

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2561

-
1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
 2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
กิจกรรม : วิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง
 3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์
ก้าวหน้าเพื่อผลผลิตและแป้งสูง ในกลุ่มดินร่วนปนเหนียว-ดินเหนียว
ชุดดินวังไฮ/ชุดดินลำนารายณ์
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Efficiency of Nutrient Utilization of Progressive Cassava
Varieties for High Yield and Starch Yield in Clay Loam –
Clay Soil: Wang Hai Series/Lam Narai Series
 4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวกิตติเมธ แจ่มศิริกุล สังกัด กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กปผ.
ผู้ร่วมงาน : นางสาวศุภกานูจน์ ล้วนมณี สังกัด กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กปผ.
: นายดาวรุ่ง คงเทียน สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
: นางวัลลีย์ อมรพล สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง
: นางสาวศรีสุดา ทิพย์รักษ์ สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
: นางจิณณจาร์ หาญเศรษฐ์สุข สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง

5. บทคัดย่อ :

ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อผลผลิตและแป้งสูง
ในกลุ่มดินร่วนปนเหนียว-ดินเหนียว ชุดดินวังไฮ ดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัด
นครสวรรค์ ในปี 2559-2561 วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 การทดลองย่อย
ได้แก่ 1) ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าในกลุ่มดินร่วนปนเหนียว-ดิน
เหนียว ปัจจัยหลักประกอบด้วย มันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 ปัจจัย
รอง คือ ปุ๋ยไนโตรเจน 5 อัตรา ได้แก่ 0-0-0, 4-8-8, 8-8-8, 12-8-8 และ 16-8-8 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่
2) ศึกษาประสิทธิภาพการใช้โพแทสเซียมของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าในกลุ่มดินร่วนปนเหนียว-ดิน

เหนียว ปัจจัยหลักประกอบด้วย มันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 ปัจจัยรอง คือปุ๋ยโพแทสเซียม 5 อัตรา ได้แก่ 0-0-0, 8-8-4, 8-8-8, 8-8-12 และ 8-8-16 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่

ผลการทดลอง พบว่า การใช้พันธุ์และปุ๋ยเคมี ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 ในดินร่วนปนเหนียว-ดินเหนียว ชุดดินวังไฮ ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 ในปี 2560 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 12-8-8 และ 8-8-8 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 4,800 และ 4,670 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนในปี 2561 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 12-8-8 และ 16-8-8 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 3,848 และ 3,942 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ตามลำดับ การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 ในปี 2560 พบว่า ไม่ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในทุกอัตรา แต่ในปี 2561 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่อัตรา 8-8-12 และ 8-8-4 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 4,512 และ 4,148 กิโลกรัม ตามลำดับ

การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 4-8-8 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูง และการใช้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ร่วมกับปุ๋ยอัตรา 8-8-8 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด ในขณะที่การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตรา 8-8-4 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ มีประสิทธิภาพการใช้โพแทสเซียมเพื่อสร้างผลผลิตสูง และการใช้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ร่วมกับปุ๋ยอัตรา 8-8-12 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด

คำสำคัญ : ธาตุอาหาร ปุ๋ย มันสำปะหลัง ประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหาร

Abstracts :

The experiment was carried out to study the efficiency of nutrient utilization of progressive cassava varieties for high yield and starch yield in clay loam-clay soil : Wang Hai series, at Nakhon Sawan Field Crops Research Center during 2016 to 2018. The experiment was conducted in split plot design with 3 replications consist of two subtests. First, studied the efficiency of nitrogen utilization of progressive cassava varieties in clay loam-clay soil. Main plot consisted of two cassava varieties: Kasetart 50 and Rayong 11. Sub plot was nitrogen fertilizer application rate including 0-0-0, 4-8-8, 8-8-8, 12-8-8 and 16-8-8 kg N-P₂O₅-K₂O/rai. Second, studied the efficiency of potassium utilization of progressive cassava varieties in clay loam-clay soil, main plot consisted of two cassava varieties: Kasetart 50

and Rayong 11. Sub plot was potassium fertilizer application rate including 0-0-0, 8-8-4, 8-8-8, 8-8-12, and 8-8-16 kg N-P₂O₅-K₂O/rai.

The results demonstrated that variety and chemical fertilizer were not interaction. Kasetsart 50 and Rayong 11 were not significantly affected to cassava yield and starch yield in clay loam-clay soil : Wang Hai series. In 2016 Kasetsart 50 and Rayong 11 were responded to nitrogen fertilizer application rate of 12-8-8 and 8-8-8 kg N-P₂O₅-K₂O/rai, had the highest yield at 4,800 and 4,670 fresh weight kg/rai respectively. However in 2017 were responded at 12-8-8 and 16-8-8 kg N-P₂O₅-K₂O/rai, showed that the highest yield at 3,848 and 3,942 fresh weight kg/rai respectively. In 2016 Kasetsart 50 and Rayong 11 were not responded to potash fertilizer application rate but in 2017 were responded at 8-8-12 and 8-8-4 kg N-P₂O₅-K₂O/rai, The study showed that the highest yield at 4,512 and 4,148 fresh weight kg/rai respectively.

The nitrogen fertilizer at the rate of 4-8-8 kg N-P₂O₅-K₂O/rai which showed the highest agronomic efficiency. Rayong 11 with fertilizer application rate of 8-8-8 kg N-P₂O₅-K₂O/rai which showed the most of economic return. While, the potash fertilizer at the rate of 8-8-4 kg N-P₂O₅-K₂O/rai which showed the highest agronomic efficiency. Kasetsart 50 with fertilizer application at 8-8-12 kg N-P₂O₅-K₂O/rai resulted in the most of economic return.

Keywords : Nutrients, Fertilizer, Cassava, Nutrient use efficiency (NUE)

6. คำนำ :

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจ ที่มีศักยภาพสูง ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตมันเส้น/มันอัดเม็ด และ แป้งมันสำปะหลัง ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมการหมัก (ผงชูรส กรดไลซีน) และอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มความต้องการมันสำปะหลังเพื่อผลิตพลังงาน และผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น เช่น ไบโอดีเซล กรดแล็กติก ในปี 2560/2561 มีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด 8.92 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 30 ล้านตัน กระจายอยู่ตามภาคต่าง ๆ คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกประมาณ 4.81 ล้านไร่ ภาคกลางประมาณ 2.13 ล้านไร่ ภาคเหนือประมาณ 1.98 ล้านไร่ ส่วนภาคตะวันออกประมาณ 1.47 ล้านไร่ ผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ย 3,499 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

จากแนวนโยบายคงพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของประเทศไว้ และต้องการเพิ่มผลผลิตต่อไร่จาก 3.7 ตัน ในปี 2550 เป็น 5 ตันต่อไร่ จากนโยบายคงพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของประเทศไว้ที่ 7.4 ล้านไร่ ต้องการเพิ่มผลผลิตต่อไร่จาก 3.7 ตัน ในปี 2550 เป็น 5 ตันต่อไร่ ภายใต้สภาวะการปลูกที่เหมาะสม เช่นการจัดการ

