รายงานการวิจัย

การศึกษาการจัดการธาตุอาหาร น้ำ และฮอร์โมนเพื่อการติดผล การเพิ่มผลผลิต และ คุณภาพของมะม่วงหิมพานต์

Studies of Mineral nutrition, Irrigation and Hormone Management for Fruit Setting, Increasing Yields and Quality of Cashewnut (*Anacardium occidentale*)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

อ. ดร. อัศจรรย์ สุขธำรง

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

1. อ. ดร. เรณู ขำเลิศ
2. ศาสตราจารย์ ดร. นันทกร บุญเกิด

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีปีงบประมาณ 2540-2544

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

สิงหาคม 2544

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ได้ให้การสนับสนุนให้ทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ขอขอบคุณคุณสมควร อินทรพาณิชย์ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการให้พันธุ์ตัวอย่างเมล็ด และอุปกรณ์กระเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ขอขอบคุณส่วนราชการศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ สถานีทดลองเกษตรชลประทานที่ 3 (ห้วยบ้านยาง) สถานีฝึกนิสิตปากช่องของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงหิมพานต์ในจังหวัดนครราชสีมา ที่ได้ร่วมมือในการรวบรวมข้อมูลในด้านต่าง ๆ และขอขอบคุณฟาร์มมทส.และบุคลากรทุก ๆ ท่านที่ได้ให้ใช้สถานที่และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยตลอดมา

อ. ดร. อัศจรรย์ สุขธำรง
หัวหน้าโครงการ
สิงหาคม 2544

บทคัดย่อ

ในช่วงปี 2540-2544 ได้ทำการสำรวจสภาพปัญหาทั่ว ๆ ไปของมะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกในจังหวัดนครราชสีมา ในด้านดิน น้ำ ภูมิอากาศและอื่น ๆ และนำมาประกอบการทดลองการให้ปุ๋ย น้ำ และสารฮอร์โมนต่าง ๆ ที่ทำขึ้นในฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (ฟาร์มมทส.) เพื่อให้ได้วิธีการจัดการที่เหมาะสม ผลการสำรวจพบว่า มะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกมีพันธุ์หลากหลาย ส่วนใหญ่ปลูกจากเมล็ด ซึ่งทำให้มีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันมาก พันธุ์ส่งเสริมที่มีเมล็ดค่อนข้างใหญ่ถึงใหญ่มากมีการปรับตัวออกดอกและติดผลได้ดีไม่เท่าพันธุ์พื้นเมืองที่มีเมล็ดค่อนข้างเล็ก ความอุดมสมบูรณ์ต่ำของดินและการขาดน้ำในดินทรายจัดที่มีดินหน้าตื้นมักเป็นปัญหาหลัก ช่วงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียส ในช่วงออกดอกที่ทำให้ไม่มีการติดผล ปัญหาจากแมลง และโรคที่อาจเป็นปัญหาที่ร้ายแรงในบางท้องที่ ในแปลงทดลองของฟาร์มมทส. ความลาดเทของพื้นที่มีผลต่อความแตกต่างของวันออกดอกของมะม่วงหิมพานต์ที่อยู่ด้านบนและด้านล่างของพื้นที่มากกว่า 30 วัน พวกที่ออกดอกช้ามีการติดผลได้ดีกว่าเนื่องจากอุณหภูมิที่อุ่นขึ้น ซึ่งเป็นกุญแจที่สำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการปลูกมะม่วงหิมพานต์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การทดลองให้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี N P K ปุ๋ยหินฟอสเฟต และการให้ยิปซั่มและปูนโดโลไมท์ทำให้มะม่วงหิมพานต์มีการเจริญเติบโตและการแสดงออกทั่วไปดีขึ้น แต่ไม่สามารถวัดความแตกต่างของการออกดอกติดผลและคุณภาพเมล็ดได้ชัดเจนเนื่องจากดอกและผลถูกทำลายโดยแมลงและโรคอย่างหนัก ปุ๋ยที่ใส่ให้ไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ N P K ในดินและในใบมะม่วงหิมพานต์ และมีผลเพียงเล็กน้อยต่อระดับของคาร์โบไฮเดรท (TNC) ในใบ ฝนที่ตกชุกไปถึงช่วงออกดอกและติดผลทุกปีทำให้ไม่สามารถศึกษาถึงความต้องการน้ำในช่วงออกดอกและติดผลได้ มะม่วงหิมพานต์ไม่ตอบสนองต่อสารฮอร์โมนหลายชนิดที่ใส่ให้เพื่อทำให้ออกดอกนอกฤดู การใช้ฮอร์โมนเพื่อเพิ่มจำนวนดอกสมบูรณ์เพศไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากดอกและผลส่วนใหญ่ถูกทำลาย การระบาดของหนอนชอนใบ หนอนเจาะลำต้น เพลี้ยไฟ มวนยุง โรคช่อดอกเหี่ยว และแอนแทรกโนสในผลเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งของมะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกในฟาร์มมทส. การใช้สารเคมีเพื่อกำจัดแมลงศัตรูไม่ช่วยขจัดปัญหาและเป็นการลงทุนที่สูญเปล่า เนื่องจากบริเวณรอบ ๆ เป็นป่าละเมาะที่ควบคุมไม่ได้ การควบคุมสมดุลโดยชีววิธีในปีสุดท้ายของการทดลองทำให้สถานการณ์โดยทั่วไปดีขึ้นพอที่จะสามารถเก็บข้อมูลมาเปรียบเทียบกันได้บ้างและคาดว่าเป็นวิธีที่น่าจะเหมาะสมในการลดปัญหาต่าง ๆ ในระยะยาวแต่อาจต้องทำอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานจึงจะได้ผลสมบูรณ์

Abstract

Surveys were made during 1997-2001 in Nakhon Ratchasima province to identify general problems on cashew nut production. Experiments on fertilizer application were conducted in Suranaree University of Technology farm (SUT farm) along with the test on the response of hormones and growth stimulant substances in order to search for appropriate nutrient and hormone management packages for cashew nut. Survey results appeared that most of the cashew trees were propagated from seeds of various clones which showed very wide range of adaptability to soil, climate and pests. Recommended varieties with large seeds seemed to have poorer adaptability with lower capacity to bear fruits while native varieties with small seeds did much better. There were many other factors affecting the bearing capacities. Low fertility of soils and inadequate soil moisture in shallow sandy soils seemed to be major problem. Temperature below 18 ^{0}C often erased fruit setting and caused complete losses of the nuts. Incidence of insects and diseases were also crucial in some areas. Under the condition of experimental area of SUT farm, cashew trees on the top of slopy field start flowering before the lowest down slope trees to the extent more than 30 days. Those late flowering usually had better fruit setting due to warming up of the weather and this was a very important key for the success of cashew nut production for the North Eastern region. Experiments on application of organic fertilizer, inorganic N P K fertilizers, rock phosphate, gypsum and dolomite increased vegetative growth and improved general appearances but the yield difference could not be detected due to complete loss from insects and diseases. Fertilizers did not cause any increment of N P K levels in the soil or cashew leaves and had little effect on total nonstructural carbohydrate (TNC) levels in leaves. Frequent rain up to the end of the bearing period made impossible for water requirement study. Cashew trees did not response to any chemical or hormone applied to induce off season flowering. The application of hormones to improve fruit setting was failed due to complete damage of inflorescence. Infestation of leaf minor, stem borer followed by thrips and tea mosquito bugs, wilting of inflorescence and fruit anthracnose were all accute destructive causes for the cashew trees grown under SUT farm condition. Chemical control did not help solving the problems but was wasted due to uncontrollable surrounding forest. Biological control adopted during third year of the experiments improved most of the situation and likely to be a promising mean for long term solution but perfect results needed series of attempt for quite a long time.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 วิธีการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย	
การสำรวจสภาพปัญหาทั่วไป	7
จัดแปลงทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการใช้น้ำและธาตุอาหารของมะม่วงหิมพานต์	11
การศึกษาการใช้ฮอร์โมนในมะม่วงหิมพานต์	35
บทที่ 3 บทสรุป	
สรุปผลการทดลอง	38
บรรณานุกรม	42
ประวัติผู้วิจัย	45

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ดินในสวนมะม่วงหิมพานต์ ก่อนและหลังการทดลองในปีที่ 1 15

ตารางที่ 2 ขนาดของทรงพุ่มและเส้นรอบวงต้นที่เพิ่มขึ้นของพันธุ์อินทร์สมิท ภายหลังการใส่ปุ๋ยไปแล้ว 12 เดือน 19

ตารางที่ 3 ขนาดของทรงพุ่มและเส้นรอบวงต้นที่เพิ่มขึ้นของพันธุ์ก้องอิสาน ภายหลังการใส่ปุ๋ยไปแล้ว 12 เดือน 20

ตารางที่ 4 ค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารและTNC ในใบมะม่วงหิมพานต์พันธุ์อินทร์สมิท 1 เดือนก่อนออกดอก (ต.ค.2541) 21

ตารางที่ 5 คะแนนความสมบูรณ์ของต้นก่อนออกดอก ความดกของดอก และการติดผลของพันธุ์อินทร์สมิทและพันธุ์ก้องอิสานที่ได้รับปุ๋ยตำรับต่าง ๆ ในฤดูกาลการทดลองปีที่ 3 (พ.ค.2543-เม.ย.2544) 28

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของจำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักต่อเมล็ด ผลผลิตต่อต้น และเปอร์เซ็นต์การกระเทาะของพันธุ์อินทร์สมิทที่ได้รับปุ๋ยต่าง ๆ ในปีที่ 3 ของการทดลอง (พ.ค.2543-เม.ย.2544) 29

ตารางที่ 7 คะแนนความสมบูรณ์ของต้นก่อนออกดอก ความดกของดอก และการติดผลของพันธุ์อินทร์สมิทที่ได้รับหินฟอสเฟตโดโลไมท์และยิปซั่มตำรับต่าง ๆ ในฤดูการทดลองปีที่ 2 (พ.ค.43-เม.ย.44) 34

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของจำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักต่อเมล็ด ผลผลิตต่อต้น และเปอร์เซ็นต์การกระเทาะของพันธุ์อินทร์สมิทที่ได้รับหินฟอสเฟตโดโลไมท์และยิปซั่มตำรับต่าง ๆ ในปีที่ 2 ของการทดลอง (พ.ค.43-เม.ย.44) 34

สารบัญภาพ

	หน้า
กราฟที่ 1 การเพิ่มขนาดของทรงพุ่มของพันธุ์อินทร์สมิท	17
กราฟที่ 2 การขยายของเส้นรอบวงต้นของพันธุ์อินทร์สมิท	18
กราฟที่ 3 การเพิ่มขนาดของทรงพุ่มของพันธุ์ก้องอิสาน	18
กราฟที่ 4 การขยายขนาดของเส้นรอบวงต้นของพันธุ์ก้องอิสาน	19

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหางานวิจัย

มะม่วงหิมพานต์ จัดเป็นไม้ผลที่มีคุณประโยชน์กว้างขวาง ผลของมะม่วงหิมพานต์สามารถนำมาแปรรูปได้หลายแบบ (สมควร, 2532b) ทำน้ำส้มสายชู และบางพันธุ์ใช้บริโภคสดได้ เมล็ดส่วนที่เป็นเปลือกมีสารหลายชนิดที่มีคุณค่าในเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ น้ำมันและกรด (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2530) ซึ่งสามารถนำไปทำสี ทำสารกำจัดแมลงบางชนิด ยารักษาโรค แลกเกอร์ ผ้าเบรค และอื่น ๆ มากกว่า 400 รายการ (ธงชัย, 2536) เนื้อในของเมล็ดส่วนที่รับประทานได้มีกลิ่นรสชวนรับประทาน อีกทั้งยังอุดมไปด้วยโปรตีน วิตามิน และเกลือแร่มีคุณค่าต่อสุขภาพในแง่บำรุงประสาท กระดูก และระบบหมุนเวียนของโลหิต ช่วยเจริญอาหาร และเพิ่มภูมิคุ้มกันของร่างกาย และใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมทำชอคโกแลต (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2530. ธงชัย, 2536. และ Kavanad, 2000) ดังนั้นเมล็ดในของมะม่วงหิมพานต์จึงเป็นอาหารที่คนส่วนใหญ่โปรดปราน และจะบริโภคเมื่อมีโอกาส

มะม่วงหิมพานต์จัดเป็นไม้ผลในกลุ่ม nut ที่มีการปลูกมากที่สุดและมีความสำคัญในแง่การค้าเป็นลำดับที่ 3 ซึ่งมีปริมาณการซื้อขายมากกว่า 20% ของ nut ทั้งหมด มะม่วงหิมพานต์เชื่อกันว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศบราซิล และแพร่กระจายเข้าไปในภูมิภาคเขตร้อนอื่น ๆ ของโลก ประเทศอินเดียนับเป็นผู้ผลิตและส่งออกรายใหญ่ของมะม่วงหิมพานต์จากทั่วโลกซึ่งนอกจากจะมีพื้นที่ปลูกที่กว้างขวางและผลผลิตที่ดีแล้วยังมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมากในการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับมะม่วงหิมพานต์ ทั้งในด้านที่เกี่ยวกับพันธุ์ การเพาะปลูก การดูแลรักษา และการปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยว (Muralikrishna, 2000) ส่วนประเทศอื่น ๆ ที่มีการผลิตมะม่วงหิมพานต์ที่สำคัญได้แก่ โมแซมบิก ทานซาเนีย บราซิล เคนย่า มาดากัสการ์ และไทย (ธงชัย, 2536)

สำหรับประเทศไทยมะม่วงหิมพานต์จัดเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและมีอนาคตพืชหนึ่ง ซึ่งมีการปลูกและบริโภคอย่างกว้างขวาง ถึงแม้ประเทศไทยจะไม่มีการนำเข้ามะม่วงหิมพานต์มาหลายปีแล้วปริมาณการผลิตในประเทศก็ยังมิได้ขยายตัวจนถึงระดับที่จะเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ สาเหตุสำคัญในเรื่องนี้คือความไม่แน่นอนในการให้ผลผลิตของมะม่วงหิมพานต์ในประเทศไทย ทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ ซึ่งโดยทั่วไปได้ผลผลิตเฉลี่ยต่อปีต่ำและไม่สม่ำเสมอ เป็นข้อเสียเปรียบในการแข่งขันกับพืชอื่น ๆ ที่มีความแน่นอนในการให้ผลผลิตดีกว่าทั้ง ๆ ที่มะม่วงหิมพานต์มีข้อได้เปรียบในด้านการลงทุนและแรงงานที่ต่ำ และสามารถเก็บรักษาผลผลิตไว้รอตลาดได้เป็นเวลานานข้ามปี ดังนั้นการพัฒนาการผลิตมะม่วงหิมพานต์จึงยังมีช่องว่างมากและถ้าสามารถลดช่องว่างเหล่านี้ลงได้อาจทำให้มะม่วงหิมพานต์กลายเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยในระดับแนวหน้าอย่างแน่นอน

การตรวจเอกสาร

มะม่วงหิมพานต์เป็นพืชเขตร้อนโดยแท้จริงและสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิค่อนข้างสูง ต้องการน้ำฝนปีละอย่างน้อย 500 มม./ ปี แต่ก็สามารถปรับตัวอยู่ได้ในที่ซึ่งมีน้ำฝนเพียง 300 มม.ได้ถ้ามีการให้น้ำอย่างเพียงพอ เป็นพืชที่ต้องการแสงสว่างมากและไม่ทนร่มเงา (สัมฤทธิ์และคณะ, 2536) มะม่วงหิมพานต์ไม่สามารถทนต่อความหนาวเย็นเป็นเวลายาวนานได้จึงมักไม่ค่อยได้ผลผลิตในพื้นที่ที่อุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลายาวนาน แต่ถึงแม้ว่าจะเป็นพืชเขตร้อนอุณหภูมิที่สูงมากกว่า 39 องศาเซลเซียสอาจทำให้ผลร่วงได้ ฝนที่ตกต่อเนื่องและสภาพอากาศที่มีเมฆปกคลุมอยู่เป็นเวลานานจะกระทบต่อการให้ผลผลิตของมะม่วงหิมพานต์ได้เช่นเดียวกัน ถึงแม้ว่ามะม่วงหิมพานต์จะสามารถปรับตัวได้ดีต่อสภาพที่หลากหลายของดินและสามารถขึ้นได้ดีในดินที่จัดว่าเป็นดินเลวแต่มะม่วงหิมพานต์จะให้ผลผลิตสูงเพียงในสภาพดินที่อุดมสมบูรณ์ ซึ่งมักเป็นดินร่วนปนทรายที่มีหน้าดินลึกปราศจากดินดาน (สัมฤทธิ์, 2538b) พื้นที่เพาะปลูกมะม่วงหิมพานต์ในประเทศไทยส่วนใหญ่จึงอยู่ในบริเวณภาคใต้ ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนสูงและมีอุณหภูมิไม่ต่ำมากในฤดูหนาวซึ่งเป็นฤดูที่มีการออกดอก ติดผล นอกจากนี้ดินในภาคใต้ยังเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงค่อนข้างสูง พืชนี้สามารถเจริญ เติบโตและให้ผลผลิตได้ดีจึงทำให้เกษตรกรในภาคใต้ไม่จำเป็นต้องลงทุนในเรื่องการให้น้ำและปุ๋ยมากนัก (ประเสริฐ, 2528)

ปัจจุบันนี้การบริโภคมะม่วงหิมพานต์เป็นไปอย่างกว้างขวางทำให้ความต้องการของตลาดสูงขึ้นมาก จึงได้มีผู้นำเอามะม่วงหิมพานต์ออกไปปลูกในแหล่งต่าง ๆ ทั้งภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้ปรากฏว่าพื้นที่ในภาคกลางนั้นการระบายน้ำไม่ค่อยดีและเสี่ยงต่อการถูกน้ำท่วม อีกทั้งยังไม่สามารถแข่งขันกับพืชที่ให้ผลตอบแทนสูงชนิดอื่น ๆ ในระยะ 10 ปีที่ผ่านมาได้มีการนำมะม่วงหิมพานต์มาปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นจำนวนมากพันธุ์ที่ปลูกคือพันธุ์ศิริชัย 25 ซึ่งมีเมล็ดใหญ่ พันธุ์ศรีสะเกษ 60-1 และศรีสะเกษ 60-2 ซึ่งมีขนาดเมล็ดปานกลาง แต่ส่วนใหญ่ประสบความล้มเหลว โดยปัญหาส่วนหนึ่งของมะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือก็คือความชื้นอากาศที่ต่ำและอุณหภูมิของอากาศที่ต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลานานในช่วงออกดอกและโรคแมลงที่มีอยู่มาก (ทรงยศ, 2532., พรรณเพ็ญ, 2532 และพิศาล, 2532) ธงชัย (2536) ได้กล่าวว่าเมล็ดมะม่วงหิมพานต์จากจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่าปกติ ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ต่ำและมีคุณภาพต่ำทั้งนี้น่าจะมีสาเหตุเนื่องจากดินมีความอุดมสมบูรณ์น้อยและมีฤดูฝนสั้นมะม่วงหิมพานต์จึงมักขาดน้ำในช่วงออกดอกและติดผล อีกทั้งอุณหภูมิในฤดูหนาวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางช่วงอาจลดลงต่ำจนกระทั่งมีผลต่อปริมาณของสมบูรณ์เพศและการติดผลของมะม่วงหิมพานต์เช่นกัน จากการพบปะและพูดคุยกับเกษตรกรของภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางท้องที่ซึ่งประสบความล้มเหลวในการปลูกมะม่วงหิมพานต์จนกระทั่งต้องตัดต้นทิ้งและปลูกพืชอื่นทดแทน พบว่า มีปัญหาการขาดน้ำในช่วงออกดอกผลในท้องที่ที่เป็นทรายจัด หน้าดินตื้น และมีน้ำน้อยและปัญหาความอุดมสมบูรณ์ต่ำต้นและใบมี

อาการผิดปกติ (โดยที่เกษตรกรไม่สามารถอธิบายในเชิงวิชาการได้) และปัญหาการที่ดอกมะม่วงหิมพานต์ไม่ติดผลเท่าที่ควร จากการตรวจเอกสารไม่พบว่าได้กล่าวถึงปัญหาในด้านความต้องการน้ำและธาตุอาหารพืช โดยที่ความล้มเหลวในการติดผลของมะม่วงหิมพานต์ในหลายกรณีอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ แสงสว่าง และโรคแมลง ได้มีการศึกษากันอย่างจริงจังทั้งในและต่างประเทศ

อย่างไรก็ตามในบางท้องที่ในจังหวัดนครราชสีมา กลับพบว่าประสบความสำเร็จและได้ผลผลิตในระดับที่ดี สมควร (2532a) ได้กล่าวถึงความสำเร็จอย่างงดงาม ในการปลูกมะม่วงหิมพานต์ในตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา จากการติดต่อเป็นส่วนตัวได้ข้อมูลว่าต้นที่มีอายุมากกว่า 12 ปี และมีระยะปลูกระหว่าง 8x8 ถึง 12x12 เมตร สามารถให้ผลผลิตของเมล็ดระหว่าง 15-20 กก. และมีบางต้นที่มีระยะปลูกห่างกว่านั้น ให้ผลผลิตสูงถึง 50 กก./ต้น ซึ่งเมื่อได้ทำการตรวจสอบสภาพของพื้นที่ปลูกเบื้องต้น พบว่าเป็นที่ซึ่งมีดินเหนียวร่วนปนทรายที่มีความพรุนสูงเนื่องจากเคยเป็นธารลาวาภูเขาไฟมาก่อนจึงมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง อีกทั้งมีหน้าดินลึก มีน้ำในดินอยู่เสมอแม้ในฤดูแล้ง จึงน่าจะเป็นข้อสันนิษฐานเบื้องต้นว่าความล้มเหลวส่วนใหญ่ของมะม่วงหิมพานต์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยเหตุผลที่นอกเหนือจากอากาศหนาวในช่วงออกดอกและโรคแมลงแล้ว น่าจะมาจากความสามารถในการอุ้มน้ำของดินและความอุดมสมบูรณ์ที่ต่ำซึ่งในบางท้องที่น่าจะสามารถแก้ไขได้โดยการศึกษาการจัดการธาตุอาหาร และน้ำอันเป็นพื้นฐานของความสำเร็จเบื้องต้น จากนั้นอาจจะลองใช้ฮอร์โมนบางชนิดมาทดลองเพื่อเพิ่มปริมาณดอกสมบูรณ์เพศหรือควบคุมช่วงเวลาการออกดอกให้เป็นไปตามประสงค์ของผู้ปลูกได้

การศึกษาการตอบสนองของมะม่วงหิมพานต์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและระดับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ได้ในดินในประเทศไทยยังมีไม่มากนัก ส่วนใหญ่จะเป็นผลงานที่ศึกษาในต่างประเทศ สัมฤทธิ์ (2538b) กล่าวไว้ว่ามะม่วงหิมพานต์สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ในเกือบทุกชนิดของดินแม้แต่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก แต่การปลูกมะม่วงหิมพานต์เพื่อที่จะให้ผลผลิตสูงในพันธุ์ดี ควรจะปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงและดินที่เหมาะสมคือ ดินร่วนปนทรายที่ไม่มีดินดานหรือชั้นแข็งที่จะจำกัดการเจริญเติบโตของราก นอกจากนี้ยังได้อ้างถึงผลงานต่าง ๆ ที่ได้ทำการทดลองในต่างประเทศเกี่ยวกับบทบาทของแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของผล ซึ่งมีใจความสำคัญว่า N P K Ca และ Mg ล้วนมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมะม่วงหิมพานต์ Muralikrishna (2000) ได้กล่าวถึงการใช้ปุ๋ยคอกในมะม่วงหิมพานต์ว่าสามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมะม่วงหิมพานต์ได้เป็นอย่างดี การใส่ปุ๋ยคอกอย่างเพียงพอจะทำให้ทราบถึงขีดความสามารถสูงสุดในการให้ผลผลิตของมะม่วงหิมพานต์แต่ละต้นและการใส่ปุ๋ยคอกมักนิยมใส่เพียงปีละครั้ง ช่วงท้ายของฤดูฝน (Gunjate and Patwardhan, 1995) แต่การใช้ปุ๋ยเคมี NPK ก็สามารถให้ผลตอบสนองที่ดีได้เช่นเดียวกัน Sawke (1980) พบว่าการตอบสนองที่ดีของมะม่วงหิมพานต์ คือเมื่อใช้ไนโตรเจนในอัตรา 125 กก./เฮคแตร์ ฟอสฟอรัส 50 กก./เฮคแตร์ และโปตัสเซียม 100 กก./เฮคแตร์ และให้ข้อสังเกตว่าการตอบสนอง

ไนโตรเจนจะจำกัดอยู่ที่อัตรา 75 กก./เฮคแตร์ ถ้าดินมีฟอสฟอรัสและโปตัสเซียมต่ำ ปัจจุบันอัตราปุ๋ยที่แนะนำในประเทศอินเดียสำหรับมะม่วงหิมพานต์ คือ 250 กรัม N, 125 กรัม P_2O_5 และ 125 กรัม K_2O ต่อต้นต่อปี และถ้าเป็นมะม่วงหิมพานต์ลูกผสมที่ให้ผลิตสูงก็สามารถเพิ่มอัตราปุ๋ยขึ้นไปอีกเท่าตัวได้ (Gunjate and Patwardhan, 1995) การใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูงอาจทำให้เกิดผลเสียได้ (Pappiah et al.,1980) พบว่าเมื่อเพิ่มปุ๋ยโปตัสเซียมคลอไรด์ 580 กรัม เข้าไปในปุ๋ยผสมที่มีปุ๋ยคอก 25 กก. แอมโมเนียมซัลเฟต 600 กรัม และซุปเปอร์ฟอสเฟส 480 กรัม/ต้น จะทำให้ผลผลิตลดลงต้นละ 2.88-4.6 กก. เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้ให้ปุ๋ย สมควร (จากการติดต่อเป็นการส่วนตัว) กล่าวถึงประสบการณ์ในการใช้ปุ๋ยเคมีกับมะม่วงหิมพานต์ที่ยังมีอายุน้อยระหว่าง 1-3 ปี ว่ามีความเสี่ยงสูง กล่าวคือมักจะทำให้ชงักการเจริญเติบโตและอาจถึงตายได้เมื่อความชื้นในดินลดลงในระยะที่ฝนทิ้ง (Hagg et al., 1975) พบว่า การขาด N K Mg และ S สามารถจะสังเกตเห็นโดยไม่ยากและอาการขาดสังกะสีของมะม่วงหิมพานต์ที่ทำให้ใบมีขนาดเล็กอย่างผิดปกติ สามารถแก้ไขได้โดยการให้สังกะสีทางดินหรือทางใบ Lefebvre (1973) พบว่าการขาดทองแดงอาจใช้ $CuSO_4$ ความเข้มข้น 1% ฉีดพ่นเพื่อแก้ไขได้

