ผลของการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิตต่อคุณภาพผลผลิตของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน

Effect of fertilizer management based on crop removal on fruit quality of pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) CV. Manee-Esan

นันทลี เอี้ยนไธสง[1], รำไพ นามพิลา[1,2], สมยศ มีทา[1,2], สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา[1,2], พงษ์ศักดิ์ ยั่งยืน[1,2] และ สังคม เตชะวงค์เสถียร[1,2*]

Nanthalee Ianthaisong[1], Rumpai Nampila[1,2], Somyot Meetha[1,2], SupatIsarangkoolNaAyuttaya[1,2], PongsakYangyuen[1,2] and SungcomTechawongstien[1,2*]

บทคัดย่อ: การประเมินปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต (crop removal) ของส้มโอพันธุ์มณีอีสานในพื้นที่ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการจัดการปุ๋ยตามวิธีการของเกษตรกร โดยคัดเลือกต้นส้มโอที่มีความอุดมสมบูรณ์และอายุของต้นใกล้เคียงกัน และได้รับการปฏิบัติดูแลเหมือนกัน จำนวน 4 ต้น ทำการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ของผลผลิตส้มโอพันธุ์มณีอีสานอายุ 8 เดือน เพื่อใช้ในการจัดการการให้ปุ๋ยแก่ส้มโอตามค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต จากผลการวิเคราะห์พบว่าส้มโอพันธุ์มณีอีสานมีการสูญเสียธาตุอาหาร N, P, และ K ไปกับผลผลิตที่ 278.48, 38.88 และ 719.40 กรัม/ต้น ตามลำดับ และสามารถวางแผนการให้ปุ๋ยได้ 2 วิธีการ คือ วิธีการที่ 1 ให้ปุ๋ยที่มีปริมาณ N, P และ K ตามค่าวิเคราะห์ที่ได้จากผลผลิตในปีที่ผ่านมา ส่วน วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเช่นเดียวกับวิธีการที่ 1 และเพิ่มปริมาณปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อีก 420 กรัม/ต้น จากผลการทดลองพบว่าการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนส่งผลให้ความหนาเนื้อ, ความหนาเปลือก, ความแน่นเนื้อ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของส้มโอพันธุ์มณีอีสานเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนยังส่งผลให้สีเปลือกมีแนวโน้มมีสีเขียวเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

คำสำคัญ: ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, ยูเรีย, เกษตรสมบูรณ์

ABSTRACT: Nutrient management based on crop removal (N, P, K) of pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) CV. Manee-Esan from Amphoe Kasetsomboon Chaiyaphum province was conducted. Four pummelo trees with similar size, age and cultural practices in the same orchard were selected. Nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) of 8 month fruits were analyzed. The result showed that Manee-Esan pummelo fruits removed N, P and K at 278.48, 38.88 and 719.40 g tree^{-1}, respectively. Nutrient management from crop removal was conducted by 2 treatments. Treatment I: applied N, P and K as crop removal and treatment II : applied similar nutrient as treatment I and supplemented with 420 g tree^{-1} of urea (46-0-0). The result showed that supplement of nitrogen could increase plup thickness, peel thickness, firmness and titratable acidity as well as green color of the peel.

Keywords: Nitrogen, phosphorus, potassium, urea, Kasetsomboon

[1] สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University

[2] กลุ่มวิจัยไม้ผลสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Research Group for Fruit Crops in the Northeast Khon Kaen University