ปุ๋ยและการให้น้ำ แต่การปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร ขาดการจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสม ทำให้ผลผลิตโดยรวมของประเทศอยู่ในเกณฑ์ต่ำ และดินที่ปลูกมันสำปะหลัง ส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 80 เป็นดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายถึงร่วนปนทราย นอกนั้นจะเป็นดินที่มีเนื้อดินร่วนถึงร่วนเหนียว (กอบเกียรติและ, 2554) การปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่อง มีแนวโน้มทำให้ดินเสื่อมโทรมลงทุกๆปี (ชุมพลและคณะ, 2550; โชติและคณะ, 2539) สอดคล้องกับ วัลลีย์ และคณะ (2555) ทำการปลูกมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ในดินทราย ชุดดินสัดหีบ จังหวัดระยอง พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด 338 กก.ผลผลิต/กก.N รองลงมาคือพันธุ์ระยอง 11 และระยอง 9 ที่มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิต 318 และ 279 กก.ผลผลิต/กก.N ตามลำดับ และ พบว่า โปแทสเซียมจะสะสมอยู่ในหัวมันสำปะหลังมากกว่าธาตุอาหารหลักอื่นๆ เมื่อมีการเคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากพื้นที่จึงทำให้ธาตุอาหารในดินลดลงอย่างรวดเร็ว ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกมันสำปะหลังซ้ำในพื้นที่เดิมเป็นประจำอย่างยิ่งที่ใส่ปุ๋ยเคมี ประกอบกับในปัจจุบันมีการพัฒนาสายพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น การเคลื่อนย้ายผลผลิตแต่ละพันธุ์ออกจากพื้นที่จึงทำให้ธาตุอาหารต่อต้านผลผลิตในดินลดลง ดังนั้นงานวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของพันธุ์มันสำปะหลังในแต่ละเขต จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในเขตที่มีความหลากหลายทั้งสภาพภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ) และชนิดของดิน กล่าวคือดินแต่ละชุดดินมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ทั้งในด้านของโครงสร้าง เนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่าง ชนิดของแร่ดินเหนียว และธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน กรณีตัวอย่าง เช่น ชุดดินโชคชัย ชุดดินปากช่อง เป็นดินเหนียวที่มีปฏิกิริยาเป็นกรด และประกอบด้วยธาตุเหล็กและอะลูมิเนียมสูง ส่วนชุดดินลพบุรี ชุดดินตาคี ชุดดินลำนารายณ์ เป็นดินเหนียวที่มีปฏิกิริยาเป็นด่าง และประกอบด้วยธาตุแคลเซียมในปริมาณมาก จึงทำให้มีศักยภาพในการตรึงฟอสฟอรัสสูง ดังนั้น อาจพบการขาดธาตุฟอสฟอรัสของพืชที่ปลูกในชุดดินต่างๆ เหล่านี้ได้ง่าย ดังนั้นปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดินแต่ละชนิด-ส่วนหนึ่งจะถูกดินดูดยึดไว้ หรืออาจสูญหายไปด้วยกระบวนการต่างๆ การศึกษาประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลัง ทำให้ทราบได้ว่า จะต้องชดเชยหรือใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมจากคำแนะนำมาน้อยเพียงใดเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการสำหรับมันสำปะหลังพันธุ์ต่าง ๆ ซึ่งการใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพสูงสุด จะต้องใช้ให้ตรงตาม 1) สมบัติของดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับปริมาณธาตุอาหารในดินและข้อจำกัดของดินต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร 2) ความต้องการของพืชเนื่องจากพืชแต่ละชนิด และหรือชนิดเดียวกันที่ปลูกในแต่ละสภาพพื้นที่ จะมีความต้องการธาตุอาหารแตกต่างกัน และ 3) ช่วงระยะเวลาที่พืชต้องการ และเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในด้านการลงทุนตลอดจนสามารถลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตได้ ดังนั้น การพัฒนาสายพันธุ์มันสำปะหลังที่มีประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียม ผสมผสานกับการจัดการปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพ เช่น อัตราการใช้ วิธีและระยะเวลาที่เหมาะสมกับพืช ชนิดดิน และสภาพพื้นที่ เพื่อแก้ปัญหา

การผลิตมันสำปะหลังในแต่ละเขต ดังนั้นจึงควรดำเนินการวิจัยประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของพันธุ์มันสำปะหลังสายพันธุ์ต่างๆ ในแต่ละสภาพแวดล้อมและแหล่งปลูก เพื่อใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีศักยภาพต่อไป

7. วิธีดำเนินการ :

7.1 อุปกรณ์

- พื้นที่ทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จำนวน 1.5 ไร่
- ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (46%N) ปุ๋ยโดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18 %N และ 46% P₂O₅) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46% P₂O₅) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 %K₂O)
- ใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ก้านหน้าของกรมวิชาการเกษตร 1- 2 พันธุ์
- สว่านเก็บตัวอย่างดิน และอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินแบบ Undisturbed core sample
- คู่มือตรวจสอบสีดิน ถูง ถึงพลาสติกเก็บตัวอย่างดิน ตาชั่ง เทปวัดระยะขนาด 50 เมตร และอื่นๆ เป็นต้น
- สารเคมีป้องกันและกำจัดวัชพืช
- เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องแก้วและสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดินและพืช

7.2 วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 3 ซ้ำ แบ่งเป็น 2 การทดลอง ได้แก่

1. ศึกษาประสิทธิภาพการใช้นิโตรเจนของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้านหน้าในกลุ่มดินร่วนปนเหนียว-ดินเหนียว

ปัจจัยหลักเป็นพันธุ์มันสำปะหลัง ได้แก่

- 1) มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50
- 2) สายพันธุ์ก้านหน้าของกรมวิชาการเกษตร (พันธุ์ระยอง 11)

ปัจจัยรองเป็นปุ๋ยไนโตรเจน 5 อัตรา ได้แก่

- 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-8-8 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O/ไร่)
- 2) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน (4-8-8 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O/ไร่)
- 3) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.0 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน (8-8-8 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O/ไร่)
- 4) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน (12-8-8 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O/ไร่)
- 5) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2.0 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน (16-8-8 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O/ไร่)

โดยทุกกรรมวิธีได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน จากผลการวิเคราะห์ดิน (Table 1) ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง 1.35 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ 12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง 75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อัตราปุ๋ยที่ได้ตามคำแนะนำของค่าวิเคราะห์ดินคือ 8-8-8 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่

2. ศึกษาประสิทธิภาพการใช้โพแทสเซียมของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าในกลุ่มดินร่วนปนเหนียว-ดินเหนียว

ปัจจัยหลักเป็นพันธุ์มันสำปะหลัง ได้แก่

- 1) มันสำปะหลังพันธุ์ เกษตรศาสตร์ 50
- 2) สายพันธุ์ก้าวหน้าของกรมวิชาการเกษตร (พันธุ์ระยอง 11)

ปัจจัยรองเป็นปุ๋ยโพแทสเซียม 5 อัตรา ได้แก่

- 1) ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (8-8-0 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O/ไร่)
- 2) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 0.5 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน (8-8-4 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O/ไร่)
- 3) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 1.0 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน (8-8-8 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O/ไร่)
- 4) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 1.5 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน (8-8-12 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O/ไร่)
- 5) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 2.0 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน (8-8-16 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O/ไร่)

โดยทุกกรรมวิธีได้รับปุ๋ยไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน จากผลการวิเคราะห์ดิน (Table 1) ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง 1.35 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ 12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ปานกลาง 75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อัตราปุ๋ยที่ได้ตามคำแนะนำของค่าวิเคราะห์ดินคือ 8-8-8 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่

Table 1 Basic soil properties at 0-20 cm. and 20-50 cm. depth before planting

Parameters	0-20 cm	20-50 cm
Soil pH (1:1)	4.78	4.46
Organic matter (%)	1.35	0.87
Available phosphorus (mg/kg)	12	5
Exchangeable potassium (mg/kg)	75	64

วิธีปฏิบัติการทดลอง

- สำรวจ เก็บตัวอย่างดิน วิเคราะห์ธาตุอาหารพืช และคัดเลือกพื้นที่ตัวแทนของมันสำปะหลังที่เป็นกลุ่มดินร่วนปนเหนียว-ดินเหนียว ชุดดินวังไฮ หรือชุดดินลำนารายณ์ เก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มรวม (composited sample) ก่อนปลูก โดยใช้เกณฑ์การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินของกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร (2548)

- ปลูกมันสำปะหลังในแปลงย่อยขนาด 8 x 7 เมตร ระยะปลูก 1.0 x 0.70 เมตร 1 ต้น/หลุม (จำนวน 8 แถว ๆ ละ 7 เมตร) ใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีที่กำหนดเมื่อดินมีความชื้นเหมาะสมในขณะที่ยัง

สำหรับอายุ 1-2 เดือน โดยโรยบริเวณข้างหลุมปลูกแล้วใช้ดินกลบ ฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชตามความจำเป็น เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุ 11-2 เดือน เก็บตัวอย่างพืชที่อายุเก็บเกี่ยวนำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆของมันสำปะหลัง ได้แก่ ต้น ใบ เหง้า และหัว วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

- เก็บตัวอย่างดินรวม (composited sample) ก่อนปลูก
- การใส่ปุ๋ย ใส่ตามกรรมวิธี (Treatments)

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกข้อมูล วันปลูก วันเก็บเกี่ยว จำนวนต้นเก็บเกี่ยว ผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูก และหลังเก็บเกี่ยว วัดพีเอช (pH) ดิน วัดโดย pH meter ของอัตราส่วน 1:1 ของดิน: น้ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุด้วยวิธีการ Walkley and Black's method (1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Bray No.II) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก สกัดด้วย 1 N Ammonium Acetate, pH 7 และวัดด้วย Atomic absorption Spectrophotometer และเนื้อดิน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ analysis of variance เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยใช้ Duncan,s New Multiple Range Test และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของธาตุอาหารพืชกับผลผลิต การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ย N K (response curve) และประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังในดินชุดต่างๆ

- การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้ Value to Cost Ratio (VCR)

$$\begin{aligned} \text{รายได้สุทธิ (Gross return)} &= \text{ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม} \times \text{ราคาผลผลิต} \\ \text{ผลตอบแทนสุทธิ (Net return)} &= \text{รายได้สุทธิ} - \text{ต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม} \\ \text{VCR} &= \text{รายได้สุทธิ} / \text{ต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม} \end{aligned}$$

ถ้าค่า VCR มากกว่า 2 แสดงว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Pervaiz *et al.*, 2004)

7.3 เวลาและสถานที่

- | | |
|------------------|---|
| ระยะเวลา | เดือนตุลาคม 2559 – กันยายน 2561 |
| สถานที่ดำเนินการ | 1. แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า
จังหวัดนครสวรรค์ |
| | 2. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร |

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ดำเนินการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 ในพื้นที่ดินเหนียว ชุดดินวังไฮ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ พิกัด UTM 47 P 066169^E 170084^N โดยในปี 2560 ปลูกมันสำปะหลัง เมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2559 เก็บเกี่ยว วันที่ 1 มิถุนายน 2560 ส่วนในปี 2561 ปลูกมันสำปะหลัง วันที่ 7 มิถุนายน 2560 เก็บเกี่ยว วันที่ 30 พฤษภาคม 2561