การออกดอกผลของมะม่วงหิมพานต์ย่อมมีกระบวนการทางสรีรวิทยาเช่นเดียวกับพืชอื่น ๆ และพืชที่มีความเกี่ยวข้องกันใกล้ชิดได้แก่ มะม่วงซึ่งได้มีการศึกษากันมากเกี่ยวกับการออกดอกและติดผลและเชื่อกันว่ามะม่วงจะออกดอกได้ต่อเมื่อมีการสะสม nonstructural carbohydrate สูงขึ้นในระดับหนึ่ง (Pathak and Pandey.1972., Mishra and Dhillon, 1978) ซึ่งเมื่อมองย้อนกลับไปย่อมเห็นได้ชัดว่าระดับของคาร์โบไฮเดรทดังกล่าวย่อมเกี่ยวพันกับความเพียงพอและความสมดุลย์ของธาตุอาหารที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรท เช่น ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม ดังนั้นการวัดปริมาณ Total nonstructural carbohydrate (TNC) ในใบหรือยอดมะม่วงหิมพานต์จึงน่าจะเป็นภาพสะท้อนถึงความเพียงพอและความสมดุลย์ของธาตุอาหารที่ใส่ให้ในรูปของปุ๋ยตำรับต่าง ๆ ได้ อย่างไรก็ดี ระดับของ คาร์โบไฮเดรทในพืชย่อมถูกควบคุมทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมโดยระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบและยอดของพืช โดยปริมาณไนโตรเจนที่สูงขึ้นมัก ชักนำให้พืชมีการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านและใบมากกว่าที่จะสร้างตาดอกหรือช่อดอก (วิจิตร, 2511) Sen et..al., (1965) พบว่า ระหว่างช่วงของการสร้างตาดอก ยอดที่ออกดอกจะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรทและ soluble nitrogen สูง และมีค่า C/N สูงด้วย ศิริชัย (2524) พบว่าในช่วงการเจริญเติบโตแตกยอดอ่อนของมะม่วงน้ำดอกไม้ในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ยอดมะม่วงจะมีคาร์โบไฮเดรทและไนโตรเจนสูงมาก และพบว่า C/N จะขึ้นสู่ระดับสูงสุดในรอบปี เมื่อถึงช่วงแตกใบอ่อนในเดือนกันยายน-ตุลาคมระดับของคาร์โบไฮเดรทและไนโตรเจนก็จะขึ้นสู่ระดับสูงกว่าปกติเช่นกัน โดยที่ C/N จะมีระดับสูงไม่มากนัก แต่เมื่อถึงระยะเวลาก่อนออกดอกตามฤดูกาลในเดือนธันวาคม-มกราคมระดับของคาร์โบไฮเดรทและไนโตรเจนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แต่ C/N จะสูงไม่เท่าระดับสูงสุดในรอบปี และสรุปว่าในการออกดอกของมะม่วงน้ำดอกไม้จะมีการ

เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นของคาร์โบไฮเดรทและไนโตรเจนในใบและยอด แต่ไม่อาจพยากรณ์ได้แน่ชัดได้ว่า C/N ที่ระดับใดจะทำให้มะม่วงออกดอกได้ดี ทั้งนี้เพราะมีตัวแปรอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิของอากาศและความชื้นของดินเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นในการศึกษาระดับของ TNC ในมะม่วงหิมพานต์ซึ่งเป็นพืชในวงศ์ที่ใกล้ชิดกับมะม่วงจึงน่าจะนำมาใช้ประโยชน์ในการพิจารณาผลสะท้อนในเรื่องความพอเพียงและสมดุลย์ของธาตุอาหารที่ใส่ให้และน่าจะเกี่ยวพันไปถึงแนวโน้มในการออกดอกและติดผลได้ด้วย ในกรณีที่เกิดความล้มเหลวในเรื่องของการออกดอกและติดผล ระดับของ TNC ในใบและยอดมะม่วงหิมพานต์น่าจะใช้เป็นดัชนีเบื้องต้นในการวัดความสำเร็จของการใช้ปุ๋ยตามตำรับต่าง ๆ นั้น แทนการวัดปริมาณและคุณภาพของผลผลิต

มะม่วงหิมพานต์เป็นพืชที่มีลักษณะการออกดอกไม่สม่ำเสมอรอบทรงพุ่ม และในที่ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำจะมีการออกดอกในลักษณะปีเว้นปี จึงมักให้ผลผลิตไม่แน่นอนอีกทั้งยังมีจำนวนดอกสมบูรณ์เพศที่ต่ำและขึ้นอยู่กับช่วงของการออกดอก สัมฤทธิ์ (2538) กล่าวว่า ดอกของมะม่วงหิมพานต์ที่ออกมาในช่วงแรกจะเป็นดอกตัวผู้เป็นส่วนใหญ่ ในช่วงต่อมาจะมีดอกสมบูรณ์เพศเพิ่มขึ้น และในช่วงท้ายของการออกดอกจะมีจำนวนดอกสมบูรณ์เพศลดลงไปอีก นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับทิศทางของตำแหน่งช่อดอกภายในทรงพุ่ม และตำแหน่งของดอกภายในช่อดอกด้วย ช่อดอกที่อยู่ทางทิศใต้ของทรงพุ่มจะมีดอกสมบูรณ์เพศเป็นส่วนใหญ่ และดอกที่อยู่ตรงส่วนกลางของช่อดอกก็จะมีดอกสมบูรณ์เพศในสัดส่วนที่มากกว่าที่อยู่ในตำแหน่งอื่น ๆ ของช่อดอก เขายังแนะนำต่อไปอีกว่า การติดผลของมะม่วงหิมพานต์อาจทำให้เพิ่มขึ้นได้ โดยใช้สาร 2,4-D ความเข้มข้น 10 ppm 1 ครั้ง หรือ NAA 10 ppm 2 ครั้ง หรือ IBA 50 ppm 2 ครั้ง ซึ่งพบว่า IBA จะช่วยให้การติดผลได้ดีที่สุด

ในปี 2537 สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชได้ปลูกมะม่วงหิมพานต์พันธุ์ดี คือพันธุ์ก้องอีสาน พันธุ์อินทร์สมิท และพันธุ์เก้ายอด (ซึ่งได้พันธุ์มาจากสวนของนายสมควร อินทรพาณิชย์) เป็นจำนวนรวมกัน 864 ต้น ซึ่งมีจำนวนมากพอที่จะใช้ศึกษาถึงปัญหาต่าง ๆ ซึ่งเริ่มให้ผลผลิตบ้างแล้ว จึงเป็นโอกาสที่ดีที่จะนำเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้าไปทดสอบการเพิ่มผลผลิตของมะม่วงหิมพานต์ในสภาพที่ธรรมชาติไม่เอื้ออำนวย โดยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำชลประทาน ปริมาณการให้ธาตุอาหารหรือปุ๋ย หรือการให้ฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ เพื่อเพิ่มปริมาณดอกสมบูรณ์เพศของช่อดอก และเพิ่มขีดความสามารถในการติดผล และทำให้คุณภาพของผลผลิตดีขึ้น หากการทดลองนี้ประสบผลสำเร็จอาจนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ช่วยให้เกษตรกรเป็นจำนวนมากที่ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกมะม่วงหิมพานต์ไม่ประสบปัญหาดังที่เคยเป็นมาอีกทั้งอาจสามารถทำให้มะม่วงหิมพานต์มีผลผลิตสูงกว่าที่เคยเป็นอยู่ในปัจจุบันและมีคุณภาพในการบริโภคเป็นที่ต้องการของตลาดอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างการใช้น้ำ และธาตุอาหารพืช ที่มีต่อปริมาณธาตุอาหารในใบ การออกดอก การติดผล และคุณภาพของเมล็ดในของมะม่วงหิมพานต์

2. เพื่อทดสอบผลของฮอร์โมนพืชบางชนิดในการเพิ่มปริมาณของดอกสมบูรณ์เพศและเพิ่มการติดผลของมะม่วงหิมพานต์

3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในใบพืช กับความสำเร็จในการใช้ฮอร์โมนพืชบางชนิด เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมะม่วงหิมพานต์

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้จะมีการสำรวจสภาพของปัญหาทั่วไปที่เกิดขึ้นกับมะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกในจังหวัดนครราชสีมา เพื่อรวบรวมข้อมูลนำมาประกอบการพิจารณาดำเนินโครงการและวิเคราะห์การสรุปผล จากนั้นจึงมุ่งสู่การศึกษาความต้องการน้ำและธาตุอาหารที่อาจส่งผลต่อการออกดอกและติดผล และศึกษาต่อไปถึงผลของการใช้ฮอร์โมนพืชบางชนิดเพื่อทำให้มะม่วงหิมพานต์ออกดอกและติดผลเพิ่มขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงสภาพปัญหาโดยทั่ว ๆ ไปที่มีผลต่อการออกดอกผลและคุณภาพของมะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. ทำให้ทราบถึงการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม ธาตุอาหาร และน้ำที่อาจมีผลต่อการออกดอกติดผลและคุณภาพของมะม่วงหิมพานต์

3. ทำให้ทราบถึงผลของสารฮอร์โมนที่อาจมีต่อการชักนำให้เกิดดอกผลนอกฤดูและอาจทำให้มีการออกดอก ติดผลและคุณภาพเมล็ดดีขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การสำรวจสภาพปัญหาทั่วไป โครงการนี้ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการในปลายปี 2540 แต่ได้รับงบประมาณให้ดำเนินการได้เมื่อต้นเดือนมกราคม 2541 จึงเริ่มดำเนินการสำรวจตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 ซึ่งเป็นระยะที่มะม่วงหิมพานต์ส่วนใหญ่กำลังออกดอกและเริ่มติดผล จากนั้นได้เก็บข้อมูลเรื่อยมาจนถึงเดือนเมษายน 2544 แต่เนื่องจากได้รับงบประมาณจำกัดการสำรวจจึงทำได้ในวงจำกัด คือ พื้นที่สำรวจอยู่ใน อ. เมือง อ.ปักธงชัย และ อ.ปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีการปลูกมะม่วงหิมพานต์ทั้งที่เป็นการปลูกแบบสวนจำนวน 6 สวน และเป็นการปลูกในลักษณะไม้หัวไร่ปลายนาหรือปลูกเป็นไม้ให้ร่มเงาอีก 6 จุด พบสภาพปัญหาดังนี้คือ

1.1 พันธุ์มะม่วงหิมพานต์ มะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกในจังหวัดนครราชสีมามีทั้งพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกจากเมล็ดโดยตรง พันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงและคัดเลือกจากสถานีวิจัยพืชสวนศรีสะเกษ เช่น พันธุ์ศรีสะเกษ 60-1 และพันธุ์ศรีสะเกษ 60-2 (รายงานผลงานวิจัย, 2539) ซึ่งนำเมล็ดมาปลูกโดยตรงและพันธุ์ที่คัดเลือกจากการปลูกด้วยเมล็ดจากพันธุ์ที่นำมาจากศรีสะเกษ (สมควร, 2532a., สัมฤทธิ์และคณะ, 2532) พบว่า ส่วนหนึ่งที่เป็นพันธุ์พื้นเมือง (ไม่สามารถระบุที่มา) มีผลปลอมสีเหลืองขนาดเล็ก และมีเมล็ดเล็ก ยาว 2.0-2.5 ซม. กว้าง 1.7-2.1 ซม. และหนาประมาณ 1.1-1.3 ซม. การเจริญเติบโตแข็งแรง ข้อสั้น ช่อดอกสั้นขนาดใหญ่ ออกดอกและติดผลอย่างหนาแน่นทุกปี สำหรับพันธุ์ที่ปลูกด้วยเมล็ดที่นำมาจากศรีสะเกษ มีการเจริญเติบโตของแต่ละต้นแตกต่างกันเป็นอย่างมากและมีผลปลอมที่มีสีและขนาดต่าง ๆ และมีขนาดของเมล็ดตั้งแต่เล็กถึงปานกลาง ยาว 2.6-3.2 ซม. กว้าง 2.0-2.3 ซม. และหนา 1.3-1.5 ซม. ส่วนพันธุ์ที่คัดเลือกมาจากการปลูกด้วยเมล็ดที่นำมาจากศรีสะเกษแล้วขยายพันธุ์โดยการนำยอดไปเสียบบนต้นตอ (สมควร, 2535) จะมีการเจริญเติบโตค่อนข้างสม่ำเสมอ ได้แก่ พันธุ์อินทร์สมิทให้เมล็ดขนาดปานกลาง ยาว 3.3-3.5 ซม. กว้าง 2.3-2.8 ซม. หนา 1.6-1.9 ซม. พันธุ์ก้องอีสาน และพันธุ์เก้ายอด ซึ่งมีเมล็ดขนาดใหญ่ ยาว 3.6-4.5 ซม. กว้าง 2.8-3.2 ซม. หนา 2.3-2.6 ซม. ทั้งสามพันธุ์เป็นผลงานการคัดเลือกของ สมควร (2532) และสัมฤทธิ์ และคณะ (2532 และ2535) และผลงานสืบเนื่องเป็นการส่วนตัวของคุณสมควร อินทรพาณิชย์ นอกจากนี้เกษตรกรได้ปลูกพันธุ์ศิริชัย 25 ซึ่งเป็นพันธุ์ส่งเสริมของบริษัทมาบุญครอง เป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดปานกลาง ปลูกอยู่ในบางพื้นที่ ทั้งโดยปลูกจากเมล็ดโดยตรงหรือเสียบยอดซึ่งส่วนใหญ่ได้ผลผลิตน้อยหรือไม่ได้ผลผลิตเลย ทั้งนี้อาจเป็นความผิดพลาดของทางบริษัทที่ไม่ได้ทดสอบการปรับตัวของพันธุ์นี้ต่อสภาพของภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้กว้างขวางพอ

1.2 ลักษณะของการปลูกและระยะปลูก พบว่าพื้นที่ปลูกมะม่วงหิมพานต์มีทั้งพื้นที่ขนาดใหญ่เป็นจำนวนนับร้อยไร่ ไปถึงขนาดเล็กมากมีจำนวนไม่กี่ต้นและที่ขึ้นอยู่ตามหัวไร่ปลายนา โดยมีระยะปลูกที่ไม่แน่นอน หรือปลูกห่าง ๆ อย่างไม่เป็นระเบียบ ส่วนใหญ่ไม่มีการปฏิบัติดูแลใด ๆ จึงเต็มไปด้วยวัชพืชและถูกไฟลามเข้าไปถึงต้นในฤดูแล้งช่วงออกดอกผล สังเกตเห็นว่าพวกที่ปลูกห่าง ๆ มีความสมบูรณ์ของต้น ใบ การออกดอกและติดผลดีกว่าพวกที่ปลูกเป็นกลุ่มและทรงพุ่มชิดกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ของแปลงทดลองในฟาร์ม มทส. จะออกดอกและติดผลบ้างในขณะที่ทรงพุ่มยังห่างกันอยู่แต่เมื่อทรงพุ่มชิดกันแล้วการติดผลจะน้อยลงหรือไม่ติดผลเลย แสดงว่ามะม่วงหิมพานต์น่าจะมีความต้องการแสงจัดและพื้นที่ในการหาน้ำและธาตุอาหาร (feeding volume) เป็นจำนวนมาก เป็นจริงดังที่สัมฤทธิ์ และคณะ (2536) ได้กล่าวไว้ จากการติดต่อเป็นส่วนตัวกับเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จในการปลูกมะม่วงหิมพานต์ก็ได้ข้อสรุปในแนวเดียวกันและให้คำแนะนำว่าในสภาพที่ดินเลวและมีการดูแลน้อย ระยะปลูกของมะม่วงหิมพานต์น่าจะเป็น 12x12 เมตร แต่ถ้าดินค่อนข้างดีและมีการดูแลดีระยะปลูกอาจลดเหลือ 8x8 เมตรได้ อย่างไรก็ดีงานวิจัยในประเทศอินเดียบ่งว่าสามารถปลูกระยะ 4x4 เมตร และสามารถให้ผลผลิตได้ดีพอ ๆ กับระยะ 8x8 เมตร ถ้ามีการปฏิบัติดูแลที่ดีพอ (Muralikrishna, 2000)

1.3 ลักษณะของดิน พบว่าดินที่ปลูกมะม่วงหิมพานต์ในจังหวัดนครราชสีมามีทั้งดินเหนียว ดินเหนียวร่วน ดินร่วนปนทราย ดินทรายจัด และดินปนกรวดหิน พบว่ามะม่วงหิมพานต์สามารถเจริญเติบโตได้ดีพอ ๆ กัน แต่เมื่อถึงระยะออกดอกผลมะม่วงหิมพานต์ที่อยู่ในดินเหนียวหรือร่วนเหนียวมักมีดอกหนาแน่นและมีการติดผลที่ดีกว่าอย่างเห็นได้ชัด ในบริเวณที่เป็นดินทรายจัดและมีหน้าดินตื้นมะม่วงหิมพานต์จะแสดงอาการขาดน้ำในช่วงปลายของการติดผลทำให้ผลและเมล็ดมีขนาดเล็กลงและมีการร่วงหล่นของผลบ้าง แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ด้วย โดยสังเกตเห็นว่าพันธุ์พื้นเมืองที่มีเมล็ดขนาดเล็กจะมีการปรับตัวเข้ากับสภาพของดินได้กว้างกว่าและสามารถออกดอกติดผลได้ดีกว่า ส่วนพันธุ์ปรับปรุงซึ่งมีเมล็ดขนาดใหญ่หรือผลโตจะมีการออกดอกและติดผลได้น้อยกว่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่เป็นทรายจัดและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งความล้มเหลวของมะม่วงหิมพานต์พันธุ์ส่งเสริมส่วนสำคัญส่วนหนึ่งน่าจะเนื่องมาจากสาเหตุนี้ จากการติดต่อเป็นส่วนตัวและได้เข้าไปสำรวจดินในสวนของคุณสมควร อินทรพาณิชย์ ซึ่งมีความสำเร็จและได้ผลผลิตสูงพบว่าดินในสวนซึ่งมะม่วงหิมพานต์ออกดอกและติดผลดีมากนั้นเป็นดินร่วนปนทรายหน้าดินลึก เป็นธารของลาวาภูเขาไฟมาก่อนโดยยังเหลือร่องรอยของสารต่าง ๆ ที่มากับลาวาภูเขาไฟในส่วนล่างของดินในระดับ 3-4 เมตรลงไป อีกทั้งดินในระดับลึกยังมีสภาพยืดหยุ่นและมีการอัดตัวน้อยมาก ดังนั้นจึงน่าจะเป็นข้อสันนิษฐานว่าดินในบริเวณนี้โปร่งเบาและมีธาตุอาหารและน้ำเก็บกักอยู่ในดินชั้นล่างมากเพียงพอต่อความต้องการใช้ของมะม่วงหิมพานต์ อย่างไรก็ตามจากการสำรวจไม่พบว่าลักษณะใบหรือต้นมะม่วงหิมพานต์ในสวนใด ๆ แสดงอาการ

ผิดปกติเนื่องมาจากการขาด N P K หรือธาตุอื่นใดอย่างชัดเจน สันนิษฐานว่าธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ที่มีอยู่ยังไม่น้อยเกินไปจนทำให้แสดงอาการผิดปกติ แต่น่าจะมีผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพได้

1.4 ลักษณะของภูมิอากาศ โดยทั่วไปจังหวัดนครราชสีมาจะค่อนข้างแห้งแล้งและมีช่วงฝนทิ้งเป็นระยะ ๆ มีช่วงอุณหภูมิสูงในระยะค่อนข้างสั้น ฤดูหนาวค่อนข้างหนาวเย็นและมีช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียสระหว่างต้นเดือนธันวาคมถึงกลางเดือนมกราคม ตามปกติมะม่วงหิมพานต์จะเริ่มออกดอกเมื่ออุณหภูมิเริ่มลดต่ำลงประกอบกับช่วงแสงสั้นในราวเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม และดอกจะบานหลังจากนั้นประมาณ 1 เดือน โดยทั่วไปพื้นที่ปลูกมะม่วงหิมพานต์ในจังหวัดนครราชสีมา อาจแบ่งเป็น 2 เขตอย่างกว้าง ๆคือพื้นที่ใกล้ภูเขาและไกลภูเขา ซึ่งทั้ง 2 สภาพนี้ต่างได้รับอิทธิพลจากลมหนาวตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในพื้นที่ใกล้ภูเขาลดลงต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียสเป็นเวลาหลายสัปดาห์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างการทดลองในปีที่ 2 คือเดือนพฤศจิกายน 2542-มกราคม 2543 อุณหภูมิของอากาศในช่วงเวลากลางคืนในแปลงทดลองของ มทส. ลดลงต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลาหลายวัน ซึ่งส่งผลให้มะม่วงหิมพานต์ที่มีดอกบานอยู่ในช่วงนั้นเกือบไม่ติดผลเลย สำหรับบริเวณที่อยู่ใกล้ภูเขาอุณหภูมิในช่วงกลางคืนนั้นมักจะลดต่ำอยู่เสมอจึงทำให้มะม่วงหิมพานต์ในบริเวณเหล่านั้นมีการปรับตัวทนต่ออากาศหนาวเย็นได้ดีกว่าซึ่งสังเกตเห็นได้ว่ายังพอมีการออกดอกและติดผลอยู่บ้างในช่วงที่อุณหภูมิหนาวเย็นมากดังกล่าว อย่างไรก็ตามพันธุ์ของมะม่วงหิมพานต์น่าจะมีส่วนสัมพันธ์ต่อเรื่องนี้ไม่มากก็น้อย ซึ่งปรากฏว่าพันธุ์พื้นเมืองสามารถติดผลได้เป็นอย่างดีในสภาพอุณหภูมิต่ำเช่นนั้นและที่แปลงทดลอง มทส. พันธุ์อินทร์สมิท ยังมีการติดผลได้บ้างในขณะที่พันธุ์ก้องอีสาน และพันธุ์เก้ายอดไม่ติดผลเลยในช่วงหนาวจัด

1.5 ปริมาณน้ำฝน ในช่วงก่อนการทดลองมีฝนน้อย สังเกตเห็นว่ามะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกอยู่ในจังหวัดนครราชสีมา มีความทนทานต่อความแห้งแล้งได้อย่างดีเยี่ยมโดยไม่แสดงอาการผิดปกติใด ๆ ในช่วงที่มีความแห้งแล้งหรือฝนทิ้งเป็นเวลานานถึงแม้ว่าจะมีอุณหภูมิของอากาศในช่วงนั้นค่อนข้างสูงก็ตาม และในระยะเวลา 3 ปีระหว่างการทดลองได้ปรากฏว่ามีฝนตกอย่างสม่ำเสมอตั้งแต่ต้นฤดูไปจนถึงช่วงเริ่มออกดอก และแม้แต่ตอนติดผลก็ยังมีฝนตก ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายจากการระบาดของโรค เนื่องจากความชื้นของดินและอากาศยังสูงอยู่ตลอดเวลาในช่วงออกดอกติดผล ในระหว่างเดือนพฤษภาคม-ธันวาคม 2543 ซึ่งเป็นปีสุดท้ายของการทดลองได้ปรากฏว่ามีการทิ้งช่วงระยะสั้น ๆ ของฝนเป็นระยะ ๆ ในช่วงต้นฝนสังเกตเห็นว่ามะม่วงหิมพานต์พันธุ์อินทร์สมิท มีการทยอยออกดอกนอกฤดูเป็นระยะ ๆ โดยไม่เกี่ยวข้องกับตำรับธาตุอาหารหรือฮอร์โมนที่ได้ให้เข้าไป แต่เป็นที่น่าเสียดายที่ผลอ่อนที่ยังมีขนาดเล็กถูกทำลายโดยโรคจนหมดสิ้น ซึ่งเป็นข้อสังเกตว่ามะม่วงหิมพานต์อาจออกดอกและติดผลได้ในช่วงอุณหภูมิสูงนอกฤดูปกติถ้ามีสภาพการกระจายของฝนที่พอเหมาะ แต่การกระจายของฝนที่ดีเกินไปอาจทำให้เกิดผล

เสียต่อการให้ผลผลิตของมะม่วงหิมพานต์เป็นอย่างมาก โดยจะทำให้ผลร่วงก่อนที่เมล็ดจะเจริญเติบโตจนแก่พอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้

1.6 การเข้าทำลายของแมลง ในพื้นที่ของเกษตรกรนั้นพบว่ามีด้วงหนวดยาวเจาะลำต้น ส่วนใหญ่พวกที่มีการปลูกเป็นกลุ่มจะมีการเข้าทำลายมากกว่าพวกที่ปลูกห่างกัน ในแปลง มทส. ที่มีอายุ 4 ปีขึ้นไป พบว่า มีการเข้าทำลายเป็นจำนวนมากขึ้น ซึ่งการเข้าทำลายในระยะแรก ๆ จะไม่ค่อยพบร่องรอยที่ชัดเจนนักและเมื่อตรวจพบก็มักจะสายเกินแก้แล้ว ซึ่งได้ปรากฏว่าการเข้าทำลายในแปลงของ มทส. ในระยะต่อมานั้นมีความเสียหายในต้นที่โตเร็วมากกว่าต้นที่โตช้า และเมื่อมะม่วงหิมพานต์มีอายุมากขึ้นจะมีการระบาดเข้าทำลายหนาแน่นขึ้นตามลำดับ แมลงอีกชนิดหนึ่งซึ่งเข้าทำลายตอนปลายของฤดูฝนได้แก่หนอนชอนใบ ซึ่งทำให้ใบมีลักษณะผิดปกติเป็นใบด่าง และมีริ้วรอยของการชอนไชของหนอนและเมื่อการทำลายอยู่ในระดับสูงแล้วมะม่วงหิมพานต์ยอดนั้นก็จะไม่ออกดอก ซึ่งในระยะแรกของการทดลองปีแรก (2541-2542) แปลงทดลอง มทส. ถูกหนอนชอนใบเข้าทำลายเสียหายเป็นอย่างมาก ซึ่งได้แก้ไขโดยมีการฉีดพ่นยาปราบศัตรูพืชโมโนโครโตรฟอส อย่างต่อเนื่องซึ่งสามารถกำจัดหนอนชอนใบได้หมดสิ้นแต่กลับทำให้เกิดผลเสียอื่นตามมาคือทำให้มีการระบาดของแมลงอีก 2 ชนิดซึ่งพบว่ามีการระบาดเพียงเล็กน้อยในพื้นที่ของเกษตรกรทั่วไปแต่กลับพบอย่างหนาแน่นในพื้นที่แปลงทดลองของ มทส. และในไร่ของคุณสมควร อินทรพาณิชย์ คือเพลี้ยไฟ และมวนยุง โดยในพื้นที่ มทส.นั้นการทำลายของเพลี้ยไฟหนักมากจนเห็นช่อดอกเป็นสีขาวโพลนถึงขั้นสูญเสียผลผลิตเกือบสิ้นเชิงในฤดูกาลออกดอกปีที่ 1 และที่ 2 ของการทดลอง (ระหว่าง ต.ค. 2541-มี.ค. 2542 และ ต.ค.2542- มี.ค.2543) แม้จะมีการฉีดพ่นด้วยเซวิน-85จำนวนหลายครั้งในการทดลองปีที่ 1 ก็สามารถลดประชากรของเพลี้ยไฟได้เพียงชั่วคราวหลังการฉีดพ่น แต่เมื่อนานไปก็กลับมาระบาดอีก ดังนั้นจึงงดใช้วิธีพ่นยาหันมาใช้วิธีปรับสภาพแวดล้อมให้มีความชื้นในอากาศสูงขึ้น โดยเก็บวัชพืชไว้ไม่ถางออก อย่างไรก็ตามในปีที่ 2 ก็ยังมีการระบาดอยู่บ้างแต่สังเกตเห็นว่าเบาบางลงบ้าง ส่วนในปีสุดท้ายของการทดลองนั้นได้แก้ไขโดยตัดวัชพืชต้นสาบเสือในระยะเมื่อใกล้หมดฝนให้แตกยอดเป็นต้นใหม่ออกมาซึ่งจะคายน้ำทำให้บริเวณสวนมีอากาศที่ชุ่มชื้นไม่เหมาะกับสภาพการระบาดของเพลี้ยไฟ และได้ผลเป็นที่น่าพอใจโดยมีเพลี้ยไฟปรากฏในระดับที่ต่ำมากจนแทบไม่มีเลย ส่วนในเรื่องมวนยุงนั้นในปีที่ 2 และปีสุดท้ายของการทดลองนั้นได้นำมดแดงมาปล่อยตามคำแนะนำของคุณสมควรที่ได้สังเกตว่ามดแดงจะกินแมลงทุกประเภทที่มันสามารถตามล่าได้ทันและมวนยุงก็เป็นแมลงที่มีการเคลื่อนไหวช้าจึงถูกมดแดงจับกินทั้งตัวอ่อนและตัวแก่

