปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร 3 พื้นที่ คือบ้านเจดีย์แม่ครัว (ชุดดินสันทราย 1) บ้านแม่แฝกหลวง (ชุดดินสันทราย 2) อำเภอสันทราย และบ้านแม่แดง (ชุดดินหางดง) อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนตุลาคม 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2551 วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design (Factorial in RCBD) 2 ปัจจัย 3 ซ้ำ โดยมีสิ่งทดลองประกอบ คือ ปุ๋ยทริปเปิลซูปเปอร์ฟอสเฟสและปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต ในรูปของ P_2O_5: $MgSO_4$ โดยใส่ในอัตรา 4: 100, 4: 300, 8: 100 และ 8: 300 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 27 กิโลกรัม N ต่อไร่ และ ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต อัตรา 37.4 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ พบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมอัตราต่าง ๆ มีแนวโน้มให้ผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกสูงขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส อัตรา 4 และ 8 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียม อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 5,169 3,292 และ 3,412 กิโลกรัมต่อไร่ ในชุดดินสันทราย 1 ชุดดินสันทราย 2 และชุดดินหางดง ตามลำดับ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า ในชุดดินสันทราย 1 และชุดดินสันทราย 2 การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ให้รายรับมากที่สุด เท่ากับ 52,445 และ 34,038 บาทต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับชุดดินหางดงนั้น การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ให้รายรับมากที่สุด เท่ากับ 35,051 บาทต่อไร่

กิจกรรมที่ 3 อิทธิพลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก

อิทธิพลของวัสดุปรับปรุงดินต่อการปริมาณผลผลิตของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ทำการศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2551 ในพื้นที่ปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร 2 พื้นที่ คือ 1) พื้นที่ดินร่วนเหนียวปนทราย (ชุดดินสันทราย) บ้านแม่แฝก ตำบลแม่แฝกใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) 3 สิ่งทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน ใส่แกลบ และปุ๋ยหมัก ในอัตรา 0, 3.8 และ 19.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย 27 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต 8 กิโลกรัม P_2O_5ต่อไร่ ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต 37.4 กิโลกรัม K_2Oต่อไร่ และปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2) พื้นที่ดินเหนียว (ชุดดินหางดง) บ้านช่อแล ตำบลช่อแล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) 4 สิ่งทดลอง และ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน ใส่ทราย ใส่แกลบ และปุ๋ยหมัก ในอัตรา 0, 69, 3.8 และ 19.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย 27 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต 8 กิโลกรัม P_2O_5ต่อไร่ ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต 37.4 กิโลกรัม K_2Oต่อไร่ และปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต 100 กิโลกรัมต่อไร่ จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-เบส (pH) ของดิน ชุดดินสันทราย และดินชุดหางดง แต่มีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เพิ่มขึ้น การใส่วัสดุปรับปรุงดิน (ปุ๋ยหมัก) มีผลทำให้ความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มมากขึ้น เฉพาะชุดดินสันทราย ทำให้เนื้อดินที่เป็นทรายมีการจับตัวกันของเม็ดดินมากขึ้น ส่วนผลผลิตมันฝรั่งด้านหัวทางการค้า หัวเล็ก หัวแตก หัวเขียว พบว่า การใส่แกลบในดินชุดสันทรายทำให้ได้หัวการค้ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบหัวเขียว นอกจากนี้การใส่ทรายในดินชุดหางดงมีหัวการค้ามากที่สุด ขณะที่หัวประเภทอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

พื้นที่ที่มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวและร่วนเหนียวปนทราย ควรแนะนำให้ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมต่อแมกนีเซียมที่อัตรา 56.1: 100 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนดินร่วนปนทราย ควรแนะนำให้ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมต่อแมกนีเซียมที่อัตรา 56.1: 300 กิโลกรัมต่อไร่

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับปุ๋ยแมกนีเซียมในอัตราต่างๆมีแนวโน้มทำให้ปริมาณผลผลิตมันฝรั่งเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วย สำหรับการทดลองนี้ทางทีมวิจัยได้ใช้ชุดดินสันทรายและชุดดินหางดงในการศึกษา ในชุดดินสันทรายการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา 4 กิโลกรัมต่อปุ๋ยแมกนีเซียม 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ปริมาณผลผลิตคุ้มทุนมากที่สุด ส่วนชุดดินหางดงการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่อัตรา 8 กิโลกรัมต่อปุ๋ยแมกนีเซียม 100 กิโลกรัมต่อไร่ จะให้ปริมาณผลผลิตคุ้มทุนมากที่สุด ดังนั้นหากเกษตรกรต้องการที่จะเพิ่มปริมาณผลผลิตมันฝรั่ง การเลือกใช้ปุ๋ยแมกนีเซียมร่วมกับการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่เหมาะสม ก็จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้ได้ผลกำไรคุ้มค่าทุนเช่นกัน