8.1 ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของมันสำปะหลัง

8.1.1 การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

ในปี 2560 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 4, 6, 8 เดือน และที่อายุเก็บเกี่ยว พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และ พันธุ์ระยอง 11 ให้ความสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีแนวโน้มให้ความสูงมากกว่าพันธุ์ระยอง 11 แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่างๆ ให้ความสูงของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ความสูงเฉลี่ยสูงสุด (Table 2 and 3)

Table 2 Height (cm) of cassava by various nitrogen at 4 and 6 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017)

Nitrogen (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	4 months		Av. (B)	6 months		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
0-8-8	131	126	139 b	152	144	148 b
4-8-8	152	151	155 a	173	172	173 a
8-8-8	155	149	153 a	174	168	171 a
12-8-8	156	150	155 a	176	172	174 a
16-8-8	156	156	156 a	177	176	176 a
Av. (A)	150	146		170	166	
F-test (A)		ns			ns	
F-test (B)		*			*	
F-test (AxB)		ns			ns	
CV (A) (%)		8.6			10.2	
CV (B) (%)		11.0			9.5	

Remark : KU = Kasetart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ns : Not significant

Table 3 Height (cm) of cassava by various nitrogen at 8 and 12 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017)

Nitrogen (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	8 months		Av. (B)	12 months		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
0-8-8	187	165	176 b	252	233	243 b
4-8-8	214	213	214 a	259	255	257 ab
8-8-8	218	212	215 a	279	259	269 a
12-8-8	220	214	217 a	250	259	255 ab
16-8-8	220	219	220 a	280	267	274 a
Av. (A)	212	205		264	255	
F-test (A)		ns			ns	
F-test (B)		*			*	
F-test (AxB)		ns			ns	
CV (A) (%)		5.7			8.5	
CV (B) (%)		8.4			6.6	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ns : Not significant

สำหรับในปี 2561 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 4 เดือน พบว่า การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ ให้ความสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีแนวโน้มให้ความสูงมากกว่าพันธุ์ระยอง 11 แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่างๆ ให้ความสูงของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ความสูงมากที่สุดเฉลี่ย 143 เซนติเมตร (Table 4)

ความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 6, 8 เดือน และที่อายุเก็บเกี่ยว พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ ให้ความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ความสูงมากกว่าพันธุ์ระยอง 11 และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่างๆ ให้ความสูงของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 4 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ความสูงเฉลี่ยสูงสุด (Table 4 and 5)

Table 4 Height (cm) of cassava by various nitrogen at 4 and 6 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2017/2018)

Nitrogen (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	4 months		Av. (B)	6 months		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
0-8-8	107	114	111 b	171	151	161 b
4-8-8	141	132	137 a	259	240	250 a
8-8-8	143	134	139 a	278	217	248 a
12-8-8	145	138	142 a	264	222	243 a
16-8-8	156	130	143 a	273	211	242 a
Av. (A)	138	130		249 a	208 b	
F-test (A)		ns			*	
F-test (B)		*			**	
F-test (AxB)		ns			ns	
CV (A) (%)		7.5			5.9	
CV (B) (%)		9.1			12.6	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ** : Significant at 1% level , ns : Not significant

Table 5 Height (cm) of cassava by various nitrogen at 8 and 12 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2017/2018)

Nitrogen (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	8 months		Av. (B)	12 months		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
0-8-8	196	200	198 b	197	200	199 b
4-8-8	287	264	275 a	294	270	282 a
8-8-8	291	244	268 a	289	255	272 a
12-8-8	289	240	265 a	306	248	277 a
16-8-8	292	240	266 a	303	251	277 a
Av. (A)	271 a	238 b		278 a	245 b	
F-test (A)		*			*	
F-test (B)		**			**	

F-test (AxB)	ns	ns
CV (A) (%)	5.7	4.5
CV (B) (%)	8.4	13.7

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ns : Not significant

8.1.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง

ผลผลิตหัวสด

เก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 12 เดือน ในปี 2560 การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าพันธุ์ระยอง 11 โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 4,223 และ 4,101 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่างๆ มันสำปะหลังให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 4,420 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 6)

สำหรับในปี 2561 พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกับปี 2560 แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่างๆ มันสำปะหลังให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 4 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 3,724 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 6)

เปอร์เซ็นต์แป้ง

ในปี 2560 การตอบสนองของเปอร์เซ็นต์แป้งต่อพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ระยอง 11 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าเกษตรศาสตร์ 50 (26.4 และ 21.4 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน มันสำปะหลังให้เปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Table 7)

ปี 2561 การตอบสนองของเปอร์เซ็นต์แป้งต่อพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับปี 2560 โดยพันธุ์ระยอง 11 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าเกษตรศาสตร์ 50 (27.1 และ 24.9 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่างๆ มันสำปะหลังให้เปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Table 7)

ผลผลิตแป้ง

ในปี 2560 และ 2561 การตอบสนองของผลผลิตแป้งต่อพันธุ์และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนพบว่าไม่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ระยอง 11 มีแนวโน้มให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าเกษตรกรศาสตร์ 50 (Table 8)

Table 6 Fresh Yield (kg/rai) of cassava by various nitrogen at 12 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017 and 2017/2018)

Nitrogen (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	2016/2017		Av. (B)	2017/2018		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
0-8-8	3,406	3,366	3,386 b	3,095	2,995	3,045 b
4-8-8	4,370	4,200	4,285 a	3,829	3,619	3,724 a
8-8-8	4,170	4,670	4,420 a	3,657	3,617	3,637 a
12-8-8	4,800	4,000	4,400 a	3,848	3,343	3,595 a
16-8-8	4,370	4,270	4,320 a	3,515	3,924	3,719 a
Av. (A)	4,223	4,101		3,589	3,499	
F-test (A)		ns			ns	
F-test (B)		*			*	
F-test (AxB)		ns			ns	
CV (A) (%)		11.5			10.6	
CV (B) (%)		14.2			9.6	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ns : Not significant

Table 7 Starch Content (%) of cassava by various nitrogen at 12 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017 and 2017/2018)

Nitrogen (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	2016/2017		Av. (B)	2017/2018		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
0-8-8	20.6	26.8	23.7	25.1	27.5	26.3
4-8-8	20.4	26.7	23.6	24.9	27.2	26.1
8-8-8	20.9	27.0	24.0	25.6	27.1	26.3

12-8-8	23.8	25.0	24.4	24.6	26.6	25.6
16-8-8	21.3	26.5	23.9	24.4	27.1	25.7
Av. (A)	21.4 b	26.4 a		24.9 b	27.1 a	
F-test (A)		**			*	
F-test (B)		ns			ns	
F-test (AxB)		ns			ns	
CV (A) (%)		7.8			3.1	
CV (B) (%)		8.4			3.4	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ** : Significant at 1% level , ns : Not significant

Table 8 Starch Yield (kg/rai) of cassava by various nitrogen at 12 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017 and 2017/2018)

Nitrogen (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	2016/2017		Av. (B)	2017/2018		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
0-8-8	1,214	1,428	1,321	1,042	914	978
4-8-8	1,235	1,464	1,350	864	934	899
8-8-8	1,342	1,498	1,420	858	948	903
12-8-8	1,172	1,360	1,266	851	891	871
16-8-8	1,286	1,188	1,237	857	1,064	960
Av. (A)	1,250	1,388		894	950	
F-test (A)		ns			ns	
F-test (B)		ns			ns	
F-test (AxB)		ns			ns	
CV (A) (%)		7.8			13.4	
CV (B) (%)		8.4			13.0	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT, ns : Not significant

8.1.3 ผลผลิตและการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของมันสำปะหลัง

การปลูกมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 พบว่าให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในปี 2560 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 4,223 และพันธุ์ระยอง 11 ซึ่งให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,101 กิโลกรัมต่อไร่ และในปี 2561 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 3,589 และพันธุ์ระยอง 11 ซึ่งให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,499 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 6)

การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (ปี 2560) พบว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง คือ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 4,800 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4, 8 และ 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ แต่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 3,406 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 9 and Figure 1) ส่วนในปี 2561 พบว่าการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีแนวโน้มเช่นเดียวกับปี 2560 โดยการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 3,848 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4, 8 และ 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ แต่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 3,095 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 9 and Figure 2)

สำหรับการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 (ปี 2560) พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง คือ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 4,670 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4, 12 และ 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ แต่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 3,366 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 10 and Figure 1) แต่ในปี 2561 พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 คือ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 3,942 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 4, 8 และ 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ แต่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 2,995 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 10 and Figure 2)

Table 9 Fresh Yield (kg/rai) of cassava variety Kasetsart 50 by various nitrogen in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017 and 2017/2018)

Applied N (kg N/rai)	Fresh Yield (kg/rai) in 2016/2017	Yield increase (%)	Fresh Yield (kg/rai) in 2017/2018	Yield increase (%)
0	3,406 b	-	3,095 b	-