* Corresponding author: suntec@kku.ac.th

บทนำ

ส้มโอ (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) เป็นผลไม้ตระกูลส้มที่มีขนาดใหญ่ที่สุด เจริญเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตสูง เปลือกหนา ทนทานต่อการขนส่งระยะทางไกล เก็บรักษาได้นาน จัดเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย เนื่องจากมีรสชาติดี เป็นที่นิยมทั้งในและต่างประเทศ อีกทั้งยังประกอบไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินซี แคโรทีนอยด์ และสารส่งเสริมอื่นๆ ที่มีความสำคัญทางด้านโภชนาการและเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์ เช่น สารในกลุ่มโพลีฟีนอล และฟลาโวนอยด์ (สิริชัยและคณะ, 2554) ซึ่งมีบทบาทที่สำคัญในการป้องกันโรคมะเร็ง (Birt et al., 2001) สำหรับการจัดกลุ่มส้มโอสามารถแบ่งตามลักษณะสีเนื้อได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มเนื้อสีขาว และกลุ่มเนื้อสีชมพูหรือแดง โดยเฉพาะในกลุ่มเนื้อสีแดงที่กำลังเป็นที่นิยมในกลุ่มผู้บริโภค ได้แก่ พันธุ์ทับทิมสยาม มีแหล่งผลิตอยู่ที่อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ปัจจุบันได้มีการค้นพบส้มโอพันธุ์พื้นเมืองจากสวนเกษตรกร อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งได้รับการตั้งชื่อพันธุ์ว่า มณีอีสาน มีลักษณะเด่นคือ เมื่อผลสุกเปลือกจะเป็นสีเหลืองทอง เปลือกในมีสีอมชมพู เนื้อสีแดงเข้มสะดุดตา มีกลิ่นหอมอ่อนๆ คล้ายผลท้อ มีเมล็ดมาก (สังคมและคณะ, 2554) อย่างไรก็ตามคุณภาพผลผลิตส้มโอมณีอีสานในปัจจุบันพบว่ายังขาดความสม่ำเสมอ เนื่องจากการได้รับธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสม เกษตรกรส่วนใหญ่ให้ปุ๋ยในการผลิตส้มโอตามความเคยชิน จึงมีแนวโน้มในการใช้ปุ๋ยบางชนิดมากเกินความต้องการของพืช ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น และคุณภาพของผลผลิตลดลง (พงษ์นาถ, 2552) หรือ ได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอจะส่งผลให้คุณภาพผลผลิตลดลงเช่นกัน ทั้งนี้สิ่งที่ควรพิจารณาเบื้องต้นในเรื่องของธาตุอาหารพืชเพื่อการจัดการส้มโอให้ได้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพดีคือ ต้องชดเชยปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไป อย่างไรก็ตามพื้นที่ปลูกแต่ละแหล่งของส้มโอมีองค์ประกอบและคุณสมบัติของดินที่แตกต่างกันไป การจัดการธาตุอาหารแก่ส้มโอในแต่ละพื้นที่จึงแตกต่างกันไปด้วย การตัดสินใจในการใช้ปุ๋ยหรือจัดการธาตุอาหารให้กับส้มโอนั้นจึงควรมีการตรวจวิเคราะห์ดินและพืช เพื่อให้ทราบสภาพที่แท้จริงของธาตุอาหารในพื้นที่ดังกล่าว (สุชาติ, 2554) สำหรับประเทศไทยมีการใช้การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินและค่าความเข้มข้นมาตรฐานของธาตุอาหารจากใบในการกำหนดการให้ปุ๋ยแก่ส้มโอ (สมศักดิ์, 2551) อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินและใบไม่สามารถอธิบายได้ว่า ดินสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวปริมาณเท่าใด (Tongleaw et al., 2012) การประเมินปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต (crop removal) จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจในการจัดการเพื่อให้พืชได้รับธาตุอาหารกลับคืนตามปริมาณที่สูญเสียไป โดยการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์การสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิตได้มีการนำมาใช้ในกลุ่มของส้มโอด้วย เช่น การศึกษาในส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ โดยทำการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารในผลผลิตที่มีการเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาที่แตกต่าง และนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการจัดการปุ๋ยให้แก่ส้มโอในฤดูกาลต่อไป (Tongleaw et al., 2012) นอกจากนี้สมยศ และคณะ (2557) ยังได้ทำการศึกษาคุณภาพของผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ทองดีจากสวนที่มีการจัดการต่างกันสามประเภท พบว่าการสูญเสียหรือการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตส้มโอมีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการจัดการธาตุอาหารแก่ส้มโอที่มีกรรมวิธีที่แตกต่างกันทำให้พืชนำธาตุอาหารไปใช้ในผลผลิตแตกต่างกันด้วย โดยเฉพาะสวนส้มโอที่ใช้สารเคมีจะมีแนวโน้มการสูญเสียธาตุไนโตรเจน (N) สูงที่สุด เมื่อเทียบกับการจัดการแบบสวนส้มโออินทรีย์ และสวนแบบเกษตรกรทั่วไป สอดคล้องกับงานทดลองของปิยนาถ (2550) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ทองดีและพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง พบว่าสวนส้มโอที่มีการจัดการโดยใช้ปุ๋ยเคมีมีการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนสูงกว่าธาตุอาหาร อื่นๆ เช่นกัน ดังนั้นการศึกษาการจัดการปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับ

ผลผลิตส้มโอพันธุ์มณีอีสานและการเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน น่าจะเป็นแนวทางเพื่อการจัดการที่เหมาะสม ในการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลผลิตของส้มโอพันธุ์มณีอีสาน

