รายงานผลการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2554
(ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดิน)

เรื่อง

อิทธิพลของปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนต่อคุณภาพผล การเจริญเติบโต และการสะสมธาตุอาหารในผลสะละ

Effect of Calcium and Boron Fertilizers on Fruit Quality, Growth and Nutrient Uptake in Sala Fruit

โดย

นางสาวพรทิวา กัญยวงศ์หา

นางสาวนารี พันธุ์จินดาวรรณ

หลักสูตรปฐพีวิทยา

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานผลการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2554
(ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดิน)

เรื่อง

อิทธิพลของปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนต่อคุณภาพผล การเจริญเติบโต และการสะสมธาตุอาหารในผลสละ

Effect of Calcium and Boron Fertilizers on Fruit Quality, Growth and Nutrient Uptake in Sala Fruit

โดย
นางสาวพรทิวา กัญยวงศ์หา
นางสาวนารี พันธุ์จินดาวรรณ

หลักสูตรปฐพีวิทยา
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สิงหาคม 2556

RCH
W241อ
2556

เลขหมู่
เลขทะเบียน 142462
วัน.เดือน.ปี -4 พ.ค. 2559

12 ก.ค. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนต่อคุณภาพผล การเจริญเติบโต และการสะสมธาตุอาหารในผลสะละ

Effect of Calcium and Boron Fertilizers on Fruit Quality, Growth and Nutrient Uptake in Sala Fruit

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของการใส่แคลเซียมและโบรอนต่อการบรรเทาอาการหัวยุบหัวดำของผลสะละและการเจริญเติบโตกับการสะสมธาตุอาหารในผลสะละ โดยใช้สะละต้นเดิมจากสวนสะละเดิมที่ใช้ทดลองในปี 2551-2552 (พรทิวาและนารี, 2554) เป็นสะละพันธุ์เนินวง ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ทำสะละลอยแก้ว ก่อนเริ่มการทดลองได้เก็บตัวอย่างดินจากสะละทุกต้นของแต่ละตำรับ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และเก็บตัวอย่างใบสะละทุกต้น ตามวิธีมาตรฐาน เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ วางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 5 ตำรับการทดลอง 6 ซ้ำ คือ ตำรับการทดลองที่ 1 (ควบคุม) ตำรับการทดลองที่ 2 (ใส่ยิปซัมทางดิน) ตำรับการทดลองที่ 3 (ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางผล) ตำรับการทดลองที่ 4 (ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล) และตำรับการทดลองที่ 5 (ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล) ปริมาณ/ชนิดของปูนและปริมาณยิปซัม เป็นการใส่ในการทดลองที่ผ่านมา คือใส่ปูนโดโลไมท์ในทุกตำรับ ในอัตรา 3 กิโลกรัมต่อต้น สำหรับตำรับควบคุม และ 5 กิโลกรัมต่อต้นสำหรับตำรับอื่นๆ ส่วนตำรับที่ใส่ยิปซัมได้ใส่ในอัตรา 3 กิโลกรัมต่อต้น

ตำรับการทดลองที่มีการฉีดพ่นปุ๋ย เริ่มเมื่อผลสะละอายุได้ 1 เดือน โดยฉีดพ่นทั้งหมด 6 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 2 สัปดาห์ โดย 3 ครั้งแรกเป็นการฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอน (ในรูป Solubor) ครั้งที่ 4-6 เป็นการฉีดพ่นเฉพาะแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว ความเข้มข้นของปุ๋ยที่ฉีดพ่นคือ 2% $CaCl_2$ และ 0.15% Solubor โดยจะฉีดให้กับผลสะละโดยตรง ฉีดให้ชุ่มทั้งทะลาย นั่นคือฉีดพ่นโบรอนในช่วงที่ผลสะละอายุได้ 1-2 เดือน ส่วนแคลเซียมฉีดพ่นในช่วงที่ผลอายุได้ 1-3 เดือนครึ่ง

เก็บตัวอย่างผลสะละทุกเดือนตั้งแต่ผลสะละมีอายุได้ 1 เดือน เพื่อศึกษาการสะสมธาตุอาหารในผลสะละ โดยเก็บก่อนที่จะฉีดพ่นปุ๋ยในครั้งนั้น จนกระทั่งถึงแก่เก็บเกี่ยว ซึ่งเก็บผลสะละทั้งหมด 9 ครั้ง

สมบัติของดินก่อนเริ่มการทดลอง มีปฏิกิริยาดิน (pH) เป็นกรดจัดมาก ถึงเป็นกรดจัด (4.67-5.26) พืชไม่ได้รับความเสียหายเนื่องจากความเค็มของดิน (EC 322-450 $\mu S\ cm^{-1}$) อินทรียวัตถุปานกลางถึงสูง (2.32-2.79%) ฟอสฟอรัสสูงมาก (1,130-1,569 $mg\ kg^{-1}$) โพแทสเซียมปานกลาง (99.1-137 $mg\ kg^{-1}$) แคลเซียมและแมกนีเซียมปานกลาง (383-693 mg Ca kg^{-1}และ 47.6-57.4 mg Mg kg^{-1}) เหล็กสูง (60.8-76.3 $mg\ kg^{-1}$) แมงกานีสและสังกะสีปานกลาง (3.14-4.86 และ 1.65-2.59 $mg\ kg^{-1}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ) ส่วนทองแดงและโบรอนมีปริมาณอยู่ในพิสัย 2.43-3.66 mg Cu kg^{-1} และ 0.41-0.51 mg B kg^{-1}

ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก และ แมงกานีสในใบสะละก่อนเริ่มการทดลอง มีความเข้มข้นเฉลี่ยทุกตำรับการทดลองอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานพอดี (เฉลี่ย 2.18% N, 0.13% P, 0.74% K, 149 mg Fe kg^{-1} 138 mg Mn kg^{-1}) ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียม แมกนีเซียม และสังกะสีต่ำกว่าช่วงค่ามาตรฐานพอดี (0.35% Ca, 0.13% Mg และ 11.5 mg Zn kg^{-1})

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละ นอกจากธาตุเหล็กซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อผลสะละอายุมากขึ้นแล้ว *ธาตุอาหารหลัก* (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ความเข้มข้นลดลงอย่างชัดเจนในช่วงที่ผลสะละอายุระหว่าง 2-4 หรือ 2-6 เดือน หลังจากนั้นความเข้มข้นของ N และ P ไม่ต่างจากเดิมมากนัก ส่วน K เพิ่มขึ้นชัดเจนกว่าสองธาตุที่กล่าวมา *ธาตุอาหารรอง* (แคลเซียมและแมกนีเซียม) ในช่วง 4-5 เดือนแรกความเข้มข้นในลดลงอย่างชัดเจน หลังจากนั้นไม่ต่างกันมากนัก แม้ว่าจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยก็ตาม ความเข้มข้นของ*แมงกานีสและสังกะสี*ลดลงมากกว่าในช่วงที่ผลสะละมีอายุ 2-5 เดือน หลังจากนั้นค่อนข้างไม่แตกต่างกันมากนักแม้ว่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วน*โบรอนกับทองแดง* มีส่วนคล้ายกันเฉพาะช่วงแรกมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น และต่างกันในส่วนที่ความเข้มข้นของโบรอนลดลงจนถึงอายุ 7 เดือน และเพิ่มขึ้นบ้างในช่วงแก่เก็บเกี่ยว ในขณะที่ทองแดงมีความเข้มข้นลดลงจนถึงอายุ 4-5 เดือน และเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งในช่วง 6 เดือน หลังจากนั้นลดลงจนถึงอายุแก่เก็บเกี่ยว

การฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอน มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของโบรอนในเนื้อสะละมากกว่าที่พบในธาตุแคลเซียม โดยตลอดช่วงการเจริญเติบโตของผลสะละพบว่าตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 มีความเข้มข้นของโบรอนสูงมาก โดยเฉพาะในช่วงอายุ 2-5 เดือน

เปลือกสะละมีความเข้มข้นธาตุอาหารส่วนใหญ่ในสูงกว่าที่พบในเนื้อสะละ ยกเว้นฟอสฟอรัสที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับหรือน้อยกว่าเล็กน้อย ธาตุอาหารส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อผลสะละมีอายุมาก ธาตุอาหารในเปลือกสะละที่ได้รับอิทธิพลอย่างชัดเจนจากการฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอน ได้แก่ โบรอน แคลเซียม แมกนีเซียม และแมงกานีส โดยเมื่อผลสะละอายุ 2-5 เดือนทุกตำรับการทดลองมีความเข้มข้นของโบรอนลดลงตามอายุของช่วงนี้ หลังจากนั้นความเข้มข้นลดลงจากเดิมเล็กน้อยและไม่ต่างกันมากนักจนถึงอายุแก่เก็บเกี่ยว ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 มีความเข้มข้นของโบรอนสูงกว่าที่พบในตำรับทดลองที่ 1 ถึง 3 อย่างเห็นได้ชัด ตำรับการทดลองที่ 3 ถึง 5 มีความเข้มข้นของแคลเซียมสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 อย่างชัดเจนโดยเฉพาะเมื่อผลสะละอายุ 3-5 เดือน ในขณะที่ความเข้มข้นของแมกนีเซียมลดลงในช่วงอายุ 1-3 เดือน และ 4-6 เดือน และเพิ่มขึ้นบ้างจนถึงช่วงแก่เก็บเกี่ยว ความเข้มข้นของแมงกานีสมีมากที่สุดในตำรับการทดลองที่ 4 ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 3 ต่ำที่สุดแทบทุกเดือน ในช่วงที่ผลสะละอายุ 1-3 เดือนความเข้มข้นของแมงกานีสทุกตำรับการทดลองลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้นความเข้มข้นลดลงจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดิมแต่ไม่ค่อยต่างกันมากนักสำหรับตำรับการทดลองที่ 1 ถึง 3 ส่วนตำรับการทดลองที่ 4 ในเดือนที่ 4 ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมาก หลังจากนั้นลดลงจนถึงเดือนที่ 7 และเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในเดือนที่ 8 ก่อนที่จะลดลงอีกครั้งหนึ่งในช่วงอายุแก่เก็บเกี่ยว

เนื้อสะละอายุแก่เก็บเกี่ยว ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียมและแมกนีเซียม (0.85-0.94% N, 1.76-1.86% K และ 496-550 mg Mg kg^{-1}) ส่วนความเข้มข้นของธาตุอาหารที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ฟอสฟอรัส (0.136-0.155%) แคลเซียม (111-170 mg kg^{-1}) เหล็ก (17.1-21.1 mg kg^{-1}) แมงกานีส (6.54-10.2 mg kg^{-1}) ทองแดง (1.45-1.94 mg kg^{-1}) สังกะสี (10.3-12.3 mg kg^{-1}) และโบรอน (5.46-10.8 mg kg^{-1}) ในขณะที่เปลือกสะละอายุแก่เก็บเกี่ยวมีเฉพาะเหล็กและสังกะสีเท่านั้นที่ความเข้มข้นไม่แตกต่างทางสถิติ (25.7-52.2 mg kg^{-1} และ 11.4-13.3 mg kg^{-1} ตามลำดับ) ส่วนธาตุอื่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน (0.43-0.50%) และฟอสฟอรัส (0.044-0.060%) น้อยกว่าที่พบในเนื้อสะละ ในขณะที่โพแทสเซียม (2.32-2.77%) เหล็ก แมงกานีส (41.1-113 mg kg^{-1}) และทองแดง (9.32-12.3 mg kg^{-1}) มีมากกว่า ส่วนแคลเซียม (1,848-3,982 mg kg^{-1}) สูงกว่าความเข้มข้นที่พบในเนื้อสะละอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่สังกะสีสูงกว่าที่พบในเนื้อสะละเล็กน้อย *โบรอน (B)* ของตำรับการทดลองที่ 4, และ 5 สูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 อย่างชัดเจน

การดูดใช้ธาตุโบรอนในเนื้อสะละแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (23.3-41.1 µg $fruit^{-1}$) โดยตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ดูดใช้โบรอนมากกว่าตำรับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 อย่างเห็นได้ชัด (36.0-41.4 µg $fruit^{-1}$ และ 23.3-29.7 µg $fruit^{-1}$ ตามลำดับ) ส่วนธาตุอื่นๆไม่แตกต่างกันทางสถิติ เปลือกสะละดูดใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สังกะสี และโบรอนได้น้อยกว่าที่พบในเนื้อสะละ แต่ดูดใช้ธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส และทองแดงได้มากกว่าที่พบในเนื้อสะละ

การดูดใช้ธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีสอาหารในเปลือกสะละ ไม่แตกต่างทางสถิติ ส่วนธาตุอื่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตำรับการทดลองมีอิทธิพลอย่างมากต่อการดูดใช้แคลเซียมและโบรอนในเปลือกสละ ตำรับการทดลองที่ได้รับแคลเซียมและโบรอนเพิ่ม (4 และ 5) ดูดใช้ธาตุเหล่านี้สูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองอื่น

สัดส่วนธาตุอาหารที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเนื้อสะละได้แก่ N/Ca, K/Ca, Ca/Mg, (K+Mg)/Ca และ Ca/B โดยที่ สัดส่วน N/Ca, K/Ca และ (K+Mg)/Ca ของตำรับการทดลองที่ 5 สูงกว่าที่พบในตำรับอื่น ส่วนสัดส่วน Ca/Mg ของตำรับการทดลองที่ 5 ต่ำกว่าที่พบในตำรับการทดลองอื่น ในขณะที่สัดส่วน *Ca/B* ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ต่ำที่สุด

เปลือกสะละมีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสัดส่วนธาตุอาหาร สัดส่วนธาตุอาหารที่ต่ำกว่าที่พบในเนื้อสะละได้แก่ N/K, N/Ca, K/Ca, K/Mg, K/(Ca+Mg) และ (K+Mg)/Ca สัดส่วนธาตุอาหารที่ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ต่ำกว่าตำรับการทดลองอื่น ได้แก่ N/Ca, K/Ca, K/Mg, (K+Mg)/Ca

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัดส่วนธาตุอาหารที่พบในเนื้อสะละมากกว่าเปลือกสะละ คือ N/K, N/Ca, K/Ca, K/Mg, (K+Mg)/Ca และ K/(Ca+Mg) ในขณะที่สัดส่วน Ca/Mg และ Ca/B ของเปลือกสะละสูงกว่าที่พบในเนื้อสะละ

การดูดใช้ธาตุอาหารที่ไม่แตกต่างทางสถิติในเนื้อสะละระหว่างผลปกติและผลดำ คือ ฟอสฟอรัส และเหล็ก ส่วนการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอน แตกต่างกันทางสถิติระหว่างเนื้อสะละผลปกติและผลดำ โดยที่เนื้อสะละผลดำดูดใช้ธาตุดังกล่าวสูงกว่าที่พบในเนื้อสะละผลปกติ

การดูดใช้ธาตุอาหารที่ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างเปลือกสะละผลปกติและผลดำ ได้แก่ แคลเซียม เหล็ก และทองแดง ส่วนธาตุอาหารที่การดูดใช้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเปลือกสะละผลปกติและผลดำ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส สังกะสี และโบรอน ซึ่งเปลือกสะละผลดำดูดใช้มากกว่าที่พบในผลปกติ เช่นเดียวกับที่พบในเนื้อสะละ

ธาตุอาหารที่เนื้อสะละดูดใช้ได้มากกว่าเปลือกสะละ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สังกะสีและโบรอน ส่วนธาตุอื่นดูดใช้น้อยกว่าที่พบในเปลือกสะละ โดยที่การดูดใช้แคลเซียมกับแมงกานีสต่ำกว่าที่พบในเปลือกสะละอย่างมาก

สัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อสะละผลปกติและผลดำที่ไม่แตกต่างทางสถิติ ได้แก่ N/K และ Ca/Mg) สัดส่วนธาตุอาหารที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าส่วนใหญ่ผลปกติมีค่าสูงกว่าผลปกติ ยกเว้น Ca/B ที่ต่ำกว่าผลดำ ในขณะที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของสัดส่วนธาตุอาหารระหว่างเปลือกสะละผลปกติและผลดำ

คุณภาพผลผลิต พบว่า มีเฉพาะความหวาน (องศาบริกซ์- $^{\circ}$Brix) และความเป็นกรดที่ไตเตรทได้ (Titrable acidity) เท่านั้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 มีค่าองศาบริกซ์ต่ำที่สุดและตำรับการทดลองที่ 1 สูงที่สุด ตำรับการทดลองที่ 4 มีความเป็นกรดที่ไตเตรทได้ต่ำที่สุด ตำรับการทดลองที่ 1 มีจำนวนผลดำมากที่สุด (83.9%) ส่วนตำรับการทดลองอื่นมีจำนวนผลปกติอยู่ในพิสัย 31.4-45.8% และมีแนวโน้มว่าตำรับการทดลองที่ 1 มีน้ำหนักทั้งผล น้ำหนักเนื้อทั้งผล และน้ำหนักเมล็ดต่ำกว่าตำรับทดลองอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนต่อคุณภาพผล การเจริญเติบโต และการสะสมธาตุอาหารในผลสะละ

Effect of Calcium and Boron Fertilizers on Fruit Quality, Growth and Nutrient Uptake in Sala Fruit

Abstract

To determine the effect of calcium and boron applications on mitigating the disorder, growth and nutrient of sala fruit, the consequence study was conducted on the previous-studied sala orchard. The previous-studied had conducted on 2009-2010. The variety of sala was "Noeng Wong" which sala in syrup was preferred to fresh consuming. Pre-test soil (0-20 cm depth) and leaf samplings for laboratory analyses were done following the standard methods. The experimental design was RCBD which consisted of 5 treatment 6 replications. There were 1) control, 2) soil gypsum, 3) soil gypsum and foliar calcium chloride, 4) soil gypsum and foliar calcium chloride and boron and 5) foliar calcium chloride and boron. Applications of gypsum and dolomitic limestone were done before staring of the previous experiment. For each tree, dolimitic limestone was applied in rate of 3 to 5 kilograms depending on soil pH, Ca and Mg contents, and 3 kilograms a tree for gypsum.

For foliar treatments, since 1 month of fruit age, 6 times of application were done every 2 weeks. The first 3 times of application, B was applied together with Ca. For the latter 3 times, only Ca was sprayed. For calcium, 2% of $CaCl_2.2H_2O$ was used whilst the 0.15% solubor for boron. The ages of sala fruit for foliar sprayed were 1-2 months for B and 1-3 months for Ca. Fruit samplings for nutrient analyses were done every month since 1 month age up to the harvesting time, thus 9 sets of sampling were done.

The soil had very strongly to strongly acid reaction (pH 4.67-5.26) and non suffered from salinity, considering from the electrical conductivity (EC 322-450 µS cm^{-}). Organic matter contents were medium to high (OM 2.32-2.79%) and very high available phosphorus (1,130-1,569 mg kg^{-1}). Potassium, calcium, magnesium, manganese and zinc were medium (99.1-137 mg K kg^{-1}; 383-693 mg Ca kg^{-1}; 47.6-57.4 mg Mg kg^{-1}; 3.14-4.86 4 mg Mn kg^{-1} and 1.65-2.59 mg Zn kg^{-1}. Iron was high (60.8-76.3 mg kg^{-1}). And the contents of copper and boron were 2.43-3.66 mg Cu kg^{-1} and 0.41-0.51 mg B kg^{-1}.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pre-tested leaf analyses data showed that N, P, K, Fe and Mn concentrations were sufficient, according to the standard levels (2.18% N, 0.13% P, 0.74% K, 149 mg Fe kg^{-1} 138 mg Mn kg^{-1}). In contrast, Ca, Mg and Zn contents were under the sufficient levels (0.35% Ca, 0.13% Mg and 11.5 mg Zn kg^{-1}).

Variations of nutrients in flesh, Fe had trend to increase with age. The concentrations of N, P and K clearly decreased with ages of 2-4, and 2-6 months. Then no changes for N and P, while for K, clearly increase than the former two elements up to the harvesting time. At 4-5 months age, Ca and Mg abruptly decreased, after that slightly increased. At the first stage, B and Cu increased with time. Then B slightly decreased to 7 months age, and somewhat increased to the harvesting time. Copper decreased with time to 4-5 months, then gradually increased to 6 months, after that decreased.

Foliar application of $CaCl_2$ and B played more role to flesh B than the flesh Ca. Treatment 4 (soil gypsum and foliar calcium chloride and boron) and 5 (foliar calcium chloride and boron) had the highest B in flesh, especially in the 2-5 months fruit age.

Nutrient concentrations in peel were higher than the ones in flesh, in most the cases. The exception was P with more or less similar. As observed in flesh, concentrations of nutrients had tendency to decrease with age. And foliar application of $CaCl_2$ and B had highly influences on peel B, Ca, Mg and Mn. On 2-5 months age, peel B abruptly decreased with time, then slightly decreased and had more or less similar to the harvesting time. Treatment 4 and 5 had the highest peel B. Treatment 3, 4 and 5 had higher peel Ca than did the treatment 1 and 2, especially on 3-5 months age. For peel Mg, it decreased with time on 1-3, and 4-6 months age, then increased to the harvesting time. The highest peel Mn was noticed in treatment 4, whilst treatment 3-the lowest. On time of 1-3 months, Mn distinctly decreased for all treatments, then slightly decreased to the harvesting for treatment 1, 2 and 3. For treatment 4, the concentration sharply increased to 4 month, then decreased to 7 months. Finally, increased again to 8 month and slightly decreased to the harvesting time.

Maturity, flesh N, K, and Mg were non-significant differ (0.85-0.94% N, 1.76-1.86% K และ 496-550 mg Mg kg^{-1}) while the remaining nutrients were significant (0.136-0.155% P; 111-170 mg Ca kg^{-1}; 17.1-21.1 mg Fe kg^{-1}; 6.54-10.2 mg Mn kg^{-1}; 1.45-1.94 mg Cu kg^{-1}; 10.3-12.3 mg Zn kg^{-1}; 5.46-10.8 B mg kg^{-1}). For peel, Fe and Zn were non-significant (25.7-52.2 mg Fe kg^{-1} and 11.4-13.3 mg Zn kg^{-1}) whilst the other significantly differed. Peel contained less N (0.43-0.50%) and P (0.044-0.060%) and more K (2.32-2.77%), Fe, Mn (41.1-113 mg kg^{-1}) and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cu (9.32-12.3 mg kg^{-1}) than flesh. Peel Ca (1,848-3,982 mg kg^{-1}) was extremely higher than flesh Ca, and slightly higher for Zn. Treatment 4 and 5 contain higher B than treatment 1, 2 and 3.

Boron uptake in flesh was significantly differed, treatment 4 and 5 had higher uptake than the remaining treatments (36.0-41.4 µg $fruit^{-1}$ and 23.3-29.7 µg $fruit^{-1}$, respectively). Uptakes of N, P, K, Zn and B in peel were lower than those presented in flesh. However, Ca-, Mg-, Fe-, Mn- and Cu-uptakes were higher. Peel uptakes of N, P, K, Zn and B were not significant while the others significantly differ. Treatments paid high effects on Ca- and B-uptake, the Ca and B-containing treatments (4 and 5)-the higher Ca- and B-uptake.

The different of N/Ca, K/Ca, Ca/Mg, (K+Mg)/Ca and Ca/B ratios in flesh were significant. The ratios of N/Ca, K/Ca and (K+Mg)/Ca of treatment 5 were higher than, while the Ca/Mg was lower the remaining ones. In case of Ca/B, the lowest ratio was observed in treatment 4 and 5.

All ratios of nutrient in peel were significantly differed. The N/K, N/Ca, K/Ca, K/Mg, K/(Ca+Mg) and (K+Mg)/Ca were lower than those found in flesh. Treatment 4 and 5 had lower ratios of N/Ca, K/Ca, K/Mg, (K+Mg)/Ca than the remaining treatments.

The ratios of N/K, N/Ca, K/Ca, K/Mg, (K+Mg)/Ca and K/(Ca+Mg) in flesh were higher than in peel whilst Ca/Mg and Ca/B were lower than in peel.

Nutrient uptakes of flesh, among the normal and disorder fruit, the significant different were N-, K-, Ca-, Mn-, Cu- Zn- and B-uptake. Flesh of disorder fruit had more uptake than the normal one. Similarly, peel of disorder fruit also had more uptake than the normal one. The significantly different among two types of fruit were N, P, K, Mg, Mn, Zn and B.

Flesh had higher N-, P-, K-, Zn- and B- uptake than peel. However, Ca- and Mn-uptake were much less than peel.

Nutrient ratios, N/K and Ca/Mg were non-significant differ among flesh of normal and disorder fruit. In most, normal fruit had higher ratios of nutrient than those noticed in the disorder fruit, except Ca/B. For Peel, non-significant of nutrient ratio were determined.