4	4,370 a	22.1	3,829 a	19.2
8	4,170 a	18.3	3,657 a	15.8
12	4,800 a	29.0	3,848 a	19.6
16	4,370 a	22.1	3,515 a	11.9
CV. (%)	14.2		9.6	

Table 10 Fresh Yield (kg/rai) of cassava variety Rayong 11 by various nitrogen in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017 and 2017/2018)

Applied N (kg N/rai)	Fresh Yield (kg/rai) in 2016/2017	Yield increase (%)	Fresh Yield (kg/rai) in 2017/2018	Yield increase (%)
0	3,366 b	-	2,995 b	-
4	4,200 a	19.9	3,619 a	17.2
8	4,670 a	27.9	3,617 a	17.2
12	4,000 a	15.9	3,343 a	10.4
16	4,270 a	21.2	3,942 a	23.7
CV. (%)	14.2		9.6	

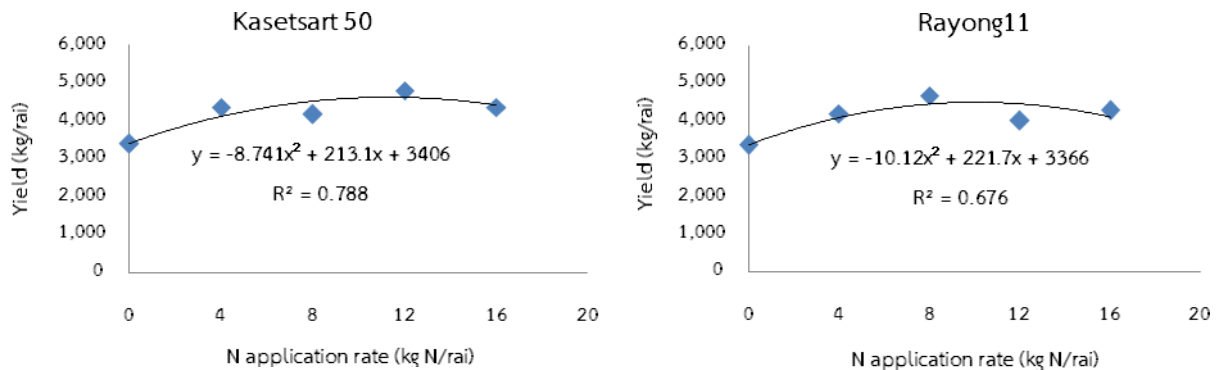


Figure 1 Response of cassava to nitrogen fertilizer in in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017)

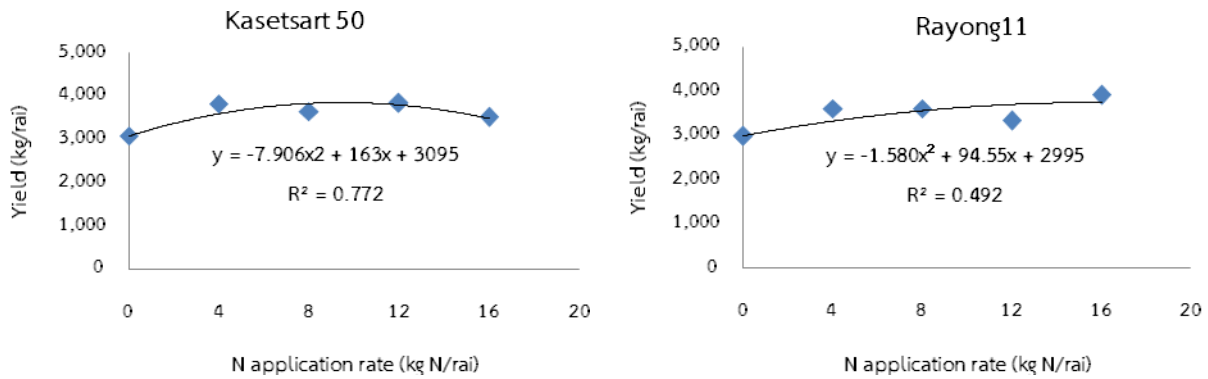


Figure 2 Response of cassava to nitrogen fertilizer in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2017/2018)

8.1.4 การดูใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลัง

การดูใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังโดยเฉลี่ยทั้ง 2 ปี ในส่วนของต้น พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 มีปริมาณการดูใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่างๆ ปริมาณการดูใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกัน (Table 11)

ในส่วนของใบ พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ มีปริมาณการดูใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่างๆ ทำให้ปริมาณการดูใช้ในโตรเจนและโพแทสเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีปริมาณการดูใช้ในโตรเจนและโพแทสเซียมเฉลี่ยสูงสุด (Table 12)

ในส่วนของเหง้า พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่างๆ มีปริมาณการดูใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณการดูใช้โพแทสเซียมใน 2 พันธุ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ระยอง 11 มีปริมาณการดูใช้โพแทสเซียมสูงสุด เท่ากับ 3.51 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เท่ากับ 2.57 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ (Table 13)

ในส่วนของหัว พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ มีปริมาณการดูใช้ในโตรเจน และโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนของหัวมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีปริมาณสูงกว่าพันธุ์ระยอง 11 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (1.09 และ 1.03 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ) สำหรับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่างๆ ทำให้ปริมาณการดูใช้ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่างๆ ทำให้ปริมาณการดูใช้ในโตรเจน

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนสูงสุด (5.8 กิโลกรัม N ต่อไร่) (Table 14)

Table 11 Nutrients uptake by 12 months in the stem of cassava in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province during 2016/2017- 2017/2018

Nitrogen (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	N		Av. (B)	P ₂ O ₅		Av. (B)	K ₂ O		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11		KU50	RY11	
0-8-8	4.88	5.01	4.95	1.92	1.17	1.55	5.69	6.91	6.30
4-8-8	6.95	6.39	6.67	1.83	1.32	1.57	7.92	6.31	7.12
8-8-8	5.34	6.34	5.84	2.03	1.42	1.73	5.51	8.52	7.02
12-8-8	6.88	5.98	6.43	2.25	1.15	1.70	7.13	7.16	7.15
16-8-8	9.00	5.56	7.78	1.95	0.98	1.47	8.43	6.37	7.40
Av. (A)	6.61	6.06		2.00	1.21		6.94	7.05	
F-test (A)		ns			ns			ns	
F-test (B)		ns			ns			ns	
F-test (AxB)		ns			ns			ns	
CV (A) (%)		25.0			37.6			10.4	
CV (B) (%)		23.8			20.0			21.4	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

ns : Not significant

Table 12 Nutrients uptake by 12 months in the leaf of cassava in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province during 2016/2017- 2017/2018

Nitrogen (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	N		Av. (B)	P ₂ O ₅		Av. (B)	K ₂ O		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11		KU50	RY11	
0-8-8	12.18	13.23	12.70 c	0.85	0.88	0.87	3.65	3.11 a	3.38 c
4-8-8	16.72	14.61	15.66 bc	0.89	1.01	0.95	5.07	3.21 a	4.14 ab
8-8-8	14.71	15.80	15.26 bc	0.91	0.99	0.95	4.16	3.73 a	3.95 bc
12-8-8	19.86	16.04	17.95 ab	1.11	1.01	1.06	5.49	3.62 a	4.56 ab
16-8-8	22.70	17.29	20.00 a	1.30	1.05	1.18	7.29	3.61 a	5.45 a

Av. (A)	17.23	15.39	1.01	0.99	5.13	3.46
F-test (A)	ns		ns		ns	
F-test (B)	*		ns		**	
F-test (AxB)	ns		ns		ns	
CV (A) (%)	19.6		30.1		36.9	
CV (B) (%)	33.4		18.6		19.5	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ** : Significant at 1% level , ns : Not significant

Table 13 Nutrients uptake by 12 months in the stalk of cassava in Wang Hai series at Nakhon

Sawan Province during 2016/2017- 2017/2018

Nitrogen (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	N		Av. (B)	P ₂ O ₅		Av. (B)	K ₂ O		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11		KU50	RY11	
0-8-8	3.00	3.08	3.04	0.64	0.49	0.56	2.45	3.63	3.04
4-8-8	3.69	3.51	3.60	0.64	0.48	0.56	2.71	3.34	3.03
8-8-8	2.93	3.71	3.32	0.65	0.49	0.57	1.98	3.71	2.85
12-8-8	3.84	4.06	3.95	0.67	0.53	0.60	2.74	3.77	3.25
16-8-8	4.50	3.69	4.09	0.66	0.41	0.54	2.99	3.10	3.05
Av. (A)	3.59	3.61		0.65	0.48		2.57 b	3.51 a	
F-test (A)	ns			ns			*		
F-test (B)	ns			ns			ns		
F-test (AxB)	ns			ns			ns		
CV (A) (%)	22.5			29.0			16.7		
CV (B) (%)	42.8			15.8			13.3		

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ns : Not significant

Table 14 Nutrients uptake by 12 months in the root of cassava in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province during 2016/2017- 2017/2018