วิธีการศึกษา

วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตจากสวนส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ในพื้นที่ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีการจัดการธาตุอาหารตามวิธีการของเกษตรกร โดยคัดเลือกต้นส้มโอที่มีความอุดมสมบูรณ์และอายุของต้นใกล้เคียงกัน ได้รับแสงเท่ากัน และได้รับการปฏิบัติดูแลเหมือนกัน มีการจัดการน้ำโดยแต่ละต้นจะได้รับน้ำในปริมาณ 5 ลิตร/วัน จำนวน 4 ต้น ทำการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) โดยวิธี colorimetry ซึ่งย่อยสลายด้วยวิธี wet digestion ด้วย H_2SO_4-Na_2SO_4-Se mixture และวัดปริมาณโดยใช้ spectrophotometer และโพแทสเซียม (K) ย่อยสลายด้วยวิธี wet digestion ด้วย H_2SO_4-NHO_3-$HClO_4$ mixture และวัดปริมาณโดยใช้ atomic absorption spectrophotometry ตามวิธีการของ ศรีสม (2544) ของผลผลิตส้มโอพันธุ์มณีอีสานอายุ 8 เดือน โดยทำการวิเคราะห์แยกส่วนเปลือก เนื้อ และเมล็ด วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตที่เก็บเกี่ยว และคำนวณสูตรปุ๋ยที่มีค่า N, P และ K ตามค่าวิเคราะห์ โดยมีการเพิ่ม N ให้กับส้มโอ เนื่องจากจำนวนต้นที่มีค่อนข้างจำกัดในการทดลอง จึงวางแผนการทดลองแบบ Independent group t-test 2 วิธีการ ดังแสดงใน **Table 1** คือ วิธีการที่ 1 ให้ใส่ปุ๋ยที่มีปริมาณ N, P และ K ตามค่าวิเคราะห์ที่ได้จากผลผลิตในปีที่ผ่านมา ส่วน วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเช่นเดียวกับวิธีการที่ 1 แต่เพิ่มปริมาณปุ๋ยสูตร 46-0-0 อีก 420 กรัม/ต้น โดยวิธีการที่ 1 ดำเนินการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 600 กรัม ในช่วงเดือน มกราคม ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 จำนวน 420 กรัม ในเดือนเมษายน จากนั้นใส่ปุ๋ย 0-0-60 จำนวน 1300 กรัม ในเดือนสิงหาคม ส่วนวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 600 กรัม ในช่วงเดือน มกราคม ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 จำนวน 420 กรัม ในเดือนเมษายน และ เพิ่มปริมาณไนโตรเจนอีก 80% โดยการใส่ปุ๋ย 46-0-0 อีก 420 กรัม ในเดือนพฤษภาคม เพื่อดูผลของการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนต่อการเพิ่มขนาดของผลผลิตในระหว่างการเจริญเติบโตของผล จากนั้นใส่ปุ๋ย 0-0-60 จำนวน 1300 กรัม ในเดือนสิงหาคม เก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนตุลาคม เก็บข้อมูลคุณภาพผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักผล, ปริมาตรของผล, เส้นรอบวงผล, ความสูงผล, ความกว้างผล, ความหนาเปลือก, ความหนาเนื้อ, ช่องว่างกลางผล, ความแน่นเนื้อ, ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids: TSS), ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity: TA), สัดส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) และค่าสีในระบบ Hunter Lab L*, a*, b*, C, H°

Table 1 Nutrient management evaluated from nutrient loss through crop removal of Pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) CV. Manee-Esan

Treatments	Amount of fertilizer (g/tree)		
	15-15-15	46-0-0	0-0-60
NPK	600	420	1,300
NPK+N	600	420+420	1,300

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ข้อมูลการสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต พบว่า ส้มโอพันธุ์มณีอีสานมีความต้องการ ธาตุอาหาร N, P, และ K ในการสร้างผลผลิตเท่ากับ 2,531.64, 353.44 และ 6,539.97 มิลลิกรัม/ผล ตามลำดับ โดยจากการศึกษาในรอบการผลิตของส้มโอปี 2558 พบว่า ส้มโอพันธุ์มณีอีสานมีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 110 ผล/ต้น และเมื่อทำการคำนวณปริมาณธาตุอาหาร N, P, และ K ที่ส้มโอสูญเสียไปกับผลผลิต สามารถสรุปได้ว่า ส้มโอพันธุ์มณีอีสานมีการสูญเสียธาตุอาหาร N, P, และ K ไปกับผลผลิตที่ 278.48, 38.88 และ 719.40 กรัม/ต้น ตามลำดับ ซึ่งลักษณะ

การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานทดลองของ สมศักดิ์ (2556) ที่ได้มีการศึกษาข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตของส้มโอพันธุ์ขาวทองดี โดยพบว่า K มีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ N และ P (**Table 2**)

Table 2 Crop load for fruit crop of Pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) CV. Manee-Esan

Cultivars	Crop load (mg/fruit)		
	N	P	K
Manee-Esan	2,531.64	353.44	6,539.97
Thong Dee*	1,903.00	275.00	3,209.00

*Data from สมศักดิ์ (2556)

การศึกษาคุณภาพของผลผลิตส้มโอพันธุ์มณีอีสาน ที่ได้รับการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต พบว่า น้ำหนักของผลส้มโอเฉลี่ยอยู่ที่ 1,314.2 กรัม สูงกว่าส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่ไม่ได้รับการจัดการปุ๋ย ที่มีน้ำหนักผลเฉลี่ยอยู่ที่ 804.3 กรัม (สังคมและคณะ, 2554) สอดคล้องกับการทดลองของ สมยศ และคณะ(2557) ที่ได้รายงานว่าสวนส้มโอทองดีที่มีการจัดการปุ๋ยโดยการให้ปุ๋ยเคมีผลผลิตมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 1,243.1 กรัม/ผล ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักผลผลิตส้มโอมณีอีสานที่ได้รับการจัดการธาตุอาหารตามค่าวิเคราะห์ มากกว่าส้มโอทองดีที่จัดการปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 893.1 กรัม/ผล อย่างไรก็ตามจากการสัมภาษณ์นายประวิทย์ ธรรมทะ (2560) ที่ได้ทำการศึกษาคุณภาพผลผลิตส้มโอพันธุ์มณีอีสานเพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลเชื้อพันธุกรรมของส้มโอเนื้อสีแดงในปี 2558 พบว่า ส้มโอพันธุ์มณีอีสานที่ได้รับการจัดการปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร มีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 1,203.11 กรัม ความกว้างผล 157.55 มิลลิเมตร ความสูงผล 122.82 มิลลิเมตร ความหนาเปลือก 14.48 มิลลิเมตร และความหนาเนื้ออยู่ที่ 38.06 มิลลิเมตร ซึ่งหากเปรียบเทียบกับการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต (**Table 3**) จะพบว่า น้ำหนักผล ความสูงผล ความกว้างผล และความหนาเปลือกมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ความหนาของเนื้อส้มโอในสภาพการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์มีค่าสูงกว่าการจัดการตามวิธีการของเกษตรกร