For fruit quality, only ^{O}Brix and titrable acidity differed significantly. Treatment 4 and 5 had the lowest ^{O}Brix and treatment 1- the highest. And treatment 4 had the lowest tritrable acidity. Treatment 1 contained the highest disorder fruit (83.9%) whilst the others contained 31.4-45.8% normal fruit. The weight of whole fruit, flesh and seed of treatment 1 had trend to lower than the other.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนงบประมาณแผ่นดินเพื่อการทำวิจัยครั้งนี้เป็นจำนวนเงิน 300,000 บาทถ้วน

ขอขอบคุณหลักสูตรปฐพีวิทยา สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้โอกาสในการทำวิจัยครั้งนี้

กราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำในการทำงานวิจัยครั้งนี้ และทุกๆครั้งที่ผ่านมา ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

กราบขอบพระคุณคุณลุงตระกูล ผลพืช เจ้าของสวนสะละในจังหวัดจันทบุรีที่เอื้อเฟื้อให้ใช้สวนสะละเป็นแปลงทดลอง

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ต่างๆในการวิเคราะห์ดินและพืช

ขอขอบคุณ คุณวรรณิศา พลัดบุญทอง ที่ให้ความช่วยเหลือในการออกภาคสนาม เก็บตัวอย่างดินและพืช ตลอดจนการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ ลูกศิษย์และนักศึกษาหลักสูตรปฐพีวิทยาทุกคน ที่สละเวลามาช่วยงานในช่วงเร่งด่วน

ผู้วิจัย

สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ii
Abstract	vi
กิตติกรรมประกาศ	ix
สารบัญเรื่อง	x
สารบัญตาราง	xi
สารบัญรูป	xii
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
วิธีศึกษา	10
ผลการศึกษาและวิจารณ์	14
- สมบัติทางเคมีบางประการของดิน	14
- ปริมาณธาตุอาหารในใบสะละก่อนการทดลอง	19
- ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละ	24
- ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเปลือกสะละ	34
- ความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลสะละอายุแก่เก็บเกี่ยว	46
- การดูดใช้ธาตุอาหาร (uptake) ในเนื้อสะละและเปลือกสะละ	48
- สัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อสะละและเปลือกสะละ	50
- คุณภาพผลผลิต	53
- ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละและเปลือกสะละผลปกติและผลดำ	54
- การดูดใช้ธาตุอาหาร (uptake) ในเนื้อสะละและเปลือกสะละผลปกติและผลดำ	55
- สัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อสะละและเปลือกสะละผลปกติและผลดำ	56
- คุณภาพของสะละผลปกติและผลดำ	56
สรุปและข้อเสนอแนะ	64
เอกสารอ้างอิง	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
1	แสดงรายการวิเคราะห์ดินและพืช	10
2	ค่าเฉลี่ยสมบัติทางเคมีของดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม.	17
3	สมบัติทางเคมีของดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ในแต่ละตำรับการทดลอง	18
4	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบสะละก่อนการทดลอง	22
5	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบสะละของแต่ละตำรับการทดลอง	23
6	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นธาตุอาหารในเนื้อสะละ (น้ำหนักสด)	30
7	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละของทุกต้นในแต่ละตำรับทดลอง	32
8	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นธาตุอาหารในเปลือกสะละ (น้ำหนักสด)	42
9	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเปลือกสะละทุกต้นของแต่ละตำรับการทดลอง (น้ำหนักสด)	44
10	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสะละแต่ละตำรับทดลอง (Dry weight)	58
11	การดูดใช้ (Uptake) ธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสะละแต่ละตำรับทดลอง	59
12	สัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสะละแต่ละตำรับทดลอง	60
13	คุณภาพผลผลิตสะละของแต่ละตำรับทดลอง	61
14	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสะละผลปกติและผลดำ	62
15	การดูดใช้ธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสะละผลปกติและผลดำ	62
16	สัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสะละผลปกติและผลดำ	63
17	คุณภาพของสะละผลปกติและผลดำ	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	เรื่อง	หน้า
1	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละอายุ 2-9 เดือน	28
2	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเปลือกสะละอายุ 1-9 เดือน	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนต่อคุณภาพผล การเจริญเติบโตและการสะสมธาตุอาหารในผลสะละ

Effect of Calcium and Boron Fertilizers on Fruit Quality, Growth and Nutrient Uptake in Sala Fruit

คำนำ

สะละเป็นพืชในสกุลระกำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ปลูกมากในภาคตะวันออก ในช่วงแรกของการปลูก ผลผลิตที่ได้มีราคาสูงมาก ทำให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูก และเพิ่มปริมาณปุ๋ยเพื่อให้ได้ผลผลิตมากขึ้น แต่เนื่องจากขาดความรู้ด้านการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้อง จึงทำให้คุณภาพของผลผลิตลดลงอย่างมาก เช่นมีอาการหัวยุบ หัวดำ ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด และราคาผลผลิตลดลงอย่างมาก

ข้อมูลเบื้องต้นจากการศึกษาของพรทิวา และนารี (2554) ซึ่งทดลองในสวนสะละของเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรีที่เป็นดินร่วนปนทราย (อนุภาคขนาดทรายมากกว่า 60% อนุภาคขนาดดินเหนียวต่ำกว่า 20%) พบว่าต้นสะละในตำรับทดลองที่ใส่แคลเซียมและ/หรือโบรอนให้ผลผลิตที่เป็นผลปกติสูงกว่าที่พบในตำรับควบคุม (ซึ่งไม่ใส่แคลเซียมและโบรอน) แสดงว่าแคลเซียมและโบรอนเป็นธาตุที่มีความสำคัญยิ่งต่อคุณภาพของสะละ

อย่างไรก็ตาม การศึกษาการตอบสนองของพืชต่อปุ๋ยที่ใส่ลงไปในไม้ผลจะต้องกระทำต่อเนื่องหลายปี เพราะการตอบสนองต่อปุ๋ยในไม้ผลส่วนใหญ่จะค่อนข้างช้า เนื่องจากไม้ผลมักจะเก็บสะสมธาตุอาหารไว้ในส่วนต่าง ๆของต้น เช่น ราก ลำต้น และกิ่งก้าน Smith et al. (1985) รายงานว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบถั่วพีแคน (pecan) มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ และมีการตอบสนองต่อปุ๋ยค่อนข้างรวดเร็ว ส่วนโพแทสเซียมมีการตอบสนองช้าและไม่พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมในใบจนกระทั่งการทดลองในปีที่ 3 และปริมาณโพแทสเซียมในใบเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในการทดลองปีที่ 5 และปีที่ 6 ในขณะที่ Worley (1990) รายงานว่าถ้าพืชได้รับไนโตรเจนอย่างเพียงพอมาก่อน ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบจะค่อนข้างคงที่เป็นเวลาหลายปี ซึ่งในการศึกษาเป็นเวลา 16 ปี พบว่าต้องใช้เวลาถึง 6 ปี จึงจะพบความแตกต่างของไนโตรเจนในใบระหว่างตำรับการทดลองต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม แคลเซียมและโบรอนเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ในพืช ดังนั้น การตอบสนองต่อปุ๋ยที่พืชได้รับ น่าจะใช้เวลามากขึ้นในการพบการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในไม้ผล และในการศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดปัญหาการเกิดเนื้อแก้วและยางไหลในมังคุดในภาคตะวันออกของประเทศไทยต่อเนื่องเป็นปีที่ 2 ของ รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม (ให้คำปรึกษาเป็นการส่วนตัว) พบว่าอาการเนื้อแก้ว และเนื้อแก้ว-ยางไหลในผลมังคุดเกิดจากการที่ผลมังคุดมีธาตุโพแทสเซียมและแคลเซียมในอัตราที่ไม่เหมาะสม และยังพบอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าการใส่แคลเซียมทางดิน ร่วมกับการฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนให้แก่ใบและผล ทำให้อาการเนื้อแก้ว/ยางไหลลดลง และคุณภาพโดยรวมของผลดีขึ้น

จากที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่า การทดลองที่ดำเนินการมาเพียงปีเดียวนั้นไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาวิจัยต่อไป

แคลเซียมเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ในพืช จึงมีการเคลื่อนที่ไปยังผลน้อย ทำให้การสะสมแคลเซียมเกิดมากในช่วงที่ผลมีขนาดเล็ก เนื่องจากช่วงที่ผลมีขนาดเล็กจะมีพื้นที่ต่อหน่วยน้ำหนักมาก จึงมีการคายน้ำสูง แคลเซียมซึ่งเคลื่อนที่ได้เฉพาะในท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ของพืชเท่านั้นจึงไปสะสมได้ดีในช่วงที่ผลมีขนาดเล็ก (Bangerth, 1979) แต่เมื่อผลมีขนาดใหญ่ขึ้น การคายน้ำของผลน้อยลงทำให้อัตราการสะสมแคลเซียมในผลลดลงตามไปด้วย (Faust, 1989)

นอกจากการใส่แคลเซียมและ/หรือโบรอนจะทำให้ผลสะละปรากฏลักษณะหัวยุบ หัวดำลดลงอย่างชัดเจนแล้ว การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในผลสะละจากตำรับที่ได้รับแคลเซียมและ/หรือโบรอนก็เพิ่มขึ้นด้วย (พรทิวาและนารี, 2554) โดยในการทดลองดังกล่าว ได้ฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนเป็นระยะๆ ตั้งแต่สะละเริ่มติดผล จำนวน 6 ครั้งและ 3 ครั้ง ตามลำดับ หากทราบช่วงเวลาที่ผลสะละสะสมธาตุอาหารสูงสุด จะช่วยลดปริมาณปุ๋ย จำนวนครั้งที่ฉีดพ่นและแรงงานในการฉีดพ่น อันเป็นการลดต้นทุนการผลิต ดังนั้น จึงควรศึกษาแนวโน้มการสะสมธาตุอาหารในผลสะละ เพื่อเป็นแนวทางในการแนะนำช่วงเวลาที่จะฉีดพ่นธาตุอาหารให้แก่สะละ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของการใส่แคลเซียมในการบรรเทาอาการหัวยุบ หัวดำของผลสะละ
2. เพื่อศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตและการสะสมธาตุอาหารในผลสะละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

แคลเซียมในพืช

แคลเซียม (Ca) เป็นหนึ่งในธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช มีบทบาทสำคัญในพืช คือ รักษาความแข็งแรงของเซลล์และความสามารถในการส่งผ่านของเซลล์เมมเบรน ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง เพิ่มการงอกและการเจริญเติบโตของละอองเกสร (pollen germination and growth) กระตุ้นเอนไซม์ที่มีส่วนร่วมในการแบ่งเซลล์ในช่วง mitosis การแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ อีกทั้งมีความสำคัญในการสังเคราะห์โปรตีนและการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้การมีแคลเซียมอาจช่วยลดความเป็นพิษของโลหะหนักที่พบในพืช (Jones, 1998) อีกทั้งแคลเซียมยังมีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณภาพของผลไม้ และทำให้เก็บรักษาผลไม้ได้นานขึ้น แคลเซียมช่วยเพิ่มการดูดกินไนเตรทจึงมีความสัมพันธ์กับเมตาบอลิซึมของไนโตรเจน นอกจากนี้แคลเซียมยังช่วยควบคุมการดูดกินไอออนประจุบวกบางอย่างด้วย เช่นในสภาพที่ขาดแคลเซียม พืชจะดูดกินโพแทสเซียมและโซเดียมในสัดส่วนที่เท่ากัน แต่ถ้ามีแคลเซียม พืชจะดูดกินโพแทสเซียมมากกว่าโซเดียม (Havlin, *et al.*, 2005)

ปริมาณแคลเซียมที่พบในพืชมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 0.20-5.00 ของน้ำหนักแห้งของใบ ปริมาณที่พบผันแปรไปตามชนิดของพืชโดยที่พืชให้เมล็ดมีแคลเซียมต่ำที่สุด ในขณะที่ผักและไม้ผลมีแคลเซียมสูง ใบพืชที่แก่กว่าจะมีแคลเซียมสูงกว่าใบอ่อน เนื่องจากแคลเซียมไม่เคลื่อนที่ในพืช (Jones, 1998)

พืชดูดกินแคลเซียมจากสารละลายดินและจากส่วนที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable site) ในรูป Ca^{2+} ในแทบทุกกรณีการดูดกินและการเคลื่อนย้ายแคลเซียมภายในต้นพืชส่วนใหญ่เป็นกระบวนการที่ไม่ใช้พลังงาน (passive processes) และอัตราการคายน้ำมีอิทธิพลอย่างมากต่อการดูดกินแคลเซียมของพืช (Foth and Ellis, 1997) การที่แคลเซียมเข้าสู่รากพืชโดยวิธี mass flow คือไปกับการไหลของน้ำ และอัตราการคายน้ำมีผลโดยตรงต่ออัตราและปริมาณการเคลื่อนที่ของแคลเซียมเข้าสู่รากพืช ทำให้พืชดูดใช้แคลเซียมได้น้อยในวันที่ฝนตกหรือท้องฟ้ามืดครึ้ม ถ้าสภาวะเช่นนี้เกิดขึ้นในช่วงที่มีพัฒนาการของผล (fruit development) ก็จะกระตุ้นให้พืชบางอย่าง เช่น มะเขือเทศและแตงโม แสดงอาการขาดแคลเซียมออกมาให้เห็น ส่วนพืชชนิดอื่น เช่น ถั่วลิสง และคื่นไช่ (celery) ก็อาจแสดงอาการขาดแคลเซียมเมื่อปลูกบนดินซึ่งพืชชนิดอื่นไม่ปรากฏอาการขาดให้เห็น

เมื่อเข้าไปอยู่ในต้นพืช แคลเซียมจะไม่เคลื่อนที่ภายในต้นพืช ทำให้ส่วนของพืชที่มีการเจริญเติบโตมีแคลเซียมต่ำกว่าใบ นอกจากนี้ ส่วนของพืชที่มีท่อลำเลียงน้ำอยู่น้อยก็อาจได้รับแคลเซียมไม่เพียงพอ แม้ว่าใบจะมีแคลเซียมเพียงพอก็ตาม (Havlin, *et al.*, 2005) การที่แคลเซียมไม่เคลื่อนที่ในพืช ทำให้การเคลื่อนที่ไปยังผลมีน้อย การสะสมแคลเซียมในผลจึงเกิดมากในช่วงที่ผลมีขนาดเล็ก เนื่องจากเป็นช่วงที่ผลมีพื้นที่ต่อหน่วยน้ำหนักมาก จึงมีการคายน้ำสูง แคลเซียมซึ่งเคลื่อนที่ได้เฉพาะในท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ของพืชเท่านั้นจึงไปสะสมได้ดีในช่วงดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Bangerth, 1979) แต่เมื่อผลมีขนาดใหญ่ขึ้น การคายน้ำของผลน้อยลงทำให้อัตราการสะสมแคลเซียมในผลลดลงตามไปด้วย (Faust, 1989)

อาการขาดแคลเซียมมักปรากฏให้เห็นเฉพาะที่ (localized) เช่น ปรากฏที่ผล ส่วนที่สะสมอาหาร (storage organs) หรือปลายยอด ซึ่งส่วนเหล่านี้ของพืชมีแคลเซียมต่ำโดยธรรมชาติอยู่แล้ว ตัวอย่างอาการขาดแคลเซียมในพืช ได้แก่ bitter pit ในผลแอปเปิ้ล, อาการก้นเน่า (blossom end rot) ในมะเขือเทศ, ปลายใบไหม้ (tip burn) ของ lettuce, black heart ของ celery, อาการไส้กลวงในถั่วลิสง (Mortvedt and Cox, 1985) รวมทั้งอาการเนื้อแก้วในผลมังคุด (วรรณิศาและสุมิตรา, 2549) การเคลื่อนที่ของแคลเซียมไปยังรากพืชก็เกิดได้น้อยเช่นกัน พืชที่ขาดแคลเซียมจึงมีระบบรากน้อย ทำให้ไม่สามารถแผ่ออกไปหาแคลเซียมที่มีต่ำอยู่แล้วในดิน อีกทั้งมีเฉพาะส่วนปลายรากที่ยังอ่อนอยู่เท่านั้นที่สามารถดูดกินแคลเซียมได้ ทำให้พืชได้รับแคลเซียมต่ำลงไปอีก (Foth and Ellis, 1997)

แคลเซียมในดิน

เปลือกโลกมีแคลเซียมประมาณร้อยละ 3.5 แต่ปริมาณ Ca^{2+} ในดินผันแปรไปตามภูมิภาคเนื้อดิน พัฒนาการของดินและกระบวนการชะละลาย (Foth and Ellis, 1997; Havlin, *et al.*, 2005) ดินทรายในมี Ca^{2+} ต่ำมาก ส่วนดินในเขตอบอุ่นชั้นที่ไม่ใช่ดินด่างโดยทั่วไปมี Ca^{2+} ร้อยละ 0.7-1.5 ในขณะที่ดินเขตร้อนซึ่งสลายตัวอย่างรุนแรงอาจมี Ca^{2+} เพียงร้อยละ 0.1-0.3 เท่านั้น ระดับ Ca^{2+} ในดินด่างจัดหรือดินเนื้อปูน ผันแปรตั้งแต่น้อยกว่าร้อยละ 1 จนถึงมากกว่าร้อยละ 25

แหล่งปฐมภูมิที่สำคัญของแคลเซียมในดิน ได้แก่ แร่อะนอร์ไทต์ (anorthite, $CaAl_2Si_2O_3$) ส่วนแร่อื่นๆ ที่ให้ธาตุแคลเซียมแก่ดิน ได้แก่ แอมฟิโบล ไพรอกซีน ไบโอไทต์ และ อะพาไทต์ เป็นต้น นอกจากนี้ ในเขตแห้งแล้งซึ่งมีฝนตกน้อยก็จะมีแคลเซียมในดินสูงมาก แร่ที่เด่นในเขตนี้ ได้แก่ แคลไซต์ (calcite, $CaCO_3$) โดโลไมท์ [dolomite, $CaMg(CO_3)_2$] และยิปซัม (gypsum, $CaSO_4.2H_2O$) (Havlin, *et al.*, 2005) ส่วนในอนุภาคขนาดทรายและขนาดทรายแป้งจะพบแคลเซียมในแร่เฟลด์สปาร์ เมื่อแร่เหล่านี้สลายตัวก็จะปลดปล่อย Ca^{2+} ออกสู่สารละลายดิน ซึ่งจะถูกประจุลบของแร่ดินเหนียวและฮิวมัสดูดซับเอาไว้และถือเป็นไอออนประจุบวกที่เด่นที่สุดในดินแทบทุกชนิด (Foth and Ellis, 1997) แคลเซียมในสารละลายดินของเขตอบอุ่นมีค่าอยู่ในพิสัย 30-300 ppm ส่วนเขตที่มีฝนตกมากกว่านี้อาจมี Ca^{2+} ในสารละลายดินเพียง 5-50 ppm ระดับ Ca^{2+} ในสารละลายดินเพียง 15 ppm ก็ถือว่าเพียงพอสำหรับพืชแทบทุกชนิด (Havlin, *et al.*, 2005) แม้ว่าแคลเซียมในดินจะมีปริมาณมากกว่าที่พืชต้องการเพื่อการเจริญเติบโตอย่างเหมาะสมก็ตาม แต่สิ่งนี้มีผลน้อยมากต่อการดูดกินแคลเซียมของพืช เนื่องจากการดูดกินแคลเซียมถูกควบคุมโดยพันธุกรรม ดินมีแคลเซียมสูงกว่าโพแทสเซียมหลายเท่า แต่พืชกลับดูดกินแคลเซียมได้น้อยกว่าโพแทสเซียม ทั้งนี้เนื่องจากมีเฉพาะส่วนของรากที่ยังอ่อนอยู่เท่านั้นที่สามารถดูดกินแคลเซียมได้

สภาพดินที่ขาดแคลเซียม โดยทั่วไปดินเนื้อหยาบ ดินเขตร้อน ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีแคลเซียมต่ำ ดินที่มีปฏิกิริยาดิน (pH) ต่ำกว่า 5.5 และดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำจะมีแคลเซียมต่ำตามไปด้วย (Foth and Ellis, 1997; Jones, 1998; Havlin, *et al.*, 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสาเหตุที่ทำให้พืชขาดแคลเซียมนั้น นอกจากการมีแคลเซียมต่ำในดินแล้ว สภาวะใดก็ตามที่ทำให้รากอ่อนของพืชมีน้อย จะลดการดูดกินแคลเซียมของพืชและชักนำให้เกิดการขาดแคลเซียม ปัญหาเกี่ยวกับการดูดกินแคลเซียมไม่เพียงพอมักสัมพันธ์กับระบบรากขนาดเล็กของพืชมากกว่าที่จะเกิดกับพืชที่มีระบบรากที่พัฒนาเต็มที่แล้ว (Havlin, *et al.*, 2005)

นอกจากนี้ แอมโมเนียม (NH_4^+-N) ก็สามารถทำให้เกิดการขาดแคลเซียมโดยลดการดูดกินแคลเซียมของพืช (Jones, 1998) อีกทั้งการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมลงไปในดินจะมีผลตกค้างทำให้ดินเป็นกรด และถ้าแอมโมเนียมเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (nitrification) ก็จะทำให้ดินเป็นกรดมากขึ้น แคลเซียมจึงมีโอกาสที่จะสูญเสียออกจากหน้าตัดดินมากขึ้นตามไปด้วย (Brady and Weil, 2002)

การมีแมกนีเซียมและ/หรือโพแทสเซียมในดินสูงกว่าแคลเซียมก็อาจทำให้พืชดูดกินแคลเซียมได้น้อยลง เนื่องจากธาตุดังกล่าวเกิดปฏิสัมพันธ์ของธาตุอาหารชนิดแข่งขันกัน (antagonistic reaction) (Brady and Weil, 2002)

อัตราการคายระเหยน้ำของพืชก็มีผลต่อปริมาณการดูดกินแคลเซียมของพืช แคลเซียมเคลื่อนที่ในดินโดยไปกับการไหลของน้ำ (Mass flow) ดังนั้น ดินแห้งก็ทำให้พืชดูดกินแคลเซียมได้น้อย วันที่ฝนตก ท้องฟ้ามืดครึ้มพืชคายน้ำได้น้อย การดูดกินแคลเซียมก็น้อยตามไปด้วย แม้ว่าในสารละลายดินจะมีแคลเซียมเพียงพอก็ตาม (Foth and Ellis, 1997)

ถ้าไม่รวมดินด่างจัดหรือดินเนื้อปูน (calcareous soils) ที่มีแคลเซียมสูงโดยกำเนิดอยู่แล้ว ดินในประเทศไทยแทบทั้งหมดมีโอกาสสูงมากที่แคลเซียมจะไม่พอต่อความต้องการของพืช เนื่องจากอยู่ภายใต้ภูมิอากาศร้อนที่อุณหภูมิสูงตลอดปีและฝนตกชุก จึงส่งเสริมการสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินทั้งทางกายภาพและทางเคมี ส่งผลให้ดินมีออกไซด์ของเหล็กและอะลูมินัมสูง ดินเป็นกรด ไอออนประจุบวกที่เป็นด่างจึงสูญหายไปจากหน้าตัดดิน และถ้าเป็นดินเนื้อหยาบก็ยิ่งทำให้ดูดยึดไอออนประจุบวกได้น้อยลงไปอีกทำให้แคลเซียมสูญเสียจากดินได้มาก โอกาสที่พืชจะขาดแคลเซียมจึงสูงตามไปด้วย

จังหวัดจันทบุรีอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน (Tropical monsoon: Am) ปริมาณฝนตกเฉลี่ย 2,977 มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันฝนตก 170 วัน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2525) ทำให้โอกาสที่แคลเซียมในสารละลายดินจะถูกชะละลายออกไปจากเขตรากพืชและหน้าตัดดินมีมาก ดินจึงมีแคลเซียมต่ำและเป็นดินกรด (Brady and Weil, 2012) อีกทั้งส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อหยาบ จึงมีความสามารถต่ำในการดูดซับไอออนประจุบวก ทำให้แคลเซียมสูญเสียจากดินได้มาก โอกาสที่พืชจะขาดแคลเซียมจึงสูงตามไปด้วย

การแก้ปัญหาปริมาณแคลเซียมในดินไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชทำได้หลายวิธี เช่น การใส่ปูนเพื่อปรับ pH ซึ่งอาจใช้ปูนขาว ปูนมาร์ล หรือโดโลไมท์ก็ได้ ขึ้นอยู่กับปริมาณแมกนีเซียมในดิน การใส่ยิปซัมในกรณีที่ต้องการเพิ่มแคลเซียมเท่านั้น นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (เช่น ซุปเปอร์ฟอสเฟต) ก็เป็นการเพิ่มแคลเซียมแก่ดินด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชที่ได้รับแคลเซียมเพียงพอ จะให้ผลผลิตที่คุณภาพดีขึ้น อาการผิดปกติที่ปรากฏที่ผลลดลง ซึ่งการที่พืชได้รับแคลเซียมเพียงพอนั้น อาจต้องให้ทั้งทางดินร่วมกับการฉีดพ่นทางใบหรือผล การแก้ปัญหาแคลเซียมในผลทำได้ยาก เพราะแคลเซียมเคลื่อนที่เฉพาะในท่อลำเลียงน้ำเท่านั้น ทำให้ส่วนของพืชที่คายน้ำได้มาก มีแคลเซียมสูงกว่าผลที่คายน้ำได้น้อย อาการขาดแคลเซียมจึงมักปรากฏที่ผล ซึ่งนอกจากจะเป็นส่วนที่คายน้ำได้น้อยแล้ว ยังมีแคลเซียมต่ำโดยธรรมชาติ การแก้ปัญหาดังกล่าวอาจทำได้โดยการใส่แคลเซียมทางดินในปริมาณที่เพียงพอซึ่งจะแก้ปัญหาได้ในระดับหนึ่ง สารที่นิยมใช้ ได้แก่ ยิปซัม ($CaSO_4.2H_2O$) เนื่องจากละลายน้ำได้เร็วกว่า และเคลื่อนที่ในดินได้ดีกว่าการใส่ปูนขาวหรือปูนคาร์บอเนต แม้ว่าแคลเซียมในรูปนี้จะใช้เวลานานกว่าจะเคลื่อนที่ไปที่ผลก็ตาม (Bramlage, 1994) ดังนั้น การแก้ปัญหาการขาดแคลเซียม จึงควรฉีดพ่นแคลเซียมที่ผลโดยตรงร่วมกับการใส่แคลเซียมทางดิน สารเคมีที่นิยมใช้ฉีดพ่น ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) เพราะราคาไม่แพง และมีความเข้มข้นของแคลเซียมสูง และควรฉีดพ่นในขณะที่ผลยังเล็ก

