รายงานโครงการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาวิธีการเขตกรรมมันสำปะหลัง

Research and Development on Cassava Cultural Practice Management

นางวัลลีย์ อมรพล

MRS.WANLEE AMONPON

ปี พ.ศ. 2558

รายงานโครงการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาวิธีการเขตกรรมมันสำปะหลัง

Research and Development on Cassava Cultural Practice Management

นางวัลลีย์ อมรพล

WANLEE AMONPON

ปี พ.ศ. 2558

คำปรารภ (Preface)

มันสำปะหลังเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญ นอกจากจะเป็นพืชอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ แล้ว ยังมีศักยภาพเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลสูงเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยสามารถนำมาใช้ในการผลิตเอทานอลได้ทั้งรูปหัวสด และมันเส้น ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกมันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก ปัจจุบันการผลิตมันสำปะหลังมีการเปลี่ยนแปลงไป เกษตรกรต้องการปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตและ มีรายได้สูงขึ้น ซึ่งหากใช้ปุ๋ยในอัตราที่ไม่เหมาะสม อาจจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตโดยไม่จำเป็น หรือได้ผลผลิตไม่คุ้มค่ากับการลงทุน จึงมีความจำเป็นต้องมีวิธีการจัดการที่ดี เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิต ซึ่งจะต้องพิจารณาเลือกพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมกับแต่ละพันธุ์ การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการจัดการธาตุอาหารอย่างแม่นยำ ตรงตามระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความต้องการของมันสำปะหลัง

การเพิ่มผลผลิตแบบผสมผสานเชิงบูรณาการ โดยเฉพาะใช้พันธุ์ การจัดการดิน น้ำ ปุ๋ยและเขตกรรมอื่นได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม สามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้อย่างยั่งยืน และเป็นเทคโนโลยีที่ควรพิจารณาภายใต้เงื่อนไข ความต้องการ และการตอบสนองของมันสำปะหลังในพื้นที่แต่ละแหล่งปลูก และความคุ้มทุนในการลงทุนอ สำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำ การใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับแนะนำเกษตรกรต่อไป

อนึ่ง หวังว่ารายงานฉบับนี้คงจะเป็นประโยชน์กับนักวิชาการที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจต่อไป

นางวัลลีย์ อมรพล
หัวหน้าโครงการวิจัยและพัฒนาวิธีการเขตกรรมมันสำปะหลัง
สิงหาคม 2559

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ..... ก

ผู้วิจัย 1

บทนำ..... 2

บทคัดย่อ..... 6

1. ชื่อกิจกรรมงานวิจัย 1 วิจัยและพัฒนาการจัดธาตุอาหาร ในการผลิตมันสำปะหลังในดินชุดต่าง ๆ 10
2. ชื่อกิจกรรมงานวิจัย 2 ศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตต่อผลผลิต ของพันธุ์มันสำปะหลัง 24
3. ชื่อกิจกรรมงานวิจัย 3 วิจัยและพัฒนาการลดการปนเปื้อนโลหะหนัก ในมันสำปะหลัง 40

บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 47

เอกสารอ้างอิง..... 48

ภาคผนวก 51

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานโครงการวิจัยและพัฒนาวิธีการเขตกรรมมันสำปะหลัง ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน ผ่านการพิจารณาข้อเสนอวิจัยจากสภาวิจัยแห่งชาติ (วช.) และกรมวิชาการเกษตร ได้มีการพัฒนางานวิจัยด้านต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว ด้วยการมีพื้นฐานด้านวิชาการเกษตรและการประสานงานของนักวิชาการ ผู้บริหาร และจากหลายหน่วยงานภายในกรมวิชาการเกษตร ทั้งภาคสนามและห้องปฏิบัติการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันของนักวิจัยต่างวัย และผู้มากประสบกาณ์ ซึ่งงานวิจัยโครงการนี้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายได้ เพราะได้รับการสนับสนุนจากผู้บังคับบัญชาต้นสังกัดของนักวิจัยแต่ละหน่วยงานเป็นอย่างดี ในฐานะที่ได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบ โครงการวิจัยและพัฒนาวิธีการเขตกรรมมันสำปะหลัง ขอได้รับการขอบคุณคณะผู้วิจัยจำนวนมาก และมาจากหลากหลายสาขาวิชาซึ่งไม่อาจกล่าวนามได้หมดในที่นี้ และคณะผู้วิจัยขอขอพระคุณ อธิบดีกรมวิชาการเกษตร และผู้บริหารระดับสูงของกรมวิชาการเกษตร ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ผู้อำนวยการศูนย์ฯ ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญด้านพืชไร่ โดยนายกอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และที่ปรึกษาแผนงานวิจัยทุกท่าน ที่ให้ข้อคิดเห็นและคำปรึกษา อันเป็นประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัย รวมถึงกองแผนงานและวิชาการ ที่ได้ตรวจแก้การเขียนผลงานวิจัย และบุคลากรผู้สนับสนุนทุกฝ่าย ผู้ที่เป็นกำลังต่อการปฏิบัติงานในโครงการวิจัย ซึ่งทุกท่าน มีส่วนร่วมผลักดันให้งานวิจัยเสร็จสิ้น จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาส นี้

ผู้วิจัย

วัลลีย์ อมรพล[2/] ศุภกาญจน์ ล้วนมณี[6/] กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ[1/] ชยันต์ ภักดีไทย[3/] บุญเหลือ ศรีมุงคุณ[5/] พินิจ กัลยาศิลปิน[16/] สมฤทัย ตันเจริญ[7/] อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์[7/] อภิชาต เมืองซอง[11/] สมควร คล้องช้าง[7/] อุดม วงศ์ชนะภัย[13/] ศรีสุดา ทิพยรักษ์[3/] รุ่งรวี บุญทั่ง[2/] อัมราวรรณ ทิพยวัฒน์[3/] ดาวรุ่ง คงเทียน[4/] สุภาพร สุขโต[14/] สุพรรณณี เป็งคำ[6/] ประสงค์ วงศ์ชนะภัย[13/] จงรักษ์ จารุเนตร[15/] ธำรง เชื้อกิตติศักดิ์[5/] วิทูร อมรพล[2/] เกษม ชูสอน[3/] มาลัย กล่อมแก้ว[2/] เมธาพร พุฒขาว[17/] เชาวนาถ พฤทธิเทพ[12/] นรีลักษณ์ วรรณสาย[19/] ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง[6/] นิลุบล ทวีกุล[11/] ศิวิไล ลาภบรรจบ[4/] รัชดา ปรัชเจริญวนิชย์[11/] เสาวรี บำรุง[11/] อนุศาสตร์ สุ่มมาตร[11/] ปฏิมาภรณ์ จินจาคาม[7/] วุฒิพล จันสระคู[8/] วนิดา โนบรรเทา[7/] วสันต์ วรรณจักร์[10/] เหรียญทอง พานสายตา[3/] อนันต์ ทองภู[7/] สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์[7/] พัชรินทร์ นามวงษ์[7/] กัญญรัตน์ จำปาทอง[1/] วารีย์ ทองมี[1/] สมชาย บุญประดับ[9/] กุลวิไล สุทธิลักษณวนิช[18/]

Wanlee Amonpon Suphakarn Luanmanee Kobkiet Paisancharoen Chayant Pakddeethai Bunlue Srimungkun Pinit Kalayasilapin Somrutai Tancharoen Somkuan Klongchang Anusorn Tiensiriroek phichat Muangsong Udom Wongchanapai Srisuda Thippayarugs Rungravee Boontung Prasong Wongchanapai Amarawan Tippayawat Dowrung Kongthien Supannee Phengkham Supaporn Sukto Jongruk JarunateTamrong Chuekittisak Vitoon Amonpon Kasem Chusoon Malai Klomkaeww Methapond Putkhao Chaowanart Phruetthithep Nareeluck Wannasai Phatchayaphon Meunchang Nilubon Taweekul Siwilai Lapbanjop Ratchada Pratcharoenwanich Saowaree Bumrung Anusart Summart Patimapom Jinjakarn Wuttiphol Chansrakoo Wanida Nobuntou Wansan Wannjak Rianthong Pansaita Anan Tongpoo Surasit Auttajarusit Patcharin Namwong Kanyarat Champathong Waree Thongmee Somchai Boonpradup

[1/] สถาบันวิจัยพืชร่และพืชทดแทนพลังงาน
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชร่และพืชทดแทนพลังงาน
[3/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชร่และพืชทดแทนพลังงาน
[4/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชร่และพืชทดแทนพลังงาน
[5/] ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี สถาบันวิจัยพืชร่และพืชทดแทนพลังงาน
[6/] ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชร่และพืชทดแทนพลังงาน
[7/] กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
[8/] สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
[9/] สำนักผู้เชี่ยวชาญ กรมวิชาการเกษตร
[10/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 3 จ.ขอนแก่น
[11/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสีคิ้ว สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 4 จ.อุบลราชธานี
[12/] สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 5 จ.ชัยนาท
[13/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 5 จ.ชัยนาท

[14/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 5 จ.ชัยนาท

[15/] สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 6 จ.จันทบุรี

[16/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 6 จ.จันทบุรี

[17/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพัทลุง สำนักวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรเขตที่ 8 จ.สงขลา

[18/] กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

[19/] กรมฝนหลวงและการบินเกษตร

บทนำ (Introduction)

1.ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

มันสำปะหลังเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญ นอกจากจะเป็นพืชอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ แล้ว ยังมีศักยภาพเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลสูงเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยสามารถนำมาใช้ในการผลิตเอทานอลได้ทั้งรูปหัวสด และมันเส้น ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกมันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก ในปี พ.ศ. 2558/2559 มีพื้นที่ปลูก 9.15 ล้านไร่ กระจายอยู่ตามภาคต่าง ๆ คือภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกประมาณ 4.72 ล้านไร่ หรือ 51.6 เปอร์เซ็นต์ ภาคกลางประมาณ 0.94 ล้านไร่ หรือ 10.0 เปอร์เซ็นต์ ภาคเหนือประมาณ 2.01 ล้านไร่ หรือ 22.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนภาคตะวันออกประมาณ 1.48 ล้านไร่ หรือ 16.4 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ย 3,561 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ซึ่งปัจจุบันการผลิตมันสำปะหลังมีการเปลี่ยนแปลงไป เกษตรกรต้องการปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตและมีรายได้สูงขึ้น โดยมีการปลูกมันสำปะหลังกันหลากหลาย ทั้งในดินที่มีความอุดมสมบรูณ์ต่ำถึงสูง จึงต้องมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกันไป ซึ่งหากใช้ปุ๋ยในอัตราที่ไม่เหมาะสม อาจจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตโดยไม่จำเป็น ซึ่งพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย และดินทราย ประกอบด้วย 2 กลุ่มดินที่สำคัญได้แก่ กลุ่มดิน Paleustals ที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย และมีการสะสมดินเหนียวในดินชั้นล่าง เช่น ชุดดินโคราช (Kt) วาริน (Wn) ยโสธร (Yt) ห้วยโป่ง (Hp) มาบบอน (Mb) และกลุ่มดิน Quartsipsamments เช่น ชุดดินสัตหีบ (Sh) พัทยา (Pu) น้ำพอง (Ng) ซึ่งเป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินทรายลึก เป็นดินเกิดใหม่ยังมีการแบ่งชั้น หากเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน ทำให้ดินเสื่อมโทรม (ชุมพล, 2550) จึงต้องมีการใช้ ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกันไป ขณะที่กรมวิชาการเกษตร (2553) แนะนำปุ๋ยสำหรับการปลูกมันสำปะหลังในดินทราย และดินร่วนทราย ให้ใส่ปุ๋ย 16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ซึ่งหากใช้ปุ๋ยในอัตรา ที่ไม่เหมาะสม อาจจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตโดยไม่จำเป็น หรือได้ผลผลิตไม่คุ้มค่ากับการลงทุน จึงมีความจำเป็นต้องมีวิธีการจัดการที่ดี เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิต ให้ได้ผลผลิต 5 ตัน/ไร่ ตามเป้าหมายของรัฐบาล ซึ่งจะต้องพิจารณาเลือกพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมกับแต่ละพันธุ์ การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการจัดการธาตุอาหารอย่างแม่นยำ ตรงตามระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความต้องการของมันสำปะหลัง ดังนั้นงานวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังให้มีศักยภาพสูงขึ้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ถึงแม้ว่างานวิจัยด้านนี้ได้ดำเนินมาบ้างแล้ว แต่ผลงานวิจัยเหล่านี้ไม่สามารถที่จะนำไปใช้ได้กับทุกแหล่งปลูกทั่วประเทศโดยเฉพาะในเขตที่มีความหลากหลายทั้งสภาพภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ) และชนิดของดิน (เนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน) นอกจากนี้อาจต้องเปลี่ยนแนวความคิดที่ผ่านมาของเกษตรกรในการผลิตมันสำปะหลังเป็นแบบพืชไร่ คือ การดูแลแบบหยาบและใช้พื้นที่ปลูกมาก ผลผลิต

แปรปรวนอยู่ระหว่าง 3-12 ตัน/ไร่ ถ้าจะผลิตมันสำปะหลังให้ได้ผลผลิตมากกว่าการผลิตแบบเดิม ต้องเปลี่ยนแนวความคิดใหม่ คือ ต้องปลูกมันสำปะหลังแบบพืชสวน ให้ความสำคัญในการดูแลทุกต้น เพื่อให้แต่ละต้นแสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงสุด (โอภาษ, 2552) โดยแนวความคิดใหม่ในการผลิตมันสำปะหลัง 4 ข้อดังนี้ (1) ต้องไถระเบิดดินดานก่อนปลูกทุก 3-5 ปี เพื่อระบายน้ำในหน้าฝนและใช้น้ำใต้ดินในช่วงแล้ง (2) ต้องปลูกโดยจัดให้ทุกต้นเป็นแถวริม เพื่อให้แต่ละต้นได้ใช้แสงแดดและอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ (3) ต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีและชีวภาพรองก้นหลุมก่อนปลูก เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตให้พุ่มใบคลุมพื้นที่ได้เร็ว (4) หลังจากปลูก ต้องไม่รบกวนดินหรือรบกวนดินน้อยครั้ง เพราะมีผลทำให้ดินแน่นซึ่งจะไปจำกัดการแพร่กระจายของรากและการลงหัว นอกจากนี้ยังไปรบกวนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตในดินด้วย ดังนั้น แนวความคิดใหม่ในการผลิตมันสำปะหลัง โดยให้ความสำคัญในการดูแลมันสำปะหลังทุกต้น นอกจากนั้นคำแนะนำการใช้ปุ๋ย ยังสร้างความสับสนให้กับผู้ใช้ ซึ่งเป็นคำแนะนำแบบกว้าง ๆ ไม่เฉพาะเจาะจงสำหรับพื้นที่ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาการผลิตมันสำปะหลังในแต่ละเขต จึงควรดำเนินการวิจัยควบคู่ไปกับงานวิจัยทางด้านพันธุ์ การตอบสนองของพันธุ์และปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งปลูกแบบบูรณาการ

จากการที่สำนักงานควบคุมคุณภาพและตรวจสอบกักกันโรคแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีนได้ตรวจมันสำปะหลังของไทยที่ส่งไปยังสาธารณรัฐประชาชนจีนเมื่อปี 2546 พบว่า มีปริมาณตะกั่วและสารหนูเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ จากรายงานผลการตรวจการปนเปื้อนของโลหะหนักในหัวมันสำปะหลังสดและมันสำปะหลังเส้นในไร่นาเกษตรกรและลานของ กุลวิไล และคณะ (2552) พบว่า มันสำปะหลังสดมีการปนเปื้อนโลหะหนัก โดยเฉพาะตะกั่ว ในปริมาณที่เกินมาตรฐานที่สาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนดคือ 0.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 29 ของตัวอย่างที่ตรวจสอบ นอกจากนี้ยังพบว่ามันสำปะหลังเส้นมีการปนเปื้อนตะกั่ว คิดเป็นร้อยละ 70 และการปนเปื้อนสารหนู คิดเป็นร้อยละ 3 ซึ่งเกินมาตรฐานเช่นกัน ขณะที่แป้งมันสำปะหลังมีการปนเปื้อนโลหะหนักไม่เกินมาตรฐานสาธารณรัฐประชาชนจีน สำหรับสาเหตุการปนเปื้อนโลหะหนักในมันสำปะหลังเกิดจากมันสำปะหลังดูดโลหะหนักจากดิน เมื่อนำมาผลิตเป็นมันเส้น พบว่า มีปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการผลิตมันเส้นที่ไม่ถูกต้อง และสภาพแวดล้อมของลานมันไม่เหมาะสม รวมทั้งมีดินและทรายติดมากับผลผลิตมันสำปะหลัง การปนเปื้อนโลหะหนักในผลผลิตผลทางการเกษตร นับว่ามีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์และเศรษฐกิจอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากโลหะหนักเป็นธาตุซึ่งไม่สลายตัวและโลหะหนักบางชนิด โดยเฉพาะ ตะกั่ว จัดเป็นโลหะหนักที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบและอวัยวะต่างๆ ของร่างกายอย่างรุนแรง (ไมตรี, 2534) มีรายงานว่าพืชกินใบ พืชหัวหรือที่เป็นเหง้า เช่น เผือก ขมิ้น มันสำปะหลัง มีความสามารถสูงในการดูดดึงโลหะหนักจากดิน เนื่องจากโลหะหนักเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนย้าย ดังนั้นจึงสะสมอยู่ในส่วนของหัวหรือเหง้า (Zhuang et al. 2009 and Liu et al. 2005) นอกจากนี้ Okoronkwo และ คณะ (2005) พบว่า มันสำปะหลังที่ปลูกในพื้นที่ที่เคยเป็นแหล่งทิ้งขยะมีการสะสมสารตะกั่วในราก 76.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในใบมีปริมาณตะกั่วสูงถึง 111.5มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการดูดซับและลดการดูดซับโลหะหนักในดิน ทั้งการศึกษาชนิดและอายุการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง รวมทั้งมีการศึกษาต้นทุนและการบริหารจัดการต่างๆ เพื่อการพัฒนาการแปรรูปให้ปลอดจากการปนเปื้อนโลหะหนักของลานมัน

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) เพื่อให้ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของมันสำปะหลังพันธุ์ก้าวหน้าสำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพ

2) เพื่อให้ได้เทคโนโลยีวิธีการจัดการการผลิตสำหรับแนะนำเฉพาะพื้นที่ปลูกหลักของมันสำปะหลัง

3) เพื่อศึกษาการดูดซับโลหะหนักของพันธุ์มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์และอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมที่สามารถลดการปนเปื้อนสารตะกั่วในหัวมันสด

3.วิธีการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและพัฒนาการจัดธาตุอาหารในการผลิตมันสำปะหลังในดินชุดต่าง ๆ

สำรวจ และคัดเลือกแปลงทดลอง โดยศึกษาหน้าตัดดินและเก็บตัวอย่างดิน เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ เพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน และวางแผนการทดลองแบบ Split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก ประกอบด้วย 1) พันธุ์ตามเกษตรกรในพื้นที่นิยม 2) พันธุ์ดีเด่น 1-2 พันธุ์ ปัจจัยรอง ประกอบด้วย การตอบสนองต่อปุ๋ย 3 ชนิด คือ 1) ไนโตรเจน 4 อัตรา คือ 0, 8, 16 และ 24 กก.N/ไร่ 2) ฟอสฟอรัส 3 อัตรา คือ 0, 8 และ16 กก.P/ไร่ 3) โพแทสเซียม 4 อัตรา คือ 0, 8, 16 และ 24 กก.K_2O/ไร่ ดำเนินการในกลุ่มดินทราย ดินร่วน ดินตื้น ดินด่าง และดินเหนียว ดังนี้

กิจกรรมย่อยที่1.1 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินทราย

ดำเนินการในปี2554 - 2558 จำนวน 9 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินน้ำพอง ชุดดินสัตหีบ ชุดดินจอมพระ ชุดดินอุบล ชุดดินพังงา ชุดดินจักราช ชุดดินขอนแก่น ชุดดินยางตลาด ชุดดินวาริน ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ระยอง86- 13 พันธุ์ห้วยบง 60 และพันธุ์CMR42-44-98

กิจกรรมย่อยที่1.2ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วน

ดำเนินการ ในปี 2554 – 2558 จำนวน 7 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินสตึก ชุดดินหนองบอน ชุดดินห้วยโป่ง ชุดดินบ้านบึง ชุดดินชลบุรี ชุดดินมาบบอน ชุดดินชุมพวง ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ระยอง86- 13

กิจกรรมย่อยที่1.3 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินตื้น

ดำเนินการในปี 2554 - 2558 จำนวน 5 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินคลองชาก ชุดดินกบินทร์บุรี ชุดดินโพนพิสัย ชุดดินวังสะพุง ชุดดินหมวกเหล็ก ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ระยอง86- 13 และพันธุ์CMR42-44-98

กิจกรรมย่อยที่ 1.4 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินด่าง

ดำเนินการใน 2554/2555 จำนวน 3 ชุดดินได้แก่ ชุดดินตาคลี ชุดดินลพบุรี และชุดดินภูผาม่าน ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 4 พันธุ์ระยอง 72 พันธุ์ระยอง 9 และพันธุ์ระยอง 11

กิจกรรมย่อยที่1.5 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินเหนียว

ดำเนินการในปี 2554 - 2558 จำนวน 5 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินโชคชัย ชุดดินปากช่อง ชุดดินลาดหญ้า ชุดดินวังไฮ ชุดดินราชบุรี ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ระยอง86- 13 พันธุ์CMR42-44-98 และพันธุ์ห้วยบง 60

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตต่อการผลิตของพันธุ์มันสำปะหลัง

เป็นการศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ เพื่อหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมกับความต้องการของมันสำปะหลัง ช่วงเวลาปลูกและการให้น้ำ การใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานต่อผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง การใช้ปุ๋ยผสมผสานต่อการรักษาเสถียรภาพผลผลิตในมันสำปะหลัง และการปลูกมันสำปะหลังระบบต่างๆ เช่น ระบบปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกๆปี ระบบมันสำปะหลังหมุนเวียนกับถั่วลิสงปีเว้นปี และระบบปลูกถั่วลิสงแซมระหว่างแถวมันสำปะหลังในทุกปี การปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิต การใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ และการจัดการธาตุอาหารเพื่อการผลิตมันสำปะหลังหลังการทำนา วิธีการเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังก่อนปลูก และการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตของพืชที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพการผลิตมันสำปะหลัง ผลของปุ๋ยไนโตรเจนและแคลเซียมที่มีต่อการผลิตมันสำปะหลังในระบบปลูกพืชที่ต่างกันระยะยาว และผลของอมิทรีนต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง

กิจกรรมที่ 3 วิจัยและพัฒนาการลดการปนเปื้อนโลหะหนักในมันสำปะหลัง

การศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยวที่มีต่อการปนเปื้อนของโลหะหนักในส่วนของผลผลิตหัวสดและมันเส้น วางแผนการทดลองแบบ RCBD 6 กรรมวิธี คือ อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน ทำการศึกษา 4 จังหวัดที่มีปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในมันสำปะหลังคือ จังหวัดกาญจนบุรี ขอนแก่น พิษณุโลก และกำแพงเพชร โดย 1. คัดเลือกพื้นที่และเกษตรกรที่มีปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในมันสำปะหลังสูง โดยใช้ข้อมูลจากผลการสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักของกุลวิไล และคณะ (2552) 2. ทำการทดลองในแปลงเกษตรกร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างข้อมูลจากแปลง เก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังทุกเดือน ตั้งแต่มันสำปะหลังอายุ 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน รวม 6 อายุเก็บเกี่ยว เพื่อตรวจสอบหาปริมาณตะกั่ว สารหนู และแคดเมียม และทำการเปรียบเทียบการปนเปื้อนโลหะหนักในผลผลิตหัวสดและมันเส้นของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ ในจังหวัดที่มีปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในมันสำปะหลังมากคือ จังหวัดกาญจนบุรี และพิษณุโลก โดยคัดเลือกพื้นที่และเกษตรกรที่มีปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในมันสำปะหลังสูง โดยใช้ข้อมูลจากผลการสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักของกุลวิไล และคณะ (2552) และวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ เก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่อมันสำปะหลังอายุ 12 เดือน ใช้พันธุ์มันสำปะหลังที่เป็นพันธุ์รับรองหรือพันธุ์แนะนำของกรมวิชาเกษตรและหน่วยงานอื่น คือ ระยอง 5 ระยอง 90 ระยอง 7 ระยอง72 ระยอง 9 ระยอง11 เกษตรศาสตร์ 50 ห้วยบง 60 และห้วยบง 80

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปุ๋ยเคมีมีราคาแพง การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังจำเป็นต้องมีการจัดการธาตุอาหารพืชที่มีประสิทธิภาพและมีความเฉพาะเจาะจงสำหรับพื้นที่ จึงได้ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมในพื้นที่ดินทราย ดินร่วน ดินตื้น ดินด่าง และดินเหนียว เพื่อใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับมันสำปะหลังให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยทำการทดลองในดินทราย ดินร่วน ดินตื้น ดินด่าง และดินเหนียว ฤดูฝนปี2554/2555 - ปี 2557/2558 วางแผนการทดลองแบบ split plot3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย พันธุ์มันสำปะหลัง และปัจจัยรองคืออัตราปุ๋ย 10 กรรมวิธี ได้แก่ 1) 0-0-0 2) 0-8-16 3) 8-8-16 4) 16-8-16 5) 24-8-16 6) 16-0-16 7) 16-16-16 8) 16-8-0 9) 16-8-810) 16-8-24 กก.N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่

ผลการทดลอง พบว่า การใช้พันธุ์มันสำปะหลัง ทำให้ผลผลิตแตกต่างกันในกลุ่มดินทราย และดินร่วน ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 16-24 กก.N/ไร่ ไม่พบการตอบสนองของปุ๋ยฟอสเฟตตอบสนองต่อโพแทชที่ระดับ 16 -24 กก.K_2O/ไร่ กลุ่มดินตื้น พบการตอบสนองของปุ๋ยไนโตรเจน ที่ระดับ16 กก.N/ไร่กลุ่มดินด่างตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 8 กก.N/ไร่ ฟอสเฟตที่ระดับ 8 กก.P_2O_5/ไร่ และโพแทชที่ระดับ 8-16 กก.K_2O/ไร่กลุ่มดินเหนียวพบตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 8-16 กก.N/ไร่ ฟอสเฟตที่ระดับ 4-8 กก.P_2O_5/ไร่ และโพแทชที่ระดับ 8 กก.K_2O/ไร่อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยเพื่อรักษาสมดุลของธาตุอาหารและให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนในกลุ่มดินต่าง ๆ ในการปลูกมันมันสำปะหลัง ในดินทราย และดินร่วน ควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 16-24-8-16-24 กิโลกรัม ในดินตื้น ควรใส่ปุ๋ย**16-8-8** กิโลกรัม ในดินด่าง ควรใส่ปุ๋ย 8-8-8-16 กิโลกรัม และดินเหนียว ควรใส่ปุ๋ย 8-8-8กิโลกรัม

การศึกษาการใช้ปัจจัยการผลิตต่อการผลิตของพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อให้ได้เทคโนโลยีวิธีการจัดการการผลิตสำหรับแนะนำเฉพาะพื้นที่ปลูกหลักของมันสำปะหลัง พบว่า การให้น้ำที่ไม่เกิน 37.5%AWC ให้ผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าการให้น้ำที่มากกว่า โดยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง9 มีการใช้น้ำที่สูงกว่าพันธุ์ระยอง 11การใช้ปัจจัยการผลิตในการผลิตมันสำปะหลังในดินทรายปนร่วน และดินทราย ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ย 75% ของ 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่แกลบ 1 ตันต่อไร่ และการใช้ปุ๋ย 16-8-16 กก./ไร่ N-P_2O_5-K_2Oร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่ หรือร่วมกับการไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ หรือการปลูกพืชหมุนเวียนและแซม และการปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกๆปีสามารถรักษาระดับผลผลิตและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินการใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีในการผลิตมันสำปะหลังยังไม่สามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้อย่างเด่นชัด แต่การให้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการให้น้ำทำให้มันสำปะหลังสามารถให้ผลผลิตได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ การใส่ปุ๋ยเคมี 15-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่เพื่อการผลิตมันสำปะหลังหลังการทำนาให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยเคมี ส่วนวิธีการเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังก่อนปลูก ให้ท่อนพันธุ์มีการงอกเร็วขึ้นและมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้น โดยการแช่ด้วยยูเรีย 2 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ ช่วยลดการใช้ไนโตรเจนได้ 20% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และให้ผลผลิตหัวมันสดเพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว 8.98 % ขณะที่การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์5% ส่วนการปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่มโดยปลูกถั่วพุ่มหลังจากปลูกมัน

สำปะหลัง 1 เดือน ไม่ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงแตกต่างกับมันสำปะหลังระบบมันสำปะหลังเดี่ยวแต่อย่างใด ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด 8 กก./ไร่ ในขณะมันสำปะหลังระบบมันสำปะหลังเดี่ยวตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด 16 กก./ไร่ ส่วน Caและ Mg จากการใส่โดโลไมท์ มีแนวโน้มทำให้มันสำปะหลังมีความสูงเพิ่มขึ้นทั้งสองระบบปลูกพืช และมี % แป้งเพิ่มขึ้นเฉพาะระบบมันสำปะหลังเดี่ยว เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ใส่ และผลของสารอามีทรินต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังเมื่อได้รับสารที่อายุต่างๆ พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 เมื่อได้รับสารอามีทรินที่อัตรา 6.25 และ 62.5 กรัมต่อลิตร ในช่วงอายุตั้งแต่ 14-60 วัน หลังปลูกให้ผลผลิตหัวสดลดลง 45 % และสารอามีทริน ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง

การศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลัง ที่มีต่อการปนเปื้อนโลหะหนัก ในผลผลิตหัวสดและมันเส้น พบว่า อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือนปริมาณโลหะหนักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บเกี่ยวที่เพิ่มขึ้นและปริมาณโลหะหนักที่พบในมันเส้นมีค่ามากกว่าหัวมันสดสำหรับปริมาณสารหนู และแคดเมียม ในหัวมันสด และมันเส้น พบปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐานทุกอายุการเก็บเกี่ยว และการดูดซับประมาณโลหะหนักแต่ละพันธุ์ในหัวมันสดและผลิตภัณฑ์มันเส้น พบว่า มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีปริมาณสารหนู (As) และแคดเมียม (Cd) ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน โลหะหนักที่มีค่าเกินมาตรฐาน คือ สารตะกั่ว (Pb) ซึ่งมาตรฐานที่สาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนด ในพืชไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีปริมาณแตกต่างกัน พันธุ์ระยอง 72 มีปริมาณสารตะกั่ว (Pb) ในหัวมันสดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แต่เมื่อทำให้แห้งเป็นมันเส้น พบปริมาณสารตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน ส่วนปริมาณสารตะกั่ว (Pb) มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 เมื่อปลูกในแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างสูง และมี pH อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลัง มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั้งในหัวมันสดและมันเส้นและเมื่อปลูกมันสำปะหลังในดินที่มีอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ pH อยู่ระดับ 5.8-6.1 มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีปริมาณสารตะกั่ว (Pb) ในหัวมันสดและมันเส้นต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นแนวทางป้องกันการปนเปื้อนธาตุโลหะในมันสำปะหลัง ทำได้โดยการปรับ pH –ของดินให้มีความเป็นกรดน้อยลง และเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เพราะมันสำปะหลังดูดดึงปริมาณโลหะหนักแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดดิน ค่า pH และอินทรียวัตถุในดิน เมื่อค่า pH ของดินเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณโลหะหนักละลายออกมาสู่สารละลายดินน้อยลง ทำให้พืชดูดดึงตะกั่วลดลง ดังนั้นปริมาณโลหะหนักที่สะสมในพืชจึงมีแนวโน้มสูงขึ้น หากดินนั้นมี pH เป็นกรด และมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ

ABSTRACT

To increase cassava production in present situation of costly chemical fertilizer, it should perform good nutrient management which is specified to production area. Therefore, the response ofcassava to nutrient management in soil ofThailand had been investigated. This aimed to get the most effectively recommendation of fertilizer application for cassava grown on Specific soils. The experiment was conducted on sandy soil loamy soil shallow soil alkaline soilsand clay soil, of Thailand during 2011 to 2015. The experimental design was a split-plot with 3 replications. Main plot consisted of varieties of cassava Sub-plot 10 procedures of

fertilizer application i.e. 0-0-0, 16-8-16, 16-8-0 , 0-8-16, 16-0-16, 16-8-8, 8-8-16, 24-8-16 , 16-8-24 and 16-16-16 kg N-P_2O5-K_2O/rai.

The results showed that yields was significantly influenced by varieties and fertilizer in loam.Sandy soils respond to nitrogen and potashfertilization at 16-24 kg./raidid not response of phosphate fertilizers. In shallow soil found that response to nitrogen fertilization at 16 kg. N / rai.Alkaline soils response to nitrogen and phosphatefertilization at 8 kg. /raiand potash at 8-16 kg.K_2O /rai.In clay soil response to nitrogen at 8-16 kg.N/raiphosphate at4-8 kg. P_2O_5 /rai and potash at 8 kg.K_2O /rai, however, using fertilizers to maintain thenutrients balance. And great return on investment for cassava production in its sandy soil and the soil should be fertilized with N-P_2O_5-K_2O at 16 to 24-8-16to24 kg./rai. In the shallow soil should be fertilized at 16-8-8 kilogram in the alkaline soils should be fertilized 8-8-8 to 16 kg and clay soil to manure 8-8-8 kg.

A study of the means of production to produce varieties of cassava.To get the technology management methods. Recommended only for the production of cassava growing areas showed that the water does not exceed 37.5% AWC fresh root yield of cassava starch and higher than the water.The cassava variety Rayong 9 with the use of water higher than Rayong 11 using inputs in the production of cassava. In sandy soil loamy and sandy soils yield fresh root and starch yield the highest 75% of 16-8-16 fertilizer kg.N-P_2O_5-K_2O/rai. With chicken manure, rice husk 1 ton/rai and the fertilizer 16-8-16 kg.N-P_2O_5-K_2O with organic fertilizer 1 ton/rai with the incorporation of cassava leaves or 3 tons/rai. crop rotation and Sam Cassava and continued every year to maintain productivity levels. And maintain soil fertility. The use of waste materials from industry to replace chemical fertilizers in the production of cassava. Also can increase the yield of cassava has emphatically. But the fertilizer on the soil with irrigation. Make cassava can yield better than other treatments. The fertilizer 15-7-18 rate of 50 kg/rai. For the production of cassava farming. Higher yield than no fertilizer. Kasetsat 50 and did not respond to chemical fertilizers. How to prepare the forest before planting cassava varieties. The germination percentage increased. By soaking with urea 2 grams/lite. The use of chemical fertilizer with organic fertilizer PGPR reduce the use of nitrogen is recommended by 20 % of the soil. And yield increased 8.98 %, while biological PGPR yield increased by higher fertilizer biological PGPR 5% of planting it. Sam cassava with bush beans by planting cassava after one month does not make a difference to the lower yield cassava or manioc solo engagements. Response to nitrogen up to 8 kg/rai, while cassava or tapioca single response to nitrogen up to 16 kg/rai of Ca and Mg of putting dolomite. Tend to make cassava has increased both crops and Starch increase cassava single system only. Compared with the no. And the effect of substances with

intrinsic yield and starch content of cassava. When the substance was found in cassava Rayong 11 when the substances are poured at the rate of 6.25 and 62.5 grams/liter range in age from 14-60 days after planting fresh root yield decreased by 45% and substance. Miami intrinsic does not affect in the cassava starch.

The objective of this research was to study the effect of harvesting period (8, 10, 12, 14, 16 and 18 months) on the heavy metal contamination in the fresh yield of cassava and cassava chip. The result exhibited that the heavy metal contents were enhanced when increased the harvesting period, in addition, the heavy metal contents in the cassava chip were higher than that the cassava fresh yield. The As and Cd contents in the fresh yield of cassava and cassava chip were lower than that the standard value at all harvesting period. In addition, the As and Cd contents in the fresh yield of cassava and cassava chip in each varieties were lower than that the standard value of China, whereas Pb was higher than that the limitation. The standard value of China in term of the heavy metal contents was lower than 0.2 mg kg^{-1}. The Pb in the fresh yield of cassava in Rayong 72 was lesser than that the standard value of China, in contrast the cassava chip was higher than that the standard value. In addition, the Pb in the fresh yield of cassava and cassava chip in Rayong 11 were lower than that the standard value of China when cultivated in the high organic matter and optimization of the soil pH. The lower organic matter in the soil and mild acidic soil (pH 5.8-6.1) affected to the lower of Pb in the fresh yield of cassava and cassava chip in Rayong 9 when compared to the standard value of China. Therefore, the heavy metal protection process in cassava was able to adapt the reaction of the soil by decreasing the acidic condition and increasing the organic matter in the soil. Since, the heavy metal absorption in the cassava depended on the type of soil, pH and organic matter in the soil. Increasing of the soil pH reduced the dissolving of the heavy metal in the soil solution, resulting in the reduction of the Pb absorption. Thus, the accumulation of the heavy metal contents in the plant tended to increase when acidic pH of the soil and lowering the organic matter.

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและพัฒนาการจัดธาตุอาหารในการผลิตมันสำปะหลังในดินชุดต่าง ๆ

Nutrient Management for Cassava Production on Soil Series

ผู้วิจัย

วัลลีย์ อมรพล ศุภกาญจน์ ล้วนมณี กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ชยันต์ ภักดีไทย บุญเหลือ ศรีมุงคุณ พินิจ กัลยาศิลปิน สมฤทัย ตันเจริญ อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ อภิชาต เมืองซอง สมควร คล้องช้าง อุดม วงศ์ชนะภัย ศรีสุดา ทิพยรักษ์ รุ่งรวี บุญทั่ง อัมราวรรณ ทิพยวัฒน์ ดาวรุ่ง คงเทีย สุภาพร สุขโต สุพรรณณี เป็งคำ ประสงค์ วงศ์ชนะภัย จงรักษ์ จารุเนตร ธำรง เชื้อกิตติศักดิ วิทูร อมรพล เกษม ชูสอน มาลัย กล่อมแก้ว

คำสำคัญ (Key words)

มันสำปะหลัง การจัดธาตุอาหาร การตอบสนองต่อไนโตรเจน การตอบสนองต่อฟอสฟอรัส การตอบสนองต่อโพแทสเซียม

Cassava , Nutrient management, N response curve, P response curve,K response curve

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปุ๋ยเคมีมีราคาแพง การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังจำเป็นต้องมีการจัดการธาตุอาหารพืชที่มีประสิทธิภาพและมีความเฉพาะเจาะจงสำหรับพื้นที่ จึงได้ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมในพื้นที่ดินทราย ดินร่วน ดินตื้น ดินด่าง และดินเหนียว เพื่อใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับมันสำปะหลังให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยทำการทดลองในดินทราย ดินร่วน ดินตื้น ดินด่าง และดินเหนียว ฤดูฝนปี2554/2555 - ปี 2557/2558 วางแผนการทดลองแบบ split plot 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย พันธุ์มันสำปะหลัง และปัจจัยรอง คืออัตราปุ๋ย 10 กรรมวิธี ได้แก่ 1) 0-0-0 2) 0-8-16 3) 8-8-16 4) 16-8-16 5) 24-8-16 6) 16-0-16 7) 16-16-16 8) 16-8-0 9) 16-8-8 10) 16-8-24 กก.N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่

ผลการทดลอง พบว่า การใช้พันธุ์มันสำปะหลัง ทำให้ผลผลิตแตกต่างกันในกลุ่มดินทราย และดินร่วน ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 16-24 กก.N/ไร่ ไม่พบการตอบสนองของปุ๋ยฟอสเฟต ตอบสนองต่อโพแทชที่ระดับ 16 -24 กก.K_2O/ไร่ กลุ่มดินตื้น พบการตอบสนองของปุ๋ยไนโตรเจน ที่ระดับ16 กก.N/ไร่ กลุ่มดินด่าง ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 8 กก.N/ไร่ ฟอสเฟตที่ระดับ 8 กก.P_2O_5/ไร่ และโพแทชที่ระดับ 8-16 กก.K_2O/ไร่ กลุ่มดินเหนียว พบตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 8-16 กก.N/ไร่ ฟอสเฟตที่ระดับ 4-8 กก.P_2O_5/ไร่ และโพแทชที่ระดับ 8 กก.K_2O/ไร่ อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยเพื่อรักษาสมดุลของธาตุอาหาร และให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนในกลุ่มดินต่าง ๆ ในการปลูกมันมันสำปะหลัง ในดินทราย และดินร่วน ควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 16-24-8-16-24 กิโลกรัม ในดินตื้น ควรใส่ปุ๋ย**16-8-8** กิโลกรัม ในดินด่าง ควรใส่ปุ๋ย 8-8-8-16 กิโลกรัม และดินเหนียว ควรใส่ปุ๋ย 8- 8-8 กิโลกรัม

ABSTRACT

To increase cassava production in present situation of costly chemical fertilizer, it should perform good nutrient management which is specified to production area. Therefore, the response ofcassava to nutrient management in soil ofThailand had been investigated. This aimed to get the most effectively recommendation of fertilizer application for cassava grown on Specific soils. The experiment was conducted on sandy soil loamy soil shallow soil alkaline soilsand clay soil, of Thailand during 2011 to 2015. The experimental design was a split-plot with 3 replications. Main plot consisted of varieties of cassava Sub-plot 10 procedures of fertilizer application i.e. 0-0-0, 16-8-16, 16-8-0 , 0-8-16, 16-0-16, 16-8-8, 8-8-16, 24-8-16 , 16-8-24 and 16-16-16 kg N-P_2O5-K_2O/rai.

The results showed that yields was significantly influenced by varieties and fertilizer in loam.Sandy soils respond to nitrogen and potashfertilization at 16-24 kg. / raidid not response of phosphate fertilizers. In shallow soil found that response to nitrogen fertilization at 16 kg. N / rai.Alkaline soils response to nitrogen and phosphatefertilization at 8 kg. /raiand potash at 8-16 kg.K_2O /rai.In clay soil response to nitrogen at 8-16 kg.N/raiphosphate at4-8 kg. P_2O_5 /rai and potash at 8 kg.K_2O /rai, however, using fertilizers to maintain thenutrients balance. And great return on investment for cassava production in its sandy soil and the soil should be fertilized with N-P_2O_5-K_2O at 16 to 24-8-16 to 24 kg./rai. In the shallow soil should be fertilized at 16-8-8 kilogram in the alkaline soils should be fertilized 8-8-8 to 16 kg and clay soil to manure 8-8-8 kg.

บทนำ (Introduction)

มันสำปะหลังเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญ นอกจากจะเป็นพืชอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ แล้ว ยังมีศักยภาพเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลสูงเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยสามารถนำมาใช้ในการผลิตเอทานอลได้ทั้งรูปหัวสด และมันเส้น ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกมันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก ในปี พ.ศ. 2558/2559 มีพื้นที่ปลูก 9.15 ล้านไร่ กระจายอยู่ตามภาคต่าง ๆ คือภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกประมาณ 4.72 ล้านไร่ หรือ 51.6 เปอร์เซ็นต์ ภาคกลางประมาณ 0.94 ล้านไร่ หรือ 10.0 เปอร์เซ็นต์ ภาคเหนือประมาณ 2.01 ล้านไร่ หรือ 22.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนภาคตะวันออกประมาณ 1.48 ล้านไร่ หรือ 16.4 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ย 3,561 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ซึ่งปัจจุบันการผลิตมันสำปะหลังมีการเปลี่ยนแปลงไป เกษตรกรต้องการปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตและมีรายได้สูงขึ้น โดยมีการปลูกมันสำปะหลังกันหลากหลาย ทั้งในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงสูง จึงต้องมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกันไป ซึ่งหากใช้ปุ๋ยในอัตราที่ไม่เหมาะสม อาจจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตโดยไม่จำเป็น ซึ่งพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย และดินทราย ประกอบด้วย 2 กลุ่มดินที่สำคัญได้แก่ กลุ่มดิน Paleustals ที่มี

เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย และมีการสะสมดินเหนียวในดินชั้นล่าง เช่น ชุดดินโคราช (Kt) วาริน (Wn) ยโสธร (Yt) ห้วยโป่ง (Hp) มาบบอน (Mb) และกลุ่มดิน Quartsipsamments เช่น ชุดดินสัตหีบ (Sh) พัทยา (Pu) น้ำพอง (Ng) ซึ่งเป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินทรายลึก เป็นดินเกิดใหม่ยังมีการแบ่งชั้น หากเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน ทำให้ดินเสื่อมโทรม (ชุมพล, 2550) จึงต้องมีการใช้ ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกันไป ขณะที่กรมวิชาการเกษตร (2553) แนะนำปุ๋ยสำหรับการปลูกมันสำปะหลังในดินทราย และดินร่วนทราย ให้ใส่ปุ๋ย 16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ซึ่งหากใช้ปุ๋ยในอัตรา ที่ไม่เหมาะสม อาจจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตโดยไม่จำเป็น หรือได้ผลผลิตไม่คุ้มค่ากับการลงทุน จึงมีความจำเป็นต้องมีวิธีการจัดการที่ดี เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิต ให้ได้ผลผลิต 5 ตัน/ไร่ ตามเป้าหมายของรัฐบาล ซึ่งจะต้องพิจารณาเลือกพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมกับแต่ละพันธุ์ การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการจัดการธาตุอาหารอย่างแม่นยำ ตรงตามระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความต้องการของมันสำปะหลัง ดังนั้นงานวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังให้มีศักยภาพสูงขึ้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ถึงแม้ว่างานวิจัยด้านนี้ได้ดำเนินมาบ้างแล้ว แต่ผลงานวิจัยเหล่านี้ไม่สามารถที่จะนำไปใช้ได้กับทุกแหล่งปลูกทั่วประเทศโดยเฉพาะในเขตที่มีความหลากหลายทั้งสภาพภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ) และชนิดของดิน (เนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน) นอกจากนี้อาจต้องเปลี่ยนแนวความคิดที่ผ่านมาของเกษตรกรในการผลิตมันสำปะหลังเป็นแบบพืชไร่ คือ การดูแลแบบหยาบและใช้พื้นที่ปลูกมาก ผลผลิตแปรปรวนอยู่ระหว่าง 3-12 ตัน/ไร่ ถ้าจะผลิตมันสำปะหลังให้ได้ผลผลิตมากกว่าการผลิตแบบเดิม ต้องเปลี่ยนแนวความคิดใหม่ คือ ต้องปลูกมันสำปะหลังแบบพืชสวน ให้ความสำคัญในการดูแลทุกต้น เพื่อให้แต่ละต้นแสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงสุด (โอภาษ, 2552) โดยแนวความคิดใหม่ในการผลิตมันสำปะหลัง 4 ข้อดังนี้ (1) ต้องไถระเบิดดินดานก่อนปลูกทุก 3-5 ปี เพื่อระบายน้ำในหน้าฝนและใช้น้ำใต้ดินในช่วงแล้ง (2) ต้องปลูกโดยจัดให้ทุกต้นเป็นแถวริม เพื่อให้แต่ละต้นได้ใช้แสงแดดและอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ (3) ต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีและชีวภาพรองก้นหลุมก่อนปลูก เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตให้พุ่มใบคลุมพื้นที่ได้เร็ว (4) หลังจากปลูก ต้องไม่รบกวนดินหรือรบกวนดินน้อยครั้ง เพราะมีผลทำให้ดินแน่นซึ่งจะไปจำกัดการแพร่กระจายของรากและการลงหัว นอกจากนี้ยังไปรบกวนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตในดินด้วย ดังนั้น แนวความคิดใหม่ในการผลิตมันสำปะหลัง โดยให้ความสำคัญในการดูแลมันสำปะหลังทุกต้น นอกจากนั้นคำแนะนำการใช้ปุ๋ย ยังสร้างความสับสนให้กับผู้ใช้ ซึ่งเป็นคำแนะนำแบบกว้าง ๆ ไม่เฉพาะเจาะจงสำหรับพื้นที่ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาการผลิตมันสำปะหลังในแต่ละเขต จึงควรดำเนินการวิจัยควบคู่ไปกับงานวิจัยทางด้านพันธุ์ การตอบสนองของพันธุ์และปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งปลูกแบบบูรณาการ

ระเบียบวิธีการวิจัย (Results Methodology)

สำรวจ และคัดเลือกแปลงทดลอง โดยศึกษาหน้าตัดดินและเก็บตัวอย่างดิน เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ เพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน และวางแผนการทดลองแบบ Split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก ประกอบด้วย 1) พันธุ์ตามเกษตรกรในพื้นที่นิยม 2) พันธุ์ดีเด่น 1-2 พันธุ์ ปัจจัยรอง ประกอบด้วย การตอบสนองต่อปุ๋ย 3 ชนิด คือ 1) ไนโตรเจน 4 อัตรา คือ 0, 8,16 และ 24 กก.N/ไร่ 2) ฟอสฟอรัส 3 อัตรา

คือ 0, 8 และ16 กก.P/ไร่ 3) โพแทสเซียม 4 อัตรา คือ 0, 8, 16 และ 24 กก.K_2O/ไร่ ดำเนินการในกลุ่มดินทราย ดินร่วน ดินตื้น ดินด่าง และดินเหนียว ดังนี้

กิจกรรมย่อยที่1.1 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินทราย

ดำเนินการในปี2554 - 2558 จำนวน 9 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินน้ำพอง ชุดดินสัตหีบ ชุดดินจอมพระ ชุดดินอุบล ชุดดินพังงา ชุดดินจักราช ชุดดินขอนแก่น ชุดดินยางตลาด ชุดดินวาริน ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ระยอง86- 13 พันธุ์ห้วยบง 60 และพันธุ์CMR42-44-98

กิจกรรมย่อยที่1.2ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วน

ดำเนินการ ในปี 2554 – 2558 จำนวน 7 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินสตึก ชุดดินหนองบอน ชุดดินห้วยโป่ง ชุดดินบ้านบึง ชุดดินชลบุรี ชุดดินมาบบอน ชุดดินชุมพวง ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ระยอง86- 13

กิจกรรมย่อยที่1.3 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินตื้น

ดำเนินการในปี 2554 - 2558 จำนวน 5 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินคลองชาก ชุดดินกบินทร์บุรี ชุดดินโพนพิสัย ชุดดินวังสะพุง ชุดดินหมวกเหล็ก ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ระยอง86- 13 และพันธุ์CMR42-44-98

กิจกรรมย่อยที่ 1.4 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินด่าง

ดำเนินการใน 2554/2555 จำนวน 3 ชุดดินได้แก่ ชุดดินตาคลี ชุดดินลพบุรี และชุดดินภูผาม่าน ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 4 พันธุ์ระยอง 72 พันธุ์ระยอง 9 และพันธุ์ระยอง 11

กิจกรรมย่อยที่1.5 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินเหนียว

ดำเนินการในปี 2554 - 2558 จำนวน 5 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินโชคชัย ชุดดินปากช่อง ชุดดินลาดหญ้า ชุดดินวังไฮ ชุดดินราชบุรี ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ระยอง86- 13 พันธุ์CMR42-44-98 และพันธุ์ห้วยบง 60

ผลการวิจัย (Results) และอภิปรายผล (Discussion)

กิจกรรมย่อยที่1.1 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินทราย

ดำเนินการในปี2554 - 2558 จำนวน 9 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินน้ำพอง ชุดดินสัตหีบ ชุดดินจอมพระ ชุดดินอุบล ชุดดินพังงา ชุดดินจักราช ชุดดินขอนแก่น ชุดดินยางตลาด ชุดดินวาริน ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ระยอง86- 13 พันธุ์ห้วยบง 60 และพันธุ์CMR42-44-98 พบว่า การใช้พันธุ์มันสำปะหลังทำให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างเด่นชัด และตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 16-24 กก.Nต่อไร่ ฟอสฟอรัสที่ระดับ 8-16 P_2O_5ต่อไร่ และโพแทชที่ระดับ 8-24 K_2Oต่อไร่ ซึ่งการตอบสนองตอปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินเดิมที่ใช้ในการปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งสามารถแบ่งตามชุดดินได้ดังนี้

ชุดดินน้ำพอง (Ng) จังหวัดขอนแก่น พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการสร้าง ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01) แต่การใช้ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชไม่ทำให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกัน และพบว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนฟอสเฟต และโพแทช ไม่มีผลต่อปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังระดับปริมาณธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังปลูกในดินทรายชุดดินน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น สามารถสรุปได้ดังนี้คือ พันธุ์ CMR42-44-98 ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 24 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปุ๋ยฟอสเฟต 4-8 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และปุ๋ยโพแทช 8 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ส่วนพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 24 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปุ๋ยฟอสเฟต 16 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และปุ๋ยโพแทช 8 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ (Table 1-6) **และ** ปี 2556-2558 ดำเนินการใน ชุดดินน้ำพอง จังหวัด นครสวรรค์ พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยโพแทชมีผลต่อน้ำหนักผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01) แต่การใช้ปุ๋ยฟอสเฟตไม่ทำให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกัน และพบว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทช ไม่มีผลต่อปริมาณแป้งให้หัวมันสำปะหลัง การใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในดินทรายชุดดินน้ำพอง จังหวัดนครสวรรค์ สามารถสรุปได้ดังนี้คือ มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปุ๋ยฟอสเฟต 4-8 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และปุ๋ยโพแทช 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ส่วนพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปุ๋ยฟอสเฟต 16 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และปุ๋ยโพแทช 8 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ (Table 7-13)

ชุดดินสัตหีบ (Sh) จังหวัดระยอง พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง86-13 ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งสูงสุด 6,156 และ 2,145 กิโลกรัมต่อไร่รองลงมาคือพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้ง 5,793 และ 1,985 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งต่ำสุด 5,623 และ 1,892 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การใช้ 24-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งสูงสุด 7,062 และ 2,728 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 13,280 บาทต่อไร่ มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ มีการดูดใช้โพแทสเซียมร่วมทุกส่วน สูงกว่าไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยพันธุ์ระยอง 9 มีการดูดใช้ไนโตรเจนไปสะสมในหัวสูงสุด ในขณะที่พันธุ์ระยอง 11 จะมีการดูดใช้ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไปสะสมในหัวสูงสุด การปลูกมันสำปะหลังซึ่งได้ผลผลิตเฉลี่ย 5,858 กิโลกรัมต่อไร่มีการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมติดไปกับผลผลิตออกไปจากพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 5.99, 4.69 และ 16.31 กก. N-P-Kต่อไร่ ตามลำดับ หรือเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมี เท่ากับ 5.99-10.74-9.57 กก.N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ (Table 14-16)

ชุดดินพังงา (Pga) จังหวัดระยอง พบว่า การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน พบว่า การปลู มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตสูงสุด 5,150 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 24 กิโลกรัมNต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 12,822 บาทต่อไร่ การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตสูงสุด 5,573 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ 8 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 12,206 บาทต่อไร่ และการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียม พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตสูงสุด 5,353 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ 16 กิโลกรัม K_2Oต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 12,206 บาทต่อไร่ การปลูกมันสำปะหลังในดินทราย ชุดดินพังงา พบว่า มีการดูดใช้ไนโตรเจนรวมทุกส่วนสูงกว่าฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยมีเปอร์เซ็นต์การดูดธาตุไนโตรเจนเฉลี่ยไป

สะสมในส่วนของใบ ดูดใช้ฟอสฟอรัสไปสะสมต้น และดูดใช้โพแทสเซียมไปสะสมในส่วนของหัวมากที่สุด (Table 17-26)

ชุดดินจอมพระ (Cpr) จังหวัดขอนแก่น พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสด 6,690 กิโลกรัมต่อไร่ และเปอร์เซ็นต์แป้ง 23.2% ไม่แตกต่างกับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ผลจากปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ย 16-8-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 7,480 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 27-31)

ชุดดินจักราช (Ckr) จังหวัดขอนแก่น พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ให้ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่ามันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 การใช้ปุ๋ย 24-8-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 4,464 กิโลกรัมต่อไร่และให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงที่สุด (Table 32-41)