ในขณะที่การจัดการปุ๋ยตามวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน ส่งผลให้ผลผลิตของส้มโอพันธุ์มณีอีสานมีลักษณะทางกายภาพเพิ่มขึ้นในทุกลักษณะ (**Table 3**) โดยการเพิ่มขึ้นของลักษณะต่างๆ มีความสอดคล้องกับงานทดลองของ Aboutalebi (2013) ซึ่งพบว่าไนโตรเจนมีผลต่อคุณภาพของมะนาวหวาน (Sweet lime) โดยทำให้น้ำหนักและขนาดผลเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับงานทดลองของ Wrona (2004) พบว่าการเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้น้ำหนักของแอปเปิล พันธุ์ Sampion เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะในลักษณะของความหนาของเนื้อ และความแน่นเนื้อ โดยส้มโอที่มีการจัดการปุ๋ยตามวิธีการที่ 1 คือจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต และวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน มีความหนาของเนื้อเท่ากับ 44.29 และ 45.67 เซนติเมตร และความแน่นเนื้ออยู่ที่ 15.44 และ 20.91 นิวตัน/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (**Table 3**) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มไนโตรเจนมีผลทำให้ความหนาของเนื้อส้มโอเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าความหนาของเนื้อจะแสดงค่าความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเทียบสัดส่วนระหว่างความหนาของเนื้อต่อขนาดความกว้างของผล พบว่าในวิธีการที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนความหนาของเนื้อต่อขนาดความกว้างของผลไม่แตกต่างกัน คือ 31 เปอร์เซนต์ นอกจากนี้หากเปรียบเทียบสัดส่วนของความหนาเปลือกต่อขนาดความกว้างของผล พบว่าในวิธีการที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนของความหนาเปลือกต่อขนาดความกว้างของผลเท่ากับ 10 เปอร์เซนต์ และ 15 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้เปลือกของส้มโอมีความหนามากขึ้นซึ่งลักษณะนี้จะส่งผลให้ขนาดของผลส้มโอมีขนาดใหญ่มากขึ้น ส่งผลให้ส้มโอถูกจัดอยู่ในเกรดที่ดีขึ้น เนื่องจากเกณฑ์ในการคัดเกรดส้มโอจะใช้ขนาดของผลเป็นตัวกำหนดเกรดเพื่อจำหน่าย ซึ่งอาจกำหนด

โดยน้ำหนัก หรือเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนที่กว้างที่สุดของผล (สมศักดิ์, 2556) สอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าในวิธีการที่ 2 ความหนาเปลือก และช่องว่างกลางผล มีแนวโน้มสูงกว่าวิธีการที่ 1 โดยความหนาเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 14.55 และ 22.73 เซนติเมตร ในขณะที่ช่องว่างกลางผลเฉลี่ย 31.50 และ 45.68 เซนติเมตร ตามลำดับ (Obreza and Morgan, 2011; สมศักดิ์, 2556) สอดคล้องกับงานทดลองของ Kaewtubtim et al. (2016) ที่ได้ทำการศึกษาผลของไนโตรเจนที่มีต่อคุณภาพผลผลิตส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม พบว่าความหนาของเปลือกส้มโอมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อปริมาณไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น โดยสถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล (ม.ป.ป.) ได้อธิบายไว้ว่า ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของออกซิน (auxins) และไซโทไคนิน (cytokinins) ที่มีคุณสมบัติช่วยในเรื่องกระตุ้นการแบ่งเซลล์ และเร่งการขยายขนาดเซลล์โดยเฉพาะออกซินที่มีบทบาทในการกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ในบริเวณเนื้อเยื่อเจริญของพืช จากรายงานพบว่าออกซินสามารถเพิ่มขนาดของผลในผลไม้หลายชนิด ได้แก่ ท้อ ส้ม อินทผลัม เป็นต้น (Alijuburi et al., 2001) โดยเฉพาะในช่วงแรกของการติดผล ส้มโอจะมีการพัฒนาในส่วนของเปลือกตามด้วยส่วนของเนื้อตามลำดับ (Menzel and Simson, 1987) การที่ส้มโอได้รับไนโตรเจนในปริมาณสูง จึงทำให้มีการพัฒนาในส่วนของเปลือกเพิ่มมากขึ้น

Table 3 Effect of nutrient management on fruit quality of Pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) CV. Manee-Esan