โบรอนในดินและพืช

โบรอนเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชทุกชนิดที่มีท่อลำเลียงอาหาร (vascular plants) ส่วนพืชชั้นต่ำไม่ต้องการโบรอน Davidescu and Davidescu (1982) กล่าวว่า โบรอนเป็นธาตุอาหารเพียงธาตุเดียวที่ให้ผลตอบสนองสูงมากเมื่อใส่ให้พืชในปริมาณที่น้อย แต่ถ้าใส่โบรอนในปริมาณที่สูงเพียงเล็กน้อยจากอัตราที่แนะนำ โบรอนก็อาจเป็นพิษหรือทำให้เกิดความเสียหายได้ ในดินทั่วไป โบรอนในสารละลายดินอยู่ในรูป H_3BO_3 หรือ $B(OH)_3$ โบรอนละลายได้ดีในสภาพดินเป็นกรด และสามารถถูกชะละลายออกจากดินได้ง่าย โบรอนมีบทบาทอย่างมากต่อการสร้างและคงรูปของผนังเซลล์ ความแข็งแรงของ ท่อเรณู (pollen tube) และการผสมของละอองเกสร นอกจากนั้นยังมีบทบาทเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของผนังเซลล์ พืชที่ขาดโบรอนมักมีรูปทรงผิดปกติที่ผล การใส่โบรอนและแคลเซียมมีผลทำให้เมล็ดมีความแข็งแรงขึ้น (เพิ่มพูน, 2546) ในพืชหลายชนิด อาการขาดแคลเซียมและโบรอนมีลักษณะใกล้เคียงกัน เนื่องจากธาตุทั้งสองมีบทบาทและหน้าที่หลายอย่างร่วมกัน (Marschner, 1986) การให้โบรอนทำได้ทั้งทางดินและการฉีดพ่น การให้ปุ๋ยทางดินต้องทำด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากอาการเป็นพิษของโบรอนเกิดได้ง่าย ส่วนการฉีดพ่นก็ให้ผลดีเช่นกัน เนื่องจากโบรอนที่ถูกชะล้างลงจากใบจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ในภายหลัง

การสะสมแคลเซียมในผล

จากการที่แคลเซียมไม่เคลื่อนที่ในพืช ทำให้การเคลื่อนที่ไปยังผลมีน้อย การสะสมแคลเซียมจึงเกิดมากในช่วงที่ผลมีขนาดเล็ก เพราะเป็นช่วงที่ผลมีพื้นที่ต่อหน่วยน้ำหนักมาก เกิดการคายน้ำสูง แคลเซียมซึ่งเคลื่อนที่ได้เฉพาะในท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ของพืชเท่านั้น จึงไปสะสมได้ดีในช่วงที่ผลมีขนาดเล็ก (Bangerth, 1979) แต่เมื่อผลมีขนาดใหญ่ขึ้น การคายน้ำของผลน้อยลงทำให้อัตราการสะสมแคลเซียมในผลลดลงตามไปด้วย (Faust, 1989)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม ในเวลาต่อมาซึ่งมีการศึกษาการสะสมแคลเซียมในผลตลอดระยะการเจริญเติบโตตั้งแต่ผลอ่อนจนถึงแก่เก็บเกี่ยว พบว่าการสะสมแคลเซียมในพืชบางชนิดหรือบางสายพันธุ์อาจเป็นเส้นตรง (Tromp, 1979; Zavalloni, *et al.*, 2001) การศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดปัญหาการเกิดเนื้อแก้วและยางไหลในมังคุดในภาคตะวันออกของประเทศไทย พบว่าผลมังคุดมีการสะสมแคลเซียมเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเจริญเติบโตของผล แม้ว่าอัตราการสะสมจะลดลงภายหลังจากผลมีอายุมากกว่า 5 สัปดาห์แล้วก็ตาม สำหรับโบรอนซึ่งพบว่ามีการสะสมเพิ่มขึ้นตลอดการเจริญเติบโตของผลมังคุด (Poovarodom and Phanchindawan, 2009)

สะละ (Sala palm)

จากการศึกษาการใช้ปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนในการปรับปรุงคุณภาพสะละในปี 2551-2552 ของพรทิวาและนารี (2554) ที่ทดลองในแปลงปลูกสะละของเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรี ซึ่งเป็นดินเนื้อปานกลาง (ดินร่วนปนทราย) มีสภาพเป็นกรดจัด (pH 4.53-5.39) ไม่มีความเสียหายเนื่องความเค็ม (EC 203-385 $\mu S\ cm^{-1}$) อินทรียวัตถุปานกลาง (OM 2.30-2.74%) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ต่ำ (9.62-10.9 cmol (+) kg^{-1}) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก (1,196-1,500 mg kg^{-1}) เหล็กสูง (75.3-110 mg kg^{-1}) แคลเซียมปานกลางถึงสูง (567-970 mg kg^{-1}) แมกนีเซียมและแมงกานีสต่ำถึงปานกลาง (36.4-57 และ 2.49-5.85 mg kg^{-1} ตามลำดับ) ส่วนโพแทสเซียม ทองแดง สังกะสีและโบรอนอยู่ในระดับปานกลาง (93.9-140, 2.61-3.94, 1.61-3.78 และ 0.28-0.54 mg kg^{-1} ตามลำดับ)

ก่อนเริ่มการทดลอง สะละส่วนใหญ่มีธาตุอาหารในใบต่ำกว่าระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช โดยเฉพาะ N, P, K, Ca และ Mg และมีสะละผลปกติเพียง 36.4% (19.3-43.3%) ของผลผลิตทั้งหมด ในขณะที่ผลดำมีมากถึง 63.6% (50.7-80.7%) และมีค่าใกล้เคียงกันในทุกตำรับการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองผลปกติเพิ่มขึ้นเป็น 88.9% และผลดำลดลงเหลือเพียง 11.1% และแต่ละตำรับการทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ 1 (ควบคุม) พบผลปกติน้อยที่สุดและพบผลดำมากที่สุด ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 2 (ใส่ยิปซัมทางดิน) พบผลปกติมากที่สุด และพบผลดำน้อยที่สุด แสดงว่าการใส่แคลเซียมและ/หรือการฉีดพ่น B ให้แก่ต้นสะละเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดปัญหาการเกิดผลดำในสะละลงได้

ก่อนการทดลอง Ca, Mg, Mn, Zn และ B ในเนื้อสะละผลดำมีความเข้มข้นสูงกว่าที่พบในเนื้อสะละผลปกติอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ N มีความเข้มข้นสูงกว่าเล็กน้อย ส่วน P, K, Fe และ Cu มีแนวโน้มว่าต่ำกว่าผลปกติเล็กน้อย หลังการทดลองเนื้อสะละผลปกติมี N, P, K, Fe และ Cu ของเนื้อสะละผลปกติมีความเข้มข้นมากกว่าที่พบในเนื้อสะละผลดำ ส่วน Ca, Mg, Mn, Zn และ B มีน้อยกว่า

มีเฉพาะ N ของเนื้อสะละหลังการทดลองเท่านั้นที่มีความเข้มข้นสูงกว่าที่พบในเนื้อสะละก่อนการทดลอง ธาตุอาหารอื่นมีความเข้มข้นต่ำกว่า โดยเฉพาะ Ca, Mg, Fe และ Mn ซึ่งหลังการทดลองมีความเข้มข้นลดลงอย่างเห็นได้ชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนการทดลอง เนื้อสะละผลปกติมีสัดส่วนธาตุอาหาร N/K และ Ca/Mg ต่ำกว่าที่พบในเนื้อสะละผลดำ ในขณะที่สัดส่วนของธาตุอาหารอื่น (N/Ca, K/Ca, K/Mg, K+Mg/Ca, K/Ca+Mg และ Ca/B) สูงกว่า หลังการทดลองพบว่า N/K ของทั้งผลปกติและผลดำมีสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากัน ในขณะที่ N/Ca, K/Ca, K/Mg, K+Mg/Ca และ K/Ca+Mg ของเนื้อสะละผลปกติมีสัดส่วนที่สูงกว่าที่พบในเนื้อสะละผลดำ ส่วน Ca/Mg และ Ca/B ต่ำกว่าที่พบในเนื้อสะละผลดำ

หลังการทดลองสัดส่วนของธาตุอาหารในเนื้อสะละที่สูงกว่าก่อนการทดลองคือ N/K, K/Ca, K/Mg และ K/Ca+Mg ในขณะที่ Ca/Mg, K+Mg/Ca และ Ca/B ต่ำกว่าก่อนการทดลอง

ก่อนการทดลอง ความเข้มข้นของ P และ Cu ของเปลือกสะละผลปกติค่อนข้างสูงกว่าที่พบในเปลือกสะละผลดำ ในขณะที่ธาตุ K, Ca, Mg, Fe, Mn และ B มีความเข้มข้นต่ำกว่า ส่วน Zn มีความเข้มข้นเท่ากัน หลังการทดลอง P, K, Mg, Fe, Cu และ B ในเปลือกสะละผลปกติมีความเข้มข้นสูงกว่าที่พบในเปลือกสะละผลดำ ส่วน Zn เท่ากัน ในขณะที่ Ca และ Mn ความเข้มข้นต่ำกว่าที่พบในเปลือกสะละผลดำ

หลังการทดลองเปลือกสะละมี P, K, Ca, Mg และ B มากกว่าที่พบในเปลือกสะละก่อนการทดลอง แต่มี Fe, Cu และ Zn น้อยกว่า ส่วนในเนื้อสะละพบว่าแทบธาตุ ยกเว้น N มีความเข้มข้นน้อยกว่าที่พบในเนื้อสะละก่อนการทดลอง

ก่อนการทดลองเปลือกสะละผลปกติมีสัดส่วน K/Ca, K/Mg, K+Mg/Ca, K/Ca+Mg และ Ca/B สูงกว่าที่พบในเปลือกสะละผลดำ แต่มีเพียงสัดส่วน Ca/Mg เท่านั้นที่ต่ำกว่า หลังการทดลองพบว่าส่วนใหญ่แล้วผลปกติมีสัดส่วนธาตุอาหารสูงกว่าที่พบในเปลือกสะละผลดำ ยกเว้น K/Mg และ Ca/B ซึ่งต่ำกว่า

สัดส่วนธาตุอาหารในเปลือกสะละหลังการทดลองที่สูงกว่าก่อนการทดลองคือ K/Ca, K+Mg/Ca, K/Ca+Mg และ Ca/B

หลังการทดลอง uptake ของธาตุอาหารแทบทุกธาตุของเนื้อสะละในผลปกติ ผลดำ และผลทุกชนิดรวมกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P□0.05) ในแต่ละตำรับการทดลอง ยกเว้นธาตุ B เท่านั้นที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าในเนื้อสะละผลปกติของตำรับการทดลองที่ใส่แคลเซียมและ/หรือโบรอน มี B uptake สูงกว่าที่พบในตำรับควบคุม ในขณะที่ในเนื้อสะละผลดำพบว่าตำรับการทดลองที่ 3 (ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางผล) ค่อนข้างมี uptake ของมหาธุน้อยกว่าที่พบในตำรับการทดลองอื่น

uptake ของธาตุอาหารทุกธาตุในเนื้อสะละผลปกติต่ำกว่าที่พบในเนื้อสะละผลดำ ในเปลือกสะละผลปกติ มีเฉพาะ Fe uptake และ B uptake เท่านั้นที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเปลือกสะละของผลดำพบว่า Ca uptake, Mn uptake และ B uptake แตกต่างกันทางสถิติ

เปลือกสะละผลปกติมีน้ำหนักแห้งต่ำกว่าที่พบในเปลือกสะละผลดำ และมี uptake ของธาตุ P, K, Ca, Mn, Cu, Zn และ B ต่ำกว่า แต่มี uptake ของธาตุ Mg และ Fe มากกว่าที่พบในเปลือกสะละผลดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น พรทิวาและนารี (2554) สรุปว่าการใส่ปุ๋ยแคลเซียมและ/หรือโบรอน เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถปรับปรุงคุณภาพผลสะละได้ โดยภายหลังการทดลอง ปริมาณสะละผลปกติเพิ่มขึ้นเป็น 88.9% จากเดิมมีเพียง 36.4% ของผลผลิตทั้งหมด ในขณะที่ผลดำลดลงเหลือ 11.1% จากเดิมที่เคยมีมากถึง 63.6% นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยแคลเซียมและ/หรือโบรอน ทำให้สะละได้รับธาตุอาหารนี้ในปริมาณที่สมดุลกันมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากภายหลังการทดลอง สัดส่วน Ca/B ในเนื้อสะละผลปกติมีค่าต่ำกว่าที่พบในเนื้อสะละผลดำเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง (ทั้งผลปกติและผลดำ) ก็พบว่าพบว่าสัดส่วน Ca/B ต่ำกว่าเช่นเดียวกัน

นั่นคือสะละมีการตอบสนองเชิงบวกต่อปุ๋ยที่ใส่ อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารบางธาตุในเนื้อสะละระหว่างผลปกติและผลหัวยุบ หัวดำ หรือระหว่างตำรับที่ใส่แคลเซียมและ/หรือโบรอนกับตำรับควบคุมไม่แตกต่างกันมากนัก สอดคล้องกับที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าการตอบสนองของพืชต่อปุ๋ยที่ใส่ลงไปในไม้ผลจะต้องกระทำต่อเนื่องหลายปี เพราะการตอบสนองต่อปุ๋ยในไม้ผลส่วนใหญ่จะค่อนข้างช้า เนื่องจากไม้ผลมักจะเก็บสะสมธาตุอาหารไว้ในส่วนต่างๆ ของต้น เช่น ราก ลำต้น และกิ่งก้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีศึกษา

การเลือกสวนสะละและต้นสะละ

ใช้สะละต้นเดิมจากสวนสะละเดิมที่ใช้ทดลองในปี 2551-2552 (พรทิวาและนารี, 2554) เป็นสะละพันธุ์เนินวง ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ทำสะละลอยแก้วมากกว่าที่จะรับประทานผลสด

ก่อนเริ่มการทดลอง ได้เก็บตัวอย่างดินจากสะละทุกต้นของแต่ละตำรับ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร โดยแต่ละต้นจะเก็บรอบทรงพุ่ม จำนวน 4 จุด/ต้น นำมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง ดังนั้น ใน 1 ตำรับการทดลองจะมีดิน 6 ตัวอย่าง และเก็บตัวอย่างใบสะละทุกต้น โดยเก็บจากใบย่อยที่อยู่ตรงกลางของทางใบที่ 10 (นับทางใบที่คลี่เต็มที่แล้วเป็นทางใบที่1) ข้างละ 3 ใบ มาตัดเอาตรงกลางยาวประมาณ 6 นิ้ว เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยได้เก็บตัวอย่างในวันที่ 8 มกราคม 2554 ถือเป็นตัวอย่างดินและใบก่อนเริ่มการทดลอง อย่างไรก็ตาม เกษตรกรเจ้าของสวนได้แจ้งให้ทราบว่าเพิ่งใส่ปุ๋ย 15-5-20 ให้กับต้นสะละทั้งสวนในวันที่ 6 มกราคม 2554

การวิเคราะห์ดินและพืชก่อนเริ่มการทดลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรายการวิเคราะห์ดินและพืช

รายการวิเคราะห์	วิธีวิเคราะห์	อ้างอิง
ตัวอย่างดิน:		
1. ปฏิกิริยาดิน (pH),	Soil:Solution = 1:1	Thomas (1996)
2. ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC)	Soil:Water = 1:1	Rhoades (1982b)
รายการวิเคราะห์	วิธีวิเคราะห์	อ้างอิง
3. อินทรียวัตถุ	Wet oxidation (Walkley & Black titration)	Walkley and Black. (1934); IITA (1979)
4. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	Bray II	Kuo (1996)
5. ไอออนประจุบวกที่เป็นด่าง	1 N NH_4OAc pH 7.0	Rhoades (1982a); Blakemore, *et al.* (1987)
6. จุลธาตุที่เป็นประโยชน์	DTPA pH 7.3	สุมิตรา (2549)
7. โบรอน	Hot water	Keren (1996)
ตัวอย่างพืช:		
1. P, K, Ca, Mg, B	Dry ashing	สุมิตรา (2549)

หมายเหตุ รายละเอียดของวิธีวิเคราะห์จะกล่าวถึงในหัวข้อการวิเคราะห์ดินและพืช

ตำรับการทดลองทุกอย่างเหมือนกับที่ได้เคยใช้ในการศึกษาของพรทิวาและนารี (2554) ดังนี้

1. วางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 5 ตำรับการทดลอง 6 ซ้ำ ดังนี้
    1. ตำรับควบคุม (control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใส่ยิปซัมทางดิน
3. ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางผล
4. ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล
5. ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

หมายเหตุ ปริมาณ/ชนิดของปูนและปริมาณยิปซัม เป็นการใส่ในการทดลองที่ผ่านมา (พรทิวาและนารี, 2554)) คือใส่ปูนโดโลไมท์ในทุกตำรับ ในอัตรา 3 กิโลกรัมต่อต้นสำหรับตำรับควบคุม และ 5 กิโลกรัมต่อต้นสำหรับตำรับอื่นๆ ส่วนตำรับที่ใส่ยิปซัมได้ใส่ในอัตรา 3 กิโลกรัมต่อต้น

การฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ

เริ่มเมื่อผลสะละอายุได้ 1 เดือน ฉีดพ่นทั้งหมด 6 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 2 สัปดาห์ โดย 3 ครั้งแรกเป็นการฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอน (ในรูป Solubor) ครั้งที่ 4-6 เป็นการฉีดพ่นเฉพาะแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว ความเข้มข้นของปุ๋ยที่ฉีดพ่นคือ 2% $CaCl_2$ และ 0.15% Solubor โดยจะฉีดให้กับผลสะละโดยตรง ฉีดให้ชุ่มทั้งทะลายที่ได้ทำเครื่องหมาย (Tag) เอาไว้

การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตและการสะสมธาตุอาหารในผลสะละ

จะเก็บตัวอย่างผลสะละจากทุกตำรับทดลองตั้งแต่ผลสะละมีอายุได้ 1 เดือน โดยเก็บก่อนที่จะฉีดพ่นปุ๋ยในครั้งนั้น จนกระทั่งถึงแก่เก็บเกี่ยว ระยะห่างของการเก็บคือทุกๆ 1 เดือน นั่นคือตลอดการทดลองจะเก็บผลสะละเพื่อการนี้ทั้งหมด 9 ครั้ง ครั้งที่ 9 คือการเก็บผลผลิต ซึ่งจะเก็บเกี่ยวในเวลาเดียวกับที่เกษตรกรเจ้าของสวนเก็บผลผลิตสู่ท้องตลาด

เวลาในการฉีดพ่นปุ๋ยและเก็บผลสะละเป็นดังนี้

วันที่	รายการ	
29 มกราคม 2554	ฉีดพ่น $CaCl_2$ + Solubor ครั้งที่ 1	เก็บผลสะละอายุ 1 เดือน*
12 กุมภาพันธ์ 2554	ฉีดพ่น $CaCl_2$ + Solubor ครั้งที่ 2	
26 กุมภาพันธ์ 2554	ฉีดพ่น $CaCl_2$ + Solubor ครั้งที่ 3	เก็บผลสะละอายุ 2 เดือน*
12 มีนาคม 2554	ฉีดพ่น $CaCl_2$ ครั้งที่ 4	
26 มีนาคม 2554	ฉีดพ่น $CaCl_2$ ครั้งที่ 5	เก็บผลสะละอายุ 3 เดือน*
8 เมษายน 2554	ฉีดพ่น $CaCl_2$ ครั้งที่ 6**	
24 เมษายน 2554		เก็บผลสะละอายุ 4 เดือน
28 พฤษภาคม 2554		เก็บผลสะละอายุ 5 เดือน
24 มิถุนายน 2554		เก็บผลสะละอายุ 6 เดือน
24 กรกฎาคม 2554		เก็บผลสะละอายุ 7 เดือน
20 สิงหาคม 2554		เก็บผลสะละอายุ 8 เดือน
27 สิงหาคม 2554		เก็บผลผลิตสะละ

หมายเหตุ * เก็บผลสะละก่อนฉีดพ่นปุ๋ย; ** ฝนตกหลังจากที่ฉีดพ่นปุ๋ย

ผลสะละที่อายุ 1 เดือน ไม่สามารถแยกเนื้อและเปลือกออกจากกันได้ ทำให้ค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในเนื้อสะละเริ่มจากผลสะละอายุ 2 เดือนเป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผลสะละครบอายุเก็บเกี่ยว

เก็บผลมาแกะเปลือก เพื่อเช็คคุณภาพผลผลิต (ปริมาณผลปกติ และผลหัวยุบและหัวดำ) และสุ่มตัวอย่างผลสะละจากแต่ละทะลายเพื่อนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสะละของผลปกติ ผลหัวยุบและหัวดำ

การวิเคราะห์ข้อมูลและการวิเคราะห์ทางสถิติ

1. หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในผลสะละกับอายุผลสะละ ทั้งนี้ เพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการให้ปุ๋ยแก่ผลสะละ

2. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ตาราง ANOVA (Analysis of variance)

การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การเตรียมตัวอย่างดิน

นำตัวอย่างดินมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม เก็บซากพืช และเศษพืชออก แล้วนำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 mm เก็บตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงไว้ศึกษาในห้องปฏิบัติการต่อไป (Soil Survey Laboratory Staff, 1992)

การวิเคราะห์ดิน

(1) การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่

- วิเคราะห์ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 แล้ววัดค่าปฏิกิริยาดินด้วยเครื่อง pH meter (Thomas, 1996)

- วิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity; EC) โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 แล้ววัดค่า EC ด้วยเครื่อง EC meter (Rhoades, 1982b)

- วิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน โดยวิธี Walkley-Black Titration (Walkley and Black, 1934; International Institute of Tropical Agriculture, 1979) แล้วเปลี่ยนเป็นปริมาณอินทรียวัตถุ โดยคูณปริมาณอินทรีย์คาร์บอนด้วย 1.724

- วิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) โดยสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยการทำให้เกิดสี โดยใช้เครื่องมือ spectrophotometer ความยาวคลื่น 882 nm (Kuo, 1996)

- วิเคราะห์ปริมาณด่างที่สกัดได้ (Exchangeable Bases) ซึ่งประกอบด้วยโซเดียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม โดยวิธีของ Blakemore, *et al.* (1987) โดยการสกัดดินด้วยสารละลาย 1 N NH_4OAc pH 7.0 แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวัดหาปริมาณด่างที่สกัดได้ โดยใช้เครื่อง Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrophotometer (ICP-OES)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิเคราะห์จุลธาตุในดิน (ซึ่งประกอบด้วยเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี) ด้วยวิธี DTPA pH 7.3 (สุมิตรา, 2549) และนำสารละลายที่ได้ไปวัดหาปริมาณจุลธาตุที่เป็นประโยชน์โดยใช้เครื่อง Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrophotometer (ICP-OES)

- วิเคราะห์โบรอน โดยการสกัดด้วยน้ำร้อน และวิเคราะห์หาปริมาณโบรอนโดยการทำให้เกิดสีด้วยวิธี curcumin แล้ววัดด้วย spectrophotometer ความยาวคลื่น 550 nm (Keren, 1996)

การเก็บตัวอย่างใบ

เป็นการเก็บตัวอย่างใบก่อนเริ่มการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างจากทางใบที่ 10 (นับจากยอดโดยใบที่เริ่มคลี่คือทางใบที่ 1) เก็บใบย่อยจากส่วนกลางของทางใบที่ 10 ทั้งสองด้าน ด้านละ 3 ใบย่อย นำมาตัดเอาเฉพาะส่วนกลางของใบย่อย ยาว 6 นิ้ว นำตัวอย่างใบใส่ถุงพลาสติกให้มิดชิด และวางในถังพลาสติกที่มีน้ำแข็งอยู่ด้านล่างสุด มีกระดาษหนังสือพิมพ์วางกั้นระหว่างน้ำแข็งและตัวอย่างใบ และนำตัวอย่างดังกล่าวสู่ห้องปฏิบัติการ

การเตรียมตัวอย่างใบพืช

1. เช็ดตัวอย่างใบสะละด้วยผ้าสะอาดชุบน้ำ บรรจุในถุงกระดาษ นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60-72 ชั่วโมง หรืออบจนแห้ง
2. ชั่งน้ำหนักแห้งตัวอย่างใบสะละที่อบแห้งแล้ว
3. บดใบสะละด้วยเครื่องบด ให้ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 40 mesh (0.42 mm) และเก็บไว้เพื่อวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การเตรียมตัวอย่างผลสะละ

ตัวอย่างผลสะละที่เก็บมาทุกครั้ง นำมาล้างด้วยน้ำสะอาด และน้ำกลั่น ชั่งน้ำหนักทั้งผลแยกเนื้อและเปลือกออกจากกัน (ยกเว้นผลอายุ 1 เดือน ซึ่งไม่สามารถแยกเปลือกและเนื้อออกจากกันได้) เพื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารในเนื้อและเปลือก

การวิเคราะห์คุณภาพผลสะละ

สุ่มผลสะละอายุแก่เก็บเกี่ยวจากทะลายที่เลือกไว้แล้ว นำมาแกะเปลือกเพื่อเช็คคุณภาพผลผลิต (ผลปกติ ผลหัวยุบ หัวดำ) และสุ่มเก็บผลสะละจากทุกทะลาย ทั้งผลปกติ ผลหัวยุบ หัวดำเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในเนื้อและเปลือก

การวิเคราะห์พืชและผลผลิต

1. P, K, Ca, Mg, และ B : ย่อยสลายด้วยวิธี Dry ashing ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง นำเถ้าที่ได้ไปละลายด้วย 1 N HCl แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrophotometer (ICP-OES) (Allan, 1971)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สมบัติทางเคมีบางประการของดิน

ตารางที่ 2 และ 3 แสดงสมบัติทางเคมีบางประการของดินก่อนเริ่มการทดลองที่ระดับความลึก 0-20 ซม.