นอนจากนี้เกษตรกรควรมีการใช้วัสดุปรับปรุงดินในระบบปลูกมันฝรั่งเพื่อปรับโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ แกลบ และ ปุ๋ยหมัก ในพื้นที่ที่มีเนื้อดินเป็นดินทราย จะช่วยให้เนื้อดินจับตัวกันเป็นก่อนมากขึ้น และเป็นการลดต้นทุนของเกษตรกรอีกทางหนึ่ง

การใส่ปุ๋ย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมของมันฝรั่งควรใส่พร้อมปลูก โดยโรยบริเวณใกล้หัวพันธุ์มันฝรั่งและบริเวณราก เพื่อให้มันฝรั่งสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียม ควรมีการแบ่งใส่ 2 ครั้ง โดยไนโตรเจนใส่ครั้งแรกพร้อมปลูก และใส่อีกครั้งเมื่อมันฝรั่งอายุ 20 - 30 วัน เนื่องจากธาตุไนโตรเจนจะสูญเสียในดินได้ง่าย ปุ๋ยโพแทสเซียมใส่ครั้งแรกพร้อมปลูก และใส่อีกครั้งเมื่อมันฝรั่งเริ่มมีการเจริญเติบโตในส่วนหัวคือประมาณ 45 วัน เนื่องจากในช่วงนี้มันฝรั่งต้องการธาตุโพแทสเซียมในปริมาณที่สูง ในพื้นที่ดินทราย ควรมีการจัดการแปลงให้เหมาะสม เนื่องจากดินทรายเกิดการสูญเสียดินได้ง่ายกว่า ทำให้เกิดลักษณะของหัวเขียวได้ง่าย จึงควรมีการกลบดินให้สูงละกว้างขึ้นกว่าปกติ

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553ก. **ลักษณะและชุดดิน ภาคเหนือ ชุดดินสันทราย.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://osl101.ldd.go.th/thaisoils_museum/pf_desc/north/Sai.htm. (22 กันยายน 2553).

_____. 2553ข. **ลักษณะและชุดดิน ภาคเหนือ ชุดดินหางดง.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://osl101.ldd.go.th/thaisoils_museum/pf_desc/north/Hd.htm (22 กันยายน 2553).

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551ก. **มันฝรั่ง.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.fs.doae.go.th/เนื้อหาถ่ายทอด ปี49/ผัก/มันฝรั่ง.doc (14 สิงหาคม 2551).

เจนจิรา ชุมภูคำ. 2550. **อิทธิพลของอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 105 น.

จุไรรัตน์ ฝอยถาวร. 2551. **อิทธิพลของอัตราปุ๋ยแมกนีเซียมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 82 น.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 177 น.

โชคชัย ไชยมงคล. 2535. การศึกษาปุ๋ยและปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันฝรั่ง. **วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร** 8(2): 32 – 39.

นงลักษณ์ ปุระณะพงษ์. 2548. **คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช.** เชียงใหม่ : ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 284 น.

บุญธรรม บุญเลา. 2547. **คู่มือการปลูกมันฝรั่ง.** เชียงใหม่: ฝ่ายพัฒนาที่สูง สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 49 น.

บุญแสน เตียวนุกูลธรรม. 2553. **ธาตุอาหารพืช แมกนีเซียม.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.nsru.ac.th/e-learning/soil/lesson_9_5.php (15 กันยายน 2553).

บุญศรี ใจเป็ง. 2547. **คู่มือการปลูกมันฝรั่ง.** 22 น. (จุลสาร).

บัณฑูรย์ วาฤทธิ์ และ นาตยา คำอำไพ. 2546. **มันฝรั่ง.** เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 115 น.

ประสิทธิ์ โนรี. 2539. **พืชหัว.** เชียงใหม่: ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 184 น.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2543. **ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ.** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก.184 น.

มัณฑนา นาคเสน. 2536. **ผลผลิตและคุณสมบัติสำหรับการแปรรูปมันฝรั่ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 114 น.

มาโนช ทองเจียม. 2530. **มันฝรั่งฝาง 60.** เอกสารประกอบการสัมมนาการปรับปรุงพันธุ์พืช ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.16 น.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. **ศัพท์ในวงการปุ๋ย.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 238 น.

วิวัฒน์ ภานุอำไพ. 2538. **ผลของสภาพการปลูกและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อคุณภาพในการบริโภคและการแปรรูปของมันฝรั่ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 108 หน้า.

ศิริพร พงศ์ศุภสมิทธิ์. 2544. **การผลิตมันฝรั่งและหัวพันธุ์มันฝรั่ง.** เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 115 น.