ชุดดินอุบล (Ub) จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ระยอง 9 และระยอง 113 พันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน การใส่ปุ๋ย 24-8-16 และ 16-8-24 กิโลกรัมต่อไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O ให้ผลผลิตสูงสุด 7,145 และ 7,095 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และพบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และอัตราปุ๋ย คือ การปลูกพันธุ์ ห้วยบง 60 ใส่ปุ๋ย 24-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ ของN-P_2O_5-K_2O ให้ผลผลิตสูงสุด 8,079 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2555 พบว่าพันธุ์ห้วยบง 60 ให้ผลผลิตสูงที่สุด 6,233 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์ระยอง 9 และ 11 หิ๗ ผลผลิตไม่แตกต่างกัน คือ 5,033 และ 4,637 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับการใส่ปุ๋ย 24-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ ของN-P_2O_5-K_2O ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 6,635 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์แป้งในพันธุ์ระยอง 9 และ 11 สูงกว่าพันธุ์ห้วยบง 60 ซึ่งการใส่ปุ๋ยอัตราต่างกันไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งต่างกัน (Table 42-44)

ชุดดินขอนแก่น (Kk) จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า การใช้ปุ๋ยอัตรา 24-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O ให้ผลผลิตหัวสดสูงที่สุด 6,662 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 10,606 บาทต่อไร่ รองลงมาคือพันธุ์ ระยอง86-13 มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 9,140 บาทต่อไร่ ส่วนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 24 กิโลกรัม Nต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด คือมีกำไรสุทธิเฉลี่ย 15,102 บาทต่อ ส่วนการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทุกระดับให้ผลตอบแทนใกล้เคียงกัน และการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด โดยมีกำไรสุทธิ 11,783 บาทต่อไร่ (Table 45-51)

ชุดดินยางตลาด (Yl) จังหวัดราชบุรี พบว่า พันธุ์ระยอง86-13 ให้ผลผลิตหัวสด 3,563 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 23.4% และผลผลิตแป้ง 833 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 แต่ไม่แตกต่างกัน การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 16 กิโลกรัมNต่อไร่ จะให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,908 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตแป้ง 906 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทุกระดับ และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุน การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตที่ 8 กก.P_2O_5ต่อไร่ จะให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งสูงสุดเฉลี่ย 3,908 และ 906 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และการใช้ปุ๋ยฟอสเฟต 4 กก.P_2O_5ต่อไร่ จะให้ผลตอบแทนที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน ส่วนการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทช พันธุ์ระยอง86-13 ให้ผลผลิตหัวสด 3,959 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 22.9% และผลผลิตแป้ง 908 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 การใส่ปุ๋ยโพแทช 8 กิโลกรัมK_2Oต่อไร่ จะให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,328 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตแป้ง 985 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าการใส่ปุ๋ยโพแทชทุกระดับ แต่ไม่แตกต่างกับที่ระดับ 24 และ 16 กิโลกรัมK_2Oต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตหัวสด 4,077 และ 3,908 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิแป้ง 956 และ 906

กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุน และพันธุ์ระยอง86-13 จะมีการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมรวมทุกส่วนสูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (Table 52-63)

ชุดดินวาริน Wn) จังหวัดขอนแก่น จากการทดลองการตอบสนองต่อไนโตรเจนมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ให้ผลผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าเกษตรศาสตร์ 50 การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 24-8-16 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ทำให้มันสำปะหลังให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 3,890 กิโลกรัมต่อไร่และให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด (Table 64-72)

กิจกรรมย่อยที่1.2 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วน ดำเนินการในปี 2554 – 2558 จำนวน 7 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินสตึก ชุดดินหนองบอน ชุดดินห้วยโป่ง ชุดดินบ้านบึง ชุดดินชลบุรี ชุดดินมาบบอน ชุดดินชุมพวง ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ระยอง86- 13 พบว่า การใช้พันธุ์มันสำปะหลังทำให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างเด่นชัด และตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ16-24 กิโลกรัมNต่อไร่ ฟอสฟอรัสที่ระดับ 8 P_2O_5ต่อไร่ และโพแทชที่ระดับ 16-24 K_2Oต่อไร่ ซึ่งสามารถแบ่งตามชุดดินได้ดังนี้

ชุดดินสตึก (Suk) จังหวัดชลบุรี พบว่า การใช้พันธุ์และปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตหัวสด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 5,141 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด โดยการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ CMR46-47-137 มีการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมรวมทุกส่วนสูงกว่าพันธุ์ระยอง 11 และพันธุ์ระยอง 9 และเมื่อมีการเคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากพื้นที่ (หัว) มีการสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 5.38, 4.03 และ 14.07 กิโลกรัมN-P-Kต่อไร่ หรือเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีเท่ากับ 5.38-9.23-16.88 N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ (Table 73-78)

ชุดดินหนองบอน (Nb) พบว่า การใช้พันธุ์และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างแตกต่างกัน คือพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 6,718 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพันธุ์ระยอง86-13 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 6,318 กิโลกรัมต่อ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 24 กก.Nต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 7,517 กิโลกรัมต่อไร่ แต่การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 16 กิโลกรัม Nต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด และเมื่อนำผลผลิตหัวสดออกจากพื้นที่เฉลี่ย 6,309 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีการสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมติดไปกับผลผลิตเท่ากับ 6.02, 4.07 และ 27.63 กิโลกรัม N-P-K ต่อไร่ การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ 8 กิโลกรัม P_2O_5ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด และเมื่อนำผลผลิตหัวสดออกจากพื้นที่เฉลี่ย 6,983 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีการสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมติดไปกับผลผลิต 6.23, 4.29 และ 29.88 กิโลกรัม N-P-Kต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม พบว่า พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 7,276 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ระยอง 86-13 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ให้ผลผลิตหัวสด 6,812 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อนำผลผลิตหัวสดออกจากพื้นที่เฉลี่ย 6,309 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีการสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมติดไปกับผลผลิตเท่ากับ 6.02, 4.07 และ 27.63 กิโลกรัม N-P-K ต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 8 กิโลกรัมK_2Oต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด และหากมีเงินลงทุนเพิ่ม สามารถใช้โพแทสเซียม 16 และ 24 กิโลกรัม K_2Oต่อไร่ ซึ่งจะให้ผลตอบแทน

ไม่คุ้มกับการลงทุน และเมื่อนำผลผลิตหัวสดออกจากพื้นที่เฉลี่ย 7,193 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีการสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมติดไปกับผลผลิต 6.02, 4.37 และ 30.98 กิโลกรัม N-P-Kต่อไร่ (Table 79-88)

ชุดดินห้วยโป่ง (Hp) จังหวัดระยอง พบว่า การใช้พันธุ์และปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งสูงสุด 6,274 และ 1,970 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือพันธุ์CMR46-47-137 และพันธุ์ระยอง การใช้ปุ๋ย 16-8-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งสูงสุด 7,216 และ 2,210 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 13,586 บาทต่อไร่ มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ มีการดูดใช้โพแทสเซียมร่วมทุกส่วน สูงกว่าไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 มีการดูดใช้ไนโตรเจนและโพแทสเซียมไปสะสมในหัวสูงสุด การปลูกมันสำปะหลังซึ่งได้ผลผลิตเฉลี่ย 6,065 กิโลกรัมต่อไร่ มีการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมติดไปกับผลผลิตออกไปจากพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 4.47, 5.56 และ 17.07 กก.N-P-Kต่อไร่ หรือเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีเท่ากับ 4.47-12.73-20.48 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ (Table 89-92)

ชุดดินบ้านบึง (Bbg) จังหวัดระยอง ปี 2556/57-2557/58 พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และ พันธุ์ระยอง86-13 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 16 กิโลกรัมN ต่อไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ระดับ 8 กิโลกรัมP_2O_5ต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 16 กิโลกรัม K_2Oต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด และ พบว่า มีการดูดใช้ไนโตรเจนรวมทุกส่วน สูงกว่าฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยมีเปอร์เซ็นต์การดูดธาตุไนโตรเจนเฉลี่ยไปสะสมในส่วนของใบ ดูดใช้ฟอสฟอรัสไปสะสมต้น และดูดใช้โพแทสเซียมไปสะสมในส่วนของหัวมากที่สุด (Table93-102)

ชุดดินชลบุรี (Cb) จังหวัดชลบุรี พบว่า การใช้พันธุ์และปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งสูงสุด 3,768 และ 979 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือพันธุ์ระยอง 11 และพันธุ์CMR46-39-42 การใช้ปุ๋ย 24-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ ของN-P_2O_5-K_2O ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งสูงสุด 4,286 และ 1,065 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด โดยมีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 7,448 บาทต่อไร่ มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ มีการดูดใช้โพแทสเซียมร่วมทุกส่วน สูงกว่าไนโตรเจน และฟอสฟอรัส และพันธุ์ระยอง 9 มีการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไปสะสมในหัวสูงสุด ในการปลูกมันสำปะหลังซึ่งได้ผลผลิตเฉลี่ย 3,408 กิโลกรัมไร่ มีการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมติดไปกับผลผลิตออกไปจากพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 2.14, 2.29 และ 10.69 กก. N-P-Kต่อไร่ หรือเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีเท่ากับ 2.14-5.24-12.83 กิโลกรัมต่อไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O (Table103-106)

ชุดดินมาบบอน (Mb) จังหวัดระยอง พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 86-13 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด ที่ 24 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 5,496 กิโลกรัมต่อไร่ ตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส ที่ระดับ 4 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 5,306 กิโลกรัมต่อไร่ และตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 16 กิโลกรัม K_2Oต่อไร่ ซึ่งให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด การปลูกมันสำปะหลังในชุดดินมาบบอน พบว่า มีการดูดใช้ไนโตรเจนรวมทุกส่วนสูงกว่าฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยมีเปอร์เซ็นต์การดูด (Up take) ธาตุ

ไนโตรเจนเฉลี่ยไปสะสมในส่วนของใบมากที่สุด ดูดใช้ฟอสฟอรัสไปสะสมเหง้า และดูดใช้โพแทสเซียมไปสะสมในส่วนของหัวมากที่สุด (Table107-116)

ชุดดินชุมพวง (Cpg) จังหวัดขอนแก่น พบว่า ผลผลิตหัวสดมันสำประหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสด 4,767 กิโลกรัมต่อไร่ และเปอร์เซ็นต์แป้ง 28.9 มันสำปะหลังมากกว่าพันธุ์ระยอง 11 การใช้ปุ๋ยเคมี 16-8-16 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 1,584 กิโลกรัมต่อไร่ (Table117-120)

กิจกรรมย่อยที่1.3 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินตื้น ดำเนินการในปี 2554 - 2558 จำนวน 5 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินคลองซาก ชุดดินกบินทร์บุรี ชุดดินโพนพิสัย ชุดดินวังสะพุง ชุดดินหมวกเหล็ก ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ระยอง86- 13 และพันธุ์CMR42-44-98 พบว่า การใช้พันธุ์มันสำปะหลังทำให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างเด่นชัด และตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 8-16 กก.N/ไร่ ฟอสฟอรัสที่ระดับ 4-8 P_2O_5 ต่อไร่ และโพแทชที่ระดับ 8-16 K_2Oต่อไร่ ซึ่งสามารถแบ่งตามชุดดินได้ดังนี้

ชุดดินคลองซาก (Kc) จังหวัดระยอง พบว่า พันธุ์มันสำปะหลังให้ผลผลิตหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้ง แตกต่างกันทางสถิติ คือ พันธุ์ CMR42-44-98 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 4,986 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับพันธุ์ระยอง 11 ที่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,059 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ระยอง 11 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งผลผลิตแป้งสูงสุด 26.68 %, 1,359 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยเคมี ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และระยอง 11 แตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ย 24-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 5,473 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ย 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O ในชุดดินคลองซาก จังหวัดระยอง ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด พบว่า หัวมันสำปะหลังมีการการดูดใช้โพแทสเซียมมากที่สุด ไนโตรเจนมากที่สุดในใบ และมีการดูดธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากที่สุดในลำต้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในอัตราที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม และการดูดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น (Table121-125)

ชุดดินกบินทร์บุรี (Kb) จังหวัดปราจีนบุรี พบว่า การใช้พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ทำให้ผลผลิตสูงสุดและมีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด และมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ ปริมาณแป้งในหัวสดแตกต่างกันทางสถิติ แต่อัตราปุ๋ยไม่ต่างกันทางสถิติ การใช้ปุ๋ย 24-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยและผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด แต่อัตราปุ๋ยที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุดคือ การใช้ปุ๋ย 16-8-0 มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 6,393 บาทต่อไร่ มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีการดูดใช้ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวมทุกส่วนสูงสุด พันธุ์ระยอง 11 มีปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมรวมทุกส่วนสูงสุด แต่มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ มีการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมรวมทุกส่วนไม่ต่างกัน และเมื่อมีการเคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากพื้นที่ (หัว) มีการสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 1.25, 1.83 และ 6.50 กก.N-P-Kต่อไร่ (Table126-130)

ชุดดินโพนพิสัย (Pp) จังหวัดปราจีนบุรี พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง86-13 ให้ผลผลิตหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้งและผลผลิตแป้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ การใช้ปุ๋ย 24-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งสูงสุด 4,697 และ 947 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่การใช้ปุ๋ย

ไนโตรเจน 16 กิโลกรัมNต่อไร่ ฟอสฟอรัส 4 กิโลกรัมP_2O_5ต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 16 กิโลกรัมK_2Oต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด และพบว่า มีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนรวมทุกส่วนสูงกว่าฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยมีเปอร์เซ็นต์การดูดใช้ (Up take) ไนโตรเจนเฉลี่ยไปสะสมในส่วนของใบมากที่สุด ดูดใช้ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไปสะสมในส่วนของหัวมากที่สุด (Table131-143)

ชุดดินวังสะพุง (Ws) จังหวัดเลย พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งไม่มีความแตกต่าง โดยมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสด 3,593 กิโลกรัมต่อไร่ และเปอร์เซนต์แป้ง 28.6% มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตหัวสด 3,251 กิโลกรัมต่อไร่ และเปอร์เซ็นต์แป้ง 30.8% การใช้ปุ๋ย 16-16-16 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 3,881 กิโลกรัมต่อไร่ และปีที่ 2 การใช้ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดต่ำสุด 3,006 กิโลกรัมต่อไร่ การดูดใช้ธาตุอาหารพบว่ามันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีการดูดใช้ธาตุอาหารมากกว่ามันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 โดยทั้งสองพันธุ์พบการดูดใช้โพแทสเซียมมากที่สุดรองลงมาคือไนโตรเจน และฟอสฟอรัส (Table144-147)

ชุดดินมวกเหล็ก (Ml) จังหวัดเลย พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง86-13 มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 7,718 บาทต่อไร่ รองลงมาคือพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 6,965 บาทต่อไร่ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ทำให้มันสำปะหลังให้ผลผลิตสูงสุด 4,357 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 4 กิโลกรัม Nต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟต พบว่าอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ระดับแตกต่างกันไม่ทำให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกัน และการตอบสนองต่ออัตราของปุ๋ยโพแทช พบว่าค่าเฉลี่ยผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยโพแทช 8 กก.K_2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด คือมีกำไรสุทธิเฉลี่ย 14,477 บาทต่อไร่ (Table148-157)

กิจกรรมย่อยที่ 1.4 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินด่าง ดำเนินการใน 2554/2555 จำนวน 3 ชุดดินได้แก่ ชุดดินตาคลี ชุดดินลพบุรี และชุดดินภูผาม่าน ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 4 พันธุ์ระยอง 72 พันธุ์ระยอง 9 และพันธุ์ระยอง 11 พบว่า การใช้พันธุ์มันสำปะหลังทำให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน และตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ ค กก.N/ไร่ ฟอสฟอรัสที่ระดับ 8 P_2O_5/ไร่ และโพแทชที่ระดับ 8 K_2O/ไร่

ชุดดินตาคลี (Tk) จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 3,832 กิโลกรัมต่อไร่ขณะที่พันธุ์ระยอง 5 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,058 กิโลกรัมต่อไร่มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 และพันธุ์ระยอง 11 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนถึง 16 กก.N/ไร่ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,741 กิโลกรัมต่อไร่ การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ 8 กก.P_2O_5/ไร่ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,946 กก./ไร่ สำหรับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ 16 กก.P_2O_5/ไร่ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,723 กก./ไร่ และการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมถึง 16 กก.K_2O/ไร่ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,946 กิโลกรัมต่อไร่ในขณะที่พันธุ์ระยอง 11 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ 24 กก.K_2O/ไร่ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,136 กก./ไร่ ซึ่งแสดงว่ามันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูง

กว่าพันธุ์ระยอง 5 และเมื่อคำนวณจุดคุ้มทุนแล้ว พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 8 กก.N/ไร่ ให้ค่า MRR คุ้มค่ากับการลงทุน การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส 8 กก.P_2O_5/ไร่ ให้กำไรสุทธิสูงสุด 2,899 บาท/ไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 8-16 กก. K_2O/ไร่ มีกำไรสุทธิ 2,899 และ 2,933 บาท/ไร่ (Table158-162)

ชุดดินลพบุรี (Lb) จังหวัดนครสวรรค์ ใช้พันธุ์มันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 5 และพันธุ์ระยอง 11 และใส่ปุ๋ย 9 อัตรา โดยผลการทดลองมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 สามารถให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งในดินด่างชุดดินลพบุรีได้สูงกว่าพันธุ์ระยอง 11 พบว่า พันธุ์ระยอง 5 ตำรับที่ใส่ปุ๋ย 16-0-16 กก.N-P_2O_5- K_2O/ไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด ส่วนพันธุ์ระยอง 11 ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 8-8-16 กก N-P_2O_5- K_2O/ไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด

ชุดดินภูผาม่าน จังหวัดลพบุรี พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 พันธุ์ระยอง 9 และ พันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้งไม่แตกต่าง โดยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 มีเปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้งสูงกว่า พันธุ์ระยอง 72 และพันธุ์ระยอง 9 ในขณะที่ปุ๋ยอัตราที่ต่างกันไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าการใช้ปุ๋ย 8-8-8 กก.ต่อไร่ จะให้ผลผลิตหัวสดที่ดีกว่าอัตราปุ๋ยอื่นๆ เมื่อปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 ระยอง 9 และระยอง 11 ในสภาพดินด่าง (Table163-166)

กิจกรรมย่อยที่1.5 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินเหนียว

ดำเนินการในปี 2554 - 2558 จำนวน 5 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินโชคชัย ชุดดินปากช่อง ชุดดินลาดหญ้า ชุดดินวังไฮ ชุดดินราชบุรี ทำการปลูกมันสำปะหลังรวม 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ระยอง86- 13 พันธุ์CMR42-44-98 และพันธุ์ห้วยบง 60 พบว่า การใช้พันธุ์มันสำปะหลังทำให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างเด่นชัด และตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 8-16 กก.N/ไร่ ฟอสฟอรัสที่ระดับ 4-8 P_2O_5/ไร่ และโพแทชที่ระดับ 8-16 K_2O/ไร่ ซึ่งสามารถแบ่งตามชุดดินได้ดังนี้

ชุดดินโชคชัย (Ci) จังหวัดนครราชสีมา พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ให้ผลผลิตหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด คือให้ผลผลิตหัวสด 3,623 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์ 22.2 เปอร์เซ็นต์ และ 876 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่พันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,142 กิโลกรัมต่อไร่ มันสำปะหลังตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนถึง 24 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,757 กิโลกรัมต่อไร่ ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตที่ 16 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,909 กิโลกรัมต่อไร่ และการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทชที่อัตรา 8 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,446 กิโลกรัมต่อไร่ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 24 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปุ๋ยฟอสเฟต 16 กิโลกรัม P_2O_5ต่อไร่ และปุ๋ยโพแทช 8 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) ซึ่งคุ้มค่ากับการลงทุน (Table167-176)

ชุดดินปากช่อง (Pc) จังหวัดนครราชสีมา พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 7,050 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,533 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ระยอง 86-13 ให้เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 28.5% และ 2,025 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 6,888 กิโลกรัมต่อไร่ การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ 0 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 6,732 และ 6,706 กิโลกรัมต่อไร่ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปุ๋ยฟอสเฟต 8 กิโลกรัม

P_2O_5 ต่อไร่ การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) ซึ่งคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด (Table 177-178)

ชุดดินลาดหญ้า (Ly) จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ CMR42-44-98 และพันธุ์ระยอง 11 มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O โดยให้ผลผลิตน้ำหนักหัวมันสดเฉลี่ย 6,116 และ 6,029 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับการใส่ปุ๋ย พบว่าเมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในอัตราที่เพิ่มขึ้นทำให้มันสำปะหลังพันธุ์ CMR42-44-98 และระยอง 11 ให้ผลผลิตน้ำหนักหัวมันสดลดลง ฤดูปลูกปี 2555/2556 ดำเนินการทดลองโดยปลูกซ้ำที่เดิม พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 และระยอง 11 มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O เช่นเดียวกันกับฤดูปลูกปี 2554/2555 โดยให้ผลผลิตหัวสด 6,116 และ 6,029 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และการใส่ปุ๋ย (Table 179-199)

ชุดดินวังไฮ (Wi) จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ R86-13 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ไม่มีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยให้ผลผลิตน้ำหนักหัวมันสดเฉลี่ย 3,694, 3,937, 3,633, 3,760, 3,736 และ 3,975 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับการใส่ปุ๋ย ปลูกปี 2557 พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ R86-13 การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 8 กิโลกรัม Nต่อไร่ โดยให้น้ำหนักหัวสดสูงสุด 5,324 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย พันธุ์ KU 50 มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับการใส่ปุ๋ย พบว่าเมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น มันสำปะหลังให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดลดลง และมันสำปะหลังทั้งสองพันธุ์ให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ พันธุ์ R86-13 และ KU 50 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,152 และ 4,491 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และพบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง86-13 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ไม่มีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ปี ปี2557 พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง86-13 มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 8 กิโลกรัม Nต่อไร่ โดยให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 5,324 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลผลิตหัวสดต่ำสุด 4,507 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับการใส่ปุ๋ย พบว่า เมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น มันสำปะหลังให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดลดลง พันธุ์ระยอง86-13 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,152 และ 4,491 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ ไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟต เนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีมากเพียงพอกับความต้องการของพืชแล้ว และพันธุ์ระยอง86-13 ให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสด 5,276 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดเฉลี่ย 4,274 กิโลกรัมต่อไร่ และมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง86-13 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ไม่มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทชอัตราต่างๆ และทั้งสองพันธุ์ให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดไม่แตกต่างกัน โดยให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสด 5,132 และ 4,481 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 200-206)

ชุดดินราชบุรี (Rb) จังหวัดราชบุรี พบว่า การใช้พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตหัวสด ผลผลิตแป้งและผลตอบแทนที่เป็นกำไรสุทธิสูงสุด 13,533 บาท/ไร่ โดยให้ผลผลิตหัวสด 7,780 กก./ไร่ แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์อื่น มีผลผลิตแป้ง 2,243 กก./ไร่ รองลงมาคือพันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตหัวสด 6,950 กก./ไร่ ผลผลิตแป้ง 2,120

กก./ไร่ และผลตอบแทนที่เป็นกำไรสุทธิ 11,792 บาท/ไร่ และพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตหัวสดต่ำสุดคือ 6,400 กก./ไร่ ผลผลิตแป้ง 1,975 กก./ไร่ และผลตอบแทนที่เป็นกำไรสุทธิ 10,635 บาท/ไร่ การใส่ปุ๋ยพบว่า มันสำปะหลังจะให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งไม่แตกต่างกัน การใช้ปุ๋ย 16-8-0 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ จะมีกำไรสุทธิสูงสุดคือ 14,559 บาท/ไร่ และมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน ด้านการดูดใช้ธาตุอาหารรวมทุกส่วนของมันสำปะหลังพบว่า ทั้ง 3 พันธุ์มีการดูดใช้โพแทสเซียมสูงกว่าไนโตรเจน และฟอสฟอรัส มีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนและโพแทสเซียมแตกต่างกัน โดยพันธุ์ระยอง 11 จะมีการดูดใช้ไนโตรเจนสูงสุด ในขณะที่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 จะมีการดูดใช้โพแทสเซียมสูงสุด (Table 207-210)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

กิจกรรมที่ 1. วิจัยและพัฒนาการจัดธาตุอาหารในการผลิตมันสำปะหลังในดินชุดต่าง ๆ

1.1 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินทรายดำเนินการในปี2554 – 2558 จำนวน 9 ชุดดินได้แก่ ชุดดินน้ำพอง ชุดดินสัตหีบ ชุดดินจอมพระ ชุดดินอุบล ชุดดินพังงา ชุดดินจักราช ชุดดินขอนแก่น ชุดดินยางตลาด ชุดดินวาริน การใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมในกลุ่มดินทรายที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุN-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ดังนี้ ชุดดินน้ำพอง ควรใส่ปุ๋ย 24-8-8 กิโลกรัม ชุดดินสัตหีบ ชุดดินอุบล ชุดดินพังงา และชุดดินวาริน ควรใส่ปุ๋ย 24-8-16 กิโลกรัม ชุดดินจอมพระ ควรใส่ปุ๋ย 24-8-24 กิโลกรัม ชุดดินจักราช ควรใส่ปุ๋ย 24-16-24 กิโลกรัม ชุดดินขอนแก่น ควรใส่ปุ๋ย 24-4-16 กิโลกรัม และชุดดินยางตลาด ควรใส่ปุ๋ย 16-4-8 กิโลกรัม

1.2 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วนดำเนินการในปี 2554 - 2558 จำนวน 7 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินสตึก ชุดดินหนองบอน ชุดดินห้วยโป่ง ชุดดินบ้านบึง ชุดดินชลบุรี ชุดดินมาบบอน ชุดดินชุมพวง การใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมในกลุ่มดินร่วนที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน ควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ดังนี้ ชุดดินสตึก ชุดดินบ้านบึง และชุดดินชุมพวง ควรใส่ปุ๋ย16-8-16 กิโลกรัม ชุดดินหนองบอน ควรใส่ปุ๋ย 16-8-8 กิโลกรัม ชุดดินห้วยโป่ง ควรใส่ปุ๋ย 16-8-24 กิโลกรัมชุดดินชลบุรี ควรใส่ปุ๋ย 24-8-16 กิโลกรัม และชุดดินมาบบอน ควรใส่ปุ๋ย 24-4-24 กิโลกรัม

1.3 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินตื้น ดำเนินการในปี 2554 - 2558 จำนวน 5 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินคลองซาก ชุดดินกบินทร์บุรี ชุดดินโพนพิสัย ชุดดินวังสะพุง ชุดดินหมวกเหล็ก การใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมในกลุ่มดินตื้นที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน ควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ดังนี้ ชุดดินคลองซาก ควรใส่ปุ๋ย 8-8-16 กิโลกรัม ชุดดินกบินทร์บุรี ควรใส่ปุ๋ย16-8-8กิโลกรัม ชุดดินโพนพิสัย ควรใส่ปุ๋ย 16-4-16 กิโลกรัม ชุดดินวังสะพุง ควรใส่ปุ๋ย 16-8-18 กิโลกรัม และชุดดินหมวกเหล็ก ควรใส่ปุ๋ย 4-4-8 กิโลกรัม

1.4 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินด่าง ดำเนินการใน 2554/2555 จำนวน 3 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินตาคลี ชุดดินลพบุรี และชุดดินภูผาม่าน การใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมในกลุ่มดินด่างที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ดังนี้ ชุดดินตาคลี และชุดดินภูผาม่าน ควรใส่ปุ๋ย 8-8-8 กิโลกรัม ขณะที่ชุดดินลพบุรี ควรใส่ปุ๋ย 8-8-16 กิโลกรัม

1.5 ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินเหนียวดำเนินการใน ปี 2554-2558 จำนวน 5 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินโชคชัย ชุดดินปากช่อง ชุดดินลาดหญ้า ชุดดินวังไฮ ชุดดินราชบุรี การใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมในกลุ่มดินเหนียวที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน ควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ดังนี้ ชุดดินโชคชัย ควรใส่ปุ๋ย 24-16-8 กิโลกรัม ชุดดินปากช่อง ชุดดินลาดหญ้า ชุดดินวังไฮ ควรใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัม และชุดดินราชบุรี ควรใส่ปุ๋ย 16-8-8 กิโลกรัม

คำแนะนำในการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อรักษาสมดุลของธาตุอาหารและให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนในกลุ่มเนื้อดินต่าง ๆ ในการปลูกมันมันสำปะหลัง

เนื้อดิน/กิโลกรัม/ต่อไร่	N	P_2O_5	K_2O
ดินทราย	16-24	8	16-24
ดินร่วน	16-24	8	16-24
ดินตื้น	16	8	8
ดินด่าง	8	8	8-16
ดินเหนียว	8	8	8

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตต่อการผลิตของพันธุ์มันสำปะหลัง

Studies using inputs yield variaties of cassava

อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ เมธาพร พุฒขาว เชาวนาถ พฤทธิเทพ วัลลีย์ อมรพล ศรีสุดา ทิพยรักษ์สมควร คล้องช้าง ชยันต์ ภักดีไทย นรีลักษณ์ วรรณสาย ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง นิลุบล ทวีกุล กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ศิวิไล ลาภบรรจบ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี รัชดา ปรัชเจริญวนิชย์ เสาวรี บำรุง อนุศาสตร์ สุ่มมาตร ปฏิมาภรณ์ จินจาคาม พัชรินทร์ นามวง วุฒิพล จันสระคู วนิดา โนบรรเทา วสันต์ วรรณจักร์ เหรียญทอง พานสายตา อนันต์ ทองภู สรรเสริญ แสงใส

คำสำคัญ (Key words)

มันสำปะหลัง การปรับปรุงดิน มูลไก่แกลบ ปุ๋ยชีวภาพ, โดโลไมท์ อะมิทรีน

Cassava, Soil improvement, chicken manure, Biological fertilizer, Dolomite, ametryn

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ปัจจัยการผลิตต่อการผลิตของพันธุ์มันสำปะหลัง เพื่อให้ได้เทคโนโลยีวิธีการจัดการการผลิตสำหรับแนะนำเฉพาะพื้นที่ปลูกหลักของมันสำปะหลัง พบว่า การให้น้ำที่ไม่เกิน 37.5%AWC ให้ผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าการให้น้ำที่มากกว่า โดยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีการใช้น้ำที่สูงกว่าพันธุ์ระยอง 11 การใช้ปัจจัยการผลิตในการผลิตมันสำปะหลัง ในดินทรายปนร่วน และดินทราย ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ย 75% ของ 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่แกลบ 1 ตันต่อไร่ และการใช้ปุ๋ย 16-8-16 กก./ไร่ N-P_2O_5-K_2Oร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่ หรือร่วมกับการไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ หรือการปลูกพืชหมุนเวียนและแซม และการปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกๆปีสามารถรักษาระดับผลผลิต และรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน การใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีในการผลิตมันสำปะหลัง ยังไม่สามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้อย่างเด่นชัด แต่การให้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการให้น้ำ ทำให้มันสำปะหลังสามารถให้ผลผลิตได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ การใส่ปุ๋ยเคมี 15-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อการผลิตมันสำปะหลังหลังการทำนา ให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยเคมี ส่วนวิธีการเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังก่อนปลูก ให้ท่อนพันธุ์มีการงอกเร็วขึ้น และมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้น โดยการแช่ด้วยยูเรีย 2 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ ช่วยลดการใช้ไนโตรเจนได้ 20% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และให้ผลผลิตหัวมันสดเพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว 8.98% ขณะที่การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 5% ส่วนการปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่มโดยปลูกถั่วพุ่มหลังจากปลูกมันสำปะหลัง 1 เดือน ไม่ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงแตกต่างกับมันสำปะหลังระบบมันสำปะหลังเดี่ยวแต่อย่างใด ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด 8 กก./ไร่ ในขณะมันสำปะหลังระบบมันสำปะหลังเดี่ยวตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด 16 กก./ไร่ ส่วน Ca และ Mg จากการใส่โดโลไมท์ มีแนวโน้มทำให้มันสำปะหลังมีความสูงเพิ่มขึ้น

ทั้งสองระบบปลูกพืช และมี % แป้งเพิ่มขึ้นเฉพาะระบบมันสำปะหลังเดี่ยว เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ใส่ และผลของสารอามีทรินต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง เมื่อได้รับสารที่อายุต่างๆ พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 เมื่อได้รับสารอามีทรินที่อัตรา 6.25 และ 62.5 กรัมต่อลิตร ในช่วงอายุตั้งแต่ 14-60 วัน หลังปลูกให้ผลผลิตหัวสดลดลง 45 % และสารอามีทริน ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง

ABSTRACT

A study of the means of production to produce varieties of cassava.To get the technology management methods. Recommended only for the production of cassava growing areas showed that the water does not exceed 37.5% AWC fresh root yield of cassava starch and higher than the water.The cassava variety Rayong 9 with the use of water higher than Rayong 11 using inputs in the production of cassava. In sandy soil loamy and sandy soils yield fresh root and starch yield the highest 75% of 16-8-16 fertilizer kg.N-P_2O_5-K_2O/rai. With chicken manure, rice husk 1 ton/rai and the fertilizer 16-8-16 kg.N-P_2O_5-K_2O with organic fertilizer 1 ton/rai with the incorporation of cassava leaves or 3 tons/rai. crop rotation and Sam Cassava and continued every year to maintain productivity levels. And maintain soil fertility. The use of waste materials from industry to replace chemical fertilizers in the production of cassava. Also can increase the yield of cassava has emphatically. But the fertilizer on the soil with irrigation. Make cassava can yield better than other treatments. The fertilizer 15-7-18 rate of 50 kg/rai. For the production of cassava farming. Higher yield than no fertilizer. Kasetsat 50 and did not respond to chemical fertilizers. How to prepare the forest before planting cassava varieties. The germination percentage increased. By soaking with urea 2 grams/lite. The use of chemical fertilizer with organic fertilizer PGPR reduce the use of nitrogen is recommended by 20 % of the soil. And yield increased 8.98 %, while biological PGPR yield increased by higher fertilizer biological PGPR 5% of planting it. Sam cassava with bush beans by planting cassava after one month does not make a difference to the lower yield cassava or manioc solo engagements. Response to nitrogen up to 8 kg/rai, while cassava or tapioca single response to nitrogen up to 16 kg/rai of Ca and Mg of putting dolomite. Tend to make cassava has increased both crops and Starch increase cassava single system only. Compared with the no. And the effect of substances with intrinsic yield and starch content of cassava. When the substance was found in cassava Rayong 11 when the substances are poured at the rate of 6.25 and 62.5 grams/liter range in age from 14-60 days after planting fresh root yield decreased by 45% and substance. Miami intrinsic does not affect in the cassava starch.

บทนำ (Introduction)

การปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่จะอาศัยน้ำฝน ซึ่งส่วนมากอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง เกษตรยากจนมีพื้นที่ถือครองน้อย ไม่มีทุนซื้อปัจจัยการผลิต ทำให้ดินเสื่อมลงอย่างรวดเร็ว เป็นสาเหตุทำให้ผลผลิตลดลงเรื่อย ๆ ประกอบกับในสภาวะปัจจุบัน สภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น แต่การกระจายของฝนไม่สม่ำเสมอ ฝนทิ้งช่วง อากาศร้อนขึ้น ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงอย่างชัดเจนเนื่องจากมีการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์เร็วขึ้น ปริมาณอินทรียวัตถุลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีการรณรงค์การเพิ่มอินทรียวัตถุในพื้นที่ เช่น การไถกลบเศษซากลำ และใบของมันสำปะหลังลงในแปลง การปลูกพืชแซมระหว่างแถวและไถกลบหรือการปลูกพืชหมุนเวียน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากมูลสัตว์ แต่การปลูกพืชที่อาศัยน้ำฝน ซึ่งบางครั้งมีฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลายาว จะต้องมีการให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชและความสามารถกักเก็บน้ำของดินมีส่วนสำคัญที่จะทำให้ผลผลิตและคุณภาพแป้งเพิ่มขึ้นโดยที่จะทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ผลทางอ้อมทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยเพิ่มขึ้น อัจฉรา และกอบเกียรติ (2551) พบว่า มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อการให้น้ำและการใช้ปุ๋ยแตกต่างกัน โดยพันธุ์ระยอง 9 เป็นพันธุ์ที่ตอบสนองต่อการให้น้ำได้ดี คือให้ผลผลิตสูงขึ้นเมื่อมีการให้น้ำ ในขณะที่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีการตอบสนองต่อการให้น้ำและปุ๋ยต่ำที่สุด จากการศึกษามันสำปะหลังที่ปลูกในสภาพไร่และมีการให้น้ำในช่วงที่ฝนทิ้งช่วงช่วยเพิ่มผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งให้สูงขึ้นได้ โดยการให้น้ำ 30 มิลลิเมตรต่อเดือน แบ่งใส่ 2 ครั้งเป็นวิธีที่ประหยัดและเพิ่มผลผลิตหัวมันสดถึง 40.9% เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ให้น้ำเสริมในช่วงฤดูแล้ง (นพศูลและคณะ,2550) แม้ว่าการจัดการน้ำสามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้ แต่อาจไม่เพียงพอที่ทำให้มันสำปะหลังแสดงศักยภาพการให้ผลผลิตได้อย่างเต็มที่โดยเฉพาะในช่วงระยะเวลาการผลิตสั้นเพียง 6 เดือน การใช้ปุ๋ยอัตราที่สูงขึ้นอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยเพิ่มผลผลิตได้ อย่างไรก็ตาม การปลูกในนามีความแตกต่างจากสภาพไร่ เนื่องจากมีการไถกลบตอซังและฟางข้าวร่วมด้วยซึ่งช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารในดิน และเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 ได้ 16.6% เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อไม่มีการไถกลบฟางข้าว (กอบเกียรติและคณะ, 2548ข) ดังนั้น การใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลังในนาจึงต้องพิจารณาถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกข้าวและปริมาณฟางข้าวที่ไถกลบลงไปในดิน นอกจากนั้นการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมเช่นปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ สารควบคุมการเจริญเติบโต และหรือวัสดุปรับปรุงดินที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีอย่างเพียงพอต่อระดับผลผลิตที่ต้องการเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการธาตุอาหารพืชและการใช้ปุ๋ยในสภาวะต่าง ๆ รวมทั้งการพัฒนาคำแนะนำการใช้ปุ๋ยควบคู่ไปกับการปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ และการผลิตมันสำปะหลังอย่างยั่งยืน ฉะนั้นหากต้องการที่จะประเมินความเหมาะสมของพันธุ์กับสภาพพื้นที่ให้ถูกต้องและแม่นยำมากกว่านี้ ควรจะต้องมีการวิเคราะห์พื้นที่ดิน สภาพแวดล้อมอื่นและความต้องการและการปรับตัวเฉพาะของแต่ละพันธุ์ การตอบสนองต่อปุ๋ย การใช้ปุ๋ยแบบผสมผสาน ทั้งปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ ตลอดจนการใช้น้ำและปัจจัยอื่นที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุน เลือกใช้พันธุ์และเทคโนโลยีต่างๆ ที่เหมาะสมของแต่ละพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการจัดการการผลิตมันสำปะหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ระเบียบวิธีการวิจัย (Results Methodology)

เป็นการศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ เพื่อหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมกับความต้องการของมันสำปะหลัง ช่วงเวลาปลูกและการให้น้ำ การใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานต่อผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง การใช้ปุ๋ยผสมผสานต่อการรักษาเสถียรภาพผลผลิตในมันสำปะหลัง และการปลูกมันสำปะหลังระบบต่างๆ เช่น ระบบปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกๆปี ระบบมันสำปะหลังหมุนเวียนกับถั่วลิสงปีเว้นปี และระบบปลูกถั่วลิสงแซมระหว่างแถวมันสำปะหลังในทุกปี การปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิต การใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ และการจัดการธาตุอาหารเพื่อการผลิตมันสำปะหลังหลังการทำนา วิธีการเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังก่อนปลูก และการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตของพืชที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพการผลิตมันสำปะหลัง ผลของปุ๋ยไนโตรเจนและแคลเซียมที่มีต่อการผลิตมันสำปะหลังในระบบปลูกพืชที่ต่างกันระยะยาว และผลของอมิทรีนต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง

ผลการวิจัย (Results) และอภิปรายผล (Discussion)

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตต่อผลผลิตของพันธุ์มันสำปะหลัง

กิจกรรมย่อยที่ 2.1 การศึกษาวิจัยการจัดการน้ำสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง

2.1.1 ศึกษาวิจัยความชื้นของดินต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี คือ ไม่ให้น้ำ ให้น้ำที่ 12.5, 25.0, 37.5, 50.0, 62.5 และ 75% % AWC ผลการทดลองปี 2554-2556 พบว่า มันสำปะหลังจะดูดดึงไนโตรเจนไปสะสมในใบมากที่สุด รองลงมาจะเป็นต้น เหง้า และน้อยมากในหัวสด ฟอสฟอรัสจะถูกดูดดึงไปสะสมในต้นมากที่สุด รองลงมาเป็นใบ เหง้าและหัวสด ตามลำดับ ส่วนโพแทสเซียมจะถูกดูดดึงไปสะสมมากในหัวสด รองลงมาจะเป็นต้น เหง้าและใบ ตามลำดับ โดยเมื่อให้น้ำในระดับที่ไม่เกิน 37.5%AWC มันสำปะหลังจะดูดดึงไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมได้มากกว่าระดับน้ำที่มากกว่านี้

ในการทดลองปี 2556/2557 ซึ่งได้ทำการทดลองเพื่อหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมกับความต้องการของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และพันธุ์ระยอง 11 พบว่า เมื่อให้น้ำเต็มที่ซึ่งรวมถึงน้ำที่ได้จากน้ำฝนจะให้ผลผลิตสูงสุด แต่การให้น้ำตามตำรับทดลองจะทำการคลุมผ้าพลาสติกเพื่อป้องกันน้ำที่ได้จากน้ำฝน เพื่อให้มันสำปะหลังได้รับน้ำจากการให้น้ำอย่างเดียว การให้น้ำที่จุด (1-p) Sa.D. ลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลผลิตมันสำปะหลังดีที่สุด และปริมาณความชื้นดินในแต่ละตำรับที่ทำการคลุมผ้าไม่แตกต่างกันเพื่อหาความต้องการน้ำที่เหมาะสมแก่มันสำปะหลังก่อน แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปปรับใช้ในปีต่อไปซึ่งได้ปรับตำรับทดลอง การทดลองปี 2557/2558 วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in RCB มี 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 พันธุ์มันสำปะหลังคือ ระยอง 9 และ ระยอง 11 ปัจจัยที่ 2 คือ 1.ควบคุมให้พืชได้น้ำเต็มที่ 2.ควบคุมน้ำโดยให้น้ำมีระดับน้ำที่เป็นประโยชน์ 65 %AWC 3.ควบคุมน้ำโดยให้น้ำมีระดับน้ำที่เป็นประโยชน์ 50 %AWC 4.ควบคุมน้ำโดยให้น้ำมีระดับน้ำที่เป็นประโยชน์ 45 %AWC

5.ไม่ให้น้ำ พบว่า น้ำหนักหัวสดทุกตำรับการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ตำรับที่ให้น้ำเต็มที่มีน้ำหนักหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด

2.1.2 การศึกษาเปรียบเทียบระบบการให้น้ำสำหรับระบบการปลูกมันสำปะหลัง

ในการทดลองนี้ได้ทำการให้น้ำแบบน้ำหยด วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ไม่ให้น้ำ ให้น้ำที่ 12.5, 25.0, 37.5,50.0, 62.5 และ 75% % AWC แปลงทดลองจังหวัดขอนแก่น ปี 2554/2555 พบว่า ความสูงของมันสำปะหลังในตำรับที่ไม่ให้น้ำมันสำปะหลังสูงสุด (248 ซม.) ส่วนตำรับการทดลองที่ให้น้ำที่ 37.5 %AWC มันสำปะหลังสูงน้อยที่สุด(232 ซม.) น้ำหนักหัวมันสำปะหลังสด ตำรับที่ให้น้ำที่ 75%AWC ให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงสุด (8,876 กก.ต่อไร่) เปอร์เซ็นต์แป้ง ตำรับที่ให้น้ำที่ 37.5 %AWC มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด (29.25 %) ผลผลิตแป้ง ตำรับการทดลองที่ให้น้ำที่ 37.5%AWC มีผลผลิตแป้งสูงสุด (2,601 กก.ต่อไร่ ปี 2555/2556 พบว่า ความสูงของมันสำปะหลังในแต่ละตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับที่ให้น้ำที่ 12.5 %AWC ให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงสุด (3,448 กก.ต่อไร่) เปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังในแต่ละตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลผลิตแป้ง ตำรับการทดลองที่ให้น้ำที่ 12.5%AWC มีผลผลิตแป้งสูงสุด(1,076กก.ต่อไร่) แปลงทดลองจังหวัดระยองปี 2554/2555 ความสูงของมันสำปะหลังตำรับที่ให้น้ำที่ 25 %AWC สูงสุด (248 ซม.) น้ำหนักหัวมันสำปะหลังสด ตำรับที่ให้น้ำที่ 25 %AWC ให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงสุด (5,188 กก.ต่อไร่) เปอร์เซ็นต์แป้ง ตำรับที่ให้น้ำที่ 12.5 %AWC มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด (30.0 %) ผลผลิตแป้ง ตำรับการทดลองที่ให้น้ำที่ 25 %AWC มีผลผลิตแป้งสูงสุด (1,503 กก.ต่อไร่) ปี 2555/2556 น้ำหนักหัวมันสำปะหลังสด ตำรับที่ให้น้ำที่ 12.5%AWC ให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงสุด(8,823 กก.ต่อไร่) เปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างทางสถิติโดย ตำรับการทดลองที่ให้น้ำที่ 12.5%AWC มีผลผลิตแป้งสูงสุด (2,520 กก.ต่อไร่) ในการทดลองปี 2556/2557 ซึ่งได้ทำการทดลองเพื่อหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมกับความต้องการของมันสำปะหลัง พบว่า เมื่อให้น้ำเต็มที่ซึ่งรวมถึงน้ำที่ได้จากน้ำฝนจะให้ผลผลิตสูงสุด แต่การให้น้ำตามตำรับทดลองจะทำการคลุมผ้าพลาสติกเพื่อป้องกันน้ำที่ได้จากน้ำฝน เพื่อให้มันสำปะหลังได้รับน้ำจากการให้น้ำอย่างเดียว การให้น้ำที่จุด (1-p) Sa.D. ลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลผลิตมันสำปะหลังดีที่สุด และปริมาณความชื้นดินในแต่ละตำรับที่ทำการคลุมผ้าไม่แตกต่างกันเพื่อหาความต้องการน้ำที่เหมาะสมแก่มันสำปะหลังก่อน แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปปรับใช้ในปีต่อไปซึ่งได้ปรับตำรับทดลองเป็นโดยวางแผนการทดลองแบบ Split Plot in RCB มี 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 พันธุ์มันสำปะหลังคือ1. ระยอง 9 2. ระยอง 11 ปัจจัยที่ 2 คือ 1.ควบคุมให้พืชได้น้ำเต็มที่ 2.ควบคุมน้ำโดยให้น้ำมีระดับน้ำที่เป็นประโยชน์ 65 %AWC 3.ควบคุมน้ำโดยให้น้ำมีระดับน้ำที่เป็นประโยชน์ 50 %AWC 4.ควบคุมน้ำโดยให้น้ำมีระดับน้ำที่เป็นประโยชน์ 45 %AWC 5.ไม่ให้น้ำ พบว่า ผลผลิตมันสำปะหลังตำรับที่ให้น้ำที่ 65 %AWC มีน้ำหนักหัวสดสูงสุด (Table 1-7)

2.1.3 ศึกษาวิจัยค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำของมันสำปะหลัง

การที่จะหาค่าสัมประสิทธิ์ของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์เพื่อจะทำให้การให้น้ำกับมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้น้ำแก่มันสำปะหลัง โดยวางแผนการทดลองแบบ Split Plot in RCB มี 2 ปัจจัย ปัจจัยหลัก 2 กรรมวิธี ปัจจัยรอง 5 กรรมวิธีๆละ 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 พันธุ์มันสำปะหลัง ปัจจัยที่ 2 ปริมาณน้ำที่ให้ ปี 2554/2555 ทั้งสองพันธุ์มีผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่พันธุ์ระยอง 9 ได้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 7,499 กก.ต่อไร่ และพันธุ์ระยอง 11 ได้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 7,757 กก.ต่อไร่ การให้น้ำที่ 80

%AWC ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 8,492 กก.ต่อไร่ โดยที่พันธุ์ระยอง 9 ตำรับที่ให้น้ำที่ 80 %AWC ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 8,340 กก.ต่อไร่) ส่วนพันธุ์ระยอง 11 การให้น้ำที่ 60 %AWC ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 8,701 กก.ต่อไร) ทั้งสองพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่พันธุ์ระยอง 9 ได้เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง27.5 % และพันธุ์ระยอง 11 ได้เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง 25.7% ตำรับการให้น้ำตำรับที่ให้น้ำที่ 80%AWC ให้เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังสูงสุด 27.9% โดยที่พันธุ์ระยอง 9 ที่ให้น้ำที่ 20 และ 40%AWC ให้เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังสูงสุด 29.6% ส่วนพันธุ์ระยอง 11 การให้น้ำที่ 60%AWC ให้เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังสูงสุด 27% ปี 2555/2556 ทั้งสองพันธุ์มีน้ำหนักเฉลี่ยหัวมันสำปะหลังสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่พันธุ์ระยอง9 ได้ผลผลิตเฉลี่ยหัวมันสำปะหลังสด 3,548กก.ต่อไร่ และพันธุ์ระยอง 11 ได้ผลผลิตเฉลี่ยหัวมันสำปะหลังสด 4,101กก.ต่อไร่ ตำรับการให้น้ำตำรับที่ให้น้ำที่ 80%AWC ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสูงสุด(4,947a กก.ต่อไร่) โดยที่พันธุ์ระยอง 9 ตำรับที่ให้น้ำที่ 80%AWC ให้น้ำหนักหัวมันสำปะหลังสดสูงสุด(4,808กก.ต่อไร่) ส่วนพันธุ์ระยอง 11 ตำรับที่ให้น้ำที่ 80%AWC ให้น้ำหนักหัวมันสำปะหลังสดสูงสุด(5,085กก.ต่อไร่) ผลของปริมาณน้ำต่อเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังทั้งสองพันธุ์ในปี 2555/2556 พบว่า ทั้งสองพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่พันธุ์ระยอง9 ได้เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง29.14% และพันธุ์ระยอง 11 ได้เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง 25.91% เมื่อมาดูที่ตำรับการให้น้ำตำรับที่ให้น้ำที่ 60%AWC ให้เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังสูงสุด(28.87%)ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองอื่นๆยกเว้นตำรับที่ไม่ให้น้ำซึ่งมีเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังต่ำสุด(23.78%) โดยที่พันธุ์ระยอง 9 ตำรับที่ให้น้ำที่ 80%AWC ให้เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังสูงสุด(31.90%)ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองอื่นๆยกเว้นตำรับที่ไม่ให้น้ำซึ่งมีเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังต่ำสุด(25.63%) ส่วนพันธุ์ระยอง 11 ตำรับที่ให้น้ำที่ 20%AWC ให้เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังสูงสุด (28.97%) ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองอื่นๆ ยกเว้นตำรับที่ไม่ให้น้ำซึ่งมีเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังต่ำสุด (21.93%) ในการทดลองปี 2556/2557 ซึ่งได้ทำการทดลองเพื่อหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมกับความต้องการของมันสำปะหลัง พบว่า เมื่อให้น้ำเต็มที่ซึ่งรวมถึงน้ำที่ได้จากน้ำฝนจะให้ผลผลิตสูงสุด แต่การให้น้ำตามตำรับทดลองจะทำการคลุมผ้าพลาสติกเพื่อป้องกันน้ำที่ได้จากน้ำฝน เพื่อให้มันสำปะหลังได้รับน้ำจากการให้น้ำอย่างเดียว การให้น้ำที่จุด (1-p) Sa.D. ลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลผลิตมันสำปะหลังดีที่สุด และปริมาณความชื้นดินในแต่ละตำรับที่ทำการคลุมผ้าไม่แตกต่างกัน เพื่อหาความต้องการน้ำที่เหมาะสมแก่มันสำปะหลังก่อน แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปปรับใช้ในปีต่อไปซึ่งได้ปรับตำรับทดลองเป็นโดยวางแผนการทดลองแบบ Split Plot in RCB มี 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 พันธุ์มันสำปะหลังคือพันธุ์ระยอง 9 และพันธุ์ระยอง 11 ปัจจัยที่ 2 คือ 1.ควบคุมให้พืชได้น้ำเต็มที่ 2.ควบคุมน้ำโดยให้น้ำมีระดับน้ำที่เป็นประโยชน์ 65 %AWC 3.ควบคุมน้ำโดยให้น้ำมีระดับน้ำที่เป็นประโยชน์ 50 %AWC 4.ควบคุมน้ำโดยให้น้ำมีระดับน้ำที่เป็นประโยชน์ 45 %AWC 5.ไม่ให้น้ำ พบว่าการให้น้ำที่ตำรับทดลองใหม่ให้ผลผลิตของมันสำปะหลังไม่แตกต่างกัน (Table 8-16)

2.1.4 ศึกษาระยะเวลาหลังน้ำท่วมขังต่อคุณภาพแป้งและผลผลิตมันสำปะหลัง

การทดสอบระยะเวลาน้ำท่วมขังที่ระยะ 0 3 5 และ 7 วัน ของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ระยอง 72 และ CMR35-22-196 ในท่อซีเมนต์ ผลการทดลอง พบว่า เมื่อระยะเวลาน้ำท่วมขังแบบต่อเนื่องเพิ่มขึ้น มีผลให้

ผลผลิตหัวสดเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์แป้งลดลง คุณภาพสีเนื้อและสีแป้งของมันสำปะหลัง ที่ระยะเวลาน้ำท่วมขังสูงสุด คือ 7 วัน ไม่มีผลให้หัวมันสำปะหลังเน่าเสีย และสีของเนื้อหัวยังคงปกติ

2.1.5 การตอบสนองของผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังต่อช่วงเวลาปลูกและการให้น้ำบนดินชุดเดิมบางในเขตจังหวัดชัยนาท

เพื่อศึกษาความแตกต่างของช่วงเวลาปลูกและการให้น้ำต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังบนดินชุดเดิมบาง จังหวัดชัยนาท ในแปลงทดลองและขยายพันธุ์พืชดงเกณฑ์หลวง อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 - กันยายน 2555 วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB จำนวน 3 ซ้ำ Main plots ได้แก่ การให้น้ำมันสำปะหลังจนถึงอายุ 3 เดือน การให้น้ำตลอดฤดูปลูก และการไม่ให้น้ำ Subplot ได้แก่ การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ในช่วงเวลาปลูก 5 ช่วง ได้แก่ เดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ เมษายน และมิถุนายน เก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือน ผลการทดลองพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำและช่วงเวลาปลูกที่แตกต่างกัน การปลูกมันสำปะหลังในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ ให้ผลผลิตหัวสด ผลผลิตมันแห้งและผลผลิตแป้งสูงสุดเฉลี่ยระหว่าง 6,600-7,400 2,967-3,100 และ 1,720-1,971 กิโลกรัมต่อไร่ การให้น้ำตลอดฤดูปลูกให้ผลผลิตหัวสด ผลผลิตมันแห้ง และผลผลิตแป้งสูง 7,403 3,199 และ 2,008 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แตกต่างจากการไม่ให้น้ำตลอดฤดูปลูกที่ให้ผลผลิตหัวสด ผลผลิตมันแห้ง และผลผลิตแป้ง 5,314 2,144 1,441 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การให้น้ำและช่วงเวลาปลูกที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้ง อยู่ระหว่าง 24.5-28.9 เปอร์เซ็นต์ (Table 16)

2.1.6 การตอบสนองของผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆต่อช่วงเวลาการให้น้ำ

วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 3 ซ้ำ Main plots คือการให้น้ำมันสำปะหลัง 4 กรรมวิธี ได้แก่ 1. ให้น้ำมันสำปะหลังตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงอายุ 3 เดือน 2. ให้น้ำมันสำปะหลังตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงอายุ 6 เดือน 3. ให้น้ำตลอดฤดูปลูก และ 4. ไม่ให้น้ำ Subplot คือพันธุ์มันสำปะหลัง 4 พันธุ์ ได้แก่ ระยอง 5 ระยอง 7 ระยอง 9 และ ระยอง 11 ดำเนินการระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2554 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 ณ แปลงทดลองและขยายพันธุ์ดงเกณฑ์หลวง ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาการให้น้ำและพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่า การให้น้ำมันสำปะหลังตลอดฤดูปลูกให้ผลผลิตหัวสด ผลผลิตมันแห้ง และผลผลิตแป้งสูงสุด 6,775 2,698 และ 1,853 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีที่ไม่มีการให้น้ำตลอดฤดูปลูกให้ผลผลิตหัวสด ผลผลิตมันแห้ง และผลผลิตแป้งต่ำสุด 4,140 1,768 และ 1,001 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ให้ผลผลิตหัวสด ผลผลิตมันแห้งสูงสุด 6,850 และ 2,583 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์ระยอง 5 ระยอง 9 และระยอง 11 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกัน ระหว่าง 26.7-28.2 เปอร์เซ็นต์ ด้านผลผลิตแป้ง พบว่าพันธุ์ระยอง 5 และระยอง 11 ให้ผลผลิตแป้งสูงสุดไม่แตกต่างกัน คือ 1,847 และ 1,753 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 17)

กิจกรรมย่อยที่2.2 ศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตแบบผสมผสานในการผลิตมันสำปะหลัง

2.2.1 การใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานต่อผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในดินร่วนและดินทราย

ในฤดูฝนปี 2554/2555 - 2555/2556 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จังหวัดระยอง วางแผนวิจัยแบบ Split plot design 3 ซ้ำ Main plot ประกอบด้วยมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ คือพันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 พันธุ์ห้วยบง

80 และพันธุ์CMR42-44-98 Sub plot ประกอบด้วย การใส่ปุ๋ย 5 กรรมวิธี คือ 1.) ไม่ใส่ปุ๋ย 2.) ปุ๋ย16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O9ต่อไร่ (อัตราแนะนำ) 3.) ใส่ปุ๋ยมูลแกลบ) 1 ตันต่อไร่ 4.) ใส่ปุ๋ย 50%ของ16-8-16+มูลไก่แกลบ 1 ตันต่อไร่ และ 5.) ใส่ปุ๋ย75%ของ16-8-16+มูลไก่แกลบ 1 ตันต่อไร่ พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 4 พันธุ์ให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมันสำปะหลังพันธุ์CMR42-44-98 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 6,116 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอยู่ระหว่าง 1,486 -1,557 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ย75%ของ 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่แกลบ 1 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 6,600 และ 1,849 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตาม การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์CMR42-44-98 ในดินทรายปนร่วน มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 10,039 บาทต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมี 75 % ของ16-8-16 P_2O_5-K_2O9ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่แกลบ 1 ตันต่อไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 11,383 บาทต่อไร่ ส่วนการปลูกมันสำปะหลังในดินทราย เฉลี่ย 2 ปี พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 1,515 กิโลกรัมต่อไร่และมีกำไรสุทธิสูงสุด 8,898 บาทต่อไร่ ใกล้เคียงกับพันธุ์ระยอง 11 ที่ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 1,448 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ย 75 % ของ16-8-16 50 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่แกลบ1 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 6,613 และ 1,782 กิโลกรัมต่อไร่ และมีกำไรสุทธิสูงสุด 11,354 บาทต่อไร่ และมีค่า MRR คุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด และการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการปุ๋ยมูลไก่แกลบเป็นระยะเวลา 2 ปี ในดินทรายปนร่วน และดินทราย และสามารถยกระดับ pH ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น แต่ไม่ทำให้ความหนาแน่นรวมของดินเปลี่ยนแปลง ซึ่งผลการทดลองใช้เป็นแนวทางในการจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตตามลักษณะเนื้อดิน (Table 18-24)

2.2.2 ผลของการใช้ปุ๋ยผสมผสานต่อการรักษาเสถียรภาพผลผลิตในมันสำปะหลังและความอุดมสมบูรณ์ของดินในระยะยาว

วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 3 ซ้ำ Main plot คือระบบปลูกพืช 3 ระบบ 1). ปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกปี 2). มันสำปะหลังหมุนเวียนกับถั่วลิสง โดยปีที่ปลูกถั่วลิสง หลังเก็บเกี่ยว ไถกลบซากและปลูกมันสำปะหลัง เก็บเกี่ยวพร้อมกับระบบที่ 1 และ 3 3.) ระบบถั่วลิสงแซมระหว่าแถวมันสำปะหลังทุกปี Subplot คือการใส่ปุ๋ย 6 วิธี 1.) ไม่ใส่ 2.) ใส่ปุ๋ยหมักทุกปี อัตรา 1,000 กก./ไร่ 3.) ใส่ปุ๋ยเคมีปี 2555 ใช้สูตร 15-7-18 อัตรา 100 กก./ไร่ 4.) วิธีการที่ 2+วิธีการที่ 3 5.) วิธีการที่ 2+(0.5)เท่าของวิธีการที่ 3 6.) (0.5)เท่าของ (วิธีการที่ 2 +วิธีการที่ 3) ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยเคมี หรือ 0.5 ปุ๋ยหมัก + ปุ๋ยเคมี ให้น้ำหนักหัวสดทั้งในระบบปลูกต่อเนื่อง หรือระบบพืชแซม 3.16-3.55 ตัน/ไร่ และให้น้ำหนักแป้ง ในระบบพืชแซม (753-873 กก./ไร่) มากกว่าระบบปลูกต่อเนื่อง (662-741 กก./ไร่) การปลูกถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน9 ให้ผลผลิตสูงที่สุดเมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยในทั้งระบบพืชหมุนเวียน และพืชแซม แต่น้ำหนักซากสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ยหมัก ในระบบพืชแซมถั่วลิสง ให้ผลผลิตดีที่สุดเมื่อปลูกแซมกับมันสำปะหลังที่ไม่ใส่ปุ๋ย แต่เศษซากสูงสุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยเคมี พบเพลี้ยแป้งสีเขียวมากกว่าแมลงทุกชนิด 46-50% ของจำนวนต้นที่ปลูก

2.2.3 ศึกษากึ่งสาธิตผลระยะยาวของระบบปลูกพืชและการใส่ปุ๋ยผสมผสานต่อการผลิตมันสำปะหลังและความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ดำเนินการศึกษาติดต่อมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 ในดินร่วนปนทรายชุดยโสธร (Oxic Paleustults, fine-loamy, siliceous) ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ในช่วงปีการผลิต 2553/2554-2557/2558 ซึ่งเป็นปีที่ 31 ถึงปีที่ 35 ที่ปลูกมันสำปะหลังระบบต่างๆ ต่อเนื่องมา ระบบการปลูกมันสำปะหลัง 3 ระบบ ประกอบด้วย ระบบปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกๆปี ระบบมันสำปะหลังหมุนเวียนกับถั่วลิสงปีเว้นปี และระบบปลูกถั่วลิสงแซมระหว่างแถวมันสำปะหลังในทุกปี ร่วมกับวิธีการใส่ปุ๋ย 4 วิธี คือ 1.ไม่ใส่ปุ๋ย(none) 2.ใส่ปุ๋ยเคมีตามความต้องการของมันสำปะหลัง คือปุ๋ยสูตร 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ 3.ปุ๋ยหมักอย่างเดียว หรือผสมมูลไก่ หรือสุกร อัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ทุกๆปี และ 4.ใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (Table 25)

ผลการทดลอง พบว่าการปลูกมันสำปะหลัง เพื่อรักษาคุณสมบัติของดินในการให้ผลผลิตยั่งยืน การปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกๆปียังรักษาระดับผลผลิตได้ดีเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมี 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ ถึงแม้ระบบปลูกพืชทั้งหมุนเวียนและแซมจะรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินในแง่ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณธาตุอาหารในดินที่เห็นเด่นชัดเมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยที่ทำให้ผลผลิตมากกว่า แต่เมื่อใส่ปุ๋ยทั้งเคมีและอินทรีย์ก็สามารถเพิ่มผลผลิตได้ใกล้เคียงกัน ปุ๋ยอินทรีย์ถึงแม้ว่าทำให้คุณสมบัติของดินดีกว่าในการแก้ปัญหาดินเป็นกรดและยังให้ธาตุอาหารบางตัวมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี แต่ต้นทุนทั้งค่าปุ๋ยและการขนส่ง อีกทั้งการใส่ อาจจะจำกัดความต้องการใช้ของเกษตรกร และสำหรับในดินร่วนทราย ยังไม่มีวิธีการใดที่สามารถรักษาระดับอินทรียวัตถุในดินได้ ซึ่งทุกวิธีลดลงเกือบถึงร้อยละเกือบ 50 จากการใช้พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมาถึง 35 ปี แต่สำหรับผลผลิตการใส่ปุ๋ยเคมีถือว่าสามารถรักษาระดับผลผลิตได้ดี (Table 26)

2.2.4 การปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตมันสำปะหลังระยะยาวในดิน 3 ชุดดิน

ดำเนินการในปีแรกเมื่อปี 2518 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จ.ระยอง เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ชุดดินห้วยโป่ง (Clayey, mixed, Typic Paleudult) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา จ. นครราชสีมา เป็นดินร่วนทราย ชุดดินโคราช (fine-loamy, siliceous, Oxic Paleustult) และปี 2519 จัดทำการทดลองเพิ่มอีก 1 แห่ง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จ. ขอนแก่น เป็นดินร่วนทราย ชุดดินยโสธร (fine-loamy, siliceous, Oxic Paleustult) จัดทำกรรมวิธีการทดลอง 8 วิธีการ ประกอบด้วยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทช การใช้ผสมผสานกันของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ การไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง และการไม่ใช้ปุ๋ย กับมันสำปะหลังปลูกต้นฤดูฝนของปี ผลการทดลอง 40 ปี อย่างต่อเนื่องที่ จ.ระยอง จ.นครราชสีมา และการทดลอง 39 ปี ที่ จ. ขอนแก่น ทั้ง 3 สถานที่ปลูกแสดงให้เห็นชัดเจนของการตอบสนองต่อปุ๋ย การไม่ใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลังส่งผลให้ทั้งการเจริญเติบโตและผลผลิตลดลงมาก รวมทั้งสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกก็เกิดการเสื่อมโทรม โดยเฉพาะดินร่วนทราย ชุดดินยโสธร จ. ขอนแก่น (น้ำหนักหัวมันสด = 800 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยจาก 4 ฤดูปลูก) สำหรับวิธีการใช้ปุ๋ยเมื่อไม่ใช้ปุ๋ยโพแทชจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลังซึ่งลดลงมากกว่าวิธีการไม่ใช้ปุ๋ยฟอสเฟตหรือไนโตเจน ส่วนวิธีการไถกลบต้นใบมันสำปะหลังอัตรา 3 ตันต่อไร่ มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตที่ดีขึ้น การใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลังที่สามารถเพิ่มผลผลิตได้สูง 4-6 ตันต่อไร่ ควรใช้ปุ๋ยเคมีอย่างครบถ้วนของไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทช อัตรา 16-8-16 กก./ไร่ N-P_2O_5-K_2O ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1 ตันต่อไร่ หรือใช้ร่วมกับการไถกลบต้นใบมันสำปะหลังอัตรา 3 ตัน/ไร่ ก็สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตที่มีคุณภาพสูงกว่าวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่าง

ครบถ้วนชนิดเดียวอัตรา 16-8-16 กก./ไร่ N-P_2O_5-K_2O และเป็นวิธีการที่รักษาหรือเพิ่มสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินอย่างยั่งยืน กล่าวโดยสรุปคือการผลิตมันสำปะหลังอย่างบูรณาการด้วยการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทช อย่างเหมาะสมผสมผสานกับการไถกลบเศษซากพืช หรือวัสดุอินทรีย์ชนิดอื่น (Table 27-29)

2.2.5 ผลของการใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีในการผลิตมันสำปะหลัง

1. ดินทราย: ชุดดินน้ำพอง และชุดดินสัตหีบ 2. ดินร่วนปนทราย: ชุดดินชุมพวง

ศึกษาการตอบสนองของน้ำกากส่า วีนัส หรือวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร ในปี 2554-2556 วางแผนการทอลองแบบ RCB 8 กรรมวิธี คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยม (16-8-8) 3) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ (16-8-16) 4) ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม+น้ำกากส่าจากโรงงานน้ำตาลอัตรา 1000 ลิตร/ไร่ 5) ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม+น้ำกากส่าจากโรงงานน้ำตาลอัตรา 2000 ลิตร/ไร่ 6) ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม+น้ำกากส่าจากโรงงานน้ำตาลอัตรา 4000 ลิตร/ไร่ 7) ปุ๋ยอัตรา 8-4-8 และให้น้ำ อัตรา 1000 ลิตร/ไร่ และ 8) ปุ๋ยอัตรา 8-4-8 และให้น้ำ อัตรา 4000 ลิตร/ไร่ โดยปรับให้แต่ละกรรมวิธีที่ 6 และ 7 ให้มีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เท่ากันกับ วิธีที่ 3 และในปี 2556-258 วางแผนแบบ RCB มี 4 ซ้ำ ในจังหวัดระยอง และจังหวัดนครราชสีมามี 7กรรมวิธี คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยม 3) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ 4) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ +น้ำจากโรงแป้งมันสำปะหลังบ่อที่ 2 อัตรา 2000 ลิตร/ไร่ 5) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ +น้ำจากโรงแป้งมันสำปะหลังบ่อที่ 2 อัตรา 4000 ลิตร/ไร่ 6) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ + น้ำปกติ อัตรา 2000 ลิตร/ไร่ 7) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ +น้ำปกติ อัตรา 4000 ลิตร/ไร่ ส่วนจังหวัดกาฬสินธ์ 9 กรรมวิธี คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยม 3) ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ 4.ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ +น้ำกากส่าจากโรงงานกากน้ำตาล 1,000 ลิตร/ไร่ 5. ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ + น้ำกากส่าจากโรงงานกากน้ำตาล 2,000 ลิตร/ไร่ 6.ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ + น้ำกากส่าจากโรงงานกากน้ำตาล 4,000 ลิตร/ไร่ 7) ปุ๋ยเคมี 8-4-8 N-P_2O_5-K_2O +น้ำปกติ อัตรา1,000 ลิตร/ไร่. 8) ปุ๋ยเคมี 8-4-8 N-P_2O_5-K_2O +น้ำปกติอัตรา 4,000 ลิตร/ไร่ 9) 16-8-16 N-P_2O_5-K_2O + ฉีดพ่นทางใบ

ปี2554-2556 พบว่า การใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันในทางสถิติโดยการใช้ปุ๋ย 8-4-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ร่วมกับการให้น้ำเสริม 1000 ลิตร มันสำปะหลังให้ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุดคือ 5,076 กิโลกรัม/ไร่ และมีเปอร์เซนต์แป้งเฉลี่ยมากที่สุดคือ 24.57% การไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังน้อยที่สุดคือ 1,911 กิโลกรัม/ไร่ และการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับน้ำกากส่า 1000 ลิตร มีเปอร์เซนต์แป้งน้อยที่สุด 20.52% และในปี 2554/2555 การใช้ปุ๋ย 8-4-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ร่วมกับการให้น้ำเสริม 1000 ลิตร ซึ่งมันสำปะหลังให้ผลผลิตมากสุดคือ 4,087 กิโลกรัม/ไร่ มีการดูดใช้ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม เป็น 2.81, 2.07 และ 9.75 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

ปี 2556-2558 พบว่า การปลูกมันสำปะหลังใน 3 ชุดดิน ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ การเลือกใช้ปุ๋ยโดยใช้ค่าวิเคราะห์ดินเป็นตัวกำหนด โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 15-16 กิโลกรัมไนโตรเจนในทั้งสามชุดดิน ทำให้มันสำปะหลังให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ถึงแม้ว่าจะมีการใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีก็ยังมาสามารถยกระดับผลผลิตได้ แต่ในใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการให้น้ำจะช่วยให้มันสำปะหลังสามารถให้ผลผลิตได้อย่างเต็มที่โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 3,240- 6,883 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 30-38)

2.2.6 ศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อการผลิตมันสำปะหลังหลังการทำนา

วาง แผนการทดลองแบบ Split plot design จำนวน 3 ซ้ำ Main plot: การจัดการวัสดุอินทรีย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ย 5 วิธี คือ 1) ไถกลบตอซัง และไม่ใส่ปุ๋ย 2) เผาตอซัง +ใส่ปุ๋ย 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่ 3) เผาตอซัง + ใส่ปุ๋ย 15-7-18 อัตรา 100 กก./ไร่ 4) ไถกลบตอซัง+ใส่ปุ๋ย 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่ 5) ไถกลบตอซัง +ใส่ปุ๋ย 15-7-18 อัตรา 100 กก./ไร่ Subplot คือพันธุ์มันสำปะหลัง 4 พันธุ์ ได้แก่ 1) พันธุ์CMR 33-38-48 2) ระยอง 5 3) ระยอง 72 4)เกษตรศาสตร์ 50 ทำการปลูกมันสำปะหลังหลังเก็บเกี่ยวข้าว และเก็บเกี่ยวผลผลิต ที่อายุ 6 เดือน พบว่า ที่ ศวพ. พิษณุโลก มันสำปะหลังหลังการทำนาให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,663 กก./ไร่ โดยสายพันธุ์ CMR 33-38-48 ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 4,986 กก./ไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ระยอง 72 และ ระยอง 5 ในขณะที่พันธุ์เกษตรศาสตร์ให้ผลผลิตต่ำสุดคือ 3,972 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 50-100 กก./ไร่ ร่วมกับการจัดการตอซังฟางข้าว ทำให้ผลผลิตหัวสดเพิ่มขึ้น 27-80% เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ผลการศึกษาในดินร่วนปนทรายชุดร้อยเอ็ด ที่ศวพ. อุดรธานี พบว่า มันสำปะหลังให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,290 กก./ไร่ ในขณะที่ผลผลิตหัวสด ในดินร่วนปนทราย ชุดจักราช ที่ไร่เกษตรกรจังหวัดอุบลราชธานีเพียง 1,836 กก.ไร่ เนื่องจากประสบกับช่วงแล้งยาวนาน

2.2.7 ศึกษาวิธีการเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังก่อนปลูก

เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังก่อนปลูก ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น ในช่วงต้นและปลายฤดูฝนปี 2554 และ 2555 วางแผนการทดลอง RCB มี 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี คือ 1) ไม่แช่ท่อนพันธุ์ 2) แช่น้ำ 3) แช่น้ำผสมยูเรีย 4) แช่น้ำผสมน้ำกากส่า 5) แช่น้ำผสมน้ำส้มควันไม้ 6) แช่น้ำผสมไคโตซาน หรือ 7) แช่น้ำผสมน้ำหมักชีวภาพ ผสมสารต่าง ๆ 2 มิลลิลิตร หรือ 2 กรัม (ยูเรีย)/น้ำ 1 ลิตร ใช้ท่อนพันธุ์ระยอง11 ศึกษาแยกกันในท่อนพันธุ์หลังเก็บเกี่ยวและหลังเก็บรักษา 1 เดือน ปี 2555 ทดลองเพิ่มโดยการเติมหรือไม่เติมสารไทอะมีโทแซมในการแช่ท่อนพันธุ์ พบว่า ท่อนพันธุ์หลังเก็บเกี่ยวและปลูกต้นฤดูฝนมีค่าความงอกสูง 98-100 % การแช่ท่อนพันธุ์ช่วยเร่งเฉพาะความเร็วในการงอก หลังเก็บรักษา การแช่ท่อนพันธุ์เร่งความเร็วในการงอกและทำให้ค่าความงอกเพิ่มขึ้น 14 - 41 % จาก 37- 66 % ท่อนพันธุ์หลังเก็บเกี่ยวและปลูกปลายฤดูฝน เมื่อแช่ท่อนพันธุ์การงอกเร็วขึ้นและมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้น 7 - 23 % จาก 52 - 77 % สารละลายยูเรียเหมาะสมที่สุดในการแช่ท่อนพันธุ์ สารไทอะมีโธแซมไม่เปลี่ยนแปลงผลของวิธีแช่ท่อนพันธุ์อย่างชัดเจน (Table 39-42)

2.2.8 การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์เพื่อเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันสำปะหลัง

การศึกษาผลการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์เพื่อเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันสำปะหลัง มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ปุ๋ยชีวภาพที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันสำปะหลัง ดำเนินการในแปลงทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง โดยปี 2554 ดำเนินการในดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และดินร่วนปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง วางแผนการทดลองแบบ Splits plot 8 กรรมวิธี 4 ซ้ำ Main plot การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 2 แบบ คือ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ และ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ อัตรา 1 กก./ไร่ ส่วน Sub plot ประกอบด้วยการใส่ปุ๋ยเคมี 4 อัตรา ในแปลงที่ 1 ดินทราย กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 16-4-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี 12-4-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี 12-3-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/

ไร่ ส่วนแปลงที่ 2 ดินร่วนปนทราย กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 8-4-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี 6-4-8 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี 6-3-8 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ สำหรับปี 2555-2556 ในดินทราย วางแผนการทดลองแบบ Splits plot รวม 8 กรรมวิธี 4 ซ้ำ Main plot ประกอบด้วย การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 2 แบบ คือ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 กก./ไร่ Sub plot การใส่ปุ๋ยเคมี 4 อัตรา ประกอบด้วย กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 4-4-4 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี 8-4-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี 16-4-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และในดินร่วนปนทราย วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 กรรมวิธี 8 ซ้ำ ประกอบด้วย กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 4.6-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์และปุ๋ยเคมี 4.6-0-0 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ระยะปลูก 1x1 เมตร กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ก่อนปลูกแช่ท่อนพันธุ์ในสารละลายปุ๋ยชีวภาพสัดส่วน 1 กก.ต่อน้ำ 20 ลิตร นาน 30 นาที ส่วนที่ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพแช่น้ำเปล่า 30 นาที ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่กำหนดเมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก พบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ไม่มีผลทำให้ ความสูง น้ำหนักต้น เหง้าและใบ ผลผลิตหัวมันสด และผลผลิตแป้ง แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ แต่ทำให้ ความสูง น้ำหนักต้น เหง้าและใบ ผลผลิตหัวมันสด และผลผลิตแป้งเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีที่ไม่ใส่ 5.06, 8.84, 5.84 และ 4.18% ตามลำดับ แต่การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ พบว่า ช่วยลดการใช้ไนโตรเจนได้ 20% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และยังทำให้ผลผลิตหัวมันสดเพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราเดียวกันสูงสุด 8.98% ขณะที่การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 5% (Table 43-46)

2.2.9 ผลการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตของพืชที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพการผลิตมันสำปะหลัง

เพื่อเป็นแนวทางให้คำแนะนำเกษตรกร ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น และแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อ. เมือง จ. ระยอง ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2555 ถึงมิถุนายน 2556 วางแผนการทดลอง แบบ RCB มี 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธีทดลอง ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 2) ใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยมและพ่นสารไคโตซาน 3) ใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยมและพ่นน้ำส้มควัน 4) ใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยม และพ่นสารโอทูฟลาโวเจน 5) ใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยมและพ่นยูเรีย 6) ใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยมและพ่นน้ำ โดยผสมสารตามกรรมวิธีทดลองอัตรา 20 ซีซี (กรัม สำหรับยูเรีย)/น้ำ 20 ลิตร การทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยองเพิ่มกรรมวิธีใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยมและพ่นสารไคโตซานอัตรา 40 ซีซี/น้ำ 20 ลิตร และลดจำนวนซ้ำลงเหลือ 3 ซ้ำ ทดลองในมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ใช้ระยะปลูก 1 x 1 เมตร พบว่าทั้ง 2 แปลงทดลองให้ผลผลิต การเจริญเติบโต คุณภาพท่อนพันธุ์และลักษณะอื่นของมันสำปะหลังที่ทำการศึกษาไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างวิธีการทดลอง โดยที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นให้ผลผลิตหัวสด 7.9-8.4 ตัน/ไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 25-27 เปอร์เซ็นต์ ความสูงต้นขณะเก็บเกี่ยว 1.8 - 2.0 เมตร ค่าความงอกท่อนพันธุ์ 91- 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยองให้ผลผลิตหัวสด 5.4-6.3 ตัน/ไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 27-28 เปอร์เซ็นต์ ความสูงต้นขณะเก็บเกี่ยว 2.1-2.4 เมตร การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน จึงเหมาะสมกว่าการใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยมและพ่นน้ำหรือสารช่วยเร่งการเจริญเติบโต เพราะประหยัดค่าแรงงานและการจัดการในการพ่นสารช่วยเร่งการเจริญเติบโต (Table 47-50)

2.2.10 ผลของปุ๋ยไนโตรเจนและแคลเซียมที่มีต่อการผลิตมันสำปะหลังในระบบปลูกพืชที่ต่างกันระยะยาว

ศึกษาผลของไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมที่มีต่อการปลูกมันสำปะหลังในระบบปลูกพืชต่างกันในพื้นที่ที่เป็นดินร่วนปนทรายชุดดินยโสธร ซึ่งมีธาตุอาหารดั้งเดิมของดินอยู่ในเกณฑ์ต่ำ และ การปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องกันนานกว่า 35 ปี ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตั้งแต่ปี 2555 ถึง 2558 ระยะเวลา 3 ปี วางแผนทดลองแบบ Group balanced block design มี 4 ซ้ำ จำนวน 8 วิธี ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม (ระบบปลูกพืช) คือ 1) มันสำปะหลังเดี่ยว และ 2) มันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม แต่ละระบบปลูกพืช มีการใช้ปุ๋ย 4 ตำรับ ดังนี้ 1) 0-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 2) 8-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O /ไร่ 3) 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O /ไร่ 4) 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O /ไร่+โดโลไมท์ อัตรา 50 กก./ไร่ ผลการทดลองพบว่า การปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม ไม่ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงแตกต่างกับมันสำปะหลังในระบบมันสำปะหลังเดี่ยวแต่อย่างใด และตอบสนองต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด ประมาณ 8 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะมันสำปะหลังระบบมันสำปะหลังเดี่ยวตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด 16 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเฉพาะมันสำปะหลังในวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนของระบบปลูกพืชแซมให้ผลผลิตสูงกว่าระบบปลูกมันสำปะหลังเดี่ยว ร้อยละ 60.2 เนื่องจากมีการเจริญเติบโต (ความสูง) และดัชนีการเก็บเกี่ยว สูงกว่าร้อยละ 72.2 และ 8.5 ตามลำดับ ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมจากการใช้โดโลไมท์ มีแนวโน้มทำให้ความสูงของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นทั้งสองระบบปลูกพืช และมีเปอร์เซ็นต์แป้งเพิ่มขึ้นเฉพาะระบบมันสำปะหลังเดี่ยว เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ใส่ (16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างไรก็ตาม การใส่โดโลไมท์อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงโดยเฉพาะระบบมันสำปะหลังเดี่ยว อย่างไรก็ตามระบบปลูกมันแซมด้วยถั่วพุ่มจะได้ผลผลิตถั่วพุ่ม เฉลี่ย 29.3 กิโลกรัมต่อไร่ และได้มวลชีวภาพที่มีไนโตรเจนเป็นธาตุประกอบหลักไว้บนดินดีกว่าระบบมันสำปะหลังเดี่ยว (Table 51-52)

2.2.11 การตอบสนองของพันธุมันสำปะหลังต่อสารอามิทรีน

การตอบสนองของพันธุ์มันสำปะหลังเมื่อได้รับสารอามีทรินที่ระดับความเข้มข้นที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโตและการสะสมน้ำหนัก วางแผนการทดลองแบบ split plot มี 4 ซ้ำ main plot ได้แก่ ความเข้มข้นของสารอามีทริน 2 ระดับ คือ 6.25 กรัม/ลิตร และ 62.5 กรัม/ลิตร sub plot ได้แก่ พันธุ์มันสำปะหลัง 5 พันธุ์ ได้แก่ ระยอง 5 ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 และ ระยอง 72 ดำเนินการในสภาพเรือนทดลอง เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือน พ่นสารอามีทรินตามกรรมวิธี บันทึกลักษณะอาการและประเมินการเจริญเติบโตเมื่อมันสำปะหลังอายุ 2 เดือน ผลการทดลอง ที่ความเข้มข้น 6.25 กรัม/ลิตร และ 62.5 กรัม/ลิตร หลังจากที่มีการพ่นสารมันสำปะหลังเริ่มแสดงอาการผิดปกติเฉลี่ย 2.08 และ 1.15 วัน หลังพ่นสาร ตามลำดับ การพ่นสารมีผลทำให้ความสูงของต้นมันสำปะหลังลดลงเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสาร การพ่นสารที่ความเข้มข้น 62.5 กรัม/ลิตร ทำให้มันสำปะหลังมีความสูงต้นน้อยกว่าการพ่นที่ความเข้มข้น 6.25 กรัม/ลิตร การพ่นสารที่ความเข้มข้นทั้งสองระดับมีผลทำให้น้ำหนักหัวสดต่อต้นของแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน ความเข้มข้นที่สูงขึ้นทำให้น้ำหนักหัวสดต่อต้นลดลง ที่ความเข้มข้น 6.25 กรัม/ลิตร พันธุ์ระยอง 72 และ ระยอง 5 มีน้ำหนักหัวสดต่อต้น 44.46 และ 42.36 กรัม ตามลำดับ พันธุ์ระยอง 7 ระยอง 9 และ ระยอง 11 มีน้ำหนักหัดสด 14.21 14.9 และ 4.7 กรัม ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 62.5 กรัม/ลิตร พันธุ์ระยอง 72 ระยอง 5 ระยอง 9 ระยอง 7 และ ระยอง 11 มีน้ำหนักหัวสดต่อต้น 40.91

27.62 25.57 12.41 และ 7.15 กรัม ตามลำดับ มันสำปะหลังที่ได้รับสารอามีทรินที่ความเข้มข้นทั้งสองระดับพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการสะสมน้ำหนักหัวสด ได้แก่ พันธุ์ระยอง 72

2.2.12 ผลของอมิทรีนต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง

ผลของสารอามีทรินต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังเมื่อ ได้รับสารที่อายุต่างๆ ดำเนินการในสภาพไร่ วางแผนการทดลองแบบ 2x4+1 factorial in RCB มี 4 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 เป็นความเข้มข้นของสารอามีทริน 2 อัตรา ได้แก่ 6.25 กรัม/ลิตร และ 62.5 กรัม/ลิตร ปัจจัยที่ 2 เป็นอายุมันสำปะหลังที่พ่นสาร 4 ระยะ ได้แก่ 1. อายุ 14 วัน 2.อายุ 30 วัน 3.อายุ 45 วัน และ 4. อายุ 60 วัน พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 มีระดับความรุนแรงของการตอบสนองต่อสารอามีทรินแตกต่างกัน ความเข้มข้นที่มากขึ้นทำให้แสดงอาการรุนแรงขึ้นตั้งแต่มีอาการเหลืองเฉพาะที่ขอบใบเมื่อได้รับสารที่ความเข้มข้น 0.00125 กรัมต่อลิตร จนถึง ใบไหม้ ยอดและต้นแห้งตายเมื่อได้รับสารที่ความเข้มข้น 125 กรัมต่อลิตร การทดลองในสภาพไร่ พบว่า สารอามีทรินมีผลทำให้ความสูง จำนวนหัว น้ำหนักหัวต่อต้นและผลผลิตลดลง มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 เมื่อได้รับสารอามีทรินที่อัตรา 6.25 และ 62.5 กรัมต่อลิตร ในช่วงอายุตั้งแต่ 14-60 วัน หลังปลูก ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,019 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมที่ไม่พ่นสาร ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,503 กิโลกรัมต่อไร่ สารอามีทรินไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง การพ่นและไม่พ่นสารมีเปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table53-54)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การให้น้ำที่ไม่เกิน 37.5%AWC จะทำให้ผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าการให้น้ำที่มากกว่า และยังส่งผลทำให้มันมีการดูดดึงธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทชได้มากกว่า โดยเฉพาะเมื่อให้น้ำที่ 37.5%AWC จากการวัดปริมาณการใช้น้ำของทั้งสองพันธุ์ พบว่า พันธุ์ระยอง9 มีการใช้น้ำที่สูงกว่าพันธุ์ระยอง 11 และการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ในช่วงเวลาปลูก 5 ช่วง ได้แก่ เดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ เมษายน และมิถุนายน เก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือน ผลการทดลองพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำและช่วงเวลาปลูกที่แตกต่างกัน การปลูกมันสำปะหลังในเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ให้ผลผลิตหัวสด ผลผลิตมันแห้งและผลผลิตแป้งสูงสุด แตกต่างจากการไม่ให้น้ำตลอดฤดูปลูก ในขณะที่การให้น้ำและช่วงเวลาปลูกที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้ง เมื่อปลูกในชุดดินเดิมบาง จังหวัดชัยนาท

การศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตแบบผสมผสานในการผลิตมันสำปะหลัง ในดินทรายปนร่วน และดินทรายให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งสูงสุดเมื่อใส่ปุ๋ย 75% ของ 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่แกลบ 1 ตันต่อไร่ และการใช้ปุ๋ย 16-8-16 กก./ไร่ N-P_2O_5-K_2Oร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตันต่อไร่ หรือ ร่วมกับการไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ หรือการปลูกพืชหมุนเวียนและแซม และการปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกๆปี สามารถรักษาระดับผลผลิต และรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเมื่อใช้อินทรีย์ระยะยาว ในการปลูกมันสำปะหลังดินมีการสะสมปริมาณธาตุฟอสฟอรัส เพิ่มมากขึ้น

การใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีในการผลิตมันสำปะหลัง ยังไม่สามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้อย่างเด่นชัด แต่การให้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการให้น้ำทำให้มันสำปะหลังสามารถให้ผลผลิตได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ

การจัดการธาตุอาหารเพื่อการผลิตมันสำปะหลังหลังการทำนา ในดินร่วนปนทราย เขตภาคเหนือตอนล่างและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้สายพันธุ์CMR 33-38-48 พันธุ์ระยอง 72 พันธุ์ระยอง 5 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เก็บเกี่ยวผลผลิต ที่อายุ 6 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมี 15-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยอัตราสูง 100 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยเคมี คือการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน

วิธีการเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังก่อนปลูก ให้ท่อนพันธุ์มีการงอกเร็วขึ้น และมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้น โดยการแช่ ด้วยสารละลายยูเรีย 2 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด และการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตของพืช ไม่มีความแตกต่างระหว่างการพ่นและไม่พ่นสาร ที่มีต่อผลผลิต และคุณภาพการผลิตมันสำปะหลัง

การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์เพื่อเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ ช่วยลดการใช้ไนโตรเจนได้ 20% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และยังทำให้ผลผลิตหัวมันสดเพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราเดียวสูงสุด 8.98% ขณะที่การใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 5%

ผลของปุ๋ยไนโตรเจนและแคลเซียมที่มีต่อการผลิตมันสำปะหลังในระบบปลูก พืชที่ต่างกันระยะยาว พบว่า การปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่มโดยปลูกถั่วพุ่มหลังจากปลูกมันสำปะหลัง 1 เดือน ไม่ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงแตกต่างกับมันสำปะหลังระบบมันสำปะหลังเดี่ยวแต่อย่างใด และตอบสนองอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด 8 กก./ไร่ ในขณะมันสำปะหลังระบบมันสำปะหลังเดี่ยวตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด 16 กก./ไร่ ส่วน Ca และ Mg จากการใส่โดโลไมท์ มีแนวโน้มทำให้มันสำปะหลังมีความสูงเพิ่มขึ้นทั้งสองระบบปลูกพืช และมี % แป้งเพิ่มขึ้น เฉพาะระบบมันสำปะหลังเดี่ยว เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ใส่ (16-8-16 กก./ไร่)

การตอบสนองของพันธุมันสำปะหลังต่อสารอามิทรีน เมื่อได้รับสารอามีทริน เมื่ออายุ 2 เดือน พบว่า ที่ความเข้มข้น 6.25 กรัม/ลิตร และ 62.5 กรัม/ลิตร หลังจากที่มีการพ่นสารมันสำปะหลังเริ่มแสดงอาการผิดปกติเฉลี่ย 2.08 และ 1.15 วัน หลังพ่นสาร และการพ่นสาร ทำให้ความสูงของต้นมันสำปะหลังลดลงเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสาร การพ่นสารที่ความเข้มข้น 62.5 กรัม/ลิตร ทำให้มันสำปะหลังมีความสูงต้นน้อยกว่าการพ่นที่ความเข้มข้น 6.25 กรัม/ลิตร การพ่นสารที่ความเข้มข้นทั้งสองระดับ มีผลทำให้น้ำหนักหัวสดต่อต้นของแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน ความเข้มข้นที่สูงขึ้นทำให้น้ำหนักหัวสดต่อต้นลดลง ที่ความเข้มข้น 6.25 กรัม/ลิตร พันธุ์ระยอง 72 และ ระยอง 5 มีน้ำหนักหัวสดต่อต้น 44.46 และ 42.36 กรัม ตามลำดับ พันธุ์ระยอง 7 ระยอง 9 และ ระยอง 11 มีน้ำหนักหัดสด 14.21 14.9 และ 4.7 กรัม ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 62.5 กรัม/ลิตร พันธุ์ระยอง 72 ระยอง 5 ระยอง 9 ระยอง 7 และ ระยอง 11 มีน้ำหนักหัวสดต่อต้น 40.91 27.62 25.57 12.41 และ 7.15 กรัม ตามลำดับ มันสำปะหลังที่ได้รับสารอามีทรินที่ความเข้มข้นทั้งสองระดับ พันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการสะสมน้ำหนักหัวสด ได้แก่ พันธุ์ระยอง 72

ผลของสารอามีทรินต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง เมื่อได้รับสารที่อายุต่างๆ พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 มีระดับความรุนแรงของการตอบสนองต่อสารอามีทรินแตกต่างกัน ความเข้มข้นที่มากขึ้นทำให้แสดงอาการรุนแรงขึ้น ตั้งแต่มีอาการเหลืองเฉพาะที่ขอบใบเมื่อได้รับสารที่ความเข้มข้น 0.00125 กรัมต่อลิตร จนถึง ใบไหม้ ยอดและต้นแห้งตายเมื่อได้รับสารที่ความเข้มข้น 125 กรัมต่อลิตร และในสภาพไร่สารอามีทริน มีผลทำให้ความสูง จำนวนหัว น้ำหนักหัวต่อต้น และผลผลิตลดลง มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 เมื่อได้รับสาร

อามีทรินที่อัตรา 6.25 และ 62.5 กรัมต่อลิตร ในช่วงอายุตั้งแต่ 14-60 วัน หลังปลูก ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,019 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การไม่พ่นสาร ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,503 กิโลกรัมต่อไร่ สารอามีทริน ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง

กิจกรรมที่ 3 วิจัยและพัฒนาการลดการปนเปื้อนโลหะหนักในมันสำปะหลัง

Rerearch and Development to reduce the comtamination of heavy metals in cassava

เมธาพร พุฒขาว กัญญูรัตน์ จำปาทอง วณิชารีย์ มณีชาติ สมชาย บุญประดับ สิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์ กุลวิไล สุทธิลักษณวนิช ขวัญตา มีกลิ่น เพราพิลาส ขวาสระแก้ว สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์ วนิดา โนบรรเทา ศราริน กลิ่นโพธิ์กลับ อมรรัชฎ์ คิดใจเดียว กฤชพร ศรีสังข์ วัลลีย์ อมรพล

คำสำคัญ (Key words)

มันสำปะหลัง โลหะหนัก การปนเปื้อนโลหะหนัก การดูดซับตะกั่วในมันสำปะหลัง)

Cassava, Heavy metal, Heavy metal contamination, Pb absorption in cassava

บทคัดย่อ

การศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลัง ที่มีต่อการปนเปื้อนโลหะหนัก ในผลผลิตหัวสดและมันเส้น พบว่า อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือนปริมาณโลหะหนักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บเกี่ยวที่เพิ่มขึ้นและปริมาณโลหะหนักที่พบในมันเส้นมีค่ามากกว่าหัวมันสดสำหรับปริมาณสารหนู และแคดเมียม ในหัวมันสด และมันเส้น พบปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐานทุกอายุการเก็บเกี่ยว และการดูดซับประมาณโลหะหนักแต่ละพันธุ์ในหัวมันสดและผลิตภัณฑ์มันเส้น พบว่า มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีปริมาณสารหนู (As) และแคดเมียม (Cd) ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน โลหะหนักที่มีค่าเกินมาตรฐาน คือ สารตะกั่ว (Pb) ซึ่งมาตรฐานที่สาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนด ในพืชไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีปริมาณแตกต่างกัน พันธุ์ระยอง 72 มีปริมาณสารตะกั่ว (Pb) ในหัวมันสดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แต่เมื่อทำให้แห้งเป็นมันเส้น พบปริมาณสารตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน ส่วนปริมาณสารตะกั่ว (Pb) มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 เมื่อปลูกในแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างสูง และมี pH อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลัง มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั้งในหัวมันสดและมันเส้นและเมื่อปลูกมันสำปะหลังในดินที่มีอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ pH อยู่ระดับ 5.8-6.1 มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีปริมาณสารตะกั่ว (Pb) ในหัวมันสดและมันเส้นต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นแนวทางป้องกันการปนเปื้อนธาตุโลหะในมันสำปะหลัง ทำได้โดยการปรับ pH –ของดินให้มีความเป็นกรดน้อยลง และเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เพราะมันสำปะหลังดูดดึงปริมาณโลหะหนักแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดดิน ค่า pH และอินทรียวัตถุในดิน เมื่อค่า pH ของดินเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณโลหะหนักละลายออกมาสู่สารละลายดินน้อยลง ทำให้พืชดูดดึงตะกั่วลดลง ดังนั้นปริมาณโลหะหนักที่สะสมในพืชจึงมีแนวโน้มสูงขึ้น หากดินนั้นมี pH เป็นกรด และมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ

ABSTRACT

The objective of this research was to study the effect of harvesting period (8, 10, 12, 14, 16 and 18 months) on the heavy metal contamination in the fresh yield of cassava and cassava chip. The result exhibited that the heavy metal contents were enhanced when increased the harvesting period, in addition, the heavy metal contents in the cassava chip were higher than that the cassava fresh yield. The As and Cd contents in the fresh yield of cassava and cassava chip were lower than that the standard value at all harvesting period. In addition, the As and Cd contents in the fresh yield of cassava and cassava chip in each varieties were lower than that the standard value of China, whereas Pb was higher than that the limitation. The standard value of China in term of the heavy metal contents was lower than 0.2 mg kg^{-1}. The Pb in the fresh yield of cassava in Rayong 72 was lesser than that the standard value of China, in contrast the cassava chip was higher than that the standard value. In addition, the Pb in the fresh yield of cassava and cassava chip in Rayong 11 were lower than that the standard value of China when cultivated in the high organic matter and optimization of the soil pH. The lower organic matter in the soil and mild acidic soil (pH 5.8-6.1) affected to the lower of Pb in the fresh yield of cassava and cassava chip in Rayong 9 when compared to the standard value of China. Therefore, the heavy metal protection process in cassava was able to adapt the reaction of the soil by decreasing the acidic condition and increasing the organic matter in the soil. Since, the heavy metal absorption in the cassava depended on the type of soil, pH and organic matter in the soil. Increasing of the soil pH reduced the dissolving of the heavy metal in the soil solution, resulting in the reduction of the Pb absorption. Thus, the accumulation of the heavy metal contents in the plant tended to increase when acidic pH of the soil and lowering the organic matter.

บทนำ (Introduction)

จากการที่สำนักงานควบคุมคุณภาพและตรวจสอบกักกันโรคแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีนได้ตรวจมันสำปะหลังของไทยที่ส่งไปยังสาธารณรัฐประชาชนจีนเมื่อปี 2546 พบว่า มีปริมาณตะกั่วและสารหนูเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ จากรายงานผลการตรวจการปนเปื้อนของโลหะหนักในหัวมันสำปะหลังสดและมันสำปะหลังเส้นในไร่นาเกษตรกรและลานของ กุลวิไล และคณะ (2552) พบว่า มันสำปะหลังสดมีการปนเปื้อนโลหะหนัก โดยเฉพาะตะกั่ว ในปริมาณที่เกินมาตรฐานที่สาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนดคือ 0.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 29 ของตัวอย่างที่ตรวจสอบ นอกจากนี้ยังพบว่ามันสำปะหลังเส้นมีการปนเปื้อนตะกั่ว คิดเป็นร้อยละ 70 และการปนเปื้อนสารหนู คิดเป็นร้อยละ 3 ซึ่งเกินมาตรฐานเช่นกัน ขณะที่แป้งมันสำปะหลังมีการปนเปื้อนโลหะหนักไม่เกินมาตรฐานสาธารณรัฐประชาชนจีน สำหรับสาเหตุการปนเปื้อนโลหะหนักในมันสำปะหลังเกิดจากมัน

สำปะหลังดูดโลหะหนักจากดิน เมื่อนำมาผลิตเป็นมันเส้น พบว่า มีปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการผลิตมันเส้นที่ไม่ถูกต้อง และสภาพแวดล้อมของลานมันไม่เหมาะสม รวมทั้งมีดินและทรายติดมากับผลผลิตมันสำปะหลัง การปนเปื้อนโลหะหนักในผลผลิตผลทางการเกษตร นับว่ามีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์และเศรษฐกิจอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากโลหะหนักเป็นธาตุซึ่งไม่สลายตัวและโลหะหนักบางชนิด โดยเฉพาะ ตะกั่ว จัดเป็นโลหะหนักที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบและอวัยวะต่างๆ ของร่างกายอย่างรุนแรง (ไมตรี, 2534) มีรายงานว่าพืชกินใบ พืชหัวหรือที่เป็นเหง้า เช่น เผือก ขมิ้น มันสำปะหลัง มีความสามารถสูงในการดูดดึงโลหะหนักจากดิน เนื่องจากโลหะหนักเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนย้าย ดังนั้นจึงสะสมอยู่ในส่วนของหัวหรือเหง้า (Zhuang et al. 2009 and Liu et al. 2005) นอกจากนี้ Okoronkwo และ คณะ (2005) พบว่า มันสำปะหลังที่ปลูกในพื้นที่ที่เคยเป็นแหล่งทิ้งขยะมีการสะสมสารตะกั่วในราก 76.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในใบมีปริมาณตะกั่วสูงถึง 111.5มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการดูดซับและลดการดูดซับโลหะหนักในดิน ทั้งการศึกษาชนิดและอายุการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง รวมทั้งมีการศึกษาต้นทุนและการบริหารจัดการต่างๆ เพื่อการพัฒนาการแปรรูปให้ปลอดจากการปนเปื้อนโลหะหนักของลานมัน

ระเบียบวิธีการวิจัย (Results Methodology)

การศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยวที่มีต่อการปนเปื้อนของโลหะหนักในส่วนของผลผลิตหัวสดและมันเส้น วางแผนการทดลองแบบ RCBD 6 กรรมวิธี คือ อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน ทำการศึกษา 4 จังหวัดที่มีปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในมันสำปะหลังคือ จังหวัดกาญจนบุรี ขอนแก่น พิษณุโลก และกำแพงเพชร โดย 1. คัดเลือกพื้นที่และเกษตรกรที่มีปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในมันสำปะหลังสูง โดยใช้ข้อมูลจากผลการสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักของกุลวิไล และคณะ (2552) 2. ทำการทดลองในแปลงเกษตรกร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างข้อมูลจากแปลง เก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังทุกเดือน ตั้งแต่มันสำปะหลังอายุ 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน รวม 6 อายุเก็บเกี่ยว เพื่อตรวจสอบหาปริมาณตะกั่ว สารหนู และแคดเมียม และทำการเปรียบเทียบการปนเปื้อนโลหะหนักในผลผลิตหัวสดและมันเส้นของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ ในจังหวัดที่มีปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในมันสำปะหลังมากคือ จังหวัดกาญจนบุรี และพิษณุโลก โดยคัดเลือกพื้นที่และเกษตรกรที่มีปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในมันสำปะหลังสูง โดยใช้ข้อมูลจากผลการสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักของกุลวิไล และคณะ (2552) และวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ เก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่อมันสำปะหลังอายุ 12 เดือน ใช้พันธุ์มันสำปะหลังที่เป็นพันธุ์รับรองหรือพันธุ์แนะนำของกรมวิชาเกษตรและหน่วยงานอื่น คือ ระยอง 5 ระยอง 90 ระยอง 7 ระยอง72 ระยอง 9 ระยอง11 เกษตรศาสตร์ 50 ห้วยบง 60 และห้วยบง 80

ผลการวิจัย (Results) และอภิปรายผล (Discussion)

1. การทดลองอายุการเก็บเกี่ยวที่มีต่อการปนเปื้อนโลหะหนักในส่วนของผลผลิตหัวสดและมันเส้น

แปลงจังหวัดกาญจนบุรี พบปริมาณตะกั่วในดินทั้งหมดก่อนปลูกมันสำปะหลัง เท่ากับ 54.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังปลูกที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน มีค่า 52.82 51.19 53.62 49.49 53.87 และ 54.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณตะกั่วที่ละลายได้ ก่อนปลูกมันสำปะหลัง มีค่า 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังปลูกที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน มีค่า 3.60 3.48 3.27 3.43 3.06 และ 3.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณตะกั่วในหัวมันสดที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน มีค่า 0.03 0.04 0.05 0.15 0.07 และ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในมันเส้น ค่า 0.08 0.08 0.18 0.29 0.17 และ 0.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณสารหนูพบต่ำกว่าค่ามาตรฐานทุกอายุการเก็บเกี่ยว ในหัวมันสด มีค่า <0.02-0.03 ในมันเส้น <0.04-0.083 ส่วนแคดเมียมในหัวมันสดทุกอายุการเก็บเกี่ยว มีค่า <0.002-0.006 ในมันเส้น <0.01-0.017 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 1)

แปลงจังหวัดกำแพงเพชร พบปริมาณตะกั่วในดินทั้งหมดก่อนปลูกมันสำปะหลัง มีค่า 4.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังปลูกที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน มีค่า 5.23 4.71 3.65 5.35 6.64 และ 0.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณตะกั่วที่ละลายได้ ก่อนปลูกมันสำปะหลัง มีค่า 0.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังปลูกที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน มีค่า 0.45 0.38 0.43 0.48 0.56 และ 0.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณตะกั่วในหัวมันสดที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน มีค่า 0.08 0.04 0.05 0.16 0.15 และ 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในมันเส้น 0.19 0.08 0.12 0.36 0.21 และ 0.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณสารหนูในหัวมันสด และมันเส้น ไม่พบสารหนูทุกอายุการเก็บเกี่ยว ส่วนแคดเมียมในหัวมันสดทุกอายุการเก็บเกี่ยว มีค่า <0.006-0.008 ในมันเส้น <0.01-0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 2)

แปลงจังหวัดขอนแก่น พบปริมาณตะกั่วในดินทั้งหมดก่อนปลูกมันสำปะหลัง มีค่า 4.73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังปลูกที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน มีค่า 3.00 2.23 1.98 1.94 2.42 และ 2.46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณตะกั่วที่ละลายได้ ก่อนปลูกมันสำปะหลัง มีค่า 1.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังปลูกที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน มีค่า 0.46 0.48 0.53 0.39 0.37 และ 0.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณตะกั่วในหัวมันสดที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน มีค่า 0.22 0.29 0.37 0.83 0.97 และ 0.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในมันเส้น 0.42 0.99 1.70 2.03 2.56 และ 1.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณสารหนูในหัวมันสด และมันเส้น ไม่พบสารหนูทุกอายุการเก็บเกี่ยว ส่วนแคดเมียมในหัวมันสดทุกอายุการเก็บเกี่ยว มีค่า <0.006-0.009 ในมันเส้น 0.013-0.029 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 3)

แปลงจังหวัดพิษณุโลก พบปริมาณตะกั่วในดินทั้งหมด ก่อนปลูกมันสำปะหลัง 9.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังปลูกที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน มีค่า 9.08 8.16 9.45 8.23 9.01 และ 8.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณตะกั่วที่ละลายได้ ก่อนปลูกมันสำปะหลัง เท่ากับ 1.68 มิลลิกรัมต่อ

กิโลกรัม หลังปลูกที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน มีค่า 1.20 1.25 1.55 1.28 1.22 และ 1.29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณตะกั่วในหัวมันสดที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน มีค่า 0.21 0.17 0.17 0.33 0.39 และ 0.61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในมันเส้นที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 12 14 16 และ 18 เดือน มีค่า 0.26 0.31 0.95 1.32 1.65 และ 1.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ไม่พบสารหนูทั้งในหัวมันสด และมันเส้น ทุกอายุการเก็บเกี่ยว ส่วนแคดเมียมในหัวมันสดทุกอายุการเก็บเกี่ยว มีค่า <0.006 ในมันเส้น <0.01-0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 4)

2. การศึกษาการดูดซับปริมาณโลหะหนักของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ในหัวมันสดและผลิตภัณฑ์มันเส้น แปลงทดลองจังหวัดกำแพงเพชรมีลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทรายก่อนปลูกมันสำปะหลังมีอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างสูง เท่ากับ 1.58 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโลหะหนักทั้งหมดของสารหนู (As) ตะกั่ว (Pb) และแคดเมียม (Cd) ไม่เกินค่ามาตรฐาน โดยสารตะกั่วมีปริมาณสูงสุด คือเท่ากับ 9.49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนชนิดและปริมาณโลหะหนักที่พืชดูดดึงได้มากที่สุดคือ สารตะกั่ว เท่ากับ 1.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อนำดินเมื่อเก็บเกี่ยวไปวิเคราะห์ พบว่า ความเป็นกรด – ด่างของดินเพิ่มขึ้น 1.32 แต่อินทรียวัตถุในดิน ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในดิน และปริมาณโลหะหนักที่พืชดูดดึงได้ลดลง (Table 5) ส่วนแปลงทดลองจังหวัดขอนแก่นแปลงทดลองมีลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย ก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวมีอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างต่ำ เท่ากับ 0.33 และ 0.56 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโลหะหนักในดินทั้งหมดของสารหนู (As) ตะกั่ว (Pb) และแคดเมียม (Cd) ไม่เกินค่ามาตรฐาน โดยสารตะกั่วมีปริมาณสูงสุด คือเท่ากับ 4.73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนชนิดและปริมาณโลหะหนักที่พืชจะนำไปใช้ได้มากที่สุดคือ สารตะกั่ว เท่ากับ 1.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อนำดินตอนเก็บเกี่ยวไปวิเคราะห์ พบว่า ความเป็นกรด–ด่างของดิน(pH) เพิ่มขึ้น 1.07 แต่ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในดิน และปริมาณโลหะหนักที่พืชดูดดึงได้ลดลง (Table 6)

ปริมาณโลหะหนักประเภทสารหนู (As) และสารแคดเมียม (Cd) ในหัวมันสดและมันเส้นแปลงจังหวัดกำแพงเพชรมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่สาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนดคือในพืชต้องไม่เกิน 0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จึงไม่ทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ส่วนปริมาณโลหะหนักประเภทตะกั่ว (Pb) พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ระยอง 11 มีปริมาณสารตะกั่วในหัวสดและมันเส้นต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือเท่ากับ 0.08 และ 0.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พันธุ์ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 72 ระยอง 90 และ ห้วยบง 60 มีปริมาณสารตะกั่วในหัวสดต่ำกว่ามาตรฐาน คือเท่ากับ 0.09 0.09 0.05 0.11 และ 0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แต่ในมันเส้นกลับมีค่าเกินมาตรฐาน คือเท่ากับ 0.26 0.23 0.33 0.35และ 0.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ พันธุ์ระยอง 5 เกษตรศาสตร์ 50 และ ห้วยบง 80 จากการทดลองพบว่า มีปริมาณสารตะกั่วเกินมาตรฐานทั้งในหัวสดและมันเส้น คือ ในหัวสดเท่ากับ 0.37 0.47 และ 0.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในมันเส้นเท่ากับ 1.08 1.21 และ 0.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สาเหตุที่ต้องใช้เกณฑ์มาตรฐานของสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นมาตรฐานเนื่องจากคู่ค้ารายใหญ่ด้านผลิตภัณฑ์มันเส้นของไทยคือสาธารณรัฐประชาชนจีน (Table 7)

ปริมาณโลหะหนักประเภทสารหนู (As) และสารแคดเมียม (Cd) ในหัวมันสดและมันเส้นแปลงจังหวัดขอนแก่นไม่เกินค่ามาตรฐานที่สาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนดคือ ในพืชต้องไม่เกิน 0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จึงไม่ทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ส่วนปริมาณโลหะหนักประเภทตะกั่ว (Pb) พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย

พันธุ์ระยอง 72 มีปริมาณสารตะกั่วในหัวสดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือเท่ากับ 0.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่เมื่อวิเคราะห์ในมันเส้นพบว่า มีค่าเกินมาตรฐาน เหมือนกับพันธุ์อื่นๆ ทุกพันธุ์ที่มีปริมาณสารตะกั่วเกินมาตรฐานทั้งในหัวมันสดและมันเส้น (Table 8)

ปีที่ 2 แปลงทดลองจังหวัดกำแพงเพชรมีลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย มีปริมาณโลหะหนักประเภทสารหนู (As) และปริมาณสารตะกั่ว (Pb) ทั้งหมดในดินลดลง แต่ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ค่าอินทรียวัตถุในดิน สารแคดเมียม (Cd) ทั้งหมดในดินและที่พืชจะดูดดึงได้ และปริมาณสารตะกั่ว (Pb) ที่พืชจะดูดดึงได้มีค่าเพิ่มขึ้น (Table 9)

ปริมาณสารตะกั่วจากการวิเคราะห์ ปี 2556 มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 มีปริมาณสารตะกั่วในหัวสดและมันเส้นต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ 0.08 และ 0.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมาตรฐานกำหนดต้องไม่เกิน 0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ในปี 2557 พันธุ์ระยอง 11 พบว่ามีปริมาณสารตะกั่วในมันเส้นสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ คือเท่ากับ 2.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนพันธุ์ที่มีปริมาณสารตะกั่วในหัวสดและมันเส้นต่ำกว่ามาตรฐาน คือ พันธุ์ระยอง 9 เท่ากับ 0.05 และ 0.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 10) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารตะกั่วระหว่างปี 2556 และ 2557 พบว่า พันธุ์ระยอง 5 ระยอง 9 และเกษตรศาสตร์ 50 มีปริมาณสารตะกั่วในหัวมันสดและมันเส้นลดลง พันธุ์ระยอง 7 ระยอง 11 และระยอง 72 มีปริมาณสารตะกั่วในหัวมันสดและมันเส้นเพิ่มขึ้น พันธุ์ห้วยบง 60 ห้วยบง 80 และระยอง 90 มีสารตะกั่วในหัวมันสดลดลง แต่ในมันเส้นกลับเพิ่มขึ้น (Table 11)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

1. ปริมาณโลหะหนักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บเกี่ยวที่เพิ่มขึ้น และปริมาณโลหะหนักที่พบในมันเส้นมีค่ามากกว่าหัวมันสด โดยในจังหวัดกาญจนบุรี มีปริมาณตะกั่วในหัวมันสดทุกช่วงอายุเก็บเกี่ยว ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน พบค่าอยู่ระหว่าง 0.03-0.15 มก./กก. ในมันเส้น ที่อายุเก็บเกี่ยว 14 และ 18 เดือน เกินค่ามาตรฐาน 0.29 และ 0.25 มก./กก. ตามลำดับ จังหวัดกำแพงเพชร พบปริมาณตะกั่วในหัวมันสด ทุกช่วงอายุเก็บเกี่ยว ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน พบค่าอยู่ระหว่าง 0.04-0.16 มก./กก. ในมันเส้น ที่อายุเก็บเกี่ยว 14 16 และ 18 เดือน เกินค่ามาตรฐาน 0.36 0.21 และ 0.45 มก./กก. ตามลำดับ จังหวัดขอนแก่น พบปริมาณตะกั่วในหัวมันสด และมันเส้นเกินค่ามาตรฐานทุกอายุการเก็บเกี่ยว พบค่าอยู่ระหว่าง 0.22-0.62 และ 0.42-2.56 มก./กก. ตามลำดับ จังหวัดพิษณุโลก พบปริมาณตะกั่วในหัวมันสด ที่อายุ 8 14 และ 16 เดือน เกินค่ามาตรฐาน มีค่า 0.21 0.33 และ 0.39 มก./กก. ตามลำดับ ในมันเส้นเกินค่ามาตรฐานทุกอายุการเก็บเกี่ยว พบค่าอยู่ระหว่าง 0.26-1.65 มก./กก. สำหรับปริมาณสารหนู และแคดเมียม ในหัวมันสด และมันเส้น ทั้ง 4 จังหวัด พบต่ำกว่าค่ามาตรฐานทุกอายุการเก็บเกี่ยว การที่มันสำปะหลังดูดดึงปริมาณโลหะหนักแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดดิน ค่า pH และอินทรียวัตถุในดิน เมื่อค่า pH ของดินเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณโลหะหนักละลายออกมาสู่สารละลายดินน้อยลง ทำให้พืชดูดดึงตะกั่วลดลง (Villegas et al.2004) ดังนั้นปริมาณโลหะหนักที่สะสมในพืชจึงมีแนวโน้มสูงขึ้น หากดินนั้นมี pH เป็นกรด และมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ (Smolders et al. 1997)

2. ปริมาณโลหะหนักประเภทสารหนู (As) และแคดเมียม (Cd) จากการวิเคราะห์มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่สาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนด โลหะหนักที่มีค่าเกินมาตรฐานคือ สารตะกั่ว (Pb)

3. มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 มีปริมาณสารตะกั่ว (Pb) ในหัวมันสดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน อาจเนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีแป้งค่อนข้างต่ำ จึงทำให้มีปริมาณน้ำในหัวสดมาก แต่เมื่อทำให้แห้งเป็นมันเส้น พบปริมาณสารตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน

4. มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีปริมาณสารตะกั่ว (Pb) ในหัวมันสดและมันเส้นต่ำกว่ามาตรฐาน เมื่อปลูกในดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ แต่มีระดับความเป็นกรด – ด่างของดินอยู่ในช่วง 5.8 – 6.1

5. ปริมาณสารตะกั่ว (Pb) ในมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ที่ปลูกในแปลงที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างสูง มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั้งในหัวมันสดและมันเส้น

6. แนวทางป้องกันปัญหาการปนเปื้อนธาตุโลหะในมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ คือ การเลือกใช้ปุ๋ยที่มีคุณภาพดีปราศจากสารพิษ ในกรณีดินมีธาตุโลหะในปริมาณสูงอยู่แล้วอาจป้องกันพืชดูดธาตุเหล่านี้เข้าไปมากโดยการปรับปฏิกิริยาดินให้มีความเป็นกรดน้อยลง และเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งจะทำให้ธาตุเหล่านี้ละลายออกมาให้พืชดูดได้น้อยลง

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในดินทราย ดินร่วน ดินตื้น ดินด่าง และดินเหนียว ที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้ในการประเมินปริมาณปุ๋ยที่จะใส่ให้กับมันสำปะหลัง เพื่อเพิ่มความสามารถในการให้ผลผลิต และให้ผลตอบแทนคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ตามลักษณะเนื้อดิน จากคำแนะนำเดิม การใช้ปุ๋ยในดินทรายและดินร่วนปนทราย ใช้ปุ๋ย 16-8-16 กก.N-P_2O5-K_2O_2/ไร่ หากมีการปรับเปลี่ยนมาใช้ปุ๋ย 24-8-16 กก.N-P_2O5-K_2O_2/ไร่ ในดินทราย หรือ 16-8-24 กก.N-P_2O5-K_2O_2/ไร่ ในดินร่วน ทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น 264 บาทต่อไร่ ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 415 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น 871 บาทต่อไร่ ซึ่งพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 80.4 % ของพื้นที่เก็บเกี่ยวเป็นดินทรายและดินทรายปนร่วน จะทำให้มีรายได้เพิ่ม 601,889,274 บาทต่อปี ให้ผลผลิตรวมจาก 30.91 ล้านตัน เพิ่มเป็น 34.44 ล้านตัน คิดเป็น 11.42 % ผลผลผลิตเพิ่มขึ้น เป็น 4.01 ตันต่อไร่ คิดเป็น 12. 64 % นอกจากนี้ยังสามารถเป็นแนวทางในการนำไปขยายผล หรือประยุกต์ใช้กับชุดดินอื่น ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังที่เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิต เป็นประโยชน์กับเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง และนักวิชาการเกษตร สามารถให้คำแนะนำการจัดการธาตุอาหารในดิน และการใช้ปุ๋ยได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพสำหรับเกษตรกรได้

การจัดการธาตุอาหารในอัตราที่เหมาะสมกับชนิดของเนื้อดิน และตามค่าวิเคราะห์ดิน การรักษาสมดุลธาตุอาหารจากการปลูกมันสำปะหลัง เช่น การใส่ปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ หรือการไถกลบเศษซากพืชเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์สามารถลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ลงได้ 20 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือการใช้ปุ๋ยเกรด 15-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลังหลังการทำนา และการได้รับสารอามีทริน ที่อัตรา 6.25 และ 62.5 กรัมต่อลิตร ในช่วงอายุตั้งแต่ 14-60 วันหลังปลูก ทำให้ผลผลิตลดลง 45 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง ตลอดจนแนวทางป้องกันการปนเปื้อนธาตุโลหะในมันสำปะหลัง ซึ่ง ปริมาณโลหะหนักที่สะสมในพืชจึงมีแนวโน้มสูงขึ้นหากดินนั้นมี pH และมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ ดังนั้นแนวทางป้องกันการปนเปื้อนธาตุโลหะในมันสำปะหลัง ทำได้โดย 1. การปรับ pH ของดินสูงขึ้น 2. เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ อย่างไรก็ตาม เมื่อเกษตรกรมีการใช้ปัจจัยการผลิตแล้ว ต้องคำนึงถึงคำแนะนำการใช้ปัจจัยการผลิต ซึ่งจะต้องเลือกสภาพพื้นที่ โดยพิจารณาปริมาณน้ำฝน และชนิดของดินให้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและพัฒนาการจัดธาตุอาหารในการผลิตมันสำปะหลังในดินชุดต่าง ๆ

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 121 หน้า

กองสำรวจดิน. 2528. รายงานการสำรวจดินจังหวัดระยอง. รายงานการสำรวจความเหมาะสมของดิน ฉบับที่ 363. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 168 น.

ชุมพล นาควิโรจน์ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ โอภาษ บุญเส็ง สมาน รุ่งเรือง อนุศาสตร์ สุ่มมาตย์ วัลลีย์ อมรพล สันติ ธีราภรณ์ ดิสพันธุ์ ธรรมาภิรมย์ และฉัตรชนก นพพรพรร.2550. การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลัง หน้า 156 - 176. *ใน* รายงานการประชุมผลงานวิจัยเพื่อพิจารณาเป็นผลงานวิจัยดีเด่น ประจำปี 2549 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 6 - 8 มิถุนายน 2550 ณ โรงแรมรามาการ์เด้น กรุงเทพฯ

โชติ สิทธิบุศย์. 2539 แนวทางพัฒนาระบบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ISBN 974-7465-15-9. 119 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2557/2558. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร. 199 หน้า www.http://oae.go.th

อารันต์ พัฒโนทัย และธนรักษ์ เมฆขยาย. 2534. จากข้อมูลผลการทดลองสู่คำแนะนำเกษตรกร คู่มือการอบรมทางเศรษฐศาสตร์ ฝ่ายเศรษฐศาสตร์ ศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพด และข้าวสาลีนานาชาติ. กรุงเทพมหานคร. 88 หน้า.

Anon. 1984. Annual Report for 1983. Los Bonos, Laguna, Philippines. 450 p.

Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45.

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

International Center for Tropical Agriculture.(CIAT) 1979. Cassava program. In: Annual report 1978.Cali,Colombai pp. A-1-A-100.

Lizarraga- Paulin, E. G., l. Torres- Pacheco , E. Moreno- Martinez and S. P. Miranda – Castro. 2011. Chitosan application in maize (Zea mays) to counteract the effects of abiotic stress at seedling level. Afr. J. Biotechnol., 10: 6439-6446.

Putthacharoen, S., R.H. Howeler, S. Jantawat, and V. Vichukit. 1998. Nutrient uptake and soil erosion losses in cassava and six other crops in a Psamment in eastern Thailand. Field Crops Research. 57, 113-126p.

Peech,M. 1965. Soil pH by grass electrode pH meter,pp. 914-925.In C.A. Black ,D.D.Evans,R.L. White,L.E.Ensminger,F.E. Clark,and R.C.Dinsuer (eds). Method of soil Analysis Part 2 : Physical and menerological Propertics, Inching Statistics of Measurement and Sampling American Soc

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-37.

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตต่อการผลิตของพันธุ์มันสำปะหลัง

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ประดิษฐ์ บุญอำพล ชุมพล นาควิโรจน์ สุพิน สุวรรณ และ N. Matsumoto. 2548ข.ผลของปุ๋ยอินทรีย์ไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชไร่. *ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2548*. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2551 การจัดการดินและน้ำเพื่อผลิตพืช:มันสำปะหลัง. เอกสารฝึกอบรมการใช้น้ำกับมันสำปะหลัง ณ ศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรนานาชาติ จ.ขอนแก่น. 8 -13 กันยายน 2551.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, 2551. การเปรียบเทียบผลผลิตมันสำปะหลังในชุดดินที่สำคัญ 10 ชุดดิน. รายงานเรื่องเต็มผลการทดลองสิ้นสุด ปี 2551. กองแผนงาน กรมวิชาการเกษตร. 10 หน้า.

ก้อนทอง พวงประโคน วินัย ศรวัต และเตือนใจ ไชยคำภา. 2548. การให้น้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังอายุ 6-8 เดือน. *ใน:รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2548*. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 121 หน้า

Bray,R.H. and L.T. Kurtz.1945. Dertermination of total organic and available from of phosphorus in soil. Soil Sci. 59:34-45

Hewilt, E.J. 1984. The essential and functional mineral elements. In “ Diagnosis of Mineral Disorders chemecal Publishing, New York.

IRRI (International Rice Research Instiute). 1984. Annual Report for 1983. Los Bonos, Laguna, Philippines. 450 p.

Peech,M. 1965. Soil pH by grass electrode pH meter,pp. 914-925. In C.A. Black ,D.D.Evans,R.L. White,L.E.Ensminger,F.E. Clark,and R.C.Dinsuer (eds). Method of soil Analysis Part 2 : Physical and menerological Propertics, Inching Statistics of Measurement and Sampling American Society of Agronomy Inc., Pubisher Madison,USA.

Schollenberger,C.L. and R.H.Simon.1945. Determination of exchange capacity and exchangeable bass in soil ammonium acetate method. Soil Sci. 59:13-24

Walkley;A. and C.A. Black. 1934. An examination of the Degtijareff method for determination soil organic metter and porposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37:29-38

กิจกรรมที่ 3 วิจัยและพัฒนาการลดการปนเปื้อนโลหะหนักในมันสำปะหลัง

กุลวิไล สุทธิลักษณวนิช ขวัญตา มีกลิ่น และเพราพิลาส ขวาสระแก้ว. 2552. การปนเปื้อนโลหะหนักในมันสำปะหลัง. สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานพืช กรมวิชาการเกษตร. 3 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลัง. รพ.ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 22 หน้า.

ไมตรี สุทธิ์จิตต์. 2534. สารพิษรอบตัวเรา. คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

Chen, Z.S., Lee, G.J., and Liu, J.C. 2000. The effects of chemical remediation treatments on the extractability and speciation of cadmium and lead in contaminated soils. Chemosphere. 41, 235-242.

Liu, J.C., Looi, K.S., Chen, Z.S., and Lee, D.Y. 1998. The effects of composts and calcium carbonate on the uptake of cadmium and lead by vegetables grown on polluted soils. J. Chinese Insti. Environ. Engeg. 8, 53-60.

Lui, H., Probst, A., and Liao, B. 2005. Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). Sci. Total Environ. *339,* 143-166.

Okoronkwo, N.E., Ano, A.O., and Onwuchekwa, E.C. 2005. Environment, health and risk assessment: a case study of the use an abandoned municipal waste dump site for agricultural purpose. African J. Biotechnology. 4(11), 1217-1221.

Panich-Pat, T. and Srinives P. 2009. Partitioning of lead accumulation in rice plant. Thai. J. Agric. Sci. 42(1) : 35-40.

Smolders, E., Lambrechts, R. M., McLaughlin, M. J., and Tiller, K. G. 1997. Effect of soil solution chloride on Cd availabilityto Swiss chard. J. Environ. Qual. 27, 426-431.

Villegas, N.M., Flores-Vélez, L.M., and Domínguez, O. 2004. Sorption of lead in soil as a function of pH: a study case in Mexico. Chemosphere. 57, 1537-1542.

Wanida, N., Preeda, P.P., Delaune, R.D., and Aroon, J. 2009. Lead distribution and its potential risk to the environment: lesson learned from environmental monitoring of abandon mine. Manuscript. Asian Institute of Technology, Bangkok.

Zhuang, P., McBride, M.B., Xia, H., Li, N., and Li, Z. 2009. Health risk from heavy metals via consumption of food crops in the vicinity of Dabaoshan mine, South China. Sci. Total Environ. 407, 1551-1561.

ภาคผนวก ก

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและพัฒนาการจัดธาตุอาหารในการผลิตมันสำปะหลังในดินชุดต่าง ๆ

Table 1 Fresh root yield of cassava in Nam Phong sandy soil at, Khon Kaen Province as affected by nitrogen fertilizer application during 2012/2013

Fertilizer	Fresh root yield (kg/rai)		Average	
(kg N-P_2O_5-K_2O/rai)	CMR42-44-98	KU50		
0-4-16	1,977	1,863	1,920	c
8-4-16	2,307	3,887	3,097	bc
16-4-16	4,310	4,770	4,540	ab
24-4-16	5,877	5,893	5,885	a
Average	3,618	4,103		

CV (a) = 23.9%, CV (b) = 36.4%, F-test: A = ns, B = **, AxB = ns

** : Significant difference at 1% level of probability, ns: Not significant difference at 5% level of probability.Means of fertilizer management in a column followed by a common letter are not significant different at 5% level of probability by DMRT

Table 2 Economic return analysis of nitrogen fertilizer application for cassava production in Nam Phong Soils at Khon Kaen Province during 2012/2013

Treatments	Yield (kg/rai)	Starch content %	Starch yield (kg/rai)	Cost of fertilizer	Other costs	Total cost	Income	Benefit	MRR (%)
				----------(Baht/rai)----------					
CMR42-44-98									
0-4-16	1,977	25.0	494	662	2,511	3,173	3,855	682	-
8-4-16	2,307	23.1	533	935	2,643	3,578	4,367	789	26
16-4-16	4,310	26.3	1,134	1,208	3,444	4,652	8,573	3,921	291
24-4-16	5,877	25.9	1,522	1,481	4,071	5,552	11,619	6,067	**239**
Kasetsat 50									
0-4-16	1,863	20.4	380	662	2,465	3,127	3,376	249	-
8-4-16	3,887	22.9	890	935	3,275	4,210	7,335	3,125	266
16-4-16	4,770	17.7	844	1,208	3,628	4,836	8,257	3,421	-
24-4-16	5,893	18.4	1,084	1,481	4,077	5,558	10,325	4,766	**122**

D is dominated treatment. 2012-2013 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 3 Fresh root yield of cassava in Nam Phong sandy soil at Khon Kaen Province as affected by phosphate fertilizer application during 2012/2013

Fertilizer	Fresh root yield (kg/rai)		Average
(kg N-P_2O_5-K_2O/rai)	CMR42-44-98	KU50	
16-0-16	4,590	4,313	4,452
16-4-16	4,310	4,770	4,540
16-8-16	4,733	5,130	4,932
16-12-16	3,890	5,210	4,550
Average	4,381	4,856	

CV (a) = 26.1%, CV (b) = 19.7%, F-test: A = ns, B = ns, AxB = ns

ns: not significant difference at 5% level of probability.

Table 4 Economic return analysis of phosphate fertilizer application for cassava production in Nam Phong Soils at Khon Kaen Province during 2012/2013

Treatments	Yield (kg/rai)	Starch content %	Starch yield (kg/rai)	Cost of fertilizer	Other costs	Total cost	Income	Benefit	MRR (%)
				(Baht/rai)					
CMR42-44-98									
16-0-16	4,590	25.1	1,152	1,034	3,556	4,590	8,964	4,374	
16-4-16	4,310	26.3	1,134	1,208	3,444	4,652	8,573	3,921	-
16-8-16	4,733	24.1	1,141	1,382	3,613	4,995	9,102	4,106	-
16-12-16	3,890	26.0	1,011	1,556	3,276	4,832	7,702	2,870	-
KU50									
16-0-16	4,313	19.4	837	1,034	3,445	4,479	7,686	3,206	
16-4-16	4,770	17.7	844	1,208	3,628	4,836	8,257	3,421	60
16-8-16	5,130	22.0	1,129	1,382	3,772	5,154	9,542	4,388	304
16-12-16	5,210	17.9	933	1,556	3,804	5,360	9,050	3,690	-

Table 5 Fresh root yield of cassava grown on Nam Phong sandy soil at Khon Kaen Province as affected by potash fertilizer application during 2012/2013

Fertilizer	Fresh root yield (kg/rai)		Average
(kg N-P_2O_5-K_2O/rai)	CMR42-44-98	KU50	
16-4-0	2,363	4,910	3,637
16-4-8	4,210	6,013	5,112
16-4-16	4,310	4,770	4,540
16-4-24	4,740	4,680	4,710
Average	3,906 B	5,093 A	

CV (a) = 12.6%, CV (b) = 19.7%, F-test: A = *, B = ns, AxB = ns

*: Significant difference at 5% level of probability, ns: Not significant difference at 5% level of probability.Means of varieties in a row followed by a common letter are not significant different at 5% level of probability by DMRT

Table 6 Economic return analysis of potash fertilizer application for cassava production in Nam Phong Soils at Khon Kaen Province during 2012/2013

Treatments	Yield (kg/rai)	Starch content %	Starch yield (kg/rai)	Cost of fertilizer	Other costs	Total cost	Income	Benefit	MRR (%)
				----------(Baht/rai)----------					
CMR42-44-98									
16-4-0	2,363	22.2	525	720	2,665	3,385	4,409	1,024	
16-4-8	4,210	26.1	1,099	964	3,404	4,368	8,348	3,980	**301**
16-4-16	4,310	26.3	1,134	1,208	3,444	4,652	8,573	3,921	-
16-4-24	4,740	25.2	1,194	1,452	3,616	5,068	9,271	4,203	32
KU50									
16-4-0	4,910	20.0	982	720	3,684	4,404	8,838	4,434	
16-4-8	6,013	23.6	1,419	964	4,125	5,089	11,473	6,384	**285**
16-4-16	4,770	17.7	844	1,208	3,628	4,836	8,257	3,421	-
16-4-24	4,680	22.4	1,048	1,452	3,592	5,044	8,761	3,717	-

D is dominated treatment. 2012-2013 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 7 Soil analytical data before planting

Parameters	Soil depth (cm)	
	0-20	20-50
pH	4.84	5.01
Organic matter (%)	0.46	0.32
Available phosphorus (mg/kg)	3	3
Exchangeable potassium (mg/kg)	33	24

Table 8 Fresh root yield of cassava grown on Nam Phong soil as affected by nitrogen fertilizer application during 2014/2015

Fertilizer (B) (kg N-P_2O_5-K_2O/rai)	Fresh root yield (kg/rai)		Average
	Rayong 86-13	Kasetsart 50	
0-16-16	2,513	1,801	2,157 b
8-16-16	3,457	3,639	3,548 a
16-16-16	3,599	3,737	3,668 a
24-16-16	3,658	3,398	3,528 a
Average	3,307	3,144	3,225

CV (A) = 55.06%, CV (B) = 24.63%, F-test: A = ns, B = *, AxB = ns

*: Significant difference at 5% level of probability, ns: Not significant difference at 5% level of probability.Means of fertilizer management in a column followed by a common letter are not significant different at 5% level of probability by DMRT

Table 9 Economic return analysis of nitrogen fertilizer application for cassava production in Nam Phong Soils at Nakhon Sawan Province during 2014/2015

Treatments	Yield (kg/rai)	Starch content %	Starch yield (kg/rai)	Cost of fertilizer	Other costs	Total cost	Income	Benefit	MRR (%)
				----------(Baht/rai)----------					
Rayong 86-13									
0-16-16	2,513	22.4	564	662	2,725	3,387	4,706	1,319	
8-16-16	3,457	21.5	744	935	3,103	4,038	6,381	2,344	**157**
16-16-16	3,599	20.4	733	1,208	3,160	4,368	6,518	2,150	-
24-16-16	3,658	20.4	745	1,481	3,183	4,664	6,625	1,961	**-**

KU50									
0-16-16	1,801	18.7	337	662	2,441	3,103	3,174	72	
8-16-16	3,639	17.4	632	935	3,175	4,110	6,262	2,152	**206**
16-16-16	3,737	16.7	623	1,208	3,215	4,423	6,353	1,930	-
24-16-16	3,398	17.7	602	1,481	3,079	4,560	5,885	1,324	**-**

D is dominated treatment. 2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 10 Fresh root yield of cassava grown on Nam Phong soil as affected by phosphate fertilizer application during 2014/2015

Fertilizer (kg N-P_2O_5-K_2O/rai)	Fresh root yield (kg/rai)		Average
	Rayong 86-13	Kasetsart 50	
16-0-16	3,508	2,844	3,176
16-8-16	3,303	3,101	3,202
16-16-16	3,599	3,737	3,668
16-24-16	3,263	3,927	3,595
Average	3,418	3,402	3,410

CV (A) =15.29%, CV (B) = 19.35%, F-test: A = ns, B = ns, A x B = ns

ns: Not significant difference at 5% level of probability.

Table 11 Economic return analysis of phosphate fertilizer application for cassava production in Nam Phong Soils at Nakhon Sawan Province during 2014/2015

Treatments	Yield (kg/rai)	Starch content %	Starch yield (kg/rai)	Cost of fertilizer	Other costs	Total cost	Income	Benefit	MRR (%)
				----------(Baht/rai)----------					
Rayong 86-13									
16-0-16	3,508	23.5	824	1,034	3,123	4,157	6,683	2,526	
16-8-16	3,303	21.3	705	1,208	3,041	4,249	6,077	1,828	D
16-16-16	3,599	20.4	733	1,382	3,160	4,542	6,518	1,976	D
16-24-16	3,263	17.5	572	1,556	3,025	4,581	5,632	1,051	D

KU50									
16-0-16	2,844	18.7	533	1,034	2,858	3,892	5,012	1,120	
16-8-16	3,101	16.7	517	1,208	2,960	4,168	5,272	1,104	
16-16-16	3,737	16.7	623	1,382	3,215	4,597	6,353	1,757	**152**
16-24-16	3,927	16.7	654	1,556	3,291	4,847	6,676	1,829	29

Table 12 Fresh root yield of cassava grown on Nam Phong soil as affected by potash fertilizer application during 2014/2015

Fertilizer	Fresh root yield (kg/rai)		Average	
(kg N-P_2O_5-K_2O/rai)	Rayong 86-13	Kasetsart 50		
16-16-0	2,185	3,299	2,742	b
16-16-8	2,916	4,089	3,502	a
16-16-16	3,599	3,737	3,668	a
16-16-24	2,979	4,045	3,512	a
Average	2,920	3,793	3,356	

CV (A) =24.09%, CV (B) = 14.80%, F-test: A = ns, B = *, AxB = ns

* : Significant difference at 5% level of probability, ns: Not significant difference at 5% level of probability. Means of fertilizer management in a column followed by a common letter are not significant different at 5% level of probability by DMRT

Table 13 Economic return analysis of potash fertilizer application for cassava production in Nam Phong Soils at Nakhon Sawan Province during 2014/2015

Treatments	Yield (kg/rai)	Starch content %	Starch yield (kg/rai)	Cost of fertilizer	Other costs	Total cost	Income	Benefit	MRR (%)
				----------(Baht/rai)----------					
Rayong 86-13									
16-4-0	2,185	19.7	430	720	2,594	3,314	3,913	599	
16-4-8	2,916	17.6	514	964	2,886	3,850	5,041	1,191	110
16-4-16	3,599	20.4	733	1,208	3,160	4,368	6,518	2,150	**185**
16-4-24	2,979	20.4	607	1,452	2,912	4,364	5,395	1,031	D

Kasetsat 50									
16-4-0	3,299	17.2	566	720	3,040	3,760	5,657	1,898	
16-4-8	4,089	17.0	695	964	3,356	4,320	6,992	2,672	**138**
16-4-16	3,737	16.7	623	1,208	3,215	4,423	6,353	1,930	D
16-4-24	4,045	16.6	670	1,452	3,338	4,790	6,865	2,075	D

D is dominated treatment. 2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 14 Height and Fresh yield of Cassava varieties on Sattahip (Sh) sandy soil, in rainy season 2011/2012 – 2012/2013

Treatments	Height 2011 (cm)	Height 2012 (cm)	Mean (cm)	Yield 2011 (Kg/rai)	Yield 2012 (Kg/rai)	Mean (Kg/rai)
Varieties (V)						
Rayong 9	194	191 A	192 A	6,254 AB	5,332 B	5,793 B
Rayong 11	194	175 B	184 B	6,438 A	4,809 C	5,623 B
CMR46-39-42	193	200 A	196 A	6,058 B	6,255 A	6,156 A
F-test	NS	**	*	**	**	**
CV. (%)	10.7	7.1	11.8	8.1	9.1	11.5
N-P_2O_5-K_2O (F)						
0-0-0	155 d	157 e	156 d	4,115 f	3,514 f	3,814 f
0-8-16	185 bc	177 d	181 bc	4,930 e	4,360 e	4,645 e
8-8-16	181 bc	184 cd	182 bc	6,128 d	5,055 cd	5,591 d
16-8-16	212 a	201 ab	206 a	7,173 ab	6,312 ab	6,742 ab
24-8-16	207 a	209 a	208 a	7,456 a	6,669 a	7,062 a
16-0-16	200 ab	190 bc	195 ab	6,889 bc	5,732 c	6,310 bc
16-16-16	196 abc	198 b	197 ab	6,668 c	6,343 ab	6,505 bc
16-8-0	177 c	184 cd	180 c	5,229 e	4,820 d	5,024 d
16-8-8	209 a	193 bc	201 ab	6,595 cd	5,453 c	6,024 c
16-8-24	213 a	195 bc	204 a	7,318 ab	6,397 a	6,857 a

Mean	193	189	191	6,250	5,466	5,858
F-test	**	**	**	**	**	**
CV. (%)	21.8	5.7	10.3	8.5	7.5	7.5
V x F	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 15 Starch and Starch Yield of Cassava varieties on Sattahip (Sh) sandy soil, in rainy season 2011/2012 – 2012/2013

Treatments	Starch 2011 (%)	Starch 2012 (%)	Mean (%)	Starch Yield 2011 (Kg/rai)	Starch Yield 2012 (Kg/rai)	Mean (Kg/rai)
Varieties (V)						
Rayong 9	28.6	30.7	29.6	1,790 AB	2,180 B	1,985 AB
Rayong 11	29.0	30.0	29.5	1,867 A	1,918 C	1,892 B
CMR46-39-42	28.2	30.6	29.4	1,712 B	2,579 A	2,145 A
F-test	NS	NS	NS	**	**	**
CV. (%)	3.7	5.7	4.8	9.3	15.7	8.6
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
0-0-0	28.1	30.6	29.9	1,159 e	763 f	961 e
0-8-16	28.8	30.7	29.7	1,423 d	1,134 e	1,278 d
8-8-16	28.7	30.3	29.5	1,758 c	1,800 d	1,779 c
16-8-16	29.3	30.8	30.0	2,098 a	2,983 b	2,504 ab
24-8-16	28.3	29.9	29.1	2,109 a	3,347 a	2,728 a
16-0-16	28.7	30.5	29.6	1,976 ab	2,434 c	2,159 b
16-16-16	28.3	30.6	29.4	1,886 bc	2,797 b	2,341 b
16-8-0	28.2	30.6	29.4	1,483 d	1,766 d	1,624 c
16-8-8	29.0	30.4	29.7	1,916 bc	2,281 c	2,098 bc
16-8-24	28.5	29.8	29.1	2,087 a	2,950 b	2,518 ab
Mean	28.6	30.4	29.5	1,790	2,226	2,016
F-test	ns	ns	ns	**	**	**

CV. (%)	5.1	2.6	2.5	10.9	16.9	10.1
V x F	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 16 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different nutrient managements on sandy soil,in rainy season 2011/2012 – 2012/2013

Treatments	Yield 2011 (Kg/rai)	Yield 2012 (Kg/rai)	Mean (Kg/rai)	Total cost (Bath/rai)	Benefit 2011 (Bath/rai)	Benefit 2012 (Bath/rai)	Mean (Bath/rai)	MRR (%)
Varieties								
Rayong 9	6,254 AB	5,332 B	5,793	2,805	10,328	8,392	9,424	-
Rayong 11	6,438 A	4,809 C	5,623	2,805	10,715	7,294	9,004	-
CMR46-39-42	6,058 B	6,255 A	6,156	2,805	9,917	10,331	10,124	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$								
16-8-0	5,229 e	4,820 d	5,024	755	10,226	9,367	9,796	
0-8-16	4,930 e	4,360 e	4,645	944	9,409 D	8,211 D	8,213 D	
16-0-16	6,889 bc	5,732 c	6,310	1,031	13,436	11,005	12,220	878
16-8-8	6,595 cd	5,453 c	6,024	1,039	12,811 D	10,412 D	11,611 D	
8-8-16	6,128 d	5,055 cd	5,591	1,068	11,801 D	9,546 D	10,673 D	
16-8-16	7,173 ab	6,312 ab	6,742	1,303	13,760	11,953	12,856	234
24-8-16	7,456 a	6,669 a	7,062	1,551	14,106	12,454	13,280	171
16-8-24	7,318 ab	6,397 a	6,857	1,567	13,801 D	11,868 D	12,834 D	
16-16-16	6,668 c	6,343 ab	6,505	1,594	12,409 D	11,726 D	12,067 D	

D is dominated treatment. 2011-2012 cassava price 2.10 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,805 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 17 Soil analysis before planting on phang-nga Series in Rayong Province in rainy season 2013/2014

Depth (cm)	pH[1]	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Texture[5]
UTM 47 P X 0756783 Y 1427204					
0-20	4.8	0.61	108	18	Sand
20-50	5.4	0.48	40	14	Sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)

[4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 18 Nitrogen response to Fresh yield and Starch content of Cassava varieties on Sandy soil, Bankai District, Rayong Province in rainy season 2013/2014 – 2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Kasetsart 50	6,152 A	4,148	5,150 A	26.2 B	24.6 B	25.4 B
Rayong86-13	5,280 b	4,286	4,783 B	29.0 A	29.1 A	29.0 A
F-test	**	NS	**	**	**	**
CV. (%)	8.20	8.40	8.2	4.40	5.00	1.6
N-P_2O_5-K_2O (F)						
0-8-16	4,511 C	3,087 c	3,799 c	27.3	27.0	27.1
8-8-16	5,542 b	4,291 b	4,916 b	28.1	26.7	27.4
16-8-16	6,287 ab	4,516 ab	5,401 ab	27.2	26.2	26.7
24-8-16	6,524 a	4,974 a	5,749 a	27.9	27.5	27.7
Average	5,716	4,217	4,966	27.6	26.8	27.2
F-test	*	**	**	NS	NS	NS
CV. (%)	8.10	11.90	10.6	3.10	4.90	4.9
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), *,** : Significant at 5 , 1 % level of probability, ns: not significant

Table 19 Nitrogen response to Starch yield of Cassava varieties on Sandy soil, Bankai District, Rayong Province in rainy season 2013/2014 – 2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Kasetsart 50	1,610 A	1,019 B	1,314 B	0.70	0.69	0.69
Rayong86-13	1,531 B	1,252 A	1,391 A	0.72	0.72	0.72
F-test	**	**	*	NS	NS	*
CV. (%)	4.90	11.30	8.4	3.90	6.70	5.3
$N-P_2O_5-K_2O$ (F)						
0-8-16	1,223 c	834 c	1,028 c	0.70	0.71	0.70
8-8-16	1,551 b	1,151 b	1,351 ab	0.71	0.72	0.71
16-8-16	1,684 ab	1,190 ab	1,526 a	0.71	0.70	0.70
24-8-16	1,825 a	1,368 a	1,596 a	0.71	0.69	0.70
Average	1,570	1,135	1,352	0.71	0.70	0.70
F-test	**	**	**	NS	NS	NS
CV. (%)	10.50	13.50	12.7	3.96	6.60	5.3
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), *,** : Significant at 5 , 1 % level of probability, ns: not significant

Table 20 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Nitrogen managements on Sand phang-nga Series, Bankai District, Rayong Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties	Yield 2013 (Kg./rai)	Yield 2014 (Kg./rai)	Average (Kg/rai)	Total Cost	Benefit 2013 (Baht/rai)	Benefit 2014 (Baht/rai)	Average (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	6,152	4,148	5,150	2,800	12,580	7,570	10,075	-
Rayong86-13	5,280	4,286	4,783	2,800	10,400	7,915	9,158	-
N-P2O5-K2O								
0-8-16	4,511	3,087	3,799	944	10,333	6,773	8,553	
8-8-16	5,542	4,291	4,917	1,068	12,787	9,659	11,223	2,153
16-8-16	6,287	4,516	5,402	1,303	14,415	9,987	12,201	416
24-8-16	6,524	4,974	5,749	1,551	14,759	10,884	12,822	250

D is dominated treatment. 2013/2014 - 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.
The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.
46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg
0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 21 Phosphorus response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on Sandy soil, Bankai District, Rayong Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Varieties	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Kasetsart 50	6,668 A	4,478	5,573 A	26.0 B	24.4 B	25.2 B
Rayong86-13	4,726 B	4,400	4,563 B	29.0 A	29.5 A	29.2 A
F-test	**	NS	**	*	**	**
CV. (%)	5.50	5.20	6.2	3.50	12.10	7.20
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-0-16	4,741 b	4,431	4,586	27.6	24.9 b	26.2
16-4-16	5,924 a	4,292	5,108	25.6	26.7 ab	26.1
16-8-16	6,287 a	4,521	5,404	27.2	27.9 a	27.5
16-16-16	5,836 a	4,513	5,174	26.6	28.3 a	27.4
Average	5,697	4,439	5,068	27.5	26.9	27.2
F-test	**	NS	NS	NS	*	NS
CV. (%)	13.80	13.60	13.9	3.60	7.50	5.60
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), *,** : Significant at 5 , 1 % level of probability, ns: not significant

Table 22 Phosphorus response to Starch yield of Cassava varieties on Sandy soil, Bankai District, Rayong Province in rainy season 2013/2014 – 2014/2015

Varieties	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Kasetsart 50	1,731 A	1,096 B	1,413 A	0.68 B	0.68 B	0.68 B
Rayong86-13	1,370 B	1,243 A	1,303 B	0.72 A	0.71 A	0.71 A
F-test	**	**	**	*	*	**
CV. (%)	3.60	7.2	7.00	1.70	3.70	1.40

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-0-16	1,301 b	1,099	1,200	0.70	0.69	0.69
16-4-16	1,682 a	1,144	1,413	0.70	0.70	0.70
16-8-16	1,684 a	1,157	1,420	0.71	0.71	0.71
16-16-16	1,534 a	1,278	1,406	0.69	0.69	0.69
Average	1,550	1,169	1,3,59	0.70	0.69	0.69
F-test	*	NS	NS	NS	NS	NS
CV. (%)	14.40	12.40	14.70	3.00	3.90	3.50
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), *,** : Significant at 5 , 1 % level of probability, ns: not significant

Table 23 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Phosphorus managements on Sand phang-nga Series, Bankai District, Rayong Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties	Yield 2013 (Kg./rai)	Yield 2014 (Kg./rai)	Average (Kg/rai)	Total Cost	Benefit 2013 (Baht/rai)	Benefit 2014 (Baht/rai)	Average (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	6,668	4,478	5,573	2,800	13,870	8395	11,133	-
Rayong86-13	4,726	4,400	4,563	2,800	9,015	8200	8,608	-
N-P2O5-K2O								
16-0-16	4,741	4,431	4,586	1,031	10,821	10,046	10,434	
16-4-16	5,924	4,292	5,108	1,174	13,636	9,556 D	11,596	813
16-8-16	6,287	4,520	5,404	1,303	14,415	9,997 D	12,206	473
16-16-16	5,836	4,513	5,175	1,594	12,996 D	9,688 D	11,342 D	

D is dominated treatment. 2013/2014 - 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 24 Potassium response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on Sandy soil, Bankai District, Rayong Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Varieties	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Kasetsart 50	6,233 A	4,474	5,353 A	26.4 B	24.1 B	25.2 B
Rayong86-13	4,864 B	4,551	4,707 B	28.8 A	28.8 A	28.8 A
F-test	**	NS	**	**	**	**
CV. (%)	13.40	6.30	10.10	2.10	6.90	5.60
N-P_2O_5-K_2O (F)						
16-8-0	4,480 b	3,958 b	4,219 b	27.5	26.3	26.9
16-8-8	5,598 a	4,353 ab	4,975 a	27.4	27.1	27.2
16-8-16	6,286 a	4,521 ab	5,403 a	27.2	26.2	26.7
16-8-24	5,831 a	5,165 a	5,498 a	28.2	26.1	27.1
Average	5,548	4,513	5,030	27.6	26.4	27.0
F-test	**	*	**	NS	NS	NS
CV. (%)	11.10	14.80	14.10	5.40	6.00	5.80
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), *,** : Significant at 5 , 1 % level of probability, ns: not significant

Table 25 Potassium response to Starch yield of Cassava varieties on Sandy soil, Bankai District, Rayong Province in rainy season 2013/2014 – 2014/2015

Varieties	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Kasetsart 50	1,638 A	1,069 B	1,353	0.70	0.68 B	0.69 B
Rayong86-13	1,404 B	1,313 A	1,358	0.72	0.72 A	0.72 A
F-test	**	**	NS	NS	**	**
CV. (%)	13.40	14.90	11.40	3.90	2.90	1.10
N-P_2O_5-K_2O (F)						
16-8-0	1,234 b	1,041 b	1,137 b	0.70	0.71	0.70
16-8-8	1,524 a	1,182 ab	1,353 a	0.71	0.70	0.70

16-8-16	1,684 a	1,190 ab	1,437 a	0.71	0.70	0.70
16-8-24	1,642 a	1,353 a	1,497 a	0.71	0.69	0.70
Average	1,521	1,191	1,355	0.71	0.70	0.70
F-test	*	*	**	NS	NS	NS
CV. (%)	13.10	16.50	16.10	3.60	5.00	4.90
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), *,** : Significant at 5 , 1 % level of probability, ns: not significant

Table 26 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Potassium managements on Sand phang-nga Series, Bankai District, Rayong Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties	Yield 2013 (Kg./rai)	Yield 2014 (Kg./rai)	Average (Kg/rai)	Total Cost	Benefit 2013 (Baht/rai)	Benefit 2014 (Baht/rai)	Average (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	6,233	4,447	5,340	2,800	12,783	8,318	10,551	
Rayong86-13	4,864	4,551	4,708	2,800	9,360	8,578	8,969	
N-P2O5-K2O								
16-8-0	4,480	3,958	4,219	755	10,445	9,140	9,793	
16-8-8	5,598	4,353	4,976	1,039	12,956	9,844	11,400	566
16-8-16	6,286	4,521	5,404	1,303	14,412	10,000	12,206	305
16-8-24	5,831	5,165	5,498	1,567	13,011	11,346 D	12,179 D	

D is dominated treatment. 2013/2014 - 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 27 Soil analysis before planting on Chompra Series in Khonekaen Province in rainy season 2011/2012

Depth (cm)	pH[1]	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)
0-20	5.6	0.52	18	35
20-50	5.9	0.34	6	20

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)
[4] Schollenberger and Simon (1945)

Table 28 Fresh yield and Height of cassava grown on Chompra soil series under different levels of fertilizer application at Khonkaen province during 2011/2012 and 2012/2013 cropping seasons.

Varieties	Yield (kg/rai)		Average	Height (cm.)		Average
	2011/2012	2012/2013	(kg/rai)	2011/2012	2012/2013	(cm)
Kasetsart 50	6,748	6,632	6,690	286	161	221
Rayong 11	5,329	4,579	4,954	211	139	172
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	87.65	-	93.99	15.00	14.06	17.08
Fertilizer						
0-8-16	4,588 c	5,657	5,123	189 b	127 b	159 b
8-8-16	5,153 bc	4,657	4,905	192 b	142 ab	165 b
16-8-16	6,143 abc	4,953	5,548	263 a	156 a	208 a
24-8-16	6,782 ab	5,471	6,127	284 a	162 a	214 a
16-0-16	6,056 abc	6,350	6,203	260 a	152 a	206 a
16-16-16	6,177 abc	6,076	6,126	259 a	145 ab	196 a
16-8-0	5,997 abc	6,638	6,318	250 a	153 a	200 a
16-8-8	5,967 abc	4,850	5,409	269 a	152 ab	211 a
16-8-24	7,480 a	5,797	6,638	271 a	160.30 a	212 a
Average	6,039	5,606	5,822	249	150	197
F-test	*	ns	ns	*	*	*
CV (%)	26.09	41.58	29.08	11.91	13.98	10.23

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 29 Starch content of cassava grown on Chompra soil series under different levels of fertilizer application at Khonkaen province during 2011/2012 and 2012/2013 cropping seasons

Varieties	Starch content (%)		Average (%)
	2011/2012	2012/2013	
Kasetsart 50	25.5	20.8	23.2
Rayong 11	28.8	23.0	25.9
F-Test	ns	ns	ns
CV (%)	26.4	52.3	38.0
Fertilizer			
0-8-16	28.5	22.3	25.4
8-8-16	27.2	20.3	23.7
16-8-16	25.3	24.1	24.7
24-8-16	27.0	22.6	24.8
16-0-16	28.7	23.9	26.3
16-16-16	26.5	20.4	23.4
16-8-0	25.9	21.3	23.6
16-8-8	28.3	19.6	23.9
16-8-24	27.4	23.1	25.3
Average	27	22	25
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	9.46	13.81	9.14

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 30 Starch yield of cassava grown on Chompra soil series under different levels of fertilizer application at Khonkaen province during 2011/2012 and 2012/2013 cropping seasons

Varieties	Starch yield (kg/rai)		Average (kg/rai)
	2011/2012	2012/2013	
Kasetsart 50	1,275	1,745	1,497
Rayong 11	1,163	1,846	1,472
F-Test	ns	ns	ns
CV (%)	34.87	23.76	36.88
Fertilizer			
0-8-16	1,347	1,665 ab	1,471 ab
8-8-16	972	1,507 b	1,220 b
16-8-16	1,222	1,680 ab	1,442 ab
24-8-16	1,124	1,892 ab	1,487 ab
16-0-16	1,644	2,034 ab	1,837 a
16-16-16	906	1,734 ab	1,287 b
16-8-0	1,263	1,464 b	1,360 ab
16-8-8	1,178	2,060 ab	1,573 ab
16-8-24	1,318	2,127 a	1,688 ab
Average	1,220	1,796	1,485
F-test	ns	*	*
CV (%)	40.38	22.74	22.63

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 31 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different nutrient managements

Varieties	Yield (kg/rai)		Average	Cost	Income (Bath/rai)		Average	MRR
	2011/2012	2012/2013	(kg/rai)	(Bath/rai)	2011/2012	2012/2013	(kg/rai)	(%)
Kasetsart 50	6,748	6,632	6,690	2.805	11,366	11,123	11,244	
Rayong 11	5,330	4,580	4,955	2.805	8,387	6,812	7,599	
Fertilizer								
0-8-16	4,589	5,658	5,123	944	8,692	10,937	9,815	D
8-8-16	5,154	4,658	4,906	1,068	9,755	8,713	9,234	D
16-8-16	6,143	4,953	5,548	1,303	11,598	9,099	10,348	D
24-8-16	6,783	5,472	6,127	1,551	12,693	9,940	11,316	7.15
16-0-16	6,057	6,350	6,204	1,031	11,688	12,305	11,997	D
16-16-16	6,178	6,076	6,127	1,594	11,379	11,166	11,272	D
16-8-0	5,998	6,638	6,318	755	11,840	13,185	12,513	D
16-8-8	5,968	4,850	5,409	1,039	11,494	9,146	10,320	D
16-8-24	7,480	5,797	6,639	1,567	14,141	10,607	12,374	8,949

D is dominated treatment. 2011-2012 and 2012-2013 cassava price 2.10 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2.805 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 32 Soil analysis before planting on Chakkarat Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014

Depth (cm)	pH[1]	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Texture[5]
0-20	4.53	0.32	16.80	61.67	Sand
20-50	5.28	0.10	13.48	50.33	Sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945) [4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 33 Nitrogen response to Fresh yield and Starch content of Cassava varieties on Chakkarat Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2013 (kg/rai)	Yield 2014 (kg/rai)	Average (kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Rayong86-13	4,788	3,040	3,914	25.0	26.3	25.7
Kasetsart 50	4,013	3,604	3,809	23.3	23.2	23.3
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	15.91	14.72	16.17	7.46	4.44	8.11
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
0-8-16	3,350 c	2,554 b	2,952	23.8	24.5	24.2
8-8-16	4,225 bc	3,840 a	4,033	24.3	24.9	24.6
16-8-16	4,650 ab	3,342 ab	3,996	24.6	24.1	24.4
24-8-16	5,375 a	3,552 a	4,464	23.9	25.4	24.7
Rayong86-13						
0-8-16	2,650	2,038	2,344	24.3	26.2	25.3
8-8-16	4,350	3,650	4,000	25.3	25.9	25.6
16-8-16	3,900	3,342	3,621	25.3	25.9	25.6
24-8-16	5,150	3,128	4,139	25.1	27.3	26.2
Kasetsart 50						
0-8-16	4,050	3,069	3,560	23.3	22.8	23.1
8-8-16	4,100	4,029	4,065	23.3	24.0	23.7
16-8-16	5,400	3,342	4,371	23.9	22.3	23.1
24-8-16	5,600	3,976	4,788	22.7	23.6	23.2
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	14.92	15.56	14.99	9.65	4.48	6.38

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 34 Nitrogen response to Starch Yield and Harvest index of Cassava varieties on Chakkarat Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (kg/rai)	Starch Yield 2014 (kg/rai)	Average (kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Varieties						
Rayong86-13	1,197	800	1,006	0.65	0.61	0.63
Kasetsart 50	935	836	887	0.73	0.72	0.73
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	8.29	16.97	20.11	15.89	12.98	21.23
N-P_2O_5-K_2O (F)						
0-8-16	790 b	614 b	702	0.76	0.64	0.70
8-8-16	1,010 ab	957 a	984	0.74	0.68	0.71
16-8-16	1,140 a	806 a	973	0.6	0.69	0.65
24-8-16	1,270 a	896 a	1,083	0.68	0.65	0.67
Rayong86-13						
0-8-16	640 b	533	587	0.76	0.54	0.65
8-8-16	1,080 a	945	1,013	0.71	0.66	0.69
16-8-16	980 ab	866	923	0.50	0.64	0.57
24-8-16	1,290 a	852	1,071	0.65	0.59	0.62
Kasetsart 50						
0-8-16	940 ab	696	818	0.75	0.73	0.74
8-8-16	940 ab	969	955	0.76	0.70	0.73
16-8-16	1,300 a	746	1,023	0.70	0.74	0.73
24-8-16	1,260 a	940	1,100	0.72	0.71	0.72
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	15.5	12.30	15.67	18.01	23.09	12.89

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 35 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Nitrogen managements on Chakkarat Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2014 (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	3,604	2.800	9,010	6,210	-
Rayong86-13	3,040	2.800	7,600	4,800	0.844
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$					
16-8-0	2,554	944	6,385	5,441	-
16-8-8	3,840	1,068	9,600	8,532	2,489
16-8-16	3,342	1,303	8,355	7,052	D
16-8-24	3,552	1,551	8,880	7,329	111

D is dominated treatment.

2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2, 80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 36 Phosphorus response to Fresh yield and Starch content of Cassava varieties on Chakkarat Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2013 (kg/rai)	Yield 2014 (kg/rai)	Average (kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Varieties						
Rayong86-13	4,550	3,117 b	3,834	23.1	25.9 a	24.5
Kasetsart 50	5,100	3,49 a	4,295	23.1	22.0 b	22.6
F-test	ns	*	ns	ns	*	ns
CV. (%)	1.79	2.85	3.99	3.50	0.12	1.23
N-P_2O_5-K_2O (F)						
16-0-16	5,225	3,528	4,377	21.9	23.5	22.7
16-8-16	4,650	3,342	3,996	24.6	24.1	24.4
16-16-16	4,600	3,579	4,090	22.8	24.3	23.6
Rayong86-13						
16-0-16	5,100	3,051	4,076	21.9	25.9 a	23.9
16-8-16	3,900	3,342	3,621	25.3	25.9 a	25.6
16-16-16	4,650	2,957	3,804	22.1	26.0 a	24.1
Kasetsart 50						
16-0-16	5,350	4,005	4,678	21.9	21.2 b	21.6
16-8-16	5,400	3,342	4,371	23.9	22.3 b	23.1
16-16-16	4,550	4,201	4,376	23.5	22.6 b	23.1
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV. (%)	14.38	17.20	12.11	6.92	5.28	8.37

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 37 Phosphorus response to Starch Yield and Harvest index of Cassava varieties on

Chakkarat Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (kg/rai)	Starch Yield 2014 (kg/rai)	Average (kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Varieties						
Rayong86-13	1,040	806	923	0.63	0.59	0.61
Kasetsart 50	1,180	849	1,015	0.68	0.65	0.66
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	4.9	1.47	3.45	18.11	13.43	15.87
N-P_2O_5-K_2O (F)						
16-0-16	1,140	820	980	0.60	0.61	0.60
16-8-16	1,140	806	973	0.68	0.62	0.65
16-16-16	1,050	858	954	0.69	0.64	0.66
Rayong86-13						
16-0-16	1,120	789	955	0.54	0.57	0.56
16-8-16	980	866	923	0.65	0.59	0.62
16-16-16	1,020	764	892	0.71	0.61	0.66
Kasetsart 50						
16-0-16	1,170	851	1,011	0.65	0.64	0.65
16-8-16	1,300	746	1,023	0.71	0.65	0.68
16-16-16	1,070	951	1,011	0.67	0.67	0.67
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	19.12	16.30	23.78	24.54	15.87	17.11

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 38 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Phosphorus managements on Chakkarat Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2014 (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	3,850	2.800	9,625	6,825	-
Rayong86-13	3,117	2.800	7,793	4,993	0.8096
N-P_2O_5-K_2O					**MRR (%)**
16-0-16	3,529	1,031	8,823	7,791	-
16-8-16	3,342	1,303	8,355	7,052	D
16-16-16	3,579	1,594	8,948	7,353	103

D is dominated treatment.