ปฏิกิริยาดิน (pH)

ดินทุกตำรับการทดลองเป็นกรด ค่า pH อยู่ในพิสัย 4.67-5.26 (เฉลี่ย 5.05) ตำรับการทดลองที่ 5 (ฉีดพ่น $CaCl_2$ + B) มีค่า pH ต่ำที่สุด และตำรับการทดลองที่ 3 (ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่น $CaCl_2$) มีค่า pH สูงที่สุด พิสัยของค่า pH ของทุกต้นในแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 (ควบคุม) :4.26-5.69; ตำรับการทดลองที่ 2 (ใส่ยิปซัมทางดิน) : 4.55-5.77; ตำรับการทดลองที่ 3 : 4.77-6.05; ตำรับการทดลองที่ 4 (ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่น $CaCl_2$ + B) : 4.72-5.20 และตำรับการทดลองที่ 5 : 4.37-4.84

การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (Electrical conductivity, EC)

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC) เฉลี่ยจากทุกตำรับทดลองคือ 366 µS cm^{-1} (320-450 µS cm^{-1}) โดยดินของตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยสูงที่สุด และตำรับการทดลองที่ 4 ค่า EC ในทุกตำรับทดลองถือว่าดินไม่เค็ม นั่นคือสะละที่ปลูกไม่ได้รับอันตรายจากความเค็มของสารละลายดิน พิสัยของค่า EC จากทุกต้นของแต่ละตำรับทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 199-525 µS cm^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 204-490 µS cm^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 230-544 µS cm^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 338-605 µS cm^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 320-450 µS cm^{-1}

อินทรียวัตถุ

ปริมาณเฉลี่ยของอินทรียวัตถุในทุกตำรับการทดลองคือ 2.59% (2.32-2.79%) ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงสูง ตำรับการทดลองที่ 3 มีปริมาณต่ำที่สุด ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด พิสัยของปริมาณอินทรียวัตถุของทุกตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 2.18-2.79%; ตำรับการทดลองที่ 2 : 2.46-3.32%; ตำรับการทดลองที่ 3 : 2.09-2.68%; ตำรับการทดลองที่ 4 : 2.07-2.74% และตำรับการทดลองที่ 5 : 2.43-3.27%

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus, P)

ดินทุกตำรับการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงมาก คือ 1,130-1,569 mg kg^{-1} (เฉลี่ย 1,405 mg kg^{-}) ตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณต่ำที่สุด ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 4 มีปริมาณสูงที่สุด พิสัยของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของทุกตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 963-1,315 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 939-1,729 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 1130-1,645 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 1,326-1,863 mg kg^{-1}และตำรับการทดลองที่ 5 : 1,076-1,794 mg kg^{-1}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium, K)

ปริมาณโพแทสเซียมในดินทุกตำรับจัดอยู่ในระดับปานกลาง คือ มีค่าตั้งแต่ 99.1—137 mg kg^{-1} (เฉลี่ย 122 mg kg^{-1}) โดยตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณต่ำที่สุด และตำรับการทดลองที่ 4 มีปริมาณสูงที่สุด พิสัยของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของทุกตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 63.6-197 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 78.5-187 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 98.0-155 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 101-187 mg kg^{-1}และตำรับการทดลองที่ 5 : 71.4-134 mg kg^{-1}

แคลเซียมที่สกัดได้ (Extractable calcium, Ca)

ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ของทุกตำรับการทดลองอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ อยู่ในพิสัย 383-693 mg kg^{-1} (เฉลี่ย 591 mg kg^{-1}) โดยตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณต่ำที่สุด และตำรับทดลองที่ 1 มีปริมาณสูงที่สุด พิสัยของแคลเซียมที่สกัดได้ในแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 333-1039 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 281-965 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 360-1476 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 433-687 mg kg^{-1}และตำรับการทดลองที่ 5 : 278-516 mg kg^{-1}

แมกนีเซียมที่สกัดได้ (Extractable magnesium, Mg)

ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ของทุกตำรับการทดลองอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ 47.6-57.4 mg kg^{-1} (เฉลี่ย 53.0 mg kg^{-1}) โดยตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณต่ำที่สุด ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณสูงที่สุด พิสัยของแมกนีเซียมที่สกัดได้ในแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 34.7-87.8 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 34.7-75.6 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 38.1-73.2 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 31.9-48.0 mg kg^{-1}และตำรับการทดลองที่ 5 : 36.2-59.0 mg kg^{-1}

จุลธาตุที่สกัดได้ (Extractable micronutrients)

เหล็ก (Fe) มีค่าเฉลี่ยของทุกตำรับการทดลองอยู่ในพิสัย 60.8-76.3 mg kg^{-1} (เฉลี่ย 68.6 mg kg^{-1}) ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์สูง ตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณต่ำที่สุด และตำรับการทดลองที่ 4 มีปริมาณสูงที่สุด พิสัยของเหล็กในแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 45.9-74.4 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 58.0-91.0 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 46.8-110 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 50.1-73.8 mg kg^{-1}และตำรับการทดลองที่ 5 : 69.1-82.2 mg kg^{-1}

แมงกานีส (Mn) ปริมาณที่พบจัดอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ 3.14-4.86 mg kg^{-1} (เฉลี่ย 3.92 mg $kg^{-1)}$ ตำรับการทดลองที่ 3 มีปริมาณต่ำที่สุด และตำรับการทดลองที่ 4 มีปริมาณสูงที่สุด พิสัยของแมงกานีสในดินของทุกตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 3.38-8.96 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 2.10-4.34 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 2.52-3.76 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 3.16-7.90 mg kg^{-1}และตำรับการทดลองที่ 5 : 2.67-4.00 mg kg^{-1}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทองแดง (Cu) ทุกตำรับการทดลองมีค่าเฉลี่ยของทองแดงเท่ากับ 3.07 mg kg^{-1} (2.43-3.66 mg kg^{-1}) โดยตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณต่ำที่สุด ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณสูงที่สุด พิสัยของทองแดงจากทุกตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 1.56-3.72 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่2 : 2.53-3.38 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 2.15-3.46 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 2.47-3.88 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 2.51-5.78 mg kg^{-1}

สังกะสี (Zn) อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ 1.61-2.59 mg kg^{-1} (เฉลี่ย 2.25 mg kg^{-1}) โดยตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณต่ำที่สุด และตำรับการทดลองที่ 4 มีปริมาณสูงที่สุด พิสัยของสังกะสีจากทุกตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 1.12-4.69 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 1.09-3.42 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 1.43-2.76 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 1.75-3.64 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 1.12-2.22 mg kg^{-1}

โบรอน (B) มีปริมาณอยู่ในพิสัย 0.41-0.51 mg kg^{-1} (เฉลี่ย 0.45 mg kg^{-1}) ตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณต่ำที่สุด ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณสูงที่สุด พิสัยของโบรอนจากทุกตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 0.39-0.65 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 0.44-0.60 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 0.37-0.65 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 0.29-0.53 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 0.32-0.57 mg kg^{-1}

จากสมบัติของดินก่อนเริ่มการทดลอง พบว่า ปฏิกิริยาดิน (pH) เป็นกรดจัดมาก ถึงเป็นกรดจัด (4.67-5.26) พืชไม่ได้รับความเสียหายเนื่องจากความเค็มของดิน เพราะดินมีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินไม่สูง (322-450 µS cm^{-1}) อินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (2.32-2.79%) ฟอสฟอรัสสูงมาก (1,130-1,569 mg kg^{-1}) โพแทสเซียมปานกลาง (99.1-137 mg kg^{-1}) แคลเซียมและแมกนีเซียมปานกลาง (383-693 mg Fe kg^{-1} และ 47.6-57.4 mg Mg kg^{-1}) เหล็กสูง (60.8-76.3 mg kg^{-1}) แมงกานีสและสังกะสีปานกลาง (3.14-4.86 และ 1.65-2.59 mg kg^{-1} ตามลำดับ) ส่วนทองแดงและโบรอนมีปริมาณอยู่ในพิสัย 2.43-3.66 mg Cu kg^{-1} และ 0.41-0.51 mg B kg^{-1}

เมื่อเปรียบเทียบสมบัติของดินก่อนเริ่มการทดลองกับงานทดลองก่อนหน้านี้ (พรทิวาและนารี, 2554) (ค่าวิเคราะห์ที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นค่าเฉลี่ยทุกตำรับทดลอง ค่าแรกเป็นการทดลองครั้งนี้ ค่าที่สองเป็นของงานทดลองครั้งที่ผ่านมา) พบว่า ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย เช่นเดียวกับปริมาณอินทรียวัตถุ (5.05 กับ 4.87 และ 2.59 กับ 2.50% ตามลำดับ) ฟอสฟอรัสลงลงจากเดิมเล็กน้อย แต่ก็ยังคงสูงมาก (1,349 กับ 1,418 mg kg^{-1}) โพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจากเดิมแต่ไม่มากนัก (122 กับ 115 mg kg^{-1}) แคลเซียมลดลงส่วนแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (591 กับ 702 mg Ca kg^{-1} และ 53.0 กับ 45.7 mg Mg kg^{-1}) เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีลดลง ในขณะที่โบรอนไม่ต่างกันมากนัก (68.6 กับ 97.6 mg Fe kg^{-1}, 3.92 กับ 4.40 mg Mn kg^{-1}, 3.07 กับ 3.46 mg Cu kg^{-1}, 2.25 กับ 2.79 mg Zn kg^{-1}, 0.45 กับ 0.44 mg B kg^{-1})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยสมบัติทางเคมีของดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม.

Tr	pH	EC	%OM	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
				mg kg^{-1}								
1	5.14	342	2.59	1130	118	693	56.8	60.8	4.86	2.43	2.39	0.51
2	5.21	350	2.76	1377	134	681	57.4	70.0	3.48	3.06	2.46	0.47
3	5.26	367	2.32	1345	123	674	55.1	75.1	3.14	2.97	2.19	0.47
4	4.95	450	2.50	1569	137	522	48.0	60.9	4.86	3.23	2.59	0.42
5	4.67	320	2.79	1322	99.1	383	47.6	76.3	3.28	3.66	1.61	0.41
Mean	5.05	366	2.59	1349	122	591	53.0	68.6	3.92	3.07	2.25	0.45
SD	0.24	50.0	0.20	157	15.0	135	4.80	7.49	0.86	0.44	0.39	0.04

Tr 1 = ตำรับควบคุม (control)

Tr 2 = ใส่ยิปซัมทางดิน

Tr 3 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางผล

Tr 4 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

Tr 5 = ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

142462

ตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีของดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ในแต่ละตำรับการทดลอง

Tr.	Rep	pH (1:1)	EC (1:1)	OM	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		น้ำ	$\mu S\ cm^{-1}$	%					$mg\ kg^{-1}$				
1	1	4.26	322	2.70	963	110	333	34.7	63.5	3.72	3.72	1.12	0.54
	2	5.51	469	2.69	1315	135	947	87.8	45.9	8.96	2.05	4.69	0.56
	3	5.18	199	2.79	1232	108	630	59.0	74.4	4.63	2.53	2.21	0.45
	4	4.82	302	2.75	1056	96.3	492	45.7	63.9	3.38	1.68	1.83	0.46
	5	5.39	233	2.18	965	63.6	715	36.7	64.2	3.86	1.56	1.67	0.65
	6	5.69	529	2.44	1249	197	1039	76.9	52.5	4.60	3.07	2.84	0.39
2	1	4.99	344	3.32	1729	151	645	46.5	72.6	4.14	2.54	2.83	0.42
	2	5.26	446	2.46	1367	141	711	72.3	67.1	3.36	3.38	2.46	0.60
	3	5.77	293	2.94	1537	126	965	64.9	70.7	4.33	3.36	2.81	0.41
	4	5.17	321	2.84	1254	121	539	47.5	58.0	2.63	2.53	2.18	0.41
	5	4.45	204	2.52	939	78.5	281	37.4	90.6	2.10	3.22	1.09	0.55
	6	5.61	490	2.51	1437	187	945	75.6	61.1	4.34	3.31	3.42	0.41
3	1	5.54	322	2.13	1291	112	792	64.3	110	2.94	3.22	2.60	0.65
	2	5.31	461	2.09	1378	155	519	73.2	52.3	3.28	2.15	2.04	0.37
	3	5.06	337	2.16	1130	120	445	38.8	46.8	3.00	3.46	2.23	0.40
	4	4.77	544	2.68	1480	149	462	57.1	86.6	3.76	2.76	2.10	0.54
	5	6.05	307	2.60	1646	106	1467	58.8	73.1	3.37	2.84	2.76	0.48
	6	4.81	230	2.24	1146	98.0	360	38.1	82.3	2.52	3.40	1.43	0.37
4	1	4.89	488	2.48	1380	121	433	50.1	56.6	3.61	3.55	2.14	0.50
	2	5.20	605	2.43	1863	187	687	65.0	53.3	6.26	3.45	3.64	0.41
	3	5.19	386	2.67	1726	168	630	62.2	64.1	4.82	3.88	2.88	0.46
	4	4.76	495	2.07	1493	131	433	31.9	50.1	7.90	2.47	3.30	0.29
	5	4.96	338	2.63	1326	111	481	36.9	73.8	3.38	3.41	1.84	0.31
	6	4.72	387	2.74	1627	101	470	42.0	67.2	3.16	2.58	1.75	0.53
5	1	4.67	274	3.22	1076	71.4	347	58.8	75.2	3.55	3.94	1.30	0.43
	2	4.37	340	2.43	1237	99.7	278	36.2	81.5	2.81	3.98	1.12	0.36
	3	4.53	220	2.64	1195	92.5	342	38.4	82.2	2.67	2.51	1.64	0.36
	4	4.80	192	2.61	1279	87.1	341	49.3	72.0	2.94	2.61	1.19	0.32
	5	4.80	410	3.27	1351	110	516	59.0	77.7	3.73	5.78	2.19	0.40
	6	4.84	481	2.56	1794	134	476	43.9	69.1	4.00	3.13	2.22	0.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบสะละก่อนการทดลอง

ตารางที่ 4 และ 5 เป็นแสดงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบสะละที่เก็บจากส่วนกลางใบของทางใบที่ 10

ไนโตรเจน (N)

ความเข้มข้นเฉลี่ยของไนโตรเจนจากทุกตำรับการทดลองคือ 2.18% (1.94-2.47%) ตำรับการทดลองที่ 4 มีค่าต่ำสุด และตำรับการทดลองที่ 3 มีค่าสูงที่สุด ทุกตำรับการทดลองมีไนโตรเจนสูงกว่าค่ามาตรฐาน (> 1.8%) พิสัยของไนโตรเจนจากทุกตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 1.75-2.44%; ตำรับการทดลองที่ 2 : 2.09-2.68%; ตำรับการทดลองที่ 3 : 2.29-2.69%; ตำรับการทดลองที่ 4 : 1.76-2.06% และตำรับการทดลองที่ 5 : 1.94-2.47% นั่นคือต้นสะละส่วนใหญ่มีไนโตรเจนในใบสูงกว่าค่ามาตรฐาน

ฟอสฟอรัส (P)

ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฟอสฟอรัสจากทุกตำรับการทดลองจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานพอดี คือ 0.13% แต่เมื่อพิจารณาทุกตำรับการทดลองพบว่าอยู่ในพิสัย 0.10-0.16% โดยที่ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 มีปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐาน พิสัยของฟอสฟอรัสของแต่ละตำรับทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 0.10-0.16%; ตำรับการทดลองที่ 2 : 0.12-0.16%; ตำรับการทดลองที่ 3 : 0.14-0.18%; ตำรับการทดลองที่ 4 : 0.09-0.12% และตำรับการทดลองที่ 5 : 0.10-0.12% นั่นคือสะละทุกต้นของตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 มีฟอสฟอรัสในใบต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 มีเพียงบางต้นเท่านั้นที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ส่วนตำรับการทดลองที่ 3 สะละทุกต้นมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบสูงกว่าค่ามาตรฐาน

โพแทสเซียม (K)

ทุกตำรับการทดลองมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 0.74% โดยอยู่ในพิสัย 0.62-0.82% ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (0.65%) มีเพียงสะละในตำรับการทดลองที่ 1 เท่านั้นที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน พิสัยของโพแทสเซียมในแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 0.48-0.85%; ตำรับการทดลองที่ 2 : 0.69-0.96%; ตำรับการทดลองที่ 3 : 0.51-1.10%; ตำรับการทดลองที่ 4 : 0.52-1.04% และตำรับการทดลองที่ 5 : 0.62-0.97% นั่นคือมีเพียงตำรับการทดลองที่ 2 เท่านั้นที่ทุกต้นมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบสูงกว่าค่ามาตรฐาน ในขณะที่ต้นสะละในตำรับอื่นมีบางต้นที่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน

แคลเซียม (Ca)

ทุกตำรับการทดลองมีความเข้มข้นเฉลี่ยของแคลเซียมในใบเท่ากับ 0.35% (0.30-0.40%) ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดให้เป็น > 0.45% พิสัยของแคลเซียมในแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 0.28-0.43%; ตำรับการทดลองที่ 2 : 0.28-0.30%; ตำรับการทดลองที่ 3 : 0.32-0.51%; ตำรับการทดลองที่ 4 : 0.29-0.49% และตำรับการทดลองที่ 5 : 0.24-0.40% ซึ่งจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นว่ามีต้นสะละเพียงส่วนน้อยในตำรับการทดลองที่ 3 และ 4 เท่านั้นที่ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบสูงกว่าค่ามาตรฐาน ต้นสะละที่เหลือนอกนั้นมีปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐานทั้งหมด

แมกนีเซียม (Mg)

ความเข้มข้นเฉลี่ยของแมกนีเซียมในใบจากทุกตำรับการทดลองคือ 0.19% (0.18-0.21%) ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดให้เป็น 0.22-0.28% พิสัยของแมกนีเซียมในแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 0.16-0.21%; ตำรับการทดลองที่ 2 : 0.14-0.20%; ตำรับการทดลองที่ 3 : 0.19-0.23%; ตำรับการทดลองที่ 4 : 0.12-0.25% และตำรับการทดลองที่ 5 : 0.12-0.23% นั่นคือต้นสะละส่วนใหญ่ที่เป็นกรณีศึกษามีปริมาณแมกนีเซียมในใบต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

เหล็ก (Fe)

ความเข้มข้นเฉลี่ยของเหล็กในใบสะละจากทุกตำรับการทดลองคือ 149 mg kg^{-1} (93.5-186 mg kg^{-1}) ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดให้เป็น 40-100 mg kg^{-1} พิสัยของเหล็กในใบสะละของแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 91.2-196 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 45.2-125 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 59.9-447 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 99.3-170 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 119-365 mg kg^{-1}

แมงกานีส (Mn)

ความเข้มข้นเฉลี่ยของแมงกานีสในใบสะละจากทุกตำรับการทดลองคือ 138 mg kg^{-1} (109-162 mg kg^{-1}) ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดให้เป็น 40-300 mg kg^{-1} ปริมาณแมงกานีสของแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 110-152 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 74.3-131 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 85.6-220 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 97-182 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 71.3-213 mg kg^{-1}

ทองแดง (Cu)

ความเข้มข้นเฉลี่ยของทองแดงในใบสะละของทุกตำรับการทดลองคือ 3.24 mg kg^{-1} และจะเห็นว่าตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 มีปริมาณทองแดงสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 อย่างเห็นได้ชัด พิสัยของทองแดงที่พบในแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 4.25-5.18 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 4.34-5.65 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 1.90-4.07 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 1.77-2.11 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 1.36-2.41 mg kg^{-1}

สังกะสี (Zn)

ความเข้มข้นของสังกะสีเฉลี่ยในใบสะละของทุกตำรับการทดลองคือ 11.5 mg kg^{-1} (9.08-14.3 mg kg^{-1}) ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเป็น 15-30 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 3 มีปริมาณสูงที่สุด และตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณต่ำที่สุด พิสัยของสังกะสีที่พบในแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 7.39-14.0 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 7.22-18.2 mg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 10.5-20.8 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 10.2-13.5 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 5.96-11.8 mg kg^{-1} นั่นคือมีต้นสะละเพียงส่วนน้อยในตำรับการทดลองที่ 2 และ 3 เท่านั้นที่ปริมาณสังกะสีในใบสูงกว่าค่ามาตรฐาน ที่เหลือนอกนั้นต่ำกว่าค่ามาตรฐานทั้งหมด

โบรอน (B)

ความเข้มข้นของโบรอนในใบสะละของทุกตำรับการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.5 mg kg^{-1} (10.3-14.5 mg kg^{-1}) โดยตำรับการทดลองที่ 3 มีปริมาณสูงที่สุดและตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณต่ำที่สุด พิสัยความเข้มข้นของโบรอนในแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 10.1-15.3 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 9.89-14.4 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 11.9-17.9 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 10.8-17.2 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 7.93-14.7 mg kg^{-1}

จากความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบสะละก่อนเริ่มการทดลอง พบว่า ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก และ แมงกานีส มีความเข้มข้นเฉลี่ยทุกตำรับการทดลองอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานพอดี ส่วนความเข้มข้นของธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และสังกะสียังคงต่ำกว่าช่วงค่ามาตรฐานพอดี แสดงว่าการทำให้ใบสะละมีความเข้มข้นของธาตุเหล่านี้เพิ่มขึ้นนั้น ต้องใช้เวลานาน

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบสะละก่อนเริ่มการทดลองกับงานทดลองก่อนหน้านี้ (พรทิวาและนารี, 2554) (ค่าวิเคราะห์ที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นค่าเฉลี่ยทุกตำรับทดลอง ค่าแรกเป็นการทดลองครั้งนี้ ค่าที่สองเป็นของงานทดลองครั้งที่ผ่านมา) พบว่าไนโตรเจนมีความเข้มข้นสูงขึ้น (2.18 กับ 1.66%) ฟอสฟอรัสไม่ต่างกัน (0.13% โดยที่ตำรับการทดลองที่ 2 และ 3 มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจากเดิม ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 มีความเข้มข้นเท่าเดิม) โพแทสเซียมสูงขึ้น (0.74% โดยมีเฉพาะตำรับการทดลองที่ 1 เท่านั้นที่ลดลงจากเดิม กับ 0.59%) แคลเซียมไม่ต่างกันมากนัก (0.35% โดยตำรับการทดลองที่ 1, 3, 4 สูงขึ้น ตำรับการทดลองที่ 2, 5 ลดลง กับ 0.34%) แมกนีเซียมลดลง (0.13 กับ 0.19%) เหล็กเพิ่มขึ้น (149 กับ 65.54 mg kg^{-1}) แมงกานีสและสังกะสีลดลง (138 กับ 321 mg Mn kg^{-1} และ 11.5 กับ 13.6 mg Zn kg^{-1}) ทองแดงเพิ่มขึ้น (3.24 mg kg^{-1} โดยที่ตำรับการทดลองที่ 1, 2, 3 เพิ่มขึ้น ส่วนตำรับการทดลองที่ 4, 5 เพิ่มขึ้น กับ 2.22 mg kg^{-1}) ส่วนโบรอนลดลง (12.5 mg kg^{-1} โดยที่ตำรับการทดลองที่ 2, 3 ลดลง ส่วนตำรับการทดลองอื่นเพิ่มขึ้น กับ 13.5 mg kg^{-1})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบสะละก่อนการทดลอง

Tr	.....(%).....					.....(mg kg^{-1}).....				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
1	2.14	0.13	0.62	0.36	0.19	152	126	4.84	11.0	12.6
2	2.36	0.15	0.82	0.30	0.18	93.5	109	4.77	12.1	11.8
3	2.47	0.16	0.80	0.40	0.21	186	154	2.68	14.3	14.5
4	1.94	0.10	0.71	0.39	0.20	133	162	1.93	11.3	13.4
5	1.98	0.11	0.76	0.31	0.18	182	137	1.98	9.08	10.3
Mean	2.18	0.13	0.74	0.35	0.19	149	138	3.24	11.5	12.5
SD	0.23	0.02	0.08	0.05	0.02	38.0	21.6	1.46	1.91	1.61
STD*	> 1.8	0.13	> 0.65	> 0.45	0.22-0.28	40-100	40-300		15-30	

Tr 1 = ตำรับควบคุม (control)

Tr 2 = ใส่ยิปซัมทางดิน

Tr 3 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางผล

Tr 4 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

Tr 5 = ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

* : ค่ามาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบสะละของแต่ละตำรับการทดลอง

Tr	Rep	.....(%).....					..... (mg kg^{-1})				
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
1	1	2.44	0.12	0.48	0.43	0.20	159	110	4.92	14.4	14.3
	2	2.09	0.13	0.70	0.28	0.16	91.2	115	4.52	9.36	10.1
	3	1.75	0.10	0.50	0.39	0.17	178	116	5.12	7.39	11.3
	4	2.04	0.13	0.58	0.38	0.21	196	152	5.07	14.4	12.4
	5	2.44	0.16	0.61	0.39	0.18	182	146	4.25	9.26	15.3
	6	2.11	0.14	0.85	0.32	0.20	103	118	5.18	11.0	12.2
2	1	2.43	0.16	0.71	0.29	0.14	125	101	4.40	12.2	10.3
	2	2.43	0.16	0.96	0.32	0.20	115	116	4.48	12.3	12.3
	3	2.36	0.15	0.92	0.29	0.18	114	118	4.57	10.1	9.89
	4	2.68	0.16	0.78	0.32	0.18	91.9	74.3	5.16	7.22	12.5
	5	2.18	0.14	0.69	0.28	0.20	69.3	112	5.65	12.4	11.6
	6	2.09	0.12	0.83	0.28	0.18	45.1	131	4.34	18.2	14.4
3	1	2.54	0.18	0.62	0.51	0.22	447	220	4.07	19.6	17.3
	2	2.41	0.14	0.51	0.38	0.19	59.9	151	1.90	13.1	13.8
	3	2.33	0.15	1.01	0.36	0.20	229	85.6	2.27	11.3	11.9
	4	2.29	0.15	1.10	0.32	0.23	70.0	148	2.33	10.5	12.4
	5	2.69	0.17	0.63	0.45	0.23	79.8	186	2.10	20.8	17.9
	6	2.58	0.18	0.95	0.35	0.22	229	136	3.39	10.7	13.7
4	1	2.00	0.12	1.04	0.29	0.23	128	97.3	2.07	10.7	13.2
	2	1.99	0.12	0.54	0.49	0.22	162	161	1.86	13.5	17.2
	3	2.06	0.10	0.71	0.42	0.12	170	175	1.77	10.2	10.8
	4	1.86	0.09	0.82	0.39	0.18	99.3	181	2.11	10.2	11.5
	5	1.76	0.09	0.63	0.33	0.21	111	182	1.80	10.7	13.7
	6	1.98	0.11	0.52	0.43	0.25	127	178	2.00	12.4	14.3
5	1	2.13	0.11	0.87	0.26	0.19	162	98.8	2.32	6.79	11.7
	2	1.95	0.11	0.97	0.24	0.16	119	71.3	1.36	9.39	9.37
	3	1.82	0.11	0.72	0.31	0.17	365	124	2.18	9.07	7.93
	4	2.10	0.11	0.66	0.40	0.20	130	213	2.04	11.5	9.76
	5	2.15	0.12	0.62	0.38	0.23	180	188	2.41	11.8	14.7
	6	1.75	0.10	0.72	0.28	0.12	136	126	1.56	5.96	8.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละ

ตารางที่ 6 แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละ ตารางที่ 7 แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละทุกต้นในแต่ละตำรับการทดลองซึ่งได้จากการวิเคราะห์ตั้งแต่ผลสะละมีอายุได้ 2 เดือน จนถึง 9 เดือน ในกรณีของผลสะละที่อายุ 1 เดือนนั้น ไม่สามารถแยกเนื้อและเปลือกออกจากกันได้ จึงวิเคราะห์รวมกันและจัดให้เป็นส่วนของเปลือกสะละ รูปที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละตั้งแต่อายุ 2 เดือนจนถึงอายุ 9 เดือน ซึ่งจะเห็นได้ว่าธาตุอาหารในเนื้อสะละแทบทุกธาตุมีแนวโน้มลดลงเมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น มีเฉพาะธาตุเหล็กเท่านั้นที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น อย่างไรก็ตาม รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารแต่ละธาตุมีลักษณะต่างกัน ซึ่งกล่าวในรายละเอียดได้ดังนี้

ไนโตรเจน (N)

เนื้อสะละจากผลที่มีอายุ 2 เดือน พบว่าตำรับการทดลองที่ 3 ถึง 5 ซึ่งได้รับ Ca และ/หรือ B เพิ่มทางผล มีแนวโน้มที่ความเข้มข้นของไนโตรเจนจะสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และ 2 (ใส่ยิปซัมทางดิน) แต่เมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อสะละไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้ยังพบอีกว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อสะละลดลงอย่างชัดเจนในช่วงที่ผลอายุ 2-6 เดือน (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 0.08-0.22%) และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อผลสะละมีอายุ 7-8 เดือน (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 0.08-0.10%) และผลสะละที่มีอายุแก่เก็บเกี่ยว (ครั้งที่ 9) ปริมาณไนโตรเจนในเนื้อสะละไม่แตกต่างจากเมื่อผลมีอายุ 8 เดือน (เฉลี่ย 0.10%) ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อสะละทุกตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 0.08-0.20%; ตำรับการทดลองที่ 2 : 0.08-0.19%; ตำรับการทดลองที่ 3 : 0.08-0.25%; ตำรับการทดลองที่ 4 : 0.09-0.24% และ ตำรับการทดลองที่ 5 : 0.08-0.22%

ฟอสฟอรัส (P)

ในแต่ละช่วงอายุ ผลสะละจากทุกตำรับการทดลองมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเนื้อสะละไม่ต่างกันมากนัก และมีแนวโน้มลดลงเมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น โดยลดลงอย่างชัดเจนที่สุดในช่วงอายุ 2-5 เดือน (เฉลี่ย 0.02-0.04%) และหลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเนื้อสะละของตำรับการทดลองคือ 0.02-0.04%

โพแทสเซียม (K)

ตลอดช่วง 9 เดือน โพแทสเซียมมีแนวโน้มลดลงเมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น โดยในช่วง 2-4 เดือนอัตราการลดลงต่ำกว่าที่พบในช่วงอายุ 4-7 เดือน แต่เมื่อผลสะละอายุ 8 เดือน ความเข้มข้นของโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน และลดลงเล็กน้อยในช่วงอายุเก็บเกี่ยว (ครั้งที่ 9) และจะเห็นว่าตำรับการทดลองไม่มีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในเนื้อสะละ ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเนื้อสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 0.24-0.42%; ตำรับการทดลองที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 : 0.29-0.42%; ตำรับการทดลองที่ 3 :0.28-0.46%; ตำรับการทดลองที่ 4 : 0.22-0.42% และตำรับการทดลองที่ 5 : 0.24-0.45%

แคลเซียม (Ca)

ความเข้มข้นของแคลเซียมในเนื้อสะละเมื่อผลสะละลดลงมีอายุมากขึ้นจนกระทั่งถึงอายุ 7 เดือน โดยในช่วง 4 เดือนแรกลดลงมากกว่าที่พบในช่วง 4-7 เดือน (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 81.1-364 mg kg^{-1} และ 16.3-81.1 mg kg^{-1} ตามลำดับ) และเมื่อผลสะละมีอายุ 8 เดือน ปริมาณแคลเซียมในเนื้อสะละสูงกว่าที่พบเมื่ออายุ 7 เดือนเล็กน้อย (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 25.8 mg kg^{-1}) และความเข้มข้นของแคลเซียมในเนื้อสะละลดลงไปอีกเมื่อถึงอายุแก่เก็บเกี่ยว (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 22.0 mg kg^{-1}) ความเข้มข้นของแคลเซียมในเนื้อสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 22.49-374.80 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 21.72-311.62 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 10.14-399.15 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 14.36-376.75 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 16.73-356.64 mg kg^{-1}

แมกนีเซียม (Mg)

ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในเนื้อสะละมีรูปแบบเดียวกับแคลเซียม คือ ลดลงเมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น โดยในช่วงอายุ 2-3 เดือน ปริมาณแมกนีเซียมในเนื้อสะละไม่ต่างกันมากนัก (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 216-221 mg kg^{-1}) หลังจากนั้นลดลงอย่างชัดเจนจนถึงอายุ 5 เดือน (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลองในช่วงอายุ 4 และ 5 เดือน 89.7-147 mg kg^{-1}) และมีแนวโน้มค่อนข้างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อผลสะละมีอายุได้ 6-9 เดือน (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 85.2-97.3 mg kg^{-1}) ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในเนื้อสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 90.63-228.99 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 89.82-244.29 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 79.07-221.09 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 77.38-208.65 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 87.17-218.72 mg kg^{-1}

โบรอน (B)

ทุกช่วงอายุ ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ซึ่งได้รับ Ca และ/หรือ B ทางผล มีความเข้มข้นของโบรอนสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ไม่ได้รับธาตุทั้งสองเพิ่มอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะในช่วง 2-4 เดือน ปริมาณโบรอนในตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 เพิ่มขึ้นในช่วงที่ผลสะละอายุ 2-4 เดือน (2.55-3.15 และ 2.71-3.10 mg kg^{-1} ตามลำดับ) หลังจากนั้นลดลงจนถึงอายุ 7 เดือน ((1.31-1.81 และ 1.17-1.71 mg kg^{-1} ตามลำดับ) และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออายุ 9 เดือน ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ในช่วงอายุ 3 เดือน ความเข้มข้นของโบรอนเพิ่มขึ้น และลดลงเมื่อผลสะละมีอายุ 4-6 เดือน หลังจากนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งในช่วง 7-9 เดือน ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 3 ปริมาณโบรอนสูงที่สุดเมื่อผลสะละอายุ 4 เดือน และลดลงจนถึงอายุ 6 เดือน หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงอายุ 9 เดือน ความเข้มข้นของโบรอนในเนื้อสะละแต่ละตำรับทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 0.63-1.60 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 0.60-1.44 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 3 : 0.56-1.35 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 1.31-3.15 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 1.17-3.10 mg kg^{-1}

เหล็ก (Fe)

เนื้อสะละของผลที่มีอายุ 2- 3 เดือน ความเข้มข้นของเหล็กเพิ่มมากขึ้น หลังจากนั้นลดลงอย่างมากในช่วงอายุ 3-4 เดือน และมีแนวโน้มลดลงเมื่อผลสะละมีอายุ 5 เดือน ในขณะที่อายุ 6-9 เดือน ปริมาณเหล็กในเนื้อสะละเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ความเข้มข้นของเหล็กในเนื้อสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 1.66-4.18 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 1.68-4.49 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 1.44-3.34 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 1.49-3.37 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 1.14-3.35 mg kg^{-1}

แมงกานีส (Mn)

ความเข้มข้นของแมงกานีสในเนื้อสะละลดลงเมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น โดยที่อายุ 2-5 เดือน ความเข้มข้นลดลงมากกว่าที่พบเมื่อผลสะละอายุ 5-7 เดือน (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 2.22-9.27 และ 1.29-2.22 mg kg^{-1} ตามลำดับ) ส่วนเมื่อผลสะละอายุ 8 เดือนความเข้มข้นของแมงกานีสสูงกว่าที่พบเมื่ออายุ 7 เดือนเล็กน้อย และปริมาณแมงกานีสในเนื้อสะละลดลงอีกครั้งหนึ่งเมื่อสะละเข้าสู่ช่วงแก่เก็บเกี่ยว ความเข้มข้นของแมงกานีสในเนื้อสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 1.53-8.56 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 1.00-7.05 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 0.96-7.25 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 1.33-12.42 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 1.34-11.06 mg kg^{-1}

ทองแดง (Cu)

เมื่อผลสะละมีอายุ 2-3 เดือน ปริมาณทองแดงในเนื้อสะละเพิ่มขึ้น หลังจากนั้นลดลงในช่วงอายุ 4-5 เดือน และเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งในช่วง 6 เดือน แล้วลดลงอีกจนถึงอายุแก่เก็บเกี่ยว ความเข้มข้นของทองแดงในเนื้อสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 0.24-0.52 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 0.20-0.63 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 0.26-0.57 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 0.22-0.61 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 0.22-0.54 mg kg^{-1}

สังกะสี (Zn)

มีรูปแบบเดียวกับแมงกานีส คือ ปริมาณลดลงเมื่อเนื้อสะละมีอายุมากขึ้น โดยในช่วงอายุ 2-4 เดือน ลดลงอย่างเห็นได้ชัด (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 2.10-4.57 mg kg^{-1}) หลังจากนั้นค่อนข้างไม่แตกต่างกันมากนักแม้ว่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้นก็ตาม (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 1.92-2.22 mg kg^{-1}) ความเข้มข้นของสังกะสีในเนื้อสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 2.07-4.56 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 1.84-4.30 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 1.77-5.16 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 2.00-4.50 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 1.75-4.35 mg kg^{-1}

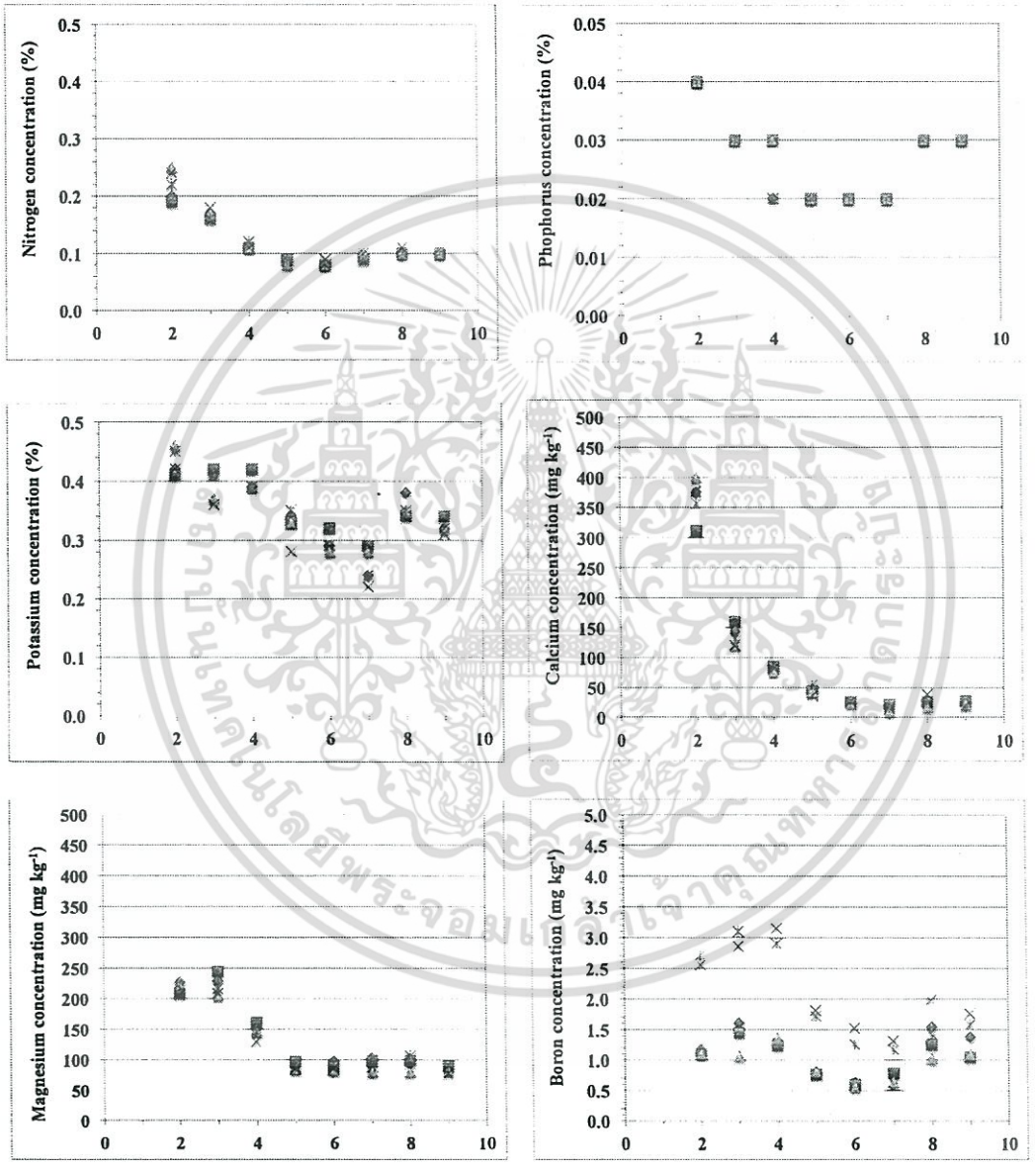
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละ จะเห็นว่ามีเพียงธาตุเหล็กเท่านั้นที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อผลสะละอายุมากขึ้น โดยในผลที่มีอายุ 2- 3 เดือน ความเข้มข้นของเหล็กในเนื้อสะละเพิ่มมากขึ้น และลดลงอย่างชัดเจนในช่วงอายุ 3-5 เดือน ในขณะที่อายุ 6-9 เดือน เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ส่วนธาตุอื่นมีแนวโน้มลดลงเมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น โดยความเข้มข้นของไนโตรเจนลดลงอย่างชัดเจนในช่วงผลสะละอายุ 2-6 เดือน หลังจากนั้นไม่แตกต่างกันมากนักจนถึงระยะเก็บเกี่ยว แม้ว่าความเข้มข้นที่พบในเดือนที่ 8-9 จะเพิ่มขึ้นบ้างก็ตาม ส่วนฟอสฟอรัส ในช่วงอายุ 2-5 เดือน ความเข้มข้นลดลงอย่างชัดเจนที่สุด หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นบ้างจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ในขณะที่อัตราการลดลงของโพแทสเซียมในช่วง 2-4 เดือนต่ำกว่าที่พบในช่วงอายุ 4-7 เดือน แต่เมื่อผลสะละอายุ 8-9 เดือน ความเข้มข้นของโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน ในช่วง 4 เดือนแรกความเข้มข้นของแคลเซียมในเนื้อสะละลดลงมากกว่าที่พบในช่วง 4-7 เดือน และความเข้มข้นของแคลเซียมเพิ่มขึ้นไม่มากนักจนถึงช่วงแก่เก็บเกี่ยว แมกนีเซียมมีรูปแบบที่กับแคลเซียม คือ ในช่วงอายุ 2-3 เดือน มีความเข้มข้นไม่ต่างกันมากนัก และลดลงอย่างชัดเจนจนถึงอายุ 5 เดือน หลังจากนั้นต่างกันมากนัก แม้ว่าจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยก็ตาม ความเข้มข้นของโบรอนเพิ่มขึ้นในช่วงที่ผลสะละอายุ 2-4 เดือน หลังจากนั้นลดลงจนถึงอายุ 7 เดือน และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออายุ 9 เดือน ในขณะที่ช่วงอายุ 2-5 เดือนความเข้มข้นของแมงกานีสลดลงมากกว่าที่พบเมื่อผลสะละอายุ 5-7 เดือน และผลสะละอายุ 8 เดือนความเข้มข้นของแมงกานีสสูงกว่าที่พบเมื่ออายุ 7 เดือนเล็กน้อย และลดลงอีกครั้งหนึ่งเมื่อสะละเข้าสู่ช่วงแก่เก็บ สังกะสีมีรูปแบบเดียวกับแมงกานีส คือ ลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วงอายุ 2-4 เดือน หลังจากนั้นค่อนข้างไม่แตกต่างกันมากนักแม้ว่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยก็ตาม ความเข้มข้นของทองแดงเพิ่มขึ้น เมื่อผลสะละมีอายุ 2-3 เดือน หลังจากนั้นลดลงในช่วงอายุ 4-5 เดือน และเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งในช่วง 6 เดือน แล้วลดลงอีกจนถึงอายุแก่เก็บเกี่ยว

นั่นคือ นอกจากธาตุเหล็กซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อผลสะละอายุมากขึ้นแล้ว สามารถแยกรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารอื่นในเนื้อสะละได้ 5 ประเภท คือ ธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ความเข้มข้นลดลงอย่างชัดเจนในช่วงที่ผลสะละอายุระหว่าง 2-4 หรือ 2-6 เดือน หลังจากนั้นความเข้มข้นของ N และ P ไม่ต่างจากเดิมมากนัก ส่วน K เพิ่มขึ้นชัดเจนกว่าสองธาตุที่กล่าวมา *ธาตุอาหารรอง* (แคลเซียมและแมกนีเซียม) ก็มีรูปแบบค่อนข้างคล้ายกัน คือในช่วง 4-5 เดือนแรก ความเข้มข้นในเนื้อสะละลดลงอย่างชัดเจน หลังจากนั้นความเข้มข้นไม่ต่างกันมากนัก แม้ว่าจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยก็ตาม ความเข้มข้นของ*แมงกานีสและสังกะสี* ลดลงมากกว่าในช่วงที่ผลอายุ 2-5 เดือน หลังจากนั้นค่อนข้างไม่แตกต่างกันมากนักแม้ว่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วน*โบรอนกับทองแดง* มีส่วนคล้ายกันเฉพาะช่วงแรกมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น และต่างกันในส่วนที่ความเข้มข้นของโบรอนลดลงจนถึงอายุ 7 เดือน และเพิ่มขึ้นบ้างในช่วงแก่เก็บเกี่ยว ในขณะที่ทองแดงมีความเข้มข้นลดลงจนถึงอายุ 4-5 เดือน และเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งในช่วง 6 เดือน หลังจากนั้นลดลงจนถึงอายุแก่เก็บเกี่ยว

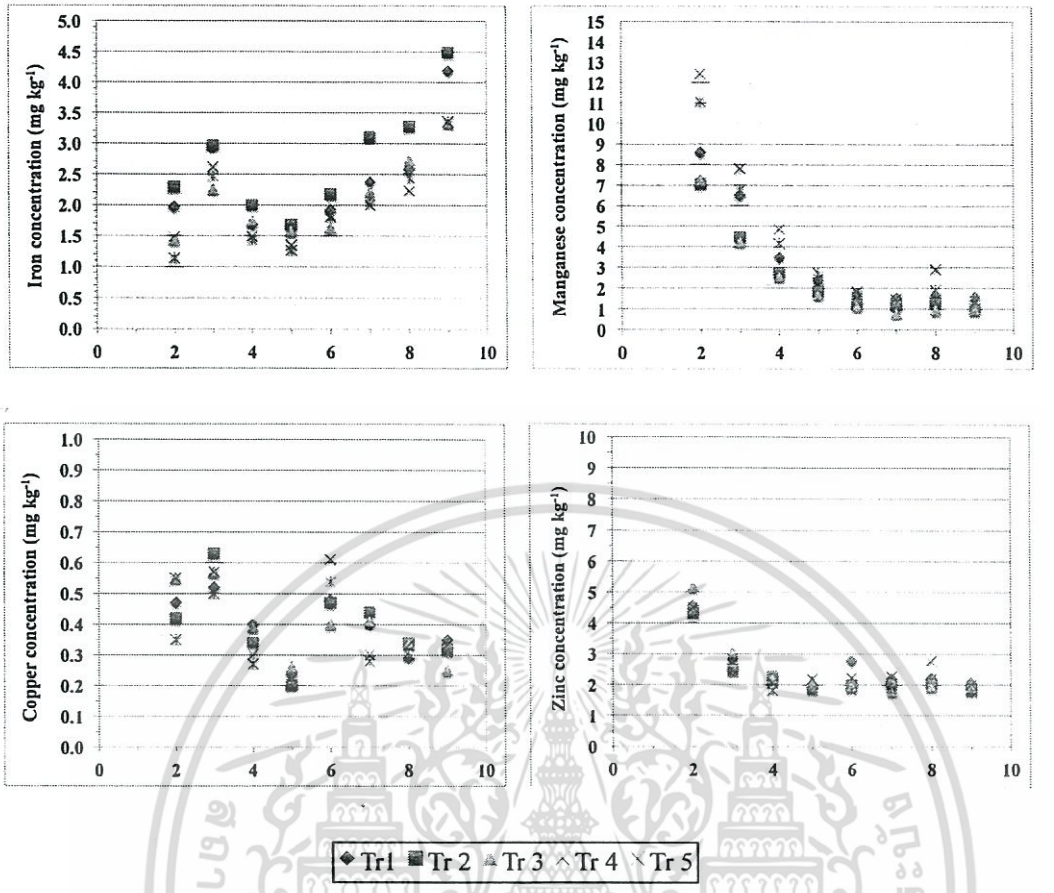
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจะเห็นว่าการฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอน มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของโบรอนในเนื้อสะละมากกว่าที่พบในธาตุแคลเซียม โดยตลอดช่วงการเจริญเติบโตของผลสะละพบว่าตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 มีความเข้มข้นของโบรอนสูงมาก โดยเฉพาะในช่วงอายุ 2-5 เดือน



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละอายุ 2- 9 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 (ต่อ) (แกนนอนคืออายุ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นธาตุอาหารในเนื้อสะละ (น้ำหนักสด)

ธาตุ/อายุ (เดือน)		1	2	3	4	5	6	7	8	9
%N	Avr		0.22	0.17	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.10
	SD		0.02	0.008	0.01	0.003	0.004	0.01	0.01	0.00
	Max		0.25	0.18	0.12	0.09	0.09	0.10	0.11	0.10
	Min		0.19	0.16	0.11	0.08	0.08	0.09	0.10	0.10
%P	Avr		0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	SD		0.002	0.002	0.003	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001
	Max		0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	Min		0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
%K	Avr		0.43	0.39	0.40	0.33	0.30	0.26	0.35	0.32
	SD		0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01
	Max		0.46	0.42	0.42	0.35	0.32	0.29	0.38	0.34
	Min		0.41	0.36	0.39	0.28	0.28	0.22	0.34	0.31
Ca	Avr		364	135	81.1	44.8	25.3	16.3	25.8	22.0
(mg kg^{-1})	SD		32.8	16.9	4.34	6.32	1.30	4.35	7.74	4.22
	Max		399	160	87.0	54.1	26.3	21.7	38.2	27.2
	Min		312	120	77.1	36.3	23.2	10.1	17.2	16.0
Mg	Avr		216	221	147	89.7	88.1	93.3	97.3	85.2
(mg kg^{-1})	SD		8.83	16.1	11.8	5.79	5.50	9.88	11.4	5.79
	Max		227	244	161	96.9	96.9	104	107	90.6
	Min		205	205	129	84.4	82.5	79.4	79.1	77.4
B	Avr		1.72	2.01	1.99	1.18	0.91	0.93	1.44	1.37
(mg kg^{-1})	SD		0.83	0.91	0.95	0.53	0.45	0.29	0.36	0.31
	Max		2.71	3.10	3.15	1.81	1.52	1.31	1.98	1.76
	Min		1.09	1.06	1.23	0.76	0.56	0.63	1.02	1.04
Fe	Avr		1.67	2.65	1.67	1.51	1.87	2.36	2.65	3.75
(mg kg^{-1})	SD		0.46	0.31	0.23	0.19	0.20	0.44	0.39	0.55
	Max		2.29	2.97	2.00	1.68	2.18	3.11	3.28	4.49
	Min		1.14	2.25	1.43	1.26	1.63	2.00	2.23	3.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ธาตุ/อายุ (เดือน)		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mn	Avr		9.27	5.95	3.56	2.22	1.52	1.29	1.76	1.24
(mg kg^{-1})	SD		2.38	1.54	0.96	0.44	0.31	0.31	0.74	0.26
	Max		12.4	7.80	4.86	2.74	1.84	1.53	2.91	1.58
	Min		7.05	4.23	2.57	1.69	1.14	0.79	0.96	0.97
Cu	Avr		0.47	0.56	0.34	0.23	0.50	0.37	0.32	0.31
(mg kg^{-1})	SD		0.09	0.05	0.06	0.02	0.08	0.07	0.03	0.04
	Max		0.55	0.63	0.40	0.26	0.61	0.44	0.34	0.35
	Min		0.35	0.50	0.27	0.20	0.40	0.28	0.29	0.25
Zn	Avr		4.57	2.64	2.10	2.00	2.16	2.03	2.22	1.92
(mg kg^{-1})	SD		0.34	0.28	0.18	0.15	0.37	0.21	0.32	0.13
	Max		5.16	3.04	2.27	2.18	2.77	2.27	2.77	2.07
	Min		4.30	2.41	1.81	1.84	1.83	1.77	1.94	1.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละของทุกต้นในแต่ละตำรับทดลอง