ศิริวรรณ แดงภักดี. 2547. **การเปรียบเทียบการจัดการการผลิตมันฝรั่งระหว่างวิธีการดั้งเดิมกับวิธีการใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 117 น.

สมเกียรติ ขำเอี่ยม. 2542. การจัดการหน้าดินและการใช้ปุ๋ยกับมันฝรั่ง. **กสิกร** 32 (5): 4-5.

สมชาย องค์ประเสริฐ. 2545. **เอกสารอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกมันฝรั่ง.** วันที่ 22 กันยายน 2545 จังหวัดเชียงใหม่. 3 น. (เอกสารอัดสำเนา).

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2535. **คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 321 น.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, สุวพันธ์ รัตนะรัต และ ดำริ ถาวรมาศ. 2527. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.**กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 737 น.

สนั่น ขำเลิศ. 2516. กุหลาบ. น. 8-9. <u>ใน</u> **รายงานการสัมมนาไม้ดัดดอก วันที่ 4 ธันวาคม 2516.** กรุงเทพฯ: สมาคมวิทยาศาสตร์เกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร(องค์การมหาชน). 2553. **องค์ความรู้มันฝรั่ง.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://kasetinfo.arda.or.th/north/plant/potato.html (20 กันยายน 2553).

สุจิตรา ผกามาศ. 2553. **การปลูกมันฝรั่ง.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://mygirl121.exteen. com /20080908/entry-15 (21 กันยายน 2553).

โสภณ สินธุประมา. 2550. **มันฝรั่ง.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www. guru.sanook.com/ encyclopedia/มันฝรั่ง.html (21 สิงหาคม 2551).

Alexander, M. 1977. **Introduction to Soil Microbiology**. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons Inc. 467 p.

Allen, E. J. and R. N. Bean. 1978. Factors influencing the relationship between tuber yield and population. **Potato Res**. 2: 51-52.

Allison, M.F.,J.H. Fowler and E.J. Allen. 2001. Factors affecting the magnesium nutrition of potatoes (*Solanumtuberosum*). **The Journal of Agricultural Science** 137:397-409

Bergmann, W. 1992. **Nutritional Disorders of Plants**. New York: Academic Press. 246 p.

Buton, W. G. 1916. **The Potato.** 3rd ed. New York: Academic Press. 246 p.

Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of Phosphorus in soil. **Soil Sci**. 9(10): 234 p.

Carl, J. S. 1992. Potato Fertilization on Irrigated Soil. [Online]. Available. http://www.extention.umn.edu/distibution/Cropsystems/DC3425.html (22 May 2003)

Chad, M. Hutchinson. 2003. **Potato Physiological Disorders - Growth Cracks**. [Online]. Available http://www.edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/HS/HS18200.pdf.html (21 September 2010).

Grewal, J.S., S.P. Trehan and R.C.Sharma. 1991. **Phosphorus and potassium nutrition of potato**. Technical Bulletin No. 31. Shimla, India: Central Potato Research Institute: 256 p.

Haluschak,P., McKenzie and K. Panchuk. 2006. **Commercial Potato Production – Field Selection, Soil Management and Fertility**. [Online]. Available http://www.gov.mb.ca/ agriculture/crops/potato. (28 August 2008).

Hawkes, J. G. 1992. History of the Potato. pp. 1-14. In P. M. Harris (ed.). **The Potato Crop**. London: Chapman and Hall Ltd.

Hochmuth, G. A. and K. Cardusco. 1998. **A Summary of N, P,and K Reseach on Potato in Florida.** [Online]. Available http//www.edis.ifas.ufl.eud/BODY-CV233 (1 August 2008).

Iritani, W.M. and R.E. Thornton. 1984. **Potato influencing seed tuber behavior**. Washington: Backhuys Publishers. 15 p.

Jackson, M.L. 1967. Nitrogen Determinations for and plant tissue. **Soil Chemical Analysis**. 10(9): 186 p.

Jefferies, R.A.and D. K. L. Mackerron. 1987. Observations on the incidence of tuber growth cracking in relation to weather patterns. **Potato Research** 30: 613-623.

Krauss, A., and A. E. Johnston. 2002. **Assessing Soil Potassium, Can We do Better**. [Online]. Available: http://www.ipipotash.org/presentn/aspcwdb.html (20 March 2010).

Lemage, B. 1987. The influence of main stem munber and soil temperature on some growth and yield parameters of potato. **Potato Res**. 30:141-142.

Lut, Ooms. 1992. **Soil Fertility Conservation Analytical Methods for Soils**. MIAT, Thailand-KULeuven, Belgium VLIR-ABOS Project. Belgium: Backhuys Publishers. 91 p.