2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2.80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 39 Potassium response to Fresh yield and Starch content of Cassava varieties on

Chakkarat Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2013 (kg/rai)	Yield 2014 (kg/rai)	Average (kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Varieties						
Rayong86-13	4,388	3,460	3,924	24.9	26.3 a	25.6
Kasetsart 50	5,138	3,709	4,424	24.3	22.5 b	23.4
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV. (%)	9.45	29.75	33.66	3.86	2.05	4.12
N-P_2O_5-K_2O (F)						
16-8-0	5,175	3,567	4,371	25.2	24.0	24.6

16-8-8	4,475	3,795	4,135	24.8	24.1	24.5
16-8-16	4,650	3,342	3,996	24.6	24.1	24.4
16-8-24	4,750	3,635	4,193	23.9	25.2	24.6
Rayong86-13						
16-8-0	5,200	3,691	4,446	25.4	26.8 a	26.1
16-8-8	4,100	3,431	3,766	24.5	25.8 ab	25.2
16-8-16	3,900	3,342	3,621	25.3	25.9 ab	25.6
16-8-24	4,350	3,377	3,864	24.6	26.6 a	25.6
Kasetsart 50						
16-8-0	5,150	3,443	4,297	25.0	21.3 c	23.2
16-8-8	4,850	4,160	4,505	25.1	22.5 bc	23.8
16-8-16	5,400	3,342	4,371	23.9	22.3 bc	23.1
16-8-24	5,150	3,893	4,522	23.2	23.8 abc	23.5
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV. (%)	8.73	12.95	15.56	4.60	6.05	5.04

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 40 Potassium response to Starch Yield and Harvest index of Cassava varieties on

Chakkarat Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (kg/rai)	Starch Yield 2014 (kg/rai)	Average (kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Varieties						
Rayong86-13	1,090	907	999	0.68	0.66	0.67
Kasetsart 50	1,240	834	1,037	0.68	0.64	0.66
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	5.98	22.48	27.86	23.5	21.7	29.87

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-8-0	1,300 a	865	1,083	0.71	0.59	0.65
16-8-8	1,100 b	899	1,000	0.70	0.74	0.72
16-8-16	1,140 ab	806	973	0.68	0.62	0.65
16-8-24	1,130 ab	912	1,021	0.63	0.64	0.64
Rayong86-13						
16-8-0	1,320 a	989	1,155	0.73	0.61	0.67
16-8-8	1,000 b	873	937	0.69	0.76	0.73
16-8-16	980 b	866	923	0.65	0.59	0.62
16-8-24	1,082 ab	899	990	0.64	0.67	0.66
Kasetsart 50						
16-8-0	1,280 ab	741	1,011	0.70	0.58	0.64
16-8-8	1,210 ab	926	1,068	0.71	0.71	0.71
16-8-16	1,300 ab	746	1,023	0.71	0.65	0.68
16-8-24	1,190 ab	924	1,057	0.62	0.62	0.62
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	9.06	17.37	13.45	15.11	16.73	12.83

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 41 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Potassium managements on Chakkarat Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2014 (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	3,710	2.800	9,275	6,475	-
Rayong86-13	3,461	2.800	8,653	5,853	0.9329
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$					**MRR (%)**
16-8-0	3,567	755	8,918	8,163	-

16-8-8	3,796	1,039	9,490	8,451	101
16-8-16	3,342	1,303	8,355	7,052	D
16-8-24	3,636	1,567	9,090	7,523	179

D is dominated treatment. 2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2.80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 42 Soil analysis before planting on Ubon Series in Ubon Ratchathani Province in rainy season 2011

Depth (cm)	pH[1]	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Texture[5]
0-20	4.7	0.55	25	38.0	Sand
20-50	5.2	0.16	8.0	84.0	Sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945) [4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 43 Fresh yield and % Starch of Cassava varieties on Ubon Series (Ub) sandy soil, in rainy season 2011/2012 – 2012/2013

Varieties (V)	Yield 2011 (Kg/rai)	Yield 2012 (Kg/rai)	Mean (Kg/rai)	starcht 2011 (%)	starch 2012 (%)	Mean (%)
Huai bong 60	7,056	6,233 a	6,645	27.2 b	26.6 b	26.9
Rayong 9	6,083	5,033 b	5,558	29.0 a	28.7 a	28.9
Rayong 11	6,028	4,637 b	5,332	29.3 a	27.9 a	28.6
F-test	NS	**		**	**	
CV. (%)	30.37	16.97		7.36	5.75	
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
0-0-0	4,326 d	2,689 e	3,507	27.7	28.4	28.0
0-8-16	5,899 c	3,804 d	4,851	28.7	28.2	28.4
8-8-16	6,948 ab	5,463 c	6,205	29.4	28.2	28.8
16-8-16	6,608 abc	6,087	6}347	28.3	27.6	28.0

		abc				
24-8-16	7,145 a	6,635 a	6,890	29.0	27.1	28.0
32-8-16	6,734 abc	6,681 a	6,707	28.9	27.0	27.9
16-0-16	6,460 abc	5,379 c	5,919	27.8	28.0	27.9
16-16-16	6,620 abc	5,296 c	5,949	28.2	27.7	27.9
16-8-0	5,986 bc	4,470 d	5,228	27.8	28.1	27.9
16-8-8	6,461 abc	5,521 bc	5,991	29.3	26.8	28.0
16-8-24	7,095 a	6,284 ab	6689	28.3	28.1	28.2
F-test	**	**		NS	NS	
CV. (%)	13.98	14.53		5.17	5.33	
V x F	NS	NS		NS	NS	

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 44 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different fertilizer managements on Ubon Series in Ubon Ratchathani Province in rainy season 2011/2012-2012/2013

Varieties (V)	Yield (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Huai bong 60	6,233	2,805	13,089	10,284	-
Rayong 9	5,033	2,805	10,569	7,764	-
Rayong 11	4,637	2,805	9,738	6,933	-
16-8-0	4,470	755	9,388	8,633	
0-8-16	3,804	944	7,988	7,044 D	
16-0-16	5,378	1,031	11,295	10,263	591
16-8-8	5,521	1,039	11,594	10,555	3,650
8-8-16	5,463	1,068	11,472	10,404 D	
16-8-16	6,087	1,303	12,783	11,480	350
24-8-16	6,635	1,551	13,934	12,383	364
16-8-24	6,284	1,567	13,196	11,630 D	

16-16-16	5,296	1,594	11,122	9,528 D
32-8-16	6,681	1,786	14,031	12,245 D

D is dominated treatment. 2011-2012 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2.80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 45 Soil analysis before planting on Khonkaen Series in Ubon Ratchathani Province in rainy season 2013/2014

Depth (cm)	pH[1]	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Texture[5]
0-20	4.53	0.32	16.80	61.67	Sand
20-50	5.28	0.10	13.48	50.33	Sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945) [4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 46 Fresh yield of Cassava varieties on Khonkaen Series in Ubon Ratchathani Province in rainy season 2013/2014

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai	Varieties		Average
	Kasetsart 50	Rayong 86-13	
0-8-16	4,089	2,774	3,432 c
8-8-16	4.914	4,984	4,949 b
16-8-16	5,453	5,016	5,235 b
24-8-16	6,993	6,330	6,662 a
Average	5,363	4,776	
CV (a) 19.53 % CV (b) 16.30 %			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 47 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different fertilizer managements on Khonkaen Series in Ubon Ratchathani Province in rainy season 2013/2014

Varieties (V)	Yield (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	5,362	2,800	13,406	10,606	-
Rayong86-13	4,776	2,800	11,940	9,140	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai					
0-8-16	3,432	944	8,579	7,635	-
8-8-16	4,949	1,068	12,373	11,304	2,955
16-8-16	5,235	1,303	13,086	11,783	204
24-8-16	6,662	1,551	16,654	15,102	1,336

D is dominated treatment. 2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2.80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 48 Fresh yield of Cassava varieties on Khonkaen Series in Ubon Ratchathani Province in rainy season 2013/2014

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai	Varieties		Average
	Kasetsart 50	Rayong 86-13	
16-0-16	5,339	6,503	5,921
16-4-16	5,777	5,595	5,686
16-8-16	5,453	5,016	5,235
16-16-16	6,046	5,375	5,715
Average	5,656	5,622	
CV (a) 18.17 % CV (b) 14.84 %			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 49 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different phosphorus managements on Khonkaen Series in Ubon Ratchathani Province in rainy season 2013/2014

Varieties (V)	Yield (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	5,656	2,800	14,140	11,340	-
Rayong86-13	5,622	2,800	14,056	11,256	-
N-P_2O_5-K_2O/rai					
16-0-16	5,921	1031	14,803	13,771	-
16-4-16	5,686	1174	14,215	13,041	D
16-8-16	5,235	1303	13,086	11,783	D
16-16-16	5,715	1594	14,288	12,693	D

D is dominated treatment. 2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2.80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 50 Fresh yield of Cassava varieties on Khonkaen Series in Ubon Ratchathani Province in rainy season 2013/2014

N-P_2O_5-K_2O/rai	Varieties		Average
	Kasetsart 50	Rayong 86-13	
16-8-0	5,814	7,188	6,501 a
16-8-8	5,391	4,643	5,017 b
16-8-16	5,453	5,016	5,235 b
16-8-24	6,182	6,654	6,418 a
Average	5,710	5,875	
CV (a) 26.78 % CV (b) 15.95 %			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 51 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different potassium managements on Khonkaen Series in Ubon Ratchathani Province in rainy season2013/2014

Varieties (V)	Yield (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	5,710	2,800	14,275	11,475	-
Rayong86-13	5,875	2,800	14,688	11,888	-
N-P_2O_5-K_2O/rai					
16-8-0	6,501	755	16,253	15,498	-
16-8-8	5,017	1,039	12,543	11,504	D
16-8-16	5,235	1,303	13,086	11,783	106
16-8-24	6,418	1,567	16,045	14,478	D

D is dominated treatment. 2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.
The fertilizer plant and the maintenance of 2.80 baht/rai.
46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg
0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 52 Soil analysis before planting on Yang Talat Series, Chom Bueng District, Ratchaburi Province in rainy season 2013/2014

Depth (cm)	pH[1]	OM[2] (%)	Avail. P[3] (mg/kg)	Exch. K[4] (mg/kg)	Texture[5]
0-20	4.70	0.90	5	16.00	Sand
20-50	4.60	0.80	< 5	9.50	Sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)
[4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 53 Nitrogen response to Fresh yield of Cassava varieties on Yang Talat (Yl) Sand soil, Chom Bueng District, Ratchaburi Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties (V)	yield 2013/2014 (Kg/rai)	yield 2014/2015 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)
Rayong 86-13	3,509	3,616	3,563
Kasetsart 50	3,302	3,350	3,326

CV. (%)	23.13	10.79	8.05
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)			
0-8-16	2,948 b	2,923	2,935 c
8-8-16	3,548 a	3,566	3,557 ab
16-8-16	3,808 a	4,008	3,908 a
24-8-16	3,319 ab	3,435	3,377 bc
Average	3,406	3,483	3,445
CV. (%)	13.72	11.29	8.40

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 54 Nitrogen response to Fresh yield of Cassava varieties on Yang Talat (Yl) Sand soil,

Chom Bueng District, Ratchaburi Province in rainy season 2014/2015

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ra (B)	Varieties		Average (B)[1]
	Rayong 86-13 (a1)	Kasetsart 50 (a2)	
0-8-16	2,967bc	2,877bc	2,923
8-8-16	4,310a	2,822c	3,566
16-8-16	3,753ab	4,263a	4,008
24-8-16	3,434abc	3,436ab	3,435
Average (A)	3,616	3,350	3,483
CV. (a) = 10.79 % CV. (b) = 11.29 %			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 55 Nitrogen response to Starch content and Starch yield of Cassava varieties on Yang Talat (Yl) Sand soil, Chom Bueng District, Ratchaburi Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties	% Starch 2013/2014	% Starch 2014/2015	Average (%)	Starch yield 2013/2014 (Kg./rai)	Starch yield 2014/2015 (Kg./rai)	Average (Kg./rai)

Rayong 86-13	23.0	23.7	23.4	809	857	833
Kasetsart 50	19.8	24.5	22.2	651	826	739
CV. (%)	8.89	8.97	11.87	26.41	9.02	11.50
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
0-8-16	20.6	25.0	22.8	605	736	671b
8-8-16	21.0	23.9	22.4	736	853	795ab
16-8-16	22.3	23.8	23.1	853	957	906a
24-8-16	21.7	23.8	22.8	727	819	774ab
Average	21.4	24.1	22.8	730	841	786
CV. (%)	10.85	7.06	7.12	20.90	15.81	14.32

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 56 Nitrogen response to Starch yield of Cassava varieties on Yang Talat (Yl) Sand soil,

Chom Bueng District, Ratchaburi Province in rainy season 2014/2015

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ra (B)	Varieties		Average (B)[1]
	Rayong 86-13 (a1)	Kasetsart 50 (a2)	
0-8-16	772 b	699 b	736
8-8-16	1,044 a	662 b	853
16-8-16	846 ab	1,068 a	957
24-8-16	765 b	874 ab	819
Average (A)	857	826	841
CV. (a) = 9.02 % CV. (b) = 15.81 %			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 57 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Nitrogen managements on Yang Talat (Yl) Sand soil, Chom Bueng District, Ratchaburi Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties	yield 2013/2014 (Kg./rai)	yield 2014/2015 (Kg./rai)	Average (Kg./rai)	Total cost (bath/rai)	Benefit 2013/2014 (Baht/rai)	Benefit 2014/2015 (Baht/rai)	Average (Baht/ra)	MRR 2013/2014 (%)	MRR 2014/2015 (%)	Average (%)
Kasetsart 50	3,302	3,350	3,326	2,800	5,455	5,575	5,515	-	-	-
Rayong 86-13	3,509	3,616	3,563	2,800	5,973	6,240	6,107	-	-	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)										
0-8-16	2,948	2,923	2,936	944	6,426	6,363	6,395	-	-	
8-8-16	3,548	3,566	3,557	1,068	7,802	7,847	7,825	1,108	1,197	1,153
16-8-16	3,808	4,008	3,908	1,303	8,217	8,717	8,467	177	370	273
24-8-16	3,319	3,435	3,377	1,551	6,746	7,036	6,891	D*	D*	D*

D is dominated treatment. 2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2.80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 58 Phosporus response to Fresh yield of Cassava varieties on Yang Talat (Yl) Sand soil,

Chom Bueng District, Ratchaburi Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties	Yield 2013/2014 (Kg./rai)	Yield 2014/2015 (Kg./rai)	Average (Kg./rai)
Rayong 86-13	3,343	3,835	3,590
Kasetsart 50	3,379	3,751	3,566
CV. (%)	14.96	6.08	10.01
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)			
16-0-16	2,659b	3,303	2,981b
16-4-16	3,602a	4,040	3,821a
16-8-16	3,808a	4,008	3,908a
16-16-16	3,377ab	3,823	3,600a

Average	3,362	3,793	3,578
CV. (%)	16.52	14.66	12.34

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 59 phosphate response to Starch content and Starch yield of Cassava varieties on

Yang Talat (Yl) Sand soil, Ratchaburi Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties	% Starch 2013/2014 (%)	% Starch 2014/2015 (%)	Average (%)	Starch yield 2013/2014 (kg./rai)	Starch yield 2014/2015 (kg./rai)	Average (kg./rai)
Rayong86-13	23.1A	23.4B	23.3	775	901B	838
Kasetsart 50	20.0B	26.4A	23.2	677	985A	831
CV. (%)	4.02	1.64	3.46	15.79	4.14	9.08
N-P_2O_5-K_2O (F)						
16-0-16	21.6	25.6	23.6	572	849	711b
16-4-16	20.9	25.9	23.4	753	1,042	898a
16-8-16	22.3	23.8	23.1	853	957	906a
16-16-16	21.3	24.2	22.8	725	924	825ab
Average	21.5	24.9	23.2	726	943	835
CV. (%)	9.76	5.60	6.09	24.92	15.97	16.67

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 60 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Phosphate managements on Yang Talat (Yl) Sand soil, Ratchaburi Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties	yield 2013/2014 (Kg./rai)	yield 2014/2015 (Kg./rai)	Average (Kg./rai)	Total cost (bath/rai)	Benefit 2013/2014 (Baht/rai)	Benefit 2014/2015 (Baht/rai)	Average (Baht/ra)	MRR 2013/2014 (%)	MRR 2014/2015 (%)	Average (%)
Kasetsart 50	3,379	3,751	3,565	2,800	5,648	6,578	6,113	-	-	-
Rayong 86-13	3,343	3,835	3,589	2,800	5,558	6,788	6,173	-	-	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)										
16-0-16	2,659	3,303	2,981	1,031	5,616	7,226	6,421	-	-	
16-4-16	3,602	4,040	3,821	1,174	7,831	8,926	8,379	1,549	1,189	1,369
16-8-16	3,808	4,008	3,908	1,303	8,217	8,717	8,467	299	D*	68
16-16-16	3,377	3,823	3,600	1,594	6,848	7,963	7,406	D*	D*	D*

D is dominated treatment. 2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2.80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 61 Potassium response to Fresh yield of Cassava varieties on Yang Talat (Yl) Sand soil,

Chom Bueng District, Ratchaburi Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties	Yield 2013/2014 (Kg./rai)	Yield 2014/2015 (Kg./rai)	Average (Kg./rai)
Rayong86-13	3,787	4130B	3,959
Kasetsart 50	3,460	4349A	3,904
CV. (%)	31.52	2.92	15.74
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)			
16-8-0	2,976b	3,852b	3,414b
16-8-8	3,781a	4,874a	4,328a
16-8-16	3,808a	4,008b	3,908ab
16-8-24	3,930a	4,223b	4,077a

Average	3,624	4,239	3,932
CV. (%)	15.58	8.19	10.78

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 62 Potassium response to Starch content and Starch yield of Cassava varieties on

Yang Talat (Yl) Sand soil, , Ratchaburi Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties	% Starch 2013/2014 (%)	% Starch 2014/2015 (%)	Average (%)	Starch yield 2013/2014 (kg./rai)	Starch yield 2014/2015 (kg./rai)	Average (kg./rai)
Rayong86-13	21.6	24.2	22.9	811	1,008	908
Kasetsart 50	19.7	25.8	22.8	683	1,129	906
CV. (%)	11.86	8.34	9.38	37.54	3.07	17.99
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-8-0	20.9b	24.3	22.6	625	937b	782b
16-8-8	18.7c	26.0	22.4	704	1,266a	985a
16-8-16	22.3a	23.8	23.1	853	957b	906ab
16-8-24	20.6b	26.1	23.4	805	1,106ab	956a
Average	20.6	25.0	22.9	747	1,066	907
CV. (%)	4.76	8.18	5.00	18.41	11.29	12.48

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability

using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 63 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Potassium managements on Yang Talat (Yl) Sand soil, Chom Bueng District, Ratchaburi Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties	yield 2013/14 (Kg./rai)	yield 2014/15 (Kg./rai)	Average (Kg./rai)	Total cost (bath/rai)	Benefit 2013/14 (Baht/rai)	Benefit 2014/15 (Baht/ra i)	Average (Baht/ra)	MRR 2013/14 (%)	MRR 2014/15 (%)	Average (%)
Kasetsart 50	3,460	4,349	3,905	2,800	5,850	8,073	6,962	-	-	-
Rayong 86-13	3,787	4,130	3,959	2,800	6,668	7,525	7,097	-	-	-
N-P_2O_5-K_2O (F)										
16-8-0	2,963	3,852	3,408	755	6,685	8,875	7,780	-	-	
16-8-8	3,781	4,874	4,328	1,039	8,414	11,146	9,780	608	800	704
16-8-16	3,808	4,008	3,908	1,303	8,217	8,717	8,467	D*	D*	D*
16-8-24	3,930	4,223	4,077	1,567	8,258	8,991	8,625	D*	D*	D*

D is dominated treatment. 2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2.80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 64 Nitrogen response to starch yield and starch content of Cassava varieties on Warin Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2013 (kg/rai)	Yield 2014 (kg/rai)	Average (kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Varieties						
Rayong86-13	3,763	2,705	3,234	21.5	22.7	22.1
Kasetsart 50	4,200	2,624	3,412	23.1	22.8	23.0
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	39.56	47.20	16.17	3.46	1.10	8.11

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
0-8-16	3,325	1,321 b	2,323	21.8 ab	22.7 a	22.3
8-8-16	4,050	2,914 a	3,482	22.1 ab	23.7 a	22.9
16-8-16	4,225	2,969 a	3,597	21.3 b	21.2 b	21.3
24-8-16	4,325	3,454 a	3,890	24.1 a	23.5 a	23.8
Rayong86-13						
0-8-16	2,500	1,315	1,908	21.4 ab	22.5 abc	22.0
8-8-16	4,150	3,306	3,728	20.1 b	24.0 a	22.1
16-8-16	4,200	2,791	3,496	21.4 ab	21.0 c	21.2
24-8-16	4,200	3,407	3,804	23.3 ab	23.5 a	23.4
Kasetsart 50						
0-8-16	4,150	1,327	2,739	22.2 ab	23.0 ab	22.6
8-8-16	3,950	2,521	3,236	24.2 ab	23.5 a	23.9
16-8-16	4,250	3,147	3,699	21.2 b	21.5 bc	21.4
24-8-16	4,450	3,502	3,976	25 a	23.5 a	24.3
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	23.07	30.89	14.99	6.09	2.76	6.38

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 65 Nitrogen response to starch yield and harvest index of Cassava varieties on Warin Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (kg/rai)	Starch Yield 2014 (kg/rai)	Average (kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Varieties						
Rayong86-13	810	622	716	0.65	0.61	0.63
Kasetsart 50	970	604	787	0.73	0.72	0.72
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	40.22	48.42	16.17	15.89	12.98	16.17

N-P_2O_5-K_2O (F)						
0-8-16	720	300 b	510	0.76	0.64	0.7
8-8-16	900	694 a	797	0.74	0.68	0.71
16-8-16	900	635 ab	767	0.6	0.69	0.64
24-8-16	1,050	822 a	936	0.68	0.65	0.66
Rayong86-13						
0-8-16	550	293	421	0.76	0.54	0.65
8-8-16	840	800	820	0.71	0.66	0.68
16-8-16	900	589	744	0.50	0.64	0.57
24-8-16	980	805	892	0.65	0.59	0.62
Kasetsart 50						
0-8-16	900	308	604	0.75	0.73	0.74
8-8-16	960	589	774	0.76	0.70	0.73
16-8-16	910	681	795	0.70	0.74	0.72
24-8-16	1,110	838	974	0.72	0.71	0.71
F-test	*	*	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	21.91	32.02	15.67	18.01	23.09	12.89

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 66 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Nitrogen managements on Warin Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Varieties	Yield 2014 (kg/rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	2,625	2,800	6,563	3,763	-
Rayong86-13					1.030
	2,705	2,800	6,763	3,963	5
N-P_2O_5-K_2O (F)					
0-8-16	1,322	944	3,305	2,361	-
8-8-16	2,914	1,068	7,285	6,217	3,105

16-8-16	2,969	1,303	7,423	6,120	D
24-8-16	3,455	1,551	8,638	7,086	389

D is dominated treatment. 2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2, 80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 67 Phosphorus response to fresh yield and starch content of Cassava varieties on Warin Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2013 (kg/rai)	Yield 2014 (kg/rai)	Average (kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Varieties						
Rayong86-13	4,783	2,798	3,791	23.05	22.5	22.8
Kasetsart 50	4,617	2,836	3,727	22.2	23.1	22.7
F-test	ns	*	ns	ns	*	ns
CV. (%)	12.28	26.35	3.99	0.64	10.11	1.2
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-0-16	5,025	2,577	3,801	22.65 b	23.5 a	23.1
16-8-16	4,225	2,969	3,597	21.3 c	21.2 b	21.3
16-16-16	4,850	2,906	3,878	23.925a	23.7 a	23.8
Rayong86-13						
16-0-16	5,500 a	2,779	4,140	23.4ab	22.5	23.0
16-8-16	4,200 b	2,791	3,496	21.4 c	21.0	21.2
16-16-16	4,650 ab	2,826	3,738	24.35a	24.0	24.2
Kasetsart 50						
16-0-16	4,550 ab	2,376	3,463	21.9 bc	24.5	23.2
16-8-16	4,250 ab	3,147	3,699	21.2 c	21.5	21.4
16-16-16	5,050 ab	2,987	4,019	23.5ab	23.5	23.5
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	9.5	28.43	12.11	2.83	2.83	8.37

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), **: Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 68 Phosphorus response to starch yield and harvest index of Cassava varieties on

Warin Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (kg/rai)	Starch Yield 2014 (kg/rai)	Average (kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Varieties						
Rayong86-13	1,100	634	867	0.63	0.59	0.61
Kasetsart 50	1,030	650	840	0.68	0.65	0.67
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	4.9	3.45	3.45	18.11	13.43	15.87
N-P_2O_5-K_2O (F)						
16-0-16	1,140 a	606	873	0.60	0.61	0.61
16-8-16	900 b	635	768	0.68	0.62	0.65
16-16-16	1,100 a	685	893	0.69	0.64	0.67
Rayong86-13						
16-0-16	1,290 a	629	960	0.54	0.57	0.56
16-8-16	900 b	589	745	0.65	0.59	0.62
16-16-16	1,130 ab	684	907	0.71	0.61	0.66
Kasetsart 50						
16-0-16	1,000 ab	583	792	0.65	0.64	0.65
16-8-16	910 ab	681	796	0.71	0.65	0.68
16-16-16	1,180 ab	686	933	0.67	0.67	0.67
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	19.12	28.48	23.78	24.54	15.87	17.11

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 69 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Phosphorus managements on Warin Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

	Yield 2014 (kg/rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Varieties					
Kasetsart 50	2,837	2,800	7,093	4,293	-
Rayong86-13					0.986
	2,799	2,800	6,998	4,198	6
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)					
16-0-16	2,578	1,031	6,445	5,414	-
16-8-16	2,969	1,303	7,423	6,120	260
16-16-16	2,907	1,594	7,268	5,673	D

D is dominated treatment.

2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 70 Potassium response to fresh yield and starch content of Cassava varieties on Warin Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2013 (kg/rai)	Yield 2014 (kg/rai)	Average (kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Varieties						
Rayong86-13	4,725	2,934	3,830	23.8	22.5	23.2
Kasetsart 50	4,538	2,876	3,707	22.9	22.6	22.8
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV. (%)	21.05	20.13	33.66	34.7	5.54	4.1
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-8-0	4,625	3,016	3,821	24.1	23.2 a	23.7

16-8-8	4,650	2,711	3,681	23.9	21.7 b	22.8
16-8-16	4,225	2,969	3,597	21.3	21.2 b	21.3
16-8-24	5,025	2,926	3,976	24.1	24.0 a	24.1
Rayong86-13						
16-8-0	4,650	3,431	4,041	25.8	22.5	24.2
16-8-8	4,700	2,820	3,760	24.0	22.5	23.3
16-8-16	4,200	2,791	3,496	21.4	21.0	21.2
16-8-24	5,350	2,696	4,023	24.0	24.0	24.0
Kasetsart 50						
16-8-0	4,600	2,601	3,601	22.5	24.0	23.3
16-8-8	4,600	2,601	3,601	23.8	21.0	22.4
16-8-16	4,250	3,147	3,699	21.2	21.5	21.4
16-8-24	4,700	3,156	3,928	24.1	24.0	24.1
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV. (%)	14.45	24.70	15.56	7.81	3.56	5.04

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 71 Potassium response to starch yield and harvest index of Cassava varieties on Warin Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (kg/rai)	Starch Yield 2014 (kg/rai)	Average (kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Varieties						
Rayong86-13	1,130	662	896	0.68	0.66	0.67
Kasetsart 50	1,040	653	847	0.68	0.64	0.66
F-test	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	25.99	27.70	23.66	23.5	21.7	29.87
N-P_2O_5-K_2O (F)						
16-8-0	1,110 ab	707	909	0.71	0.59	0.65
16-8-8	1,110 ab	588	849	0.70	0.74	0.72

16-8-16	900 b	635	768	0.68	0.62	0.65
16-8-24	1,210 a	700	955	0.63	0.64	0.64
Rayong86-13						
16-8-0	1,200 a	785	993	0.73	0.61	0.67
16-8-8	1,120 ab	632	876	0.69	0.76	0.73
16-8-16	900 b	589	745	0.65	0.59	0.62
16-8-24	1,290 a	641	966	0.64	0.67	0.66
Kasetsart 50						
16-8-0	1,030 ab	629	830	0.70	0.58	0.64
16-8-8	1,090 ab	545	818	0.71	0.71	0.71
16-8-16	910 ab	681	796	0.71	0.65	0.68
16-8-24	1,140 ab	759	950	0.62	0.62	0.62
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	11.39	26.67	15.56	15.11	16.73	12.83

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 72 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Potassium managements on Warin Series in Khonkaen Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

	Yield 2014 (kg/rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Varieties					
Kasetsart 50	2,935	2,800	7,338	4,538	-
Rayong86-13	2,877				0.980
		2,800	7,193	4,393	2
N-P_2O_5-K_2O (F)					
16-8-0	3,017	755	7,543	6,788	-
16-8-8	2,711	1,039	6,778	5,739	D
16-8-16	2,969	1,303	7,423	6,120	144
16-8-24	2,926	1,567	7,315	5,748	D

D is dominated treatment.

2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 73 Soil analysis before planting on Satuk Series (Suk) in Chonburi Province 2011/2012

Soil depth (cm)	pH[1] (soil: water 1:1)	Organic matter[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Textural clcass[5]
0-20	4.8	0.66	153	144	Loamy sand
20-50	5.1	0.39	31	148	Loamy sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)

[4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 74 Yield of Cassava varieties on Satuk (Suk), Chonburi Province in rainy season 2011/2012

Fertilizer (F)	Varieties (V)			Average
N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	Rayong 9	Rayong 11	CMR46-47-137	
0-0-0	4,395 b	4,146 c	4,726 b	4,422
0-8-16	5,769 a	6,137 ab	5,550 ab	5,819
8-8-16	6,499 a	5,006 bc	6,329 a	5,945
16-8-16	6,683 a	6,765 a	5,561 ab	6,336
24-8-16	5,550 a	6,403 a	6,101 a	6,018
16-0-16	6,070 a	5,842 ab	5,617 ab	5,843
16-16-16	6,324 a	6,112 ab	5,862 ab	6,099
16-8-0	5,593 a	5,587 ab	5,103 ab	5,428
16-8-8	5,698 a	6,004 ab	5,513 ab	5,738
16-8-24	6,007 a	5,865 ab	6,001 a	5,958
Average	5,859	5,937	5,636	5,811
CV. (a) = 5.9 % CV.(b) = 11.5 % (V) = ** ,(F) = **, V x F = *				

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * ** : Significant at 5,1 % level of probability

Table 75 Starch contend of Cassava varieties on Satuk (Suk), Chonburi Province in rainy season 2011/2012

Fertilizer (F)	Varieties (V)			Average
N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	Rayong 9	Rayong 11	CMR46-47-137	
0-0-0	25.2 a	27.7 ab	19.9 ab	24.3
0-8-16	21.3 bc	25.0 bc	21.7 ab	22.6
8-8-16	19.6 c	20.7 de	19.2 ab	19.9
16-8-16	23.1 ab	23.1 cd	20.4 ab	22.2
24-8-16	22.7 abc	23.9 c	21.6 ab	22.7
16-0-16	23.6 ab	19.6 e	22.4 a	21.9
16-16-16	22.5 abc	24.1 c	19.7 ab	22.1
16-8-0	22.0 abc	28.1 a	19.7 ab	23.3
16-8-8	21.5 bc	24.3 c	21.8 ab	22.5
16-8-24	22.7 abc	28.0 a	18.9 b	23.2
Average	22.4	22.5	20.5	2.2
CV. (a) = 7.1 % CV.(b) = 7.7 % พันธุ์ (V) = ** ,ปุ๋ย (F) = **, V x F = **				

Table 76 Starch yield of Cassava varieties on Satuk (Suk), Chonburi Province in rainy season 2011/2012 (Kg/rai)

Fertilizer (F)	Varieties (V)			*Average*
N-P_2O_5-K_2O Kg/rai	Rayong 9	Rayong 11	CMR46-47-137	
0-0-0	1,099 b	1,151 c	938 b	1,063
0-8-16	1,230 ab	1,532 b	1,190 ab	1,320
8-8-16	1,273 ab	1,029 c	1,220 ab	1,174
16-8-16	1,544 a	1,564 ab	1,131 ab	1,413
24-8-16	1,267 ab	1,528 b	1,317 a	1,371
16-0-16	1,437 ab	1,146 c	1,260 ab	1,281
16-16-16	1,425 ab	1,473 b	1,104 ab	1,334

16-8-0	1,230 ab	1,570 ab	1,008 ab	1,269
16-8-8	1,225 ab	1,463 b	1,193 ab	1,286
16-8-24	1,358 ab	1,739 a	1,135 ab	1,411
Average	1,309	1,420	1,151	1,293

CV. (a) = 8.3 % CV.(b) = 13.6 % พันธุ์ (V) = ** ,ปุ๋ย (F) = **, V x F = **

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1 % level of probability

Table 77 yield and yield components of Cassava varieties on Loamy sand soil, Satuk (Suk),

Chonburi Province in rainy season 2012/2013

Varieties (V)	Height (cm)	Yield (Kg/rai)	Starch contend (%)	Starch yield (Kg/rai)
Rayong 9	243 A	4,423 A	27.9 a	1,234 a
Rayong 11	205 B	3,678 B	27.3 a	1,006 b
CMR46-47-137	199 B	3,885 B	25.7 b	1,002 b
F-test	**	**	**	**
CV. (%)	14.2	13.7	2.5	13.2
Fertilizer (F) N-P_2O_5-K_2O				
0-0-0	163 f	2,544 d	26.6	681 e
0-8-16	181 e	3,017 c	26.5	809 d
8-8-16	206 d	3,992 b	26.9	1,073 c
16-8-16	238 ab	4,533 a	26.6	1,211 ab
24-8-16	251 a	4,645 a	27.4	1,273 a
16-0-16	228 bc	3,997 b	27.0	1,081 bc
16-16-16	231 bc	4,467 a	27.5	1,233 a
16-8-0	209 d	3,963 b	27.4	1,081 bc
16-8-8	219 cd	4,221 ab	27.1	1,143 abc
16-8-24	233 bc	4,574 a	26.6	1,218 a
Average	216	3,995	27.0	1,080
F-test	**	**	ns	**
CV. (%)	8.2	11.0	2.9	12.0
V x F	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 78 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different nutrient managements on Loamy sandl, in rainy season 2011/2012 - 2012/2013

Treatments	Yield 2011 (Kg/rai)	Yield 2012 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Total cost (Bath/rai)	Benefit 2011 (Bath/rai)	Benefit 2012 (Bath/rai)	Average (Bath/rai)	MRR (%)
Varieties								
Rayong 9	5,859	4,423 a	5,141	2,805	9,498	6,484	7,991	-
Rayong 11	5,788	3,678 b	4,733	2,805	9,347	4,918	7,133	-
CMR46-47-137	5,636	3,885 b	4,761	2,805	9,031	5,353	7,192	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$								
16-8-0	5,963	3,963 b	4,963	755	10,643	7,568	9,106	
0-8-16	5,945	3,992 b	4,969	944	11,275	5,390	8,333	71
16-0-16	5,955	3,997 b	4,961	1,031	11,239	7,363	9,301	
16-8-8	5,703	4,221 ab	4,962	1,039	11,012	7,826	9,419	1,475
8-8-16	5,945	3,992 b	4,969	1,068	11,416	7,315	9,366 D	
16-8-16	6,336	4,533 a	5,435	1,303	12,003	8,216	10,110	2,383
24-8-16	6,018	4,645 a	5,332	1,551	11,087	8,204	9,646 D	
16-8-24	5,958	4,574 a	5,265	1,567	10,944	8,038	9,491 D	
16-16-16	6,017	4,467 a	5,243	1,594	11,215	7,787	9,501 D	

D is dominated treatment. 2011-2012 cassava price 2.10 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,805 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 79 Soil analysis before planting on Nong Bon Series in Chonburi Province in rainy season 2013/2014

Depth (cm)	pH[1]	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Texture[5]
UTM 47 P **X 0734161 Y 1451295**					
0-20	4.4	0.80	63	67	Loamy sand
20-50	4.0	0.30	5	56	Loamy sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)

[4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 80 Nitrogen response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on Loamy sand soil, Chonburi Province in rainy season 2013/2014 – 2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Kasetsart 50	5,901 B	7,535 A	6,718 A	25.6 B	28.9 B	27.2
Rayong86-13	6,717 A	5,918 B	6,318 B	28.1 A	30.6 A	29.3
F-test	**	**	*	**	*	NS
CV. (%)	14.17	6.90	9.30	7.04	7.40	6.30
N-P_2O_5-K_2O (F)						
0-8-16	5,117 b	4,983 c	5,050 c	27.3	30.7	29.0
8-8-16	5,549 b	6,654 b	6,102 b	26.3	30.5	28.4
16-8-16	7,397 a	7,406 ab	7,402 a	27.6	29.9	28.8
24-8-16	7,171 a	7,863 a	7,517 a	26.3	27.9	27.1
Average	6,309	6,727	6,518	26.8	29.7	28.3
F-test	**	**	**	NS	NS	NS
CV. (%)	10.40	12.60	12.70	5.80	4.0	5.70
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 81 Nitrogen response to Starch yield of Cassava varieties on Loamy sand soil, Nong Bon Series Chonburi Province in rainy season 2013/2014 – 2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Kasetsart 50	1,517 B	2,163 A	1,840	0.67	0.65	0.66
Rayong86-13	1,908 A	1,808 B	1,858	0.68	0.61	0.64
F-test	**	**	NS	*	NS	NS
CV. (%)	14.10	11.20	7.50	2.40	13.90	14.10
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
0-8-16	1,404 b	1,534 b	1,469 c	0.71 a	0.65	0.68
8-8-16	1,518 b	2,025 a	1,772 b	0.67 b	0.66	0.67
16-8-16	2,037 a	2,204 a	2,121 a	0.66 b	0.61	0.64
24-8-16	1,890 a	2,181 a	2,036 a	0.66 b	0.63	0.65
Average	1,713	1,986	1,849	0..67	0.63	0.65
F-test	**	**	**	NS	NS	NS
CV. (%)	10.10	14.10	11.50	4.30	9.70	6.70
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 82 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Nitrogen managements on Loamy sand soil, Nong Bon Series, Chonburi Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg./rai)	Yield 2014 (Kg./rai)	Average (Kg/rai)	Total Cost	Benefit 2013 (Baht/rai)	Benefit 2014 (Baht/rai)	Average (Baht/rai)	MRR (%)
Varieties								
Kasetsart 50	5,901	7,535	6,718	2,800	11,953	16,038	13,996	-
Rayong86-13	6,717	5,918	6,318	2,800	13,993	11,995	12,994	-

N-P2O5-K2O							
0-8-16	5,117	4,983	5,050	944	11,848	11,513	11,681	-
8-8-16	5,549	6,654	6,102	1,068	12,804	15,567	14,186	2,018
16-8-16	7,397	7,406	7,402	1,303	17,190	17,212	17,201	1,285
24-8-16	7,171	7,863	7,517	1,551	D	18,106	17,241	16

D is dominated treatment. 2013/2014 - 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 83 Phosphorus response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on

on Loamy sand soil, Chonburi Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Kasetsart 50	6,715 B	5,867 B	6,291 B	25.4 B	25.4 B	25.4 B
Rayong86-13	7,251 A	7,764 A	7,508 A	28.7 A	30.2 A	29.5 A
F-test	**	**	**	**	**	**
CV. (%)	18.80	5.70	4.70	5.60	6.70	8.20
$N-P_2O_5-K_2O$ (F)						
16-0-16	6,478	7,070	6,774	26.8	28.9	27.9
16-4-16	7,083	6,583	6,833	26.8	28.8	27.8
16-8-16	7,397	7,406	7,402	27.6	29.9	28.8
16-16-16	6,973	6,202	6,588	27.0	28.3	27.7
Average	6,983	6,815	6,899	27.1	27.8	27.5
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV. (%)	11.70	14.40	16.60	3.20	4.10	4.80
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 84 Phosphorus response to Starch yield of Cassava varieties on Loamy sand soil, Chonburi Province in rainy season 2013/2014 – 2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Kasetsart 50	1,708 B	1,779 B	1,744 B	0.66	0.64	0.65
Rayong86-13	2,080 A	2,226 A	2,153 A	0.66	0.58	0.62
F-test	**	**	*	NS	NS	NS
CV. (%)	14.03	13.60	6.80	2.84	7.40	3.40
N-P_2O_5-K_2O (F)						
16-0-16	1,746	2,036	1,891	0.68	0.63	0.66
16-4-16	1,912	2,044	1,978	0.67	0.62	0.65
16-8-16	2,037	2,204	2,121	0.65	0.61	0.63
16-16-16	1,880	1,726	1,803	0.64	0.58	0.61
Average	1,894	2,002	1,948	0.66	0..61	0.63
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV. (%)	11.70	13.40	13.70	4.50	8.90	5.90
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 85 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Phosphorus managements on Loamy sand soil, Chonburi Province in rainy season 2013/2014-014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg./rai)	Yield 2014 (Kg./rai)	Average (Kg./rai)	Total Cost	Benefit 2013 (Baht/rai)	Benefit 2014 (Baht/rai)	Average (Baht/rai)	MRR (%)
Varieties								
Kasetsart 50	6,715	5,867	6,291	2,800	13,988	11,868	12,925	-

Rayong86-13	7,251	7,764	7,507	2,800	15,328	16,610	15,969	-
N-P2O5-K2O								
16-0-16	6,478	7,070	6,774	1,031	15,164	16,644	15,904	-
16-4-16	7,083	6,583	6,833	1,174	16,534	15,284	15,909	3
16-8-16	7,397	7,406	7,402	1,303	17,190	17,212	17,201	1,003
16-16-16		6,202					14,875	
	6,973		6,588	1,594	15,838	13,911 D	D	D

D is dominated treatment. 2013/2014 - 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 86 Potassium response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on Loamy sand soil, Chonburi Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Kasetsart 50	7,116	7,436 A	7,276 A	26.1 B	28.8 B	27.4 B
Rayong86-13	7,270	6,354 B	6,812 B	28.5 A	30.3 A	29.4 A
F-test	NS	**	**	**	*	**
CV. (%)	10.66	10.66	8.80	4.69	7.40	2.20
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-8-0	6,526 b	5,532 b	6,029 b	27.2	29.8	28.5
16-8-8	7,592 a	7,162 a	7,377 a	27.2	29.9	28.6
16-8-16	7,397 a	7,406 a	7,402 a	27.6	29.9	28.8
16-8-24	7,257 a	7,482 a	7,370 a	27.4	28.7	28.1
Average	7,193	6,895	7,044	27.3	29.5	28.4
F-test	*	*	**	NS	NS	NS
CV. (%)	6.80	6.80	8.40	4.5	4.0	4.70
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 87 Potassium response to Starch yield of Cassava varieties on on Loamy sand soil, Chonburi Province in rainy season 2013/2014 – 2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Kasetsart 50	1,861 B	2,133 A	1,997	0.66	0.57 B	0.61
Rayong86-13	2,070 A	1,930 B	2,000	0.67	0.61 A	0.64
F-test	**	**	NS	NS	**	NS
CV. (%)	10.56	9.90	10.30	3.98	3.98	7.70
N-P_2O_5-K_2O (F)						
16-8-0	1,773 b	1,634 b	1,704 c	0.66	0.53 b	0.60
16-8-8	2,068 a	2,132 a	2,100 a	0.68	0.62 a	0.65
16-8-16	2,037 a	2,204 a	2,121 a	0.66	0.61 a	0.64
16-8-24	1,984 a	2,137 a	2,061 b	0.66	0.60 a	0.63
Average	1,965	2,013	1,999	0.66	0.59	0.63
F-test	**	*	**	NS	**	NS
CV. (%)	6.10	6.20	6.20	3.80	3.80	4.90
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 88 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Potassium managements on Loamy sand soil, Chonburi Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg./rai)	Yield 2014 (Kg./rai)	Average(Kg/rai)	Total Cost	Benefit 2013 (Baht/rai)	Benefit 2014 (Baht/rai)	Average (Baht/rai)	MRR (%)
Varieties								
Kasetsart 50	7,116	7,436	7,276	2,800	14,990	15,790	15,390	-
Rayong86-13	7,270	6,354	6,812	2,800	15,375	13,085	14,230	-
N-P2O5-K2O								
16-8-0	6,526	5,532	6,029	755	15,560	13,075	14,318	-

16-8-8		7,162			17,941	16,866	17,404	
	7,592		7,377	1,039				**1,086**
16-8-16	7,397	7,406	7,402	1,303	17,190	17,212	17,201	**D**
16-8-24	7,257	7,482	7,370	1,567	16,576	17,138	16,857	**D**

D is dominated treatment. 2013/2014 - 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 89 Characteristics of Huai Pong soil series at Rayong Province before planting Cassava in 2011/2012

Soil depth (cm)	pH[1] (soil: water 1:1)	Organic matter[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Textural[5] class
0-20	4.5	1.00	100	44	Loamy sand
20-50	4.7	0.95	105	46	Loamy sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)

[4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 90 Height and Fresh Yield of Cassava varieties on Huai Pong (Hp), in rainy season 2011/2012 – 2012/2013

Varieties (V)	Height 2011 (cm)	Height2012 (cm)	Average (cm)	Yield 2011 (Kg/rai)	Yield 2012 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)
Rayong 9	227 A	211	219 A	6,578	5,970 A	6,274 A
Rayong 11	205 B	201	203 B	6,367	5,514 B	5,941 B
CMR46-47-137	199 B	204	202 B	6,361	5,603 B	5,982 B
F-test	*	NS	**	NS	**	**
CV. (%)	24.1	21.7	10.0	10.7	9.5	8.7

N-P_2O_5-K_2O (F)

0-0-0	165 d	170 f	168 d	4,083 e	3,726 e	3,904 f
0-8-16	195 c	199 de	197 bc	5,459 d	4,923 d	5,191 e
8-8-16	198 c	208 d	203 bc	6,311 c	5,507 c	5,909 c
16-8-16	215 bc	225 bc	220 ab	7,116 ab	6,486 ab	6,801 ab
24-8-16	241 a	227 abc	234 a	7,619 a	6,778 a	7,199 a
16-0-16	216 bc	213 cd	215 bc	6,443 bc	5,741 c	6,092 bc
16-16-16	224 ab	234 ab	229 ab	7,089 ab	6,473 ab	6,784 ab
16-8-0	195 c	191 e	193 bc	6,248 c	4,741 d	5,495 d
16-8-8	220 b	213 cd	217 abc	6,283 c	5,850 bc	6,067 bc
16-8-24	234 a	243 a	239 a	7,702 a	6,729 a	7,216 a
Average	210	212	211	6,435	5,695	6,065
F-test	**	**	**	**	**	*
CV. (%)	9.6	7.7	2.5	11.4	9.4	9.3
V x F	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan

Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1 % level of probability, ns: not significant

Table 91 Starch and Starch Yield of Cassava varieties on Huai Pong (Hp) , in rainy season 2011/2012 – 2012/2013

Varieties (V)	Starch 2011 (%)	Starch 2012 (%)	Average (%)	Starch Yield 2011 (Kg/rai)	Starch Yield 2012(Kg/rai)	Average (Kg/rai)
Rayong 9	31.9 A	30.8 A	31.4 A	2,096 A	1,843 A	1,970 A
Rayong 11	30.3 B	29.6 AB	30.0 B	1,921 B	1,632 B	1,777 B
CMR46-47-137	31.5 A	28.0 B	29.8 B	2,012 AB	1,571 B	1,792 B
F-test	**	**	**	**	**	**

CV. (%)	3.6	7.0	4.9	10.1	13.7	11.3
N-P_2O_5-K_2O (F)						
0-0-0	30.8 bc	29.5	30.2	1,281 f	1,100 e	1,191 d
0-8-16	31.6 ab	30.0	30.8	1,723 e	1,474 d	1,599 c
8-8-16	30.4 c	29.9	30.2	1,920 de	1,651 c	1,786 bc
16-8-16	30.8 bc	29.5	30.2	2,192 abc	1,919 a	2,056 ab
24-8-16	31.0 bc	29.2	30.1	2,354 a	1,983 a	2,169 a
16-0-16	32.1 a	30.2	31.2	2,066 bcd	1,734 bc	1,900 b
16-16-16	31.3 abc	28.7	30.0	2,226 ab	1,867 ab	2,047 ab
16-8-0	30.9 bc	28.6	29.8	1,861 de	1,360 d	1,611 bc
16-8-8	31.5 abc	29.6	30.6	2,050 bcd	1,736 bc	1,893 b
16-8-24	31.5 abc	29.7	30.6	2,424 a	1,996 a	2,210 a
Average	31.2	29.5	30.3	2010	1,682	1,846
F-test	*	ns	ns	**	**	**
CV. (%)	3.3	3.2	2.2	11.6	10.2	9.3
V x F	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1 % level of probability, ns: not significant

Table 92 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different nutrient managements on Huai Pong (Hp) in rainy season 2011/2012 – 2012/2013

Treatments	Yield 2011 (Kg/rai)	Yield 2012 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Total cost (Bath/rai)	Benefit 2011 (Bath/rai)	Benefit 2012 (Bath/rai)	Average (Bath/rai)	MRR (%)
Varieties								
Rayong 9	6,578	5,970 A	6,274	2,805	11,009	9,732	10,372	-
Rayong 11	6,367	5,514 B	5,941	2,805	10,566	8,774	9,671	-
CMR46-47-	6,361	5,603 B	5,982	2,805	10,553	8,961	9,757	-

137								
$N-P_2O_5-K_2O$								
16-8-0	6,248 c	4,741 d	5,495	755	12,367	9,200	10,546	
0-8-16	5,459 d	4,923 d	5,191	944	10,519	9,394	9,957	
16-0-16	6,443 bc	5,741 c	6,092	1,031	12,499	11,026	11,763	441
16-8-8	6,283 c	5,850 bc	6,067	1,039	12,155	11,246	11,701D	
8-8-16	6,311 c	5,507 c	5,909	1,068	12,184	10497	11,341 D	
16-8-16	7,116 ab	6,486 ab	6,801	1,303	13,640	12,318	12,979	447
24-8-16	7,619 a	6,778 a	7,199	1,551	14,448	12,682	13,565	236
16-8-24	7,702 a	6,729 a	7,216	1,567	14,607	12,565	13,586	131
16-16-16	7,095 ab	6,473 ab	6,784	1,594	13,306	11999	12,653 D	

D is dominated treatment. 2011-2012 cassava price 2.10 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,805 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 93 Soil analysis before planting on Ban Bueng Series in Rayong Province in rainy season 2013/2014

Depth (cm)	pH[1]	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Texture[5]
UTM 47 P X 0733659 Y 1411024					
0-20	3.70	0.70	17	38	Loamy sand
20-50	3.40	0.62	6	24	Loamy sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)

[4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 94 Nitrogen response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on Sandy soil, Maung District, Rayong Province in rainy season 2556/255 - 2557/2558

Treatments	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 .(%)	Starch 2014 .(%)	Average .(%)
Kasetsart 50	4,698 B	5,352 A	5,025	26.1 B	24.8 B	25.4 B
Rayong86-13	5,018 A	5,122 B	5,070	29.8 A	28.3 A	29.0 A
F-test	**	**	NS	**	**	**
CV. (%)	5.40	3.10	9.30	4.80	3.50	5.0
$N-P_2O_5-K_2O$ (F)						
0-8-16	4,173 b	4,326 b	4,249 b	27.5	26.8	27.1
8-8-16	4,421 b	4,544 b	4,482 b	28.0	26.7	27.3
16-8-16	5,495 a	5,889 a	5,692 a	28.2	26.9	27.5
24-8-16	5,343 a	6,190 a	5,766 a	28.1	26.0	27.0
Average	4,858	4,910	5,048	27.9	26.5	27.2
F-test	**	**	**	NS	NS	NS
CV. .(%)	8.20	10.7	9.70	4.50	4.50	3.89
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 95 Nitrogen response to Starch yield of Cassava varieties on on Loamy sand, Maung District, Rayong Province in rainy season 2013/2014 – 2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Kasetsart 50	1,226 B	1,325 B	1,275 B	0.64 B	0.69 b	0.66 B
Rayong86-13	1,496 A	1,457 A	1,476 A	0.68 A	0.73 A	0.70 A
F-test	**	**	**	**	**	**
CV. (%)	8.90	7.50	10.76	2.30	1.60	1.93
$N-P_2O_5-K_2O$ (F)						
0-8-16	1,146 b	1,160 b	1,153 b	0.65	0.75 a	0.70
8-8-16	1,239 b	1,214 b	1,226 b	0.65	0.73 a	0.69

16-8-16	1,549 a	1,582 a	1,565 a	0.67	0.67 b	0.67
24-8-16	1,509 a	1,608 a	1,558 a	0.68	0.69 b	0.68
Average	1,361	1,391	1,376	0.66	0.71	0.68
F-test	**	NS	**	NS	**	NS
CV. (%)	7.90	13.60	11.0	6.60	3.10	6.50
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 96 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Nitrogen managements on Loamy sand Ban Bueng Series, Maung District, Rayong Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg./rai)	Yield 2014 (Kg./rai)	Average (Kg/rai)	Total Cost	Benefit 2013 (Baht/rai)	Benefit 2014 (Baht/rai)	Average (Baht/rai)	MRR (%)
Varieties								
Kasetsart 50	4,698	5,352	5,025	2,800	8,945	10,580	9,763	-
Rayong86-13	5,018	5,122	5,070	2,800	9,745	10,005	9,875	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)								
0-8-16	4,173	4,326	4,249	944	9,488	9,871	9,680	
8-8-16	4,421	4,544	4,482	1,068	9,984	10,292	10,138	369
16-8-16	5,495	5,889	5,692	1,303	12,435	13,420	12,928	1,189
24-8-16	5,343	6,190	5,766	1,551	11,806 D	13,924	12,865 D	D

D is dominated treatment. 2013/2014 - 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 97 Phosphorus response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on

Loamy sand Ban Bueng Series, Maung District, Rayong Province in rainy season

2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average.(%)
Kasetsart 50	4,938	5,847	5,392	26.2 B	25.8 B	26.0 B
Rayong86-13	5,036	5,160	5,098	29.8 A	28.0 A	28.9 A
F-test	NS	NS	NS	**	**	**
CV. (%)	6.60	12.10	18.13	4.30	7.50	6.80
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-0-16	4,629	5,552 a	5,090 b	28.5	26.9	27.7
16-4-16	4,850	5,363 bc	5,106 b	27.9	27.4	27.6
16-8-16	5,495	5,889 a	5,692 a	28.2	26.9	27.5
16-16-16	4,975	5,210 c	5,092 b	27.3	26.3	26.8
Average	4,987	5,504	5,245	28.0	26.9	27.4
F-test	NS	**	**	NS	*	NS
CV. (%)	12.30	5.50	9.10	4.10	1.90	3.30
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using

Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 98 Phosphorus response to Starch yield of Cassava varieties on on Loamy sand Ban Bueng Series, Maung District, Rayong Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Kasetsart 50	1,298 B	1,507	1,402	0.63	0.64	0.63
Rayong86-13	1,501 A	1,448	1,474	0.67	0.71	0.69
F-test	**	NS	NS	NS	NS	NS
CV..(%)	3.90	18.7	13.50	9.70	5.70	3.70

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-0-16	1,320	1,491 a	1,405 b	0.63	0.70	0.66
16-4-16	1,373	1,471 bc	1,422 b	0.64	0.67	0.65
16-8-16	1,549	1,582 a	1,565 a	0.67	0.67	0.67
16-16-16	1,356	1,367 c	1,361 b	0.67	0.68	0.67
Average	1,399	1,478	1,438	0.65	0.68	0.66
F-test	NS	*	**	NS	NS	NS
CV. (%)	11.40	6.4	9.20	6.30	6.10	4.20
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1 % level of probability, ns: not significant

Table 99 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Phosphorus managements on on Loamy sand Ban Bueng Series, Maung District, Rayong Province

in rainy season 2013/2014-2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg./rai)	Yield 2014 (Kg./rai)	Mean (Kg/rai)	Total Cost	Benefit 2013 (Baht/rai)	Benefit 2014 (Baht/rai)	Mean (Baht/rai)	MRR (%)
Varieties								
Kasetsart 50	4,938	5,847	5,393	2,800	9,545	11,818	10,682	-
Rayong86-13	5,036	5,160	5,098	2,800	9,790	10,100	9,945	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)								
16-0-16	4,629	5,552	5,091	1,031	10,541	12,849	11,695	
16-4-16	4,850	5,363	5,107	1,174	10,951	12,234	11,593	D
16-8-16	5,495	5,889	5,692	1,303	12,435	13,420	12,928	1,034
16-16-16	4,975	5,210	5,093	1,594	10,843 D	11,431 D	11,137 D	D

D is dominated treatment. 2013/2014 - 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 100 Potassium response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on Loamy sand Ban Bueng Series, Maung District, Rayong Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Kasetsart 50	5,165	5,316	5,240	26.0 B	25.5	25.7 B
Rayong86-13	5,293	4,878	5,085	29.8 A	27.5	28.6 A
F-test	NS	NS	NS	**	NS	**
CV. (%)	11.90	2.60	11.51	7.30	5.50	7.90
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-8-0	4,491 b	4,278 d	4,384 c	27.4	25.5	26.4
16-8-8	5,086 ab	4,938 c	5,012 b	27.7	26.8	27.2
16-8-16	5,495 a	5,889 a	5,692 a	28.2	26.9	27.5
16-8-24	5,842 a	5,283 b	5,562 a	28.4	26.7	27.5
Average	5,548	5,097	5,163	27.9	26.5	27.1
F-test	*	*	**	NS	NS	NS
CV.(%)	11.20	8.80	11.40	4.70	3.2	4.20
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1 % level of probability, ns: not significant

Table 101 Potassium response to Starch yield of Cassava varieties on on Loamy sand BanBueng Series, Maung District, Rayong Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Kasetsart 50	1,346 B	1,358	1,352 B	0.64	0.65 B	0.64 B
Rayong86-13	1,580 A	1,351	1,465 A	0.68	0.71 A	0.69 A
F-test	**	NS	*	NS	**	**
CV. (%)	16.60	5.10	17.48	11.80	3.0	7.91

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-8-0	1,232 c	1,090 d	1,161 c	0.64	0.69	0.66
16-8-8	1,410 bc	1,328 c	1,369 b	0.68	0.70	0.69
16-8-16	1,549 ab	1,582 a	1,565 a	0.67	0.67	0.67
16-8-24	1,662 a	1,419 b	1,540 a	0.65	0.68	0.66
Average	1,463	1,354	1,409	0.66	0.68	0.67
F-test	**	*	**	NS	NS	NS
CV. (%)	12.00	11.40	13.40	6.50	4.0	5.40
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5 % level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1 % level of probability, ns: not significant

Table 102 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Potassium managements on on Loamy sand Ban Bueng Series, Maung District, Rayong Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg./rai)	Yield 2014 (Kg./rai)	Average (Kg/rai)	Total Cost	Benefit 2013 (Baht/rai)	Benefit 2014 (Baht/rai)	Average (Baht/rai)	MRR (%)
Varieties								
Kasetsart 50	5,165	5,316	5,241	2,800	10,113	10,490	10,302	-
Rayong86-13	5,293	4,878	5,086	2,800	10,433	9,395	9,914	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)								
16-8-0	4,491	4,278	4,385	755	10,473	9,940	10,207	
16-8-8	5,086	4,938	5,012	1,039	11,676	11,306	11,491	452
16-8-16	5,495	5,889	5,692	1,303	12,435	13,420	12,928	544
16-8-24	5,842	5,283	5,563	1,567	13,038	11,641 D	12,340 D	D

D is dominated treatment. 2013/2014 - 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 103 Characteristics of Chou Buri soil series at Chon Buri Province before planting Cassava in 2011/2012.