ธาตุ	Tr	อายุ (เดือน)							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
%N	1		0.20	0.17	0.11	0.09	0.08	0.10	0.10	0.10
	2		0.19	0.16	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.10
	3		0.25	0.17	0.11	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10
	4		0.24	0.18	0.11	0.09	0.09	0.10	0.11	0.10
	5		0.22	0.16	0.12	0.09	0.08	0.09	0.10	0.10
%P	1		0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	2		0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	3		0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	4		0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	5		0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
%K	1		0.42	0.41	0.39	0.34	0.29	0.24	0.38	0.32
	2		0.41	0.42	0.42	0.33	0.32	0.29	0.34	0.34
	3		0.46	0.37	0.39	0.33	0.28	0.28	0.35	0.32
	4		0.42	0.36	0.39	0.28	0.29	0.22	0.35	0.31
	5		0.45	0.41	0.39	0.35	0.32	0.24	0.35	0.32
Ca	1		374.80	143.87	77.25	45.37	26.28	18.38	22.49	24.02
(mg kg^{-1})	2		311.62	160.00	84.02	44.89	25.88	21.72	25.76	27.19
	3		399.15	120.31	77.12	43.49	23.21	10.14	17.22	22.71
	4		376.75	120.32	80.00	36.32	26.24	14.36	38.24	20.02
	5		356.64	131.89	87.02	54.06	24.90	16.73	25.38	16.03
Mg	1		226.73	228.99	154.04	94.69	96.95	103.70	95.65	90.63
(mg kg^{-1})	2		208.90	244.29	160.86	96.87	88.51	96.79	97.96	89.82
	3		221.09	205.13	147.51	84.41	82.51	79.45	79.07	80.94
	4		205.36	208.65	129.36	84.38	84.80	87.01	106.58	77.38
	5		218.72	216.28	145.03	88.40	87.56	99.51	107.08	87.17
B	1		1.17	1.60	1.32	0.78	0.63	0.78	1.54	1.37
(mg kg^{-1})	2		1.09	1.44	1.23	0.76	0.60	0.78	1.25	1.04
	3		1.10	1.06	1.35	0.81	0.56	0.63	1.02	1.09
	4		2.55	2.86	3.15	1.81	1.52	1.31	1.98	1.76
	5		2.71	3.10	2.90	1.71	1.26	1.17	1.42	1.57

Tr 1 = ตำรับควบคุม (control)

Tr 2 = ใส่ยิปซัมทางดิน

Tr 3 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางผล

Tr 4 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

Tr 5 = ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ธาตุ	Tr	อายุ (เดือน)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fe	1		1.97	2.95	1.68	1.66	1.92	2.37	2.58	4.18
(mg kg^{-1})	2		2.29	2.97	2.00	1.68	2.18	3.11	3.28	4.49
	3		1.44	2.25	1.74	1.58	1.63	2.22	2.72	3.34
	4		1.49	2.61	1.49	1.35	1.81	2.00	2.23	3.37
	5		1.14	2.47	1.43	1.26	1.83	2.10	2.44	3.35
Mn	1		8.56	6.50	3.48	2.38	1.76	1.53	1.71	1.58
(mg kg^{-1})	2		7.05	4.47	2.74	1.84	1.27	1.18	1.31	1.00
	3		7.25	4.23	2.57	1.69	1.14	0.79	0.96	0.97
	4		12.42	7.80	4.86	2.43	1.84	1.47	2.91	1.33
	5		11.06	6.75	4.17	2.74	1.60	1.49	1.92	1.34
Cu	1		0.47	0.52	0.40	0.24	0.48	0.40	0.29	0.35
(mg kg^{-1})	2		0.42	0.63	0.34	0.20	0.47	0.44	0.34	0.32
	3		0.55	0.57	0.39	0.26	0.40	0.41	0.34	0.25
	4		0.55	0.57	0.30	0.22	0.61	0.30	0.33	0.33
	5		0.35	0.50	0.27	0.22	0.54	0.28	0.30	0.31
Zn	1		4.56	2.82	2.15	2.00	2.77	2.20	2.20	2.07
(mg kg^{-1})	2		4.30	2.51	2.27	1.86	2.00	2.02	2.03	1.84
	3		5.16	3.04	2.22	2.10	1.95	1.77	1.94	1.93
	4		4.50	2.42	2.05	2.18	2.23	2.27	2.77	2.00
	5		4.35	2.41	1.81	1.84	1.83	1.90	2.19	1.75

Tr 1 = ตำรับควบคุม (control)

Tr 2 = ใส่ยิปซัมทางดิน

Tr 3 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางผล

Tr 4 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

Tr 5 = ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเปลือกสะละ

ตารางที่ 8 แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเปลือกสะละ ตารางที่ ๑ แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเปลือกสะละทุกต้นในแต่ละตำรับการทดลอง ตั้งแต่ผลสะละมีอายุได้ 1 เดือนจนถึง 9 เดือน รูปที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเปลือกสะละตั้งแต่อายุ 1 เดือนจนถึงอายุ 9 เดือน ซึ่งจะเห็นได้ว่าธาตุอาหารในเปลือกสะละแทบทุกธาตุมีปริมาณสูงกว่าที่พบในเนื้อสะละ มีเพียงฟอสฟอรัสเท่านั้นที่มีปริมาณค่อนข้างใกล้เคียงกับหรือน้อยกว่าที่พบในเนื้อสะละเล็กน้อยในเดือนที่ 7-9 และโดยส่วนใหญ่ปริมาณธาตุอาหารในเปลือกสะละมีแนวโน้มลดลงเมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น มีเฉพาะธาตุโพแทสเซียมและเหล็กเท่านั้นที่แตกต่างจากจากธาตุอื่นเมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น

ไนโตรเจน (N)

เมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเปลือกลดลง โดยแบ่งได้เป็นหลายช่วงคือ อายุ 1-3 เดือนลดลงอย่างเห็นได้ชัด (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 0.17-0.27%) เช่นเดียวกับที่พบเมื่ออายุ 5-7 เดือน (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 0.11-0.19%) ในขณะที่ผลสะละอายุ 3-5 และ 7-9 เดือน ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเปลือกสูงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามอายุในแต่ละช่วง (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 0.17-0.19 และ 0.11-0.13% ตามลำดับ) ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเปลือกสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 0.11-0.27%; ตำรับการทดลองที่ 2 : 0.10-0.27%; ตำรับการทดลองที่ 3 : 0.11-0.26%; ตำรับการทดลองที่ 4 : 0.10-0.29% และตำรับการทดลองที่ 5 : 0.11-0.26%

ฟอสฟอรัส (P)

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของฟอสฟอรัสตลอดอายุ 9 เดือนคล้ายกับที่พบในไนโตรเจน คือลดลงอย่างมากเมื่อผลมีอายุ 1-3 เดือน และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออายุได้ 3-5 เดือน หลังจากนั้นลดลงอีกครั้งหนึ่ง ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเปลือกสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 0.01-0.05%; ตำรับการทดลองที่ 2 : 0.01-0.05%; ตำรับการทดลองที่ 3 : 0.01-0.04%; ตำรับการทดลองที่ 4 : 0.01-0.05% และตำรับการทดลองที่ 5 : 0.01-0.04%

โพแทสเซียม (K)

ผลสะละอายุ 1 -3 เดือน ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเปลือกสะละลดลงอย่างชัดเจน (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 0.61-0.70%) หลังจากนั้นมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดจนถึงอายุ 8 เดือน (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 0.61-0.80%) ซึ่งเป็นความเข้มข้นสูงสุด และลดลงอีกครั้งหนึ่งในช่วงอายุแก่เก็บเกี่ยว (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 0.70%) ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเปลือกสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 0.61-0.77%; ตำรับการทดลองที่ 2 : 0.63-0.81%; ตำรับการทดลองที่ 3 : 0.63-0.81%; ตำรับการทดลองที่ 4 : 0.61-0.83% และตำรับการทดลองที่ 5 : 0.63-0.80%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคลเซียม (Ca)

ตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ความเข้มข้นของแคลเซียมทุกช่วงอายุไม่ต่างกันมากนัก โดยผลสะละอายุ 3 เดือนมีปริมาณแคลเซียมในเปลือกต่ำที่สุด ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 3 ถึง 5 ซึ่งได้รับ Ca และ/หรือ B เพิ่มทางผล มีปริมาณแคลเซียมในเปลือกสะละสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 อย่างชัดเจนโดยเฉพาะเมื่อผลสะละอายุ 3-5 เดือน และช่วงอายุแก่เก็บเกี่ยว ความเข้มข้นของแคลเซียมในเปลือกสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 0.04-0.07%; ตำรับการทดลองที่ 2 : 0.05-0.08%; ตำรับการทดลองที่ 3 : 0.06-0.11%; ตำรับการทดลองที่ 4 : 0.06-0.15% และตำรับการทดลองที่ 5 : 0.06-0.09%

แมกนีเซียม (Mg)

ในช่วง 2 เดือนแรกปริมาณแมกนีเซียมในเปลือกสะละของตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่ต่างกันมากนัก (382 กับ 395 และ 432 กับ 425 mg kg^{-1} ตามลำดับ) หลังจากนั้นมีความเข้มข้นลดลงเมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น จนถึงอายุ 7 เดือน (259-335 และ 262-340 mg kg^{-1} ตามลำดับ) และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่อายุ 8 เดือน ก่อนที่จะลดลงอีกครั้งหนึ่งในช่วงอายุแก่เก็บเกี่ยว ส่วนตำรับการทดลองที่ 3 แมกนีเซียมในเปลือกสะละลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วง 1-3 เดือน (278-401 mg kg^{-1}) หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อผลสะละมีอายุ 4 เดือน (365 mg kg^{-1}) และลดลงจนถึงอายุ 6 เดือน หลังจากนั้นมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจากเดิมไม่มากนัก ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 4 แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ 3 เล็กน้อยคือปริมาณแมกนีเซียมลดลงอย่างมากในช่วงที่ผลสะละอายุ 1-2 เดือน (289-372 mg kg^{-1}) หลังจากนั้นมีปริมาณไม่สม่ำเสมอนัก แต่ค่อนข้างลดลงจากเดิมจนถึงอายุ 7 เดือน (227-290 mg kg^{-1}) และเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งเมื่อผลสะละมีอายุ 9 เดือน ตำรับการทดลองที่ 5 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในเปลือกสะละลดลงอย่างชัดเจนในช่วง 1-2 เดือน (336-422 mg kg^{-1}) แต่ในเดือนที่ 3 มีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และลดลงอย่างชัดเจนจนถึงอายุ 6 เดือน (263-353 mg kg^{-1}) หลังจากนั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากเดิม แต่ไม่ต่างกันมากนักในช่วงเดือนที่ 7-9 (299-318 mg kg^{-1}) ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในเปลือกสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 259-395 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 262-432 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 258-401 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 227-372 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 263-422 mg kg^{-1}

โบรอน (B)

ตำรับการทดลองที่ 1 ถึง 3 ซึ่งไม่ได้รับโบรอนเพิ่ม มีความเข้มข้นของโบรอนในเปลือกสะละต่ำกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 อย่างชัดเจน โดยเฉพาะช่วงที่ผลสะละมีอายุ 2-5 เดือน (1.78-2.64, 1.47-2.79 และ 1.62-3.07 mg kg^{-1} ตามลำดับ) หลังจากนั้นความเข้มข้นค่อนข้างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงอายุแก่เก็บเกี่ยว (1.73-2.22, 1.28-1.98 และ 1.52-2.05 mg kg^{-1} ตามลำดับ) ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ซึ่งได้รับโบรอนเพิ่มทางผล มีเฉพาะอายุ 1 เดือนเท่านั้นที่ความเข้มข้นของโบรอนในเปลือกสะละต่ำกว่าที่พบในช่วงอายุที่มากกว่านี้ และไม่ต่างจากที่พบในตำรับการทดลอง 1 ถึง 3 มากนัก หลังจากนั้นความเข้มข้นของโบรอนในเปลือกสะละสูงกว่าที่พบใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำรับการทดลองที่ 1 ถึง 3 อย่างเห็นได้ชัด และความเข้มข้นลดลงเมื่อผลสะละอายุมากขึ้น โดยลดลงอย่างชัดเจนในช่วงที่ผลสะละมีอายุ 2-5 เดือน (8.62-19.1 และ 4.54-11.20 mg kg-1 ตามลำดับ) และตั้งแต่อายุ 6 เดือนขึ้นไป ความเข้มข้นของโบรอนในเปลือกสะละของตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 (3.48-4.02 และ 2.66-3.58 mg kg^{-1} ตามลำดับ) ก็ยังคงสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ความเข้มข้นของโบรอนในเปลือกสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 1.73-2.64 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 1.38-2.79 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 1.52-3.07 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 2.90-19.10 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 2.49-11.20 mg kg^{-1}

เหล็ก (Fe)

ทุกตำรับการทดลอง ในช่วงอายุ 1-4 เดือน ความเข้มข้นของเหล็กในเปลือกสะละลดลง (เฉลี่ยทุกตำรับทดลอง 4.13-6.12 mg kg^{-1}) แต่เมื่อผลสะละมีอายุ 5 เดือน ความเข้มข้นของเหล็กในเปลือกสะละสูงขึ้นมากกว่าเดิมอย่างชัดเจน (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 6.85 mg kg^{-1}) และเมื่อผลสะละมีอายุ 6 เดือน ความเข้มข้นของเหล็กในเปลือกสะละลดต่ำกว่าเดิมอย่างชัดเจน (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 3.17 mg kg^{-1}) ความเข้มข้นของเหล็กในเปลือกสะละอายุ 7-9 เดือนส่วนใหญ่มีแนวโน้มสูงขึ้น (เฉลี่ยทุกตำรับการทดลอง 3.17-13.6 mg kg^{-1}) และในช่วง 4-8 เดือนจะเห็นว่าความเข้มข้นของเหล็กในเปลือกสะละของตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ต่ำกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 อย่างเห็นได้ชัด ความเข้มข้นของเหล็กในเปลือกสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 3.55-7.30 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 3.61-12.1 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 3.51-16.2 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 2.32-20.3 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 2.55-12.1 mg kg^{-1}

แมงกานีส (Mn)

ตำรับการทดลองที่ 1 ถึง 3 มีความเข้มข้นของแมงกานีสในเปลือกสะละต่ำกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 อย่างชัดเจน (24.2-37.3, 13.4-39.6, 12.6-27.1, 30.1-52.1 และ 26.9-37.0 mg kg^{-1} ตามลำดับ) ในช่วงที่ผลสะละอายุ 1-3 เดือน ความเข้มข้นของแมงกานีสในเปลือกสะละจากทุกตำรับการทดลองลดลงอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น ปริมาณแมงกานีสในเปลือกสะละลดลงจากเดิมแต่ไม่ค่อยต่างกันมากนักสำหรับตำรับการทดลองที่ 1 ถึง 3 ส่วนตำรับการทดลองที่ 4 พบว่าในเดือนที่ 4 ความเข้มข้นของแมงกานีสในเปลือกสะละเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมาก หลังจากนั้นลดลงจนถึงเดือนที่ 7 และเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในเดือนที่ 8 ก่อนที่จะลดลงอีกครั้งหนึ่งในช่วงอายุแก่เก็บเกี่ยวซึ่งมีความเข้มข้นใกล้เคียงกับที่พบในเดือนที่ 7 ทุกตำรับการทดลองจะเห็นว่าความเข้มข้นที่พบในตำรับการทดลองที่ 1 สูงกว่าตำรับการทดลองที่ 2 และ 3 อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในเดือนที่ 2-9 ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 4 มีความเข้มข้นสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองอื่นทุกเดือน ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 มีความเข้มข้นใกล้เคียงกับที่พบในตำรับการทดลองที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 และความเข้มข้นของแมงกานีสในเปลือกสะละของตำรับการทดลองที่ 3 ต่ำกว่าที่พบในตำรับการทดลองอื่นแทบทุกเดือน

ทองแดง (Cu)

ความเข้มข้นของทองแดงในเปลือกสะละสูงที่สุดเมื่อผลสะละมีอายุ 2 เดือน และสูงกว่าที่พบในเดือนที่ 1 อย่างมาก โดยเฉพาะในตำรับการทดลองที่ 1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเปลือกสะละในช่วง 9 เดือนไม่สม่ำเสมอนัก สามารถแบ่งได้เป็นหลายช่วง คือ 1-2, 2-3, 3-5, 5-7 และ 7-9 เดือน ความเข้มข้นของทองแดงในเปลือกสะละอายุ 3 เดือนลดลงจากเดิมอย่างชัดเจน แต่ในช่วงที่ผลสะละอายุ 3-5 เดือน ความเข้มข้นของทองแดงในเปลือกสะละเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และลดลงเมื่อผลสะละมีอายุ 5-7 และเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งในช่วงที่มีอายุ 7-9 เดือน ความเข้มข้นของทองแดงในเปลือกสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 1.61-7.10 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 1.77-4.88 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 1.55-4.58 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 2.65-5.59 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 1.93-3.60 mg kg^{-1}

สังกะสี (Zn)

มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารค่อนข้างคล้ายกับที่พบในไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในเปลือกสะละ เมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น ปริมาณสังกะสีในเปลือกสะละลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยในช่วงผลสะละอายุ 1-3 เดือนความเข้มข้นของสังกะสีในเปลือกสะละลดลงอย่างชัดเจน ความเข้มข้นของสังกะสีในเปลือกสะละแต่ละตำรับการทดลองเป็นดังนี้ ตำรับการทดลองที่ 1 : 3.02-8.76 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 2 : 3.03-9.53 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 3 : 3.69-7.62 mg kg^{-1}; ตำรับการทดลองที่ 4 : 3.06-8.81 mg kg^{-1} และตำรับการทดลองที่ 5 : 2.77-6.78 mg kg^{-1}

นั่นคือธาตุอาหารในเปลือกสะละแทบทุกธาตุมีความเข้มข้นสูงกว่าที่พบในเนื้อสะละ ยกเว้นฟอสฟอรัสที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับหรือน้อยกว่าที่พบในเนื้อสะละเล็กน้อยในเดือนที่ 7-9 ธาตุอาหารส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อผลสะละมีอายุมากและ ยกเว้นธาตุโพแทสเซียมและเหล็ก ซึ่งความเข้มข้นของโพแทสเซียมลดลงอย่างชัดเจนในผลสะละอายุ 1 -3 เดือน หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยที่มีความเข้มข้นสูงสุดเมื่อผลสะละมีอายุ 8 เดือน ความเข้มข้นของเหล็กลดลงในช่วงอายุ 1-4 แต่เมื่อผลสะละมีอายุ 5 เดือน ความเข้มข้นของเหล็กในเปลือกสะละสูงขึ้นมากกว่าเดิมอย่างชัดเจน และเมื่อผลสะละมีอายุ 6 เดือน ความเข้มข้นของเหล็กในเปลือกสะละลดต่ำกว่าเดิมอย่างมาก และเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งจนถึงระยะแก่เก็บเกี่ยว

ในช่วง อายุ 1-3 เดือนความเข้มข้นของไนโตรเจนลดลงอย่างเห็นได้ชัด เช่นเดียวกับที่พบเมื่ออายุ 5-7 เดือน ในขณะที่ผลสะละอายุ 3-5 และ 7-9 เดือน ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเปลือกสูงขึ้นบ้างตามอายุในแต่ละช่วง ฟอสฟอรัสคล้ายกับไนโตรเจน คือ ลดลงอย่างมากเมื่อผลมีอายุ 1-3 เดือน และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออายุได้ 3-5 เดือน หลังจากนั้นลดลงอีกครั้งหนึ่ง

ความเข้มข้นเฉลี่ยของแคลเซียมจากทุกต้นไม่ต่างกันมากนัก แต่ตำรับการทดลองที่ได้รับ Ca และ/หรือ B เพิ่มทางผล (ตำรับการทดลองที่ 3 ถึง 5) มีความเข้มข้นสูงกว่าที่พบในตำรับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองที่ 1 (ควบคุม) และ 2 (ใส่ยิปซัมทางดิน) อย่างชัดเจนโดยเฉพาะเมื่อผลสะละอายุ 3-5 เดือน ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ความเข้มข้นของแคลเซียมทุกช่วงอายุไม่ต่างกันมากนัก โดยผลสะละอายุ 3 เดือนมีความเข้มข้นต่ำที่สุด

ความเข้มข้นเฉลี่ยของแมกนีเซียมจากทุกตันลดลงใน 2 ช่วงอายุ คือ 1-3 เดือน และ 4-6 เดือน และเพิ่มขึ้นบ้างจนถึงช่วงแก่เก็บเกี่ยว สำหรับตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 พบว่าในช่วง 2 เดือนแรกความเข้มข้นของแมกนีเซียมไม่ต่างกันมาก ลดลงจนถึงอายุ 6-7 เดือน และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่อายุ 8 เดือน ก่อนที่จะลดลงอีกครั้งหนึ่งในช่วงอายุแก่เก็บเกี่ยว ส่วนตำรับการทดลองที่ 3 (ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์) แมกนีเซียมลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วง 1-3 เดือน และเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อผลสะละมีอายุ 4 เดือน และลดลงจนถึงอายุ 6 เดือน หลังจากนั้นมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจากเดิมไม่มากนัก ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 4 (ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอน) แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ 3 เล็กน้อยคือแมกนีเซียมลดลงอย่างมากในช่วงที่ผลสะละอายุ 1-2 เดือน หลังจากนั้นไม่สม่ำเสมอนัก แต่ค่อนข้างลดลงจนถึงอายุ 7 เดือน และเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งเมื่อผลสะละมีอายุ 9 เดือน ตำรับการทดลองที่ 5 (ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอน)ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในเปลือกสะละลดลงอย่างชัดเจนในช่วง 1-2 เดือน แต่ในเดือนที่ 3 เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และลดลงอย่างชัดเจนจนถึงอายุ 6 เดือน หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นจากเดิม แต่ไม่ต่างกันมากนักในช่วงเดือนที่ 7-9

ในช่วงที่ผลสะละอายุ 2-5 เดือน ความเข้มข้นของโบรอนสูงกว่าที่พบเมื่ออายุ 1 เดือน แต่ลดลงตามอายุของช่วงนี้ หลังจากนั้นความเข้มข้นลดลงจากเดิมเล็กน้อยและไม่ต่างกันมากนักจนถึงอายุแก่เก็บเกี่ยว

ตำรับการทดลองที่ 1 ถึง 3 ที่ไม่ได้ฉีดพ่นโบรอน มีความเข้มข้นของโบรอนต่ำกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 (ฉีดพ่นโบรอน) อย่างชัดเจน โดยเฉพาะช่วงที่ผลสะละมีอายุ 2-5 เดือน หลังจากนั้นค่อนข้างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงอายุแก่เก็บเกี่ยว ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 มีเฉพาะอายุ 1 เดือนเท่านั้นที่ความเข้มข้นของโบรอนในเปลือกสะละต่ำกว่าที่พบในช่วงอายุที่มากกว่านี้ และไม่ต่างจากที่พบในตำรับทดลอง 1 ถึง 3 มากนัก หลังจากนั้นความเข้มข้นของโบรอนสูงกว่าที่พบในตำรับทดลองที่ 1 ถึง 3 อย่างเห็นได้ชัด และความเข้มข้นลดลงเมื่อผลสะละอายุมากขึ้น โดยลดลงอย่างชัดเจนในช่วงที่ผลสะละมีอายุ 2-5 และตั้งแต่อายุ 6 เดือนขึ้นไป ความเข้มข้นของตำรับทดลองที่ 4 และ 5 ก็ยังคงสูงกว่าที่พบในตำรับทดลองที่ 1, 2 และ 3

ตำรับการทดลองที่ไม่ฉีดพ่นโบรอน พบว่าความเข้มข้นของแมงกานีสในตำรับการทดลองที่ 1 สูงกว่าตำรับทดลองที่ 2 และ 3 อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในเดือนที่ 2-9 ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 4 มีความเข้มข้นสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองอื่นทุกเดือน ส่วนตำรับทดลองที่ 5 มีความเข้มข้นใกล้เคียงกับที่พบในตำรับการทดลองที่ 1 และความเข้มข้นของแมงกานีสในเปลือกสะละของตำรับการทดลองที่ 3 ต่ำกว่าที่พบในตำรับการทดลองอื่นแทบทุกเดือน ในช่วงที่ผลสะละอายุ 1-3 เดือน ความเข้มข้นของแมงกานีสทุกตำรับการทดลองลดลงอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้นความเข้มข้นลดลงจากเดิมแต่ไม่ค่อยต่างกันมากนักสำหรับตำรับการทดลองที่ 1 ถึง 3 ส่วนตำรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4 พบว่าในเดือนที่ 4 ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมาก หลังจากนั้นลดลงจนถึงเดือนที่ 7 และเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในเดือนที่ 8 ก่อนที่จะลดลงอีกครั้งหนึ่งในช่วงอายุแก่เก็บเกี่ยวซึ่งมีความเข้มข้นใกล้เคียงกับที่พบในเดือนที่ 7