Nitrogen (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	N		Av. (B)	P ₂ O ₅		Av. (B)	K ₂ O		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11		KU50	RY11	
0-8-8	4.01	4.51	4.26 b	1.32	1.05	1.18	10.68	9.65	10.17
4-8-8	4.25	4.95	4.60 b	0.95	1.06	1.01	8.17	9.72	8.94
8-8-8	4.17	5.29	4.73 b	1.09	1.04	1.07	8.15	10.09	9.12
12-8-8	4.62	5.30	4.96 b	1.04	0.97	1.01	9.38	9.17	9.28
16-8-8	6.20	5.40	5.80 a	1.07	1.00	1.03	8.70	10.05	9.37
Av. (A)	4.65	5.09		1.09 a	1.03 b		9.02	9.74	
F-test (A)		ns			*			ns	
F-test (B)		**			ns			ns	
F-test (AxB)		ns			ns			ns	
CV (A) (%)		20.8			3.1			5.6	
CV (B) (%)		12.0			19.7			19.7	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ** : Significant at 1% level , ns : Not significant

8.1.5 ประสิทธิภาพการใช้ธาตุไนโตรเจนของมันสำปะหลัง

การประเมินประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในปุ๋ย สามารถประเมินได้จาก ประสิทธิภาพการสร้างผลผลิต (agronomic efficiency) หรือประสิทธิภาพผลผลิต (yield efficiency) ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ย (apparent recovery efficiency) และ ประสิทธิภาพการสร้างผลผลิตเชิงสรีระ (agrophysiological efficiency) (Fageria *et al.*, 1997) พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด 183.5 กิโลกรัมผลผลิตต่อกิโลกรัม N เมื่อใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 4 กิโลกรัม N ต่อไร่ และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนจะลดลงเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น (Table 15)

ส่วนมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด 156.0 กิโลกรัมผลผลิตต่อกิโลกรัม N เมื่อใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 4 kg N ต่อไร่ เช่นเดียวกับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 แต่ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตต่ำสุด 29.0 กิโลกรัมผลผลิตต่อกิโลกรัม N เมื่อใช้ปุ๋ย

ไนโตรเจนในอัตรา 12 kg N ต่อไร่ (Table 15) ซึ่งจะเห็นได้ว่ามันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนต่ำกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

Table 15 Nitrogen use efficiency (NUE) for cassava in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province

Applied N (kg N/rai)	Yield (kg/rai)	N uptake* (kg/rai)	AUE* (kg/rai)	APUE* (kg/rai)	ARE* (%)
Kasetsart 50					
0	3,095	4.0	-	-	-
4	3,829	4.3	183.5	3,058	6.0
8	3,657	4.2	70.3	3,513	2.0
12	3,848	4.6	62.8	1,234	5.1
16	3,515	6.2	26.3	192	13.7
Rayong11					
0	2,995	4.5	-	-	-
4	3,619	5.0	156.0	1,418	11.0
8	3,617	5.3	77.8	797	9.8
12	3,343	5.3	29.0	441	6.6
16	3,942	5.4	58.1	1,044	5.6

Note : * Calculated from dry weight

AUE, agronomic efficiency = (yield N_F - yield N_0)/ N_F applied

APUE, agrophysiological efficiency = (yield N_F - yield N_0)/(N uptake N_F - N uptake N_0)

ARE, apparent nitrogen recovery = (N uptake N_F - N uptake N_0)/ N_F applied x 100

8.1.6 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อผลิตและแป่งสูง ในกลุ่มดินร่วนปนเหนียว-ดินเหนียว ชุดดินวังไฮ ในปี 2560 (Table 16) พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เมื่อใส่ปุ๋ยในอัตรา 12-8-8 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด ส่วนมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 การใส่ปุ๋ยที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน คือที่อัตรา 8-8-8 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ส่วนในปี 2561 (Table 17) พบว่า มันสำปะหลัง

พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เมื่อใส่ปุ๋ยในอัตรา 4-8-8 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด แต่มีน้สำหรับพันธุ์ระยะของ 11 การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่างๆ ให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า มีน้สำหรับพันธุ์ระยะของ 11 มีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งการใช้ปุ๋ยในอัตราดังกล่าว มีความคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด

Table 16 Economic return analysis of nitrogen fertilizer application for cassava in rainy season 2016/2017

Fertilizer applied (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	Grain yield (kg/rai)	Increase Yield (%)	Gross returns (Bath/rai)	Expenditure on fertilizer (Bath/rai)	VCR
Kasetsart 50					
0-8-8	3,406				
4-8-8	4,370	22.1	1,832	670	2.7
8-8-8	4,170	18.3	1,452	814	1.8
12-8-8	4,800	29.0	2,649	958	2.8
16-8-8	4,370	22.1	1,832	1,086	1.7
Rayong11					
0-8-8	3,366				
4-8-8	4,200	19.9	1,585	670	2.4
8-8-8	4,670	27.9	2,478	814	3.0
12-8-8	4,000	15.9	1,205	958	1.3
16-8-8	4,270	21.2	1,718	1,086	1.6

Fertilizer price: 46-0-0 (16 baht/kg K) 18-46-0 (23 baht/kg N-P₂O₅) and 0-0-60 (19 baht/kg K₂O)

Yield price: 1.9 baht/kg

Table 17 Economic return analysis of nitrogen fertilizer application for cassava in rainy season 2017/2018

Fertilizer applied (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	Grain yield (kg/rai)	Increase Yield (%)	Gross returns (Bath/rai)	Expenditure on fertilizer (Bath/rai)	VCR
Kasetsart 50					
0-8-8	3,095				
4-8-8	3,829	19.2	1,395	670	2.1
8-8-8	3,657	15.8	1,068	814	1.3
12-8-8	3,848	19.6	1,431	958	1.5
16-8-8	3,515	11.9	798	1,086	0.7
Rayong11					
0-8-8	2,995				
4-8-8	3,619	17.2	1,186	670	1.8
8-8-8	3,617	17.2	1,182	814	1.5
12-8-8	3,343	10.4	661	958	0.7
16-8-8	3,924	23.7	1,799	1,086	1.7

Fertilizer price: 46-0-0 (16 baht/kg K) 18-46-0 (23 baht/kg N-P₂O₅) and 0-0-60 (19 baht/kg K₂O)

Yield price: 1.9 baht/kg

8.2 ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทชของมันสำปะหลัง

8.2.1 การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

ในปี 2560 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 4 6 และ 8 เดือน พบว่า การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทชของมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ ให้ความสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีแนวโน้มให้ความสูงมากกว่าพันธุ์ระยอง 11 และการใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่างๆ มันสำปะหลังให้ความสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทชเช่นเดียวกัน (Table 18 and 19) ส่วนความสูงของมันสำปะหลังที่อายุเก็บเกี่ยว พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่างๆ ให้ความสูงของมันสำปะหลังเฉลี่ย 215-222 เซนติเมตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช (Table 19)

Table 18 Height (cm) of cassava by various potassium at 4 and 6 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017)

Potassium (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	4 months		Av. (B)	6 months		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
8-8-0	162	138	150	176	161	169
8-8-4	153	136	144	178	169	174
8-8-8	158	130	144	190	166	178
8-8-12	169	132	150	190	166	178
8-8-16	157	137	147	181	167	174
Av. (A)	160	135		183	166	
F-test (A)		ns			ns	
F-test (B)		ns			ns	
F-test (AxB)		ns			ns	
CV (A) (%)		9.2			8.5	
CV (B) (%)		6.0			3.8	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

ns : Not significant

Table 19 Height (cm) of cassava by various potassium at 8 and 12 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017)

Potassium (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	8 months		Av. (B)	12 months		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
8-8-0	180	171	176	202	201	201 b
8-8-4	186	177	182	209	208	219 a
8-8-8	199	179	189	230	199	215 a
8-8-12	197	176	187	238	206	222 a
8-8-16	194	171	183	234	205	219 a
Av. (A)	191	175		227	204	
F-test (A)		ns			ns	

F-test (B)	ns	*
F-test (AxB)	ns	ns
CV (A) (%)	9.5	8.5
CV (B) (%)	7.1	6.6

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ns : Not significant

ปี 2561 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 4 เดือน พบว่า การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทช มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ให้ความสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์เกษตรกรศาสตร์ 50 มีแนวโน้มให้ความสูงมากกว่าพันธุ์ระยอง 11 และการใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่างๆ ให้ความสูงของมันสำปะหลังไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช (Table 20)

ความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 6, 8 เดือน และที่อายุเก็บเกี่ยว พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ให้ความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์เกษตรกรศาสตร์ 50 ให้ความสูงมากกว่าพันธุ์ระยอง 11 แต่การใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่างๆ ให้ความสูงของมันสำปะหลังไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช (Table 20 and 21)

Table 20 Height (cm) of cassava by various potassium at 4 and 6 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2017/2018)

Potassium (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	4 months		Av. (B)	6 months		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
8-8-0	120	117	119	237	179	228
8-8-4	137	128	133	249	200	225
8-8-8	142	129	134	227	219	223
8-8-12	143	135	139	271	195	233
8-8-16	141	130	136	284	219	232
Av. (A)	137	128		254 a	202 b	
F-test (A)	ns			**		
F-test (B)	ns			ns		
F-test (AxB)	ns			ns		
CV (A) (%)	8.5			8.5		