Martin Prevel, P.J. 1989. Physiological processes related to handling and storage quality of crops. In **Proceedings of the 21 st IPI Colloquium on: Methods of K Research in Plants**. held at Louvain-la-Neuve, Belgium, 19-21 June 1989., Bern, Switzerland : International Potash Institute.

Maurice, L.V. 1990. **Potato Fertilizer Recommendation.** [Online]. Available http: // www.msue.msu.edu/msue/imp. (7 October 1997).

Mengel, K. 1997. Impact of potassium on crop yield and quality with regard to economical and ecological aspects. pp. 157-174. In: **Proceedings of the IPI Regional Workshop on: Food Security in the**

WANA Region, the Essential Need for Balanced Fertilization. held at Bornova, Izmir, Turkey, 26-30 May 1997., Bern, Switzerland : International Potash Institute.

Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1987. **Principles of Plant Nutrition**. 4th ed. Bern, Switzerland : International Potash Institute. 254 p.

Milthorpe,F.L. 1963. Some aspects of plant growth. pp. 3 - 16 In Invins, J.D.and F.L. Milthorpe (eds.) . **The Growth of the Potato**. London : Butterworths.

Nelson, D.C. 1970. Effect of planting date, spacing and potassium on hollow heart in Norgold Russet potatoes. **Am. Potato** J. 47: 130-135.

Patricia, l. and S.K. Bansal. 1999. **Potassium and Integrate Nutrient Management in Potato**. [Online]. Available http://www.ppi-far.org/ppiweb (22 June 2008).

Pavlista, A.D. 1995. **Potassium**. [Online]. Available http://www.panhandle. unl.edu/ potato /potassium.html (21 August 2008).

Pavlista, A.D. and J.M. Blumenthal. 2000. **Potassium**. [Online]. Available http://www.panhandle. unl.edu/ potato /potassium.html (15 August 2008).

Perrenoud, S. 1993. **Fertilizing for High Yield Potato**. IPI Bulletin 8. 2nd ed. Basel, Switzerland : International Potash Institute. 125 p.

Ray, Hoyum. 2000. **Magnesium Builds Potato Profits and Quality**. [Online]. Available http//:www.fiuldfertilizer.com/pastart/pdf/31p12-13.pdf.html. (15 August 2008).

Roberts, S. and R.E. McDole. 1985. Potassium Nutrition of Potatoes. pp. 800-818.In Munson R.S. (ed) **Potassium in Agriculture**. Switzerland : International Potash Institute.

Robert B. Dwelle and Stephen L. Love. 2008. Growth Stages. Adapted with permission from Milthorpe, F.L. 1963. Some Aspects of Plant Growth pp.3 - 16 In J.D. invins And F.L. Milthorpe (eds.). **The Growth of the potato**. London.: Butterworths.

Ryan, J.G. Estefan and A. Rashid. 2001. **Soil and Plant Analysis Laboratory Manual**. 2nd ed Islamabad: Internationnal Center for Agriculture Research in the Dry Areas. 152 p.

Smith, O. 1977. **Potato: Production, Stroing, Processing**. 2nd ed. Westport, Connecticut : The AVI Publishing Company. Inc. 776 p.

Thomus M. Addiscott. 2006. **Potassium and the Distribution of Calcium and Magnesium in Potato Plant**. [Online]. Available http://www.interscience.wiley.com/journal/ 112609458/abstract.html. (12 August 2008).

Tisdale, S. L. and F. R. Nelson. 1963. **Soil Fertility and Fertilizers**. New York: The Macmillan Company. 497 p.

Van Hoomst, H.D.J. 1986. Physiological Principled, pp. 13-24.In H. van Keulen and J. Wolf

(eds.). **Modelling of Agricultural Production : Weather , Soil and Crops**. Pudoc, Wageningen: AVI Publishing Company.

Van Lagen, B. 1996. Soil Analysis. pp. 1-166. In P. Buurman, B. Van Lagen and E.J. Velthorst (eds.). Manual **for Soil and Water Analysis** Leiden: Backhuys Publishers.

Vladimir, Ignatieff and Harold J. 1985. **การใช้ปุ๋ยกับพืชต่างๆ** แปลจาก Efficent Use of Fertilizer (Continued) โดย อรุณ ทรงมณี. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว. 256 น.

Walkley, A. and I.A. Black. 1947. Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. **Soil Sci. Amer. Proc.** 63:257.

Walworth, J. L., and J. E. Muniz. 1993. A compendium of tissue nutrient concentration for fieldgrown potatoes. **American Potato Journal**. 70: 579-589.

William Evans. 2005. **Potato greening can be chlorophyll or solanine.** [Online]. Available http://www.gardenerscorner.org/subject050318.htm (20 September 2010).