1.7 การเข้าทำลายของโรค โรคที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนคือโรคราดอกเหี่ยวและโรคผลเน่า ซึ่งมีลักษณะการทำลายเหมือนแอนแทรกโนสในองุ่นหรือมะม่วง โรคนี้เข้าทำลายเมื่อมีฝนตกในช่วงการเจริญของช่อดอกของมะม่วงหิมพานต์ไปจนถึงระยะที่มีผลขนาดหัวแม่มือ แต่ถ้ามีฝนตกต่อเนื่อง หรือมีน้ำค้างแรง ผลปลอมที่มีขนาดใหญ่กว่าอาจถูกทำลายโดยโรคเหล่านี้ได้ ในปีที่

3 ของการทดลองได้มีฝนตกเพียงเล็กน้อย 2 ครั้งในระยะติดผลของมะม่วงหิมพานต์ทำให้ผลที่ติดอยู่และยังมีขนาดเล็กเป็นจำนวนมากถูกเข้าทำลายโดยโรคนี้ คาดว่าทำให้สูญเสียผลผลิตในระหว่าง 60-80% ของผลผลิตที่ควรจะได้ทั้งหมด (ประเมินจากจำนวนช่อดอกที่เน่าเสียต่อส่วนที่เหลือรอดมา) ยังไม่พบวิธีแก้ไขความเสียหายที่เกิดขึ้นจากโรคชนิดนี้

1.8 การปฏิบัติดูแล พบว่ามะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกในจังหวัดนครราชสีมาส่วนใหญ่ไม่ได้รับการปฏิบัติดูแลใด ๆ เนื่องจากผู้ปลูกไม่ได้หวังผลจริงจัง บางแห่งมีเพียงฟันต้นวัชพืชใต้ทรงพุ่มเพียงหนึ่งครั้งก่อนเก็บเกี่ยวโดยมิได้มีการตัดแต่งกิ่ง จัดทรงพุ่ม ให้ปุ๋ยให้น้ำ หรือดูแลโรคแมลงใด ๆ ส่วนในสวนที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีดังเช่นสวนคุณสมควรก็มิได้มีการปฏิบัติดูแลที่เป็นพิเศษมากนัก มีเพียงการตัดหญ้าเมื่อหมดฝน 1 ครั้งและใส่ปุ๋ยคอกเป็นครั้งคราวในขณะที่ต้นมะม่วงหิมพานต์ยังมีอายุน้อย แต่จะมีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น ด้วงหนวดยาว และมวนยุงอย่างกวดขัน ซึ่งเจ้าของสวนได้ให้ความเห็นจากประสบการณ์ไว้ว่าการให้ปุ๋ยและให้น้ำจะทำให้มะม่วงหิมพานต์เจริญเติบโตขยายทรงพุ่มรวดเร็วเกินไปเนื่องจากยอดมะม่วงหิมพานต์มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องเกือบตลอดฤดูฝน การตัดแต่งกิ่งจะเปิดโอกาสให้แมลงด้วงหนวดยาววางไข่ตรงรอยแผลและเข้าทำลายจนถึงตายได้ และก็ได้เกิดความเสียหายจากการตัดแต่งไปแล้วเป็นจำนวนมาก มะม่วงหิมพานต์มีลักษณะของการออกดอก และติดผลหนาแน่นในบริเวณกิ่งล่าง ๆ ใกล้พื้นดิน การตัดแต่งกิ่งที่อยู่ส่วนล่างของทรงพุ่มออกจะทำให้สูญเสียผลผลิตไปโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นกิ่งที่อยู่ทางทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้ (ซึ่งก็ได้เกิดขึ้นแล้วในแปลงทดลองของผู้วิจัยเอง) นอกจากนี้การใช้ยาปราบศัตรูพืช ยังส่งผลต่อการลดจำนวนของศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูพืช เช่น มดแดง และแตนเบียน ซึ่งเป็นแมลงตัวห้ำและตัวเบียนของมวนยุงและเพลี้ยไฟ การศึกษาให้เข้าใจในธรรมชาติของแมลงศัตรูในแต่ละชนิดร่วมกับการควบคุมทางชีววิธีจึงนับว่าเป็นกุญแจสำคัญต่อความสำเร็จของการผลิตของมะม่วงหิมพานต์

2. จัดแปลงทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการใช้น้ำและธาตุอาหารของมะม่วงหิมพานต์ ได้ทำการคัดเลือกต้นมะม่วงหิมพานต์ที่ได้ปลูกไว้ในแปลงของฟาร์มมทส. ซึ่งเป็นมะม่วงหิมพานต์ที่ได้คัดเลือกพันธุ์โดยสัมฤทธิ์และคณะ (2532 และ 2535) และขยายพันธุ์โดยการเสียบยอด (สมควร, 2535) ภายใต้ความร่วมมือของโครงการโคราชเขียวสะอาดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีปลูกเมื่อเดือนกรกฎาคม 2537 โดยมีพันธุ์ที่ปลูกคือพันธุ์อินทร์สมิทซึ่งมีผลปลอมสีส้มและมีเมล็ดขนาดปานกลาง จำนวน 278 ต้น พันธุ์ก้องอีสานมีผลปลอมสีเหลืองและมีเมล็ดขนาดใหญ่ จำนวน 294 ต้นและพันธุ์เก้ายอดมีผลปลอมขนาดใหญ่สีแดงอมส้มและมีเมล็ดขนาดใหญ่มาก จำนวน 292 ต้น และปลูกไว้ในพื้นที่ 47.08 ไร่ ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่มหาวิทยาลัย ฯ เป็นจำนวนรวม 864 ต้น ในปีที่ปลูกได้ใส่ปุ๋ยคอก 2-3 กก.และหินฟอสเฟตรองก้นหลุม 100 กรัม ต่อต้นและใส่ปุ๋ย 15–15–15 ครั้งละ 100 กรัมต่อต้น 2 ครั้ง และปลูกทานตะวันเป็นพืชแซมโดยไม่ใส่ปุ๋ย ในปีที่ 2

ระหว่างเดือนเมษายน ถึง กันยายน 2538 ใส่ปุ๋ย 15–15–15 ต้นละ 250 กรัม 2 ครั้ง ในปีที่ 3ระหว่างเดือนเมษายน ถึง กันยายน 2539 ใส่ปุ๋ย 15–15–15 ต้นละ 250 กรัม 2 ครั้ง และในปีที่ 4 ก่อนการทดลอง ระหว่างเดือนเมษายน ถึง กันยายน 2540 ใส่ปุ๋ย 15–15–15 ต้นละ 500 กรัม 2 ครั้ง พื้นที่แปลงทดลองมีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดเทประมาณ 1.5-2 % มีความสม่ำเสมอของดินเป็นอย่างมาก มีหน้าดินค่อนข้างลึก การระบายน้ำดีมากและไม่เคยมีน้ำขัง เริ่มให้ผลผลิตในเดือนมีนาคม 2540 แต่ในขณะที่เริ่มการทดลองเหลืออยู่เพียง 770 ต้น แต่ก็ยังมากพอที่จะสร้างเป็นแปลงทดลองได้

ส่วนในแปลงของส่วนราชการและเกษตรกรนั้น พบว่า ไม่มีที่ใดที่จะมีความเหมาะสมที่จะเป็นแปลงทดลองได้ เพราะขยายพันธุ์จากเมล็ดทำให้แต่ละต้นมีความแตกต่างกันอย่างมาก นอกจากนี้ระยะปลูกก็ไม่แน่นอน สภาพพื้นที่และดินไม่มีความสม่ำเสมอ ตลอดจนปัญหาในด้านความร่วมมือและปัญหาการโจรกรรมผลผลิตที่ไม่อาจควบคุมได้ จึงไม่สามารถดำเนินการทดลองใด ๆ ได้ แต่ก็ได้แวะเวียนไปสังเกตสภาพปัญหาด้านต่าง ๆ เป็นระยะ ๆ

2.1 การทดลองที่ 1 การตอบสนองต่อชนิดและวิธีการจัดการปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์และการให้ปุ๋ยทางใบ

2.1.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อสังเกตความแตกต่างของการตอบสนองของมะม่วงหิมพานต์ต่อการให้ปุ๋ยเคมีทางดิน ทางใบ และการให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และทางใบ

2.1.2 วิธีการทดลอง ได้ทำการเลือกต้นมะม่วงหิมพานต์ที่มีลักษณะและขนาดของลำต้นและทรงพุ่มใกล้เคียงกัน โดยใช้ต้นมะม่วงหิมพานต์พันธุ์อินทร์สมิทและพันธุ์ก้องอีสานซึ่งมีอายุในขณะนั้น 3 ปี 5 เดือน ซึ่งเริ่มให้ผลผลิตเป็นปีที่ 2 ในเดือนมีนาคม 2541 วางแผนการทดลองแบบ RBD 4 ซ้ำ ในมะม่วงหิมพานต์ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์อินทร์สมิท และพันธุ์ก้องอีสาน (ได้แบ่งเป็น 2 การทดลอง ในแต่ละพันธุ์ ไม่อาจใช้แผนการทดลองแบบ split plot เนื่องจากทั้ง 2 พันธุ์ มีความแตกต่างอย่างมากในเรื่องวันออกดอก ความดกของดอก ความสามรถในการติดผล ขนาดของผลและเมล็ด และความต้านทานต่อสภาวะแวดล้อม) โดยเริ่มการทดลองในปีแรกตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2541 และศึกษาต่อเนื่องในปีที่ 2 และที่ 3 จนสิ้นสุดการทดลองปีที่ 3 ในเดือนเมษายน 2544 โดยมีตำรับการทดลองดังต่อไปนี้

T-1 = ไม่มีการใส่ปุ๋ย (Control)

T-2 = ปุ๋ยเคมีทางดินอย่างเดียว ใช้ปุ๋ยสูตร 15–5–5 ในอัตรา 50 กก.ต่อไร่ หรือ2.5 กก.ต่อต้น แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรก 1.5 กก. ต่อต้น และครั้งที่ 2 ใส่ 1 กก.ต่อต้น ห่างกัน 4 เดือน

T-3 = ปุ๋ยอินทรีย์(ใช้ปุ๋ยคอก) ในอัตรา 500 กก. ต่อไร่ (25 กก.ต่อต้น) ครั้งเดียว

T-4 = ปุ๋ยเคมีบวกปุ๋ยอินทรีย์ทางดิน ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15–5–5 ในอัตรา 25 กก. ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอก 250 กก. ต่อไร่ (12.5 กก.ต่อต้น) ใส่รอบโคนต้น ครั้งเดียว

T-5 = ปุ๋ยเคมีทางดินบวกปุ๋ยเคมีทางใบ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15–5–5 ในอัตรา 25 กก. ต่อไร่ ใส่ครั้งเดียวและพ่นปุ๋ยเคมีทางใบ สูตร 14–7–28 ความเข้มข้น 2 % จำนวน 4 ครั้ง ห่างกัน 1 สัปดาห์ เริ่มประมาณ 2 เดือนก่อนออกดอก

T-6 = ปุ๋ยเคมีบวกปุ๋ยอินทรีย์ทางดินบวกปุ๋ยเคมีทางใบ ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15–5–5 ในอัตรา 25 กก. ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอกในอัตรา 250 กก. ต่อไร่ ใส่ครั้งเดียว และฉีดพ่นปุ๋ยทางใบสูตร 14–7–28 ความเข้มข้น 2 % จำนวน 4 ครั้ง ห่างกัน 1 สัปดาห์ เริ่มประมาณ 2 เดือนก่อนออกดอก

T-7 = ปุ๋ยทางใบอย่างเดียว ใช้ปุ๋ยทางใบสูตร 14–7–28 ความเข้มข้น 2% ฉีดพ่นทั่วต้น จำนวน 8 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ เริ่มประมาณ 2 เดือนก่อนออกดอก

การใส่ปุ๋ยทางดินใช้วิธีโรยลงในร่องที่ทำไว้ลึกประมาณ 20 ซม.ห่างโคน 1.5 เมตร ภายใต้ทรงพุ่มแล้วกลบให้เรียบ การให้ปุ๋ยทางใบใช้วิธีฉีดพ่นโดยถังพ่นยาขนาด 20 ลิตร

2.1.3 ข้อมูลที่ศึกษา

2.1.3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับดิน ได้แก่ เนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณความเป็นประโยชน์ได้ของ P และ K ก่อนการทดลองโดยเก็บตัวอย่างดินในลักษณะ composite sample 6 จุด จากพื้นที่การทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองได้เก็บตัวอย่างในลักษณะ composite sample ในบริเวณที่มีการใส่ปุ๋ย T2-T7

2.1.3.2 ข้อมูลการสังเกตการเจริญเติบโต และการแสดงออกทั่วไป ได้แก่ ความแข็งแรงของการเจริญเติบโต สีของใบ ลักษณะใบ ยอด ดอก และผล

2.1.3.3 ข้อมูลการวัดเจริญเติบโต โดยวัดขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของทรงพุ่มจาก 4 ทิศเส้นรอบวงโคนต้นที่ระดับสูงจากพื้นดิน 50 ซม.

2.1.3.4 ข้อมูลความแตกต่างของระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช N P K Ca Mg Mn Fe และความแตกต่างของความเข้มข้นของ Total nonstructural carbohydrate (TNC) ในใบ (ศิริชัย, 2524) โดยได้เก็บตัวอย่างใบที่เจริญเต็มที่ (ใบที่ 6-8) หลังการใส่ปุ๋ย 6 เดือน (ต.ค.2541) ซึ่งได้เลือกศึกษากับพันธุ์อินทร์สมิทเพียงพันธุ์เดียวเนื่องจากงบประมาณมีจำกัด

2.1.3.5 ข้อมูลวันดอกบาน โดยกำหนดให้เป็นวันที่เห็นดอกชุดแรกของต้นบาน (เนื่องจากมะม่วงหิมพานต์มีการออกดอกแบบต่อเนื่อง ในช่วงระยะเวลาประมาณ 1-2 เดือน จึงเป็นการยากที่จะกำหนดวันออกดอกให้เป็นวันที่ 50 เปอร์เซ็นต์ของดอกบาน ดังเช่น ในพืชอื่น)

2.1.3.6 ข้อมูลความดกของการออกดอก ใช้วิธีสุ่มนับจำนวนช่อดอกแล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนยอดทั้งหมดตรงบริเวณที่ศึกษาจากแต่ละต้นในพื้นที่ 1 ตารางเมตร

2.1.3.7 ข้อมูลการติดผล ใช้วิธีให้คะแนน โดยคะแนน 5 เป็นการติดผลที่ดกที่สุด และ 1 เป็นการติดผลที่เลวที่สุด โดยเก็บข้อมูลจากแต่ละต้น

2.1.3.8 ข้อมูลผลผลิตของเมล็ด คือ จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์การกระเทาะ โดยน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยคิดจากค่าเฉลี่ยของเมล็ดที่สุ่มเก็บจากแต่ละต้น จำนวน 50 เมล็ด เปอร์เซ็นต์การกระเทาะ (P) คำนวณได้จากสูตร

P = 100(น้ำหนักของเมล็ดในอบแห้ง / น้ำหนักของเมล็ดอบแห้ง)

2.1.4 การปฏิบัติดูแล ก่อนที่จะเริ่มการทดลองได้ทำการเลือกต้นมะม่วงหิมพานต์พันธุ์อินทร์สมิทและพันธุ์ก้องอีสาน เพื่อทำการทดลองในลักษณะเดียวกันทั้ง 2 พันธุ์ (การทดลองเดียวกัน 2 แปลง) ซึ่งได้ปลูกไว้เป็นแถวตามความลาดเอียงของพื้นที่ ให้ได้ต้นที่มีขนาดไม่แตกต่างกันมากนัก ทำการตัดแต่ง ภายในทรงพุ่มให้โปร่งและตัดกิ่งล่างที่กองอยู่บนพื้นดินออกให้สูงจากพื้นดินประมาณ 50 ซม.(ซึ่งทราบต่อมาภายหลังว่าเราไม่ควรทำเนื่องจากมะม่วงหิมพานต์จะให้ผลผลิตหนาแน่นตามกิ่งที่อยู่ระดับต่ำเรี่ยดิน)ทำความสะอาดแปลงโดยใช้แทรกเตอร์พ่วงเครื่องพรวนหญ้าระหว่างต้นและระหว่างแถวให้หมดแล้วจึงเริ่มใส่ปุ๋ยตามตำรับการทดลองพร้อมเก็บข้อมูลตามระยะเวลา และตรวจการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชเป็นระยะ ๆ และเมื่อพบการเพิ่มของประชากรแมลงก็ได้ทำการฉีดพ่นยาปราบศัตรูพืช แต่การฉีดพ่นต้องกระทำทั้งสวนพร้อมกันหมดทั้ง 770 ต้น จึงทำให้สิ้นเปลืองแรงงานและค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก และไม่ค่อยได้ผลเท่าที่ควร เนื่องจากรอบบริเวณของสวนเป็นป่าละเมาะเหมาะต่อการเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงศัตรูพืชต่าง ๆ เป็นอย่างดี หลังการฉีดพ่นจำนวนแมลงก็ลดลงไปอย่างมากแต่หลังจากนั้นจำนวนแมลงก็ค่อย ๆ เพิ่มจำนวนมาอีกอย่างรวดเร็ว จึงต้องทำการฉีดพ่นหลายครั้ง เนื่องจากมีฝนตกติดต่อกันเป็นระยะ ๆ จนถึงช่วงออกดอกและติดผลจึงไม่มีความจำเป็นต้องให้น้ำชลประทาน และฝนที่ตกลงมาอย่างต่อเนื่องนั้นกลับทำให้เกิดผลเสียมากกว่าผลดี โดยคาดว่าจะทำให้ธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ใส่ไปนั้นถูกชะล้างซึมลึกลงไปในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง N และ K เพราะดินในสวนเป็นดินที่ค่อนข้างเป็นทรายจัด นอกจากนั้นฝนที่ตกในระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง มกราคม ซึ่งเป็นช่วงออกดอกนั้นยังทำให้ดอกและผลอ่อนของมะม่วงหิมพานต์เน่าเสีย

2.1.5 ผลและวิจารณ์ผลการทดลองที่ 1 ในปีที่ 1

2.1.5.1 ผลการวิเคราะห์ดินของแปลงทดลอง ได้เก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลองในการทดลองที่ 1 ในฤดูฝนก่อนการทดลอง (ยังไม่ได้ใส่ปุ๋ย) ในเดือนพฤษภาคม 2541 และฤดูแล้งหลังการทดลองปีแรก (ใส่ปุ๋ยไปแล้ว 10 เดือน) ในเดือนเมษายน 2542 ตามวิธีการที่กล่าวไว้ในข้อ 2.1.3.1 และส่งให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชในมหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นผู้วิเคราะห์ เนื้อดิน(Texture) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (OM) และระดับความเข้มข้นของ P และ K ที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ดินในสวนมะม่วงหิมพานต์ ก่อนและหลังการทดลองในปีที่ 1

ลำดับ	ระดับลึก (ซม.)	เนื้อดิน (Texture)	pH	OM (%)	P (ppm)	K (ppm)
ก่อนการใส่ปุ๋ย	0-20	Sand	6.5	0.6	15.0	88
	50-70	Sandyloam	5.7	0.28	12.5	43
หลังการใส่ปุ๋ย	0-20	Sand	6.1	0.4	7.5	94
	50-70	Sandyloam	6.0	0.3	2.3	52

ซึ่งจะเห็นว่าดินในสวนมะม่วงหิมพานต์ที่ใช้ทดลองมีลักษณะเนื้อดินค่อนข้างหยาบถึงหยาบมากแต่มีความเป็นกรด–ด่างอยู่ในช่วงพอเหมาะเป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำมากจึงน่าจะมีระดับไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ต่ำ มีธาตุฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำได้ในระดับต่ำมาก แต่มีระดับของโปตัสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ปานกลางและเห็นว่าหลังการใส่ปุ๋ยไปแล้วในฤดูแล้งถัดไปจะมีระดับของอินทรีย์วัตถุและฟอสฟอรัสไม่แตกต่างไปจากเดิม แต่จะมีระดับโปตัสเซียมสูงกว่าเดิมเล็กน้อย ซึ่งน่าจะเป็นการแสดงว่าธาตุอาหาร N และ Pในปุ๋ยได้ถูกใช้ไปในการเจริญเติบโตของมะม่วงหิมพานต์ไปแล้วเป็นส่วนใหญ่ แต่โปตัสเซียมยังมีตกค้างอยู่เพียงเล็กน้อย มีข้อสังเกตอีกเรื่องหนึ่ง คือ พื้นแปลงทดลองมีความลาดเทเล็กน้อยประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์และเป็นทรายจัด น่าจะมีการเคลื่อนที่ของน้ำทั้งเหนือผิวดินและใต้ดินจากบริเวณที่สูงข้างเคียงเข้ามาในแปลงทดลอง จึงมีความเป็นไปได้อย่างสูงที่จะมีการกระจายตัวของธาตุอาหาร N P และ K ทั้งในแง่ถูกชะล้างตามน้ำใต้ดินออกไป และไหลมาเพิ่มเติมได้ในช่วงฝนชุก ดังนั้นค่าวิเคราะห์ดินจึงอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับความชื้นของดิน ซึ่งทำให้ระดับที่ตรวจพบเป็นผลเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีผลเลยจากปุ๋ยที่ใส่ลงไป

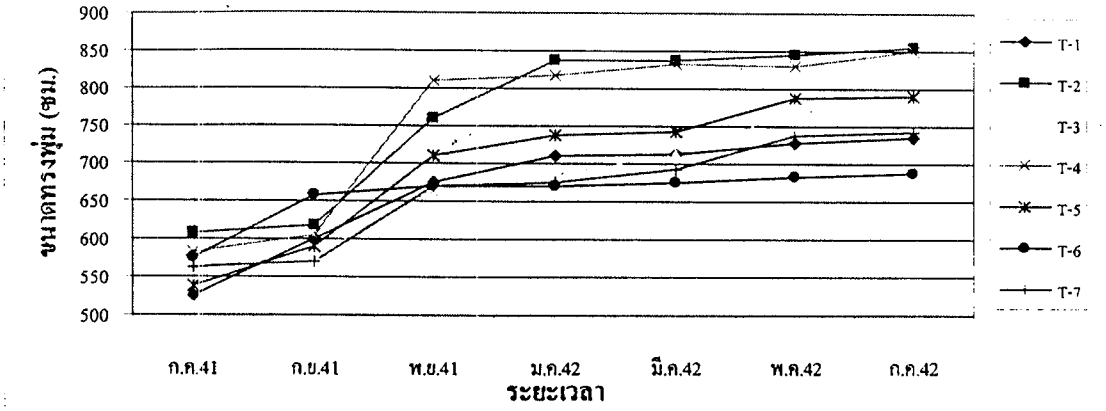
2.1.5.2 ผลการสังเกตการเจริญเติบโตและอาการแสดงออกทั่วไป

ก่อนการทดลองสังเกตเห็นว่าต้นมะม่วงหิมพานต์ในสวนมีการเจริญเติบโตดีทุกต้น และไม่มีอาการผิดปกติใด ๆ ให้เห็น ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะทุกต้นได้รับปุ๋ยในอัตราที่เท่ากันหมดอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลา 3 ปีจากการติดตามสังเกตการเจริญเติบโตของต้นมะม่วงหิมพานต์หลังการใส่ปุ๋ย พบว่า มะม่วงหิมพานต์ในทุกตำรับปุ๋ยและที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยมีการเจริญเติบโตแตกยอดอ่อนอย่างต่อเนื่องในฤดูฝนเหมือนกันหมดทุกต้น แต่พวกที่ได้รับปุ๋ยทางดินและทางใบจะมียอดที่อวบ ข้อยาว ใบใหญ่กว่าและใบมีสีเขียวเข้มมากกว่า และเมื่อใกล้จะถึงช่วงออกดอกต้นมะม่วงหิมพานต์ในทุกตำรับปุ๋ยก็จะหยุดแตกยอดอ่อนเหมือนกันหมด ในช่วงปลายฝนเดือนกันยายน พบว่า มีแมลงหนอนชอนใบ หรือ cashew leaf miner (*Acrocercops syncramma*) (ทรงยศ, 2532 และสัมฤทธิ์, 2538a) เข้าทำลายอย่างหนักในต้นที่ได้รับปุ๋ยเคมีทางดิน สังเกตเห็นว่าพวกที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยมีการเข้าทำลายน้อยกว่า อย่างไรก็

ตามการเข้าทำลายนั้นมีความรุนแรงและคาดว่าจะกระทบถึงผลผลิตจึงทำให้ต้องพ่นสารกำจัดแมลงโมโนโครโตรฟอสอย่างต่อเนื่อง 3 ครั้งห่างกัน 10 วัน เมื่อเริ่มเห็นช่อดอกชุดแรกปรากฏขึ้นจึงหยุดการพ่นยากำจัดแมลง แต่หลังจากดอกชุดแรกเริ่มบาน ประมาณปลายเดือนพฤศจิกายน พบว่า มีเพลี้ยไฟโกโก้ หรือ thrips, cocoa thrips (*Selenothrips rubrocinctus*) (ทรงยศ, 2532 และสัมฤทธิ์, 2538a) เพิ่มขึ้นอย่างหนาแน่นมาก จึงได้ทำการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชเซวิน-85อีก 2 ครั้ง การทำลายของเพลี้ยไฟจึงลดลงสู่สภาพปกติ เมื่อถึงช่วงใกล้ออกดอกประมาณปลายเดือนตุลาคม ต้นมะม่วงหิมพานต์มีการเจริญเติบโตของยอดอ่อนน้อยลง และหยุดแตกใบอ่อนโดยสิ้นเชิงในเดือนพฤศจิกายน โดยไม่แตกต่างกันตามตำรับปุ๋ยที่ให้ และประมาณกลางเดือนพฤศจิกายนต้นมะม่วงหิมพานต์ที่อยู่บนสุดของพื้นที่เริ่มผลิช่อดอกให้เห็นและค่อย ๆ ทยอยผลิดอกลงไปตามความลาดเทของพื้นที่ โดยไม่เกี่ยวกับตำรับปุ๋ยโดยมะม่วงหิมพานต์พันธุ์อินทร์สมิทจะออกดอกก่อนพันธุ์ก้องอีสานประมาณ 2 สัปดาห์ หลังจากเห็นช่อดอกแล้วประมาณ 3-4 สัปดาห์ดอกจะบานและติดเป็นผลอ่อน หลังจากเห็นช่อดอกได้เดือนเศษ ซึ่งการติดผลนั้นจะมีความหนาแน่นทางด้านซีกด้านใต้และตะวันตกเฉียงใต้ของต้น แต่จะมีน้อยหรือไม่มีเลยทางด้านเหนือและด้านตะวันออกเฉียงเหนือของต้น สังเกตเห็นว่าพันธุ์อินทร์สมิทจะติดผลและรักษาให้ผลเจริญเติบโตได้ดีกว่าพันธุ์ก้องอีสาน แต่ไม่มีแนวโน้มของความหนาแน่นของการออกดอกและการติดผลอันเนื่องมาจากอิทธิพลของปุ๋ยให้เห็นอย่างชัดเจน ผลของมะม่วงหิมพานต์ในแต่ละต้น สุก แก่ ไม่พร้อมกัน จะทยอย ร่วงหล่นและบางส่วนจะถูกสัตว์แทะและชาวบ้านนำออกไปจากพื้นที่ ซึ่งสร้างปัญหาในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตาม สังเกตเห็นได้ว่าการรักษาผลให้อยู่บนต้นจนสุกแก่จะมีความแตกต่างกันไปแต่ละต้น แม้ว่าจะได้รับปุ๋ยในวิธีและอัตราที่แตกต่างกันไปก็ไม่มีการตอบสนองให้เห็นอย่างเด่นชัด