Soil depth (cm)	pH[1] (soil: water 1:1)	Organic matter (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)	Textural class
0-20	3.7	0.70	17	38	Loamy sand
20-50	3.4	0.62	6	24	Loamy sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)

[4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 104 Yield and yield components of Cassava varieties, on Chon Buri (Cb) in rainy season 2011 - 2012.

Varieties (V)	Yield 2011 (Kg/rai)	Yield 2012 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Height 2011 (cm)	Height 2012 (cm)	Average (cm)
Rayong 9	3,758 A	3,778 B	3,768 A	194 A	189 A	192 A
Rayong 11	2,660 B	4,090 A	3,375 B	166 B	179 B	173 B
CMR46-39-42	2,771 B	3,391 B	3,081 B	141 B	173 B	157 B
F-test	**	**	**	**	**	**
CV. (%)	16.6	12.3	10.2	7.2	9.1	6.7
N-P_2O_5-K_2O (F)						
0-0-0	1,753 g	3,181 fg	2,467 f	132 c	154 c	143 d
0-8-16	2,269 f	3,161 fg	2,715 e	143 c	178 b	161 c
8-8-16	2,582 ef	3,779 cde	3,181 d	145 c	178 b	162 c
16-8-16	3,577 b	4,179 abc	3,878 ab	176 ab	183 ab	180 ab
24-8-16	4,203 a	4,368 ab	4,286 a	191 a	190 ab	191 a
16-0-16	2,693 de	3,251 ef	2,972 de	179 ab	177 b	178 ab
16-16-16	3,323 bc	4,027 bcd	3,675 bc	167 b	184 ab	176 b
16-8-0	3,005 cd	3,096 g	3,051 d	175 ab	182 ab	179 ab
16-8-8	3,256 bc	3,725 de	3,491 bc	183 ab	183 ab	183 ab
16-8-24	3,969 a	4,494 a	4,232 a	178 ab	194 a	186 ab
Average	3,063	3,753	3,408	167	180	174
F-test	**	**	**	**	**	**
CV. (%)	13.3	10.9	9.3	11.2	7.7	7.3
V x F	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 105 Starch and Starch Yield of Cassava varieties, on Chon Buri (Cb) in rainy season 2011 - 2012.

Varieties (V)	Starch 2011 (%)	Starch 2012 (%)	Average (%)	Starch Yield 2011 (Kg/rai)	Starch Yield 2012(Kg/rai)	Average (Kg/rai)
Rayong 9	28.0	24.1	26.0	1,050 A	908 A	979 A
Rayong 11	28.0	23.3	25.7	744 B	945 A	845 B
CMR46-39-42	27.1	23.4	25.3	750 B	793 B	772 B
F-test	NS	NS	NS	**	**	**
CV. (%)	10.6	2.2	6.4	19.1	14.3	16.9
N-P_2O_5-K_2O (F)						
0-0-0	28.0 abc	24.3	26.2	494 g	771 d	633 e
0-8-16	27.4cd	24.1	25.8	620 f	764 de	692 d
8-8-16	27.4 bcd	24.2	25.8	713 ef	888 b	801 c
16-8-16	28.4 abc	24.3	26.4	1,015 bc	1,015 a	1,015 ab
24-8-16	26.7 d	22.9	24.8	1,128 a	1,002 ab	1,065 a
16-0-16	27.4 bcd	23.0	25.2	739 e	811 c	775 c
16-16-16	27.2 cd	23.0	25.1	910 cd	925 b	918 b
16-8-0	28.9 a	23.5	26.2	868 d	732 e	800 c
16-8-8	28.6 ab	23.0	25.8	931 cd	857 bc	894 b
16-8-24	26.7 d	23.5	25.1	1,059 ab	1,054 a	1,057 a
Average	27.7	23.6	25.6	848	882	865
F-test	**	ns	ns	**	**	**
CV. (%)	4.1	5.1	2.9	12.9	11.5	9.7
V x F	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 106 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different nutrient managements in rainy season 2011/2012 - 2012/2013

Varieties	Yield 2011 (Kg/rai)	Yield 2012 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Total cost (Bath/rai)	Benefit 2011 (Bath/rai)	Benefit 2012 (Bath/rai)	Average (Bath/rai)	MRR (%)
Rayong 9	3,758 A	3,778 B	3,768	2,805	5,087	5,128	5,108	-
Rayong 11	2,660 B	4,090 A	3,375	2,805	2,781	5,785	4,283	-
CMR46-39-42	2,771 B	3,391 B	3,081	2,805	3,014	4,315	3,665	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$								
16-8-0	3,005 cd	3,096 g	3,051	755	5,556	5,747	5,652	
0-8-16	2,269 f	3,161 fg	2,715	944	3,821	5,693	4,757 D	
16-0-16	2,693 de	3,251 ef	2,972	1,031	4,624	6,364	5,494 D	
16-8-8	3,256 bc	3,725 de	3,491	1,039	5,798	6,783	6,291	225
8-8-16	2,582 ef	3,779 cde	3,181	1,068	4,354	6,863	5,609 D	
16-8-16	3,577 b	4,179 abc	3,878	1,303	6,208	7,472	6,840	234
24-8-16	4,203 a	4,368 ab	4,286	1,551	7,275	7,621	7,448	245
16-8-24	3,969 a	4,494 a	4,232	1,567	6,769	7,871	7,320 D	
16-16-16	3,323 bc	4,027 bcd	3,675	1,594	5,385	6,863	6,124 D	

D is dominated treatment. 2011-2012 cassava price 2.10 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,805 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 107 Soil analysis before planting and Soil Profile on Mabbon Series in Rayong Province in rainy season 2013/2014

Depth (cm)	pH[1]	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Texture[5]
UTM 47 P X 0739948 Y 1426412					
0-20	4.9	0.89	10	16	Loamy sand
20-50	4.8	0.52	8	14	Loamy sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)

[4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 108 Nitrogen response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on Loamy sand soil Pluakdaeng District, Rayong Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Kasetsart 50	5,383	4,168	4,776	24.1 B	26.5 B	25.3 B
Rayong86-13	5,449	3,684	4,567	28.9 A	29.6 A	29.3 A
F-test	NS	NS	NS	**	*	**
CV. (%)	15.00	16.15	12.80	7.20	4.27	5.3
N-P_2O_5-K_2O (F)						
0-8-16	4,521 b	3,047 b	3,784 c	25.5	27.9	26.7
8-8-16	4,791 b	3,679 b	4,235 b	27.0	27.9	27.5
16-8-16	5,929 a	4,409 a	5,169 a	27.5	28.3	27.9
24-8-16	6,423 a	4,569 a	5,496 a	26.1	28.1	27.1
Average	5,416	3,926	4,672	26.5	28.1	27.3
F-test	**	**	**	NS	NS	NS
CV. (%)	9.50	13.30	11.50	3.10	3.80	3.0
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 109 Nitrogen response to Starch yield of Cassava varieties on Loamy sand soil, Pluakdaeng, Rayong Province in rainy season 2013/2014 – 2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Kasetsart 50	1,302 B	1,106	1,204 B	0.69 A	0.66	0.68
Rayong86-13	1,568 A	1,093	1,331 A	0.67 B	0.64	0.66
F-test	**	NS	**	*	NS	NS
CV. (%)	10.30	14.38	9.84	2.90	6.34	5.26
N-P_2O_5-K_2O (F)						
0-8-16	1,155 b	842 c	999 c	0.73 a	0.69 a	0.71 a
8-8-16	1,278 b	1,018 b	1,148 b	0.71 a	0.68 a	0.70 a
16-8-16	1,629 a	1,247 a	1,438 a	0.65 b	0.63 ab	0.64 b

24-8-16	1,677 a	1,291 a	1,484 a	0.64 b	0.61 b	0.63 b
Average	1,435	1,100	1,268	0.68	0.65	0.67
F-test	**	NS	**	**	*	**
CV. (%)	9.80	13.60	7.60	3.20	7.30	5.50
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 110 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Nitrogen Managements on Loamy sand soil, Pluakdaeng District, Rayong Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg./rai)	Yield 2014 (Kg./rai)	Average (Kg/rai)	Total Cost	Benefit 2013 (Baht/rai)	Benefit 2014 (Baht/rai)	Average (Baht/rai)	MRR (%)
Varieties								
Kasetsart 50	5,383	4,168	4,776	2,800	10,658	7,620	9,139	-
Rayong86-13	5,449	3,684	4,567	2,800	10,823	6,410	8,617	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$								
0-8-16	1,155 b	3,047 b	3,784	944	10,358	6,673	8,516	-
8-8-16	1,278 b	3,679 b	4,235	1,068	10,909	8,129	9,519	808
16-8-16	1,629 a	4,409 a	5,169	1,303	13,520	9,720	11,620	894
24-8-16	1,677 a	4,569 a	5,496	1,551	14,506	9,871	12,189	229

D is dominated treatment. 2013/2014 - 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 111 Phosphorus response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on Loamy sand soil, Pluakdaeng District, Rayong Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Treatments	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Kasetsart 50	5,931	4,029	4,980	25.8 B	26.6 B	26.2 B
Rayong86-13	5,994	4,322	5,158	29.1 A	30.1 A	29.6 A
F-test	NS	NS	NS	**	**	**
CV. (%)	11.90	14.13	11.20	8.10	6.19	8.70

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-0-16	5,789	3,633 b	4,711 b	27.2	27.4 b	27.3
16-4-16	6,168	4,443 a	5,306 a	27.7	29.1 a	28.4
16-8-16	5,929	4,409 a	5,169 a	27.5	28.3 ab	27.9
16-16-16	5,963	4,217 a	5,090 a	27.5	28.6 a	28.1
Average	5,963	4,176	5,069	27.5	28.4	27.9
F-test	NS	**	**	NS	*	NS
CV. (%)	9.10	10.10	12.90	4.40	3.10	6.20
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 112 Phosphorus response to Starch yield of Cassava varieties on Loamy sand soil, Pluakdaeng District , Rayong Province in rainy season 2013/2014 – 2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Kasetsart 50	1,536 B	1,077	1,307 b	0.64	0.65	0.65
Rayong86-13	1,742 A	1,296	1,519 a	0.64	0.61	0.63
F-test	*	NS	*	NS	NS	NS
CV. (%)	18.4	12.34	22.38	6.0	9.50	2.24
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-0-16	1,581	1,001 b	1,291 b	0.64	0.64	0.64
16-4-16	1,708	1,292 a	1,500 a	0.65	0.64	0.65
16-8-16	1,629	1,247 a	1,438 a	0.65	0.64	0.65
16-16-16	1,637	1,207 a	1,422 a	0.63	0.62	0.63
Average	1,639	1,187	1,413	0.64	0.63	0.64
F-test	NS	**	*	NS	NS	NS
CV. (%)	11.10	9.90	10.30	3.60	6.20	5.90
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 113 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Phosphorus managements on Loamy sand soil, Pluakdaeng District, Rayong Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties	Yield 2013 (Kg./rai)	Yield 2014 (Kg./rai)	Average (Kg/rai)	Total Cost	Benefit 2013 (Baht/rai)	Benefit 2014 (Baht/rai)	Average (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	5,931	4,029	4,980	2,800	12,028	7,273	9,651	-
Rayong86-13	5,994	4,322	5,158	2,800	12,185	8,005	10,095	-
N-P2O5-K2O								
16-0-16	5,789	3,633	4,711	1,031	13,441	8,051	10,746	-
16-4-16	6,168	4,443	5,306	1,174	14,246	9,934	12,090	942
16-8-16	5,929	4,409	5,169	1,303	13,520	9,720	11,620	D
16-16-16	5,963	4,217	5,090	1,594	13,313	8,948	11,131	D

D is dominated treatment. 2013/2014 - 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.
The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.
46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg
0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 114 Potassium response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on Loamy sand soil, Pluakdaeng District, Rayong Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Varieties	Yield2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch2013 (%)	Starch2014 (%)	Average (%)
Kasetsart 50	5,823	4,212	5,018	24.7 B	26.7	25.7 B
Rayong86-13	5,550	4,164	4,857	28.8 A	29.7	29.3 A
F-test	NS	NS	NS	**	NS	**
CV. (%)	11.50	16.40	11.20	6.90	6.99	6.80
$N-P_2O_5-K_2O$ (F)						
16-8-0	5,277	3,700 b	4,489 b	25.5	26.5 b	26.0 c
16-8-8	5,630	4,218 ab	4,924 b	27.0	28.6 a	27.8 b
16-8-16	5,929	4,409 a	5,169 a	27.5	28.3 a	27.9 b
16-8-24	5,907	4,423 a	5,165 a	27.1	29.4 a	28.3 a
Average	5,687	4,188	4,938	26.8	28.2	27.5

F-test	NS	*	*	NS	**	*
CV. (%)	7.40	10.00	10.70	5.00	3.60	4.80
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT

Table 115 Potassium response to Starch yield of Cassava varieties on Loamy sand soil, Pluakdaeng District, Rayong Province in rainy season 2013/2014 – 2014/2015

Treatments	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Kasetsart 50	1,440 B	1,130	1,285 B	0.68	0.64	0.66
Rayong86-13	1,602 A	1,236	1,419 A	0.65	0.64	0.65
F-test	**	NS	*	NS	NS	NS
CV. (%)	15.30	17.90	13.60	8.70	5.84	2.30
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-8-0	1,336 c	974 b	1,155 c	0.67	0.68 a	0.68
16-8-8	1,517 b	1,210 a	1,364 a	0.66	0.64 ab	0.65
16-8-16	1,629 a	1,247 a	1,438 a	0.65	0.64 ab	0.65
16-8-24	1,603 a	1,300 a	1,452 a	0.66	0.61 b	0.64
Average	1,521	1,183	1,352	0.66	0.64	0.65
F-test	*	**	**	NS	**	NS
CV. (%)	9.8	11.0	10.80	2.50	5.83	4.80
V x F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 116 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Potassium managements on Loamy sand soil, Pluakdaeng District, Rayong Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Varieties	Yield 2013 (Kg./rai)	Yield 2014 (Kg./rai)	Average (Kg/rai)	Total Cost	Benefit 2013 (Baht/rai)	Benefit 2014 (Baht/rai)	Average (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	5,823	4,212	5,018	2,800	11,758	7,730	9,744	-

Rayong86-13	5,550	4,164	4,857	2,800	11,075	7,610	9,343	-
$N-P_2O_5-K_2O$								
16-8-0	5,277	3,700 b	4,489	755	12,438	8,495	10,467	-
16-8-8	5,630	4,218 ab	4,924	1,039	13,036	9,506	11,271	283
16-8-16	5,929	4,409 a	5,169	1,303	13,520	9,720	11,620	132
16-8-24	5,907	4,423 a	5,165	1,567	13,201	9,491	11,346	D

D is dominated treatment. 2013/2014 - 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 117 Soil analysis before planting on Chumping Soil Series in Khonkaen Province in rainy season 2011/2012

Depth (cm)	pH (Soil: water 1:1)	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-20	5.5	0.37	3.4	28	63.7	22.3
20-50	5.0	0.2	1.5	10.3	30.7	25.7

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)

[4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 118 Fresh yield and Height of cassava grown on Chumpuang soil series under different levels of fertilizer application at Khonkaen province during 2011/2012 and 2012/2013 cropping seasons.

Varieties	Yield (kg/rai)		Average	Height (cm)		Average
	2011/2012	2012/2013	(kg/rai)	2011/2012	2012/2013	(cm)
Kasetsart 50	6,218	3,074	4,767	171	116	144
Rayong 11	5,805	2,642	4,206	170	105	138
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	13.25	52.96	35.00	51.74	19.06	37.80
$N-P_2O_5-K_2O$						
0-8-16	4,829 c	3,027 ab	3,873 bc	140 b	102 b	121 b
8-8-16	4,866 bc	2,603 ab	3,871 bc	139 b	105 ab	122 b

16-8-16	6,581 a	2,680 ab	5,053 a	193 a	115 ab	154 a
24-8-16	6,594 a	2,910 ab	4,661 ab	184 a	118 a	151 a
16-0-16	4,891 bc	1,794 b	3,534 c	150 b	99 b	124 b
16-16-16	7,063 a	2,985 ab	4,982 a	193 a	109 ab	151 a
16-8-0	6,576 a	2,828 ab	4,725 ab	146 b	111 ab	129 b
16-8-8	6,430 a	3,757 a	4,786 ab	196 a	119 a	157 a
16-8-24	6,275 ab	3,139 ab	4,891 ab	193 a	119 a	156 a
Average	6,012	2,858	4,486	170	111	141
F-test	*	*	*	*	*	*
CV (%)	15.87	37.02	16.42	14.64	12.29	11.93

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 119 Starch content of cassava grown on Chumpuang soil series under different levels of fertilizer application at Khonkaen province during 2011/2012 and 2012/2013 cropping seasons.

Varieties	Starch content (%)		Average (%)
	2011/2012	2012/2013	
Kasetsart 50	30.3	23.8	28.9
Rayong 11	30.5	19.7	27.5
F-Test	ns	ns	ns
CV (%)	11.32	42.73	28.56
N-P_2O_5-K_2O (F)			
0-8-16	29.4	21.9	25.7
8-8-16	30.1	20.9	25.5
16-8-16	31.5	22.6	27.1
24-8-16	31.0	23.4	27.2
16-0-16	30.3	22.0	26.2
16-16-16	30.7	21.2	25.9
16-8-0	30.1	22.2	26.2
16-8-8	29.7	20.6	25.2

16-8-24	30.5	21.2	25.8
Average	30.4	21.8	26.1
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	4.97	10.55	5.50

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 120 Starch yield of cassava grown on Chumpuang soil series under different levels of fertilizer application at Khonkaen province during 2011/2012 and 2012/2013 cropping seasons.

Varieties	Starch yield (kg/rai)		Average (kg/rai)
	2011/2012	2012/2013	
Kasetsart 50	1,887	732	1,379
Rayong 11	1,772	522	1,159
F-Test	ns	ns	ns
CV (%)	16.32	35.78	53.10
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)			
0-8-16	1,225 c	547	941 c
8-8-16	1,669 bc	545	1,162 bc
16-8-16	2,258 a	671	1,584 a
24-8-16	1,942 ab	718	1,294 ab
16-0-16	1,655 bc	588	1,157 bc
16-16-16	2,017 ab	542	1,273 b
16-8-0	1,833 ab	634	1,266 b
16-8-8	1,893 ab	683	1,357 ab
16-8-24	2,010 ab	670	1,368 ab
Average	1,834	622	1,267
F-test	*	ns	*
CV (%)	16.51	36.64	16.37

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 121 Soil analysis before planting 2012/2013 on Khlong Chak (Kc) in King Amphoe Khao Chamao district, Rayong Province

Depth (cm)	pH[1]	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Texture[5]
0 - 20	4.9	1.75	17.0	36.0	Sandy loam
20 - 40	4.7	1.39	10.0	24.0	Sandy loam

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)

[4] Schollenberger and Simon (1945 [5] Hydrometer method

Table 122 Chemical fertilizer response to Fresh yield of Cassava 3 varieties on Khlong Chak (Kc) shallow soil Rayong Province in rainy season 2012

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ Kg/rai (F)	Varieties (V)			Average
	Rayong 9	Rayong 11	CMR 42-44-98	
0-0-0	3158 c	3873 e	3889 b	3640 d
Nitrogen (Kg/rai)				
0-8-16	4349 ab	4555 cde	3982 b	4295 c
8-8-16	5301 a	5428 abc	5396 a	5375 a
16-8-16	4444 ab	5460 abc	5111 a	5005 ab
24-8-16	4984 ab	5619 ab	5817 a	5473 a
Phosphorus (Kg/rai)				
16-0-16	4865 ab	5682 ab	5254 a	5267 a
16-8-16	4444 ab	5460 abc	5111 a	5005 ab
16-16-16	4777 ab	5270 abc	5793 a	5280 a
Potassium (Kg/rai)				
16-8-0	4245 b	4365 de	5389 a	4669 bc
16-8-8	4460 ab	4825 bcd	3968 b	4418 c
16-8-16	4444 ab	5460 abc	5111 a	5005 ab
16-8-24	4658 ab	5873 a	5262 a	5264 a
Average	4525 c	5095 a	4986b	4869

CV. (V) = 11 % CV. (F) = 10.3 % V = ** , (F = ** , V x F = ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 123 Chemical fertilizer response to Starch content of Cassava 3 varieties on Khlong Chak (Kc) shallow soil Rayong Province in rainy season 2012

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ Kg/rai	Varieties (V)			Average
(F)	Rayong 9	Rayong 11	CMR 42-44-98	
0-0-0	23.8 a	26.7 a	20.7 bc	23.7
Nitrogen (Kg/rai)				
0-8-16	22.5 a	26.1 a	22.4 ab	23.7
8-8-16	23.8 a	27.6 a	21.7 b	24.4
16-8-16	24.6 a	27.3 a	21.1 b	24.4
24-8-16	24.4 a	25.7 a	20.0 bc	23.4
Phosphorus (Kg/rai)				
16-0-16	23.1 a	26.4 a	25.0 a	24.9
16-8-16	24.6 a	27.3 a	21.1 b	24.4
16-16-16	24.5 a	27.2 a	20.8 bc	24.2
Potassium (Kg/rai)				
16-8-0	24.6 a	26.4 a	17.8 c	22.9
16-8-8	24.5 a	266 7a	20.0 bc	24.0
16-8-16	24.6 a	27.3 a	21.1 b	24.4
16-8-24	23.5 a	26.7 a	22.7 ab	24.3
Average	24.0 b	26.7 a	21.2 c	
CV. (V) = 7.2 % CV. (F) = 7.2 % V = ** , F = ** , V x F = *				

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 124 Chemical fertilizer response to Starch yield of Cassava 3 varieties on Khlong Chak (Kc) shallow soil Rayong Province in rainy season 2011

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ Kg/rai	Varieties (V)			Average
(F)	Rayong 9	Rayong 11	CMR 42-44-98	
0-0-0	750c	1035d	806a	863c
Nitrogen (Kg/rai)				
0-8-16	977b	1189cd	1045a	1070b
8-8-16	1259a	1498ab	1107a	1309a
16-8-16	1094ab	1492ab	1086a	1224a
24-8-16	1216ab	1436ab	1163a	1272a
Phosphorus (Kg/rai)				
16-0-16	1130ab	1500ab	1144a	1258a
16-8-16	1094ab	1492ab	1086a	1224a
16-16-16	1173ab	1440ab	1208a	1274a
Potassium (Kg/rai)				
16-8-0	1048ab	1150cd	957ab	1052b
16-8-8	1137ab	1282bc	797b	1072b
16-8-16	1094ab	1492ab	1086a	1224a
16-8-24	1092ab	1570a	1193a	1285a
Average	1087b	1359a	1057c	1168
CV. (V) = 9.6 % CV. (F) = 11.5 % V = ** , F = ** , V x F = ns				

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 125 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Fertilizer managements on Khlong Chak (Kc) shallow soil,, Rayong Province in rainy season 2011/2012

Varieties (V)	Total cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Rayong 9	2,805	9,503	6,698	-
Rayong 11	2,805	10,700	7,895	-
CMR 42-44-98	2,805	10,618	7,813	-
N-P_2O_5-K_2O (F)				
0-0-0	0	7,645	7,645	-
Nitrogen (Kg/rai)				
0-8-16	944	9,512	8,565	-
8-8-16	1,068	11,289	10,221	1331
16-8-16	1,303	10,511	9,208	D
24-8-16	1,551	11,494	9,943	296
Phosphorus (Kg/rai)				
16-0-16	1,031	11,061	10,030	-
16-8-16	1,303	10,511	9,208	D
16-16-16	1,594	11,089	9,495	99
Potassium (Kg/rai)				
16-8-0	755	9,806	9,051	-
16-8-8	1,039	9,277	8,238	D
16-8-16	1,303	10,511	9,208	D
16-8-24	1,567	11,056	9,489	107

D is dominated treatment. 2011/2012 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 126 Soil analysis before planting on Kabin Buri (Kb) 2012-2013 Prachinburi Province

Depth (cm)	pH[1]	OM[2](%)	Avai. P[3] (mg/kg)	Exch. K[4](mg/kg)	Texture[5]
Kabin Buri 2011					
0-30	5.9	0.85	11	16	Loamy sand
Kabin Buri 2012					
0-20	5.0	0.97	6	24	Loamy sand
20-50	5.1	1.03	5	24	Loamy sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)

[4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 127 Yield and yield components of cassava 3 varieties on Kabin Buri (Kb) Prachinburi Province inrainy season 2011/2012

Varieties (V)	Yield (Kg/rai)	Heigh (cm)	Strach (%)	Strach yield (Kg/rai)	HI
Rayong 9	3,148	223	15.4	517	0.55
Rayong 11	2,729	206	23.1	617	0.56
Kasetsart 50	4,039	196	12.2	492	0.53
F-test	ns	ns	*	ns	ns
CV. (%)	24.5	20.2	22.3	49.4	10.4
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)					
0-0-0	2,434	193 c	15.5	368 b	0.54
0-8-16	2,381	186 c	15.4	333 d	0.55
8-8-16	3,558	207 bc	17.2	608 bc	0.55
16-8-16	3,075	208 bc	17.4	487 bcd	0.55
24-8-16	4,204	224 ab	16.9	655 ab	0.55
16-0-16	3,166	206 bc	16.7	513 bcd	0.55
16-16-16	4,351	234 a	19.2	825 a	0.55
16-8-0	3,981	224 ab	17.1	671 ab	0.56
16-8-8	2,769	192 c	16.4	431 cd	0.54
16-8-24	3,134	210 bc	16.9	528 bcd	0.54
Mean	3,305	189	16.9	542	0.55

F-test	**	**	ns	**	ns
CV. (%)	20.5	11.0	15.2	33.7	9.0
V x F	*	ns	*	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT),

Table 128 Yield and yield components of cassava 3 varieties on Kabin Buri (Kb) Prachinburi Province in rainy season 2012/2013

Varieties (V)	Yield (Kg/rai)	Heigh (cm)	Strach (%)	Strach yield (Kg/rai)	HI
Rayong 9	2,722	228	23.5b	650	0.55
Rayong 11	2,765	211	27.6a	766	0.51
Kasetsart 50	2,931	211	17.8c	527	0.60
F-test	ns	*	*	ns	ns
CV. (%)	17.4	2.73	11.5	30.2	1.1
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)					
0-0-0	1,300 c	158	21.0	282 b	0.53 bc
0-8-16	2,442 b	181	23.9	585 a	0.61 a
8-8-16	2,744 ab	209	24.1	659 a	0.58 ab
16-8-16	2,975 ab	230	23.0	671 a	0.53 bc
24-8-16	3,218 ab	257	22.8	736 a	0.50 c
16-0-16	3,136 ab	232	23.6	742 a	0.54 bc
16-16-16	2,988 ab	226	22.8	689 a	0.55 bc
16-8-0	2,836 ab	207	22.3	642 a	0.57 ab
16-8-8	2,944 ab	215	22.7	661 a	0.56 ab
16-8-24	3,478 a	253	23.2	810 a	0.53 bc
Averange	2,806	217	23.0	648	0.55
F-test	**	**	ns	**	*
CV. (%)	20.8	7.1	10.0	27.6	8.0
V x F	ns	*	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 129 Chemical fertilizer response to Fresh Yield of cassava 3 varieties on Kabin Buri (Kb) Prachinburi Province in rainy season harvest 2011/2012

Fertilizer (F)	Varieties (V)			Mean
N-P_2O_5-K_2O Kg./rai.	Rayong 9	Rayong 11	Kasetsart 50	
0-0-0	1,543 j	2,406 g-j	3,352 b-h	2,434
0-8-16	2,241 hij	1,873 ij	3,029 c-i	2,381
8-8-16	4,044 abc	2,654 e-j	3,975 a-d	3,558
16-8-16	3,130 c-i	2,565 f-j	3,740 a-f	3,075
24-8-16	3,708 a-f	3,346 b-h	4,559 ab	4,204
16-0-16	2,318 ghij	2,660 e-j	4,521 ab	3,166
16-16-16	4,724 a	3,581 a-g	4,749 a	4,351
16-8-0	4,787 a	3,143 c-i	4,013 abc	3,981
16-8-8	2,162 hij	2,578 f-j	3,568 a-g	2,769
16-8-24	2,819 c-j	2,698 d-j	3,886 a-e	3,134
Averange	3,148	2,729	4,039	3,305
CV. (a) = 24.5 % CV.(b) = 20.5 % V =NS ,F = **, V x F = *				

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 130 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Fertilizer managements on Kabin Buri (Kb) shallow soil, Prachinburi Province in rainy season 2011/2012

Varieties	Yield 2011 (Kg/rai)	Yield 2012 (Kg/rai)	Mean (Kg/rai)	Total cost (Bath/rai)	Benefit 2011 (Bath/rai)	Benefit 2012 (Bath/rai)	Mean (Bath/rai)	MRR (%)
Rayong 9	3,148	2,722	2,935	2,805	3,806	2,911	3,359	
Rayong 11	2,729	2,765	2,747	2,805	2,926	3,002	2,964	
Kasetsart50	4,039	2,931	3,485	2,805	5,677	3,350	4,514	

$N-P_2O_5-K_2O$								
16-8-0	3,981	2,836 ab	3,404	755	7,605	5,201	6,393	-
0-8-16	2,381	2,442 b	2,412	944	4,056 D	4,184 D	4,121 D	-
16-0-16	3,166	3,136 ab	3,151	1,031	5,618 D	5,555	5,578 D	-
16-8-8	2,769	2,944 ab	2,857	1,039	6,432 D	5,143 D	4,961 D	-
8-8-16	3,558	2,744 ab	3,151	1,068	6,404 D	4,694 D	5,549 D	-
16-8-16	3,075	2,975 ab	3,025	1,303	5,155 D	4,944 D	5,050 D	-
24-8-16	4,204	3,218 ab	3,711	1,551	7,277	5,339 D	6,242 D	-
16-8-24	3,134	3,478 a	3,306	1,567	5,014 D	5,739	5,376 D	-
16-16-16	4,351	2,988 ab	3,670	1,594	7,543 D	4,681 D	6,113 D	-

D is dominated treatment.

2011-2012 cassava price 2.10 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,805 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 131 Soil analysis before planting on Phon Phisai (Pp) Prachinburi Province 2013

Depth (cm)	pH[1]	OM[2] (%)	Avai. P[3] (mg/kg)	Exch. K[4] (mg/kg)	Texture[5]
0-20	4.82	0.53	36	68	Loamy sand
20-50	5.61	1.10	6	55	Loamy sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)

[4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 132 Nitrogen response to Fresh Yield of cassava 2 varieties on Phon Phisai (Pp) Prachinburi Province in rainy season 2014/2015

$N-P_2O_5-K_2O$/rai (B)	Varieties (A)		Average (B)[1]
	Rayong86-13 (a1)	Kasetsart 50 (a2)	
0-8-16	2,633	3,361	2,997 b
8-8-16	2,645	3,500	3,072 b
16-8 16	4,378	4,272	4,325 a
24-8-16	4,078	5,317	4,697 a

Average	3,433	4,112	3,773
A = NS, B = **, A x B = NS CV (a) = 38.5 % CV (b) = 23.0 %			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 133 Nitrogen response to % Starch of cassava 2 varieties on Phon Phisai (Pp) Prachinburi Province in rainy season 2014/2015

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai (B)	Varieties (A)		Average (B)[1]
	Rayong86-13 (a1)	Kasetsart 50 (a2)	
0-8-16	21.2	18.7	20.0
8-8-16	20.2	16.4	18.3
16-8 16	20.8	18.9	19.9
24-8-16	20.8	19.3	20.1
Average	20.8	18.3	19.5
A = NS, B = NS, A x B = NS CV (a) = 13.2 % CV (b) = 10.8 %			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 134 Nitrogen response to Starch Yield of cassava 2 varieties on Phon Phisai (Pp) Prachinburi Province 12 month rainy season harvest 2014/2015

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai (B)	Varieties (A)		Average (B)[1]
	Rayong86-13 (a1)	Kasetsart 50 (a2)	
0-8-16	561	629	595 b
8-8-16	518	567	543 b
16-8 16	910	815	863 a
24-8-16	865	1,028	947 a
Average	714	760	737
A = NS, B = **, A x B = NS CV (a) = 49.8 % CV (b) = 25.7 %			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 135 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Fertilizer managements on Phon Phisai shallow soil, Prachinburi Province in rainy season 2014/2015

Varieties (V)	Yield (Kg./rai)	Total cost (Bath/rai)	Income (Bath/rai)	Benefit (Bath/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	4,113	2,800	10,283	7,483	-
Rayong86-13	3,433	2,800	8,583	5,783	-
N-P_2O_5-K_2O (F)					
0-8-16	2,997	944	7,493	6,548	-
8-8-16	3,072	1,068	7,680	6,612	51
16-8-16	4,325	1,303	10,813	9,510	1235
24-8-16	4,697	1,551	11,743	10,191	274

D is dominated treatment. 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 136 Phosporus response to Fresh Yield of cassava 2 varieties on Phon Phisai (Pp) Prachinburi Province 12 month rainy season harvest 2014/2015

N-P_2O_5-K_2O/rai (B)	Varieties (A)		Average (B)1
	Rayong86-13 (a1)	Kasetsart 50 (a2)	
16-0-16	3,822	4,289	4,056
16-4-16	4,272	4,317	4,294
16-8 16	4,378	4,272	4,325
16-16-16	3,628	4,683	4,156
Average	4,025	4,390	4,208

A = NS, B = NS, A x B = NS CV (a) = 23.6 % CV (b) = 24.2 %

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 137 Phosporus response to % Starch of cassava 2 varieties on Phon Phisai (Pp) Province 12 month rainy season harvest 2014/2015

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai (B)	Varieties (A)		Average (B)1
	Rayong86-13 (a1)	Kasetsart 50 (a2)	
16-0-16	19.4	15.5	17.5 b
16-4-16	21.9	19.9	20.9 a
16-8 16	20.8	18.9	19.9 a
16-16-16	23.2	16.7	21.4 a
Average	21.3	18.5	19.9
A = NS, B = **, A x B = NS CV (a) = 11.6 % CV (b) = 6.5 %			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 138 Phosporus response to Starch Yield of cassava 2 varieties on Phon Phisai (Pp) Prachinburi Province 12 month rainy season harvest 2014/2015

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai (B)	Varieties (A)		Average (B)1
	Rayong86-13 (a1)	Kasetsart 50 (a2)	
16-0-16	740	795	768
16-4-16	933	872	902
16-8 16	910	815	863
16-16-16	862	942	902
Average	861	856	859
A = NS, B = NS, A x B = NS CV (a) =23.2 % CV (b) = 29.6 %			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 139 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Fertilizer managements on Phon Phisai shallow soil, Prachinburi Province in rainy season 2014/2015

Varieties (V)	Yield (Kg./rai)	Total cost (Bath/rai)	Income (Bath/rai)	Benefit (Bath/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	4,390	2,800	10,975	8,175	-
Rayong86- 13	4,025	2,800	10,063	7,263	-

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)					
16-0-16	4,056	1,031	10,140	9,109	-
16-4-16	4,294	1,174	10,735	9,561	316
16-8-16	4,325	1,303	10,813	9,510	147
16-16-16	4,156	1,594	10,390	8,796	D

D is dominated treatment. 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 140 Potassium response to Fresh Yield of cassava 2 varieties on Phon Phisai (Pp) Prachinburi Province in rainy season 2014/2015

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai (B)	Varieties (A)		Average (B)1
	Rayong86-13 (a1)	Kasetsart 50 (a2)	
16-8-0	3,830	2,583	3,207 b
16-8-8	2,805	3,583	3,194 b
16-8 16	4,378	4,272	4,325 ab
16-8-24	4,811	4,117	4,463 a
Average (A)	3,965	3,639	3,798

A = NS, B = *, A x B = NS CV (a) = 35.5 % CV (b) = 22.8 %

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 141 Potassium response to % Starch of cassava 2 varieties on Phon Phisai (Pp) Prachinburi Province in rainy season 2014/2015

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai (B)	Varieties (A)		Average (B)1
	Rayong86-13 (a1)	Kasetsart 50 (a2)	
16-8-0	19.0	16.9	17.9
16-8-8	22.7	19.6	21.2
16-8 16	20.8	18.9	19.9
16-8-24	20.9	18.6	19.7

Average	20.8	18.5	19.7
A = NS, B = NS, A x B = NS CV (a) = 9.1 % CV (b) = 11.2 %			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 142 Potassium response to Starch Yield of cassava 2 varieties on Phon Phisai (Pp) Prachinburi Province 12 month rainy season harvest 2014/2015

$N-P_2O_5-K_2O$/rai (B)	Varieties (A)		Average (B)1
	Rayong86-13 (a1)	Kasetsart 50 (a2)	
16-8-0	734	424	579
16-8-8	638	705	672
16-8 16	910	815	863
16-8-24	1,013	757	885
Average	824	676	790
A = NS, B = NS, A x B = NS CV (a) = 33.2 % CV (b) = 28.4 %			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 143 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Fertilizer managements on Phon Phisai shallow soil, Prachinburi Province in rainy season 2014/2015

Varieties (V)	Yield (Kg./rai)	Total cost (Bath/rai)	Income (Bath/rai)	Benefit (Bath/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	3,639	2,800	9,098	6,298	-
Rayong86- 13	3,965	2,800	9,913	7,113	-
$N-P_2O_5-K_2O$ (F)					
16-8-0	3,207	755	8,018	7,263	-
16-8-8	3,194	1,039	7,958	6,946	D
16-8-16	4,325	1,303	10,813	9,510	971
16-8-24	4,463	1,567	11,158	9,591	D

D is dominated treatment. 2014/2015 cassava price 2.50 baht/kg.
The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai.
46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg
0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 144 Soil analysis before planting on Wang Saphung Soil Series in Loei Province in rainy season 2011/2012

Depth (cm)	pH (Soil:water 1:1)	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
0-20	6	1.89	1.2	176	2471	287
20-50	5.3	1.47	0.41	102	2319	248

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)
[4] Schollenberger and Simon (1945)

Table 145 Fertilizer response to Fresh yield and Height of Cassava varieties on Wang Saphung Soil Series in Loei Province rainy season 2011/2012– 2012/2013

Varieties	Yield (Kg/rai)		Average	Height (cm.)		Average
	2011	2012	(Kg/rai)	2011	2012	(cm.)
Kasetsart 50	1,719	4,474	3,593	265	244	254
Rayong 11	1,665	4,078	3,250	262	217	240
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	4.62	18.10	25.89	16.34	35.27	25.02
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$						
0-8-16	1,254 [ab]	4,264	3,343	229 [c]	191 [d]	210 [c]
8-8-16	2,463 [a]	4,306	3,488	228 [c]	199 [d]	213 [c]
16-8-16	968 [b]	4,021	3,006	277 [b]	245 [b]	261 [b]
24-8-16	1,705 [ab]	4,081	3,262	319 [a]	279 [a]	299 [a]
16-0-16	1,912 [ab]	4,481	3,621	273 [b]	248 [b]	260 [b]
16-16-16	1,898 [ab]	4,721	3,881	282 [b]	240 [b]	261 [b]
16-8-0	1,899 [ab]	4,187	3,426	279 [b]	244 [b]	261 [b]
16-8-8	966 [b]	3,963	3,035	284 [b]	243 [b]	264 [b]

16-8-4	1,860 ab	4,056	3,323	274 b	237 bc	256 b
4-8-16	1,954 ab	3,950	3,288	224 c	214 cd	219 c
16-4-16	1,933 ab	4,659	3,771	274 b	239 b	257 b
0-0-0	1,495 ab	4,622	3,613	220 c	189 d	204 c
Average	1,692	4,276	3,421	263	231	247
F-test	*	ns	ns	*	*	*
CV(%)	50.27	23.90	25.82	9.19	9.40	7.23

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 146 Fertilizer response to Starch contend of Cassava varieties on Wang Saphung Soil Series in Loei Province rainy season 2011/2012–2012/2013

Varieties	Starch contend (%)		Average (%)
	2011	2012	
Kasetsart 50	27.3	30.6	28.6
Rayong 11	27.5	30.8	28.9
F-Test	ns	ns	ns
CV (%)	2.3	1.99	1.92
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$			
0-8-16	26.0 ab	30.4 ab	28.1 ab
8-8-16	28.1 a	31.5 a	29.6 a
16-8-16	27.5 ab	30.8 ab	28.8 ab
24-8-16	25.1 b	31.1 ab	27.5 b
16-0-16	28.3 a	30.6 ab	28.9 ab
16-16-16	28.8 a	30.6 ab	29.3 a
16-8-0	27.5 ab	30.2 b	28.8 ab
16-8-8	26.8 ab	30.8 ab	28.5 ab
16-8-4	28.5 a	30.3 b	29.0 ab
4-8-16	27.0 ab	31.0 ab	29.0 ab
16-4-16	27.8 ab	30.4 ab	28.8 ab
0-0-0	27.4 ab	30.6 ab	28.7 ab
Average	27.45	30.75	28.7

F-test	*	*	*
CV(%)	7.37	2.64	5.25

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 147 Fertilizer response to Starch yield of Cassava varieties on Wang Saphung Soil Series in Loei Province rainy season 2011/2012–2012/2013

Varieties	Starch yield (Kg/rai)		Average (Kg/rai)
	2011	2012	
Kasetsart 50	1,825	854	662
Rayong 11	1,843	824	642
F-Test	ns	ns	ns
CV (%)	39.08	25.78	27.17
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$			
0-8-16	328 [b]	729 [ab]	528 [b]
8-8-16	689 [a]	1045 [a]	867 [a]
16-8-16	267 [b]	718 [ab]	492 [b]
24-8-16	419 [ab]	767 [ab]	593 [ab]
16-0-16	548 [ab]	916 [ab]	732 [ab]
16-16-16	544 [ab]	919 [ab]	731 [ab]
16-8-0	517 [ab]	861 [ab]	689 [ab]
16-8-8	277 [b]	657 [b]	467 [b]
16-8-4	531 [ab]	848 [ab]	689 [ab]
4-8-16	530 [ab]	827 [ab]	679 [ab]
16-4-16	534 [ab]	943 [ab]	738 [ab]
0-0-0	401 [b]	837 [ab]	619 [ab]
Average	465	839	652
F-test	*	*	*
CV(%)	52.64	22.97	31.55

Table 148 Soil analysis before planting on Muak Lek Soil Series in Loei Province in rainy season 2013/2014

Depth (cm)	pH[1]	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)
0-20	5.29	2.40	4.02	271.33
20-50	6.14	2.27	2.77	203.67

[1]Peech (1965) [2]Walkley and Black (1934) [3]Bray and Kurtz (1945) [4]Schollenberger and Simon (1945)

Taable 149 Nitrogen response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on Muak Lek Soil Series Loei Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Vareties	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Rayong86-13	4,520	4,207	4,364	26.4	28.4	27.4
Kasetsart 50	4,453	3,906	4,180	26.2	31.2	28.7
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	18.18	20.5	25.36	11.22	16.28	19.35
N-P_2O_5-K_2O (F)						
0-8-16	5,200 a	3,514	4,357	26.5	31.6	29.1
4-8-16	4,133 b	4,260	4,197	25.6	30.5	28.1
8-8-16	4,083 b	4,136	4,110	26.7	31.5	29.1
16-8-16	4,400 ab	4,290	4,345	25.7	23.9	24.8
24-8-16	4,617 ab	4,083	4,350	26.9	31.5	29.2
Rayong86-13						
0-8-16	4,767	3,543	4,155	27.0	31.0	29.0
4-8-16	4,733	4,420	4,577	26.0	29.9	28.0
8-8-16	4,100	4,219	4,160	27.0	32.0	29.5
16-8-16	4,600	4,041	4,321	25.1	16.7	20.9
24-8-16	4,400	4,811	4,606	26.9	32.5	29.7
Kasetsart 50						
0-8-16	5,633	3,484	4,559	26.0	32.3	29.2
4-8-16	3,533	4,100	3,817	25.2	31.0	28.1
8-8-16	4,067	4,053	4,060	26.4	31.0	28.7

16-8-16	4,200	4,539	4,370	26.3	31.2	28.8
24-8-16	4,833	3,354	4,094	27.0	30.6	28.8
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	17.22	12.21	35.21	5.67	19.85	8.57

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 150 Nitrogen response to Starch Yield and Harvest index of Cassava varieties on Muak Lek Soil Series Loei Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Vareties	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Rayong86-13	1,100	1,207	1,154	0.49	0.6	0.55
Kasetsart 50	1,020	1,218	1,119	0.59	0.67	0.63
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	23.54	14.65	32.21	10.45	15.68	14.87
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
0-8-16	1,220	1,112	1,166	0.65 a	0.75 a	0.67 a
4-8-16	940	1,297	1,119	0.51 ab	0.7 ab	0.6 b
8-8-16	960	1,305	1,133	0.45 b	0.625 bc	0.52 c
16-8-16	1,080	1,059	1,070	0.59 ab	0.525 d	0.57 bc
24-8-16	1,100	1,291	1,196	0.49 b	0.575 cd	0.57 bc
Rayong86-13						
0-8-16	1,160	1,097	1,129	0.70	0.75	0.7
4-8-16	1,040	1,321	1,181	0.40	0.65	0.55
8-8-16	1,070	1,353	1,212	0.45	0.6	0.5
16-8-16	1,190	703	947	0.45	0.5	0.5
24-8-16	1,050	1,560	1,305	0.45	0.5	0.5
Kasetsart 50						
0-8-16	1,280	1,126	1,203	0.60	0.75	0.65
4-8-16	840	1,273	1,057	0.62	0.75	0.65
8-8-16	860	1,256	1,058	0.45	0.65	0.55
16-8-16	970	1,415	1,193	0.72	0.55	0.65

24-8-16	1,150	1,021	1,086	0.52	0.65	0.65
F-test	ns	ns	ns	*	*	*
CV. (%)	25.67	19.68	34.74	12.54	15.36	25.68

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 151 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Nitrogen managements on Muak Lek Soil Series Loei Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Treatments	Yield 2014 (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	3,906	2,800	9,765	6,965	
Rayong86-13	4,207	2,800	10,518	7,718	
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$					
0-8-16	3,514	944	8,785	7,841	-
4-8-16	4,260	1,068	10,650	9,582	1,402
8-8-16	4,136	1,193	10,340	9,148	D
16-8-16	4,290	1,303	10,725	9,422	249
24-8-16	4,083	1,551	10,208	8,656	D

D is dominated treatment.

2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 152 Phosphorus response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on Muak Lek Soil Series Loei Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Vareties	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Rayong86-13	4,575	4,044	4,310	26.85	24.7	25.8
Kasetsart 50	4,250	3,923	4,087	25.90	31.4	28.7

F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	13.52	15.32	17.36	1.33	4.27	9.65
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-0-16	4,600	4,006	4,303	26.45	24.2	25.3
16-4-16	4,067	3,562	3,815	26.95	32.0	29.5
16-8-16	5,233	4,290	4,762	26.38	23.9	25.1
16-16-16	4,400	4,077	4,239	25.73	32.2	29.0
Rayong86-13						
16-0-16	4,067	4,290	4,179	27.60	17.7	22.7
16-4-16	4,400	4,065	4,233	27.60	32.3	30.0
16-8-16	4,600	4,042	4,321	27.10	16.7	21.9
16-16-16	5,233	3,781	4,507	26.35	32.4	29.4
Kasetsart 50						
16-0-16	3,900	3,722	3,811	25.30	30.8	28.1
16-4-16	4,967	3,058	4,013	26.30	31.8	29.1
16-8-16	4,200	4,539	4,370	25.65	31.2	28.4
16-16-16	3,933	4,373	4,153	25.10	32.1	28.6
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	21.15	15.33	25.65	4.68	40.09	24.37

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significan

Table 153 Phosphorus response to Starch Yield and Harvest index of Cassava varieties on Muak Lek Soil Series Loei Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Vareties	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Rayong86-13	1,230	980	1,105	0.42	0.50	0.47
Kasetsart 50	1,000	1,232	1,116	0.51	0.55	0.53
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	9.83	6.27	11.28	12.68	14.98	14.38

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-0-16	1,070	913	992	0.45	0.52	0.47
16-4-16	1,220	1,141	1,181	0.45	0.54	0.52
16-8-16	1,080	1,059	1,070	0.49	0.48	0.50
16-16-16	1,100	1,313	1,207	0.49	0.57	0.52
Rayong86-13						
16-0-16	1,300	685	993	0.43	0.47	0.45
16-4-16	1,220	1,310	1,265	0.37	0.49	0.45
16-8-16	1,190	703	947	0.45	0.50	0.50
16-16-16	1,210	1,223	1,217	0.43	0.56	0.50
Kasetsart 50						
16-0-16	840	1,141	991	0.46	0.57	0.50
16-4-16	1,220	971	1,096	0.52	0.60	0.60
16-8-16	970	1,415	1,193	0.52	0.45	0.50
16-16-16	990	1,402	1,196	0.55	0.58	0.55
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	27.63	49.41	38.64	25.38	35.64	21.36

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 154 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Phosphorus managements on Muak Lek Soil Series Loei Province in rainy season 2013/2014–2014/2015

Vareties	Yield 2014 (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	3,923	2,800	9,808	7,008	-
Rayong86-13	4,044	2,800	10,110	7,310	1.0308
N-P2O5-K2O					
16-0-16	4,006	1,031	10,015	8,984	-
16-4-16	3,562	1,174	8,905	7,731	D
16-8-16	4,290	1,303	10,725	9,422	1,311
16-16-16	4,077	1594	10,193	8,598	D

D is dominated treatment. 2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 155 Potassium response to Fresh yield and Starch contend of Cassava varieties on Muak Lek Soil Series Loei Province in rainy season2013/2014-2014/2015

Vareties	Yield 2013 (Kg/rai)	Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)
Rayong86-13	4,341	3,991	4,166	26.9	27.6	27.2
Kasetsart 50	4,525	3,902	4,214	25.9	30.6	28.3
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	13.52	14.11	12.36	11.2	21.73	34.36
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-8-0	4,125	3,733	3,929	26.5	30.3	28.4
16-8-8	4,967	4,302	4,635	27.0	30.8	28.9
16-8-16	4,242	3,461	3,852	26.4	31.5	28.9
16-8-24	4,400	4,290	4,345	25.7	23.9	24.8
Rayong86-13						
16-8-0	4,300 a	3,686	3,993	27.6	30.9	29.3
16-8-8	4,433 ab	4,599	4,516	27.6	31.5	29.6
16-8-16	4,033 ab	3,639	3,836	27.1	31.5	29.3
16-8-24	4,600 ab	4,042	4,321	26.4	16.7	21.5
Kasetsart 50						
16-8-0	3,950 b	3,781	3,866	25.3	29.7	27.5
16-8-8	5,500 a	4,006	4,753	26.3	30.1	28.2
16-8-16	4,450 ab	3,283	3,867	25.7	31.5	28.6
16-8-24	4,200 ab	4,539	4,370	25.1	31.2	28.2
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	21.15	13.03	25.36	4.68	23.57	19.87

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 156 Potassium response to Starch Yield and Harvest index of Cassava varieties on Muak Lek Soil Series Loei Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Vareties	Starch Yield 2013 (Kg/rai)	Starch Yield 2014 (Kg/rai)	Average (Kg/rai)	HI 2013	HI 2014	Average
Rayong86-13	1,150	1,109	1,130	0.48	0.54	0.51
Kasetsart 50	1,130	1,193	1,162	0.44	0.53	0.51
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	15.48	36.11	35.32	12.65	17.98	22.33
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
16-8-0	1,160	1,131	1,146	0.49	0.52 bc	0.45
16-8-8	1,360	1,327	1,344	0.37	0.60 a	0.55
16-8-16	980	1,087	1,034	0.50	0.57 ab	0.55
16-8-24	1,080	1,059	1,070	0.49	0.48 c	0.50
Rayong86-13						
16-8-0	1,260	1,139	1,200	0.42	0.52 ab	0.45
16-8-8	1,320	1,452	1,386	0.52	0.59 a	0.55
16-8-16	850	1,141	996	0.51	0.58 a	0.55
16-8-24	1,190	703	947	0.45	0.51 ab	0.50
Kasetsart 50						
16-8-0	1,060	1,122	1,091	0.32	0.53 ab	0.45
16-8-8	1,400	1,203	1,302	0.45	0.61a	0.55
16-8-16	1,110	1,033	1,072	0.48	0.55 ab	0.55
16-8-24	970	1,415	1,193	0.52	0.46 b	0.50
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV. (%)	24.88	28.84	32.36	25.36	28.64	29.87

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 157 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Potassium managements on Muak Lek Soil Series Loei Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Vareties	Yield 2014 (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsart 50	5,332	2,800	13,330	10,530	-
Rayong86-13	4,809	2,800	12,023	9,223	0.9019
N-P2O5-K2O					
16-8-0	4,820	755	12,050	11,295	-
16-8-4	5,453	1,039	13,633	12,594	457
16-8-8	6,312	1,303	15,780	14,477	714
16-8-16	6,397	1,567	15,993	14,426	D

D is dominated treatment. 2014-2015 cassava price 2.50 baht/kg.
The fertilizer plant and the maintenance of 2,80 baht/rai.
46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg
0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 158 Analysis of Takhli series (Tk) properties before planting Cassava 2011

Depth (cm)	Bulk density (g./cm3.)	pH[1]	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Texture[5]
0-20	1.66	8.15	1.02	nd	65.9	Clay loam
20-50	1.61	8.46	0.17	nd	7.8	Clay loam

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)
[4] Schollenberger and Simon (1945 [5] Hydrometer method

Table 159 Chemical fertilizer response to Fresh Yield of cassava 2 varieties on Takhli series (Tk), Nakhon sawan Field Crops Research Center Nakhon sawan Province in rainy season 2011

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ Kg/rai	Vareties (V)		Average
	Rayong 5	Rayong 11	
Nitrogen (Kg/rai)			
0-8-16	2,586 ab	3,677 a	3,132 a
8-8-16	3,480 ab	3,791 a	3,636 a
16-8-16	3,946 a	3,536 a	3,741 a
24-8-16	2,649 ab	3,729 a	3,189 a
Phosphorus (Kg/rai)			
16-0-16	3,062 ab	3,839 a	3,450 a
16-8-16	3,946 ab	3,536 a	3,741 a
16-16-16	2,851 ab	4,723 a	3,787 a
Potassium (Kg/rai)			
16-8-0	2,337 b	3,470 a	2,903 a
16-8-8	3,052 ab	3,582 a	3,317 a
16-8-16	3,946 ab	3,536 a	3,741 a
16-8-24	3,556 ab	4,136 a	3,846 a
Average	3,058	3,832	3,445

CV. (a) = 22.8 % CV.(b) = 23.6 % V = NS, F = NS, V x F = NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 160 Chemical fertilizer response to % Starch of cassava 2 varieties on Takhli series (Tk), Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Nakhon sawan Province in rainy season 2011

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ Kg/rai	Vareties (V)		Average
	Rayong 5	Rayong 11	
Nitrogen (Kg/rai)			
0-8-16	22.8 b	28.2 a	25.5 c

8-8-16	23.9 ab	28.0 a	26.0 bc
16-8-16	25.2 a	27.4 a	26.3 abc
24-8-16	25.7 a	29.4 a	27.6 a
Phosphorus (Kg/rai)			
16-0-16	24.3 ab	28.2 a	26.3 abc
16-8-16	25.2 a	27.4 a	26.3 abc
16-16-16	24.1 ab	28.2 a	26.2 abc
Potassium (Kg/rai)			
16-8-0	24.7 ab	28.4 a	26.6 abc
16-8-8	25.7 a	27.6 a	26.7 abc
16-8-16	25.2 a	27.4 a	26.2 abc
16-8-24	25.7 a	28.5 a	27.1 ab
Average	24.7	28.2	26.0

CV. (a) = 7.5 % CV.(b) = 4.2 % พันธุ์ (V) = * ,ปุ๋ย (F) = NS, V x F = NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 161 Chemical fertilizer response to Starch Yield of cassava 2 varieties on Takhli series (Tk), Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Nakhon sawan Province in rainy season 2011

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ Kg/rai	Vareties (V)		Average
	Rayong 5	Rayong 11	
Nitrogen (Kg/rai)			
0-8-16	590 a	1,034 a	812 a
8-8-16	833 a	1,065 a	949 a
16-8-16	1,001 a	960 a	981 a
24-8-16	681 a	1,166 a	923 a
Phosphorus (Kg/rai)			
16-0-16	744 a	1,085 a	914 a
16-8-16	1,001 a	960 a	981 a
16-16-16	690 a	1,329 a	1,009 a

Potassium (Kg/rai)			
16-8-0	574 a	977 a	776 a
16-8-8	788 a	997 a	893 a
16-8-16	1,001 a	960 a	981 a
16-8-24	911 a	1,179 a	1,045 a
Average	757	1,088	922
CV. (a) = 27.2 % CV.(b) = 24.1 % V = * ,F = NS, V x F = NS			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 162 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different fertilizer managements on Takhli series (Tk), Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Nakhon sawan Province in rainy season 2011

Vareties	Total cost (Bath/rai)	Income (Bath/rai)	Benefit (Bath/rai)	Income increase (Bath/rai)	Revenue increase (Bath/rai)	MRR (%)
Rayong 5	4,164	5,923	1,760	-	-	-
Rayong 11	4,478	7,733	3,255	1,495	315	475
N-P_2O_5-K_2O Kg/rai						
Nitrogen (Kg/rai)						
0-8-16	3,998	6,257	2,258	-	-	-
8-8-16	4,294	7,203	2,908	650	296	220
16-8-16	4,537	7,436	2,899	-	243	-
24-8-16	4,530	5,944	1,415	-	-	-
Phosphorus (Kg/rai)						
16-0-16	4,061	6,882	2,821			
16-8-16	4,537	7,436	2,899	78	476	16
16-16-16	4,812	7,512	2,700	-	-	-
Potassium (Kg/rai)						
16-8-0	3,708	5,830	2,121			

16-8-8	4,130	6,642	2,512	391	422	93
16-8-16	4,537	7,436	2,899	387	407	95
16-8-24	4,817	7,750	2,933	34	280	12

D is dominated treatment. 2011 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 163 Chemical fertilizer response to Fresh Yield of cassava 3 varieties on Alkaline soils farmers, Chai Badan District, Lopburi Province in rainy season 2011

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ Kg/rai (F)	Veriaties (V)			Average
	Rayong 72	Rayong 9	Rayong 11	
0-0-0	3.2	3.4	3.1	3.2
0-8-8	3.5	3.5	3.3	3.4
0-16-16	3.4	4.4	3.7	3.8
8-0-0	3.4	3.6	3.6	3.6
8-8-8	3.8	5.4	3.7	4.2
8- 16-16	4.1	3.7	3.3	3.7
16-0-0	4.1	3.8	3.3	3.8
16-8-8	4.0	3.8	3.3	3.7
16-16-16	4.3	3.6	3.5	3.8
Average	3.7	3.9	3.4	

CV(a) = 18.8 % CV(b) = 12.6 % V = NS ,F = NS, VxF = NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 164 Chemical fertilizer response to % Starch of cassava 3 varieties on Alkaline soils farmers, Chai Badan District, Lopburi Province in rainy season 2011

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ Kg/rai (F)	Veriaties (V)			Average
	Rayong 72	Rayong 9	Rayong 11	

0-0-0	24.8	26.2	30.0	27.0
0-8-8	24.8	24.9	31.5	27.1
0-16-16	22.4	24.2	31.3	26.0
8-0-0	24.4	21.3	31.0	25.6
8-8-8	24.3	23.4	29.2	25.6
8- 16-16	23.1	24.6	30.0	25.9
16-0-0	22.4	24.2	30.1	25.8
16-8-8	23.5	24.8	30.1	26.4
16-16-16	22.8	23.9	26.9	24.5
Average	23.6 b	24.1 b	30.2 a	
CV(a) = 16.4 % CV(b) = 14.6 % V = ** F = NS , VxF = NS				

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 165 Chemical fertilizer response to Starch Yield of cassava 3 varieties on Alkaline soils farmers, Chai Badan District, Lopburi Province in rainy season 2011

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ Kg/rai (F)	Veriaties (V)			Average
	Rayong 72	Rayong 9	Rayong 11	
0-0-0	805	896	939	880
0-8-8	850	850	1,038	913
0-16-16	764	1,017	1,153	978
8-0-0	827	800	1,127	918
8-8-8	636	1,245	1,087	989
8- 16-16	957	907	996	953
16-0-0	941	916	1,019	959
16-8-8	931	966	1,019	972
16-16-16	994	878	945	939
Average	856 b	942 b	1,036 a	
CV(a) = 19.2 % CV(b) = 17.5 % V = ** ,F = NS , VxF = NS				

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 166 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different fertilizer managements on Alkaline soils in rainy season 2011

Veriaties (V)	Total cost (Bath/rai)	Income (Bath/rai)	Benefit (Bath/rai)	Income increase (Bath/rai)	Revenue increase (Bath/rai)	MRR (%)
Rayong 72	4,202	7,098	2,896	-	-	-
Rayong 9	4,267	7,589	3,322	-	-	-
Rayong 11	4,013	7,186	3,173	-	-	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
0-0-0	2,786	6,384	3,598	-	-	-
Nitrogen (Kg/rai)						
0-8-8	4,003	6,778	2,775	-	-	-
8-8-8	4,610	8,476	3,866	1,091	607	
16-8-8	4,283	7,287	3,004	229	280	
phosphorus (Kg/rai)						
16-0-0	4,173	7,350	3,177	-	-	-
16-8-8	4,283	7,287	3,004	-	-	
16-16-16	4,830	7,487	2,657	-	-	-
Potassium (Kg/rai)						
8-0-0	3,893	6,990	3,097	-	-	-
16-8-8	4,283	7,287	3,004	-	-	-
0-16-16	4,373	7,577	3,204	107	480	-
8-16-16	4,490	7,275	2,785	-	-	-

D is dominated treatment. 2011 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,80 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/

Table 167 Characteristic of Chok Chai soil series before planting cassava in 2011

Depth (cm)	Texture[1/]	Bulk density (g/cm3)	pH[2/] (1:1)	OM[3/] (%)	Available P[4/] (mg/kg)	Exchangeable K[5/] (mg/kg)
0-20	Clay	1.28	4.5	1.60	10.0	42
20-50	Clay	1.30	4.4	1.50	6.7	33

Table 168 Nutrient management on height (cm) and yield (kg/rai) of cassava grown on clayey soil, Chok Chai series, Nakhon Ratchasima Province in rainy season 2011/12 - 2012/13.