Quality of pummelo	NPK		NPK+N		t	P - value
	Mean	SD	Mean	SD		
Weight (g)	1314.2	461.85	1349.2	412.57	-0.29	0.1111
Volume (ml)	1122.5	200.35	1804.8	183.87	0.68	0.3420
Fruit Height (mm)	122.33	15.55	129.67	20.86	-1.38	0.0834
Fruit Width (mm)	144.40	14.63	145.13	19.70	-0.14	0.0806
Peel Thickness (mm)	14.55	3.85	22.73	4.99	-6.36	0.1093
Pulp Thickness (mm)	44.29	3.30	45.67	4.69	-1.18	0.0495
Core Width (mm)	31.50	5.50	45.68	4.69	-9.61	0.2266
Firmness of pulp (N/cm^3)	15.47	4.71	20.91	10.25	2.37	0.0002

เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) พบว่าวิธีการที่มีกาจัดการปุ๋ยโดยการเพิ่มไนโตรเจน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทรตได้สูงกว่าวิธีการที่มีการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ โดยปริมาณกรดที่ไทรตได้มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ซึ่งในวิธีการจัดการปุ๋ยที่1 และ 2 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ย 9.76 และ 9.99 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้อยู่ที่ 0.66 และ 0.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (**Table 4**) สอดคล้องกับงานทดลองของ เกียรติรวี และตระกูล (2544) ที่ได้ทำการศึกษาผลของไนโตรเจนต่อคุณภาพของมะนาว พบว่าที่ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าต้นที่ได้รับไนโตรเจนในระดับที่ต่ำกว่า เช่นเดียวกับงานทดลองของ Cheng and wang (2011) ที่พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนมีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในแอปเปิลสูงขึ้น อย่างไรก็ตามงานทดลองของ Nowaki et al. (2017) กลับพบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในแตงโมพันธุ์ Top Gun ในบราซิล สอดคล้องกับงานทดลองผลของปริมาณไนโตรเจนต่อคุณภาพและผลผลิตของ

มะเขือเทศที่ปลูกในฤดูใบไม้ผลิด้วยระบบชลประทาน พบว่าปริมาณไนโตรเจนไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มลดลง ขณะที่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงขึ้นเมื่อปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น (Ozores et al., 2012) เช่นเดียวกับงานทดลองของ Olienyk et al. (1997) ที่ได้ทำการศึกษาผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อคุณภาพของลูกพีช พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงขึ้นเช่นกัน

อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) จะพบว่า วิธีการที่มีการจัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตมีสัดส่วนของของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ มากกว่าวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มไนโตรเจน คือ 14.80 และ 11.84 ตามลำดับ (**Table 4**) สอดคล้องกับงานทดลองของ Kaewtubtim et al. (2016) พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้สัดส่วนของของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของส้มโอทับทิมสยามมีค่าน้อยลง อันเป็นผลมาจากปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ส้มโอมีปริมาณกรดเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของโปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ต่างๆ (ยงยุทธ, 2543) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีคุณสมบัติเป็นกรดอินทรีย์ (Devies and Albrigo, 1994) จึงมีความเชื่อมโยงกับไนโตรเจนโดยตรง นอกจากนี้ไนโตรเจนยังเกี่ยวข้องกับปริมาณของโปรตีนและน้ำตาล คือ ถ้าระดับไนโตรเจนน้อย การสังเคราะห์โปรตีนจะลดลง ระดับของคาร์โบไฮเดรตจากกระบวนการสังเคราะห์แสงจะมากและถูกสะสมไว้มาก แต่ถ้าระดับไนโตรเจนสูง การผลิตโปรตีนและ nitrogenous compound จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้กระบวนการสังเคราะห์แสงผลิตคาร์โบไฮเดรตไม่ทัน (จีราภรณ์, ม.ป.ป.) ทำให้ปริมาณน้ำตาลในส้มโอมณีอีสานที่มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนมีปริมาณลดลง

Table 4 Effect of nutrient management on chemical properties of Pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) CV. Manee-Esan

chemical properties of pummelo	NPK		NPK+N		t	P - value
	Mean	SD	Mean	SD		
TSS (°Brix)	9.76	0.44	9.99	0.53	-1.68	0.1730
TA (%)	0.66	0.18	0.84	0.42	-1.97	0.0001
TSS/TA	14	-	11	-	-	-

ส่วนของการวัดค่าความสว่าง (L*), ค่าสีเขียว (a*), ค่าสีเหลือง (b*), ค่าโครม่า (C) และค่าสีแดงหรือค่า Hue angle (H°) ในเนื้อของส้มโอพบว่า ค่า a*, C, และ H° ของทั้งสองวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ค่า L* และ b* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% แสดงให้เห็นว่าส้มโอในวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มไนโตรเจนมีความสว่างและค่าสีเหลืองของสีเนื้อมากกว่าในวิธีการที่ 1 ที่จัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต โดยค่า L* ของเนื้อในวิธีการที่ 1 และ 2 อยู่ที่ 39.32 และ 42.60 ตามลำดับ ส่วนค่า a* อยู่ที่ 16.84 และ 17.60, ค่า b* อยู่ที่ 6.87 และ 7.05, ค่า C อยู่ที่ 16.25 และ 17.18 และค่า H° อยู่ที่ 22.22 และ 22.70 ตามลำดับ (**Table 5**) โดยค่า a*, b*, C, และ H° ของเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น

Table 5 Effect of nutrient management on pulp color properties of Pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) CV. Manee-Esan