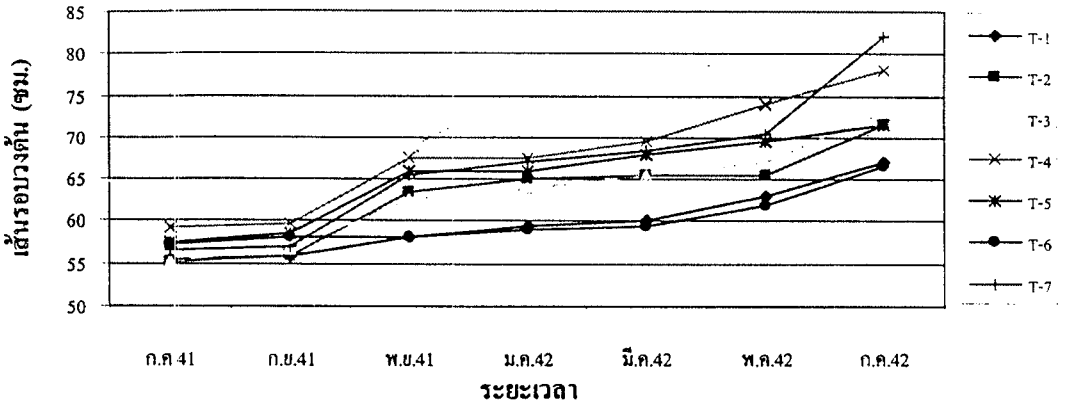
2.1.5.3 การวัดการเจริญเติบโต จากการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มและเส้นรอบวงของโคนต้นที่ระดับเหนือดิน 50 ซม. โดยเริ่มวัด 2 เดือนหลังการให้ปุ๋ย (ก.ค.2541) และสิ้นสุดเดือนที่สิบสอง (ก.ค.2542) พบว่า การให้ปุ๋ยทำให้มะม่วงหิมพานต์ทั้ง 2 พันธุ์มีการเจริญเติบโตเร็วขึ้นทั้งการขยายขนาดของทรงพุ่มและเส้นรอบวงต้น ดังแสดงใน กราฟที่ 1, 2, 3 และ 4 และตารางที่ 2 และ3

กราฟที่ 1 การเพิ่มขนาดของทรงพุ่มของพันธุ์อินทร์สมิท



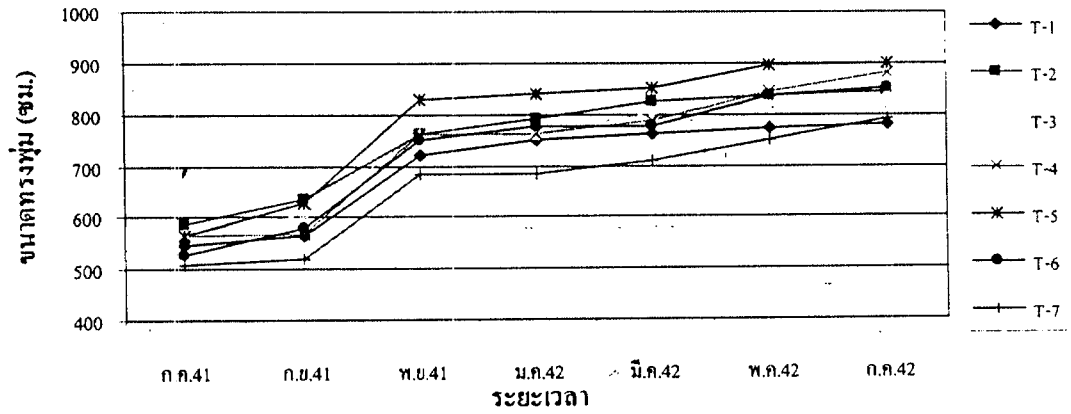
จากกราฟที่ 1 จะเห็นว่าหลังการใส่ปุ๋ย 2 เดือน (ก.ค.2541) ขนาดทรงพุ่มของมะม่วงหิมพานต์พันธุ์อินทร์สมิทยังมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยแต่หลังจากการใส่ปุ๋ยได้ 8 เดือน ขนาดทรงพุ่มของกลุ่มต้นที่ได้รับปุ๋ยเคมีทางดินอย่างเดียว (T-2) และกลุ่มต้นที่ได้รับปุ๋ยเคมีทางดินร่วมกับปุ๋ยคอก (T-4) มีการเจริญขยายทรงพุ่มออกไปเร็วกว่ากลุ่มอื่นอย่างเห็นได้ชัด เป็นที่น่าสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีและอินทรีย์ทางดินร่วมกับปุ๋ยเคมีทางใบ (T-6) และปุ๋ยเคมีทางใบอย่างเดียว (T-7) มีการพัฒนาขยายทรงพุ่มน้อยกว่าหรือใกล้เคียงกับตำรับควบคุม (T-1) ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะปุ๋ยที่ได้รับทางใบอาจมีความเข้มข้นมากเกินไปจนส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของยอดอ่อนชงักไป ตั้งแต่เดือนที่ 6 หลังการใส่ปุ๋ยไปจนถึงเดือนสิบสอง ความแตกต่างของขนาดทรงพุ่มระหว่างตำรับปุ๋ยต่าง ๆ นั้นเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เป็นที่น่าสังเกตว่าระหว่างเดือนกันยายนกับเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงฝนชุกขนาดของทรงพุ่มของมะม่วงหิมพานต์ทุกตำรับปุ๋ยมีการขยายตัวรวดเร็วกว่าช่วงเวลาอื่นๆ ส่วนช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลงของขนาดทรงพุ่ม

กราฟที่ 2 การขยายของเส้นรอบวงต้นของพันธุ์อินทร์สมิท

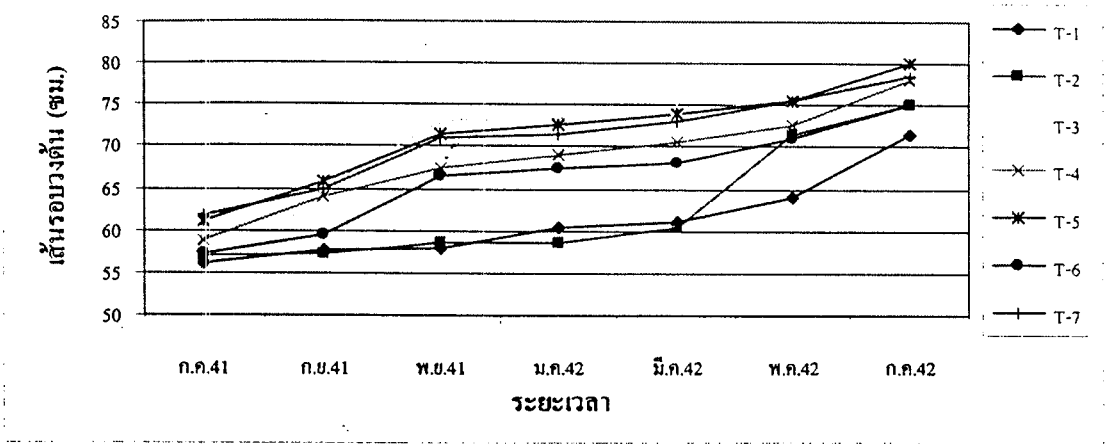


จากกราฟที่ 2 จะเห็นว่า 2 เดือนหลังจากการใส่ปุ๋ยขนาดของเส้นรอบวงของต้นพันธุ์อินทร์สมิทที่ได้รับปุ๋ยตำรับต่าง ๆ ยังมีความแตกต่างกันไม่มากนัก แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายนขนาดของลำต้นของมะม่วงหิมพานต์อินทร์สมิทในกลุ่ม T-2, T-3, T-4, T-5 และT-7 มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วน T-1 และ T-6 มีการขยายตัวน้อย และเมื่อครบสิบสองเดือนหลังการใส่ปุ๋ยครั้งแรก กลุ่มต้นมะม่วงหิมพานต์ที่ได้รับปุ๋ยเคมีทางใบ (T-7) มีการขยายตัวของเส้นรอบวงต้นสูงที่สุด รองลงมา คือ ที่ได้รับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอก (T-4) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

กราฟที่ 3 การเพิ่มขนาดของทรงพุ่มของพันธุ์ก้องอีสาน



กราฟที่ 4 การขยายของเส้นรอบวงต้นของพันธุ์ก้องอีสาน



จากกราฟที่ 3 และ 4 สำหรับพันธุ์ก้องอีสาน มีแนวโน้มคล้ายคลึงกันกับพันธุ์อินทร์สมิท คือ มะม่วงหิมพานต์ที่ไม่ได้รับปุ๋ยจะมีการขยายทรงพุ่มและเส้นรอบวงต้นต่ำ สำหรับพวกที่ได้รับปุ๋ยเคมีทางใบอย่างเดียว (T-7) มีการขยายทรงพุ่มต่ำที่สุด และแตกต่างจากพวกที่ได้รับปุ๋ยโดยวิธีอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด เมื่อได้บันทึกการเจริญเติบโตครบสิบสองเดือน (ก.ค.2541-ก.ค.2542) ได้นำค่าเฉลี่ยของขนาดทรงพุ่มและเส้นรอบวงของลำต้นที่เพิ่มขึ้นมาเปรียบเทียบกันในกลุ่มของพันธุ์อินทร์สมิท ดังแสดงในตารางที่ 2 และพันธุ์ก้องอีสาน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ขนาดของทรงพุ่มและเส้นรอบวงต้นที่เพิ่มขึ้นของพันธุ์อินทร์สมิทภายหลังการใส่ปุ๋ยไปแล้ว 12 เดือน

Treatment	เส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น (ซม.)	เส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้น (ซม.)
T1	273.33	17.67
T2	217.33	14.67
T3	223.33	23.33
T4	273.33	17.33
T5	245.00	18.33
T6	233.33	18.67
T7	325.00	20.67
%CV	29.3	34.9

ตารางที่ 3 ขนาดของทรงพุ่มและเส้นรอบวงต้นที่เพิ่มขึ้นของพันธุ์ก้องอีสานภายหลังการใส่ปุ๋ยไปแล้ว 12 เดือน

Treatment	เส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น (ซม.)	เส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้น (ซม.)
T1	255.00	18.50ab
T2	308.33	22.00a
T3	220.83	20.50ab
T4	300.83	24.67a
T5	326.67	24.33a
T6	338.33	23.67a
T7	354.17	14.67b
%CV	36.6	25.4

จากตารางที่ 2 และ 3 พบว่า การเพิ่มขึ้นของทรงพุ่มและเส้นรอบวงของลำต้นในเวลาสิบสองเดือน (ก.ค.2541-ก.ค.2542) มะม่วงหิมพานต์พันธุ์อินทร์สมิทที่ได้รับปุ๋ยตำรับต่าง ๆ มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นของทรงพุ่มและเส้นรอบวงต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่สำหรับพันธุ์ก้องอีสาน ขนาดของเส้นรอบวงต้นที่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกัน โดยกลุ่มที่ได้รับปุ๋ย T-2, T-3, T-4, T-5 และ T-6 มีการขยายตัวของลำต้นมากกว่าที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย (T-1) และที่ให้ปุ๋ยทางใบอย่างเดียว (T-7) อย่างเห็นได้ชัด โดยภาพรวมจะเห็นว่ามะม่วงหิมพานต์ที่มีอายุ 3 ปีจะมีการขยายทรงพุ่มปีละ 2-3 เมตรและขยายเส้นรอบวงลำต้นปีละ 15-25 ซม. โดยพันธุ์ก้องอีสานจะมีการขยายตัวของทรงพุ่มได้มากกว่าเล็กน้อย อย่างไรก็ดีจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้ที่ปลูกมะม่วงหิมพานต์ที่ได้รับความสำเร็จมีความเห็นว่าควรใช้ปุ๋ยกับมะม่วงหิมพานต์เมื่อเริ่มปลูกใหม่แต่เพียงเล็กน้อยเพราะระยะนั้นมะม่วงหิมพานต์มักอ่อนแอการใส่ปุ๋ยอย่างไม่ระมัดระวังอาจทำให้เหี่ยวเฉาและตายได้ในช่วงฝนทิ้ง เมื่อเริ่มให้ผลผลิตการใช้ปุ๋ยควรมีอัตราสูงขึ้น แต่สำหรับมะม่วงหิมพานต์ที่โตเต็มที่แล้วการให้ปุ๋ยในช่วงต้นฝนจะทำให้มีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบอย่างต่อเนื่องมากเกินไป ขนาดของทรงพุ่มจะเพิ่มขึ้นรวดเร็วมาก ทำให้ทรงพุ่มชนกันโดยรวดเร็ว ทำให้ต้องสิ้นเปลืองแรงงานในการตัดแต่ง ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายไม่น้อย ดังนั้นการใส่ปุ๋ยสำหรับมะม่วงหิมพานต์ที่โตเต็มที่แล้วจึงควรใส่ในระยะก่อนออกดอกผล 2 ถึง 3 เดือนต่อครั้งและใส่เพิ่มเติมให้ในระยะติดผลอีก 1 ครั้ง หรือพ่นให้ทางใบก็จะทำให้ได้ผลผลิตดีโดยไม่ทำให้มีการเจริญเติบโตของทรงพุ่มเกินความจำเป็น เช่นเดียวกับคำแนะนำของ Johnson และคณะ 2001.

2.1.5.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างใบมะม่วงหิมพานต์ ได้เก็บตัวอย่างใบที่เจริญเต็มที่ (ใบที่ 6-8) หลังการใส่ปุ๋ย 6 เดือน (ต.ค.2541) นำไปวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช N P K Ca Mg Mn Fe และปริมาณของ Total nonstructural carbohydrate (TNC) ในใบซึ่งได้เลือกศึกษากับพันธุ์อินทร์สมิทเพียงพันธุ์เดียว ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารและTNC ในใบมะม่วงหิมพานต์พันธุ์อินทร์สมิท 1 เดือนก่อน ออกดอก (ต.ค.2541)

Treatment	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	TNC (mg/g)
T1	1.260ab	0.091	0.703	0.382a	0.195a	24ab	52a	120.50b
T2	1.298ab	0.095	0.719	0.334ab	0.162ab	21b	35abc	118.43b
T3	1.165b	0.092	0.767	0.245bc	0.169ab	30ab	36abc	116.09b
T4	1.263ab	0.091	0.757	0.191c	0.150b	30ab	34abc	130.08a
T5	1.380ab	0.094	0.710	0.237bc	0.144b	35a	39ab	114.47b
T6	1.428a	0.095	0.636	0.262abc	0.180ab	34ab	19bc	118.38b
T7	1.345ab	0.104	0.759	0.231bc	0.157ab	27ab	19c	104.11c
%CV	11.2	12.1	11.5	31	14.4	27.3	36	6.6
ค่าวิกฤต*	1.65-2.75	0.16-0.25	0.89-1.44	0.03-0.022	0.02-0.15	-	-	-

*Mill et al., 1996.

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าตำรับปุ๋ยต่าง ๆ ที่ให้ไม่มีอิทธิพลที่จะทำให้ระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบมะม่วงหิมพานต์แตกต่างกับตำรับควบคุม ยกเว้นตำรับปุ๋ยที่ได้รับปุ๋ยคอกอย่างเดียว (T-3) ซึ่งมีระดับต่ำกว่าตำรับปุ๋ยอื่นๆ ซึ่งน่าจะเป็นเพราะการทำงานของจุลินทรีย์ในปุ๋ยคอกทำให้มี immobilization ของ N โดยดึงไนโตรเจนจากสิ่งแวดล้อมไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง และปลดปล่อยกลับออกมาช้าจึงทำให้มีไนโตรเจนน้อยในระยะที่เก็บตัวอย่างใบ สำหรับระดับความเข้มข้นของ P และ K ไม่มีความแตกต่างกันตามตำรับปุ๋ยที่ใส่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณการดูดกินธาตุอาหารในต้นที่มีการใส่ปุ๋ยอาจไม่มีความแตกต่างมากนักจากต้นที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย หรืออาจเป็นเพราะว่าการเจริญเติบโตที่ดีกว่าในต้นที่มีการใช้ปุ๋ยทำให้ระดับความเข้มข้นของ P และ K ไม่สูงกว่าต้นที่ได้รับปุ๋ยน้อยหรือไม่ได้รับปุ๋ย หรืออีกประการหนึ่งอาจเนื่องมาจาก ความสามารถของมะม่วงหิมพานต์ในการสกัดธาตุอาหาร P และ K จากดินที่มี P และ K อยู่ต่ำได้อย่างเพียงพอ สำหรับ Ca และ Mg ในใบพบว่ามีระดับสูงสุดในต้นที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (T-1) แต่มีระดับต่ำสุดในต้นที่ได้รับปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอก (T-4) สำหรับจุลธาตุ Fe และ Mn ไม่แสดงให้เห็นแนวโน้มของระดับธาตุทั้ง 2 ในใบอันเนื่องมาจากอิทธิพลของปุ๋ยความแตกต่างของความเข้มข้นในใบมะม่วงหิมพานต์

3.2 การทดลองการใช้สารฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ ในอัตราความเข้มข้นต่าง ๆ ในระยะช่อดอกอ่อน การทดลองนี้มี

3.2.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อที่จะทดสอบการตอบสนองของมะม่วงหิมพานต์ต่อสารฮอร์โมน 2 ชนิดคือ NAA และ BA ที่มีต่อสัดส่วนของจำนวนดอกสมบูรณ์เพศต่อดอกตัวผู้

3.2.2 วิธีการทดลอง การทดลองนี้ได้ทำขึ้นในปีงบประมาณที่ 2 ในเดือนพฤศจิกายน 2543 โดยสุ่มเลือกช่อดอกอ่อนของมะม่วงหิมพานต์บนต้นเดียวกันจำนวน 4 ต้นโดยแต่ละต้นจะฉีดพ่นโดยสารฮอร์โมนทั้งชนิดและอัตราดังต่อไปนี้

A-1 = Control

A-2 = NAA ความเข้มข้น 100 ppm

A-3 = NAA ความเข้มข้น 200 ppm

A-4 = NAA ความเข้มข้น 300 ppm

A-5 = BA ความเข้มข้น 100 ppm

A-6 = BA ความเข้มข้น 200 ppm

A-7 = BA ความเข้มข้น 300 ppm

3.2.3 ข้อมูลที่ศึกษา

3.2.2.1 ลักษณะและการพัฒนาของช่อดอก

3.2.2.2 อัตราส่วนของดอกสมบูรณ์เพศต่อดอกตัวผู้

3.2.2.3 เปอร์เซ็นต์การติดผล

3.2.4 การปฏิบัติดูแล ระหว่างการทดลองนี้เป็นช่วงต้นฝนไม่พบว่ามีการเข้าทำลายของโรคและแมลงใด ๆ จึงไม่ได้มีการปฏิบัติดูแลเพิ่มเติมเป็นพิเศษ

3.2.5 ผลการทดลอง

จากการสังเกตพบว่า ในระยะแรกช่อดอกของมะม่วงหิมพานต์ที่ได้รับสารออกซิน BA จะมีการพัฒนารวดเร็วกว่าตำรับควบคุมและที่ได้รับ NAA แต่ในระยะต่อมาพบว่ามีการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟและมวนยุงจนหมดและไม่สามารถติดตามนำข้อมูลมาเสนอได้ จึงได้ยุติการทดลองนี้ไว้ก่อนจนกว่าจะพบวิธีการที่สามารถควบคุมโรคและแมลงที่เข้าทำลายช่อดอกได้อย่างมีประสิทธิภาพเสียก่อน

น่าจะเนื่องมาจากอิทธิพลของปริมาณดั้งเดิมที่มีอยู่ในดินประกอบกับสภาพความชื้นของดินที่มีผลต่อ Oxidation state ของ Fe และ Mn ทั้งนี้เพราะในการทดลองนี้ไม่ได้มีการใส่ลงไปเลย การตอบสนองต่อปริมาณธาตุอาหารที่ใส่ลงไปในดินของมะม่วงหิมพานต์ในระยะเวลาอันสั้น เพียง 5-6 เดือนนั้นย่อมมีความไม่ชัดเจน เช่นเดียวกับไม้ผลอื่น ๆ ที่การใส่ปุ๋ยในปีนี้มักจะทำให้เห็นผลในปีถัดไป (Kavanad, 2000) เนื่องจากปัจจุบันนี้ยังไม่ได้มีเกณฑ์มาตรฐาน (Diagnostic criteria) สำหรับระดับความเข้มข้นของแต่ละธาตุอาหารในใบมะม่วงหิมพานต์ได้ทำไว้สำหรับสภาพของประเทศไทย จึงจำเป็นต้องอาศัยเกณฑ์มาตรฐานของต่างประเทศโดย Mills et al.,1996. ซึ่งระบุค่าวิกฤตสำหรับ ธาตุอาหารต่าง ๆ ดังที่แสดงไว้ใต้ตารางที่ 4 มาช่วยในการพิจารณา ซึ่งจะเห็นได้ว่าถึงแม้ว่าการใส่ปุ๋ยบางตำรับจะทำให้ระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบมะม่วงหิมพานต์เพิ่มขึ้นบ้าง แต่ทุกตำรับปุ๋ยรวมทั้งตำรับควบคุมก็ยังมีระดับต่ำกว่าระดับวิกฤตอยู่มาก ซึ่งอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้มะม่วงหิมพานต์ติดผลน้อย เมื่อพิจารณาดูระดับความเข้มข้นของธาตุอื่น ๆ จะเห็นว่า ทั้ง P และ K ก็อยู่ในระดับต่ำกว่าระดับวิกฤตเช่นกัน ส่วน Ca และ Mg ส่วนใหญ่ก็อยู่ในระดับเกินค่าวิกฤต จึงเห็นได้ชัดว่า ระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ได้วิเคราะห์มาอย่างน้อยสามธาตุมีระดับต่ำกว่าระดับวิกฤต และสองธาตุมีระดับสูงกว่าระดับวิกฤต ซึ่งน่าจะส่งผลไปที่ความสามารถในการสร้าง TNC ของมะม่วงหิมพานต์แต่ละต้น ซึ่งส่วนใหญ่ได้ปรากฏว่ามีค่า TNC ค่อนข้างต่ำจริงดังที่แสดงในท้ายตารางที่ 4 อนึ่งในสภาพของแปลงทดลองของฟาร์ม มทส. การสร้างเกณฑ์มาตรฐานยังไม่อาจดำเนินได้เนื่องจากยังมีสภาพอื่น ๆ ที่ยังไม่สามารถควบคุมได้เพราะไม่สามารถนำค่าที่ได้ไปสัมพันธ์กับผลผลิต ดังนั้นการทดลองในปีต่อ ๆ มา จึงไม่มีการเก็บตัวอย่างใบมาวิเคราะห์อีก จนกว่าจะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากผลของสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่มีต่อการออกดอกและติดผลของมะม่วงหิมพานต์ได้

ระดับความเข้มข้นของ TNC ในใบ เป็นที่เชื่อกันว่าปริมาณของคาร์โบไฮเดรทในใบและยอดของไม้ผลมีอิทธิพลต่อการสร้างและพัฒนาของตาดอกและช่อดอก (Childer, 1949., Kraus and Kraybill, 1918,. Mallik, 1953) และคาร์โบไฮเดรทที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้ คือ Total nonstructural carbohydrate (TNC) ซึ่งประกอบไปด้วย น้ำตาล แป้ง dextrin และ fructosans (Smith, 1969) การวิเคราะห์หา TNC ในใบมะม่วงหิมพานต์อาจช่วยในการพิจารณาถึงความสมบูรณ์และสมดุลย์ของธาตุอาหาร โดยมะม่วงหิมพานต์ที่มีปริมาณ TNC ในใบสูงน่าจะมีความสมดุลย์ของธาตุอาหารดีกว่าพวกที่มี TNC ต่ำ ซึ่งการเปรียบเทียบระดับของ TNC นี้น่าจะมีประโยชน์ในแง่การวัดความสำเร็จในการให้ปุ๋ยตำรับต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ไม่อาจวัดความสำเร็จของการใช้ปุ๋ยจากปริมาณและคุณภาพของผลผลิตเพราะเกิดความเสียหายจากโรคแมลงและอื่น ๆ เช่น ลมพายุ

จากการเก็บใบของพันธุ์อินทร์สมิทที่ได้รับปุ๋ยตำรับต่าง ๆ มาวิเคราะห์หา TNC ดังแสดงในตารางที่ 4 แล้วนั้นจะเห็นว่า หลังการใส่ปุ๋ย 6 เดือน (ต.ค.2541) ในใบมะม่วงหิมพานต์ในตำรับทีใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอก (T-4) นั้นระดับความเข้มข้นของ TNC สูงที่สุด พวกที่ได้รับปุ๋ยทางใบอย่างเดียว (T-7) มีระดับต่ำสุด ส่วนพวกที่ได้รับปุ๋ยตำรับอื่น ๆ มีค่าไม่แตกต่างกับตำรับควบคุม แสดงให้เห็นว่ามะม่วงหิมพานต์ที่ได้รับปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T-4) ทางดินสามารถสร้างคาร์โบไฮเดรทในใบได้สูงกว่าตำรับปุ๋ยอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญซึ่งน่าจะเป็นการแสดงให้เห็นถึงสมดุลย์ระหว่างธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ดีกว่าตำรับปุ๋ยอื่น ๆ ส่วนการให้ปุ๋ยเคมีทางใบอย่างเดียว (T-7) มีผลทำให้มะม่วงหิมพานต์สร้างคาร์โบไฮเดรทในใบได้ต่ำที่สุด ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากความเข้มข้นของปุ๋ยที่ให้สูงเกินจนอาจทำให้เสียสมดุลย์ของธาตุอาหารในใบไปถึงแม้ว่าทุกต้นที่ได้รับปุ๋ยนี้จะไม่มีอาการผิดปกติทางใบให้เห็นแต่ประการใด สำหรับมะม่วงหิมพานต์ที่ไม่ได้รับปุ๋ย (T-1) มีการสร้างคาร์โบไฮเดรทที่ไม่แตกต่างจากตำรับปุ๋ยอื่น ๆ ซึ่งเป็นการแสดงว่าธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ได้รับจากดินมีความสมดุลย์และเพียงพอในระดับหนึ่ง อย่างน้อยก็เพียงพอที่จะทำให้มีการเจริญเติบโตได้เป็นปกติ อย่างไรก็ดี ระดับของ TNC ในใบของทุกตำรับปุ๋ยอยู่ในช่วง 100–130 mg/g ซึ่งเป็นช่วงที่พบว่าสามารถทำให้มีการออกดอกและติดผลได้ดีในมะม่วง (อัศจรรย์และคณะ, 2001) ซึ่งมะม่วงหิมพานต์ก็เป็นพืชในกลุ่มเดียวกันจึงพอจะเทียบเคียงกันได้ แต่เนื่องจากระดับของไนโตรเจนในใบมะม่วงหิมพานต์ในตำรับปุ๋ยต่าง ๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน ดังนั้น C/N ของแต่ละตำรับปุ๋ยย่อมขึ้นอยู่กับระดับของ TNC ที่วิเคราะห์ได้ จึงน่าจะสันนิษฐานว่าตำรับปุ๋ยที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T-4) ซึ่งมี C/N สูงสุดน่าจะเป็นพวกที่ออกดอกและติดผลดีที่สุด แต่เป็นที่น่าเสียดายที่ในปีแรกของการทดลองนี้ได้เกิดสภาพความแปรปรวนของอากาศจากผลของอัลนิลโญที่ทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศในช่วงเดือน พฤศจิกายน–มกราคม สูงผิดปกติ ซึ่งเป็นช่วงของการออกดอก อีกทั้งได้มีแมลงและโรคเข้าทำลายจึงทำให้มะม่วงหิมพานต์ทุกต้นออกดอกและติดผลน้อยจึงไม่สามารถนำข้อมูลของการออกดอกและติดผลมาสัมพันธ์กับระดับของคาร์โบไฮเดรทที่วิเคราะห์ไว้ได้ จึงน่าจะได้มีการติดตามทดลองซ้ำให้แน่ชัดเมื่อสามารถควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ได้อย่างสมบูรณ์