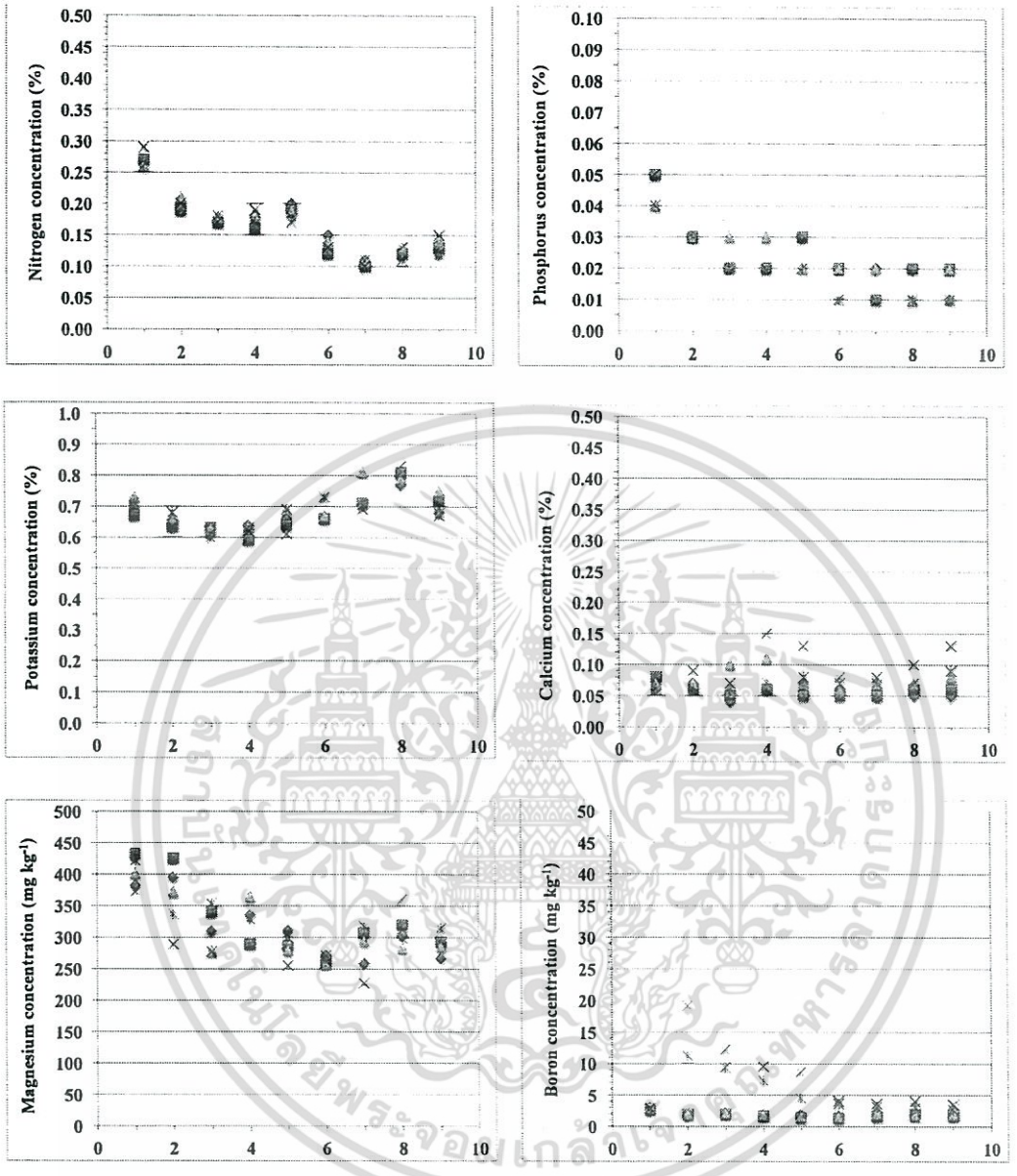
ความเข้มข้นของทองแดงสูงที่สุดเมื่อผลสะละมีอายุ 2 เดือน และสูงกว่าที่พบในเดือนที่ 1 อย่างมาก โดยเฉพาะในตำรับทดลองที่ 1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเปลือกสะละในช่วง 9 เดือนไม่สม่ำเสมอนัก สามารถแบ่งได้เป็นหลายช่วง คือ 1-2, 2-3, 3-5, 5-7 และ 7-9 เดือน ความเข้มข้นของทองแดงในเปลือกสะละอายุ 3 เดือนลดลงจากเดิมอย่างชัดเจน แต่ในช่วงที่ผลสะละอายุ 3-5 เดือน ความเข้มข้นของทองแดงในเปลือกสะละเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และลดลงเมื่อผลสะละมีอายุ 5-7 และเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งในช่วงที่มีอายุ 7-9 เดือน

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสังกะสีค่อนข้างคล้ายกับที่พบในไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เมื่อผลสะละมีอายุมากขึ้น ปริมาณสังกะสีในเปลือกสะละลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยในช่วงผลสะละอายุ 1-3 เดือนความเข้มข้นของสังกะสีในเปลือกสะละลดลงอย่างชัดเจน

นอกจากธาตุโพแทสเซียมในเปลือกสะละที่ลดลงอย่างชัดเจนในผลสะละอายุ 1 -3 เดือน หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยที่มีความเข้มข้นสูงสุดเมื่อผลสะละมีอายุ 8 เดือน กับธาตุเหล็กที่ความเข้มข้นของลดลงในช่วงอายุ 1-4 แต่เมื่อผลสะละมีอายุ 5 เดือน ความเข้มข้นของเหล็กในเปลือกสะละสูงขึ้นมากกว่าเดิมอย่างชัดเจน และเมื่อผลสะละมีอายุ 6 เดือน ความเข้มข้นของเหล็กในเปลือกสะละลดต่ำกว่าเดิมอย่างมาก และเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งจนถึงระยะแก่เก็บเกี่ยว การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอื่นๆ พบว่ามีเฉพาะธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสังกะสี เท่านั้นที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกันคือ ลดลง โดยในช่วง อายุ 1-3 เดือนความเข้มข้นลดลงอย่างเห็นได้ชัด เช่นเดียวกับที่พบเมื่ออายุ 5-7 เดือน ส่วนธาตุอื่นๆค่อนข้างแตกต่างกัน โดยได้รับอิทธิพลจากตำรับการทดลองอย่างมาก

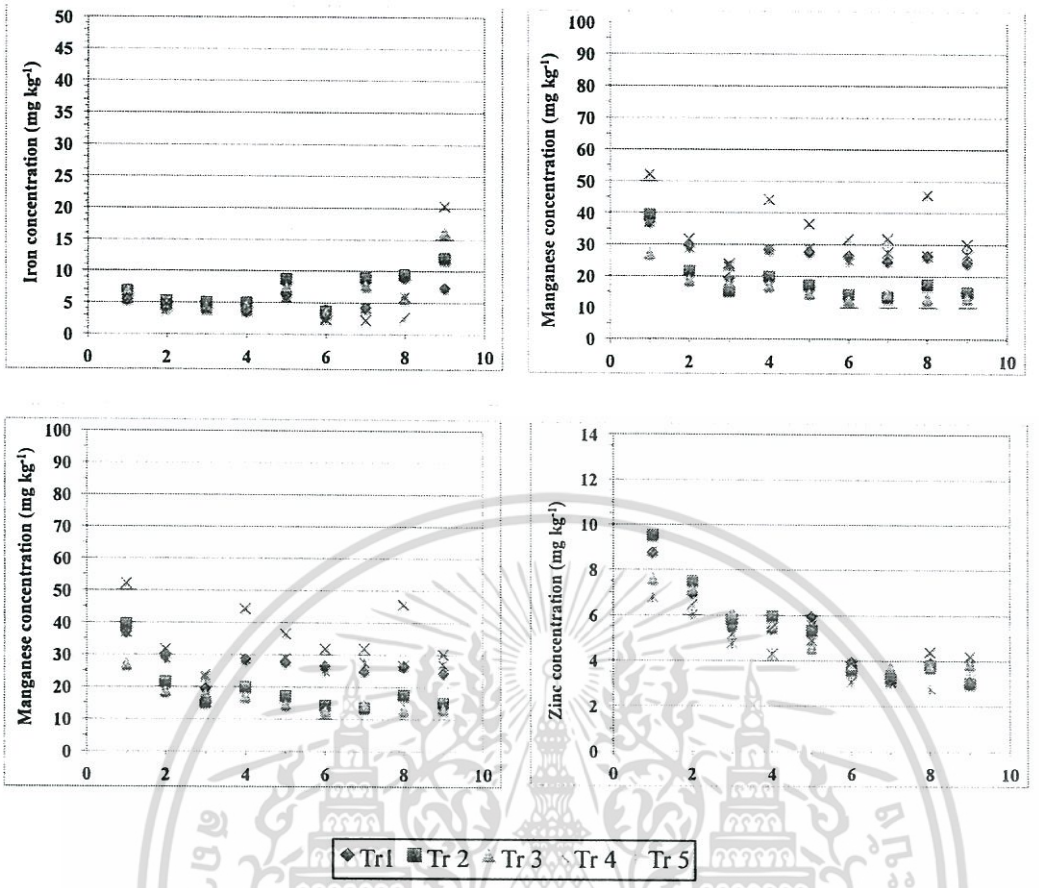
ในเนื้อสะละ มีเฉพาะความเข้มข้นของธาตุโบรอนเท่านั้นที่ได้รับอิทธิพลอย่างชัดเจนจากการฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอน แต่ในเปลือกสะละพบว่านอกจากโบรอนแล้ว ยังมีธาตุอาหารพืชอีกหลายธาตุที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอน ได้แก่แคลเซียม แมกนีเซียมและแมงกานีส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเปลือกสละอายุ 1- 9 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 (ต่อ) (แกนนอนคืออายุ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นธาตุอาหารในเปลือกสะละ (น้ำหนักสด)

ธาตุ/อายุ (เดือน)		1	2	3	4	5	6	7	8	9
%N	Avr	0.27	0.20	0.17	0.18	0.19	0.13	0.11	0.12	0.13
	SD	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
	Max	0.29	0.21	0.18	0.19	0.20	0.15	0.11	0.13	0.15
	Min	0.26	0.19	0.17	0.16	0.17	0.12	0.10	0.11	0.12
%P	Avr	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
	SD	0.002	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.001	0.002
	Max	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
	Min	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
%K	Avr	0.70	0.65	0.61	0.62	0.66	0.69	0.73	0.80	0.70
	SD	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03
	Max	0.73	0.68	0.63	0.64	0.69	0.73	0.81	0.83	0.75
	Min	0.67	0.63	0.60	0.59	0.61	0.66	0.69	0.77	0.67
%Ca	Avr	0.07	0.07	0.06	0.09	0.08	0.06	0.06	0.07	0.08
	SD	0.01	0.01	0.02	0.04	0.03	0.01	001	0.02	0.03
	Max	0.08	0.09	0.10	0.15	0.13	0.08	0.08	0.10	0.13
	Min	0.06	0.06	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Mg	Avr	402	363	312	321	286	265	281	313	295
($mg\ kg^{-1}$)	SD	25.7	53.0	34.7	32.2	21.3	6.07	37.6	29.3	20.6
	Max	432	425	353	365	311	272	318	360	315
	Min	372	289	277	289	255	258	227	283	267
B	Avr	2.78	7.23	5.54	4.43	3.63	2.45	2.45	2.59	2.34
($mg\ kg^{-1}$)	SD	0.22	7.72	4.89	3.72	3.06	1.25	0.85	0.87	0.72
	Max	3.07	19.1	12.2	9.5	8.62	4.02	3.60	3.96	3.48
	Min	2.49	1.91	1.96	1.67	1.47	1.38	1.63	1.85	1.82
Fe	Avr	6.12	4.76	4.43	4.13	6.85	3.17	5.47	6.59	13.6
($mg\ kg^{-1}$)	SD	0.77	0.58	0.43	0.6	1.26	0.69	2.80	2.80	4.92
	Max	7.06	5.27	5.03	4.97	8.75	3.86	8.95	9.50	20.3
	Min	5.52	3.81	4.01	3.55	5.80	2.32	2.20	2.60	7.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ธาตุ/อายุ (เดือน)		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mn	Avr	38.6	26.2	19.9	27.7	25.0	22.0	22.4	25.8	21.9
(mg kg^{-1})	SD	8.94	5.69	3.60	10.6	9.01	8.28	8.19	12.6	7.4
	Max	52.1	31.8	23.9	44.3	36.5	31.8	31.9	45.6	30.1
	Min	27.1	18.7	15.2	17.1	14.7	12.6	13.4	12.9	13.2
Cu	Avr	3.11	5.15	2.78	2.87	3.27	2.99	2.13	2.09	2.87
(mg kg^{-1})	SD	0.40	1.30	0.75	0.72	0.85	0.46	0.43	0.53	0.95
	Max	3.64	7.10	3.56	3.88	4.63	3.70	2.65	2.94	4.34
	Min	2.70	3.60	1.85	2.08	2.54	2.46	1.61	1.55	1.98
Zn	Avr	8.30	6.82	5.47	5.34	5.26	3.66	3.29	3.72	3.47
(mg kg^{-1})	SD	1.09	0.59	0.53	0.62	0.54	0.36	0.28	0.59	0.53
	Max	9.53	7.51	6.10	5.97	5.95	3.94	3.69	4.38	4.19
	Min	6.78	6.02	4.75	4.30	4.58	3.06	3.04	2.77	3.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเปลือกสะละทุกต้นของแต่ละตำรับการทดลอง (น้ำหนักสด)

ธาตุ	Tr	อายุ (เดือน)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
%N	1	0.27	0.19	0.17	0.18	0.20	0.15	0.11	0.12	0.12
	2	0.27	0.19	0.17	0.16	0.19	0.12	0.10	0.12	0.13
	3	0.26	0.21	0.18	0.18	0.19	0.14	0.11	0.13	0.14
	4	0.29	0.20	0.17	0.19	0.17	0.13	0.10	0.13	0.15
	5	0.26	0.19	0.18	0.17	0.18	0.12	0.11	0.11	0.12
%P	1	0.05	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01
	2	0.05	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02
	3	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
	4	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
	5	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
%K	1	0.70	0.63	0.61	0.64	0.66	0.66	0.71	0.77	0.68
	2	0.67	0.64	0.63	0.59	0.64	0.66	0.71	0.81	0.72
	3	0.73	0.66	0.63	0.64	0.69	0.67	0.81	0.79	0.75
	4	0.70	0.63	0.61	0.62	0.61	0.73	0.69	0.83	0.67
	5	0.71	0.68	0.60	0.63	0.69	0.73	0.71	0.80	0.68
%Ca	1	0.06	0.07	0.04	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05
	2	0.08	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06
	3	0.07	0.07	0.10	0.11	0.07	0.06	0.07	0.07	0.08
	4	0.06	0.09	0.07	0.15	0.13	0.08	0.08	0.10	0.13
	5	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.09
Mg	1	382	395	310	335	311	272	259	303	267
(mg kg^{-1})	2	432	425	340	289	286	262	308	320	293
	3	401	372	278	365	280	258	294	283	286
	4	372	289	277	290	255	271	227	360	315
	5	422	336	353	329	300	263	318	299	315
B	1	2.64	1.95	1.96	1.78	1.89	1.73	1.90	2.22	1.82
(mg kg^{-1})	2	2.79	2.03	2.03	1.67	1.47	1.38	1.63	1.98	1.82
	3	3.07	1.91	2.15	1.88	1.62	1.52	2.04	1.85	1.93
	4	2.90	19.1	12.2	9.50	8.62	4.02	3.60	3.96	3.48
	5	2.49	11.20	9.38	7.30	4.54	3.58	3.09	2.92	2.66

Tr 1 = ตำรับควบคุม (control)

Tr 2 = ใส่ยิปซัมทางดิน

Tr 3 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางผล

Tr 4 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

Tr 5 = ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑ (ต่อ)

ธาตุ	Tr	อายุ (เดือน)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fe	1	5.52	5.16	4.59	3.55	6.23	3.86	4.23	9.03	7.30
(mg kg^{-1})	2	6.85	5.27	5.03	4.97	8.75	3.61	8.95	9.50	12.1
	3	7.06	4.76	4.48	4.52	7.51	3.51	7.79	5.88	16.2
	4	5.62	4.80	4.02	3.81	5.94	2.32	2.20	2.60	20.3
	5	5.55	3.81	4.01	3.82	5.80	2.55	4.17	5.93	12.1
Mn	1	37.30	29.94	19.43	28.54	27.79	26.60	24.74	26.40	24.2
(mg kg^{-1})	2	39.56	21.59	15.19	19.87	17.12	14.23	13.42	17.41	15.0
	3	27.09	18.71	17.87	17.07	14.68	12.58	14.33	12.90	13.2
	4	52.10	31.77	23.86	44.26	36.52	31.76	31.94	45.63	30.1
	5	36.99	28.83	22.99	28.61	28.92	24.99	27.53	26.57	26.9
Cu	1	2.88	7.10	2.16	2.26	3.52	2.46	1.61	1.83	3.01
(mg kg^{-1})	2	3.64	4.88	1.85	3.88	3.03	2.74	1.77	2.20	2.07
	3	2.88	4.58	3.56	3.08	2.54	3.70	2.38	1.55	1.98
	4	2.70	5.59	3.01	3.08	4.63	3.00	2.65	2.94	4.34
	5	3.43	3.60	3.35	2.08	2.62	3.05	2.24	1.93	2.95
Zn	1	8.76	6.98	5.49	5.43	5.95	3.94	3.45	3.91	3.02
(mg kg^{-1})	2	9.53	7.51	5.83	5.97	5.34	3.59	3.21	3.80	3.03
	3	7.62	7.14	6.10	5.54	4.58	3.81	3.69	3.76	3.87
	4	8.81	6.47	5.17	5.45	5.55	3.89	3.06	4.38	4.19
	5	6.78	6.02	4.75	4.30	4.89	3.06	3.04	2.77	3.26

Tr 1 = ตำรับควบคุม (control)

Tr 2 = ใส่ยิปซัมทางดิน

Tr 3 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางผล

Tr 4 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

Tr 5 = ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลสละอายุแก่เก็บเกี่ยว

ตารางที่ 10 แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสละแต่ละตำรับทดลอง

เนื้อสละ

ธาตุอาหารที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียมและแมกนีเซียม (0.85-0.94% N, 1.76-1.86% K และ 496-550 mg Mg kg^{-1}) ส่วนความเข้มข้นของธาตุอาหารที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอน

ฟอสฟอรัส (P)

มีความเข้มข้นอยู่ในพิสัย 0.136-0.155% ตำรับการทดลองที่ 3 (Gypsum + $CaCl_2$ ผล) มีความเข้มข้นสูงที่สุด และไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 1 (Control) และ 4 [Gypsum ดิน + ($CaCl_2$ + B ผล)] ตำรับการทดลองที่ 2 (Gypsum ดิน) กับตำรับการทดลองที่ 5 ($CaCl_2$ + B ผล) มีปริมาณต่ำที่สุด และไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 1 และ 4

แคลเซียม (Ca)

มีความเข้มข้นอยู่ในพิสัย 111-170 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณต่ำที่สุด (111 mg kg^{-1}) ในขณะที่ตำรับการทดลองอื่นไม่แตกต่างทางสถิติ (149-170 mg kg^{-1})

เหล็ก (Fe)

มีความเข้มข้นอยู่ในพิสัย 17.1-21.1 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 3 ถึง 5 ไม่ต่างกันทางสถิติ (17.1-18.4 mg kg^{-1}) เช่นเดียวกับตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 (20.7-21.1 mg kg^{-1})

แมงกานีส *(Mn)*

มีความเข้มข้นอยู่ในพิสัย 6.54-10.2 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 3 มีความเข้มข้นต่ำที่สุด และตำรับการทดลองที่ 4 มีความเข้มข้นสูงที่สุด

ทองแดง *(Cu)*

มีความเข้มข้นอยู่ในพิสัย 1.45-1.94 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 3 มีความเข้มข้นต่ำที่สุด และไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 1, 4 และ 5 มีความเข้มข้นสูงที่สุด และไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 2

สังกะสี (Zn)

มีความเข้มข้นอยู่ในพิสัย 10.3-12.3 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 5 มีความเข้มข้นต่ำที่สุด และไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 1, 3 และ 4 มีความเข้มข้นสูงที่สุด และไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โบรอน (B)

มีความเข้มข้นอยู่ในพิสัย 5.46-10.8 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 4 มีความเข้มข้นสูงที่สุด ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ซึ่งฉีดพ่นโบรอนทางผล มีความเข้มข้นของโบรอนสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 2 และ 3 แต่จะเห็นว่าตำรับการทดลองที่ 5 ไม่แตกต่างทางสถิติกับที่พบในตำรับการทดลองทดลองที่ 1

เปลือกสะละ

มีเฉพาะเหล็กและสังกะสีเท่านั้นที่ไม่แตกต่างทางสถิติ (25.7-52.2 mg kg-1 และ 11.4-13.3 mg kg-1 ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่พบในเนื้อสะละ จะเห็นว่ามีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสน้อยกว่าที่พบในเนื้อสะละ ในขณะที่โพแทสเซียม เหล็ก แมงกานีส และทองแดงมีมากกว่า ส่วนแคลเซียมมีความเข้มข้นสูงกว่าที่พบในเนื้อสะละอย่างเห็นได้ชัด ส่วนสังกะสีกับสังกะสีมีความเข้มข้นสูงกว่าที่พบในเนื้อสะละเล็กน้อย

ไนโตรเจน (N)

มีความเข้มข้นอยู่ในพิสัย 0.43-0.50% ตำรับการทดลองที่ 5 มีความเข้มข้นต่ำที่สุดและไม่ต่างจากตำรับทดลองที่ 2 ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณสูงที่สุด ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 3 และ 4 ไม่แตกต่างทางสถิติและไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 2

ฟอสฟอรัส (P)

มีความเข้มข้นต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไนโตรเจนและฟอสฟอรัส คืออยู่ในพิสัย 0.044-0.060% และค่อนข้างคล้ายกับไนโตรเจนคือตำรับการทดลองที่ 5 มีความเข้มข้นต่ำที่สุดและต่างจากตำรับการทดลองที่ 4 ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 1 และ 3 มีความเข้มข้นสูงที่สุด และไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 2

โพแทสเซียม (K)

เป็นธาตุอาหารหลักที่มีความเข้มข้นสูงที่สุดในเปลือกสะละ (2.32-2.77%) ตำรับการทดลองที่ 4 มีความเข้มข้นต่ำที่สุด ในขณะที่ตำรับการทดลองอื่นไม่แตกต่างทางสถิติ (2.55-2.77%)

แคลเซียม (Ca)

มีความเข้มข้นอยู่ในพิสัย 1,848-3,982 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 1 มีความเข้มข้นต่ำที่สุดและไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 2 ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 2 ถึง 5 ซึ่งได้รับแคลเซียมเพิ่ม ความเข้มข้นของแคลเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ 4 [Gypsum ดิน +($CaCl_2$ + B ผล)] มีแคลเซียมในเปลือกสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ตำรับการทดลองที่ 5 ($CaCl_2$ + B ผล), 3 (Gysum ดิน + $CaCl_2$ ผล) และ 2 (Gypsum ดิน) ตามลำดับ

แมกนีเซียม (Mg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความเข้มข้นอยู่ในพิสัย 980-1,207 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 3 มีความเข้มข้นต่ำที่สุดและไม่แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ 1 และ 4 ตำรับการทดลองที่ 5 มีความเข้มข้นสูงที่สุดและไม่แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ 2

แมงกานีส (Mn)

มีความเข้มข้นอยู่ในพิสัย 4.11-113 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 3 มีความเข้มข้นต่ำที่สุด ตำรับการทดลองที่ 4 มีความเข้มข้นสูงที่สุด

ทองแดง (Cu)

มีความเข้มข้นอยู่ในพิสัย 9.32-12.3 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 2, 3 และ 5 มีความเข้มข้นต่ำที่สุดและไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 1 ในขณะที่ตำรับทดลองที่ 4 มีความเข้มข้นสูงที่สุดและไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 1 เช่นเดียวกัน

โบรอน (B)

มีความเข้มข้นอยู่ในพิสัย 6.66-12.6 mg kg^{-1} ตำรับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งไม่ได้ฉีดพ่นโบรอนทางผล มีความเข้มข้นไม่แตกต่างทางสถิติและต่ำกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 อย่างชัดเจน (6.66-7.10 mg kg^{-1}, 12.6 mg kg^{-1} และ 9.80 mg kg^{-1} ตามลำดับ) และจะเห็นว่าตำรับการทดลองที่ 4 ที่ใส่ยิปซัมทางดินร่วมกับการฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนทางผลมีความเข้มข้นของโบรอนในเปลือกสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 5 ที่ได้รับแคลเซียมและโบรอนทางผลเพียงอย่างเดียว

การดูดใช้ธาตุอาหาร (Nutrient uptake) ในเนื้อสะละและเปลือกสะละ

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารในเนื้อสะละและเปลือกสะละของแต่ละตำรับทดลอง

เนื้อสะละ

ถึงแม้ว่าความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน แคลเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสีและโบรอนในเนื้อสะละของทุกตำรับทดลองจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) แต่จะเห็นว่ามีเพียงการดูดใช้ธาตุโบรอนในเนื้อสะละเท่านั้นที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (23.3-41.1 µg $fruit^{-1}$) โดยตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ที่ได้รับโบรอนทางผลมีการดูดใช้โบรอนสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 อย่างเห็นได้ชัด (36.0-41.4 µg $fruit^{-1}$และ 23.3-29.7 µg $fruit^{-1}$ ตามลำดับ)

ส่วนธาตุอื่นๆซึ่งการดูดใช้ไม่แตกต่างทางสถิติในทุกตำรับทดลอง ปริมาณการดูดใช้เป็นดังนี้ 34.2-38.3 mg N $fruit^{-1}$, 5.73-6.51 mg P $fruit^{-1}$, 70.2-79.6 mg K $fruit^{-1}$, 478-804 µg Ca $fruit^{-1}$, 2.02-2.47 mg Mg $fruit^{-1}$, 74.0-96.2 µg Fe $fruit^{-1}$, 27.9-44.4 µg Mn $fruit^{-1}$, 6.12-7.95 µg Cu $fruit^{-1}$ และ 43.6-50.0 µg Zn $fruit^{-1}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบการดูดใช้ธาตุอาหารในเนื้อสะละของการทดลองครั้งนี้กับงานทดลองก่อนหน้านี้ (พรทิวาและนารี, 2554) (ค่าวิเคราะห์ที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นค่าเฉลี่ยทุกตำรับทดลอง ค่าแรกเป็นการทดลองครั้งนี้ ค่าที่สองเป็นของงานทดลองครั้งที่ผ่านมา) พบว่ามีเฉพาะไนโตรเจน แคลเซียม แมงกานีส และโบรอนเท่านั้นที่การดูดใช้สูงขึ้น (36.1 กับ 26.5 mg fruit^{-1}, 632 กับ 508 µg fruit^{-1}, 36.8 กับ 35.3 µg fruit^{-1} และ 31.1 กับ 12 µg fruit^{-1} ตามลำดับ) ส่วนธาตุอื่นมีการดูดใช้ลดลงจากเดิม (5.98 กับ 7.05 mg P fruit^{-1}, 75.7 กับ 92.5 mg K fruit^{-1}, 2.20 กับ 2.59 mg Mg fruit^{-1}, 81.9 กับ 83.4 µg Fe fruit^{-1}, 7.42 กับ 11.3 µg Cu fruit^{-1} และ 47.7 และ 57.7 µg Zn fruit^{-1})

เปลือกสะละ

เมื่อเปรียบเทียบเนื้อสะละ จะเห็นว่าธาตุอาหารที่เปลือกสะละดูดใช้ได้น้อยกว่าที่พบในเนื้อสะละได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สังกะสี และโบรอน (แต่ความเข้มข้นของโพแทสเซียม สังกะสี และโบรอนในเปลือกสะละสูงกว่าที่พบในเนื้อสะละ) ธาตุอาหารที่เปลือกสะละดูดใช้ได้มากกว่าที่พบในเนื้อสะละได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส และทองแดง โดยที่การดูดใช้แคลเซียมในเปลือกสูงกว่าในเนื้ออย่างชัดเจน ในขณะที่ทองแดงและแมงกานีสดูดใช้ในเปลือกมากกว่าในเนื้อประมาณ 2.5 และ 3 เท่า ตามลำดับ