Pulp color (cie L*, a*, b*, C, and H° values)	NPK		NPK+N		t	P - value
	Mean	SD	Mean	SD		
L*	39.32	2.66	42.60	6.11	-2.41	0.0001
a*	16.84	1.72	17.60	2.36	-1.27	0.0688
b*	6.87	0.94	7.05	1.73	-0.45	0.0026
C	16.25	3.22	17.18	2.93	-1.05	0.3275
H°	22.22	3.78	22.70	4.71	-0.39	1.1502

ค่าสีบริเวณเปลือกชั้นกลางของส้มโอ พบว่าค่า L* ของวิธีการที่ 1 และ 2 เท่ากับ 78.09 และ 79.65, ค่า a* อยู่ที่ 9.84 และ 8.28, ค่า b* เท่ากับ 9.65 และ 9.74, ค่า C เท่ากับ 14.81 และ 14.39 ส่วนค่า H° อยู่ที่ 44.38 และ 50.83 ตามลำดับ (**Table 6**) โดยค่า L*, b*, C และ H° ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิต ส่วนค่า a* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

Table 6 Effect of nutrient management on albedo color properties of Pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) CV. Manee-Esan

Albedo color (cie L*, a*, b*, C, and H° values)	NPK		NPK+N		t	P - value
	Mean	SD	Mean	SD		
L*	78.09	2.06	79.65	2.27	-2.49	0.3193
a*	9.84	1.54	8.28	2.79	2.40	0.0031
b*	9.65	1.98	9.74	1.88	-0.17	0.4018
C	14.81	2.19	14.39	2.98	0.56	0.0717
H°	44.38	7.74	50.83	9.37	-2.60	0.1831

สำหรับ ค่า a* และ H° ทั้ง 2 ค่ามีความสอดคล้องสามารถอธิบายได้โดย ค่า a* ที่มีค่าเป็นบวกจะแสดงค่าสีออกเป็นสีแดง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ในส่วนของเปลือกชั้นกลางของส้มโอมณีอีสานที่ลักษณะเป็นสีชมพูอยู่แล้วนั้น ในวิธีการที่ 1 ที่จัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต มีค่าสีแดงมากกว่าวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มไนโตรเจน โดยในส่วนของค่า H° ที่มีค่าน้อยจะแสดงความเข้มของสีแดงมากกว่าค่า H° ที่มีค่ามาก ซึ่งใน วิธีการที่ 1 มีค่าน้อยกว่าวิธีการที่ 2 จึงสามารถสรุปได้ว่าในส่วนของเปลือกชั้นกลางของวิธีการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ มีเนื้อสีชมพูมากกว่าวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มไนโตรเจน

ส่วนของเปลือกของส้มโอพันธุ์มณีอีสานพบว่าค่า a*, C และ H° บริเวณเปลือกส้มโอของทั้งสองวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 1 และ 2 มีค่า a* เท่ากับ 1.69 และ 0.41, ค่า C เท่ากับ 29.64 และ 35.71 ส่วนค่า H° เท่ากับ 89.90 และ 92.07 ตามลำดับ ในขณะที่ค่า L* และ b* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ โดยค่า L* ในวิธีการที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 70.30 และ 69.34 ขณะที่ค่า b* เท่ากับ 35.76 และ 31.78 (**Table 7**) ตามลำดับ

Table 7 Effect of nutrient management on peel skin color properties of Pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) CV. Manee-Esan

Peel skin color (cie L*, a*, b*, C, and H° values)	NPK		NPK+N		t	P - value
	Mean	SD	Mean	SD		
L*	70.30	6.43	69.04	9.87	-0.52	0.0225
a*	1.69	2.10	0.41	2.50	1.90	0.2334
b*	35.76	9.90	31.78	5.78	1.70	0.0063
C	29.64	8.20	35.71	10.27	1.55	0.1488
H°	89.90	7.03	92.06	8.01	-1.00	0.2672