2.1.5.5 วันดอกบาน พบว่า ในปี 2541 นี้ อุณหภูมิในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม ค่อนข้างสูงผิดปกติ ทำให้มะม่วงหิมพานต์ออกดอกเพียงประปรายไม่ถึง 1 % ของจำนวนยอดที่มีอยู่ และลำดับของการออกดอกกลับขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่ โดยในพันธุ์อินทร์สมิท กลุ่มของต้นที่อยู่ส่วนบนสุดของพื้นที่ (ที่ดอน) ได้ออกดอกและบานก่อนต้นอื่น ๆ และการออกดอกค่อย ๆ ทยอยลงไปยังส่วนล่างตามความลาดเทของพื้นที่ตามลำดับ โดยไม่เกี่ยวข้องกับตำรับปุ๋ย ทำให้ต้นแรกที่อยู่บนยอดเนินกับต้นที่อยู่ส่วนล่างสุดของเนินที่มีวันออกดอกห่างกันถึง 40 วัน ในขณะที่ต้นทั้งสองอยู่ห่างกันประมาณ 300 เมตร ซึ่งความแตกต่างนี้น่าจะมีส่วนมาจากความลึกของดินและเนื้อดินแตกต่างกัน โดยด้านบนจะมีหน้าดินตื้นกว่าและดินล่างจะเป็นทรายจัดกว่า การ

เคลื่อนที่ของน้ำในดินตามความลาดเทของพื้นที่ทำให้ปริมาณน้ำในดินในที่สูงลดลงอย่างรวดเร็วกว่า เกิดสภาพดินหน้าแห้ง (water stress) ทำให้มะม่วงหิมพานต์ด้านบนออกดอกก่อน ความแตกต่างของวันออกดอกที่เนื่องมาจากตำแหน่งของระดับพื้นที่นี้ได้ส่งผลให้มะม่วงหิมพานต์ที่อยู่ในตำแหน่งยอดเนินมักมีจังหวะการบานของดอกในช่วงกลางของคลื่นความหนาวเย็นซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียสเป็นเวลายาวนาน คือตั้งแต่กลางเดือนพฤศจิกายนถึงกลางเดือนมกราคม ในขณะที่มะม่วงหิมพานต์ที่อยู่ส่วนล่างของความลาดเทในแปลงทดลองจะมีดอกบานในช่วงที่อากาศเริ่มอุ่นขึ้นในปลายเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ โดยที่การใส่ปุ๋ยไม่ส่งผลทำให้การผลิดอกและดอกบานช้าลงหรือเร็วขึ้นแต่ประการใด ปรากฏการณ์นี้เป็นไปในแนวเดียวกันในพันธุ์ก้องอีสานแต่ไม่ค่อยชัดเจนนัก เนื่องจากมีจำนวนต้นที่ไม่ออกดอกเป็นจำนวนมาก แต่ที่สังเกตเห็นได้อีกอย่างหนึ่ง คือ พันธุ์ก้องอีสานจะออกดอกช้ากว่าพันธุ์อินทร์สมิทที่ระดับความสูงของพื้นที่เดียวกันประมาณ 10-15 วัน ซึ่งน่าจะเป็นเพราะเป็นพันธุ์หนักและมีขนาดของเมล็ดใหญ่กว่ามาก อีกทั้งไม่ทนทานต่อสิ่งแวดล้อมและโรคแมลงเหมือนพันธุ์อินทร์สมิทที่มีขนาดของเมล็ดเล็กกว่า จากการสังเกตพบว่ามะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกในแหล่ง อื่น ๆ นอกมหาวิทยาลัยฯ นั้นมีแนวโน้มว่ามะม่วงหิมพานต์ที่เมล็ดขนาดเล็กกว่าจะมีช่อดอกหนาแน่นกว่า โดยจะออกดอกแทบทุกยอด ช่อดอกจะมีลักษณะของก้านดอกหนาและสั้นมีการติดผลเป็นพวง ช่อละ 20 ถึง 50 ผล และส่วนใหญ่จะอยู่บนต้นจนสุกแก่ ไม่ค่อยร่วงหล่นเพราะถูกทำลายโดยโรคและแมลงเหมือนพันธุ์อินทร์สมิทและพันธุ์ก้องอีสานในสภาพแวดล้อมดินฟ้าอากาศและโรคแมลงที่คล้ายกันและยังสามารถติดผลได้ดีแม้อุณหภูมิจะต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียสเป็นเวลาหลายวันก็ตาม

2.1.5.6 ความดกของการออกดอก เนื่องจากได้สังเกตว่าการออกดอกของมะม่วงหิมพานต์ไม่ได้มีสม่ำเสมอทั่วทั้งต้นดังที่คาดไว้ สังเกตเห็นว่าในทิศตะวันตกเฉียงใต้และทางทิศใต้ของทรงพุ่ม เป็นตำแหน่งที่มีการออกดอกหนาแน่นกว่า จึงได้ใช้บริเวณนั้นเป็นตัวอย่างศึกษา ซึ่งปรากฏว่าความดกของช่อดอกแตกต่างกันไปในแต่ละต้นตามช่วงเวลาของการออกดอกและเป็นการออกดอกที่ไม่พร้อมกันเหมือนมะม่วงจึงทำให้มีความยุ่งยากในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างมากและไม่สามารถวินิจฉัยว่าจะนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกันได้อย่างไร อีกประการหนึ่งต้นที่ออกดอกในเดือนพฤศจิกายนและต้นเดือนธันวาคมช่อดอกมักไม่มีโอกาสพัฒนาไปถึงช่วงดอกบานเพราะได้ถูกเข้าทำลายโดยเพลี้ยไฟไปเป็นจำนวนมากในบางช่อที่ถูกทำลายไปแล้วจะมีช่อดอกชุดใหม่แทงออกมา และเมื่อใกล้จะบานก็มีฝนตกลงมาทำให้ช่อดอกเน่า ส่วนต้นที่เริ่มออกดอกหลังจากกลางเดือนมกราคม ช่อดอกจะมีโอกาสพัฒนาได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบความยุ่งยากในการตรวจนับเนื่องจากความแตกต่างของการออกดอกตามระดับความสูงของกิ่ง โดยต้นที่มีกิ่งในระดับที่เรี่ยดินจะมีช่อดอกหนาแน่นตรงระดับผิวดินมากกว่าระดับที่สูงขึ้นมาเป็นอย่างมาก ในขณะที่ต้นที่มีการตัดแต่งสูงกว่า 1 เมตรจะมีช่อดอกบางกว่าและมีการกระจายของช่อดอกสม่ำเสมอกว่ามาก ซึ่งแต่ละต้นได้ตัดแต่งไว้ไม่เหมือนกัน จึงเป็นการยากที่จะนำข้อมูลมาถัวเฉลี่ยกัน อย่างไรก็ดี

จากการสังเกตโดยภาพรวมพบว่า อิทธิพลของปุ๋ยไม่ส่งผลให้เกิดแนวโน้มที่เห็นได้ชัดเจนต่อความดกของดอก แต่อิทธิพลของพันธุ์ สิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ แสง ทิศทางของทรงพุ่ม ระดับความสูงของกิ่งจากผิวดิน และสภาพของโรคแมลงกลับมีอิทธิต่อความดกของดอกสูงกว่ามาก

2.1.5.7 การติดผล ปรากฏว่า ในการทดลองปีแรกนี้ทุก ๆ ตำรับปุ๋ยมีการติดผลน้อยมาก และอยู่ในระหว่าง 0 ถึง 10 ผลต่อต้นในพันธุ์อินทร์สมิทและไม่ติดผลเลยในพันธุ์ก้องอีสาน โดยเมื่อเริ่มมีดอกบานสังเกตได้ว่าดอกได้ถูกทำลายโดยโรคซึ่งมีอาการปลายช่อดอกเหี่ยวและลุกลามไปทั่วช่อ สันนิษฐานว่าสาเหตุเกิดจากเชื้อที่มีมวลยุงเป็นพาหะหรืออาจเป็นโรคช่อดอกแห้ง (สัมฤทธิ์, 2538a., Gunjate and Patwardhan., 1995) ในส่วนที่มีการติดผลบ้าง ผลเกือบทั้งหมดได้ฝ่อลงก่อนที่เมล็ดจะพัฒนา เชื่อว่าเกิดจากการเข้าทำลายของโรค anthracnose (พิศาล, 2532 และสัมฤทธิ์, 2538a) ซึ่งทั้งหมดนี้น่าจะเป็นผลมาจากการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ และมวนยุงก่อนและได้ทำให้เกิดการระบาดของเชื้อต่าง ๆ ตามมา ผลคือทำให้การติดผลแทบไม่เกิดขึ้นเลย จากการทดลองนำเมล็ดมาทดลองผ่าดูพบว่า ถ้าผลปลอมได้พัฒนาไปจนมีขนาดใหญ่พอสมควรถึงแม้จะถูกทำลายด้วยโรค เมล็ดมะม่วงก็ยังดีพอที่จะนำมาใช้บริโภคได้ แต่ถ้าการทำลายของโรคอยู่ในระยะแรก ๆ การพัฒนาของเมล็ดจะยังไม่ดีพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์

2.1.5.8 ผลผลิตของเมล็ด พบว่า เนื่องจากมีการติดผลน้อยมาก ไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร จึงไม่นำข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตมาแสดง

จากผลการทดลองนี้ได้สะท้อนให้เห็นปัญหาและอุปสรรคอันยิ่งใหญ่ต่อการส่งเสริมการปลูกมะม่วงหิมพานต์พันธุ์ดีที่มีขนาดของเมล็ดใหญ่ว่าน่าจะมีความเสี่ยงสูงต่อความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมในระหว่างช่วงเวลาออกดอกและติดผลซึ่งเกษตรกรในหลายท้องที่ก็ได้ประสบมาในลักษณะเดียวกัน ฉะนั้นการทดลองในปีนี้ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถวัดความแตกต่างของการตอบสนองของมะม่วงหิมพานต์ต่อตำรับต่างๆ ของปุ๋ยได้ กลับทำให้ทราบถึงปัญหาที่สำคัญยิ่งและเรียนรู้ถึงแนวทางในการที่จะเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมะม่วงหิมพานต์ในด้านอื่น ๆ ที่จำเป็นในสภาพพื้นที่ของจังหวัดนครราชสีมา โดยเทียบเคียงกับสภาพ ต่าง ๆ และการปฏิบัติดูแลในสวนที่มีความสำเร็จสูง จะเห็นชัดเจนว่า **ช่วงเวลาของการออกดอกและการควบคุมโรคและแมลงทางชีววิธีน่าจะเป็นกุญแจอันสำคัญสู่ความสำเร็จเบื้องต้น**ก่อนที่จะต่อยอดของความสำเร็จนี้ด้วยการจัดการธาตุอาหาร ซึ่งจะต้องอาศัยการศึกษาค้นคว้าวิจัยอีกยาวนาน

ความล้มเหลวของการทดลองที่ 1 ในปีแรกนี้ ส่วนใหญ่เนื่องมาจากสภาพความผิดปกติของอากาศและการระบาดของแมลงศัตรูพืชที่ควบคุมไม่ได้ อย่างไรก็ดีในการทดลองต่อมาได้พยายามแก้ไขให้ดีขึ้น เช่น ประสบการณ์การใช้สารปราบศัตรูพืชในช่วงดอกบานได้ถูกยกเลิกในปีต่อมา แต่ยังคงใช้ในระยะก่อนออกดอกเพื่อควบคุมเพลี้ยไฟและหนอนชอนใบที่ยังคงมีการระบาดอย่างหนักในการทดลองปีที่ 2 โดยการทดลองนี้ได้ทำซ้ำอีกในปีถัดมาคือช่วงเดือนเมษายน 2542 ถึง พฤษภาคม 2543 โดยใช้มะม่วงหิมพานต์ต้นเดิม มีการ

ใส่ปุ๋ยและปฏิบัติดูแลทั่วไปเหมือนเดิม โดยมุ่งเก็บข้อมูลเฉพาะเรื่องของผลผลิต แต่ปรากฏว่า ในปีที่ 2 นี้ผลของการใช้ยาปราบศัตรูพืชในปีแรกที่สามารถระงับหนอนชอนใบและเพลี้ยไฟลงได้กลับนำปัญหาใหม่เข้ามาในปีที่ สอง นั่นคือ มวนยุง (tea mosquito bug ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Helopeltis antonii*) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของมะม่วงหิมพานต์และมีการระบาดในพื้นที่ปลูกมะม่วงหิมพานต์ทั่วไป (ทรงยศ, 2532., สัมฤทธิ์, 2538a และMuralikrishna, 2000) ร่องรอยของการทำลายของแมลงชนิดนี้ได้ตรวจพบในแปลงทดลองใน มทส. ตั้งแต่ปลายปี 2540 แล้ว แต่พบความเสียหายเพียงเล็กน้อย โดยเข้าเจาะดูดน้ำเลี้ยงของปลายยอดอ่อนในช่วงปลายฝนและทำให้ยอดอ่อนนั้นไม่มีการสร้างช่อดอกปรากฏให้เห็น และในยอดที่ไม่ถูกทำลายและมีช่อดอกพัฒนาขึ้นมาได้ก็จะถูกดูดน้ำเลี้ยงจนช่อเหี่ยวดำเสียไปก่อนดอกบาน จากการสอบถามผู้ปลูกมะม่วงหิมพานต์ พบว่า มีการระบาดอยู่ในหลายท้องที่ในประเทศไทย แม้แต่สถานีทดลองพืชสวนศรีสะเกษก็มีการระบาดจนต้องพ่นยา ต่อเนื่องปีละนับสิบครั้งจึงจะสามารถรักษาผลผลิตไว้ได้ แต่ในปีที่ 2 ของการทดลองนี้ (พ.ค.2542-เม.ย.2543) นี้พบความเสียหายอย่างหนัก ตั้งแต่ปลายฤดูฝนในแทบทุกยอดของทุกต้นและทุกพันธุ์ทำให้เกิดความล้มเหลวในการออกดอกโดยสิ้นเชิง และไม่มีผลการทดลองที่จะมานำเสนอได้ **ซึ่งสาเหตุของการระบาดของมวนยุงอย่างหนักน่าจะเนื่องมาจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ได้ทำลายแมลงตัวห้ำและตัวเบียนของมวนยุงไปจนเกือบหมด**

การทดลองซ้ำในปีที่ 3 ต่อมา (พ.ค.2543 – มี.ค.2544) ได้ระงับการใช้ยาปราบศัตรูพืชในมะม่วงหิมพานต์โดยสิ้นเชิง จากการหารือเป็นการส่วนตัว คุณสมควร อินทรพาณิชย์ ได้ให้คำแนะนำว่า มวนยุงมีการเคลื่อนไหวช้าน่าจะควบคุมได้**โดยใช้มดแดง** ซึ่งตรงกับคำแนะนำของทรงยศ (2532) จึงได้นำมดแดงมาปล่อยตามคำแนะนำดังกล่าวในเดือนพฤษภาคม 2543 และระงับการใช้ยาปราบศัตรูพืชทุกประเภท และสังเกตเห็นว่าในช่วงการให้ผลผลิตในปีต่อมา (ม.ค.-เม.ย.2544) การทำลายของแมลงต่าง ๆ เช่น เพลี้ยไฟ หนอนชอนใบ และมวนยุงลดลงอย่างเห็นได้ชัดทำให้มีการออกดอกดีขึ้นและติดผลได้บ้าง จึงคาดว่า เมื่อการกระจายของมดแดงได้ไปถึงทุก ๆ ต้นอย่างทั่วถึง น่าจะสามารถลดปัญหาแมลงศัตรูพืชของมะม่วงหิมพานต์ลงได้อย่างสมบูรณ์ เช่นเดียวกับที่ได้ประสบความสำเร็จมาแล้วในสวนของคุณสมควร อย่างไรก็ดีปัญหาของการใช้มดแดงก็ยังมีอยู่บ้าง โดยที่สังเกตเห็นว่ามดแดงจะไม่ทำรังอยู่บนต้นที่มีมดดำอยู่ก่อนแล้ว ดังนั้นการที่จะให้มดแดงได้ขยายพันธุ์ และดูแลต้นมะม่วงหิมพานต์ได้ทั่วถึงจึงอาจจำเป็นต้องกำจัดมดดำให้หมดสิ้นไปก่อน

2.1.6 ผลการทดลองที่ 1 ในปีที่ 3

2.1.6.1 การเจริญเติบโตและการแสดงออกทั่วไป ในปีนี้ได้มีลมพายุที่พัดแรงมากเกิดขึ้นในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม 2543 ทำให้มะม่วงหิมพานต์ที่อยู่ด้านต้นลมหักโค่นเสียหายไปเป็นจำนวนมาก และอีกหลาย ๆ ต้นที่เหลือทางด้านต้นลมถูกแรงลมโยกจนระบบรากเสียหาย และบางส่วนตายในระยะเวลาต่อมา ในระยะต่อมามีการกระจายของน้ำฝนที่ดีมาก โดยมีช่วงเปียกสลับแห้งเป็นระยะ ๆ ซึ่งทำให้มะม่วงหิมพานต์พันธุ์อินทร์สมิทมีความสมบูรณ์ของต้นดีเป็นส่วนใหญ่จนแทบไม่สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างระหว่างต้นที่ได้รับและไม่ได้รับปุ๋ย ดังแสดงในตารางที่ 5 ส่วนพันธุ์ก้องอีสานนั้นเห็นได้ชัดว่าพวกที่ไม่ได้รับปุ๋ย (T-1) มีความสมบูรณ์ของต้นและใบน้อยกว่าต้นที่ได้รับปุ๋ยอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้ยังสังเกตพบว่า เริ่มมีการเข้าทำลายของด้วงเจาะลำต้น Stem borer หรือ tree borer ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Plocaederus ferrugineus* L. (ทรงยศ, 2532 และสัมฤทธิ์, 2538a) จึงได้ทำการกำจัดโดยใช้เข็มฉีดยาอัดยาฆ่าแมลงเข้าไปในรูแต่พบว่าส่วนใหญ่สายเกินแก้ บางต้นมีอาการใบเหลืองและค่อย ๆ ร่วงหล่นไปจนกระทั่งยืนตายโดยไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด สันนิษฐานว่าน่าจะมีสาเหตุมาจากการถูกทำลายระบบรากจากลมพายุในตอนต้นปีดังกล่าว มะม่วงหิมพานต์ต้นที่เหลืออยู่ได้มีการออกดอก และติดผลประปราย ในช่วงกลางฤดูฝน ซึ่งเป็นการออกผลนอกฤดูเป็นช่วง ๆ อย่างต่อเนื่องมาจนถึงช่วงเวลาที่จะมีการออกดอกในฤดู โดยไม่มีแนวโน้มใด ๆ เกี่ยวกับตำรับปุ๋ยที่ให้ ต้นที่ไม่ได้รับปุ๋ยเลยกลับมีการออกดอกจำนวนมากและบ่อยครั้ง สันนิษฐานว่าน่าจะเป็นเพราะช่วงที่ฝนทิ้งสั้น ๆ ทำให้เกิดสภาพ water stress ติดตามด้วยท้องฟ้าโปร่งมีแดดจัด แต่อุณหภูมิไม่สูงมาก ซึ่งอาจชักนำให้เกิดตาดอกขึ้นในกิ่งยอดที่มีการสะสมสารอาหารไว้มาก สังเกตเห็นว่าดอกที่ออกมาในช่วงฤดูฝนนี้มักรอดจากการทำลายโดยแมลงและอยู่จนถึงช่วงดอกบานเป็นอย่างดี และมีการติดผลได้บ้าง แต่แล้วผลที่ติดส่วนใหญ่จะถูกทำลายโดยโรคก่อนที่จะพัฒนาไปถึงระยะสุกแก่ จึงทำให้ได้รับความรู้ ความเข้าใจว่าถึงแม้จะสามารถทำให้มะม่วง หิมพานต์ออกดอกผลนอกฤดูได้ก็คงต้องใช้ความพยายามอย่างมากจึงจะสามารถทำให้ผลพัฒนาไปจนสุกแก่ในปริมาณที่เป็นคุณค่าเชิงพาณิชย์ได้

2.1.6.2 การออกดอก ดังที่กล่าวแล้วว่าในปีนี้ มะม่วงหิมพานต์มีการออกดอกนอกฤดูเป็นจำนวนมากทำให้มีการคาดหมายว่าจะไม่มีการออกดอกในฤดูหรือจะออกดอกน้อย แต่เมื่อถึงช่วงเวลาการออกดอกในฤดูกลับมีการออกดอกทุกต้นมากบ้างน้อยบ้าง ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะการทำลายของโรคและแมลงในระยะก่อนออกดอกได้ทุเลาเบาบางลงกว่าในปีที่ผ่านมา ช่วงการเริ่มออกดอกและช่วงดอกบานก็ยังมีความเหลื่อมกันตามระดับความสูงและความลาดเทของพื้นที่เช่นที่ปรากฏในปีแรกของการทดลอง ในปีนี้ได้เปลี่ยนวิธีการประเมินการออกดอกจากการนับช่อดอกมาเป็นการให้คะแนนโดยรวมจึงพอที่จะนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกันได้ ดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งจะเห็นว่า ในพันธุ์อินทร์สมิทพวกที่อยู่ในตำรับควบคุมมีความดกของช่อดอกมากที่สุด และพวกที่ได้รับปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอกกลับมีช่อดอกน้อยที่สุด ส่วนในพันธุ์ก้องอีสานพบ

แนวโน้มในทางตรงข้ามกล่าวคือ บางต้นของพวกที่ได้รับปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอกมีช่อดอกดกกว่าตำรับปุ๋ย อื่น ๆ แต่เมื่อนำทุกต้นมาเปรียบเทียบกันทั้งหมดกลับพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามเนื่องจากการให้คะแนนนี้ได้ทำตอนช่วงดอกเริ่มบานของแต่ละต้นจึงเห็นว่าคะแนนที่ได้ค่อนข้างต่ำมากแต่ในความเป็นจริงนั้นมีการทยอยออกดอกมากขึ้นในระยะต่อมา

ตารางที่ 5 คะแนนความสมบูรณ์ของต้นก่อนออกดอก ความดกของดอก และการติดผลของพันธุ์อินทร์สมิทและพันธุ์ก้องอีสานที่ได้รับปุ๋ยตำรับต่าง ๆ ในฤดูกาลการทดลองปีที่ 3 (พ.ค.2543-เม.ย.2544)

Treatment	ความสมบูรณ์ของต้นและใบ		ความดกของช่อดอก		คะแนนการติดผล	
	อินทร์สมิท	ก้องอีสาน	อินทร์สมิท	ก้องอีสาน	อินทร์สมิท	ก้องอีสาน*
T1	3.50	2.75b	2.13a	2.00	1.38	-
T2	3.63	3.75ab	1.63ab	2.38	1.38	-
T3	3.00	3.50ab	1.38ab	1.38	1.00	-
T4	2.88	3.88ab	1.13b	2.75	1.25	-
T5	3.00	4.50a	1.50ab	2.00	1.88	-
T6	3.88	3.25ab	1.38ab	1.75	1.25	-
T7	4.00	3.88ab	1.88ab	1.88	1.25	-
%CV	49	40	54.7	64	61.7	-

* ไม่มีการติดผล

2.1.6.3 การติดผล ในการทดลองปีที่ 3 นี้สังเกตเห็นว่ามีการระบาดของเพลี้ยไฟในระดับที่ค่อนข้างต่ำมากจนเกือบไม่มี แต่ยังมีการเข้าทำลายของมวนยุงอยู่มาก โดยเฉพาะในต้นที่ไม่มีมดแดงเกาะ ดอกส่วนใหญ่มีโอกาสพัฒนาไปจนถึงระยะดอกบาน แต่เมื่อถึงระยะติดผลสังเกตเห็นว่ามีความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของมวนยุงและโรคช่อดอกแห้งในระดับที่ค่อนข้างสูง โดยมะม่วงหิมพานต์พันธุ์ก้องอีสานจะถูกเข้าทำลายอย่างมากจนแทบไม่มีการติดผลให้เห็นเลย ส่วนพันธุ์อินทร์สมิทมีการติดผลได้ดีกว่าอย่างเห็นได้ชัดแต่ความเสียหายก็ยังสูงอยู่ในต้นที่ไม่มีมดแดงเกาะอยู่ ความเสียหายจะน้อยลงในต้นที่มีมดแดงอยู่หนาแน่น ฝนที่ตกลงมาในช่วงการติดผลยังทำให้เกิดความเสียหายอันเกิดจากการระบาดของเชื้อราเช่นเดิมในระดับค่อนข้างสูง ดังนั้นต้นมะม่วงหิมพานต์ที่อยู่ส่วนล่างของพื้นที่และออกดอกทีหลังจึงมีดอกบานในช่วงที่มีอากาศแห้งกว่าจึงมีการติดผลดีกว่าและเหลือรอดอยู่จนสุกแก่ได้มากกว่า จึงพอที่จะรวบรวมข้อมูลการติดผลจนกระทั่งสุกแก่ของพันธุ์อินทร์สมิท แสดงไว้ในตารางที่ 5 ซึ่งความ

แตกต่างที่เห็นได้นี้ แสดงชัดเจนว่าพันธุ์อินทร์สมิทซึ่งมีขนาดของเมล็ดเล็กกว่าจะมีความสามารถทางการรักษาผลไว้บนต้นจนถึงระยะสุกแก่ได้ดีกว่า แต่คะแนนการติดผลที่ได้ไม่แตกต่างกันตามตำรับปุ๋ยที่ได้ให้ ทั้งนี้เหตุผลส่วนใหญ่นั้นน่าจะเนื่องมาจากการเหลื่อมของวันออกดอกและความไม่สม่ำเสมอของประชากรมดแดงบนต้นมะม่วงหิมพานต์ทำให้ข้อมูลที่ได้จากต่างซ้ำมีความแปรปรวนสูง

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของจำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักต่อเมล็ด ผลผลิตต่อต้น และเปอร์เซ็นต์กระเทาะของพันธุ์อินทร์สมิทที่ได้รับปุ๋ยต่าง ๆ ในปีที่ 3 ของการทดลอง (พ.ค.2543-เม.ย.2544)

Treatment	จำนวนเมล็ดต่อต้น (g.)	น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย (g.)	ผลผลิตเมล็ดต่อต้น (g.)	เปอร์เซ็นต์กระเทาะ
T1	10.00	5.99	60.58	32.55
T2	36.13	6.30	194.42	34.86
T3	2.13	6.05	11.78	35.23
T4	6.50	5.88	41.15	32.71
T5	12.50	5.97	72.77	32.44
T6	10.50	6.20	63.55	29.84
T7	3.75	5.79	19.93	34.7
%CV	298.5	10	311.5	-

2.1.6.4 ผลผลิต จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น และเปอร์เซ็นต์กระเทาะ ได้รวบรวมเมล็ดของมะม่วงหิมพานต์พันธุ์อินทร์สมิทที่ทยอยสุกแก่และหล่นลงมานำมาหาจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อเมล็ด และผลผลิตต่อต้น จากนั้นได้นำผลผลิตของแต่ละตำรับปุ๋ยทุกซ้ำมารวมกันแล้วจึงนำไปแกะหาเปอร์เซ็นต์การกระเทาะ (เนื่องจากบางต้นมีเมล็ดน้อยมาก) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6 ส่วนพันธุ์ก้องอีสานไม่มีการติดเมล็ด จากตารางที่ 6 จะเห็นว่าจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อเมล็ด และผลผลิตต่อต้นไม่มีความแตกต่างกันตามตำรับปุ๋ยที่ให้ ส่วนเปอร์เซ็นต์การกระเทาะนั้นก็มีความใกล้เคียงกันมาก แต่เนื่องจากมีตัวอย่างศึกษาไม่พอที่จะนำไปวิเคราะห์ทางสถิติจึงไม่อาจกล่าวถึงแนวโน้มใด ๆ ได้