CV (B) (%)	10.6	3.8
------------	------	-----

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

** : Significant at 1% level , ns : Not significant

Table 21 Height (cm) of cassava by various potassium at 8 and 12 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2017/2018)

Potassium (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	8 months		Av. (B)	12 months		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
8-8-0	260	245	253	270	256	263
8-8-4	270	227	249	291	237	264
8-8-8	255	247	251	266	259	263
8-8-12	296	223	260	303	238	270
8-8-16	301	208	254	312	219	266
Av. (A)	276 a	230 b		288 a	242 b	
F-test (A)		**			*	
F-test (B)		ns			ns	
F-test (AxB)		ns			ns	
CV (A) (%)		6.2			6.2	
CV (B) (%)		13.6			12.0	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ** : Significant at 1% level , ns : Not significant

8.2.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง

ผลผลิตหัวสด

เก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 12 เดือน ในปี 2560 การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทช พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ระยอง 11 โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 4,610 และ 4,300 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และการใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่างๆ มันสำปะหลังให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช (Table 22)

สำหรับในปี 2561 พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับปี 2560 แต่การใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่างๆ มันสำปะหลังให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช โดยการใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตรา 12 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 4,304 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 22)

เปอร์เซ็นต์แป้ง

ในปี 2560 การตอบสนองของเปอร์เซ็นต์แป้งต่อพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ระยอง 11 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าเกษตรศาสตร์ 50 (25.5 และ 20.5 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่างๆ มันสำปะหลังให้เปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช (Table 23)

ปี 2561 การตอบสนองของเปอร์เซ็นต์แป้งต่อพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับปี 2560 โดยพันธุ์ระยอง 11 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าเกษตรศาสตร์ 50 (27.1 และ 24.9 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่างๆ มันสำปะหลังให้เปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช (Table 23)

ผลผลิตแป้ง

ในปี 2560 และ 2561 การตอบสนองของผลผลิตแป้งต่อพันธุ์และอัตราปุ๋ยโพแทช พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ระยอง 11 มีแนวโน้มให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าเกษตรศาสตร์ 50 (Table 24)

Table 22 Fresh Yield (kg/rai) of cassava by various potassium at 12 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017 and 2017/2018)

Potassium (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	2016/2017		Av. (B)	2017/2018		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
8-8-0	5,000	4,200	4,600	3,533	3,638	3,586 b
8-8-4	4,770	4,570	4,670	4,033	4,148	4,091 a
8-8-8	4,330	3,730	4,030	4,271	4,014	4,143 a
8-8-12	4,430	4,300	4,370	4,512	4,095	4,304 a
8-8-16	4,530	4,700	4,620	4,138	3,910	4,024 a
Av. (A)	4,610	4,300		4,097	3,961	
F-test (A)	ns			ns		
F-test (B)	ns			**		

F-test (AxB)	ns	ns
CV (A) (%)	18.5	28.7
CV (B) (%)	12.9	6.9

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ** : Significant at 1% level , ns : Not significant

Table 23 Starch Content (%) of cassava by various potassium at 12 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017 and 2017/2018)

Potassium (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	2016/2017		Av. (B)	2017/2018		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
8-8-0	20.2	25.8	23.0	24.4	26.8	25.6
8-8-4	21.9	25.2	23.5	23.1	27.0	25.0
8-8-8	19.9	25.9	23.0	24.0	26.8	25.4
8-8-12	19.2	25.0	22.1	22.8	26.6	24.7
8-8-16	21.1	25.6	23.4	23.7	27.3	25.5
Av. (A)	20.5 b	25.5 a		23.6 b	26.9 a	
F-test (A)		ns			*	
F-test (B)		**			ns	
F-test (AxB)		ns			ns	
CV (A) (%)		4.9			4.9	
CV (B) (%)		3.5			3.5	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ** : Significant at 1% level , ns : Not significant

Table 24 Starch Yield (kg/rai) of cassava by various potassium at 12 months after planting in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017 and 2017/2018)

Potassium (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	2016/2017		Av. (B)	2017/2018		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11	
8-8-0	1,010	1,086	1,048	960	1,113	1,036
8-8-4	1,041	1,146	1,093	941	971	956
8-8-8	867	963	915	964	1,131	1,048
8-8-12	850	1,072	961	906	1,095	1,001
8-8-16	954	1,209	1,081	911	1,063	987
Av. (A)	944	1,095		937	1,075	
F-test (A)		ns			ns	
F-test (B)		ns			ns	
F-test (AxB)		ns			ns	
CV (A) (%)		17.0			27.2	
CV (B) (%)		12.0			11.8	

Remark : KU = Kasetart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

ns : Not significant

8.2.3 ผลผลิตและการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทชของมันสำปะหลัง

การปลูกมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 พบว่าให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในปี 2560 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 4,610 และพันธุ์ระยอง 11 ซึ่งให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,300 กิโลกรัมต่อไร่ และในปี 2561 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 4,097 และพันธุ์ระยอง 11 ซึ่งให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,961 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 22)

การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทชของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ในปี 2560 พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทชไม่มีผลต่อผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โดยการใช้ปุ๋ยโพแทชอัตรา 0, 4, 8, 12 และ 16 กิโลกรัม K₂O ต่อไร่ ให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน และการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทชให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด (Table 25 and Figure 3) ส่วนในปี 2561 นั้น การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทชของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พบว่า การใช้ปุ๋ยโพแทชมีผลต่อผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง คือ การใช้ปุ๋ยโพแทชอัตรา 12 กิโลกรัม K₂O ต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 4,512 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยโพแทช 4,

8 และ 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ใช้ปุ๋ยโพแทชซึ่งให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 3,533 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 25 and Figure 4)

การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทชของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ในปี 2560 พบว่า การใช้ปุ๋ยโพแทชไม่มีผลต่อผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 เช่นเดียวกับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โดยการใช้ปุ๋ยโพแทชอัตรา 0, 4, 8, 12 และ 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน และการใช้ปุ๋ยโพแทชอัตรา 8 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 3,730 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 26 and Figure 3) ส่วนในปี 2561 นั้น การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทชของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 พบว่า การใช้ปุ๋ยโพแทชมีผลต่อผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง คือ การใช้ปุ๋ยโพแทชอัตรา 4 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 4,148 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยโพแทชอัตรา 8, 12 และ 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ แต่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการไม่ใช้ปุ๋ยโพแทชซึ่งให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 3,638 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 26 and Figure 4)

Table 25 Fresh Yield (kg/rai) of cassava variety Kasetart 50 by various potassium in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017 and 2017/2018)

Applied K (kg K_2O /rai)	Fresh Yield (kg/rai) in 2016/2017	Yield increase (%)	Fresh Yield (kg/rai) in 2017/2018	Yield increase (%)
0	5,000	-	3,533 b	-
4	4,770	-4.8	4,033 a	12.4
8	4,330	-15.5	4,271 a	17.3
12	4,430	-12.9	4,512 a	21.7
16	4,530	-10.4	4,138 a	14.6
CV. (%)	12.9		6.9	

Table 26 Fresh Yield (kg/rai) of cassava variety Rayong 11 by various potassium in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017 and 2017/2018)

Applied K (kg K_2O /rai)	Fresh Yield (kg/rai) in 2016/2017	Yield increase (%)	Fresh Yield (kg/rai) in 2017/2018	Yield increase (%)
0	4,200	-	3,638 b	-
4	4,570	8.1	4,148 a	12.3
8	3,730	-12.6	4,014 a	9.4

12	4,300	2.3	4,095 a	11.2
16	4,700	10.6	3,910 a	7.0
CV. (%)	12.9		6.9	

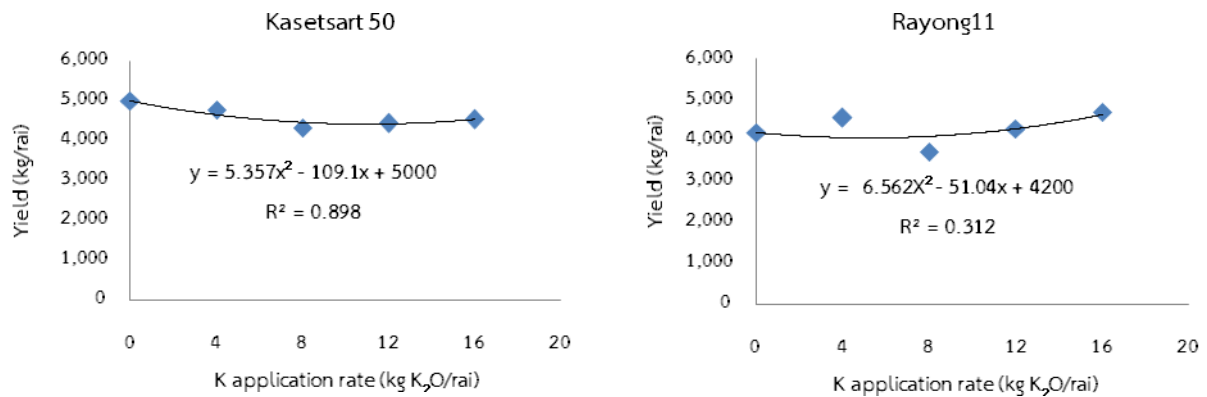


Figure 3 Response of cassava to potassium fertilizer in in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2016/2017)