ค่า L*, a* และ b* พบว่าในวิธีการที่ 1 ที่มีจัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต มีค่าสูงกว่าวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มไนโตรเจน โดยสำหรับค่า a* ในวิธีการที่ 2 มีค่าเข้าใกล้ 0 มากกว่าวิธีการที่ 1แสดงให้เห็นว่าเปลือกของผลผลิตที่ได้จากการจัดการปุ๋ยในวิธีการที่ 2 มีแนวโน้มเข้าใกล้สีเขียวมากกว่าวิธีการที่ 1 เช่นเดียวกันกับค่า b* ที่แสดงลักษณะของค่าสีเหลืองพบว่า ผลผลิตที่ได้จากการจัดการปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต เปลือกมีลักษณะของสีเหลืองมากกว่าวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มไนโตรเจน สอดคล้องกับผลการทดลองของ Tachibana and Yahata (1998) พบว่าเปลือกของส้ม Satsuma mandarin มีค่า L*, a* และ b* ลดลงเมื่อมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อคุณภาพของลูกพีช พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่า L*, a* และ b* ลดลง (Olienyk et al., 1997) ในขณะที่ค่า C และ H° พบว่าในการจัดการปุ๋ยตามวิธีการที่ 2 ที่มีการเพิ่มไนโตรเจน มีค่าสูงกว่าวิธีการที่ 1 ซึ่งค่า H° ที่สูงมาก จะแสดงถึงแนวโน้มที่เป็นไปในทิศทางสีเขียว สอดคล้องกับงานทดลองของ Cheng and wang (2011) ที่พบว่าผลแอปเปิลมีลักษณะสีเขียวมากขึ้น (ค่า H° มีค่าสูงมาก)เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจน สามารถอธิบายได้โดยบทบาทของไนโตรเจนที่มีต่อพืช ซึ่งมีความแปรผันตรงกันระหว่างปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นกับการสังเคราะห์แสงในใบที่เพิ่มขึ้น (Evans, 1989) เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหนึ่งของเอนไซม์ที่ใช้ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น rubisco หรือ เป็นโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับเยื่อหุ้มไทลาคอยด์ ภายในคลอโรพลาสต์ และเป็นองค์ประกอบของสูตรโครงสร้างโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์แสง โดยหากสังเกตจะพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ใบของพืชจะมีสีเขียวเข้มมากขึ้น (Evans, 1989) สำหรับผลผลิตของกลุ่มไม้ผล จัดเป็นแหล่งสะสมอาหารที่สำคัญของพืช การที่พืชได้รับปริมาณไนโตรเจนที่มากเกินความต้องการ พืชจะมีการส่งไนโตรเจนไปสะสมไว้ในส่วนของผลผลิต ทำให้ผิวของผลผลิตมีการสังเคราะห์แสง และสะสมคลอโรฟิลล์บริเวณเปลือกเพิ่มมากขึ้น (Nguyen et al., 2004) ผิวส้มโอจึงมีสีเขียวมากขึ้น

สรุป

การศึกษาจะเห็นได้ว่าการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต ส่งผลให้ส้มโอมณีอีสานมีคุณภาพผลผลิตที่ดี มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ที่สูงใกล้เคียงกับผลผลิตส้มโอพันธุ์ทองดีที่ได้รับการจัดการด้วยปุ๋ยเคมี โดยหากเปรียบเทียบผลของปุ๋ยจากวิธีการที่ได้จากค่าวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต (NPK) และวิธีการที่ทำการเพิ่มปุ๋ยสูตร 46-0-0 (NPK+N) ให้แก่ส้มโอพบว่า วิธีการที่มีการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนส่งผลให้ความหนาเนื้อ ความหนาเปลือก ความแน่นเนื้อ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนยังส่งผลให้สีเปลือกมีแนวโน้มมีสีเขียวเพิ่มมากขึ้น และ ผลส้มโอ มีขนาดใหญ่ขึ้น ส่งผลให้ส้มโอถูกจัดอยู่ในเกรดที่ดีขึ้น ราคาที่ได้จึงสูง

ขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสนใจว่าปุ๋ยสูตรเสมอ 15-15-15 ที่ใช้ในการจัดการปุ๋ยให้แก่ส้มโอนั้น หากเปลี่ยนเป็นสูตร 16-16-16 จะส่งผลต่อคุณภาพของส้มโอหรือไม่ หรือแม้แต่รูปแบบการให้ปุ๋ย 46-0-0 จากการให้ปุ๋ยทางดิน และเปลี่ยนเป็นรูปแบบการให้ปุ๋ยทางใบ อาจส่งผลให้ส้มโอสามารถนำธาตุอาหารไปใช้ได้ดีขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาการให้ปุ๋ยในรูปแบบต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และกลุ่มวิจัยไม้ผลสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย ศูนย์ศึกษาค้นคว้า และพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และนักศึกษาช่วยวิจัยที่ช่วยในการวิเคราะห์เก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

เกียรติรวี พันธ์ไชยศรี, และ ตระกูล ตันสุวรรณ. 2544. ผลของไนโตรเจนต่อคุณภาพมะนาว. วารสารเกษตร. 17: 136-146.

จีราภรณ์ อินทสาร. ม.ป.ป. เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง ธาตุอาหารพืช (Plant Nutrition). มหาวิทยาลัยแม่โจ้. https://goo.gl/BXxuCJ ค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2560.

ประวิทย์ ธรรมทะ. (2560, 5 กรกฎาคม). นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. สัมภาษณ์.

ปิยนาถ นุชนิยม. 2550. การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอสองสายพันธุ์ เพื่อประเมินการสูญเสียธาตุอาหารจากดิน โดยติดไปกับผลผลิตส้มโอ. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พงษ์นาถ นาถวรานันต์. 2552. โครงการการศึกษาสาเหตุการร่วงของผลก่อนการเก็บเกี่ยวและการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในรอบปีของส้มโอพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้งในเขตลุ่มแม่น้ำ นครชัยศรี-แม่กลอง. รายงานวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2544. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล. ม.ป.ป. วัฐจักรไนโตรเจน. https://goo.gl/MnyQW1 ค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2560.

สมยศ มีทา, พงษ์ศักดิ์ ยั่งยืน, สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุทธยา, พัชริน ส่งศรี, และ สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2557. คุณภาพของผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ทองดีจากสวนสามประเภท. วารสารแก่นเกษตร(พิเศษ). 42: 233-238.

สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2551. โครงการ การศึกษาความสัมพันธ์ของธาตุอาหารและการจัดการเพื่อการผลิตส้มโอคุณภาพในเขตลุ่มน้ำปากพนัง. รายงานวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2556. การจัดการธาตุอาหารเพื่อผลิตส้มโอคุณภาพ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ.