Treatment	Height 2011 (cm)	Height 2012 (cm)	Average (cm)	Yield 2011 (kg/rai)	Yield 2012 (kg/rai	Average (kg/rai)
Variety						
Huay Bong 60	196 a	128 a	162 a	5,718	1,528	3,623
Rayong 11	155 b	106 b	131 b	5,070	1,213	3,142
F-test	*	*	*	ns	ns	ns
CV. (%)	13.3	10.6	16.9	28.0	22.7	31.1
(kg N-P_2O_5-K_2O/rai)						
0-8-16	146 c	100 c	123 c	4,635 cd	1,140	2,888 b
8-8-16	170 abc	112 abc	141 ab	5,275 bcd	1,243	3,259 ab
24-8-16	188 a	124 a	156 a	5,980 ab	1,553	3,757 a
16-0-16	189 a	125 a	157 a	5,632 abc	1,667	3,650 a
16-8-16	178 ab	120 ab	149 ab	5,556 a-d	1,322	3,439 ab
16-16-16	188 a	124 a	156 a	6,324 a	1,494	3,909 a
16-8-0	159 bc	107 bc	133 bc	4,552 d	1,298	2,925 b
16-8-8	186 a	120 ab	153 a	5,389 a-d	1,503	3,446 ab
16-8-24	176 ab	120 ab	148 ab	5,205 bcd	1,118	3,162 b
Average	175	117	146	5,394	1,371	3,383
F-test	*	**	**	*	ns	**
CV.(%)	12.3	9.8	13.7	17.5	31.3	19.6
VxF	ns	ns	ns	*	ns	**

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 169 Nutrient management on starch content (%) and starch yield (kg/rai) of cassava grown on clayey soil, Chok Chai series, Nakhon Ratchasima Province in rainy season 2011/12-2012/13

Treatment	Starch 2011 (%)	Starch 2012 (%)	Average (%)	Starch Yield 2011 (kg/rai)	Starch Yield 2012 (kg/rai	Average (kg/rai)
Variety						
Huay Bong 60	25.5	18.8	22.2	1,457	295	876
Rayong 11	23.6	16.0	19.8	1,226	198	712
F-test	ns	*	ns	ns	*	ns
CV. (%)	23.3	9.2	22.7	36.9	33.6	46.7
(kg N-P_2O_5-K_2O/rai)						
0-8-16	24.3 ab	18.0	21.1 a	1,134 c	201	668 bc
8-8-16	26.6 a	16.3	21.4 a	1,412 abc	205	809 ab
24-8-16	26.0 ab	17.4	21.7 a	1,555 a	287	921 a
16-0-16	26.1 ab	19.9	23.0 a	1,463 ab	332	898 a
16-8-16	24.2 ab	18.1	21.2 a	1,378 abc	256	817 ab
16-16-16	26.4 ab	17.6	22.0 a	1,667 a	263	965 a
16-8-0	19.0 c	16.7	17.8 b	849 d	216	533 cde
16-8-8	26.2 ab	16.8	21.5 a	1,420 abc	269	845 ab
16-8-24	22.4 bc	16.1	19.2 b	1,194 bc	189	692 bcd
Average	24.6	17.4	21.0	1,341	246	794
F-test	**	ns	*	**	ns	**
CV.(%)	12.8	17.0	15.4	23.2	40.8	28.3
VxF	*	**	**	**	*	**

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 170 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different nutrient managements of cassava grown on clayey soil, Chok Chai series, Nakhon Ratchasima Province in rainy season 2011/12-2012/13

Varieties (V)	Yield 2011	Yield 2012	Average	Cost (Baht/rai)	Benefit 2011 (Baht/rai)	Benefit 2012 (Baht/rai)	Average	MRR 2011 (%)	MRR 2012 (%)	MRR Average (%)
Huay Bong60	5,718	1,528	3,623	2,805	9,204	405	4,804			
Rayong 11	5,070	1,213	3,142	2,805	7,842	-258	3,792	0.8520	-0.6367	0.7893
Fertilizer (kgN-P_2O_5-K_2O/rai)										
Nitrogen										
0-8-16	4,635	1,140	2,888	944	8,789	1,449	5,119	-	-	-
8-8-16	5,276	1,243	3,259	1,068	10,010	1,541	5,776	983	74	529
16-8-16	5,556	1,322	3,439	1,303	10,365	1,473	5,919	151	D	61
24-8-16	5,980	1,553	3,757	1,551	11,007	1,710	6,358	258	95	177
Phosphorus										
16-0-16	5,632	1,667	3,650	1,031	10,796	2,469	6,632	-	-	-
16-8-16	5,556	1,322	3,439	1,303	10,365	1,473	5,919	D	D	D
16-16-16	6,324	1,494	3,909	1,594	11,685	1,543	6,614	453	24	239
Potassium										
16-8-0	4,552	1,298	2,925	755	8,804	1,970	5,387	-	-	-
16-8-8	5,389	1,503	3,446	1,039	10,277	2,117	6,197	518	52	285
16-8-16	5,556	1,322	3,439	1,303	10,365	1,473	5,919	33	D	D
16-8-24	5,205	1,118	3,162	1,567	9,364	780	5,072	D	D	D

2011 cassava price 2.10 baht/kg The price for harvest and transportations 0.40 baht/kg

The fertilizer and the maintenance of 1,720 baht/rai

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 1

8-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 171 Nitrogen response to height (cm) and yield (kg/rai) of cassava grown on clay soil, Pak Chong series, Nakhon Ratchasima Province in rainy season 2013/14 - 2014/15

Treatment	Height 2013 (cm)	Height 2014 (cm)	Average (cm)	Yield 2013 (kg/rai)	Yield 2014 (kg/rai	Average (kg/rai)
Variety						
Rayong 86-13	267 B	247	257	9,184	4,916	7,050 A
Kasetsart 50	293 A	245	269	6,504	4,562	5,533 B
F-test	**	ns	ns	ns	ns	*
CV. (%)	1.0	13.2	10.6	22.9	25.6	24.4
(kg N-P_2O_5-K_2O/rai)						
0-8-16	284	247	266	7,436	4,697	6,067
8-8-16	277	246	262	7,444	4,656	6,050
16-8-16	279	247	263	8,372	5,404	6,706
24-8-16	279	243	261	8,125	4,562	6,344
Average	280	246	263	7,844	4,739	6,292
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV.(%)	9.5	9.9	5.9	17.6	17.9	18.2
VxF	ns	*	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 172 Nitrogen response on starch content (%) and starch yield (kg/rai) of cassava grown on clayey soil, Pak Chong series, Nakhon Ratchasima Province in rainy season 2013/14- 2014/15

Varieties	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)	Starch Yield 2013 (kg/rai)	Starch Yield 2014 (kg/rai	Average (kg/rai)
Rayong 86-13	29.2	27.7 A	28.5 A	2,681 A	1,064	2,025
Kasetsart 50	24.9	22.5 B	24.1 B	1,617 B	1,368	1,341

F-test	ns	ns	**	*	ns	ns
CV. (%)	11.6	6.9	10.0	16.1	18.7	45.2
(kg N-P_2O_5-K_2O/rai)						
0-8-16	27.3	25.3 a	26.4	2,084	1,213	1,649
8-8-16	27.8	24.5 b	26.9	2,079	1,225	1,652
16-8-16	26.4	25.3 a	25.8	2,225	1,281	1,753
24-8-16	26.8	25.1 a	25.9	2,206	1,147	1,677
Average	7,844	25.1	26.3	2,149	1,216	1,683
F-test	ns	*	ns	ns	ns	ns
CV.(%)	6.6	8.2	5.6	19.1	28.5	5.0
VxF	ns	ns	ns	ns	ns	*

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 173 Phosphorus response to height (cm) and yield (kg/rai) of cassava grown on clayey soil, Pak Chong series, Nakhon Ratchasima Province in rainy season 2013/14 - 2014/15

Varieties	Height 2013 (cm)	Height 2014 (cm)	Average (cm)	Yield 2013 (kg/rai)	Yield 2014 (kg/rai	Average (kg/rai)
Rayong 86-13	272	237	254	9,227	5,002	7,114
Kasetsart 50	298	246	272	6,413	4,307	5,391
F-test	ns	ns	*	ns	ns	ns
CV. (%)	5.5	7.6	6.5	28.5	16.7	34.9
Fertilizer (kg N-P_2O_5-K_2O/rai)						
16-0-16	277	228 b	253	8,604	4,859 ab	6,732
16-4-16	294	234 ab	264	6,943	4,426 b	5,684
16-8-16	279	247 ab	263	8,372	5,040 a	6,706
16-16-16	289	256 a	273	7,360	4,419 b	5,890
Average	285	46.67	263	7,820	7,820	6,253
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV.(%)	8.7	7.9	8.4	13.6	9.6	10.7
VxF	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 174 Phosphorus response on starch content (%) and starch yield (kg/rai) of cassava grown on clayey soil, Pak Chong series, Nakhon Ratchasima Province in rainy season 2013/14 - 2014/15

Varieties	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)	Starch Yield 2013 (kg/rai)	Starch Yield 2014 (kg/rai	Average (kg/rai)
Rayong 86-13	28.9 A	27.4 A	28.2	2,677 A	1,377	2,027
Kasetsart 50	24.3 B	23.5 B	23.9	1,557 B	1,203	1,292
F-test	*	*	ns	*	ns	ns
CV. (%)	4.9	3.5	2.7	25.8	27.1	46.4
Fertilizer (kg N-P_2O_5-K_2O/rai)						
16-0-16	27.8	25.7	26.8	2,433 a	1,254	1,843
16-4-16	26.4	25.5	25.9	1,862 b	1,134	1,498
16-8-16	26.4	25.3	25.8	2,225 ab	1,281	1,753
16-16-16	25.9	25.5	25.7	1,947 b	1,141	1,544
Average	26.6	25.7	26.1	2,117	1,203	1,660
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns
CV.(%)	6.4	4.6	2.1	15.1	11.6	12.7
VxF	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 175 Potassium response to height (cm) and yield (kg/rai) of cassava grown on clay soil, Pak Chong series, Nakhon Ratchasima Province in rainy season 2013/14 - 2014/15

Varieties	Height 2013 (cm)	Height 2014 (cm)	Average (cm)	Yield 2013 (kg/rai)	Yield 2014 (kg/rai	Average (kg/rai)
Rayong 86-13	260	244	252	9,207	4,784	6,995
Kasetsart 50	304	253	278	6,580	4.484	5,671
F-test	ns	ns	*	ns	ns	ns
CV. (%)	9.2	12.0	10.5	23.3	23.3	12.4
N-P_2O_5-K_2Okg/rai						
16-8-0	292	254	273	8,107	4,299 b	6,203
16-8-8	273	248	260	6,919	5,279 a	6,099
16-8-16	279	247	263	8,372	5,040 ab	6,706
16-8-24	284	244	264	8,176	4,476 ab	6,325
Average	282	248	265	7,894	4.773	6,333
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV.(%)	7.9	7.3	7.7	14.0	14.0	41.2
VxF	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 176 Potassium response on starch content (%) and starch yield (kg/rai) of cassava grown on clayey soil, Pak Chong series, Nakhon Ratchasima Province in rainy season 2013/14 - 2014/15

Varieties	Starch 2013 (%)	Starch 2014 (%)	Average (%)	Starch Yield 2013 (kg/rai)	Starch Yield 2014 (kg/rai	Average (kg/rai)
Rayong 86-13	29.1	27.9	28.5 A	2,665	2,665	2,154
Kasetsart 50	25.0	22.9	23.9 B	1,643	1,643	1,215
F-test	ns	ns	**	ns	ns	*
CV. (%)	9.5	5.4	10.0	30.1	42.9	34.9
N-P_2O_5-K_2O kg /rai						
16-8-0	27.0	25.8 a	26.4	2,217 a	1,117	1,667
16-8-8	27.2	25.1 b	26.2	1,904 b	1,326	1,615
16-8-16	26.4	25.3 b	25.8	2,225 a	1,281	1,753
16-8-24	27.5	25.2 b	26.4	2,269 a	1,273	1,703
Average	27.0	25.4	26.2	2,154	1,215	1,685
F-test	ns	*	ns	*	ns	ns
CV.(%)	6.9	10.6	6.3	11.0	17.4	13.3
VxF	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 177 Characteristic of Pak Chong soil series before planting cassava in 2013

Depth (cm)	Texture[1/]	pH[2/] (1:1)	OM[3/] (%)	Available P[4/] (mg/kg)	Exchangeable K[5/] (mg/kg)
0-20	Clay	6.44	2.40	19.3	306.8
20-50	Clay	5.41	1.19	0.94	58.3

[1/] Hydrometer method [2/] Peech (1965) soil : water ratio = 1:1
[3/] Walkley and Black (1934) [4/] Bray and Kurtz (1945) [5/]Thomas (1982)

Table 178 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different nutrient managements of cassava grown on clayey soil, Pak Chong series, Nakhon Ratchasima Province in rainy season 2013/14-2014/15.

Varieies (V)	Yield 2013	Yield 2014	Average	Cost (Baht/rai)	Benefit 2013 (Baht/rai)	Benefit 2014 (Baht/rai)	Average	MRR 2013 (%)	MRR 2014 (%)	MRR Average (%)
Nitrogen										
Kasetsart 50	6,504	4,562	5,533	2,800	13,460	8,605	11,033	-	-	-
Rayong 86-13	9,184	4,916	7,050	2,800	20,160	9,490	14,825	1.498	1.1028	1.3438
Fertilizer (kgN-P_2O_5-K_2O/rai)										
0-8-16	7,436	4,697	6,067	944	17,646	10,799	14,222	-	-	-
8-8-16	7,444	4,656	6,050	1,068	17,542	10,572	14,057	D	D	D
16-8-16	8,372	5,404	6,888	1,303	19,627	11,298	15,917	889	697	793
24-8-16	8,125	4,562	6,344	1,551	18,761	9,853	14,307	D	D	D
Phosphorus										
Kasetsart 50	6,413	4,370	5,392	2,800	13,233	8,125	10,679	-	-	-
Rayong 86-13	9,227	5,002	7,115	2,800	20,268	9,705	14,986	1.532	1.1945	1.403
Fertilizer (kgN-P_2O_5-K_2O/rai)										
16-0-16	8,605	4,859	6,732	1,031	20,481	11,117	15,799	-	-	-
16-4-16	6,943	4.426	5,685	1,174	16,184	9,889	13,037	D	D	D
16-8-16	8,372	5,040	6,706	1,303	19,627	11,298	15,462	2,672	1,091	1,881
16-16-16	7,360	4,419	5,890	1,594	16,806	9,454	13,130	D	D	D
Potassium										
Kasetsart 50	6,580	4,763	5,672	2,800	13,650	9,108	11,379	-	-	-
Rayong 86-13	9,207	4,784	6,996	2,800	20,218	9,160	14,689	1.481	1.481	1.291
Fertilizer (kgN-P_2O_5-K_2O/rai)										
16-8-0	8,108	4,298	6,203	755	19,515	9,991	14,753	-	-	-
16-8-8	6,919	5,279	6,099	1,039	16,259	12,159	14,209	D	763	D
16-8-16	8,372	5,040	6,706	1,303	19,627	11,298	15,462	1,276	D	475
16-8-24	8,176	4,475	6,326	1,567	18,873	9,621	14,247	D	D	D

2013 and 2014 cassava price 2.50 baht/kg

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai 46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0fertilizer price 20.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table179Analysisof soil properties before planting Cassava 2011 Kanchanaburi Province

Depth (cm)	pH	O.M.	EC	Avai P	Exch K	Texture
	(1:1)	(%)	(mS/cm)	(mg/kg)		
0-20	6.01	0.72	0.01	2.8	73	Sandy loam
20-50	5.81	0.39	0.03	3.1	69	Sandy loam

Table 180 Nitrogen response to Fresh yield of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2011/2012

Fertilizer (b)	Variaties (a)		Average
N-P_2O_5-K_2O/rai	CMR42-44-98	Rayong 11	
0-0-0	1577	2456	2017
0-8-16	3678 b	3347 c	3512 c
8-8-16	5192 a	4222 bc	4707 b
16-8-16	6416 a	5819 a	6118 a
24-8-16	6002 a	4665 ab	5334 ab
Average	5322	4513	4918
F-test: CV (a) = 13.9% (b) = 13.8% พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = **, axb = ns			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT),** : Significant at 1% level of probability, ns: not significant

Table 181 Nitrogen response to % Starch of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2011/2012

Fertilizer (b)	Variaties (a)		Average
N-P_2O_5-K_2O/rai	CMR42-44-98	Rayong 11	
0-0-0	17.0	18.8	17.9
0-8-16	18.2	22.2	20.2

8-8-16	18.7	22.7	20.7
16-8-16	18.7	23.8	21.2
24-8-16	18.2	21.4	19.8
Average	18.5	22.5	20.5
F-test: CV (a) = 9.2% (b) = 12.4% พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = ns, axb = ns			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 182 Nitrogen response to Starch yield of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Provincein rainy season 2011/201

Fertilizer (b)	Variaties (a)		Average
N-P_2O_5-K_2O/rai	CMR42-44-98	Rayong 11	
0-0-0	263	472	367
0-8-16	791	714 b	752 b
8-8-16	976	964 ab	970 ab
16-8-16	1200	1341 a	1271 a
24-8-16	1099	1001 ab	1050 ab
Average	1017	1005	1011
F-test: CV (a) = 22.3% (b) = 25.8% พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = *, axb = ns			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 183 Phosphate response to Fresh yield of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Provincein rainy season 2011/2012

Fertilizer (b)	Variaties (a)		Average
N-P_2O_5-K_2O/rai	CMR42-44-98	Rayong 11	
16-0-16	2716 b	3495 b	3106 b

16-8-16	6416 a	5819 a	6118 a
16-16-16	5120 a	4988 ab	5054 a
Average	4751	4767	4759

F-test: CV (a) = 20.1% (b) = 20.5% พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = **, axb = ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 184 Phosphate response to % Starch of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2011/2012

Fertilizer (b)	Variaties (a)		Average
N-P_2O_5-K_2O/rai	CMR42-44-98	Rayong 11	
16-0-16	18.2	21.2	19.7
16-8-16	18.7	23.8	21.2
16-16-16	19.0	21.5	20.3
Average	18.6	22.2	20.4

F-test: CV (a) = 8.6% (b) = 10.4% พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = ns, axb = ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 185 Phosphate response to Starch yield of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2011/2012

Fertilizer (b)	Variaties (a)		Average
N-P_2O_5-K_2O/rai	CMR42-44-98	Rayong 11	
16-0-16	495 b	732 b	614 c
16-8-16	1200 a	1341 a	1271 a
16-16-16	969 a	1060 ab	1014 b

Average	888	1044	966

F-test: CV (a) = 21.7% (b) = 18.9% พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = **, axb = ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 186 Potassium response to Fresh yield of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2011/2012

Fertilizer (b)	Variaties (a)		Average
N-P_2O_5-K_2O/rai	CMR42-44-98	Rayong 11	
16-8-0	2508 c	3418 b	2963 c
16-8-8	3205 c	5175 a	4190 b
16-8-16	6416 a	5819 a	6118 a
16-8-24	4790 b	4620 ab	4705 b
Average	4230	4758	4494

F-test: CV (a) = 25.4% (b) = 19.4% พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = **, axb = ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table187 Potassium response to % Starch of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2011/2012

Fertilizer (b)	Variaties (a)		Average
N-P_2O_5-K_2O/rai	CMR42-44-98	Rayong 11	
16-8-0	14.5 b	22.8 b	18.7 b
16-8-8	16.7 ab	22.7 b	19.7 b
16-8-16	18.7 ab	23.8 ab	21.2 ab
16-8-24	19.7 a	28.3 a	24.0 a
Average	17.4 b	24.4 a	20.9

F-test: CV (a) = 12.3% (b) = 12.4% พันธุ์ (a) = *, ปุ๋ย (b) = *, axb = ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 188 Potassium response to Starch yield of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2011/2012

Fertilizer (b)	Variaties (a)		Average
N-P_2O_5-K_2O/rai	CMR42-44-98	Rayong 11	
16-8-0	370 c	803 a	586 c
16-8-8	524 bc	1180 ab	852 bc
16-8-16	1200 a	1341 a	1271 a
16-8-24	965 ab	1309 a	1137 ab
Average	765	1158	961

F-test: CV (a) = 33.0% (b) = 27.3% พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = **, axb = ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 189 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different fertilizer managements on Lat Ya Series, Kanchanaburi Province in rainy season 2011

Veriaties (V)	Total cost (Bath/rai)	Income (Bath/rai)	Benefit (Bath/rai)	Income increase (Bath/rai)	Revenue increase (Bath/rai)	MRR (%)
CMR 42-44-98	3,380	8,296	4,916	-	-	-
Rayong 11	3,393	8,843	5,450	-	-	-
N-P_2O_5-K_2O						
0-0-0	2,327	3,510	1,183	-	-	-
Nitrogen (Kg/rai)						
0-8-16	3,959	7,375	3,416	-	-	-

8-8-16	4,845	9,885	5,040	1,624	895	183
16-8-16	5,856	12,848	6,992	3,576	1,897	193
24-8-16	6,007	11,201	5,194	1,778	2,048	D
Phosphorus (Kg/rai)						
16-0-16	4,404	6,523	2,119	-	-	-
16-8-16	5,856	12,848	6,992	4,873	1,452	336
16-16-16	5,872	10,613	4,719	2,600	1,468	D
Potassium (Kg/rai)						
16-8-0	4,111	6,222	2,111	-	-	-
16-8-8	4,943	8,799	3,856	1,745	832	210
16-8-16	5,856	12,848	6,992	4,881	1,745	280
16-8-24	5,731	9,881	4,150	2,039	1,620	2274

D = dominate treatment

2011 cassava price 2.10 baht/kg

The fertilizer plant and the maintenance of 2,800 baht/rai 46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0fertilizer price 20.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table190 Nitrogen response to Fresh yield of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2012/2013

Fertilizer (b)	Veriaties (a)		Average
N-P_2O_5-K_2O/rai	Rayong 5	Rayong 11	
0-0-0	2317	2888	2603
0-8-16	2963 b	3455 c	3209 c
8-8-16	5160 a	5170 ab	5165 b
16-8-16	6116 a	6029 a	6073 a
24-8-16	5377 a	5035 b	5206 b
Average	4904	4922	4913
F-test: CV (a) = 2.6 % (b) = 10.6 % (a) = ns, (b) = **, axb = ns			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 191 Nitrogen response to % Starch of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2012/2013

Fertilizer (b)	Veriaties (a)		Average
N-P_2O_5-K_2O/rai	Rayong 5	Rayong 11	
0-0-0	26.7	27.0	26.9
0-8-16	26.8	27.1	27.0
8-8-16	27.4	27.3	27.4
16-8-16	27.8	26.5	27.2
24-8-16	26.2	25.8	26.0
Average	27.1	26.7	26.9
F-test: CV (a) = 5.8 % (b) = 5.1 % (a) = ns, (b) = ns, axb = ns			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table192 Nitrogen response to Starch yield of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Provincein rainy season 2012/2013

Fertilizer (b)	Veriaties (a)		Average
N-P_2O_5-K_2O/rai	Rayong 5	Rayong 11	
0-0-0	624	780	702
0-8-16	796 b	936 c	866 c
8-8-16	1413 a	1413 ab	1413 b
16-8-16	1698 a	1599 a	1648 a
24-8-16	1410 a	1299 b	1354 b
Average	1329	1311	1320
F-test: CV (a) = 4.8 % (b) = 11.8 % พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = **, axb = ns			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 193 Phosphate response to Fresh yield of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2012/2013

Fertilizer (b)	Veriaties (a)		Average
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai	Rayong 5	Rayong 11	
16-0-16	5170 b	4473 b	4822 b
16-8-16	6116 a	6029 a	6073 a
16-16-16	5293 b	5163 b	5228 b
Average	5526	5222	5374
F-test: CV (a) = 11.2 % (b) = 6.9 % พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = **, axb = ns			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 194 Phosphate response to Fresh yiel% Starch of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2012/2013

Fertilizer (b)	Veriaties (a)		Average
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai	Rayong 5	Rayong 11	
16-0-16	26.8	26.6	26.7
16-8-16	27.8	26.5	27.2
16-16-16	26.6	26.8	26.7
Average	27.1	26.6	26.9
F-test: CV (a) = 4.4 % (b) = 5.0 % พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = ns, axb = ns			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 195 Phosphate response to Fresh yield of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2012/2013

Fertilizer (b)	Veriaties (a)		Average
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai	Rayong 5	Rayong 11	
16-0-16	1386 b	1199 b	1293 b
16-8-16	1698 a	1599 a	1648 a
16-16-16	1402 b	1384 b	1393 b
Average	1495	1394	1445
F-test: CV (a) = 10.8 % (b) = 7.8 % พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = **, axb = ns			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 196 Potassium response to Fresh yield of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2012/2013

Fertilizer (b)	Veriaties (a)		Average
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai	Rayong 5	Rayong 11	
16-8-0	3106 b	3492 b	3299 c
16-8-8	5375 a	5514 a	5445 b
16-8-16	6116 a	6029 a	6073 a
16-8-24	5516 a	5781 a	5649 ab
Average ย	5028	5204	5116
F-test: CV (a) = 7.6 % (b) = 8.9 % พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = **, axb = ns			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 197 Potassium response to % Starch of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2012/2013

Fertilizer (b)	Veriaties (a)		Average
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai	Rayong 5	Rayong 11	
16-8-0	26.5 b	26.6 b	26.6 b
16-8-8	27.3 ab	28.0 ab	27.7 ab
16-8-16	27.8 ab	26.5 b	27.2 b
16-8-24	28.5 a	28.8 a	28.7 a
Average	27.5	27.5	27.5
F-test: CV (a) = 1.7 % (b) = 3.5 % พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = *, axb = ns			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 198 Potassium response to Starch yield of Cassava 2 varieties on Lat Ya Series (Ly) Sand soil, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2012/2013

Fertilizer (b)	Veriaties (a)		Average
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai	Rayong 5	Rayong 11	
16-8-0	824 b	928 b	876 b
16-8-8	1464 a	1543 a	1503 a
16-8-16	1698 a	1599 a	1648 a
16-8-24	1575 a	1663 a	1619 a
Average	1390	1433	1412
F-test: CV (a) = 5.9 % (b) = 9.2 % พันธุ์ (a) = ns, ปุ๋ย (b) = **, axb = ns			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 199 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Fertilizer managements on Lat Ya Series (Ly)l, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province in rainy season 2012

Vareties	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	Income ncrease (Baht/rai	revenue ncrease (Baht/rai	MRR (%)
Rayong 5	3,380	10,298	6,918	-	-	-
Rayong 11	3,393	10,336	6,943	-	-	-
0-0-0	2,327	3,510	1,183	-	-	-
Nitrogen (Kg/rai)						
0-8-16	3,959	6,739	2,780	-	-	-
8-8-16	4,845	10,847	6,002	3,222	895	364
16-8-16	5,856	12,753	6,897	4,117	1,897	D
24-8-16	6,007	10,933	4,926	2,146	2,048	D
Phosphorus (Kg/rai)						
16-0-16	4,404	10,126	5,722	-	-	-
16-8-16	5,856	12,753	6,897	1,175	1,452	118
16-16-16	5,872	10,979	5,085	-637	1,468	D
Potassium (Kg/rai)						
16-8-0	4,111	6,928	2,817	-	-	-
16-8-8	4,943	11,435	6,492	3,675	832	D
16-8-16	5,856	12,753	6,897	4,080	1,745	44
16-8-24	5,731	11,863	6,132	3,315	1,602	D

D = dominate treatment

2012 cassava price 2.10 baht/kg The price for harvest and transportations 0.03 baht/kg

The fertilizer and the maintenance of 1,720 baht/rai

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 1

8-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 200 Chemical of soil before planting cassava Nakhon Sawan Province

Season	Soil depth (cm)	pH (1:1)	O.M. (%)	EC (mS/cm)	Avai P(mg/kg)	Exch K(mg/kg)	Texture
56/57	0-20	6.9	1.41	0.03	18	131	Clay
	20-50	4.6	1.08	0.03	5.1	28	Clay
57/58	0-20	6.6	1.69	0.03	24	154	Clay
	20-50	4.7	1.01	0.03	7	34	Clay

Table 201 Nitrogen response to Fresh yield of Cassava 2 varieties on Wang Hai Series (Wi) Clay soil, Tak Fa District, Nakhon Sawan Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

	yield			Starch yield		
Vareties	2013	2014	Average	2013	2014	Average
	(Kg./rai)			(Kg./rai)		
Kasetsat 50	3937	4491	4214	868	1063	965 b
Rayong 86-13	3694	5152	4423	993	1388	1190 a
F-test	ns	ns	<1	ns	ns	*
CV. (%)	18.5	20.3	19.8	27.3	23.9	25.4
N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (F)						
0-8-16	3919	4507	4213	942	1165	1053
8-8-16	3883	5324	4603	929	1363	1146
16-8-16	3889	4941	4415	908	1258	1083
24-8-16	3572	4514	4043	942	1117	1030
Average	3816	4821	4318	930	1226	1078
F-test	ns	*	*	ns	ns	ns
CV. (%)	12.8	10.0	11.2	15.2	12.9	13.9
VxF	ns	**	*	*	**	**

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 202 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different nitrogen managements on Wang Hai Series (Wi) Clay soil Tak Fa District, Nakhon Sawan Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Vareties	Yield (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsat 50	4,214	2,800	10,535	7,735	-
Rayong 86-13	4,423	2,800	11,058	8,258	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai					
0-8-16	4,213	944	10,533	9,588	-
8-8-16	4,603	1,068	11,508	10,439	685
16-8-16	4,415	1,303	11,038	9,735	D
24-8-16	4,043	1,551	10,108	8,556	D

D = dominate treatment 2013-2014 cassava price 2.50 baht/kg

The fertilizer and the maintenance of 1,720 baht/rai

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 203 Phosphate response to Fresh yield and Starch yield of Cassava 2 varieties on Wang Hai Series (Wi) Clay soil, Tak Fa District, Nakhon Sawan Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Vareties	yield			Starch yield		
	2013	2014	Average	2013	2014	Average
		(Kg./rai)			(Kg./rai)	
Kasetsat 50	3760	4274 b	4017	801	941 b	871 b
Rayong 86-13	3633	5276 a	4454	978	1423 a	1200 a
F-test	ns	*	ns	ns	*	*
CV. (%)	26.6	10.5	21.1	40.7	17.2	28.9
$N-P_2O_5-K_2O$/rai (F)						
16-0-16	3425	4740	4083	852	1181	1016
16-4-16	3453	4533	3999	814	1142	978
16-8-16	3889	4941	4415	908	1258	1083
16-16-16	4019	4886	4452	984	1145	1065
Average	3697	4775	4236	889	1182	1035
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	18.4	11.0	12.4	22.1	12.3	16.7
VxF	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 204 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Phosphorus managements on Wang Hai Series (Wi) Clay soil Tak Fa District, Nakhon Sawan Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Treatments	Yield (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
$N-P_2O_5-K_2O$/rai					

16-0-16	4,083	1,031	10,208	9,176	-
16-4-16	3,993	1,174	9,983	8,809	D
16-8-16	4,415	1,303	11,038	9,735	205
16-16-16	4,452	1,594	11,130	9,536	D

D = Dominated treatment

D = dominate treatment 2013-2014 cassava price 2.50 baht/kg

The fertilizer and the maintenance of 1,720 baht/rai

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 205 Potassium response to Fresh yield of Cassava 2 varieties on Wang Hai Series (Wi) Clay soil, Tak Fa District, Nakhon Sawan Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Vareties	yield			Starch yield		
	2013	2014	Average	2013	2014	Average
		(Kg./rai)			(Kg./rai)	
Kasetsat 50	3975	4481	4228	931	1048 b	989 b
Rayong 86-13	3736	5132	4434	1017	1390 a	1203 a
F-test	ns	ns	ns	ns	*	**
CV. (%)	11.5	17.6	15.6	16.8	13.4	13.7
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ (F)						
16-8-0	3918	4826	4372	1025	1220	1123
16-8-8	3606	4776	4191	938	1212	1075
16-8-16	3889	4941	4415	908	1258	1083
16-8-24	4008	4684	4346	1023	1186	1105
Average	3855	4807	4331	974	1219	1096
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	11.4	8.3	9.7	12.1	11.5	11.9
VxF	ns	ns	**	ns	ns	**

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 206 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Potassium managements on Wang Hai Series (Wi) Clay soil Tak Fa District, Nakhon Sawan Province in rainy season 2013/2014-2014/2015

Vareties	Yield (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	MRR (%)
Kasetsat 50	4,228	2,800	10,570	7,770	-
Rayong 86-13	4,434	2,800	11,085	8,285	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai					
16-8-0	4,372	755	10,930	10,175	-
16-8-8	4,191	1,039	10,478	9,439	D
16-8-16	4,415	1,303	11,038	9,735	D
16-8-24	4,346	1,567	10,865	9,298	D

D = dominate treatment 2013-2014 cassava price 2.50 baht/kg

The fertilizer and the maintenance of 1,720 baht/rai

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

Table 207 Characteristic of Ratdhaburi series (Rb) before planting cassava Ratchaburi Province 2011/2012

Soil depth (cm)	pH	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Texture	BD. (g/Cm^3.)
0-20	7.0	1.57	43	74	Clay loam	1.54
0-50	7.7	0.63	14	42	Clay loam	1.64

Table 208 Chemical fertilizer response to Height and Fresh yield 12 month harvest of cassava 3 varieties on Ratdhaburi series (Rb), Ratchaburi Province in rainy season 2011/2012-2012/2013

Vareties	Height 2011	Height 2012	Average	Yield 2011	Yield 2012	Average
Kasetsat 50	293 A	310 A	302 A	7,161	8,399 A	7,780 A
Rayong 9	264 B	285 B	275 B	6,566	6,234 B	6,400 C
Rayong 11	255 B	280	268 B	6,223	7,678 A	6,950 B
F-test	**	*	**	ns	*	*
CV. (%)	7.30	8.71	6.46	15.02	26.39	14.5
N-P_2O_5-K_2O (F)						
0-0-0	244 d	254 g	249 e	5,936 c	6,874	6,405
0-8-16	257 cd	267 fg	262 d	5,969 c	7,752	6,861
8-8-16	263 bc	286 de	275 cd	6,134 c	7,183	6,659
16-8-16	271 bc	304 abc	287 bc	6,752 abc	8,007	7,380
24-8-16	289 a	318 a	304 a	7,349 a	7,582	7,465
16-0-16	276 ab	293 cd	284 bc	6,803 abc	7,510	7,156
16-16-16	281 ab	313 ab	297 ab	7,072 ab	7,224	7,148
16-8-0	266 bc	272 ef	269 d	6,803 abc	7,781	7,292
16-8-8	281 ab	301 bcd	291 ab	6,406 bc	7,137	6,771
16-8-24	279 ab	312 ab	296 ab	7,279 ab	7,320	7,299
Average	271	292	281	6,650	7,437	7,044
F-test	**	**	**	*	ns	ns
CV. (%)	5.20	4.75	3.86	14.81	22.52	16.34
V x F	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 209 Chemical fertilizer response to % Starch and Starch yield 12 month harvest of cassava 3 varieties on Ratdhaburi series (Rb), Ratchaburi Province in rainy season 2011/2012-2012/2013

Vareties	% Starch 2011	% Starch 2012	Average (%)	Yield 2011 (Kg./rai)	Yield 2012 (Kg./rai)	Average
Kasetsat 50	28.21 B	29.46	28.84 B	2,022	2,463 A	2,243
Rayong 9	30.57 A	30.82	30.70 A	2,022	1,929 B	1,975
Rayong 11	31.99 A	29.35	30.67 A	1,989	2,251 B	2,120
F-test	**	ns	*	ns	*	ns
CV. (%)	5.32	11.16	6.08	18.32	23.59	15.37
N-P_2O_5-K_2O(F)						
0-0-0	29.43	29.93 abc	29.68	1,741 d	2,056	1,899
0-8-16	29.76	30.59 abc	30.17	1,786 cd	2,334	2,060
8-8-16	30.34	29.51 bcd	29.93	1,856 bcd	2,110	1,983
16-8-16	30.48	31.30 a	30.89	2,061 abc	2,497	2,279
24-8-16	30.08	29.58 abcd	29.83	2,204 a	2,224	2,214
16-0-16	30.02	30.43 abc	30.23	2,026 abcd	2,287	2,156
16-16-16	30.28	29.73 abcd	30.01	2,137 ab	2,145	2,141
16-8-0	30.53	28.07 d	29.30	2,074 abc	2,190	2,132
16-8-8	30.69	28.91 cd	29.80	1,962 abcd	2,061	2,012
16-8-24	30.97	30.70 ab	30.83	2,258 a	2,241	2,249
Mean	30.26	29.88	30.07	2,010	2,214	2,112
F-test	ns	*	ns	*	ns	ns
CV. (%)	5.14	6.28	3.94	16.29	22.53	16.12
V x F	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 210 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different Fertilizer managements on Ratdhaburi series (Rb) Ratchaburi Province in rainy season 2011/2012-2012/2013

Vareties	Yield 2011 (kg./rai)	Yield 2012 (kg./rai)	Average (Kg./rai)	Total Cost (Baht/rai)	income (Baht/rai)	Benefit (Baht/rai)	Average (Kg./rai)	MRR (%)
Kasetsat 50	7,161	8,399	7,780	2,805	12,234	14,832	13,533	-
Rayong 9	6,566	6,234	6,400	2,805	10,984	10,286	10,635	-
Rayong 11	6,223	7,678	6,950	2,805	10,264	13,319	11,792	-
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$								
16-8-0	6,803	7,781	6,405	755	13,532	15,586	14,559	
0-8-16	5,969	7,752	6,861	944	11,591D*	15,335D*	13,463D*	-
16-0-16	6,803	7,510	6,659	1,031	13,255D*	14,740D*	13,998D*	-
16-8-8	6,406	7,137	7,380	1,039	12,414D*	13,948D*	13,181D*	-
8-8-16	6,134	7,183	7,465	1,068	11,813D*	14,016D*	12,915D*	-
16-8-16	6,751	8,007	7,156	1,303	12,875D*	15,513D*	14,194D*	-
24-8-16	7,349	7,582	7,148	1,551	13,881	14,370D*	14,126D*	-
16-8-24	7,279	7,319	7,292	1,567	13,719D*	13,804D*	13,762D*	-
16-16-16	7,072	7,223	6,771	1,594	13,258D*	13,575D*	13,417D*	-

D = dominate treatment 2011-2012 cassava price 2.10 baht/kg

The fertilizer and the maintenance of 2,805 baht/rai

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

ภาคผนวก ข

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตต่อการผลิตของพันธุ์มันสำปะหลัง

Table 1 Fresh Yield % Starch and Starch yield of Rayong 9 varietie on Sand Sathaship Series (Sh), Rayong Province in 2011/2012

Treatment	Height (cm.)	yield (Kg/rai)	Starch (%)	Starch Yield (Kg/rai)
Non irrigation	186 c	2,076 b	26.2 b	577 c
12.5 %AWC	241 a	3,507 ab	30.0 a	1,066 abc
25.0 %AWC	248 a	5,188 a	28.9 a	1503 a
37.5 %AWC	236 a	4,120 ab	29.1 a	1211 ab
50.0 %AWC	201 bc	2,293 b	29.0 a	663 bc
62.5 %AWC	180 c	2,650 b	27.0 b	663 bc
75.0 %AWC	225 ab	3,199 b	29.3 a	938 abc
F-Test	*	*	*	*
cv. %	30.9	14.6	11.6	38.1

Table 2 Fresh Yield and % Starch of Rayong 9 varietie at Kalasin Province

Treatment	Stem (Kg/rai)	Stalk (Kg/rai)	Leaves (Kg/rai)	yield (Kg/rai)	Starch (%)
Non irrigation	1,857	1,762	1,143	7,657	24.4
Full irrigation	2,524	1,648	1,238	9,505	26.0
(1-p) Sa.D. 10 %	2,610	1,429	1,248	8,352	20.9
(1-p) Sa.D. 20 %	2,248	1,571	1,286	8,343	20.3
(1-p) Sa.D. 30 %	1,943	1,676	1,162	7,762	21.2

Table 3 Fresh Yield and % Starch of Rayong 11 varietie at Kalasin Province

Treatment	Stem (Kg/rai)	Stalk (Kg/rai)	Leaves (Kg/rai)	yield (Kg/rai)	Starch (%)
Non irrigation	1,514	1,600	1,038	7,343	21
Full irrigation	2,724	1,486	1,238	8,200	25

(1-p) Sa.D. 10 %	1,714	1,638	1,133	7,943	23.4
(1-p) Sa.D. 20 %	2,229	1,533	1,210	6,438	24
(1-p) Sa.D. 30 %	2,143	1,790	1,314	6,429	21

Table 4 Fresh Yield and % Starch of Rayong 9 varietie at Nakhonratchasrima Province

Treatment	Stem (Kg/rai)	Stalk (Kg/rai)	Leaves (Kg/rai)	yield (Kg/rai)	Starch (%)
Non irrigation	1,123	540	469	3,040	26.90
Full irrigation	1,235	654	486	3,780	27.80
(1-p) Sa.D. 10 %	1,147	675	574	3,370	27.13
(1-p) Sa.D. 20 %	895	365	269	1,460	27.20
(1-p) Sa.D. 30 %	974	463	293	2,280	27.97

Table 5 Fresh Yield and % Starch of Rayong 11 varietie at Nakhonratchasrima Province

Treatment	Stem (Kg/rai)	Stalk (Kg/rai)	Leaves (Kg/rai)	yield (Kg/rai)	Starch (%)
Non irrigation	1212	365	276	2700	28.60
Full irrigation	1043	256	289	1050	27.33
(1-p) Sa.D. 10 %	1042	287	275	1690	29.37
(1-p) Sa.D. 20 %	985	274	253	1640	29.80
(1-p) Sa.D. 30 %	587	186	187	500	29.40

Table 6 Fresh Yield and % Starch of Cassava varieties at Kalasin Province

Treatment	Leaves (Kg/rai)	Yield (Kg/rai)	Starch (%)
Non irrigation	2.12	4.24	20.00
Full irrigation	2.48	4.11	20.00
45 %AWC	3.01	5.51	19.60
50 %AWC	2.71	4.92	17.67

65 %AWC	3.04	6.28	21.17
Average	2.67	5.01	19.69
CV. (%)	18.1	22.6	10.1

Table 7 Fresh Yield and % Starch of Cassava varieties at Nakhonratchasrima Province

Treatment	Leaves (Kg/rai)	Yield (Kg/rai)	Starch (%)
Non irrigation	6.44 a	6.44 b	26.05 c
Full irrigation	4.66 b	9.54 a	29.53 a
45 %AWC	4.51 b	7.19 b	26.58 c
50 %AWC	4.47 b	7.57 b	27.30 bc
65 %AWC	3.93 b	7.62 b	28.85 ab
Average	4.80	7.67	27.66
CV. (%)	16.2	13.9	3.8

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 8 Fresh yield of Cassava 2 varieties in season 2012/2013

Treatment	Varieties		Average (Kg/rai)
	Rayong 9 (Kg/rai)	Rayong 11 (Kg/rai)	
Non irrigation	5,950 b	6,080 b	6,015 b
20%Awc	7,982 a	7,690 ab	7,836 a
40%Awc	7,591 a	7,672 ab	7,632 a
60%Awc	7,629 a	8,701 a	8,165 a
80%Awc	8,340 a	8,643 a	8,492 a
Average	7,499	7,757	
c.v.(a) 15.4 c.v. (b) 11.8			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 9 Starch contance of 2 Cassava varieties in season 2012/2013

Treatment	Varieties		Average
	Rayong 9 (%)	Rayong 11 (%)	(%)
Non irrigation	21.5 b	23.5	22.50 b
20%Awc	29.6 a	25.3	27.45 a
40%Awc	29.6 a	25.7	27.65 a
60%Awc	28.1 a	27.0	27.55 a
80%Awc	28.9 a	26.9	27.87 a
Average	27.54	25.67	
c.v.(a) 12.3 c.v. (b) 9.1			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 10 Fresh yield of Cassava 2 varieties in season 2013/2014

Treatment	Varieties		Average
	Rayong 9 (Kg/rai)	Rayong 11 (Kg/rai)	(Kg/rai)
Non irrigation	3,437 b	3,977 ab	3,707 b
20%Awc	2,809 b	3,204 b	3,006 b
40%Awc	3,461 b	4,219 ab	3,840 b
60%Awc	3,226 b	4,019 ab	3,623 b
80%Awc	4,808 a	5,085 a	4,947 a
Average	3,548b	4,101a	
c.v.(a) 15.4 c.v. (b) 16.8			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different

at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 11 Starch contance of cassava 2 varieties in season 2013/2014

Treatment	Varieties		Average
	Rayong 9 (%)	Rayong 11 (%)	(%)
Non irrigation	25.63 b	21.93 b	23.78 b
20%Awc	28.67 ab	28.97 a	28.82 a
40%Awc	29.70 ab	25.63 ab	27.67 a
60%Awc	29.80 ab	27.93 a	28.87 a
80%Awc	31.90 a	25.07 ab	28.48 a
Average	29.14a	25.91b	
c.v.(a) 11.3 c.v. (b) 11.5			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 12 Fresh Yield and % Starch of Rayong 9 varietie at Kalasin Province in season 2013/2014

Treatment	Stem (Kg/rai)	Stalk (Kg/rai)	Leaves (Kg/rai)	yield (Kg/rai)	Starch (%)
Non irrigation	1,857	1,762	1,143	7,657	24.4
Full irrigation	2,524	1,648	1,238	9,505	26.0
(1-p) Sa.D. 10 %	2,610	1,429	1,248	8,352	20.9
(1-p) Sa.D. 20 %	2,248	1,571	1,286	8,343	20.3
(1-p) Sa.D. 30 %	1,943	1,676	1,162	7,762	21.2

Table 13 Fresh Yield and % Starch of Rayong 11 varietie at Kalasin Province in season 2013/2014

Treatment	Stem (Kg/rai)	Stalk (Kg/rai)	Leaves (Kg/rai)	yield (Kg/rai)	Starch (%)
Non irrigation	1,514	1,600	1,038	7343	21.0
Full irrigation	2,724	1,486	1,238	8200	25.0
(1-p) Sa.D. 10 %	1,714	1,638	1,133	7943	23.4
(1-p) Sa.D. 20 %	2,229	1,533	1,210	6438	24.0
(1-p) Sa.D. 30 %	2,143	1,790	1,314	6429	21.0

Table 14 Fresh Yield of cassava 2 varieties in season 2014/2015

Treatment	Varieties		Average
	Rayong 9	Rayong 11	
Non irrigation	3373	3573	3473 b
Full irrigation	5123	4870	4996 a
45 %AWC	3336	4100	3718 b
50 %AWC	3350	3973	3661 b
65 %AWC	3356	3710	3533 b
Average	3708	4045	3876

CV (a) = 54.4% CV (b) = 22.1%

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 15 Starch content of cassava 2 varieties in season 2014/2015

Treatment	Varieties		Different
	Rayong 9	Rayong 11	
Non irrigation	19.00	22.33	-3.33
Full irrigation	19.83	22.33	-2.50

45 %AWC	16.67	22.00	-5.33
50 %AWC	18.83	21.83	-3.00
65 %AWC	18.50	22.17	-3.67
Average	18.57	22.13	-3.56
CV (a) = 13.1% CV (b) = 8.8%			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 16 Fresh yield, dry root yield, % starch and starch yield of Rayong 11 under different irrigation periods and planting month at Dong Kenluang region, Chai Nat Field Crop Research Center between 2010 to 2012.

Treatments	Fresh root yield (kg/rai)	Dry root yield (kg/rai)	Starch (%)	Starch yield (kg/rai)
Irrigation periods				
Irrigation to 3 months	6,740 a	2,694 ab	26.8	1,803 a
Throughout the growing season	7,403 a	3,199 a	27.2	2,008 a
No irrigation	5,314 b	2,144 b	26.9	1,441 b
F-test	*	*	ns	*
CV (a) Irrigation periods (%)	17.4	19.3	9.1	18.4
Planting month				
December	7,400 a	3,000 a	26.2	1,841 a
January	6,833 a	3,100 a	28.9	1,971 a
February	6,600 a	2,967 a	24.5	1,720 a
April	6,100 b	2,733 a	28.2	1,725 a
June	5,494 c	1,994 b	26.2	1,496 b
F-test	*	*	ns	*
F-test (A X B)	ns	ns	ns	ns
CV (b) Planting month (%)	13.2	14.1	7.4	16.1

ns, * = non-significant and significant at P<0.05 level, respectively. In the same column, means followed by the same letter are not significantly different at the P ≤ 0.05 level by DMRT.

Table 17 Fresh yield, dry root yield, starch percentage and starch yield of cassava 4 varieties under different irrigation periods at Dong Kenluang region, Chai Nat Field Crop Research Center between 2011 to 2012.

Treatments	Fresh root yield (kg/rai)	Dry root yield (kg/rai)	Starch percentage (%)	Starch yield (kg/rai)
Irrigation Periods				
1. Planting to 3 months	5,863 c	2,255 c	26.5	1,573 b
2. Planting to 6 months	6,300 b	2,493 b	26.9	1,629 b
3. Throughout the growing season	6,775 a	2,698 a	27.4	1,853 a
4. No irrigation	4,140 d	1,768 d	25.3	1,001 c
F-test (A)	**	**	ns	*
CV (a) (%)	15.2	18.2	10.9	15.8
Varieties				
1. Rayong 5	6,850 a	2,583 a	26.7 a	1,847 a
2. Rayong 7	5,818 b	2,263 b	23.7 b	1,306 c
3. Rayong 9	5,270 c	2,093 c	27.5 a	1,450 b
4. Rayong 11	6,240 b	2,375 b	28.2 a	1,753 a
F-test (B)	*	*	*	*
F-test (A X B)	ns	ns	ns	ns
CV (b) (%)	14.5	12.1	6.5	14.9

ns, *,** = non-significant, significant at P<0.05 and P<0.01 level, respectively. In the same column, means followed by the same letter are not significantly different at the P ≤ 0.05 level by DMRT.