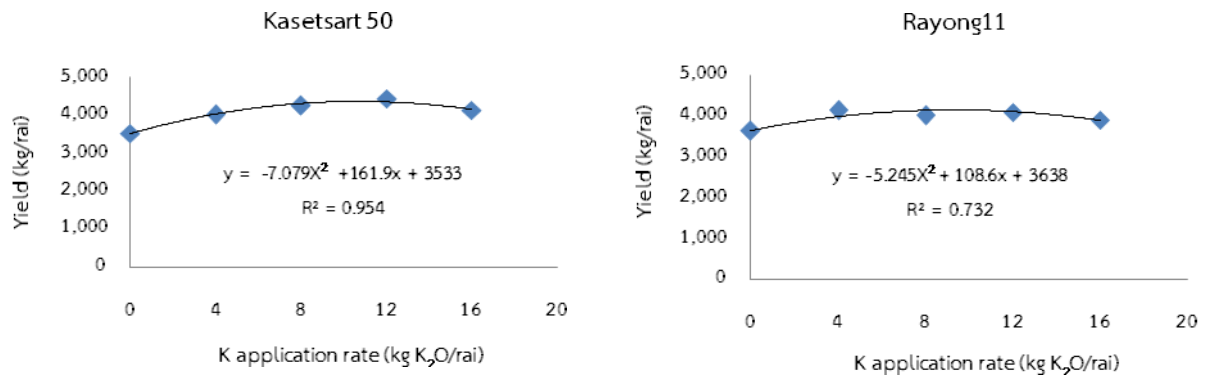


Figure 4 Response of cassava to potassium fertilizer in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province (rainy season 2017/2018)

8.2.4 การดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลัง

การดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังโดยเฉลี่ยทั้ง 2 ปี ในส่วนของต้น พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 มีปริมาณการดูดใช้ในไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่างๆ ปริมาณการดูดใช้ในไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกัน (Table 27)

ในส่วนของใบ พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ มีปริมาณการดูดใช้ในไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่างๆ ปริมาณการดูดใช้ในไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณการดูดใช้ในไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างพันธุ์และการใส่ปุ๋ยโพแทช การใช้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ร่วมกับปุ๋ย 0-16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ใบมันสำปะหลัง มีปริมาณการดูดใช้ในไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่แตกต่างกับการใช้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ร่วมกับการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช ในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยโพแทช อัตรา 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ พันธุ์ระยอง 11 มีปริมาณการดูดใช้ในไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ต่ำสุด (Table 28)

ในส่วนของเหง้า พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่างๆ มีปริมาณการดูดใช้ในไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมใน 2 พันธุ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ระยอง 11 มีปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมสูงสุด เท่ากับ 3.06 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เท่ากับ 1.99 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ (Table 29)

ในส่วนของหัว พบว่า ทั้ง 2 พันธุ์ มีปริมาณการดูดใช้ในไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใส่ปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่างๆ ปริมาณการดูดใช้ในไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในหัวมันสำปะหลัง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกัน (Table 30)

Table 27 Nutrients uptake by 12 months in the stem of cassava in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province during 2016/2017- 2017/2018

Potassium (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	N		Av. (B)	P ₂ O ₅		Av. (B)	K ₂ O		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11		KU50	RY11	
8-8-0	4.78	6.68	5.73	1.48	1.47	1.48	4.66	5.89	5.28
8-8-4	7.07	6.25	6.66	1.68	1.02	1.35	5.68	5.31	5.50
8-8-8	4.27	6.34	5.31	1.52	1.33	1.43	4.65	6.08	5.37
8-8-12	6.12	4.29	5.20	1.40	1.36	1.38	6.04	5.60	5.82

8-8-16	6.74	3.35	5.04	1.43	0.90	1.17	6.09	4.29	5.19
Av. (A)	5.80	5.38		1.50	1.22		5.42	5.44	
F-test (A)		ns			ns			ns	
F-test (B)		ns			ns			ns	
F-test (AxB)		ns			ns			ns	
CV (A) (%)		41.4			21.7			27.0	
CV (B) (%)		31.4			27.7			37.0	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

ns : Not significant

Table 28 Nutrients uptake by 12 months in the leaf of cassava in Wang Hai series at Nakhon Sawan Province during 2016/2017- 2017/2018

Potassium (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	N		Av. (B)	P ₂ O ₅		Av. (B)	K ₂ O		Av. (B)
	KU50	RY11		KU50	RY11		KU50	RY11	
8-8-0	13.79 a	20.69 a	17.24	0.71 a	1.45 a	1.08	3.06 b	4.24 a	3.65
8-8-4	18.28 a	13.08 bc	15.68	1.05 a	0.81 b	0.93	4.14 ab	2.62 b	3.38
8-8-8	13.79 a	18.47 ab	16.13	0.83 a	1.25 a	1.04	3.96 ab	3.71 ab	3.84
8-8-12	17.59 a	15.34 abc	16.47	0.99 a	1.16 ab	1.07	4.90 a	3.44 ab	4.17
8-8-16	18.72 a	10.74 c	14.73	1.10 a	0.78 b	0.94	4.85 a	2.38 b	3.62
Av. (A)	16.43	15.66		0.93	1.09		4.18	3.28	
F-test (A)		ns			ns			ns	
F-test (B)		ns			ns			ns	
F-test (AxB)		**			**			*	
CV (A) (%)		35.2			38.1			32.0	
CV (B) (%)		20.7			21.6			22.5	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ** : Significant at 1% level , ns : Not significant

Table 29 Nutrients uptake by 12 months in the stalk of cassava in Wang Hai series at Nakhon

Sawan Province during 2016/2017- 2017/2018

Potassium (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	N		Av.	P ₂ O ₅		Av.	K ₂ O		Av.
	KU50	RY11	(B)	KU50	RY11	(B)	KU50	RY11	(B)
8-8-0	2.87 a	4.75 a	3.81	0.60	0.76	0.68	1.66	2.99	2.33
8-8-4	3.39 a	3.69 b	3.54	0.75	0.59	0.67	2.02	2.78	2.40
8-8-8	2.72 a	3.92 ab	3.32	0.62	0.61	0.62	2.30	3.53	2.92
8-8-12	3.14 a	3.18 bc	3.16	0.58	0.68	0.63	2.00	3.45	2.73
8-8-16	3.10 a	2.53 c	2.81	0.55	0.45	0.50	1.97	2.55	2.55
Av. (A)	3.04	3.61		0.62	0.62		1.99 b	3.06 a	
F-test (A)		ns			ns			*	
F-test (B)		ns			ns			ns	
F-test (AxB)		*			ns			ns	
CV (A) (%)		41.3			16.3			25.1	
CV (B) (%)		17.1			17.6			23.0	

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

* : Significant at 5% level, ns : Not significant

Table 30 Nutrients uptake by 12 months in the root of cassava in Wang Hai series at Nakhon

Sawan Province during 2016/2017- 2017/2018

Potassium (B) (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	N		Av.	P ₂ O ₅		Av.	K ₂ O		Av.
	KU50	RY11	(B)	KU50	RY11	(B)	KU50	RY11	(B)
8-8-0	5.05	5.09	5.07	1.43	1.66	1.54	7.71	11.07	9.39
8-8-4	6.34	6.13	6.24	1.50	1.26	1.38	9.14	8.90	9.02
8-8-8	5.24	7.08	6.16	1.83	1.40	1.62	10.32	10.81	10.56
8-8-12	5.53	5.40	5.47	1.41	1.54	1.48	7.97	11.25	9.61
8-8-16	5.40	5.78	5.59	1.33	1.48	1.40	8.59	10.77	9.68
Av. (A)	5.51	5.89		1.50	1.47		8.75	10.56	
F-test (A)		ns			ns			ns	

F-test (B)	ns	ns	ns
F-test (AxB)	ns	**	ns
CV (A) (%)	52.3	28.9	37.8
CV (B) (%)	20.8	10.8	25.6

Remark : KU = Kasetsart 50, RY11 = Rayong 11

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT,

** : Significant at 1% level , ns : Not significant

8.2.5 ประสิทธิภาพการใช้ธาตุโพแทสเซียมของมันสำปะหลัง

การประเมินประสิทธิภาพการใช้โพแทสเซียมในปุ๋ย สามารถประเมินได้จาก ประสิทธิภาพการสร้างผลผลิต (agronomic efficiency) หรือประสิทธิภาพผลผลิต (yield efficiency) ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ย (apparent recovery efficiency) และประสิทธิภาพการสร้างผลผลิตเชิงสรีระ (agrophysiological efficiency) พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด 125.0 กิโลกรัมผลผลิตต่อกิโลกรัม K_2O เมื่อใช้ปุ๋ยโพแทชในอัตรา 4 kg K_2O ต่อไร่ และประสิทธิภาพการใช้โพแทสเซียมจะลดลงเมื่อใส่ปุ๋ยโพแทชเพิ่มขึ้น (Table 31)

สำหรับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 พบว่า มีประสิทธิภาพการใช้โพแทสเซียมเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด 127.5 กิโลกรัมผลผลิตต่อกิโลกรัม K_2O เมื่อใช้ปุ๋ยโพแทชในอัตรา 4 kg K_2O ต่อไร่ เช่นเดียวกับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และประสิทธิภาพการใช้โพแทสเซียมจะลดลงเมื่อใส่ปุ๋ยโพแทชเพิ่มขึ้น (Table 31) ซึ่งจะเห็นได้ว่ามันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 มีประสิทธิภาพการใช้โพแทสเซียมสูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เล็กน้อย

Table 31 Potassium use efficiency (NUE) for cassava in Wang Hai series at Nakhon Sawan

Province					
Applied K (kg K_2O /rai)	Yield (kg/rai)	K uptake* (kg/rai)	AUE* (kg/rai)	APUE* (kg/rai)	ARE* (%)
Kasetsart 50					
0	3,533	5.1			
4	4,033	6.3	125.0	388	32.3
8	4,271	5.2	92.3	3,884	2.4
12	4,512	5.5	81.6	2,040	4.0
16	4,138	5.4	37.8	1,729	2.2

Rayong11						
0	3,638	5.1				
4	4,148	6.1	127.5	490	26.0	
8	4,014	7.1	47.0	189	24.9	
12	4,095	5.4	38.1	1,474	2.6	
16	3,910	5.8	17.0	394	4.3	

Note : * Calculated from dry weight

AUE, agronomic efficiency = (yield K_F - yield K_0)/ K_F applied

APUE, agrophysiological efficiency = (yield K_F - yield K_0)/(K uptake K_F - K uptake K_0)

ARE, apparent nitrogen recovery = (K uptake K_F - K uptake K_0)/ K_F applied x 100

8.2.6 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนการใช้ปุ๋ยโพแทชของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อผลผลิตและแบ่งสูง ในกลุ่มดินร่วนปนเหนียว-ดินเหนียว ชุดดินวังไฮ ในปี 2560 (Table 31) พบว่า การปลูกมันสำปะหลังทั้งสองพันธุ์ คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 การใช้ปุ๋ยโพแทชที่อัตราต่างๆ ให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน (ค่า VCR น้อยกว่า 2) แต่ในขณะที่ปี 2561 การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และใส่ปุ๋ยอัตรา 8-8-12 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ มีค่า VCR เท่ากับ 2.0 ซึ่งถือว่าให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน (Table 32)

Table 31 Economic return analysis of potassium fertilizer application for cassava in rainy season 2016/2017

Fertilizer applied (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	Grain yield (kg/rai)	Increase Yield (%)	Gross returns (Bath/rai)	Expenditure on fertilizer (Bath/rai)	VCR
Kasetsart 50					
8-8-0	5,000				
8-8-4	4,770	-4.8	-437	700	-0.6
8-8-8	4,330	-15.5	-1,273	814	-1.8
8-8-12	4,430	-12.9	-1,083	947	-1.3
8-8-16	4,530	-10.4	-893	1,080	-0.9

Rayong11					
8-8-0	4,200				
8-8-4	4,570	8.1	703	700	1.0
8-8-8	3,730	-12.6	-893	814	-1.1
8-8-12	4,300	2.3	190	947	0.2
8-8-16	4,700	10.6	950	1,080	0.9

Fertilizer price: 46-0-0 (16 baht/kg K) 18-46-0 (23 baht/kg N-P₂O₅) and 0-0-60 (19 baht/kg K₂O)

Yield price: 1.9 baht/kg

Table 32 Economic return analysis of potassium fertilizer application for cassava in rainy season 2017/2018

Fertilizer applied (kg N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	Grain yield (kg/rai)	Increase Yield (%)	Gross returns (Bath/rai)	Expenditure on fertilizer (Bath/rai)	VCR
Kasetsart 50					
8-8-0	3,533				
8-8-4	4,033	12.4	950	700	1.4
8-8-8	4,271	17.3	1,402	814	1.7
8-8-12	4,512	21.7	1,860	947	2.0
8-8-16	4,138	14.6	1,150	1,080	1.1
Rayong11					
8-8-0	3,638				
8-8-4	4,148	12.3	969	700	1.4
8-8-8	4,014	9.4	714	814	0.9
8-8-12	4,095	11.2	868	947	0.9
8-8-16	3,910	7.0	517	1,080	0.5

Fertilizer price: 46-0-0 (16 baht/kg K) 18-46-0 (23 baht/kg N-P₂O₅) and 0-0-60 (19 baht/kg K₂O)

Yield price: 1.9 baht/kg

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

1) การใช้พันธุ์และปุ๋ยเคมี ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 ในดินร่วนปนเหนียว-ดินเหนียว ชุดดินวังไฮ ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยสูงสุด

2) การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 ในปี 2560 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 12 และ 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 4,800 และ 4,670 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนในปี 2561 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 12 และ 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 3,848 และ 3,942 กิโลกรัม ตามลำดับ

3) การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทชของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 ในปี 2560 พบว่า ไม่ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทชในทุกอัตรา แต่ในปี 2561 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทชที่อัตรา 12 และ 4 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 4,512 และ 4,148 กิโลกรัม ตามลำดับ

4) การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 4-8-8 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูง และการใช้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 8-8-8 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด ในขณะที่การใช้ปุ๋ยโพแทชในอัตรา 8-8-4 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ มีประสิทธิภาพการใช้โพแทสเซียมเพื่อสร้างผลผลิตสูง และหากมีการใช้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ร่วมกับปุ๋ยโพแทชอัตรา 8-8-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ก็จะทำให้ได้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนมากที่สุด

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

1) สามารถใช้เป็นคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยโพแทชเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตมันสำปะหลังอย่างเหมาะสมเฉพาะพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ผลตอบแทนคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

2) ใช้เป็นข้อมูลจำเพาะต่อความต้องการธาตุอาหารและการตอบสนองต่อปุ๋ยของมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์ และยังสามารถเป็นแนวทางในการนำไปขยายผลหรือประยุกต์ใช้กับกลุ่มดินอื่นหรือชุดดินอื่นต่อไป

11. คำขอบคุณ :

12. เอกสารอ้างอิง :

กรมวิชาการเกษตร. 2544. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กลุ่มวิจัย
ปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวง
เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 121 หน้า.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ วลัย อมรพล ศรีสุตา ทิพย์รักษ์ วินัย ศรวัตติ และเกษม ชูสอน.
2554. การตอบสนองของพันธุ์มันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารเพื่อผลิตเอทานอลในจังหวัด
ขอนแก่น. รายงานผลงานวิจัยปี 2553. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร.
หน้า 61-74.

ชุมพล นาควิโรจน์ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ โอภาส บุญเส็ง สมาน รุ่งเรือง อนุศาสตร์ สุ่ม
มาตย์ วลัย อมรพล สันติ อธิราภรณ์ ดิสนันธุ์ ธรรมมาภิรมย์ และฉัตรชนก นพพรพร. 2550. การ
พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลัง หน้า 156 – 176. ใน รายงานการประชุมผลงานวิจัยเพื่อพิจารณา
เป็นผลงานวิจัยก้าวหน้า ประจำปี 2549 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 6 - 8
มิถุนายน 2550 ณ โรงแรมรามาคาร์เด้น กรุงเทพฯ.

วัลลีย์ อมรพล กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และรุ่งรวี บุญทั้ง. 2555. ศึกษาการตอบสนองของมัน
สำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินทราย: ชุดดินสัดหีบ. หน้า 7 -25. รายงานประจำปี 2554
โครงการวิจัยและพัฒนาวิธีการเขตกรรมมันสำปะหลัง. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
สิงหาคม 2555.

วัลลีย์ อมรพล กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ศรีสุตา ทิพย์รักษ์ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี จิณณจารี หาญ
เศรษฐสุข ประพิศ วองเทียม และ สมพงษ์ ทองช่วย. 2558. การตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการ
จัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วน : ชุดดินห้วยโป่ง. ผลงานวิจัยดีเด่น กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2558.
กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมฤทัย ต้นเจริญ อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ วัลลีย์ อมรพล กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ปิยะนันท์
วิวัฒน์วิทยา สายน้ำ อุดพ้วย และ อนันต์ ทองภู. 2558. ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการ
จัดการธาตุอาหารในดินเหนียว ชุดดินโชคชัย. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ 2558 กองวิจัยพัฒนา
ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก
2559/2560. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 222 หน้า. <http://www.oae.go.th>

Howeler, R.H. 2002. Cassava Mineral Nutrition and Fertilization. Page 115-147. In
Hillocks, R.J., J.M. Thresh and A.C. Bellotti (eds.), Cassava: Biology, Production and
Utilization. CAB International.

Pavaiz, Z., Hussain, K., Kazmi, S.S.H. and Gill, K.H. 2004. Agronomic efficiency of different N:P ratios in rain fed wheat. International Journal of Agriculture & Biology. 3: 455-457.

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjajeff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.

13. ภาคผนวก :-