2.2 การทดลองที่ 2 การสังเกตการตอบสนองของมะม่วงหิมพานต์ต่อธาตุรองและจุลธาตุ

2.2.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อดูการตอบสนองของมะม่วงหิมพานต์ต่อธาตุรองและจุลธาตุอาหารที่ใส่เพิ่มเติมให้นอกเหนือจากการให้ปุ๋ย N P K

2.2.2 วิธีการทดลอง ได้เลือกต้นมะม่วงหิมพานต์ที่มีการเจริญเติบโต ขนาดทรงพุ่ม และเส้นรอบวงโคนต้นใกล้เคียงกัน 2 พันธุ์ คือพันธุ์อินทร์สมิทและพันธุ์ก้องอีสาน วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแบ่งเป็น 2 การทดลองที่ใช้ตำรับปุ๋ยเดียวกันในแต่ละพันธุ์ (โดยเหตุผลที่ได้ระบุไว้แล้วในข้อ 2.1) ซึ่งมีตำรับปุ๋ยที่ใช้ดังต่อไปนี้

F-1 = Control

F-2 = ปุ๋ยสูตร 13 –13 –21 อัตรา 2.5 กก./ต้น

F-3 = ปุ๋ยสูตร 13 –13–21 อัตรา 2.5 กก./ต้น+โดโลไมท์ 1 กก./ต้น

F-4 = ปุ๋ยสูตร 13–13–21 อัตรา 2.5 กก./ต้น+สารผสมของโดโลไมท์ และยิปซั่ม ในอัตราอย่างละ 1 กก./ต้น

F-5 = ปุ๋ยสูตร 13–13–21 อัตรา 2.5 กก./ต้น+สารผสมของโดโลไมท์ และยิปซั่ม ในอัตราอย่างละ 1 กก./ต้น+คีเลตรวมของ Fe Mn Cu และ Zn ทางดิน อัตรา 2 กรัม/ต้น

F-6 = ปุ๋ยสูตร 13–13–21 อัตรา 2.5 กก./ต้น+สารผสมของโดโลไมท์ และยิปซั่ม ในอัตราอย่างละ 1 กก./ต้น+คีเลตรวมของ Fe Mn Cu และ Zn ความเข้มข้น 2 % ฉีดพ่นทางใบทั่วต้น 4 ครั้งก่อนออกดอก 2 เดือน ห่างกันครั้งละ 10 วัน

F-7 = สารผสมโดโลไมท์ และยิปซั่มอัตราอย่างละ 1 กก./ต้น+คีเลตรวมของ Fe Mn Cu และ Zn ความเข้มข้น 2 % ฉีดพ่นทั่วต้น 4 ครั้งก่อนออกดอก 2 เดือน ห่างกันครั้งละ 10 วัน

การทดลองนี้เริ่มต้นในเดือนพฤษภาคม 2542 (เป็นการทดลองในปีที่ 2) และสิ้นสุดในเดือนเมษายน 2543

2.2.3 ข้อมูลที่ศึกษา

2.2.3.1 ข้อมูลการเจริญเติบโต และการแสดงออกทั่วไป ทำโดยการจดบันทึกความก้าวหน้าของแต่ละลักษณะจากเริ่มการทดลองไปจนสิ้นสุดการทดลอง

2.2.3.2 ข้อมูลการออกดอก ใช้วิธีให้คะแนน 1–5 ซึ่งคะแนน 5 แสดงความดกและความสม่ำเสมอของการกระจายของช่อดอกดีที่สุด

2.2.3.3 ข้อมูลการติดผล ใช้วิธีให้คะแนน 1–5 ซึ่งคะแนน 5 แสดงความดกการกระจายของผลสม่ำเสมอและความสามารถในการรักษาผลให้อยู่กับต้นจนถึงสุกแก่ดีที่สุด

2.2.3.4 ข้อมูลผลผลิตของเมล็ด ทั้งจำนวนเมล็ดและน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ทำโดยรวบรวมเมล็ดที่ได้จากผลสุกแก่จนร่วง

2.2.4 การปฏิบัติดูแล หลังการใส่ปุ๋ยได้นำเอามดแดงมาปล่อยใส่ทุกต้น และมีการตัดแต่งเอากิ่งที่อยู่ในทรงพุ่มและกิ่งที่ถูกทำลายโดยโรคแมลงออก มีการกำจัดวัชพืชโดยใช้รถแทรกเตอร์เข้าไปพรวนระหว่างแถวและมีการพ่นยากำจัดหนอนชอนใบ เพลี้ยไฟ และมวนยุงในระยะก่อนออกดอก ซึ่งพบว่าผลจากการพ่นยากำจัดแมลงทำให้ประชากรมดแดงที่ปล่อยไว้ลดลง

ไปจนเกือบหมดจึงมีความเห็นว่าในปีถัดไปควรงดการใช้ยาฆ่าแมลงในมะม่วงหิมพานต์โดยเด็ดขาด

2.2.5 ผลการทดลอง

2.2.5.1 การเจริญเติบโตและการแสดงออกทั่วไป พบว่า หลังการใส่ปุ๋ย 3–4 เดือนมะม่วงหิมพานต์ที่ได้รับปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุรอง (F-3) และที่ได้รับปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุรองและจุลธาตุทางดิน (F-4) มีการเจริญเติบโตและความแข็งแรงดีกว่าที่ได้รับตำรับปุ๋ยอื่น ๆ สีของใบจะมีสีเขียวเข้ม ใบมีลักษณะกว้าง ค่อนข้างหนา แข็ง และมียอดที่เจริญออกมาใหม่ที่แข็งแรง ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำจะมีการตอบสนองต่อธาตุรองและจุลธาตุในด้านความแข็งแรงและสีของใบค่อนข้างชัด แต่เมื่อเข้าปลายฤดูฝนเริ่มมีการเข้าทำลายของหนอนชอนใบอย่างหนาแน่น ในระหว่างนี้ใบมะม่วงหิมพานต์ทุกตำรับปุ๋ยมีอาการทรุดโทรมลงจนดูแทบไม่แตกต่างกัน และเมื่อถึงระยะใกล้ออกดอกสังเกตเห็นว่าใบส่วนใหญ่ได้ถูกทำลายลงจนเป็นลายค่างทั่วทั้งต้น มีการออกดอกน้อยมากและบางต้นไม่ออกดอกเลย

2.2.5.2 การออกดอก พบว่า มะม่วงหิมพานต์ทั้งหมดมีการออกดอกน้อยมาก และมีคะแนนของการออกดอกอยู่ระหว่าง 1 ทั้งหมด และไม่มีแนวโน้มอันเนื่องมาจากอิทธิพลของปุ๋ย ทั้งนี้เป็นเพราะมีสาเหตุสืบเนื่องมาจากการเข้าทำลายอย่างหนักของแมลง ดังที่ได้กล่าวแล้ว

2.2.5.3 การติดผล พบว่า มีการติดผลน้อยมากอยู่ในคะแนน 1 ทุกต้น

2.2.5.4 ผลผลิต มีผลที่พัฒนาและอยู่บนต้นจนถึงสุกแก่ ต้นละ 0–3 ผล จึงไม่มีประโยชน์ที่จะนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกัน

2.3 การทดลองที่ 3 การตอบสนองต่อหินฟอสเฟต โดโลไมท์ และยิปซั่ม จากการสังเกตในการทดลองปีที่ 1 เห็นว่า มะม่วงหิมพานต์**ไม่มี**การตอบสนองต่อ N P และ K อย่างเห็นได้ชัดจึงมีความเห็นว่า น่าจะยังมีความไม่สมดุลย์ของธาตุอาหาร N P K จากการใช้ปุ๋ยละลายเร็วและอาจจะยังมีความไม่เพียงพอของธาตุรองและจุลธาตุอยู่อีก จึงทำให้มะม่วงหิมพานต์มีการแสดงออกในลักษณะอ่อนแอต่อโรคและแมลงมากดังนั้นการใช้ปุ๋ยละลายช้าในรูปของหินฟอสเฟตโดโลไมท์และยิปซั่ม เพิ่มเติมร่วมกับปุ๋ยเคมีจึงน่าจะช่วยให้เกิดสมดุลย์ของธาตุอาหารได้ดีขึ้น และในสารทั้ง 3 ก็มีจุลธาตุอาหารปะปนอยู่เป็นจำนวนมากย่อมจะทำให้มะม่วงหิมพานต์ได้รับจุลธาตุอาหารครบถ้วนยิ่งขึ้น

2.3.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะดูการตอบสนองของต้นมะม่วงหิมพานต์ต่อการใช้หินฟอสเฟต โดโลไมท์ และยิปซั่มรองพื้นร่วมกับปุ๋ยเคมี

2.3.2 วิธีการทดลอง การทดลองนี้ได้ทำขึ้นระหว่างเดือนพฤษภาคม 2542 ถึงเดือนเมษายน 2543 ในมะม่วงหิมพานต์พันธุ์อินทร์สมิทโดยวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 10 ซ้ำ ดังมีตำรับการทดลองดังต่อไปนี้

S1 = Control

S2 = หินฟอสเฟต 1 กก.+โดโลไมท์ 1 กก.+ยิปซั่ม 1 กก.

S3 = หินฟอสเฟต 3 กก.+โดโลไมท์ 1 กก.+ยิปซั่ม 1 กก.

ทุกตำรับได้รับปุ๋ย 13-13-21 ต้นละ 2 กก.

2.3.3 ข้อมูลที่ศึกษา

2.3.3.1 ข้อมูลการสังเกตการเจริญเติบโตและการแสดงออกทั่วไป

2.3.3.2 ข้อมูลการออกดอกและติดผล

2.3.3.3 ข้อมูลปริมาณและคุณภาพของผลผลิต

2.3.4 การปฏิบัติดูแล ในการทดลองนี้มีการกำจัดวัชพืชโดยใช้พรวนด้วยแทรกเตอร์ มีการตัดแต่งเล็กน้อยเป็นระยะ ๆ และมีการนำมดแดงมาปล่อย แต่เนื่องจากประชากรของมดแดงยังมีน้อย เมื่อใกล้จะหมดฝนทำให้มีการระบาดของมวนยุงอย่างหนาแน่นจึงทำให้ต้องฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในระยะก่อนออกดอกหลายครั้ง แต่ก็ไม่ดีขึ้นทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะพื้นที่โดยรอบมีสวนมะม่วงและป่าละเมาะล้อมรอบเป็นที่อาศัยของมวนยุงได้เป็นอย่างดีจึงมีการระบาดกลับมาไม่รู้จบ

2.3.5 ผลการทดลองในปีแรก (พ.ค.2542-เม.ย.2543)

2.3.5.1 การเจริญเติบโตและการแสดงออกทั่วไป มะม่วงหิมพานต์ที่ได้รับปุ๋ยตำรับต่าง ๆ กันในการทดลองนี้มีการเจริญเติบโตและการแสดงออกที่คล้ายคลึงกัน ทั้งสีของใบ ขนาดของใบ ความยาวของก้านยอดอ่อน ไม่มีข้อสังเกตทางกายภาพพอที่จะเห็นความแตกต่างได้ ความต้านทานต่อแมลง มวนยุงและเพลี้ยไฟก็ไม่แตกต่างกัน และเมื่อถึงระยะออกดอกก็มีความเสียหายจากเพลี้ยไฟ มวนยุง และเชื้อราดอกเหี่ยวและผลเน่าอย่างไม่แตกต่างกัน

2.3.5.2 การออกดอก ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากการเข้าทำลายของมวนยุงในระยะก่อนออกดอกนั้นหนักมากจนส่วนใหญ่ไม่ออกดอก ดอกที่ออกมาส่วนน้อยก็ถูกทำลายโดยเพลี้ยไฟและโรคช่อดอกเหี่ยว

2.3.5.3 การติดผล ไม่แตกต่างกันโดยแต่ละต้นมีการติดผลน้อยมาก หรือไม่ติดผลเลยการทดลองนี้ได้ทำซ้ำอีกครั้งในเดือน พฤษภาคม 2543 และสิ้นสุดในเดือนเมษายน 2544 ซึ่งในช่วงดังกล่าวนี้ได้นำมดแดงมาปล่อยซ้ำอีกเป็นจำนวนมาก เพื่อควบคุมการเข้าทำลายของมวนยุง งดการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืช และปล่อยให้วัชพืชซึ่งส่วนใหญ่เป็นต้นสาบเสือเจริญงอกงามภายนอกทรงพุ่มของมะม่วงหิมพานต์คงควบคุมดูแลวัชพืชภายใต้ทรงพุ่มเท่านั้น ทั้งนี้

เพื่อเพิ่มอุณหภูมิภายในสวนในช่วงฤดูหนาว ลดการเคลื่อนที่ของอากาศหนาว เพื่อลด chilling effect และให้มีการคายน้ำทางใบเพื่อรักษาความชื้นในอากาศให้สูง เพื่อลดการระบาดของเพลี้ยไฟ ซึ่งนับว่าได้ผลดี เพราะในช่วงออกดอกมีการระบาดของเพลี้ยไฟในระดับที่ต่ำมาก แต่ยังมีความเสียหายที่เกิดจากมวนยุงอยู่บ้าง

2.3.6 ผลการทดลองในปีที่ 2 (พ.ค.2543-เม.ย.2544)

2.3.6.1 การเจริญเติบโตทั่วไป พบว่า มะม่วงหิมพานต์ที่ได้รับปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (S1) และที่ได้รับปุ๋ยเคมีร่วมกับหินฟอสเฟตธาตุรองและจุลธาตุ (S2 และ S3) มีการเจริญเติบโต และลักษณะที่แสดงออกคล้ายคลึงกัน แต่เป็นที่น่าเสียดายที่บางต้นเริ่มถูกเข้าทำลายโดยหนอนเจาะลำต้น และโรคบางชนิดที่ยังไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นโรคใด หรืออาจเป็นเพราะมีการเคลื่อนของรากอันเนื่องมาจากถูกลมพายุโหมกระหน่ำ ในต้นเดือนเมษายน 2543 ทำให้บางต้นโค่นล้มเพราะแรงพายุ และบางต้นมีอาการใบเหลืองทั่วทั้งต้น และค่อย ๆ หล่นร่วงลงมาและยืนต้นตายในที่สุด อย่างไรก็ดีมะม่วงหิมพานต์ที่เหลือรอดจากการถูกทำลายโดยแมลง โรค และลมพายุ ก็มีลักษณะสมบูรณ์ดีมาก ไม่มีการระบาดของหนอนชอนใบ เพลี้ยไฟ แต่ยังมีการระบาดของมวนยุงอยู่ในระดับค่อนข้างสูง และสังเกตเห็นได้ชัดเจนว่า ต้นมะม่วงหิมพานต์ที่ไม่มีมดแดงเกาะอยู่จะมีปลายยอดอ่อนและช่อดอกที่ถูกทำลายโดยมวนยุงเป็นจำนวนมาก ในขณะที่ต้นที่มีมดแดงเกาะหนาแน่นจะไม่มีความเสียหายของยอดอ่อนหรือช่อดอกโดยมวนยุงเลยและมีการติดผลได้ดีกว่าช่อดอกที่ไม่มีมดแดงอยู่อย่างเห็นได้ชัด ความเสียหายที่เกิดจากมวนยุงนี้ยังคงมีต่อเนื่องไปจนถึงระยะติดผลและบนผลก็ยังมีริ้วรอยถูกมวนยุงกัดทำลายด้วยและสันนิษฐานว่าโรคช่อดอกแห้งที่เกิดขึ้นตามมาก็น่าจะเป็นผลมาจากการที่มวนยุงเป็นพาหะ เป็นที่น่าสังเกตว่าในปีนี้ (ม.ค.–มี.ค.2544) มีการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟให้เห็นน้อยมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การปล่อยให้วัชพืชเติบโต และคายน้ำทำให้สภาพแวดล้อมภายในสวน**ไม่เหมาะ**ต่อการแพร่ระบาดของเพลี้ยไฟได้จริง อย่างไรก็ตามหลังจากดอกบานและติดผลบ้างแล้วได้มีฝนตกลงมาเล็กน้อยเป็นระยะ ๆ ทำให้ผลที่ติดอยู่เน่าเสียไปเป็นจำนวนมาก โดยที่ยังไม่ทราบว่าจะแก้ไขอย่างไร

2.3.6.2 การออกดอก ก่อนออกดอกได้บันทึกคะแนนความสมบูรณ์ของต้นและใบและเมื่อออกดอกและติดผลได้บันทึกความดกของช่อดอกและคะแนนการติดผล ดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่า ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2543 ถึงมกราคม 2544 มีช่วงอากาศหนาวสลับช่วงอากาศอุ่นเป็นระยะ ๆ ทำให้มะม่วงหิมพานต์ออกดอกทุกต้น อย่างไรก็ดีความเสียหายของช่อดอก โดยมวนยุง และโรคที่เกิดขึ้นหลังฝนตกก็ยังมีอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ซึ่งทำให้คะแนนการออกดอกที่บันทึกได้นั้น ไม่ดีเท่าที่ควรจึงไม่สามารถลงความเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างแน่ชัดจาก อิทธิพลของปุ๋ยตามตำรับการทดลอง

ตารางที่ 7 คะแนนความสมบูรณ์ของต้นก่อนออกดอก ความดกของดอก และการติดผลของพันธุ์อินทร์สมิทที่ได้รับหินฟอสเฟตโดโลไมท์และยิปซั่มตำรับต่าง ๆ ในฤดูการทดลองปีที่ 2 (พ.ค.43-เม.ย.44)

Treatment	ความสมบูรณ์ของต้นและใบ	ความดกของช่อดอก	คะแนนการติดผล
S1	3.67	2.17	1.50
S2	3.97	1.70	1.10
S3	3.50	2.37	1.83
%CV	23.6	23.8	43.9

2.3.6.3 การติดผล พบว่า ถึงแม้ว่ามะม่วงหิมพานต์จะมีการออกดอกทุกต้น แต่เมื่อถึงระยะดอกบานก็กลับมีความเสียหายเป็นอย่างมากจากเพลี้ยไฟ มวนยุง และเชื้อราหลังฝนตก การติดผลของมะม่วงหิมพานต์จึงยังอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดีนัก และพบว่าไม่แตกต่างกันตามตำรับของปุ๋ยที่ให้

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของจำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักต่อเมล็ด ผลผลิตต่อต้น และเปอร์เซ็นต์กระเทาะของพันธุ์อินทร์สมิทที่ได้รับหินฟอสเฟต โดโลไมท์และยิปซั่มตำรับต่าง ๆ ในปีที่ 2 ของการทดลอง (พ.ค.43-เม.ย.44)

Treatment	จำนวนเมล็ดต่อต้น (g.)	น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย (g.)	ผลผลิตเมล็ดต่อต้น (g.)	เปอร์เซ็นต์กระเทาะ
S1	13.00	5.99b	78.77	32.55
S2	2.40	6.63a	15.03	32.61
S3	43.23	6.44a	267.43	31.81
%CV	124.5	2	122.9	3.9

ข้อมูลของจำนวนเมล็ดแก่และน้ำหนักเมล็ดที่เก็บเกี่ยวได้ ได้แสดงไว้ใน ตารางที่ 8 ซึ่งจำนวนเมล็ด ผลผลิตเมล็ดต่อต้นและเปอร์เซ็นต์การกระเทาะไม่แตกต่างกัน แต่น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยของตำรับที่ได้รับปุ๋ยนั้นสูงกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าการใช้หินฟอสเฟต โดโลไมท์และยิปซั่มทั้งสองตำรับต่างก็มีผลช่วยให้เมล็ดในมีการพัฒนาเพิ่มน้ำหนักเมล็ดได้ดีขึ้น แต่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การกระเทาะ

3. การศึกษาการใช้ฮอร์โมนในมะม่วงหิมพานต์ ได้มีการศึกษาการใช้สารฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ เหนี่ยวนำให้ไม้ผลต่าง ๆ สร้างตาดอกและช่อดอกขึ้นได้ เช่น สาร ethephon หรืออีเทรล (chacko et al., 1974) สารโปตัสเซียมไนเตรท (มนตรีและคณะ, 2521,.หิรัญและคณะ, 2521) และไทโอยูเรีย (วิจิตร, ไม่ระบุปีที่พิมพ์) ดังนั้น การทดลองใช้สารเหล่านี้อาจทำให้เกิดประโยชน์ขึ้นได้ถ้ามะม่วงหิมพานต์ตอบสนองและมีการผลิดอกออกผลนอกฤดู

3.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของสารฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ เพื่อเหนี่ยวนำให้มะม่วงหิมพานต์ออกดอกนอกฤดู จากการที่ได้สังเกต พบว่ามะม่วงหิมพานต์ในหลายท้องที่มีการออกดอกนอกฤดูได้ประปราย การทดลองใช้สารฮอร์โมนที่นิยมใช้กันทั่วไปมาชักนำให้มะม่วงหิมพานต์ออกดอกนอกฤดูได้อาจมีประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ในอนาคต

3.1.1 วัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อที่จะดูว่ามะม่วงหิมพานต์จะมีการตอบสนองต่อสารฮอร์โมนต่าง ๆ ที่นิยมใช้ในการชักนำให้ไม้ผลทั่วไปออกดอกผลนอกฤดูได้หรือไม่

3.1.2 วิธีการทดลอง การทดลองนี้ได้ทำในมะม่วงหิมพานต์พันธุ์อินทร์ สมิทในงบประมาณปีที่ 2 ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม 2542 โดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD 3 ซ้ำ ดังมีตำรับการทดลองดังต่อไปนี้

H-1 = Control

H-2 = โปตัสเซียมไนเตรท ความเข้มข้น 2.5% ฉีดพ่นทั่วต้น ห่างกัน 1 สัปดาห์ จำนวน 3 ครั้ง

H-3 = โปตัสเซียมไนเตรท ความเข้มข้น 2.5%+ไทโอยูเรีย 0.5% ฉีดพ่นทั่วต้น ห่างกัน 1 สัปดาห์ จำนวน 3 ครั้ง

H-4 = ไทโอยูเรีย ความเข้มข้น 2.0% ฉีดพ่นทั่วต้น ห่างกัน 1 สัปดาห์ จำนวน 3 ครั้ง

H-5 = อีเทรล ความเข้มข้น 200 ppm ฉีดพ่นทั่วต้น ห่างกัน 1 สัปดาห์ จำนวน 3 ครั้ง

H-6 = แพคโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 1000 ppm ฉีดพ่นทั่วต้น 1 ครั้ง

H-7 = แพคโคลบิวทราโซล 1 กรัม ai.ต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตรใส่ให้ทางดิน

3.1.3 ข้อมูลที่ศึกษา

3.1.3.1 การเจริญเติบโตของยอดอ่อนและใบทั้งอ่อนและแก่

3.1.3.2 การพัฒนาของตาดอกหลังการให้สารเคมี (ถ้ามี)

3.1.3.3 ลักษณะของช่อดอก จำนวนดอกสมบูรณ์เพศต่อดอกตัวผู้ (ถ้ามี)

3.1.3.4 การติดผล

3.1.4 การปฏิบัติดูแล มะม่วงหิมพานต์ทุกต้นในการทดลองนี้ได้รับปุ๋ย 15-15-15 ในปริมาณ2 กก.ต่อต้น และสำหรับตำรับสารฮอร์โมนที่ใส่ทางดิน (H-7)นั้นจะคอยนำเอาน้ำไปรดเมื่อมีช่วงฝนทิ้งนานเกิน 7 วันแต่สำหรับพวกที่ให้ทางใบจะไม่มีการทำอะไรเพิ่มเติม

3.1.5 ผลการทดลอง

3.1.5.1 การเจริญเติบโตของยอดอ่อนและใบทั้งอ่อนและแก่ จากการสังเกตพบว่า ตำรับ H-5 หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 3 ทำให้มะม่วงหิมพานต์มีใบเหลืองและใบแก่ร่วงหล่นหลังจากการฉีดพ่น ประมาณ 20 – 30 วัน ส่วนตำรับ H-2 และ H-3 ทำให้ยอดอ่อนที่ผลิออกมามีก้านยาวขึ้นและใบมีขนาดใหญ่ขึ้นสีเขียวเข้ม ส่วนตำรับการทดลองอื่น ๆ ไม่มีผลแตกต่างจากตำรับควบคุม ไม่มีตำรับฮอร์โมนใดที่สามารถยับยั้งการแตกยอดอ่อนของมะม่วงหิมพานต์ได้

3.1.5.2 การพัฒนาของตาดอกหลังการให้สารเคมี ไม่ปรากฏว่าตำรับการทดลองใด ๆ สามารถชักนำให้มีการสร้างตาดอกหรือช่อดอก ในช่วงเวลา 3 เดือน หลังการให้สารฮอร์โมน และเมื่อถึงเวลาของการออกดอกในฤดู (พ.ย.2542–ม.ค.2543) มะม่วงหิมพานต์ทุกต้นก็ยังคงแสดงพฤติกรรมการออกดอกเหมือนเดิม กล่าวคือ จะค่อย ๆ หยุดการแตกยอดอ่อน และแทงช่อดอกออกมาเป็นปกติและมีการกระจายของช่อดอกเหมือนกับพวกที่ไม่ได้รับสารฮอร์โมน

3.1.5.3 และ 3.1.5.4 ความดกของดอกและการติดผล เนื่องจากไม่มีช่อดอกนอกฤดูออกมาให้เห็นจึงไม่มีข้อมูลมาแสดง และจากการสังเกตสภาพของช่อดอกที่ออกในฤดูในระยะเวลาต่อมาก็ไม่มีความแตกต่างกันตามตำรับของสารฮอร์โมนที่ให้ทั้งรูปร่าง ขนาดของช่อดอก และสัดส่วนของดอกสมบูรณ์เพศต่อดอกตัวผู้ซึ่งอยู่ระหว่าง 6.5 – 7.5 %

3.2 การทดลองการใช้สารฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ ในอัตราความเข้มข้นต่าง ๆ ในระยะช่อดอกอ่อน การทดลองนี้มี

3.2.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง เพื่อที่จะทดสอบการตอบสนองของมะม่วงหิมพานต์ต่อสารฮอร์โมน 2 ชนิดคือ NAA และ BA ที่มีต่อสัดส่วนของจำนวนดอกสมบูรณ์เพศต่อดอกตัวผู้

3.2.2 วิธีการทดลอง การทดลองนี้ได้ทำขึ้นในปีงบประมาณที่ 2 ในเดือนพฤศจิกายน 2543 โดยสุ่มเลือกช่อดอกอ่อนของมะม่วงหิมพานต์บนต้นเดียวกันจำนวน 4 ต้น โดยแต่ละต้นจะฉีดพ่นโดยสารฮอร์โมนทั้งชนิดและอัตราดังต่อไปนี้

A-1 = Control

A-2 = NAA ความเข้มข้น 100 ppm

A-3 = NAA ความเข้มข้น 200 ppm

A-4 = NAA ความเข้มข้น 300 ppm

A-5 = BA ความเข้มข้น 100 ppm

A-6 = BA ความเข้มข้น 200 ppm

A-7 = BA ความเข้มข้น 300 ppm

3.2.3 ข้อมูลที่ศึกษา

3.2.2.1 ลักษณะและการพัฒนาของช่อดอก

3.2.2.2 อัตราส่วนของดอกสมบูรณ์เพศต่อดอกตัวผู้

3.2.2.3 เปอร์เซ็นต์การติดผล

3.2.4 การปฏิบัติดูแล ระหว่างการทดลองนี้เป็นช่วงต้นฝนไม่พบว่ามีการเข้าทำลายของโรคและแมลงใด ๆ จึงไม่ได้มีการปฏิบัติดูแลเพิ่มเติมเป็นพิเศษ

3.2.5 ผลการทดลอง

จากการสังเกตพบว่า ในระยะแรกช่อดอกของมะม่วงหิมพานต์ที่ได้รับสารออกซิน BA จะมีการพัฒนารวดเร็วกว่าตำรับควบคุมและที่ได้รับ NAA แต่ในระยะต่อมาพบว่ามีการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟและมวนยุงจนหมดและไม่สามารถติดตามนำข้อมูลมาเสนอได้ จึงได้ยุติการทดลองนี้ไว้ก่อนจนกว่าจะพบวิธีการที่สามารถควบคุมโรคและแมลงที่เข้าทำลายช่อดอกได้อย่างมีประสิทธิภาพเสียก่อน