Table 18 Soil analysis before planting in Rayong Province in rainy season 2011

Depth (cm)	pH[1] (1:1)	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Texture[5]
0-20	4.5	1.02	63	23	Loamy sand
20-50	4.3	1.92	37	16	Loamy sand
0-20	3.9	0.46	5	18	Sand
20-50	3.6	0.32	<5	18	Sand

[1] Peech (1965) soil : water = 1:1 [2] Walkley and Black (1965)

[3] Bray and Kurtz (1945) [4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 19 Chemical analysis of organic maure

Item	Result	
	2011	2012
pH	5.6	7.6
EC (dS/cm)	5.7	6.4
C/N ratio	18:1	14:1
Organic metter (%)	63.3	65.6
Total nitrogen (%)	2.0	2.8
Total phosphorus (%)	3.8	2.9
Total potassium (%)	1.6	2.9
Total calcium (%)	2.2	2.9
Total magnesium (%)	0.3	1.6

Table 20 Effect of organic manure and chemical fertilizer on fresh root yield (kg/rai), 4 varieties of cassava in loamy sand and sandy soil, Rayong Field Crops Research Center in rainy season 2011-2012

Varieties (V)	Loamy sand			Sand		
	2011	2012	Average	2011	2012	Average
Rayong 9	6,059 b	4,425	5,242 b	4,425 ab	6,122 a	5,273
Rayong 11	6,006 b	4,149	5,077 b	4,149 b	6,055 a	5,102
Huai bong 80	6,521 ab	4,400	5,460 ab	4,400 ab	5,114 b	4,757
CMR42-44-98	7,189 a	5,043	6,116 a	5,043 a	6,071 a	5,557
Average	6,443	4,504	5,474	4,504	5,840	5,172
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
No fertilizer	4,857 d	2,544	3,701 d	2,544 d	3,228 e	2,886
16-8-16	6,808 b	4,826	5,817 b	4,826 b	6,061 c	5,444
chicken manure 1 ton/rai	5,684 c	4,089	4,886 c	4,089 c	5,392 d	4,741
50% 16-8-16+ chicken manure 1 ton/rai	7,198 ab	5,531	6,365 a	5,531 a	6,824 b	6,178
75% 16-8-16+ chicken manure 1 ton/rai	7,670 a	5,530	6,600 a	5,530 a	7,697 a	6,613

statistical analysis						
Year (Y)	-	-	**	-	-	**
Varieties (V)	ns	**	*	*	*	ns
Fertilizer (F)	**	**	**	**	**	**
Varieties x Fertilizer (V x F)	ns	**	ns	ns	ns	*
Year x Varieties (Yx V)	-	-	ns	-	-	*
Year x Fertilizer (Yx F)	-	-	ns	-	-	*
YearxVarietiesxFertilizer (Yx VxF)	-	-	ns	-	-	ns
CV. (Year) %	-	-	14.0	-	-	14.6
CV. (Varieties) %	14.5	10.4	18.8	15.6	19.3	19.8
CV. (Fertilizer) %	10.0	8.1	10.4	10.3	11.7	9.3

ns, *,** = non-significant, significant at P<0.05 and P<0.01 level, respectively. In the same column, means followed by the same letter are not significantly different at the P ≤ 0.05 level by DMRT.

Table 21 Effect of organic manure and chemical fertilizer on starch contend (%), 4 varieties of cassava in loamy sand and sandy soil, Rayong Field Crops Research Center in rainy season 2011-2012

Varieties (V)	Loamy sand			Sand		
	2011	2012	Average	2011	2012	Average
Rayong 9	28.7 b	30.7 a	29.7 a	30.7 a	27.0 a	28.9
Rayong 11	30.7 a	30.5 a	30.6 a	30.5 a	26.8 a	28.7
Huai bong 80	26.8 c	27.9 b	27.4 b	27.9 b	22.8 b	25.4
CMR42-44-98	24.2 d	26.4 c	25.3 c	26.4 c	21.0 c	23.7
Average	27.6	28.9	28.3	28.8	24.4	26.7
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
No fertilizer	28.7	28.6 ab	28.7 a	28.6	23.7	26.1
16-8-16	27.1	28.3 b	27.7 b	28.3	24.7	26.5
chicken manure 1 ton/rai	27.1	29.5 a	28.3 b	29.5	24.5	27.0
50% 16-8-16+ chicken manure 1 ton/rai	27.6	28.9 ab	28.3 b	28.9	23.8	26.4
75% 16-8-16+ chicken anure 1 ton/rai	27.5	29.2 ab	28.3 b	28.9	25.4	27.3

statistical analysis						
Year (Y)	-	-	**	-	-	**
Varieties (V)	**	**	*	*	**	**
Fertilizer (F)	ns	**	**	ns	ns	**
Varieties x Fertilizer (V x F)	ns	ns	ns	ns	ns	*
Year x Varieties (Yx V)	-	-	**	-	-	*
Year x Fertilizer (Yx F)	-	-	*	-	-	*
YearxVarietiesxFertilizer (YxVx F)	-	-	ns	-	-	ns
CV. (Year) %	-	-	4.9	-	-	5.0
CV. (Varieties) %	6.7	1.2	4.7	5.7	3.2	1.8
CV. (Fertilizer) %	4.2	4.2	4.3	5.2	4.7	4.0

ns, *,** = non-significant, significant at P<0.05 and P<0.01 level, respectively. In the same column, means followed by the same letter are not significantly different at the P ≤ 0.05 level by DMRT.

Table 22 Effect of organic manure and chemical fertilizer on starch yield (Kg/rai, 4 varieties of cassava in loamy sand and sandy soil, Rayong Field Crops Research Center in rainy season 2011-2012

Varieties (V)	Loamy sand			Sand		
	2011	2012	Average	2011	2012	Average
Rayong 9	1,743	1,362	1,552	1,362	1,667 a	1,515 a
Rayong 11	1,846	1,267	1,557	1,267	1,629 a	1,448 a
Huai bong 80	1,744	1,228	1,486	1,228	1,164 b	1,196 b
CMR42-44-98	1,736	1,305	1,521	1,305	1,281 b	1,293 b
Average	1,767	1,291	1,529	1,291	1,435	1,363
$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ (F)						
No fertilizer	1,402 c	724 d	1,063 d	723 d	769 d	7,46 d
16-8-16	1,825 b	1,362 b	1,594 b	1,362 b	1,492 b	1,427 b
chicken manure 1 ton/rai	1,531 c	1,201 c	1,366 c	1,201 c	1,327 c	1,264 c
50% 16-8-16+ chicken manure 1 ton/rai	1,979 ab	1,567 a	1,773 a	1,567 a	1,624 b	1,596 b
75% 16-8-16+ chicken manure 1 ton/rai	2,099 a	1,599 a	1,849 a	1,599 a	1,965 a	1,782 a

statistical analysis						
Year (Y)	-	-	**	-	-	**
Varieties (V)	ns	ns	ns	ns	**	**
Fertilizer (F)	**	**	**	**	**	**
Varieties x Fertilizer (V x F)	ns	**	ns	ns	ns	ns
Year x Varieties (Yx V)	-	-	ns	-	-	ns
Year x Fertilizer (Yx F)	-	-	ns	-	-	ns
YearxVarietiesxFertilizer (Yx VxF)	-	-	ns	-	-	ns
CV. (Year) %	-	-	13.4	-	-	13.8
CV. (Varieties) %	17.3	10.3	26.4	19.5	16.5	17.8
CV. (Fertilizer) %	10.4	9.2	10.7	12.3	13.2	10.5

ns, *,** = non-significant, significant at P<0.05 and P<0.01 level, respectively. In the same column, means followed by the same letter are not significantly different at the P ≤ 0.05 level by DMRT.

Table 23 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different fertilizer anagements on Loamy sand, Rayong Field Crops Research Center, Rayong Province in rainy season 2011-2012

Varieties (V)	Yield (Kg./rai)	Cost (Baht/rai)	Income (Baht/rai)	Net Income (Baht/rai)	cost increase	income	MRR (%)
Rayong 9	5,242	2,805	11,008	8,203	-	-	-
Rayong 11				7,858	-	-	-
Huai bong 80				8,662	-	-	-
CMR42-44-98				10,039	-	-	-
Average				8,690			
N-P_2O_5-K_2O (F)			5,077	2,805	10,663		
No fertilizer	4,857	-	5,461	2,805	11,467	-	-
16-8-16	6,765	1,303	6,116	2,805	12,844	4,444	341
chicken manure 1 ton/rai	5,684	1,800	5,474	2,805	11,495		
50% 16-8-16+chicken manure 1 ton/rai	7,198	2,151	13,365	11,214	848	301	35
75% 16-8-16+chicken manure 1 ton/rai	7,670	2,477	13,860	11,383	326	169	52

D is dominated treatment. 2011-/2012 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,805 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg chicken c manure price 1.50 baht/kg

Table 24 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different fertilizer managements on Sand, Rayong Field Crops Research Center, Rayong Province in rainy season 2011-2012

Varieties (V)	Yield (Kg./rai)	Cost (Baht/rai)	Income (Baht/rai)	Net Income (Baht/rai)	cost increase	income	MRR (%)
Rayong 9	5,273	2,805	11,074	8,898	-	-	-
Rayong 11	5,102	2,805	10,714	8,538	-	-	-
Huai bong 80	4,772	2,805	10,995	8,819	-	-	-
CMR42-44-98	5,557	2,805	10,665	8,489	-	-	-
Average	5,176	2,805	10,862	8,686			
N-P_2O_5-K_2O (F)							
No fertilizer	2,886	-	6,061	6,137	-	-	-
16-8-16	5,444	1,303	11,432	10,050	1,303	3,913	300
chicken manure 1 ton/rai	4,741	1,800	9,955	8,108 D			
50% 16-8-16+ chicken manure 1 ton/rai	6,178	2,151	12,973	10,522	848	472	56
75% 16-8-16+ chicken manure 1 ton/rai	6,613	2,477	13,888	11,354	326	832	256

D is dominated treatment. 2011-/2012 cassava price 2.50 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,805 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

chicken manure price 1.50 baht/kg

Table 25 Fresh root yield for Rayong 72 in 2010 / 2011-2014 / 2015 The results of long-term cassava crop year 2010-2014 with 3 or 4 and the fertilizer and soil amendments. at Khon Kaen Field Crops Research Center

Cropping Systems	Fertilizer	Yield (Kg/rai)					
		53/54	54/55	55/56	56/57	57/58	Total
Monocropping	none	1.10	0.43	1.34	1.36	0.88	5.12
	F15-7-18	5.00	6.71	4.35	5.73	6.09	27.88
	SA800	3.29	3.47	2.26	4.46	3.39	16.87
	SA800+0.5F	2.09	4.18	2.45	3.69	1.84	14.25
	Average	2.87	3.7	2.61	3.81	3.05	16.04
Crop Rotation	none	2.98		2.22		3.88	9.08
	F15-7-18	4.49		3.30		5.82	13.61
	SA800	3.92		3.13		5.12	12.17
	SA800+0.5F	4.23		3.11		5.60	12.94
	Average	3.91		2.94		5.1	11.95

Intercropping	none	2.50	1.38	0.79	2.17	0.98	7.82
	F15-7-18	4.80	6.59	2.08	6.12	5.13	24.72
	SA800	4.93	7.70	2.05	5.09	2.86	22.63
	SA800+0.5F	4.15	6.88	1.33	5.35	3.04	20.75
	Average	4.09	5.64	2.30	4.68	3.00	19.72

SA800 = Material Improvement 800 Kg/rai, **F=fertilizer** 15-7-18 N-P_2O_5-K_2O Kg/rai

Table 26 Chemistry and nutrient content in the soil In season 2011/2012 -2014/2015 at Khon Kaen Field Crops Research Center.

Season	moisture (%)	pH (1:10 H_2O)	EC dS/m (1:10 น้ำ)	OM (%)	C:N	TN (%)	Total P_2O_5 (%)	Total K_2O (%)	Total Ca (%)	Total Mg (%)	Germination index (%)
2554/55	14.0	13.8	1.8	17.1	12	0.8	1.1	0.9	-	-	90
2555/56	31.0	7.4	4.3	20.4	9	1.25	3.3	1.0	8.1	0.53	69
2556/57	10.2	7.1	2.8	41.4	34	0.7	1.2	1.0	1.29	0.33	72
2557/58	7.6	7.4	6.0	33.7	8	2.4	3.9	2.0	5.9	0.77	0
2558/59	11.8	7.6	4.1	59.1	12	2.9	2.3	1.7	1.33	0.70	98

Table 27 Chemical properties of soil before planting from fertilizer by various methods continuous each area of cassava in season 2011/2012-2014/2015

Treatment	2011/2012				2014/2015			
	pH (1:1)	O.M. (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch K	pH (1:1)	O.M. (%)	Avai P (mg/kg)	Exch K
Yasothon Series in Khonkaen Province								
$N_0P_0K_0$	4.73	0.40	7	23	4.52	0.40	6	22
$N_1P_0K_0$	4.32	0.32	5	11	4.30	0.32	5	11
$N_1P_1K_0$	4.60	0.31	70	15	4.60	0.33	67	15
$N_1P_0K_1$	4.54	0.54	4	45	4.54	0.52	4	49
$N_1P_1K_1$	4.70	0.66	52	60	4.73	0.67	50	60
$N_1P_1K_1$+CP	6.59	1.03	382	141	6.57	1.03	373	138
$N_1P_1K_1$+CR	5.02	0.73	42	49	5.12	0.71	42	51
$N_0P_0K_0$+CR	5.54	0.40	15	29	5.50	0.42	15	32

Korat Series in Nakhon Ratchasima Province								
$N_0P_0K_0$	6.67	0.78	18	81	6.54	0.65	6	51
$N_1P_0K_0$	6.84	0.70	22	67	6.16	0.79	14	59
$N_1P_1K_0$	6.18	0.57	50	61	6.18	0.70	79	73
$N_1P_0K_1$	6.91	0.78	45	92	6.48	0.94	91	89
$N_1P_1K_1$	6.23	0.56	45	89	6.57	0.76	62	112
$N_1P_1K_1$+CP	7.55	0.96	253	130	7.10	1.24	288	133
$N_1P_1K_1$+CR	6.51	0.72	61	108	6.50	1.03	94	107
$N_0P_0K_0$+CR	6.17	0.60	29	89	6.50	0.96	34	83
Huai pong Series Rayong Province								
$N_0P_0K_0$	4.51	0.94	18	14	4.50	0.91	16	14
$N_1P_0K_0$	3.80	1.06	22	13	3.91	0.98	22	13
$N_1P_1K_0$	4.15	1.14	117	10	4.12	1.10	98	10
$N_1P_0K_1$	4.55	1.41	56	35	4.56	1.31	56	35
$N_1P_1K_1$	4.11	0.95	103	26	4.22	0.99	103	37
$N_1P_1K_1$+CP	6.24	1.79	299	50	6.35	1.76	299	50
$N_1P_1K_1$+CR	4.88	1.61	98	50	4.91	1.61	98	54
$N_0P_0K_0$+CR	4.59	1.17	38	18	4.59	1.02	38	28

Remark : N_1=16 Kg N/rai P_1=8 Kg P_2O_5/raiK_1=16 Kg K_2O/rai CP=Compost 1 ton/rai CR = Crop residure 3 ton/rai

Table 28 Fresh yield of cassava from fertilizer by various methods continuous each area in season 2011/2012-2014/2015 (4 year)

Treatment	54/55	55/56	56/57	57/58	Average
Yasothon Series in Khonkaen Province					
$N_0P_0K_0$	0.92 c	0.35 d	1.23 c	0.71 c	0.80
$N_1P_0K_0$	1.82 c	0.75 c	2.25 bc	1.22 c	1.51
$N_1P_1K_0$	1.92 c	1.05 bc	2.51 b	1.37 bc	1.71
$N_1P_0K_1$	4.39 b	1.43 b	4.33 a	2.90 a	3.26
$N_1P_1K_1$	6.38 a	1.83 a	4.39 a	2.55 ab	3.78
$N_1P_1K_1$+CP	7.56 a	2.19 a	5.34 a	3.46 a	4.64
$N_1P_1K_1$+CR	7.34 a	1.99 a	4.92 a	3.78 a	4.51
$N_0P_0K_0$+CR	3.91 b	0.94 c	4.23 a	2.62 a	2.93

F-test, CV.(%)	**,22.2	**, 20.5	**, 19.2	**, 34.8	
Korat Series in Nakhon Ratchasima Province					
$N_0P_0K_0$	2.64 d	2.34 d	3.10 e	4.14 d	3.06
$N_1P_0K_0$	3.20 cd	3.33 bc	3.21 e	5.10 c	3.71
$N_1P_1K_0$	4.06 bc	3.28 bc	4.60 d	6.33 b	4.57
$N_1P_0K_1$	4.07 bc	3.50 ab	5.05 c	6.61 b	4.81
$N_1P_1K_1$	4.33 ab	4.14 ab	5.39 c	6.61 b	5.12
$N_1P_1K_1$+CP	5.17 a	4.35 a	5.91 b	6.86 ab	5.57
$N_1P_1K_1$+CR	4.80 ab	4.33 a	6.44 a	7.24 a	5.70
$N_0P_0K_0$+CR	2.91 d	2.48 cd	5.12 c	5.17 c	3.92
F-test, CV. (%)	**, 16.3	**, 16.9	**, 6.2	**, 5.9	
Huai pong Series Rayong Province					
$N_0P_0K_0$	1.01 e	1.79 e	0.95 d	1.29 b	1.26
$N_1P_0K_0$	2.08 cd	1.89 e	1.73 c	2.30 b	2.00
$N_1P_1K_0$	1.77 de	2.14 e	2.22 c	1.59 b	1.93
$N_1P_0K_1$	4.12 b	5.46 c	3.48 b	5.46 a	4.63
$N_1P_1K_1$	4.87 ab	6.49 b	3.50 b	5.25 a	5.03
$N_1P_1K_1$+CP	5.54 a	8.19 a	3.83 ab	5.74 a	5.83
$N_1P_1K_1$+CR	5.64 a	8.49 a	4.59 a	6.72 a	6.36
$N_0P_0K_0$+CR	3.01 c	4.59 d	2.47 c	2.19 b	3.07
F-test, CV (%)	**, 18.3	**, 11.2	**, 18.3	**, 25.4	

Remark : N_1=16 Kg N/rai P_1=8 Kg P_2O_5/raiK_1=16 Kg K_2O/rai CP=Compost 1 ton/rai CR = Crop residure 3 ton/rai

Table 29 Compensation from fertilizer by various methods continuous each area of cassava

TReatments	yield (ton/rai)	income (bath/rai)	Income increase (bath/rai)	reenue increase (bath/rai)	MRR (%)
Yasothon Series in Khonkaen Province					
0-0-0	0.80	1,920	-	-	-
16-0-0	1.51	3,624	1,704	419	407
16-8-0	1.71	4,104	2,184	889	246
16-0-16	3.26	7,824	5,904	907	651
16-8-16	3.78	9,072	7,152	1,377	519
16-8-16+CP	4.64	11,136	9,216	3,377	273

16-8-16+CR	4.51	10,824	8,904	2,877	309
0-0-0+CR	2.93	7,032	5,112	1,500	341
Korat Series in Nakhon Ratchasima Province					
0-0-0	3.06	7,344	-	-	-
16-0-0	3.71	8,904	1,560	419	372
16-8-0	4.57	10.968	3,624	889	408
16-0-16	4.81	11,544	4,200	907	463
16-8-16	5.12	12,288	4,944	1,377	359
16-8-16+CP	5.57	13,368	6,024	3,377	178
16-8-16+CR	5.70	13,680	6,336	2,877	220
0-0-0+CR	3.92	9,408	2,064	1,500	138
Huai pong Series Rayong Province					
0-0-0	1.26	3,024	-	-	-
16-0-0	2.00	4,800	1,776	419	424
16-8-0	1.93	4,632	1,608	889	181
16-0-16	4.63	11,112	8,088	907	892
16-8-16	5.03	12,072	9,048	1,377	657
16-8-16+CP	5.83	13,992	10,968	3,377	325
16-8-16+CR	6.36	15,264	12,240	2,877	425
0-0-0+CR	3.07	7,368	4,344	1,500	290

Remark : Average 2012-2015 cassava price 2.40 baht/kg

21-0-0 fertilizer price 5.50 baht/kg 0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg

0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg CP price 2.0 baht/kg CR price 500 baht/ton

Table 30 Soil analysis before planting on Nam Phong Soil Series in Khon Kaen Province in rainy season 2011/2012

Depth (cm)	pH (Soil:water 1:1)	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
0-20	4.9	0.23	10.00	24
20-50	5.1	0.05	Trace	16

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)

[4] Schollenberger and Simon (1945)

Table 31 Yield and Height of cassava from fertilizers application and fertilizers application with waste from industrial factory on Nam Phong Soil Series in Khonkaen Province in rainy season 2011/2012

Vareties	Yield (Kg/rai)		Average	Height (cm.)		Average
	2011	2012	(Kg/rai)	2011	2012	(Kg/rai)
Fertilizer rate						
1.0-0-0	1,015 bc	2,805	1,910 b	106 ab	109	107
2.16-8-8	1,462 bc	6,150	3,806 ab	98 b	126	112
3.16-8-16	3,010 ab	4,335	3,673 ab	124 ab	153	138
4. Vinasse 1000 Lite	754 c	4,278	2,516 ab	101 b	153	127
5. Vinasse 2000 Lite	2,098 abc	4,166	3,132 ab	118 ab	149	133
6. Vinasse 4000 Lite	2,115 abc	4,540	3,327 ab	108 ab	151	130
7. 8-4-8+1000 Lite (water)	4,087 a	6,065	5,076 a	130 a	160	145
8.8-4-8+4000 Lite (water)	1,627 bc	4,048	2,838 ab	101 b	132	116
Average	2,021	4,548	3,285	111	142	126
F-test	*	ns	*	*	ns	Ns
CV(%)	45.3	41.07	38.42	10.54	21.6	14.07

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 32 Soil analysis before planting on cassava field experiment in rainy season on 2013/2015

Soil series Depth (cm)	pH[1]	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Texture[5]
Sattahip series					
0-20	5.0	0.50	13	8	Sand
20-50	4.8	0.30	10	10	Sand
Korat series					
0-20	6.85	0.10	38.05	14.60	Loamy sand
20-50	7.52	0.42	14.93	70.5	Loamy sand
Chum Phuang series					
0-20	4.2	0.4	21.3	27.5	Loamy sand
20-50	4.1	0.4	12.3	17.0	Loamy sand

[1] Peech (1965) [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945)

[4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

Table 33 Effect of fertilizers application and fertilizers application with waste from industrial factory to replace chemical fertilizers in height, yield, Starch content and Starch Yield of cassava in rainy season on 2013/2014, Nakhon Ratchasima Province

Treatment	height (cm.)	yield (Kg/rai)	Starch content (%)	Starch Yield (Kg/rai)
1.0-0-0	187	1,880	29.5	554
2. Farmer practice (15-7-18 rate 50 Kg/rai)	209	2,250	29.1	654
3. Fertilizer from soil analysis (16-0-4 N-P_2O_5-K_2O)	220	1,640	27.3	447
4. Fertilizer from soil analysis + Vinasse 2000 lite/rai	198	2,020	30.2	610
5. Fertilizer from soil analysis + Vinasse 4000 lite/rai	202	1,700	28.9	491
6. Fertilizer from soil analysis (16-0-4 N-P_2O_5-K_2O) + Water 2000 lite/rai	221	2,150	29.6	636
7. Fertilizer from soil analysis (16-8-16N-P_2O_5-K_2O) + Water 4000 lite/rai	216	1,810	30.4	550
CV (%)	6.23	24.75	5.28	20.17
F-test	ns	ns	ns	ns

Ns : not significant

Table 34 Effect of fertilizers application and fertilizers application with waste from industrial factory to replace chemical fertilizers in height, yield, Starch content and Starch Yield of cassava in rainy season on 2014/2015, Nakhon Ratchasima Province

Treatment	height (cm.)	yield (Kg/rai)	Starch content (%)	Starch Yield (Kg/rai)
1.0-0-0	238 b	4,503 b	30.9	1,415 ab
2. Farmer practice (15-7-18 rate 50 Kg/rai)	279 a	6,321 a	31.4	1,994 a
3. Fertilizer from soil analysis (16-0-4 N-P_2O_5-K_2O)	291 a	4,870 ab	30.1	1,463 ab
4. . Fertilizer from soil analysis + Vinasse 2000 lite/rai	285 a	5,613 ab	30.7	1,727 ab
5. Fertilizer from soil analysis + Vinasse 4000 lite/rai	295 a	4,496 b	30.8	1,398 b
6. Fertilizer from soil analysis (16-0-4 N-P_2O_5-K_2O) + Water 2000 lite/rai	282 a	5,360 ab	31.6	1,707 ab

7. Fertilizer from soil analysis (16-8-16N-P_2O_5-K_2O) + Water 4000 lite/rai	296 a	4,833 ab	31.4	1,519 ab
CV (%)	6.46	19.08	4.19	20.70
F-test	*	*	NS	*

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 35 Effect of fertilizers application and fertilizers application with waste from industrial factory to replace chemical fertilizers in height, yield, Starch content and Starch Yield of cassava in rainy season on 2013/2014, Rayong Province

Treatment	height (cm.)	yield (Kg/rai)	Starch content (%)	Starch Yield (Kg/rai)
1.0-0-0	156 b	5,750	29.2	1,456
2. Farmer practice (15-7-18 rate 50 Kg/rai)	179 a	5,805	29.2	1,680
3. Fertilizer from soil analysis (16-8-16 N-P_2O_5-K_2O)	186 a	5,654	30.2	1,752
4. . Fertilizer from soil analysis + Vinasse 2000 lite/rai	173 a	5,247	28.9	1,693
5. Fertilizer from soil analysis + Vinasse 4000 lite/rai	181 a	5,142	29.3	1,549
6. Fertilizer from soil analysis (16-8-16 N-P_2O_5-K_2O) + Water 2000 lite/rai	183 a	5,821	28.8	1,490
7. Fertilizer from soil analysis (16-8-16N-P_2O_5-K_2O) + Water 4000 lite/rai	185 a	5,550	29.4	1,716
CV (%)	5.5	11.8	3.8	13.7
F-test	**	NS	NS	NS

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 36 Effect of fertilizers application and fertilizers application with waste from industrial factory to replace chemical fertilizers in height, yield, Starch content and Starch Yield of cassava in rainy season on 2014/2015, Rayong Province

Treatment	height (cm.)	yield (Kg/rai)	Starch content (%)	Starch Yield (Kg/rai)
1.0-0-0	173 d	4,081 d	26.5 c	1,086 d
2. Farmer practice (15-7-18 rate 50 Kg/rai)	187 bc	5,692 c	27.7 bc	1,591 c
3. Fertilizer from soil analysis (16-8-16 N-P_2O_5-K_2O)	200 ab	6,060 bc	29.3 ab	1,772 bc
4. . Fertilizer from soil analysis + Vinasse 2000 lite/rai	203 a	5,896 bc	29.1 ab	1,720 bc
5. Fertilizer from soil analysis + Vinasse 4000lite/rai	184 cd	6,243 abc	29.7 ab	1,855 abc
6. Fertilizer from soil analysis (16-8-16 N-P_2O_5-K_2O) + Water 2000 lite/rai	188 bc	6,660 ab	30.1 a	2,007 ab
7. Fertilizer from soil analysis (16-8-16N-P_2O_5-K_2O) + Water 4000 lite/rai	188 bc	6,883 a	30.6 a	2,105 a
CV (%)	5.0	8.0	4.6	10.3
F-test	**	**	**	**

Table 37 Effect of fertilizers application and fertilizers application with waste from industrial factory to replace chemical fertilizers in height, yield, Starch content and Starch Yield of cassava in rainy season on 2013/2014, Kalasin

Treatment	height (cm.)	yield (Kg/rai)	Starch content (%)	Starch Yield (Kg/rai)
1.0-0-0	152 d	2,002 b	21.7 ab	433 b
2. Farmer practice (15-7-18 rate 50 Kg/rai)	157 cd	1,995 b	22.6 a	454 ab
3. Fertilizer from soil analysis (16-8-16 N-P_2O_5-K_2O)	192 a	2,170 b	19.4 bc	427 b
4. . Fertilizer from soil analysis + Vinasse 1000 lite/rai	183 ab	2,480 ab	19.0 c	478 ab
5. Fertilizer from soil analysis + Vinasse 2000 lite/rai	183 ab	2,445 ab	19.9 abc	488 ab
6. Fertilizer from soil analysis + Vinasse 4000 lite/rai	167 bcd	2,355 ab	18.0 c	425 b
7. 8-4-8 N-P_2O_5-K_2O + water 1,000 lite/rai	162 bcd	3,240 a	20.4 abc	661 a
8. 8-4-8 N-P_2O_5-K_2O + water 4,000 lite/rai	171 bcd	2,270 ab	13.3 d	299 b
CV (%)	5.94	19.81	6.06	13.7
F-test	*	*	*	*

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 38 Effect of fertilizers application and fertilizers application with waste from industrial factory to replace chemical fertilizers in height, yield, Starch content and Starch Yield of cassava in rainy season on 2014/2015, Kalasin

Treatment	height (cm.)	yield (Kg/rai)	Starch content (%)	Starch Yield (Kg/rai)
1.0-0-0	142c	946 c	19.3 abc	182 d
2. Farmer practice (15-7-18 rate 50 Kg/rai)	145c	1,583 bc	19.7 ab	312 bc
3. Fertilizer from soil analysis (16-8-16 N-P_2O_5-K_2O)	167 ab	2,416 a	19.1 abcd	461 a
4. . Fertilizer from soil analysis + Vinasse 1000 lite/rai	164 ab	2,318 a	18.3abcd	421 ab
5. Fertilizer from soil analysis + Vinasse 2000 lite/rai	172 a	2,342 a	17.4 bcd	408 ab
6. Fertilizer from soil analysis + Vinasse 4000 lite/rai	165 ab	2,269 ab	16.8 d	366 abc
7. 8-4-8 N-P_2O_5-K_2O + water 1,000 lite/rai	153bc	1,730 ab	16.9 cd	291 cd
8. 8-4-8 N-P_2O_5-K_2O + water 4,000 lite/rai	146c	1,779 ab	20.4 a	358 abc
CV (%)	6.98	24.03	8.78	21.38
F-test	*	*	*	*

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 39 Germination of seed rhizomes cassava Rayong 11 after the new harvest Preparation of forest species By the way different before planting in the field in rainy season 2011

Treatments	Germination (%) after transplantation (days)				
	7	9	11	15	30
Control	19 b	58 b	78 b	95	99
soak in water	56 a	93 a	96 a	99	100
soak in water + Urea [1/]	53 a	87 a	91 a	94	100
Venus bath water [1/]	45 a	84 a	91 a	97	99
Soak wood vinegar [1/]	67 a	95 a	97 a	97	99
Soak chitosan [1/]	45 a	84 a	90 a	99	100
Water mixed EM [1/]	54 a	91 a	95 a	98	100
CV (%)	25.2	12.7	26.1	3.6	-

[1/] rate mix 2 ml or Urea 2 g/H_2O 20 l

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 40 Germination of seed rhizomes cassava Rayong 11 after 1 month preserved Preparation of forest species By the way different before planting in the field in rainy season 2011

Treatments	Germination (%) after transplantation (days)				
	7	9	11	15	30
Control	4 c	22 c	24 d	27 b	40 b
soak in water	10 c	41 bc	50 c	58 a	61 ab
soak in water + Urea [1/]	26 ab	60 a-c	60 a-c	68 a	77 a
Venus bath water [1/]	26 ab	67 ab	67 ab	72 a	75 a
Soak wood vinegar [1/]	20 b	57 ab	57 bc	65 a	72 a
Soak chitosan [1/]	19 b	66 ab	66 a-c	67 a	73 a
Water mixed EM [1/]	30 a	76 a	76 a	89 a	81 a
CV (%)	25.0	24.0	15.2	19.4	20.4

[1/] rate mix 2 ml or Urea 2 g/H_2O 20 l

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 41 Germination of seed rhizomes cassava Rayong 11 after the harvest Preparation of forest species By the way different before planting in the field in rainy season 2011

Treatments	Germination (%) after transplantation (days)				
	7	9	11	15	30
Control	0	1 d	33 b	61 bc	77 c
soak in water	1	10 b-d	62 ab	84 ab	93 ab
soak in water + Urea [1/]	2	17 ab	90 a	97 a	100 a
Venus bath water [1/]	2	14 bc	74 a	84 ab	90 ab
Soak wood vinegar [1/]	3	8 b-d	59 ab	81 ab	93 ab
Soak chitosan [1/]	9	26 a	86 a	94 a	98 ab
Water mixed EM [1/]	0	5 cd	36 b	53 c	87 ab
CV (%)	147.3	50.0	31.0	18.6	7.9

[1/] rate mix 2 ml or Urea 2 g/H_2O 20 l

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 42 Germination of seed rhizomes cassava Rayong 11 after 1 month preserved Preparation of forest species By the way different before planting in the field in rainy season 2011

Treatments	Germination (%) after transplantation (days)				
	7	9	11	15	30
Control	1	6 b	16 c	20 c	37 c
soak in water	7	14 ab	28 bc	45 b	57 b
soak in water + Urea [1/]	12	26 a	59 a	70 a	77 a
Venus bath water [1/]	18	22 a	33 b	47 b	54 b
Soak wood vinegar [1/]	4	15 ab	35 b	44 b	56 b
Soak chitosan [1/]	7	15 ab	33 b	44 b	55 b
Water mixed EM [1/]	12	25 a	37 b	45 b	60 b
CV (%)	79.3	43.7	24.2	20.4	15.8

[1/] rate mix 2 ml or Urea 2 g/H_2O 20 l

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 43 Economic returns of cassava Rayong 9 fill PGPR With the rate of chemical fertilizer different in Sand soils Rayong Field Crops Research Center 2011

Treatments	Yield	Increased yield	Cost	(VCR)	
(Kg.N-P2O5-K2O/rai)	(kg./rai)	(kg./rai)	(bath/rai)	VCR	VCR increase PGPR
0-0-0	6,447	0	0	0.00	0.00
0-0-0+ PGPR biofertilizer	6,820	373	40	17.7	17.7
16-8-16	7,504	1,057	1,504	1.34	0.00
16-8-16+ PGPR biofertilizer	7,902	1,455	1,544	1.79	0.49
12-8-16	7,231	784	1,364	1.09	0.00
12-8-16+ PGPR biofertilizer	7,881	1,434	1,404	1.94	0.88
12-6-16	7,597	1,150	1,195	1.83	0.00
12-6-16+ PGPR biofertilizer	7,836	1,389	1,235	2.14	0.37

cassava price 1.90 baht/kg 15-15-15 fertilizer price 18.00 baht/kg

46-0-0 fertilizer price 20.00 baht/kg 0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg
0-0-60 fertilizer price 20.00 baht/kg PGPR price 20.00 baht/pac

Table 44 Economic returns of cassava Rayong 9 fill PGPR With the rate of chemical fertilizer different in Sandy loam soils Rayong Field Crops Research Center 2011

Treatments (Kg.N-P2O5-K2O/rai)	Yield (kg./rai)	Increased yield (kg./rai)	Cost (bath/rai)	(VCR) VCR	increase PGPR
0-0-0	10,889	0	0	0.00	0.00
0-0-0+ PGPR biofertilizer	9,683	-1,206	40	-57.29	-57.29
16-8-16	9,681	-1,208	759	-3.02	0.00
16-8-16+ PGPR biofertilizer	10,602	-287	799	-0.68	2.19
12-8-16	9,691	-1,198	689	-3.30	0.00
12-8-16+ PGPR biofertilizer	11,647	-758	729	1.97	5.09
12-6-16	10,496	-393	631	-1.18	0.00
12-6-16+ PGPR biofertilizer	9,267	-1,622	671	-4.59	-3.48

cassava price 1.90 baht/kg 15-15-15 fertilizer price 18.00 baht/kg
46-0-0 fertilizer price 20.00 baht/kg 0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg
0-0-60 fertilizer price 20.00 baht/kg PGPR price 20.00 baht/pac

Table 45 Economic returns of cassava Rayong 9 fill PGPR With the rate of chemical fertilizer different in Sand soils Rayong Field Crops Research Center 2012/2013

Treatments (Kg.N-P2O5-K2O/rai)	Yield (kg./rai)	Increased yield (kg./rai)	Cost (bath/rai)	(VCR) VCR	VCR increase PGPR
0-0-0	4,558	0	0	0.00	0.00
0-0-0+ PGPR biofertilizer	6,127	1,569	40	39.2	39.2
16-8-16	6,545	1,987	1,282	1.55	0.00
16-8-16+ PGPR biofertilizer	7,898	3,340	1,322	2.53	0.97
12-8-16	6,479	1,921	739	2.60	0.00

12-8-16+ PGPR biofertilizer	6,875	2,317	779	2.97	0.37
12-6-16	5,822	1,264	468	2.70	0.00
12-6-16+ PGPR biofertilizer	6,285	1,727	508	3.40	0.70

cassava price 1.90 baht/kg 15-15-15 fertilizer price 18.00 baht/kg
46-0-0 fertilizer price 20.00 baht/kg 0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg
0-0-60 fertilizer price 20.00 baht/kg PGPR price 20.00 baht/pac

Table 46 Economic returns of cassava Rayong 9 fill PGPR With the rate of chemical fertilizer different in Sandy loam soils Rayong Field Crops Research Center 2012/2013

Treatments (Kg.N-P2O5-K2O/rai)	Yield (kg./rai)	Increased yield (kg./rai)	Income Increase (bath/rai)	Cost (bath/rai)	VCR
0-0-0	8,174	0	0	0	0.00
Nitrogen 4.6 กก.N/rai	8,102	-73	-138	160	-0.86
PGPR biofertilizer	8,643	469	891	40	22.3
Nitrogen 4.6 กก.N/rai +PGPR biofertilizer	9,035	861	1,636	200	8.18

cassava price 1.90 baht/kg 15-15-15 fertilizer price 18.00 baht/kg
46-0-0 fertilizer price 20.00 baht/kg 0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg
0-0-60 fertilizer price 20.00 baht/kg PGPR price 20.00 baht/pac

Table 47 Soil Properties of cassava in 2012 and Rate of fertilizer use on soil analysis at Khon Kaen Field Crops Research Center

Soil depth (cm)	pH	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Texture
0-20	5.1	0.32	41.3	31.0	Loamy sand

Fertilizer reccommentation 16-4-8 Kg.N- P_2O_5-K_2O/rai

Table 48 Effects of spraying growth on yield, % starch, Some agronomic traits and germination of seed rhizomes of cassava Rayong 11 At Khon Kaen Field Crops Research Center 2012

Treatment	Yield (Kg/rai)	Starch %	No. Hervest	No. Root/Stem	Weight Root/Stem	Height (cm.)	HI	Germination (%)
A	8.08	27	1,444	13	6.7	183	0.64	95
B	7.94	26	1,411	12	7.4	188	0.75	94
C	8.36	26	1,444	13	6.8	177	0.67	95
D	7.94	25	1,367	14	6.8	198	0.67	95
E	7.92	25	1,467	14	7.4	193	0.66	93
F	7.96	27	1,500	16	7.3	189	0.66	91
CV (%)	6.5	6.7	7.3	15.7	18.2	0.04	8.7	2.5

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

กรรมวิธีทดลอง A = ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน B – F = ใส่ปุ๋ยตามเกษตรกรนิยม และฉีดพ่นน้ำผสม (B) สารไคโตซาน (C) น้ำส้มควันไม้ (D) สารโอทู (E) ยูเรีย หรือ (F) น้ำสะอาด ตามลำดับ mix rete 2 ml (Urea 2 g) / water 20 l

Table 49 Analysis of soil before planting Sattahip series (Sh) at Rayong Field Crops Research Center 2012/2013

Soil depth (cm)	pH	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Texture
0-20	4.4	0.51	11	18	Loamy sand
0-50	4.7	0.76	15	22	Loamy sand

Fertilizer reccommentation 16-6-16 Kg.N- P_2O_5-K_2O/rai

Table 50 Effects of spraying growth on yield, % starch, Height and Harvest Index of cassava Rayong 11 At Rayong Field Crops Research Center 2012/2013

Treatments	Height (cm.)	yield (Kg./rai)	% Starch	HI
ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์	229	5.77	26.6	0.68
ปุ๋ยเกษตรกรนิยม+ไคโตซาน 20 ซีซี[1]	228	5.94	27.2	0.67

ปุ๋ยเกษตรกรนิยม+น้ำส้มควันไม้ 20 ซีซี[1]	235	6.3	26.6	0.66
ปุ๋ยเกษตรกรนิยม+โอทูฟลาโวเจน 2.5 ซีซี[1]	214	5.5	26.7	0.67
ปุ๋ยเกษตรกรนิยม+น้ำผสมยูเรีย 20 ซีซี[1]	227	5.7	26.5	0.67
ปุ๋ยเกษตรกรนิยม+น้ำ	240	5.7	27.7	0.64
ปุ๋ยเกษตรกรนิยม+ไคโตซาน 40 ซีซี[1]	223	5.4	26.7	0.68
CV.(%)	6.7	6.5	2.9	3.3

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

[1]อัตราผสมต่อน้ำ 20 ลิตร

Table 51 Analysis of soil before planting in Sandy loam soil Yasothon series (Yt) at Khon Kaen Field Crops Research Center 2012/2013

Depth (cm)	pH	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
0-20	4.7	0.39	36	69	61	9
20-50	4.2	0.39	26	59	55	9
Status[1]	Medium	Very low	High	Medium	Low	Very low

pH in H_20; OM by method of Walkley and Black; P in Bray 11; K. Ca, Mg and Na in IN NH_4-acetate

[1] Howeler (1981) และ Howeler (2014)

Table 52 Effect of Nitrogen, Calcium and Magnesium on the growth and yield of cassava In crops grown on different Yasothon series (Yt) Khon Kaen Province 2012-2015

Year (Y)/ System (C)	Fertilizer (F)		Cassava			
	N-P_2O_5-K_2O	Ca & Mg	Height	yield	HI	Starch
	(Kg./rai)		(cm.)	(Kg./rai)		%
1 (2555)			183 b	1,194 c	0.43 b	13.4 b
2 (2556)			256 a	4,548 a	0.55ab	24.9 a
3 (2557)			181 b	2,191 b	0.63 a	17.8ab
Cassava (C1)			208	2,663	0.55	19.0
มันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม (C2)			205	2,625	0.52	18.5
Cassava (C1).	0-8-16	-	166 c	1,149 c	0.47 b	19.5 a
	8-8-16	-	209 b	3,260 a	0.60 a	18.4ab
	16-8-16	-	227 a	3,535 a	0.61 a	18.3ab
	16-8-16	Dolomite	232 a	2,710ab	0.53ab	19.7 a
มันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม.(C2)	0-8-16	-	178bc	1,843 b	0.51ab	19.4 a
	8-8-16	-	215ab	3,039 a	0.52ab	19.4 a
	16-8-16	-	207 b	2,931ab	0.53ab	17.8 b
	16-8-16	Dolomite	226 a	2,689ab	0.51ab	17.5 b
F-test (Y)			**	**	*	**
F-test (C)			ns	ns	ns	ns
F-test (Y x C)			ns	ns	ns	ns
F-test (F in C1)			**	**	*	ns
F-test (F in C2)			**	**	ns	*
F-test (Y x (F in C1)			*	ns	ns	ns
F-test (Y x (F in C2)			*	ns	ns	*
CVa (%)			9.50	8.57	17.1	12.1
CVb (%)			12.0	51.7	20.0	11.2
CVc (%)			9.95	23.6	13.0	11.0

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), * : Significant at 5% level of probability, ns: not significant

Table 53 Fresh root yield (kg/rai) of cassava variety Rayong 11 treated with two rates of ametryn at various ages of cassava.

age of cassava (day after planting)	application rate		different value[2/]
	6.25g/L[1/]	62.5g/L[1/]	
14	5,133 a	3783 a	1350 *
30	4,780 a	940 b	3,480 **
45	2,705 b	1049 b	1,655 *
60	2,906 b	2,856 a	50 ns

cv. = 25.3%

mean (check) = 5503 kg, mean (factor) = 3019 kg, mean (check) vs. mean (factor) = **

[1/]In a column, means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT [2/]* =significant at 5% level, ** =significant at 1% level, ns =not significant

Table 54 Percentage of starch content in fresh root of cassava variety Rayong 11 treated with two rates of ametryn at various ages of cassava.

age of cassava (day after planting)	application rate		Mean (age of cassava)
	6.25g/L[1/]	62.5g/L[1/]	
14	28.49	28.42	28.46
30	28.98	28.89	28.93
45	27.31	28.61	27.96
60	29.18	28.67	28.93
mean (application rate)	28.49	28.65	28.57

cv. = 3.4%

mean (check) = 27.78%, mean (check) vs. mean (factor) = ns

[1/]In a column, means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ภาคผนวก ค

กิจกรรมที่ 3 วิจัยและพัฒนาการลดการปนเปื้อนโลหะหนักในมันสำปะหลัง

Table 1 Potential of Hydrogen ion (pH), Organic matter (OM), Total Lead (Pb), Lead (Pb uptake), Lead (Pb in root) and (Pb in Chip) Farmers Sai Yok District, Kanchanaburi Province 2012-2013

Harvest	pH (1:1)	OM. (%)	Total Pb in soil (mg./Kg.)	Pb uptake (mg./Kg.)	Pb in root (mg./Kg.)	Pb in Chip (mg./Kg.))
before	5.28	2.50	54.11	3.00	-	-
8 month	5.16 c	2.54 a	52.82 bc	3.60 a	0.03 a	0.08 b
10 month	4.95 d	2.78 a	51.19 ab	3.48 a	0.04 ab	0.08 b
12 month	5.36 b	2.57 a	53.62 c	3.27ab	0.05 ab	0.18 b
14 month	5.46 b	2.28 b	49.49 a	3.43 a	0.15 d	0.29 a
16 month	5.65 a	2.80 a	53.87 c	3.06 a	0.07 bc	0.17 b
18 month	5.65 a	2.80 a	54.54 c	3.38ab	0.10 c	0.25 a
F-test	**	**	**	*	**	**
CV (%)	2.2	6.4	2.3	6.5	33	31.9

*,** = significant at P<0.05 and P<0.01 level, respectively. In the same column, means followed by the same letter are not significantly different at the P ≤ 0.05 level by DMRT.

Table 2 Potential of Hydrogen ion (pH), Organic matter (OM), Total Lead (Pb), Lead (Pb uptake), Lead (Pb in root) and (Pb in Chip) Farmers Khanu Woralaksaburi District, Kamphaeng Phet Province 2012-2013

Harvest	pH (1:1)	OM. (%)	Total Pb in soil (mg./Kg.)	Pb uptake (mg./Kg.)	Pb in root (mg./Kg.)	Pb in Chip (mg./Kg.))
before	5.43	0.42	4.82	0.23	-	-
8 month	5.10 ab	0.26 a	5.23 ab	0.45 a	0.08 a	0.19 a
10 month	4.65 b	0.57 a	4.71 ab	0.38 a	0.04 a	0.08 a
12 month	4.95 ab	0.22 a	3.65 b	0.43 a	0.05 a	0.12 a
14 month	5.30 a	0.53 b	5.35 ab	0.48 a	0.16 a	0.36 a
16 month	5.25 ab	0.64 a	6.64 a	0.56 a	0.15 a	0.21 a

18 month	5.25 ab	0.64 a	4.23 b	1.58 a	0.13 a	0.45 a
F-test	ns	**	ns	ns	<1	ns
CV (%)	7.4	6.4	25	24	102	113.8

ns, ,** = non-significant, significant at P<0.01 level, respectively. In the same column, means followed by the same letter are not significantly different at the P ≤ 0.05 level by DMRT.

Table 3 Potential of Hydrogen ion (pH), Organic matter (OM), Total Lead (Pb), Lead (Pb uptake), Lead (Pb in root) and (Pb in Chip) Farmers Kranuan District, Khon Kaen Province 2012-2013

Harvest	pH (1:1)	OM. (%)	Total Pb in soil (mg./Kg.)	Pb uptake (mg./Kg.)	Pb in root (mg./Kg.)	Pb in Chip (mg./Kg.))
before	4.35	0.33	4.73	1.11	-	-
8 month	4.30 bc	0.49 bc	3.00 a	0.46 ab	0.22 a	0.42 a
10 month	4.01 c	0.74 a	2.23 ab	0.48 ab	0.29 a	0.99ab
12 month	4.83 ab	0.48 bc	1.98 b	0.53 a	0.37 a	1.70ab
14 month	4.91 ab	0.30 c	1.94 b	0.39 b	0.83 a	2.03ab
16 month	5.10 a	0.47 bc	2.42 ab	0.37 b	0.97 a	2.56 b
18 month	5.25 a	0.62 ab	2.46 ab	0.40 b	0.62 a	1.07ab
F-test	**	**	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9.2	24.3	22.3	19	89.9	77.5

ns, ** = non-significant, significant at P<0.01 level, respectively. In the same column, means followed by the same letter are not significantly different at the P ≤ 0.05 level by DMRT.

Table 4 Potential of Hydrogen ion (pH), Organic matter (OM), Total Lead (Pb), Lead (Pb uptake), Lead (Pb in root) and (Pb in Chip) Farmers Wang thong District, Phitsanulok Province 2012-2013

Harvest	pH (1:1)	OM. (%)	Total Pb in soil (mg./Kg.)	Pb uptake (mg./Kg.)	Pb in root (mg./Kg.)	Pb in Chip (mg./Kg.))
Before	4.49	1.58	9.497	1.682	-	-
8 month	4.19cd	1.57ab	9.08 a	1.20 a	0.21 a	0.26 a
10 month	4.42bc	1.62ab	8.16 a	1.25 a	0.17 a	0.31 a
12 month	4.01 d	1.74 a	9.45 a	1.55 a	0.17 a	0.95ab
14 month	4.49 b	1.61ab	8.23 a	1.28 a	0.33ab	1.32 b

16 month	4.42bc	1.46 b	9.01 a	1.22 a	0.39ab	1.65 b
18 month	4.74 a	1.45 b	8.84 a	1.29 a	0.61 b	1.56 b
F-test	**	*	<1	ns	*	**
CV (%)	3.5	79	11.6	19.2	60.4	31.9

ns, *,** = non-significant, significant at P<0.05 and P<0.01 level, respectively. In the same column, means followed by the same letter are not significantly different at the P ≤ 0.05 level by DMRT.

Table 5 Heavy metal Arsenic (As), Lead (Pb), Cadmium (Cd) in Soil before planting and Harvest Farmers Kamphaeng Phet Province 2012-2013

Sample	pH	OM	Total heavy metal			Total heavy metal uptake		
			As	Pb	Cd	As	Pb	Cd
	(1:1)	%	Total digestion, mg/kg			DTPA extractable, mg/kg		
before	4.49	1.58	1.13	9.49	0.06	0.14	1.68	0.00
after	5.81	0.21	0.93	7.01	0.01	0.00	0.29	0.00
Defferet	+1.32	-1.37	-0.20	-2.49	-0.05	0.14	-1.40	0.00

Table 6 Heavy metal Arsenic (As), Lead (Pb), Cadmium (Cd) in Soil before planting and Harvest Farmers Khon Kaen Province 2012-2013

Sample	pH	OM	Total heavy metal			Total heavy metal uptake		
			As	Pb	Cd	As	Pb	Cd
	(1:1)	%	Total digestion, mg/kg			DTPA extractable, mg/kg		
Before	4.35	0.33	1.52	4.73	0.07	0.06	1.11	0.00
After	5.42	0.56	0.29	3.38	0.05	0.00	0.50	0.00
Defferet	+1.07	+0.23	-1.23	-1.35	-0.02	-0.06	-0.61	0.00

Table 7 Analysis of Heavy metal Arsenic (As), Lead (Pb), Cadmium (Cd) in Fresh yield and Chip Farmers Kamphaeng Phet Province 2013

Variaties	Heavy metal (mg./Kg.)					
	Pb		As		Cd	
	Fresh yield	Chip	Fresh yield	Chip	Fresh yield	Chip
Rayong 5	0.37	1.08	< 0.005	< 0.01	< 0.006-0.008	0.02
Rayong 7	0.09	0.26	< 0.005	< 0.04	< 0.006	0.01
Rayong9	0.09	0.23	< 0.005	< 0.01	< 0.006-0.01	< 0.01-0.02
Rayong 11	0.08	0.18	< 0.005	< 0.01	< 0.006-0.01	< 0.01-0.04
Rayong 72	0.05	0.33	< 0.005	< 0.04	< 0.006	< 0.01-0.03
Rayong 90	0.11	0.35	< 0.005 - 0.03	< 0.04	< 0.006	< 0.01
Kasatsart 50	0.47	1.21	< 0.005	< 0.04	< 0.006	< 0.01-0.02
Huai bong 60	0.12	0.57	< 0.005	< 0.04	0.007-0.01	< 0.01-0.03
Huaibong 80	0.42	0.54	< 0.005	< 0.04	< 0.006	< 0.01-0.02
F-test	**ns**	**ns**				
CV.(%)	**106.5**	**103.2**				

ns, = non-significant

Table 8 Analysis of Heavy metal Arsenic (As), Lead (Pb), Cadmium (Cd) in Fresh yield and Chip Farmers Khon Kaen Province 2013

Variaties	Heavy metal (mg./Kg.)					
	Pb		As		Cd	
	Fresh yield	Chip	Fresh yield	Chip	Fresh yield	Chip
Rayong 5	0.70	1.69	< 0.005	< 0.01	< 0.006-0.01	0.01-0.03
Rayong 7	0.29	1.33	< 0.005	< 0.01	≤0.006	0.01-0.02
Rayong9	0.90	1.86	< 0.005	< 0.01	< 0.006-0.01	< 0.01-0.02
Rayong 11	1.32	1.98	< 0.005	< 0.01	0.006-0.02	0.01-0.03
Rayong 72	0.16	1.77	< 0.005	< 0.01 - < 0.04	< 0.006	0.01-0.04
Rayong 90	0.23	1.28	< 0.005	< 0.01 - < 0.04	< 0.006	< 0.01-0.02
Kasatsart 50	0.41	2.32	< 0.005	< 0.01	≤0.006	0.01-0.03

Variaties	Heavy metal (mg./Kg.)					
	Pb		As		Cd	
	Fresh yield	Chip	Fresh yield	Chip	Fresh yield	Chip
Huai bong 60	0.86	1.98	< 0.005	< 0.01	0.007-0.01	0.01-0.02
Huaibong 80	0.52	1.50	< 0.005	< 0.01 - < 0.04	0.008-0.01	≤0.01
F-test	ns	ns				
CV.(%)	87.6	91.6				

Table 9 Heavy metal Arsenic (As), Lead (Pb), Cadmium (Cd) in Soil before planting and Harvest Farmers Kamphaeng Phet Province 2013-2014

Sample	pH	OM	Total heavy metal			Total heavy metal uptake		
			As	Pb	Cd	As	Pb	Cd
	(1:1)	%	Total digestion, mg/kg			DTPA extractable, mg/kg		
Before	5.81	0.21	0.93	7.01	0.01	0.00	0.29	0.00
After	6.13	0.56	0.63	4.95	0.02	0.00	0.532	0.0065
Defferet	+0.32	+0.35	-0.30	-2.06	+0.01	0.00	+0.24	+0.0065

Table 10 Analysis of Heavy metal Arsenic (As), Lead (Pb), Cadmium (Cd) in Fresh yield and Chip Farmers Kamphaeng Phet Province 2014

Variaties	Heavy metal (mg./Kg.)					
	Pb		As		Cd	
	Fresh yield	Chip	Fresh yield	Chip	Fresh yield	Chip
Rayong 5	0.23	0.83	< 0.005	< 0.04	0.015	0.06
Rayong 7	0.19	0.43	< 0.005	< 0.01-0.04	0.015	0.04
Rayong9	0.05	0.17	< 0.02	< 0.04	< 0.006	< 0.01
Rayong 11	0.86	2.13	< 0.005	< 0.01-0.04	< 0.002-0.006	< 0.003-0.01

Variaties	Heavy metal (mg./Kg.)					
	Pb		As		Cd	
	Fresh yield	Chip	Fresh yield	Chip	Fresh yield	Chip
Rayong 72	0.08	0.34	< 0.02	< 0.04	< 0.006	0.003-0.01
Rayong 90	0.08	0.42	< 0.02	< 0.04	< 0.006	< 0.01
Kasatsart 50	0.19	0.72	< 0.005	< 0.04	0.015	0.01
Huai bong 60	0.11	0.97	< 0.02	< 0.04	< 0.006	< 0.01
Huaibong 80	0.20	1.06	< 0.02	< 0.04	<0.006	< 0.01

Table 11 Analysis of Heavy metal (Pb) in Fresh yield and Chip Kamphaeng Phet Province 2013-2014

Variaties	Heavy metal (mg./Kg.)			
	2013		2014	
	Fresh yield	Chip	Fresh yield	Chip
Rayong 5	0.37	1.08	0.225	0.83
Rayong 7	0.09	0.26	0.195	0.43
Rayong9	0.09	0.23	0.05	0.17
Rayong 11	0.08	0.18	0.86	2.13
Rayong 72	0.05	0.33	0.075	0.34
Rayong 90	0.11	0.35	0.08	0.42
Kasatsart 50	0.47	1.21	0.195	0.72
Huai bong 60	0.12	0.57	0.11	0.97
Huaibong 80	0.42	0.54	0.20	1.06