สังคม เตชะวงค์เสถียร, สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุทธยา, พงษ์ศักดิ์ ยั่งยืน, พัชริน ส่งศรี, และทัศนีย์ แจ่มจรรยา. 2554. โครงการ การศึกษาต้นแบบการผลิตส้มโอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ส้มโอพันธุ์ทองดี อำเภอบ้านแท่นเป็นกรณีศึกษาและการพัฒนาศักยภาพส้มโอเนื้อสีแดงเพื่อเป็นส้มโออัตลักษณ์ของจังหวัดชัยภูมิ. รายงานวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

สิริชัย อดิศักดิ์วัฒนา, สถาพร งามอุโฆษ, และกิตณา แมคแน็น. 2554. โครงการ การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดเนื้อส้มโอต่อการยับยั้งการย่อยคาร์โบไฮเดรตและไขมัน และการต้านไกลเคชั่น. รายงานวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.).

สุชาติ จันทร์เหลือง. 2554. การจัดการธาตุอาหารพืชกับไม้ผล. สำนักงานเกษตรจังหวัดจันทบุรี. https://goo.gl/7Pds8K ค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2560.

Aboutalebi, A. 2013. Effect of nitrogen and iron on sweet lime (*citrus limmetta*) fruit quantity and qualityin calcareous soils. J Nov. Appl Sci. 2: 211-213

Aljuburi, H.J., H.H Al-Masry, and S.A Al-Muhanna. 2001. Effect of growth regulators on some fruit characteristic and productivity of Barhee date palm trees cultivar (*Phoenix dactylifera* L). Fruit. 56: 325-332.

Aboutalebi, A. 2013. Effect of nitrogen and iron on sweet lime (*citrus limmetta*) fruit quantity and qualityin calcareous soils. J Nov. Appl Sci. 2: 211-213

Aljuburi, H.J., H.H Al-Masry, and S.A Al-Muhanna. 2001. Effect of growth regulators on some fruit characteristic and productivity of Barhee date palm trees cultivar (*Phoenix dactylifera* L). Fruit. 56: 325-332.

Birt, D.F., S. Hendrich and W. Wang. 2001. Dietary agents in cancer prevention: flavonoids and isoflavonoids. Pharmacology and Therapeutics. 90: 157-177.

Cheng, L. and H. Wang. 2011. Nitrogen fertilization has differential effects on red color development and flesh starch breakdown of 'Gala' apple. New York Fruit Quarterly. 19: 11-15.

Devies, F.S., and L.G. Albrigo. 1994. Citrus. Redwood Book, Wiltshire.

Evans, J.R. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. Oecologia. 78: 9–19.

Kaewtubtim, M., M. Issarakrisila, and S. Maneepong. 2016. Effect of nitrogen on fruit quality of pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) cv. Tubtim Sayam. KKU Sci. J. 44: 518-529.

Menzel, C.M., and D.R. Simpson. 1987. Lychee nutrition: A review. Scientia Hortic. 31: 195-224.

Nguyen, H., P. Hofman, R. Holmes, I. Bally, B. Stubbings and R. McConchie. 2004. Effects of nitrogen on the skin colour and other quality attributes of ripe 'Kensington Pride' mango Mangifera indica L. fruit. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 79: 204–210.

Nowaki, R. H. D., A. B. Cecilio Filho, R. T. D. Faria, A. F. Wamser, and J. W. M. Cortez. 2017. Effect of nitrogen fertilization on yield and quality of Watermelon CV. TOP GUN. Revista Caatinga. 30: 164-171.

Obreza T. A., and K.T. Morgan. 2011. Nutrition of florida citrus trees. International Information center for farmers in asia pacific region. https://goo.gl/DgyeUZ. Accessed 20 Nov. 2016.

Olienyk, P., A. R. Gonzalez, A. Mauromoustakos, W. K. Patterson, C. R. Rom, and J. Clark. 1997. Nitrogen fertilization affects quality of peach puree. HortScience. 32: 284-287.

Olienyk, P., A. R. Gonzalez, A. Mauromoustakos, W. K. Patterson, C. R. Rom, and J. Clark. 1997. Nitrogen fertilization affects quality of peach puree. HortScience. 32: 284-287.

Ozores-Hampton, M., E. Simonne, F. Roka, K. Morgan, S. Sargent, C. Snodgrass, and E. Mcavoy. 2012. Nitrogen rates effects on the yield, nutritional status, fruit quality, and profitability of tomato grown in the spring with subsurface irrigation. HortScience. 47: 1129-1133.

Tachibana S., and S. Yahata. 1998. Effect Of organic matter and nitrogen fertilizer application on fruit quality of Satsuma mandarin in high density planting. J. Jpn Soc Hortic Sci. 67: 617-676.

Tongleaw, S., K. Krisanapook and L. Phavaphutanon. 2012. Analysis of "KhaoYai" pummelo fruit to estimate nutrient losses though crop removal. Kasetsart Journal (Nat. Sci). 46: 827-836.

Wrona, D. 2004. Effect of nitrogen fertilization on growth, cropping and fruit quality of 'Šampion' apple trees during 9 years after planting. Folia Hort. 16: 55-60.