สรุปผลการทดลอง จากการทดลองทั้งสามปีนี้พอที่จะประมวลผลโดยสรุปได้ดังนี้

1. จากการสำรวจสภาพปัญหาทั่วไปของมะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกอยู่ในจังหวัดนครราชสีมา ในช่วงระยะเวลา 3 ปี ระหว่างการทดลอง พบว่า **พันธุ์มะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกมีผลต่อการปรับตัว** ต้านทานโรคและแมลง การออกดอก ติดผล และคุณภาพของเมล็ดเป็นอย่างมาก พันธุ์พื้นเมือง (ไม่ทราบแหล่งที่มา) ที่ให้เมล็ดขนาดเล็กจะมีการปรับตัวต้านทานต่อสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่า มีการออกดอกดกทั้งต้น ออกดอกทุกทิศทางของทรงพุ่ม มีช่อดอกสั้น มีดอกดก มีการติดผลดี ช่อละ5-25 ผล และเมล็ดในมีเนื้อแน่น ส่วนพวกพันธุ์ส่งเสริมที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ เช่น พันธุ์ศรีสะเกษ 60-1 และ 60-2 พันธุ์ศิริชัย 25, พันธุ์อินทร์สมิท, พันธุ์ก้องอีสาน และพันธุ์เก้ายอด จะมีการออกดอกเฉพาะทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศใต้ของทรงพุ่ม มีช่อดอกยาว มีการติดผลต่ำช่อละ1-5 ผลเป็นส่วนใหญ่ และเมล็ดในมีเนื้ออ่อนกว่า

2. ลักษณะการปลูกมะม่วงหิมพานต์ที่พบโดยทั่วไปแตกต่างกันอย่างมาก บางแห่งปลูกเป็นแถวเดียวตามขอบพื้นที่ หรือริมถนน บางแห่งปลูกเป็นกลุ่มแต่ไม่เป็นแถว บางแห่งปลูกเป็นแถวแต่มีระยะระหว่างต้นไม่แน่นอนและบางแห่งปลูกเป็นสวนใหญ่บ้างเล็กบ้าง ส่วนใหญ่ปลูกจากต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด จึงมีความแตกต่างของต้นเป็นอย่างมาก ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นแปลงทดลองในเรื่องการจัดการธาตุอาหารและฮอร์โมนฯ เพราะต้องการความสม่ำเสมอที่สูงมาก และจากการสังเกตพบว่า พวกที่ปลูกอยู่ห่างกันมีความเสียหายจากโรคและแมลงน้อยกว่าพวกที่ปลูกเป็นกลุ่ม

3. ดินที่ปลูกมะม่วงหิมพานต์ในจังหวัดนครราชสีมา มีตั้งแต่เป็นทรายจัด ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียว และดินเหนียว ซึ่งมะม่วงหิมพานต์ที่พบแสดงอาการเจริญเติบโตและออกดอกผลเป็นปกติทุกพื้นที่ ไม่พบอาการผิดปกติที่เกิดจากการขาดธาตุอาหารหรือน้ำดังที่เคยคาดไว้ ในสวนที่ประสบความสำเร็จนั้นลักษณะของพื้นที่เป็นที่ราบ ดินเป็นดินร่วนปนทราย มีหน้าดินลึก และมีความอุดมสมบูรณ์ของดินล่างสูง ซึ่งสังเกตได้โดยง่ายจากไม้ยืนต้นอื่น ๆ รอบ ๆ บริเวณนั้นซึ่งมีขนาดสูงใหญ่มาก ส่วนในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีการออกดอกและติดผลได้ดีพอควร นั้นเป็นดินทุกประเภท ลักษณะของดินไม่ได้เป็นข้อจำกัดแต่ประการใด ปัญหาน่าจะมาจากดินที่มีหน้าดินตื้นและน้ำในดินถูกใช้หมดไปอย่างรวดเร็วทำให้มะม่วงหิมพานต์ออกดอกเร็วกว่าที่อื่น ๆ ดอกที่ออกมาจึงพบช่วงที่อากาศมีอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานจึงมีการติดผลต่ำ หรือเสียหายจากฝนท้ายฤดูที่ยังมีอยู่บ้างประปราย

4. ปัญหาของการไม่ติดผลของมะม่วงหิมพานต์ในพื้นที่ที่ได้สำรวจส่วนใหญ่เนื่องมาจากการออกดอกในช่วงที่อากาศหนาวเย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน ปัญหาที่เกิดจากการเข้าทำลายของแมลง ปัญหาที่เกิดจากโรคช่อดอกเหี่ยว ผลเหี่ยว และผลเน่าสีน้ำตาลที่เกิดจากเชื้อราหลังฝนตก แต่พบว่าพันธุ์พื้นเมืองมีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าสามารถออกดอกและติดผลในสภาพที่เลวร้ายนี้ได้ดีกว่า และผลไม่เน่าหลังฝนตก ในเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จนั้นพบว่าช่วงออกดอกของมะม่วงหิมพานต์จะเริ่มตอนท้ายของฤดูหนาวซึ่งอากาศอุ่นขึ้นแล้ว ความแห้งแล้งได้ตัดวงจรของแมลงให้น้อยลง มวนยุงและเพลี้ยไฟถูกควบคุมโดยชีววิธีหรือ

เป็นไปตามธรรมชาติ และไม่มีฝนตกระหว่างมะม่วงหิมพานต์ออกดอกและติดผล ปัญหาเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของดินและความสามารถในการอุ้มน้ำของดินน่าจะมีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาการออกดอกที่ทำให้มีการติดผลแตกต่างกันไปตามท้องที่

5. การจัดการสวนของเกษตรกรโดยทั่วไปเป็นลักษณะปลูกทิ้งโดยไม่มีการดูแลใด ๆ และไม่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยเคมีแก่มะม่วงหิมพานต์ที่โตเต็มที่แล้ว มีเพียงส่วนน้อยที่มีการตัดหญ้าในช่วงใกล้ออกดอก แต่ในสวนของเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จจะมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในระยะที่มะม่วงหิมพานต์ยังมีขนาดเล็กอายุ 1-3 ปี ควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี โดยการนำมดแดงมาปล่อย ใช้อาหารนกล่อนกให้เข้ามากินแมลงในสวน และงดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยสิ้นเชิง ซึ่งต้องอาศัยเวลา 3-5 ปีจึงจะสามารถสร้างสมดุลย์ระหว่างแมลงศัตรูพืชกับแมลงตัวห้ำและตัวเบียน ไม่มีการตัดแต่งใด ๆ ทั้งนี้เพราะมะม่วงหิมพานต์จะมีการออกดอกอย่างหนาแน่นบริเวณกิ่งที่มีระดับต่ำใกล้พื้นดิน การตัดแต่งอาจสร้างรอยแผลที่เปิดโอกาสให้ด้วงหนวดยาวมาวางไข่และกัดกินลุกลามถึงตายได้

6. พื้นที่ปลูกมะม่วงหิมพานต์ของฟาร์มมหาวิทยาลัยฯ เป็นทรายจัดมีอินทรีย์วัตถุต่ำมาก มีระดับของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินบนต่ำ แต่มีระดับของโปตัสเซียมปานกลาง พันธุ์มะม่วงหิมพานต์ที่ปลูกคือ พันธุ์อินทร์สมิทที่มีขนาดของเมล็ดปานกลาง พันธุ์ก้องอีสานและพันธุ์เก้ายอดที่มีขนาดเมล็ดใหญ่และใหญ่มากตามลำดับ เป็นพื้นที่ลาดเทเล็กน้อย 1.5-2.5% แต่ความลาดเทนี้มีผลอย่างมากต่อระยะเวลาการออกดอกของมะม่วงหิมพานต์ โดยต้นที่อยู่บนที่สูงสุดจะออกดอกก่อน ต้นที่อยู่ส่วนล่างของความลาดเท 30-45 วัน และกลุ่มที่ออกดอกก่อนมักพบช่วงอากาศเย็นจัดทำให้ติดผลน้อยหรือไม่ติดผลเลย รอบ ๆ บริเวณเป็นป่าละเมาะและไม้ยืนต้นอื่น ๆ มากมายเหมาะที่จะเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงศัตรูพืชจึงไม่สามารถกวาดล้างได้โดยใช้สารเคมีและการฉีดพ่นสารเคมีแต่ละครั้งต้องทำหมดทั้งสวนพร้อมกันและได้ผลเพียงชั่วระยะเวลาอันสั้นและจะกลับมามีปัญหาหนักกว่าเดิมในรอบต่อไป

7. จากการทดลองในมะม่วงหิมพานต์เปลี่ยนยอดพันธุ์อินทร์สมิทและพันธุ์ก้องอีสานที่ปลูกอยู่ในสวนแปลงของฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พบว่า ในพันธุ์อินทร์สมิทการใช้ปุ๋ยเคมี N P K อย่างเดียว การใช้ปุ๋ยคอกอย่างเดียว หรือการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอก ทำให้ต้นมะม่วงหิมพานต์มีการเจริญเติบโตขยายทรงพุ่มและเส้นรอบวงต้นได้ดีกว่าตำรับควบคุมแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้ปุ๋ยเคมีทางดินร่วมกับทางใบ และการใช้ปุ๋ยทางใบอย่างเดียวทำให้การขยายทรงพุ่มและเส้นรอบวงต้นแทบไม่แตกต่างจากตำรับควบคุม ส่วนในพันธุ์ก้องอีสาน พบว่า การขยายทรงพุ่มเป็นไปในแนวเดียวกับพันธุ์อินทร์สมิท แต่การขยายตัวของลำต้นตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย และพวกที่ให้ปุ๋ยทางใบอย่างเดียวมีการขยายตัวของลำต้นต่ำ และแตกต่างจากวิธีการใส่ปุ๋ยอย่างอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ มะม่วงหิมพานต์ที่มีอายุ 3 ปีจะมีการขยายทรงพุ่มปีละ 2-3 เมตร และเส้นรอบวงต้น 15-25 ซม. และในปีสุดท้ายของการทดลองซึ่งมะม่วงหิมพานต์มีอายุ

ได้ 7 ปี และระยะปลูก 9x9 เมตร นั้นได้มีทรงพุ่มชนกันแล้ว การใช้ปุ๋ยจึงน่าจะทำในช่วงเวลาที่ไม่มีการขยายทรงพุ่มคือ เมื่อหมดฝนก่อนออกดอกเล็กน้อย ซึ่งยังต้องวิจัยกันต่อไป

8. ไม่สามารถเปรียบเทียบการตอบสนองของการใช้ปุ๋ย N P K ตำรับต่าง ๆ ต่อการออกดอกและติดผลของมะม่วงหิมพานต์ ทั้งนี้สาเหตุใหญ่เนื่องจากยังไม่สามารถแก้ปัญหาความเสียหายในช่วงออกดอกและติดผลจากอุณหภูมิต่ำ ปัญหาการเข้าทำลายของแมลง เพลี้ยไฟและมวนยุง และปัญหาการเข้าทำลายของโรคช่อดอกเหี่ยว และผลเน่าหลังฝนตกจึงทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลที่สมบูรณ์พอที่จะนำมาวินิจฉัยได้ อย่างไรก็ดีในปีสุดท้ายของการทดลองพบว่า ปัญหาต่าง ๆ เริ่มจะคลี่คลาย และถ้ามีการวิจัยในโอกาสต่อไปน่าจะสามารถแก้ปัญหาส่วนใหญ่ได้

9. การใช้หินฟอสเฟต โดโลไมท์ และยิปซั่ม ใส่ให้แก่มะม่วงหิมพานต์เพิ่มเติมจากการใช้ปุ๋ยเคมีนั้นมีผลทำให้น้ำหนักต่อเมล็ดของมะม่วงหิมพานต์เพิ่มขึ้น(จากผลการทดลองปีที่ 2) แต่เนื่องจากตัวอย่างการทดลองได้มาจากประชากรที่น้อยจึงน่าจะมีการทดสอบเพิ่มเติมเมื่อสามารถควบคุมโรคและแมลงอย่างได้ผลแล้ว

10. ตลอดระยะเวลา 3 ปีของการทดลองเรื่องปุ๋ยมีการกระจายของฝนดีมาก ไม่พบว่ามะม่วงหิมพานต์มีอาการขาดน้ำในช่วงเวลาใดของการเจริญเติบโต ทั้งในแปลงทดลองและแปลงของเกษตรกร ฝนที่ตกลงมาในช่วงออกดอกและติดผลกลับสร้างความเสียหายแก่ผลผลิตเป็นอย่างมาก แต่ช่วงระยะฝนทิ้งท้ายฤดูทำให้ความชื้นในอากาศลดลงเป็นอย่างมากเป็นสภาพที่เหมาะต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ ดังนั้น การรักษาความชื้นในอากาศโดยการเก็บวัชพืชไว้ในปีที่ 3 ทำให้มีการคายน้ำและมีส่วนช่วยลดความเสียหายที่เกิดจากเพลี้ยไฟลง

11. การทดลองใช้สารฮอร์โมนต่าง ๆ เช่น อีเทรล โปตัสเซียมไนเตรท ไทโอยูเรีย แพคโคลบิวทราโซล ร่วมกับการใช้ปุ๋ยทางดินไม่สามารถชักนำให้มะม่วงหิมพานต์ออกดอกนอกฤดูได้ ไม่มีตำรับใดสามารถหยุดยั้งการเจริญเติบโตของยอดอ่อนหรือทำให้มีการพัฒนาของช่อดอกให้เกิดนอกฤดูปกติได้ ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะว่าในช่วงระหว่างการทดลองมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิของอากาศสูงบวกกับการกระจายของฝนที่ดีมาก ความสำเร็จในการชักนำให้มะม่วงหิมพานต์ออกดอกโดยใช้สารฮอร์โมนต่าง ๆ จึงน่าจะเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ ความชื้นในดิน (Singh, 1960) และการตัดแต่ง (ฉลองชัย, 2521) และปัจจัยอื่น ๆ อีกมาก

12. ในปีที่ 3 ของการทดลอง มะม่วงหิมพานต์มีการออกดอกนอกฤดูเป็นช่วง ๆ สังเกตเห็นได้ว่าเป็นช่วงที่มีท้องฟ้าโปร่ง แดดแรง มีการทิ้งช่วงของฝนค่อนข้างห่าง อุณหภูมิไม่สูงมากในช่วงฤดูร้อน (เม.ย.-ก.ย.) แต่การออกดอกนี้ไม่มีผลมาจากปุ๋ยหรือฮอร์โมนใด ๆ ที่ได้ใช้ในการทดลอง แต่ผลและเมล็ดของมะม่วงหิมพานต์ที่ออกนอกฤดูได้ถูกทำลายโดยโรค เมื่อเข้าช่วงฝนชุกโดยแทบไม่เหลือรอดไปจนสุกแก่ได้ ดังนั้นความพยายามที่จะผลิตมะม่วงหิมพานต์นอกฤดูจึงยังเป็นความท้าทายที่ยังไกลเกินเอื้อม แต่ถ้าหากทำสำเร็จก็น่าจะทำให้มะม่วงหิมพานต์กลายเป็นพืชที่มีความสำคัญ

ในระดับแนวหน้าได้เพราะในช่วงฤดูฝนมีความเหมาะสมต่อการใส่ปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย และฮอร์โมน โดยที่ไม่ต้องกลัวว่าจะมีข้อจำกัดในเรื่องความชื้นของดินและอากาศ

13. การใช้สารฮอร์โมนเพื่อเพิ่มความสมบูรณ์เพศของดอกมะม่วงหิมพานต์ยังไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากยังไม่สามารถควบคุมปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ

14. เมื่อประมวลข้อสังเกตและการทดลองต่าง ๆ เข้าด้วยกันแล้วจะเห็นว่าพืชนี้จัดว่าเป็นพืชที่มีความเสี่ยงสูงในแง่ขาดความแน่นอนในการให้ผลผลิตอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนได้โดยง่ายในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อย่างไรก็ตามตัวอย่างของความสำเร็จก็ยังมีให้เห็นอยู่บ้าง ถ้าเกษตรกรผู้ปลูกได้ศึกษาให้ถ่องแท้ถึงปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นก็จะสามารถตัดสินใจเลือกได้ถูกต้อง ในเรื่องของพันธุ์ที่เหมาะสม พื้นที่ปลูกที่เหมาะสม สภาพของอุณหภูมิ โรค แมลง ที่พันธุ์นั้น ๆ สามารถปรับตัวได้ จึงจะสามารถใช้ปุ๋ย น้ำและฮอร์โมน ต่อยอดให้เกิดความสำเร็จยิ่งขึ้นไปได้ และจะทำให้มะม่วงหิมพานต์กลับกลายเป็นพืชที่มีความเสี่ยงน้อยลงหรือเป็นพืชที่ทำรายได้ให้เกษตรกรได้เป็นอย่างดี

บรรณานุกรม

กลุ่มเกษตรสัญจร. (2530). มะม่วงหิมพานต์. หจก. เอส แอนด์ เค กรุงเทพ. 70 หน้า.

ฉลองชัย แบบประเสริฐ. (2521). ปัญหาการออกดอกและติดผลของมะม่วง. ในรวมเรื่องการสัมมนาแนวทางการผลิตมะม่วงเพื่อส่งต่างประเทศ. ของชมรมผู้พัฒนามะม่วงแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

ทรงยศ พิสิษฐ์กุล. (2532). แมลงศัตรูมะม่วงหิมพานต์. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 17 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม-สิงหาคม 2532. หน้า 211.

ธงชัย เนมขุดทด. (2536). มะม่วงหิมพานต์. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 112 หน้า.

ประเสริฐ อนุพันธ์. (2528). มะม่วงหิมพานต์. กสิกร (58) (3) (213-218) พ.ค.-มิ.ย. 2528.

พรรณเพ็ญ ชโยภาส. (2532). แมลงศัตรูสำคัญของมะม่วงหิมพานต์ในประเทศไทย. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 17 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม-สิงหาคม 2532. หน้า 218.

พิศาล ศิริธร. (2532). โรคมะม่วงหิมพานต์และแนวทางในการป้องกันกำจัด. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 17 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม-สิงหาคม 2532. หน้า 207.

มนตรี วงศ์รักษ์พานิช, หิรัญ หิรัญประดิษฐ์ และประทีป กุณาศล. (2521). อิทธิพลของสารเคมีบางชนิดต่อการออกดอกก่อนฤดูของมะม่วงพันธุ์แรด. ในรายงานสรุปผลการทดลองพืชสวน. กรุงเทพฯ. กองพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร. (โรเนียว)

วิจิตร วังใน. (2511). หลักการไม้ผล. กรุงเทพฯ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (โรเนียว)

วิจิตร วังใน. (ไม่ระบุปีที่พิมพ์). การผลิตมะม่วงนอกฤดู. รวมกลยุทธ์มะม่วง 2.

ศิริชัย กัลยาณรัตน์. (2524). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรทและไนโตรเจนในใบและกิ่งยอดที่มีอิทธิพลต่อการออกดอกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วิทยานพนธ์. คณะเกษตรศาส์ตร์ สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 69 หน้า.

สมควร อินทรพาณิชย์. (2532a). ประสบการณ์ในการปลูกมะม่วงหิมพานต์. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 17 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม-สิงหาคม 2532. หน้า 190.

สมควร อินทรพาณิชย์. (2532b). การแปรรูปมะม่วงหิมพานต์. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 17 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม-สิงหาคม 2532. หน้า 201.

สมควร อินทรพาณิชย์. (2535). เทคนิคการเสียบยอดมะม่วงหิมพานต์. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 5 ฉบับที่ 20 หน้า 225-229.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. (2530). อิทธิพลของความชื้นในดินต่อการออกดอกของมะม่วง. ว. วิทย.กษ.20(4):266-272.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, ทวีเกียรติ์ ยิ้มสวัสดิ์, โสพส จินดาประเสริฐ และสมควร อินทรพาณิชย์. (2536). อิทธิพลของแสงต่อการเจริญเติบโตของมะม่วงหิมพานต์. วารสารแก่นเกษตร ฉบับที่ 21 ปีที่ 3-4 หน้า 152-156.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. (2538a). เทคนิคการผลิตมะม่วงหิมพานต์ที่ควรรู้. เทคโนโลยีไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 199 หน้า.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. (2538b). มะม่วงหิมพานต์. แร่ธาตุอาหารพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 248-254.

หิรัญ หิรัญประดิษฐ์, มนตรี วงศ์รักษ์พานิช และประทีป กุณาศล. (2521). อิทธิพลของสารเคมีบางชนิดร่วมกับฮอร์โมนต่อการออกดอกก่อนฤดูของมะม่วงพันธุ์แรด. ในรายงานสรุปผลการทดลองพืชสวน. กรุงเทพฯ. กองพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร. (โรเนียว)

อัศจรรย์ สุขธำรง, เรณู ขำเลิศ, นันทกร บุญเกิด, สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, จิระพงษ์ ประสิทธิเขต, อรพินท์ สุริยพันธุ์ และประเทือง ลักษณะวิมล. (2544). การจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อการเพิ่มผลผลิตและควบคุมคุณภาพของมะม่วง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

Chacko, E. K., R. R. Kohil and G. S. Randhawa. 1974. Investigation on the use of (2-chloroethyl) phosphonic acid (ethephon, CEPA) for the control of biennial bearing in mango. Scientia Hort. 2 : 389-398.

Childer, N. F. 1949. Fruit Science. New York : J.B. Lippincott Company.

Gunjate, R. T. and M. V. Patwardhan. 1995. Cashew. Handbook of Fruit Science and Thechnology. New York: Marcel Dekker,Inc. 509-521.

Hagg, H. P., J. R. Sarruge., C. D. D. E. Oliveira and A. R. Dechen. 1975. Luit de Queirot, 32 : 185-90.

Johnson, R. S., R. Rosecrance., S. Weinbaum., H. Andris and J. Wang. 2001. Can We Approach Complete Dependence on Foliar-applied Urea Nitrogen in an Early-maturing Peach ?. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126(3) : 364-370.

Kavanad, P. O. 2000. Apple Valley Cashew Industries Organise World Wide Distributorship ,National Research Centre for Cashew (Indian Council of Agricultural Research) [On-Line]. Available:http://www.applevalleygroup.com/html/a0400dbs.htm

Kraus, E. J. and H. R. Kraybill. 1918. Vegetation and reproduction with special reference to the tomato. Bull. Oregon agri. Exp. Sta. 149 : 1-190.

Lefebvre, A. 1973. Fruits, 28: 691-7.

Mallik, P. C. 1953. A mote on biochemical investigation in connection with fruit bud differentiation in mango (Mangifera indica L.) Proc. Bihar Acad. Agric. Sci. 2 : 141-143.

Mishra, K. A. And B. S. Dhillon. 1978. Carbohydrates and mineral composition of leaves in reletion to fruit-bud differentiation in 'Langra' mango. Indian J. agric. Sci. 48(1) : 46-50.

Muralikrishna H. 2000. Crop Management, Salient achievements, National Research Centre for Cashew(Indian Council of Agricultural Research)[On-Line].Available:http://www.kar.nic.in/ cashew/manage.htm

Pappiah, C. M., A. S. hameed., M. Vijayakumar and O. A. A. Pillai. 1980. South Indian Hort. 28 : 52-55.

Pathak, R. A. and R. M. Pandey. 1972. Changs in the chemical composition of mango (Mangifera indica L.) leaves CV. Dashehari at different stages of flewwering and fruit growth. Indian J. Hort. 35(4) : 309-313.

Sawke, D. P. 1980. Cashew Causerie, 2 : 15-16.

Sen, P. K., S. K. Sen and D. Guha. 1965. Carbohydrate and nitrogen contents of mangp shoots in relation to fruit bud differentiation on them. Indian Agriculturist. 9 : 133-140.

Smith, D., G. M. Paulsen and C. A. Raguse. 1964. Extraction of total available carbohydrates from grass and legume tissue. Plant Physiol. 39 : 960-962.

Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. Uni. Wisconsin. Research Rep. No.41.

BIODATA

Name : ASCHAN SUKTHUMRONG

Date & place of birth : July 7, 1942 Ubonrachathani, Thailand.

Parents : Dr. SINTHU SUTHUMRONG, CHALAM SUTHUMRONG

Nationality : Thai

Religion : Bhudism

Education : Ph. D. Soil Chemistry and Fertility, University of IIIinois, USA 1975.

Msc. Ag. Crop Production, UPAU India 1969.

B. S. Agriculture (Soil Science) KU. Thailand 1965.

Language and degree of proficiency

: English, excellent. Thai, mother tongue.

Experience in teaching : **Senior lecturer, Kasetsart University 1970-1994.**

: Introduction to Soil Science

: Soil Fertility & Management

: Soil Conservation & Management

: Soil Chemistry

: Mineral Plant Nutrition

: Advance Soil Fertility

: Suranaree University 1994 to present.

: Soil Water and Climate I

: Soil Water and Climate II

: Soil Fertility & Management

: Crop Management

: Economic Fruit Crops

: Principles of Crop Production

Experience in Research

: Join the National Corn and Sorghum Improvement Project No. 4, 1970-1980.

: Head of Project Chemicals and Green Manure for Corn and Sorghum. Cropping System 1978-1988.

: Join the Highland Agriculture Project, KU, 1979-1988.

: Head of Project Soil Aspects, KU-ACNARP Project 1984-1989.

: Join the Project Forage Crops Production 1995 to present.

Experience in administration work

: Direction of the National Corn and Sorghum Research Center 1980-1984.

: Head of Kamphaeng Saen Research Station, KU, 1983-1987.

: Assistance to the Rector KU., Kamphaeng Saen Campus 1987-1992.

: Assistance to Director of KURDI 1993-1994.

Employment Record

: 1994-Present : School of Crop Production Technology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology.

: 1969-1994 : Department of Soil, faculty of Agriculture, Kasetsart University.

: 1965-1967 : The RockeyFeller Foundation, Thailand.

Publication :

อัศจรรย์ สุขธำรง, นันทกร บุญเกิด, เรณู ขำเลิศ. 2542. การจัดการธาตุพืชเพื่อการเพิ่มผลผลิตและควบคุมคุณภาพของมะม่วง. สาระไม้ผล ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 หน้า 1-3.

อัศจรรย์ สุขธำรง, เรณู ขำเลิศ, นันทกร บุญเกิด, สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, อรพินท์ สุริยพันธ์, ประเทือง ลักษณะวิมล และจิระพงษ์ ประสิทธิเขตร. 2543. การจัดการธาตุพืชเพื่อการเพิ่มผลผลิตและควบคุมคุณภาพของมะม่วง. สาระไม้ผล ปีที่ 5 ฉบับที่ 5 หน้า 1-3.

Sukthumrong, A. 1972. Micronutrients. Chapter 16, Introduction to soil science, 2 nd edition (Thai) p. 366-386.

Sukthumrong, A. 1976. Soil erosion, conservation and management. Chapter 19, Introduction to soil science, 3 rd edition (Thai) p. 563-575.

Sukthumrong, A. and C. Chancharoensook. 1992. Organic fertilizer and organic waste products used as fertilizer. Chapter 20, Introduction to soil science 7 th edition (Thai), Angust 7 1992. P. 651-664.

Sukthumrong, A., J. Akavipat, V. Varanyanondh, T. Rojanapaiboon, S. Kasemsap, P. Korsanan and A. Chungpeng. 1979. Final Report, Research on cultivated crops and wild plants for dye production in the highlands of northern Thailand. Highland Agriculture project, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

Sukthumrong, A., N. Boonkerd, R. Khumlert, S. Feungchan, P. Laksanawimol, J. Prasittikhert and O. Suriyapan. 1999. Plant nutrient and distribution under different fertilizer management in Nam Dok Mai Mango. Acta Horticulturae. No.509. Vol. 1 p. 307-314.

Sukthumrong, A., S. Chotchaungmaneerat and J. Chancharoensook. 1981. Studies on the role of green manure legumes for corn and sorghum cropping system. Thailand National Corn and Sorghum Program 1981 Annual Report, p. 256-261.

Sukthumrong. A, S. Chotchaungmaneerat, J. Chancharoensook and V . Veerasan. 1987. The effect of green manurechemica tertilizer combinations on soil fertility and yield of corn. ASPAC, Food and Fertility Technology Center. Extension Bulletion No. 246, January 1987.

Sukthumrong, A., V . Veerasan and N. Singhabootra. 1985. Soil fertility management for cropping system in Mae Klong Basin. KU-ACNARP Project No.2 Cropping Programmes Technical Report 1954-1985. Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand, p. 139-162.

Sukthumrong, A., V . Veerasan, A. Kumlung and P Kijdesh. 1986. Effect of cropping system and fertilizer on soil fertility. KU-ACNARP Project No.2 Cropping Programmes Technical Report 1985-1986. Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand, p. 139-162.

Sukthumrong, A., V . Veerasan, A. Kumlung, P Kijdesh and S. Kreetapirom. 1987. Pulverized rock phosphate and gypsum for green manure-corn cropping system. KU-ACNARP Project No.2 Cropping Programmes Technical Report 1986-1987. Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand, p. 189-202.

Khumlert, R., A. Sukthumrong and N. Boonkerd. 2000. Clonal selection of sweet bamboo (Dendrocalamas asper) from germinated seedings. Bamboo 2000, Proceedings of the International Symposium. Chiangmai Thailand. p. 66-69.

Rajani, B., P. Punsri, A. Sukthumrong and S. Paochangtong. 1982. Development of demonstration plots and extension training facility at the Royal Ang Khang Research Station so as to effectively bridge research and extension of substitute crops for opium poppy among the hill tribes. Highland Agriculture project, Kasetsart University, Bangkok Thailand.

Reutrakul, V., C. Chandraprasong, C. Sagwansupyakorn, P. Tuchinda, A. Sukthumrong and S. Subhadrabandhu,. 1987. Research on identification and production of medicinal tuber producing plants to replace opium based agriculture. Report No.3, Highland Agriculture project, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

Reutrakul , V., C. Sagwansupyakorn, C. Chandraprasong, P. Tumtiwachwutikul, D. Kanjanupothi, A. Panthong, T. Chuntarachurd, A. Sukthumrong and S. Subhadrabandhu., Research on indenitification and production of diosgenin produced plants for opium poppy substituted in the highland of northern Thailand. Highland Agriculture Project, Kasetsart University, Bangkok Thailand.

Rojanasoonthorn, S. and A. Sukthumrong. 1979. Soil fertility management and site quality studies. Final report on Varietal and cultural improvement of decidiuns fruits related to microclimates and site quality studies in the highland of the northern Thailand. Highland Agriculture project, kasetsart University, Bangkok, Thailand.

Suwanarit, A., A. Sukthumrong, J. Chancharoensook, C. Suwanarat and S.Chotchaungmaneerat. 1980. Integrated research program on soil and fertilizer requirement for increasing yields of Corn and Sorghum Program 1980 Annual Report, p. 251-265.

Suwanarit, A., R. Meesawat, A. Sukthumrong and S. Vacharotayan. 1989. Maximum yield research on naize in Thailand. Proceesings of Symposium on Maximum Yield research, November 16-18, 1988 New Delhi, India. Potash and phosphate Institute of Canada-India Programme, Hanyana India 1989.

BIODATA

Name : RENU KHUMLERT

Date & place of birth : September 9, 1958 Bangkok, Thailand.

Parents : Dr. SINTHU SUTHUMRONG, CHALAM SUTHUMRONG

Nationality : Thai

Religion : Bhudism

Education

1994 : Ph. D. (Horticulture, Postharvest Physiology), UPLB, Philippines.

1995 : M. Sc. (Horticulture) Kasetsart University, Thailand.

1980 : B. Sc. (Horticulture) Kasetsart University, Thailand.

Language and degree of proficiency

: English, excellent. Thai, mother tongue.

Employment record

1994-present : Staff lecturer of the Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima.

1983-1994 : Instructor, Nakhonsawan Agricultural College, Nakhonsawan.

1982 : Supervisor, Dole (Thailand) Co, Ltd. Prachuab Khirikhan.

Work experience

As Lecturer

: Fruit Crop Production

: Postharvest Technology

: Plant Propagation

: Fruit Crop Physiology

: Statistical Designs for Agricultural Experiment

: Principles of Crop Production

As fruit Crop Grower

: More than 15 years, experiences. In fruit and seeding production of mango.

As Consultant

: Consultant for fruit crops and ornamental crop production for more than 5 years in Nakhonsawan province.

Publication

Khumlert, R., A. Sukthumrong and N. Boonkerd. 2000. Clonal selection of sweet bamboo (Dendrocalamas asper) from germinated seedings. Bamboo 2000, Proceedings of the International Symposium. Chiangmai Thailand. p. 66-69.

อัศจรรย์ สุขธำรง, นันทกร บุญเกิด, เรณู ขำเลิศ. 2542. การจัดการธาตุพืชเพื่อการเพิ่มผลผลิตและควบคุมคุณภาพของมะม่วง. สาระไม้ผล ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 หน้า 1-3.

อัศจรรย์ สุขธำรง, เรณู ขำเลิศ, นันทกร บุญเกิด, สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, อรพินท์ สุริยพันธ์, ประเทือง ลักษณะวิมล และจิระพงษ์ ประสิทธิเขตร. 2543. การจัดการธาตุพืชเพื่อการเพิ่มผลผลิตและควบคุมคุณภาพของมะม่วง. สาระไม้ผล ปีที่ 5 ฉบับที่ 5 หน้า 1-3.

Sukthumrong, A., N. Boonkerd, R. Khumlert, S. Feungchan, P. Laksanawimol, J. Prasittikhert and O. Suriyapan. 1999. Plant nutrient and distribution under different fertilizer management in Nam Dok Mai Mango. Acta Horticulturae. No.509. Vol. 1 p. 307-314.

BIODATA

Name : Nantakorn Boonkerd

Position : Chair, Research Department, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology and Director of BNF Resource Center for S&S/E Asia.

Address : Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000

Date of Birth : October 15, 1942

EDUCATION :

Ph.D. Soil Microbiology 1981-Texas A&M University, USA. Dissertation: Survival and Effectiveness Stability of Cowpea Rhizobium as Affected by Soil Temperature and Moisuture.

M.S. Soil Microbiology 1972-University of Maryland, USA. Thesis : Influence of *Rhizobium japonicum* Strains and Inoculation Methods in *Rhizobium* Free and *Rhizobium* Established Soils.

B.S. Soil Science 1966-Kasetsart University Thailand. Thesis : Decomposition of Municipal waste : II. Gaseous Ammonia Loss at Elevated Temperature.

EMPLOYMENT :

1993-Present Department of Biotechnology, Institute of Agricutural Technology, Suranaree University of Technology, Chair Research Deparment.

1966-1993 Department of Agricuture, Bangkok, Thailand.

1985-present Director of Biological Nitrogen Fixation Resource Center for South and Southeast Asia. Chief of Soil Microbiology Research Group and Research Leader in BNF. Responsible for researches in biological nitrogen fixation, especially in rhizobia and inoculant production.

1981-1985 Research Leader in *Rhizobium* and *Frankia*. Supervisor in industrial rhizobial inoculant production and quality control. Develope large scale inoculant production (200 tons/year) as well as small scale production.

1879-1981 Graduate Research Assistant study for Ph.D. at Texas A&M University College Station, Texas.

1973-1979 Research Leader in *Rhizobium* and inoculant production.

1970-1973 FAO Fellowship study for M.S. at Univetsity of Maryland, USA.

1966-1973 Research Leader in the use of *Rhizobium* to increase yield of economic legumes and green manuring legumes.

RESEARCH GRANTS AWARDED :

USAID-Collabrative Research Support Program (CRSP) in peanut rhizobia, 1983-1988.

Methods to culture, maintain, and propagate *Azolla* under troical conditions, 1985-1988.

Awarded by BOSTID, US national Academy of Sciences.

The enhancement of the biological nitrogen fixation by genetic engineering technique. NCGEB. 1985-1988

Screening with nuclear and other techniques for yield and N_2 fixation in mungbean. IAEA 1986-1987.

Molecular indentification of *Frankiae* using cross inoculation group specific DNA sequences. PSTC 1987-1989.

Increasing biological nitrogen fixation of peanuts in developing countries. US-ISRAEL CDR Program, 1987-1990.

Indentification of rhizobium strains by genetic engineering for enhancement of N_2 fixation and inoculant production. NCGEB 1987-1989.

Exploitation of new technologies to monitor the survival and nodulating effectiveness of *Bradyrhizobium japonicum* inoculant strains of soybean. Commission of the European Communities. 1989-1993.

Ecologically based models for prediction of legume inoculation requirement. USAID-PSTC 1989-1992.

On-farm optimization of biological nitrogen fixation of grain legumes. Commission of the European Communities. 1990-1993.

Screening with nuclera and other techniques for yield and N_2 fixation in grain legumes. IAEA 1990-1994.

Breeding of nitrogen-fixing bacteria in southeast asia. Monbusho International Scientific Research Program. 1994-1997.

CONSULTANCIES :

Rhizobial inoculant production in Burma, USAID. July 2-8, 1985.

Biologycal nitrogen fixation traning course in Bangladesh, Winrock International. February 14-21, 1986 and February 14-19, 1987.

Rhizobial inoculant production in Indonesia, Eurindo Combine Pt., April 20-30, 1986.

ACIAR Project on micronutrient enhancing nitrogen fixation. Australia Goverment. February 19-21, 1986.

Biotechnology. Faculty of Tecnology, Khon Kaen University, 1986.

Rhizobial inoculant production in Chiang Mai, Thailand. Appropriate Technology International, January 4-April 30, 1987.

Rhizobial technology and design field experiments to assess N_2 fixation in soybean using N-15 techniques to the Democratic People's Republic of Korea. IAEA, February 1-March 2, 1990.

Rhizobial technology and inoculant production to Anambra State University of Technology, Enugu, Nigeria. IAEA, April 1-21, 1990.

Rhizobial technology and design field experiments to assess N_2 fixation in soybean using N-15 techniques to the Democratic People's Republic of Korea. IAEA, July 11-Auguust 3, 1991.

Increased yield and N_2 fixation in beans and soybeans to Kawanda Research Station, Uganda IAEA, November 18-December 23, 1991.

Review of ACIAR Project 8829 : Biological nitrogen fixation by soybean in rotation with rice, Indonesia. April 26-30, 1993.

Financial and envionmental impact of use of biologically fixed nitrogen for soybean production in the People's Republic of China. June 28-July 14, 1993.

ANSAB Research Grant on Biofertilizer Production, Philippines, Sir-Lanka, India, June 1-15, 1993.

BNF Technology and ^{15}N technique for measuring N_2 fixation to the Mongolian National Agricultural University by IAEA from August 25 to September 15, 1994.

Nuclear techniques to improve agricultural production : Inoculant Production to BINA, Bangladesh, by IAEA from January 12-22, 1995.

Isotope and nuclear techniques in crop production : Biological nitrogen fixation, to MAS Myanma by INEA from January 24-February 8, 1995.

Nuclear techniques to improve agricultural production : Inoculant Production to BINA, Bangkok. by IAEA from July 1-15, 1996.

ADVISORY COMMITTEES AND SUPERVISOR OF MS AND PhD STUDENTS AT :

- Biochemistry Department, Chulaongkorn University
- Microbiology Department, Kasetsart University
- Agronomy Department, Kasetsart University
- Soil Sciences Department, Kasetsart University
- Botany Department, Kasetsart University
- Forestry Department, Kasetsart University
- Faculty of Environmemt and Natural Resources, Mahidol University
- Biology Department, Srinakarinwirote University at Prasarnmit

OTHER EXPERIENCES :

Organizing International Training Course and Workshops :

- NifTAL International Training Course on Legume Rhizobium Technology. November 1-December 10, 1982.
- FAO International Training Course on Blue Green Algae, February 3-25, 1983.
- NifTAL-BNFRC International Training Course on Inoculant Production, March 28. 1985.
- IAEA-Research Coordination Meeting on Improving Yield and N_2 Fixation in Grain Legumes, November 17-21, 1986.
- FAO-NifTAL International Training Course on Rhizobial Technology and Inoclant Production, March 2-27, 1987.
- EC-ASEAN Workshop on Biological Nitrogwn Fixation, May 23-26, 1988.
- FAO-NifTAL-BNFRC International Training Course on Rhizobial Technology and Inoclant Utilization, March 6-31, 1989.
- NifTAL International Training Course on legume Rhizobial Technology. November 1-28, 1989.
- International Training on Biological Nitrogen Fixation Technology for Extension works. USAID-NifTAL. March 26-April 6, 1990.
- FAO-NifTAL-BNFRC International Training Course on Rhizobial Technology and Inoclant Production. September 14-October 16, 1992.

- FAO-NifTAL-BNFRC International Training Course on Legume-Rhizobial Technology for Research and Application. July 26-August 27, 1993.
- AIT, IDRC, BNDRC International Training Course on Applied Legume BNF Technology. July 18-24, 1994.

Technical Skill in Agricultural Biotechnology :

- Inoculant Production and Quality Control
  - -Develop technology for commercial inoculant production
  - -Establish method for controling the quality of inoculant
  - -Implementing technology transfer for inoculant production
- Serological Techniques including
  - -Agglutination & Immunodiffusion
  - -Immunofluoresent
  - -ELISA
  - -Immunoblot
  - -Monoclonal antibody production
- Methods for Measuring N_2 Fixation
  - -Total N
  - -Acetylene reduction assay
  - -Ureide assay
  - -^{15}N technique
- DNA isolation and restriction mapping
- Extensive experience involving BNF in the field
- Plant tissue culture of nitrogen fixing trees
- Mushroom production

PUBLICATION :

Sloger, C., D.F. Bezdicek, R. Milberg, and N. Boonkerd. 1975. Seasonal and diunal variations in nitrogen fixing activity in field soybeans. In : Nitrogen Fixation by Free-Living Micro- Great Britain. 83.

Boomkerd, N.D.F. Weber and D.F. Bezdicek. 1978. Influence of *Rhizobium japonicum* strains and inoculation methods on soybeans grown in rhizobia-populated soil. Agron.J. 70 : 547-549.

Boonkerd, N., D.F. Bezdicek and D.F. Weber. 1978. Comparative evaluation of *Rhizobium japonicum* strains by acetylene reduction and other methods. Legume Research. 2 : 1-10.

Boonkerd, N., W. Rungrattanakasin, P. Wadesirisuk and Y. Vasuvat. 1979. *Rhizobium japonicum* strains selection in Thailand. In: Proceedings of Symposium Somiplan held in Kuala Lumper, Eds. W.J. Broughton *ed al.* The University of Malaya Press, Kuala Lumper. 213-228.

Boonkerd, N., W. Rungrattanakasin, P. Wadesirisuk and Y. Vasuvat. 1979. Effect of nitrogen fertilizer application on the growth, nodulation, nitrogen fixation and yield of soybeans. In: Proceedings of Symposium Somiplan held in Kuala Lumper, Eds. W.J. Broughton *ed al.* The University of Malaya Press, Kuala Lumper. 182-183.

Boonkerd, N., W. Rungrattanakasin, P. Wadesirisuk, S. Kotepongse, and Y. Vasuvat. 1979. Studies on increasing yield of soybeans with inoculants, fertilizer and lime. In: Proceedings of Symposium Somiplan held in Kuala Lumper, Eds. W.J. Broughton *ed al.* The University of Malaya Press, Kuala Lumper. 375-380.

Boonkerd, N. and Y. Vasuvat. 1979. Effects of defoliation on nitrogen fixation and yield of soybeans. Agron. Abst. 1979. P.155.

Morris, D.R., N. Boonker and Y. Vasuvat 1980. Effects of N-serve on soybeans and soil nitrogen transformations. Plant & Soil. 57: 31-39.

Boonkerd, N. and R.W. Weaver. 1982. Cowpea Rhizobia: Comparison of plant infection and plate counts. Soil Biol & Biochem 14: 305-308.

Boonkerd, N. and R.W. Weaver. 1982. Survival of cowpea rhizobia in soil as affected by soil temperature and moisture. Appl. Envir. Microbiol 43: 585-589.

Boonkerd, N. and R.W. Weaver. 1982. Effectiveness stability of cowpea rhizobia as affected by soil temperature and moisture. Proceedings of 8th North American Rhizobium Conference, University of Manitoba, Winnepeg, Canada.

Boonkerd, N. 1982. Evaluation of *Rhizobium japonicum* in field grown soybeans. In: Recent Advances in Nitrogen Fixation Research : Their Implications for Thailand. Chulalongkorn University, Bangkok Thailand.

Tangcham, B., S. Choonluchanon, N. Boonkerd, and Y. Vasuvat. 1982. Study on The Increasing Yield of *Azolla* Suitable for Use as Greenmanure in the Rice Field. In: Recent Advances in Nitrogen Fixation Research : Their Implication for Thailand. Chulalongkorn University, Bangkok Thailand.

Boonkerd, N., V. Thananusont, J. Poodpong and Y. Vasuvat. 1985. Isolation and characterization of *Frankia* from nodules of *Casuarina*. In: Nitrogen Fixation Research Progress-Proceedings of 6th International Symposium on Nitrogen Fixation OSU Corvallis. Eds. Evans et al. Martinus Nifhoff Publishers. P. 700.

Boonkerd, N., C. Arunsri, W. Rungrattanakasin and Y. Vasuvat. 1985. Effects of post-emergence inoculation on field grown soybeans. MIRCEN, J. 1: 115-161.

Boonkerd, N. 1986. Problems and propects of BNF in agricultural development in Thailand. In: Biotechnology of Nitrogen Fixation. Eds. Z.H. Shamsudin et al. University Pertanian Malaysia. P. 321-327.

Thomson, J.S., A. Bhomsiri and N. Boonkerd. 1986. Soybean rhizobia from Northern Thailand. In: Biotechnology of Nitrogen Fixation. Eds. Z.H. Shamsudin et al. University Pertanian Malaysia. P. 165-167.

Wadisirisuk, P., O. Nopamornbodi, S. Thamsurakul, V. Thananusont, N. Boonkerd, B. Thoonsan and Y. Vasuvat. 1986. Interaction between mycorrhizal fungi and cowpea rhizobia on peanut cultivar Taiwan 9. In: Biotechnology of Nitrogen Fixation in the Tropics, Eds. Z.H. Shamsudin et al. University Pertanian Malaysia. P. 255-257.

Weaver, R.W., D.R. Morris, N. Boonkerd and J. Sij. 1987. Populations of *Bradyrhizobium japonicum* in field cropped with soybean-rice rotations. Soil. Sci. Soc. Am. J. 51: 90-92.

Boonkerd, N., P. Wadisirisuk, W. Thananusont, T. Arayangkul, P. Chaiwanakupt and R.W. Kucey. 1988. Competition for nodule sites between inoculated and indigenous *Bradyrhizobium japonicum* strains. In: Proceedings of the 7th International Congress on N=Nitrogen Fixation. Eds H. Bothe et al. Gustav Fischer, Stuttgart, New York. P. 778.

Sinitwongse, P., C. Siripaiboon, P. Chaiwanakupt, N. Boonkerd and R.M. Kucey. 1988. Use of ARA and 15-N dilution techniques to measure N_2 fixation by soybean cultivars. In: Biotechnology of Nitrogen Fixation. Eds. Z.H. Shamsudin et al. University Pertanian Malaysia. P. 127-135.

Wadisirisuk, P., N. Boonkerd, V. Thananusont and A. Nitayajarn. 1988. Rhizobial strains selection for mungbean c.v. Kampang saen 1 and 2. In: Proceedings of the 7th International Congress on N=Nitrogen Fixation. Eds H. Bothe et al. Gustav Fischer, Stuttgart, New York. P. 789.

Chaiwanakupt, P., P. Snitwongse, N. Boonkerd, C. Siripabool, R.J. Rennie and R.M.N. Kucey. 1988. Nitrogen fixation by soyberns in Thailand using the N-15 isotope dilution method. In: 83 Proceedings of the 7th International Congress on N=Nitrogen Fixation. Eds H. Bothe et al. Gustav Fischer, Stuttgart, New York. P. 810.

Choonluchanon, S., N. Boonkerd and P. Swatdee. 1988. Adaptation of exotic *Azolla* to tropical environments of Thailand. Plant and Soil. 108: 67-70.

O'Hara, G.W., N. Boonkerd and M.J. Dilworth. 1988. Mineral constraints to nitrogen fixation. Plant and Soil. 108: 93-110.

O'Hara, G.W., M.J. Dilworth, N. Boonkerd and P. Parkpian. 1988. Iron-deficiency specifically limits nodule development in peanut inoculated with *Bradyrhizobium sp.* New Phytol. 108: 51-57.

Kucey, R.M.N., P. Snitwonge, N. Boonkerd, P. Chaiwanakupt, P. Wadisirisuk, C. Siripaibool, T. Arayangkool and R.J. Rennie. 1988d. Nitrogen fixation (15-N dilution) with soybean under Thai field conditions : I Effect of *Bradyrhizobium japonicum* strain. Plant and Soil. 108: 33-41.

Kucey, R.M.N., P. Chaiwanakupt, T. Arayangkool, P. Snitwong, C. Siripaibool and N. Boonkerd. 1988. Nitrogen fixation (N-15 dilution) with soybean under Thai field conditions. II. Effect of herbicides and water application schedule. Plant and Soil 108:87-92.

Kucey, R.M.N., P. Chaiwanakupt, P. Snitwongse, B. Toomsan, N. Boonkerd, C. Siripaibool, B. Rennie,W. Rungrattanakasin and P. Wadisirisuk. 1988. Nitrogen fixation (N-15 dilution) with soybean under Thai field conditions. III. Effect of *Bradyrhizobium japonicum* strains and herbicides in Northeast Thailand. J. Gen Appl. Microbial. 34: 243-253.

Kucey, R.M.N., P. Chaiwanakupt, N. Boonkerd, P. Snitwongse, C. Siripaibool, P. Wadisirisuk and T. Arayangkool. 1989. Nitrogen fixation (N-15 dilution) with soybean under Thai field conditions. IV. Effect of N addition is soils with indigenous *Bradyrhizobium japonicum* populations. J. Appl. Bacteriol. (in press).

Rennie, R.J., D.A. Rennie, C. Siripaibool, N. Boonkerd and P. Snitwongse. 1988. N_2 fixation in Thai soybean : Effect of tillage and inoculation on ^{15}N-determined N_2 fixation in recommended cultivars and advanced lines. Plant and Soil. 112: 183-193.

Boonkerd, N. 1989. The use of biological nitrogen fixation for soil fertilty improvement. In: Proceedings of International Symposium on Application of Biotechnological Methods and Recent Accomplichments of Economic Value in Asia. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

Boonkerd, N., P. Wadisirisuk and V. Thananusont. 1989. Application of moclonal antibodies for indentification of rhizobial strains. In: Proceeding Celebration of Chiangmai University 25th Aniversary Workshop on AID-SCI Funded Research in Immunology in Thailand. p. 134-137.

Boonkerd, N and D. Baker. 1989. Interactions between plants and microorganisms in nitrogen-fixation symbioses. In: Interractions Between Plants and Microorganisms. Proceedings of a JSPS-NUS Inter-faculty Seminar, Singapore. Eds. G. Lim and K. Katsuya. Science Faculty, National University of Singapore. P. 160-169.

Boonkerd, N., P. Wadisirisuk and V. Thananusont. 1990. Effectiveness of indigenous peanut rhizobia in relation to croping system and their population sizes. In: Proceedings of Agricultural Biotechnology, Kasetsart University, Bangkok.

Yoneyama, T., T. Murakami, N. Boonkerd, P. Wadisirisuk, S. Siripin and K.Kouno. 1990. Natural ^{15}N abundance in shrub and tree legumes, Casuarina and non N_2 fixing plants in Thailand. Plant and soil. 128: 287-292.

Boonkerd, N. 1991. Inoculant quality control standards in Thailand. In: Report in Expert Consultation on Legume Inoculant Production and Quality Control. FAO Rome, Italy. P. 121-129.

Boonkerd, N. 1992. The application of bio and organic fertilizer in Thailand. P. 88-101. In: Proceedings of National Conference on the Conversion of Agro-Industrial Wastes in to Fertilizers Ayola Center, Manila, Philipines.

Sekiya, J., T. Matoh, Y. Matsu, P. Swatdee and N. Boonkerd. 1992. Characterization of nitrogen metabolism in Azolla-Anabacna associates. Annual Reports of IC Biotech Japan. 15: 374-375.

Boonkerd, N., P. Wadisirisuk, G. Meromi and B.D. Kishinevsky. 1993. Quantity, symbiotic performance and serological properties of native peanut rhizobia in soils of Thailand. P. 589. In: Proceedings 9th International Congress on Nitrogen Fixation. (R. Palacio, J. Mora and W.E. Newton eds). Kluwer Academic Publishers.

Boonkerd, N., P. Wadisirisuk, S Kotepong and O. Nopamornbodi. 1993. Internation between VAM fungi on N_2 Fixation in nitrogen fixing trees. P. 711. In: Proceedings 9th International Congress on N_2 Fixation. (R. Palacio, J. Mora and W.E. Newton eds). Kluwer Academic Publishers.

Boonkerd, N., P. Wadisirisuk and V. Thananusont. 1993. Survey on indigeous population of peanut rhizobia under different cropping sustems. Thai Agr. Res. J. 11 : 114-119.

Boonkerd, N., P. Wadisirisuk, G. Meromi and B.D. Kishinevsky. 1993. Population size and N_2 fixing activity of native peanut rhizobia in soils of Thailand. Biol. Fertil. Soils. 15 : 275-278.

Kishinevsky, D,B., D. Gurfel, N. Boonkerd and C. Nemas. 1993. Serological grouping of indigenous *Bradyrhizobium sp.* (Arachis) isolated from various soil og Thailand. World J. Microbiology and Biotechnology. 9 : 635-640.

Boonkerd, N., P. Wadisirisuk, A. Nantakij, S. Siripin and T. Murakami. 1993. Screening with nuclear and other techniques for yield and N_2 fixation in mungbean. The Kasetsart Journal. 27 : 162-176.

Boonkerd, N. and S. Promsiri. 1993. Effectiveness in N_2 fixation of *Sesbania speciosa* and *Sesbania rostrata* rhizobia isolated from different locations. The Kasetsart Journal. 27 : 292-302.

Boonkerd, N., S. Choonluchanon and P. Swadee. 1993. Propagation of *Azolla* through sporocarbs. Thai Agri. Res. J. 11 : 53-59.

Boonkerd, N., P. Wadisirisuk and V. Thananusont. 1993. Survey on indigenous population of peanut rhizobia under different cropping system. Thai Agri. Res. J. 11 : 114-119.

Boonkerd, N. and P. Singleton. 1994. Options to facilitate legume inoculant production and adoption. Suranaree J. Sci. Technol. 1 : 35-38.

Boonkerd, N. and B. Rerkasem. 1994. Soybean : Environmentally friendly. In: Proceedings of World Soybean Research Conference V. Chiangmai, Thailand.

Boonkerd, N., N. Teaumroong and G. Hardarson (1998). Effect of inoculation methods on nodulation, N_2 fixation and yield of soybeans under field condition. In Proceeding of the 11th International Congress on Nitrogen fixation, Institute Pasteur, Paris, France, July 2-25, 1997. p. 631

Boonkerd, N., N. Teaumroong and G. Hardarson (1998). Nitrogen Fixation (^{15}N Dilution) in Soy bean as Affected by Inoculation Methods : In Asian Network on Microbial Researches. Gadjah Mada University (GMU), The Institute of Physical and Chemical Research (RIKEN) Science and Technology Agency, Japan. P. 165-171.