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเปลือกสะละ มีเฉพาะเหล็กและสังกะสีเท่านั้นที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10) แต่เมื่อเป็นปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร พบว่าไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ละแมงกานีส ไม่แตกต่างทางสถิติ (10.3-11.7 mg fruit^{-1}, 55.7-70.1 mg fruit^{-1}, 2.36-2.98 mg fruit^{-1}, 58.7-127 µg fruit^{-1} และ 26.8-31.4 µg fruit^{-1} ตามลำดับ) ส่วนธาตุอื่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ฟอสฟอรัส (P)

มีปริมาณการดูดใช้อยู่ในพิสัย 1.07-1.51 mg fruit^{-1} ตำรับการทดลองที่ 5 มีการดูดใช้ต่ำที่สุดและไม่แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ 1 และ 4 ตำรับการทดลองที่ 2 และ 4 มีการดูดใช้สูงที่สุด และไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 1 และ 4

แคลเซียม (Ca)

ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 มีการดูดใช้ไม่ต่างกันทางสถิติ (9,508 และ 8,307 µg fruit^{-1} ตามลำดับ) เช่นเดียวกับที่พบในตำรับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 (4,373, 5,740 และ 6,369 µg fruit^{-1} ตามลำดับ) ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ดูดใช้แคลเซียมสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 อย่างเห็นได้ชัด และจะเห็นว่าตำรับการทดลองที่ 4 ซึ่งได้รับยิปซัมทางดินร่วมกับการฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนทางผลมีการดูดใช้สูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนทางผลเพียงอย่างเดียวเล็กน้อย ส่วนตำรับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 แม้จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งไม่ได้รับแคลเซียมเพิ่ม มีการดูดใช้แคลเซียมในเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะละต่ำที่สุด ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 3 ที่ใส่ยิปซัมทางดินและฉีดพ่นแคลเซียมทางผล มีการดูดใช้แคลเซียมสูงที่สุดใน 3 ตำรับการทดลองนี้ เป็นไปได้ว่าการมีโบรอนอยู่ร่วมด้วย (ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5) ทำให้ดูดใช้แคลเซียมได้ดีกว่าการไม่มีโบรอน

แมงกานีส (Mn)

ตำรับการทดลองที่ 1, 4 และ 5 ดูดใช้แมกนีเซียมไม่ต่างกันทางสถิติ (216, 271 และ 245 μg fruit^{-1} ตามลำดับ) เช่นเดียวกับที่พบในตำรับการทดลองที่ 2 และ 3 (151 และ 102 μg fruit^{-1} ตามลำดับ)

ทองแดง (Cu)

ตำรับการทดลองที่ 2, 3 และ 5 ดูดใช้ทองแดงไม่แตกต่างทางสถิติ (19.6, 18.0 และ 21.3 μg fruit^{-1} ตามลำดับ) และไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 1 (22.8 μg fruit^{-1}) แต่ต่ำกว่าตำรับการทดลองที่ 4 (28.5 μg fruit^{-1}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 4 ดูดใช้ทองแดงในเปลือกสะละไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 1

โบรอน (B)

ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ซึ่งได้รับโบรอนทางผล มีการดูดใช้โบรอนสูงกว่าและแตกต่างกันทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ (16.5, 16.7 และ 17.2 μg fruit^{-1} ตามลำดับ) ในขณะเดียวกันตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ก็แตกต่างกันทางสถิติ (29.9 และ 23.6 μg fruit^{-1} ตามลำดับ) ตำรับการทดลองที่ 4 ซึ่งใส่ยิปซัมทางดินร่วมกับฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนทางผลมรการดูดใช้โบรอนสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งได้รับแคลเซียมและโบรอนทางผลเพียงอย่างเดียว เป็นไปได้ว่าการดูดใช้แคลเซียมที่มากขึ้น ทำให้การดูดใช้โบรอนสูงขึ้นตามไปด้วย

เมื่อเปรียบเทียบการดูดใช้ธาตุอาหารในเปลือกสะละของการทดลองครั้งนี้กับงานทดลองก่อนหน้านี้ (พรทิวาและนารี, 2554) (ค่าวิเคราะห์ที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นค่าเฉลี่ยทุกตำรับทดลอง ค่าแรกเป็นการทดลองครั้งนี้ ค่าที่สองเป็นของงานทดลองครั้งที่ผ่านมา) พบว่า มีเฉพาะเหล็กกับทองแดงเท่านั้นที่การดูดใช้มากขึ้น (105 กับ 51.1 μg fruit^{-1} และ 21.9 กับ 4.09 μg kg^{-1} ตามลำดับ) ในขณะที่ธาตุอื่นมีการดูดใช้ลดลงจากเดิม (1.32 กับ 2.58 mg P fruit^{-1}, 63.7 กับ 86.5 mg K fruit^{-1}, 6.85 กับ 8.26 mg Ca fruit^{-1}, 2.66 กับ 3.83 mg Mg fruit^{-1}, 197 กับ 358 μg Mn fruit^{-1}, 28.9 กับ 46.4 μg Zn fruit^{-1}, 20.6 กับ 33.2 μg B fruit^{-1}) และในการทดลองครั้งก่อนไม่ได้วิเคราะห์ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเปลือกสะละ จึงไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้

สัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อสะละและเปลือกสะละ

ตารางที่ 12 แสดงสัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อสะละและเปลือกสะละของแต่ละตำรับทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อสะละ

สัดส่วนธาตุอาหารที่แตกต่างกันทางสถิติได้แก่ N/Ca, K/Ca, Ca/Mg, (K+Mg)/Ca และ Ca/B ในขณะที่สัดส่วนธาตุอาหารอื่นๆไม่แตกต่างทางสถิติ และมีค่าเป็นดังนี้ N/K : 0.48-0.54, K/Mg : 33.5-38.4 และ K/(Ca+Mg) : 26.0-29.2

N/Ca

ตำรับการทดลองที่ 5 ($CaCl_2$ + B ผล) มีสัดส่วน N/Ca สูงกว่าตำรับการทดลองอื่น (87.8) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ตำรับการทดลองอื่นไม่แตกต่างกันทางสถิติ (60.7-69.5)

K/Ca

เช่นเดียวกับที่พบใน N/Ca คือ ตำรับการทดลองที่ 5 มีสัดส่วน K/Ca กว่าตำรับอื่น (184) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ตำรับอื่นไม่แตกต่างกันทางสถิติ (128-139)

Ca/Mg

เหมือนกับ N/Ca และ K/Ca คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ถึง 4 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (0.28-0.31) และสูงกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (0.21)

(K+Mg)/Ca

ตำรับการทดลองที่ 5 มีสัดส่วนนี้สูงที่สุด (189) และแตกต่างทางสถิติกับตำรับอื่นที่ไม่ต่างกันทางสถิติ (132-143) เช่นเดียวกับที่พบในสัดส่วน N/Ca และ K/Ca

Ca/B

ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ที่ฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนทางผลมีสัดส่วนนี้ต่ำที่สุดและมีแนวโน้มไม่ต่างกันทางสถิติ (15.7 และ 13.4 ตามลำดับ) ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 2 มีสัดส่วนนี้สูงที่สุด (32.7) ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 และ 3 มีสัดส่วนนี้เท่ากับ 20.8 และ 26.3 ตามลำดับและมีแนวโน้มไม่ต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อสะละของการทดลองครั้งนี้กับงานทดลองก่อนหน้านี้ (พรทิวาและนารี, 2554) (ค่าวิเคราะห์ที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นค่าเฉลี่ยทุกตำรับทดลอง ค่าแรกเป็นการทดลองครั้งนี้ ค่าที่สองเป็นของงานทดลองครั้งที่ผ่านมา) พบว่า สัดส่วนธาตุอาหารที่ต่ำกว่าการทดลองครั้งที่ผ่านมาได้แก่ K/Ca, K+Mg/Ca และ Ca/B (168 กับ 202, 172 กับ 207 และ 17.9 กับ 46.4 ตามลำดับ) ส่วน K/Ca+Mg ไม่ต่างกันมากนัก (30.8 กับ 30.6) ในขณะที่สัดส่วนธาตุอาหารอื่นๆของงานทดลองครั้งนี้มีค่าสูงกว่างานทดลองครั้งที่ผ่านมา (0.50 กับ 0.29 N/K, 83.9 กับ 58.9 N/Ca, 38.6 กับ 36.4 K/Mg, 0.26 กับ 0.19 Ca/Mg)

เปลือกสะละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสัดส่วนธาตุอาหาร เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนธาตุอาหารที่พบในเนื้อสะละ จะเห็นว่าสัดส่วนธาตุอาหารที่ต่ำกว่าที่พบในเนื้อสะละได้แก่ N/K, N/Ca, K/Ca, K/Mg, K/(Ca+Mg) และ (K+Mg)/Ca ซึ่งสัดส่วน (K+Mg)/Ca ของเปลือกสะละต่ำกว่าที่พบในเนื้อสะละประมาณ 12 เท่า ในขณะที่สัดส่วน Ca/Mg สูงกว่าที่พบในเนื้อสะละประมาณ 10 เท่า และสัดส่วน Ca/B สูงกว่าประมาณ 15 เท่า

N/K

ตำรับการทดลองที่ 4 มีสัดส่วนนี้สูงที่สุด (0.20) และแตกต่างทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองอื่น (0.17-0.18) ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

N/Ca

ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ที่ใส่โบรอนร่วมด้วย มีสัดส่วนนี้ต่ำที่สุดและไม่ต่างกันทางสถิติ (1.23 และ 1.45 ตามลำดับ) ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 มีสัดส่วนนี้สูงที่สุด (2.99) ซึ่งเกิดจากการมีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงที่สุดและแคลเซียมต่ำที่สุด ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 2 และ 3 ที่ใส่ยิปซัมทางดิน กับใส่ยิปซัมทางดินร่วมกับฉีดพ่นแคลเซียมกับโบรอนทางผล ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (2.21 และ 2.08 ตามลำดับ)

K/Ca

ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ซึ่งใส่แคลเซียมและโบรอนทางผลร่วมด้วย มีสัดส่วนนี้ต่ำกว่าตำรับทดลองอื่น และแตกต่างกันทางสถิติ (6.35 และ 9.07 ตามลำดับ) ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 1 มีสัดส่วนนี้สูงที่สุด (16.6) ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 และ 3 ไม่ต่างกันทางสถิติ (13.4 และ 12.4 ตามลำดับ)

K/Mg

ตำรับการทดลองที่ 3 มีสัดส่วนนี้สูงที่สุด (31.0) และมีแนวโน้มไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 (28.0) ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 มีสัดส่วนนี้ต่ำที่สุด (23.5-22.7 ตามลำดับ) และไม่ต่างจากตำรับการทดลองที่ 2 (24.3)

Ca/Mg

ตำรับการทดลองที่ 3 (Gypsum ดิน + $CaCl_2$ ผล), 4 [Gypsum ดิน + ($CaCl_2$ + B ผล) และ 5 ($CaCl_2$ + B ผล) มีสัดส่วนนี้สูงกว่าตำรับการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และ 2 (Gypsum ดิน) (1.79 และ 1.95 ตามลำดับ) โดยที่ตำรับการทดลองที่ 4 มีสัดส่วนนี้สูงที่สุด (3.94) ส่วนตำรับการทดลองที่ 3 ไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 5 (2.60 และ 2.81 ตามลำดับ)

(K+Mg)/Ca

ตำรับการทดลองที่ 4 [Gypsum ดิน + ($CaCl_2$ + B ผล) และ 5 ($CaCl_2$ + B ผล) มีสัดส่วนนี้ต่ำกว่าที่พบในตำรับอื่นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (6.62 และ 9.46 ตามลำดับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 1 มีสัดส่วนนี้สูงที่สุด (17.2) ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 (Gypsum ดิน) และ 3 (Gypsum ดิน + $CaCl_2$ ผล ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (14.0 และ 12.8 ตามลำดับ)

K/(Ca+Mg)

ตำรับการทดลองที่ 1 มีสัดส่วนนี้สูงที่สุด (10.3) ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 กับ 3 และ 4 กับ 5 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (8.53 กับ 8.77 และ 4.96 กับ 6.38 ตามลำดับ) จะเห็นว่าตำรับทดลองที่ใส่โบรอนร่วมด้วย (ตำรับทดลองที่ 4 และ 5) มีสัดส่วนนี้ต่ำกว่าตำรับที่ได้รับแคลเซียมเพียงอย่างเดียว ไม่ว่าจะเป็นการใส่ทางดิน (ตำรับการทดลองที่ 2) หรือใส่ทางผลร่วมด้วย (ตำรับการทดลองที่ 3)

Ca/B

ตำรับการทดลองที่ 1 มีสัดส่วนนี้ต่ำที่สุด (259) ในขณะที่ตำรับการทดลองอื่นไม่แตกต่างกันทางสถิติ (331-373)

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อสะละของการทดลองครั้งนี้กับงานทดลองก่อนหน้านี้ (พรทิวาและนารี, 2554) (ค่าวิเคราะห์ที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นค่าเฉลี่ยทุกตำรับทดลอง ค่าแรกเป็นการทดลองครั้งนี้ ค่าที่สองเป็นของงานทดลองครั้งที่ผ่านมา) พบว่าสัดส่วนธาตุอาหารที่สูงขึ้นจากเดิม ได้แก่ K/Mg, Ca/Mg และ Ca/B (25.3 กับ 23.3, 2.57 กับ 2.07 และ 322 กับ 281 ตามลำดับ) ในขณะที่สัดส่วน K/Ca และ K+Mg/Ca เท่ากัน (11.9 และ 12.4 ตามลำดับ) ส่วน K/Ca+Mg ไม่ต่างกันมากนัก แม้ว่างานทดลองครั้งนี้จะมีค่าสูงกว่าบ้างก็ตาม (7.86 กับ 7.79) และในการทดลองครั้งก่อน ไม่ได้วิเคราะห์ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเปลือกสะละ จึงไม่สามารถเปรียบเทียบสัดส่วน N/K และ N/Cs ได้

คุณภาพผลผลิตสะละ

ตารางที่ 13 แสดงคุณภาพผลผลิตสะละของแต่ละตำรับทดลอง

มีเฉพาะความหวาน (องศาบริกซ์- ^{O}Brix) และความเป็นกรดที่ไตเตรทได้ (Titrable acidity) เท่านั้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ซึ่งได้รับโบรอนเพิ่มมีองศาบริกซ์ต่ำที่สุดและไม่แตกต่างทางสถิติ (17.0 และ 17.1 ตามลำดับ) อีกทั้งมีแนวโน้มไม่แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ 3 (17.6) ส่วนตำรับการทดลองที่ 1 มีค่านี้สูงที่สุด (18.7) และมีแนวโน้มไม่แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ 2 (18.1)

ตำรับการทดลองที่ 4 มีความเป็นกรดที่ไตเตรทได้ต่ำที่สุด (1.05%) ในขณะที่ตำรับทดลองอื่นไม่ต่างกันทางสถิติ (1.43-1.60%)

คุณภาพผลผลิตสะละที่ไม่แตกต่างทางสถิติ ได้แก่

ชนิดของผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงแม้ว่าตำรับการทดลองที่ 2 ถึง 5 ซึ่งได้รับแคลเซียม และ/หรือโบรอนเพิ่ม จะมีจำนวนผลปกติมากกว่าที่พบในตำรับการทดลองที่ 1 (ควบคุม) ก็ตาม (31.4-45.8% และ 16.1% ตามลำดับ เฉลี่ย) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เช่นเดียวกับผลดำของตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีมากที่สุด (83.9%) ก็ไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองอื่น (54.2-62.4%) ผลการศึกษาครั้งนี้แตกต่างอย่างชัดเจนกับผลการศึกษาของพรทิวาและนารี (2554) ที่ปริมาณผลปกติแตกต่างจากผลดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (69.9-94.3% : เฉลี่ย 88.9% กับ 6.12-30.1% : เฉลี่ย 11.1% ตามลำดับ)

น้ำหนักสด

ทุกตำรับทดลองมีน้ำหนักสดทั้งผล 33.1037.9 กรัม (เฉลี่ย 35.4 กรัม) แม้จะมีแนวโน้มว่าตำรับการทดลองที่ 1 มีน้ำหนักทั้งผลต่ำกว่าตำรับทดลองอื่น น้ำหนักเนื้อทั้งผลอยู่ในพิสัย 20.7-23.6 กรัม (เฉลี่ย 22.6 กรัม) ตำรับการทดลองที่ 1 มีน้ำหนักเนื้อทั้งผลน้อยกว่าตำรับอื่น ในขณะที่น้ำหนักเปลือกทั้งผลอยู่ในพิสัย 8.15-9.36 กรัม (เฉลี่ย 8.93 กรัม) ตำรับการทดลองที่ 4 มีน้ำหนักน้อยที่สุด ส่วนน้ำหนักเมล็ดทั้งผลอยู่ในพิสัย 3.38-4.21 กรัม (เฉลี่ย 3.90 กรัม) ตำรับการทดลองที่ 1 มีน้ำหนักน้อยที่สุด

น้ำหนักแห้ง

เนื้อทั้งผลมีน้ำหนักอยู่ในพิสัย 3.97-4.45 กรัม (เฉลี่ย 4.21 กรัม) ในขณะที่น้ำหนักแห้งของเปลือกทั้งผลอยู่ในพิสัย 2.31-2.55 กรัม (เฉลี่ย 2.44 กรัม)

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละและเปลือกสะละผลปกติและผลดำ

เมื่อนำผลปกติและผลดำจากทุกตำรับการทดลองมาหาความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละและเปลือกสะละ (ตารางที่ 14) พบว่า

เนื้อสะละ

ธาตุอาหารที่ไม่แตกต่างทางสถิติผลปกติและผลดำ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เหล็กและโบรอน (0.90 และ 0.85% N, 0.14 และ 0.15% P, 18.2 และ 19.5 mg Fe kg^{-1}, 7.86 และ 7.41 mg B kg^{-1} สำหรับเนื้อสะละผลปกติและผลดำ ตามลำดับ) ส่วนธาตุอาหารที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเนื้อสะละผลปกติและผลดำ ได้แก่ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี ซึ่งพบว่าเนื้อสะละผลดำมีความเข้มข้นของธาตุอาหารเหล่านี้สูงกว่าที่พบในเนื้อสะละผลปกติ (1.84 และ 1.71% K, 163 และ 116 mg Ca kg^{-1}, 569 และ 449 mg Mg kg^{-1}, 10.6 และ 6.90 mg Mn kg^{-1}, 1.85 และ 1.63 mg Cu kg^{-1}, 12.5 และ 10.4 mg Zn kg^{-1} สำหรับเนื้อสะละของผลดำและผลปกติ ตามลำดับ)

เปลือกสะละ

ธาตุอาหารที่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างเปลือกสะละผลปกติและผลดำคือ ทองแดง ซึ่งเปลือกสะละผลดำมีความเข้มข้นต่ำกว่าที่พบในเปลือกสะละผลปกติ (8.29 และ 10.7 mg kg^{-1}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ) ส่วนความเข้มข้นของธาตุอาหารอื่นที่ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างเปลือกสะละผลปกติและผลดำเป็นดังนี้ ไนโตรเจนเท่ากัน (0.46%), 0.051 และ 0.054% P, 2.62 และ 2.65% K, 2752 และ 2689 mg Ca kg^{-1}, 1078 และ 1107 mg Mg kg^{-1}, 38.1 และ 41.8 mg Fe kg^{-1}, 82.8 และ 84.6 mg Mn kg^{-1}, 10.7 และ 8.29 mg Cu kg^{-1}, 12.6 และ 11.8 mg Zn kg^{-1}, 8.55 และ 8.60 mg B kg^{-1} สำหรับเปลือกสะละผลปกติและผลดำ ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละและเปลือกสะละ พบว่า เนื้อสะละมีไนโตรเจนเพียงธาตุเดียวเท่านั้นที่สูงกว่าที่พบในเปลือกสะละ ในขณะที่มีความเข้มข้นของธาตุอื่นต่ำกว่าที่พบในเปลือกสะละ โดยที่ความเข้มข้นของแคลเซียมน้อยกว่าที่พบในเปลือกสะละอย่างมาก ในขณะที่สังกะสีไม่ต่างกันมากนักแต่มีแนวโน้มน้อยกว่าที่พบในเปลือกสะละ

การดูดใช้ธาตุอาหารในเนื้อสะละและเปลือกสะละผลปกติและผลดำ

ตารางที่ 15 แสดงการดูดใช้ธาตุอาหารในเนื้อสะละและเปลือกสะละผลปกติและผลดำ

เนื้อสะละ

การดูดใช้ธาตุอาหารที่ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างผลปกติและผลดำ คือ ฟอสฟอรัสและเหล็ก (5.61 และ 6.02 mg P $fruit^{-1}$, 75.9 และ 83.3 µg Fe $fruit^{-1}$ สำหรับเนื้อสะละผลปกติและผลดำ ตามลำดับ)

ธาตุอาหารที่การดูดใช้แตกต่างกันทางสถิติระหว่างเนื้อสะละผลปกติและผลดำ ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอน ซึ่งเนื้อสะละผลดำดูดใช้ธาตุเหล่านี้สูงกว่าที่พบในเนื้อสะละผลปกติ (38.0 และ 32.2 mg N $fruit^{-1}$, 80.8 และ 65.8 mg K $fruit^{-1}$, 722 และ 477 µg Ca $fruit^{-1}$, 2.50 และ 1.75 mg Mg $fruit^{-1}$, 45.3 และ 26.2 µg Mn $fruit^{-1}$, 8.27 และ 6.25 µg Cu $fruit^{-1}$, 53.8 และ 39.4 µg $fruit^{-1}$, 32.7 และ 28.6 µg B $fruit^{-1}$ สำหรับเนื้อสะละผลดำและผลปกติ ตามลำดับ)

เปลือกสะละ

การดูดใช้ธาตุอาหารที่ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างเปลือกสะละผลปกติและผลดำ ได้แก่ แคลเซียม เหล็ก และทองแดง (6,260 และ 7,079 µg Ca $fruit^{-1}$, 85.8 และ 110 µg Fe $fruit^{-1}$, 22.3 และ 21.0 µg B $fruit^{-1}$ สำหรับเปลือกสะละผลปกติและผลดำ ตามลำดับ)

ส่วนธาตุอาหารที่การดูดใช้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเปลือกสะละผลปกติและผลดำ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส สังกะสี และโบรอน ซึ่งเปลือกสะละผลดำดูดใช้มากกว่าที่พบในผลปกติ เช่นเดียวกับที่พบในเนื้อสะละ (12.0 และ 10.1 mg N $fruit^{-1}$, 1.45 และ 1.15 mg P $frui^{-1}$, 69.8 และ 56.8 mg K $fruit^{-1}$, 2.95 และ 2.37 mg Mg $fruit^{-1}$, 219 และ 183 µg Mn $fruit^{-1}$, 30.8 และ 26.8 µg Zn $fruit^{-1}$, 22.3 และ 18.8 µg B $fruit^{-1}$ สำหรับเปลือกสะละผลดำและผลปกติ ตามลำดับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบการดูดใช้ธาตุอาหารของเนื้อสะละและเปลือกสะละ พบว่า ธาตุที่เนื้อสะละดูดใช้ได้มากกว่าเปลือกสะละ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สังกะสีและโบรอน ส่วนธาตุอื่นดูดใช้น้อยกว่าที่พบในเปลือกสะละ โดยที่การดูดใช้แคลเซียมกับแมงกานีสต่ำกว่าที่พบในเปลือกสะละอย่างมาก

สัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อสะละและเปลือกสะละผลปกติและผลดำ

ตารางที่ 16 แสดงสัดส่วนธาตุอาหารที่พบในเนื้อสะละผลปกติและผลดำ

เนื้อสะละ

สัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อสะละผลปกติและผลดำที่ไม่แตกต่างทางสถิติ ได้แก่ N/K และ Ca/Mg (0.50 และ 0.49 N/K กับ 0.26 และ 0.29 Ca/Mg สำหรับผลปกติและผลดำ ตามลำดับ)

สัดส่วนธาตุอาหารที่แตกต่างกันทางสถิติ พบว่าส่วนใหญ่ผลดำมีค่าน้อยกว่าผลปกติ ยกเว้น Ca/B ซึ่งพบในผลดำสูงกว่าผลปกติ สัดส่วนของธาตุต่างๆเป็นดังนี้ สำหรับผลปกติและผลดำตามลำดับ 83.9 และ 60.0 N/Ca, 168 และ 124 K/Ca, 38.6 และ 33.1 K/Mg, 172 และ 128 (K+Mg)/Ca, 30.8 และ 25.7 K/(Ca+Mg), 19.9 และ 23.5 Ca/B

เปลือกสะละ

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของสัดส่วนธาตุอาหารในเปลือกสะละผลปกติและผลดำ โดยมีสัดส่วนเป็นดังนี้ N/K เท่ากัน (0.18), 2.09 และ 1.99 N/Ca, 11.9 และ 11.8 K/Ca, 25.3 และ 25.6 K/Mg, 2.58 และ 2.47 Ca/Mg, 12.4 และ 12.3 (K+Mg)/Ca, 7.86 และ 7.91 K/(Ca+Mg) และ Ca/B เท่ากัน (322) สำหรับเปลือกสะละผลปกติและผลดำ ตามลำดับ

สัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อสะละที่สูงกว่าเปลือกสะละ คือ N/K, N/Ca, K/Ca, K/Mg, (K+Mg)/Ca และ K/(Ca+Mg) ในขณะที่สัดส่วน Ca/Mg และ Ca/B ของเปลือกสะละสูงกว่าที่พบในเนื้อสะละ

คุณภาพของสะละผลปกติและผลดำ

ตารางที่ 17 แสดงข้อมูลคุณภาพของสะละผลปกติและผลดำ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกข้อมูลคุณภาพ โดยส่วนใหญ่ผลปกติมีค่าต่ำกว่าที่พบในผลดำ ยกเว้นองศาบริกซ์และความเป็นกรดที่ไตเตรทได้

ชนิดผล ผลดำมีปริมาณมากกว่าผลปกติเกือบสองเท่า ซึ่งแตกต่างจากที่พบในการศึกษาของพรทิวาและนารี (2544) ที่ทดสอบในแปลงเดียวกันและต้นเดียวกัน *น้ำหนักสดทั้งผล*ของผลดำสูงกว่าผลปกติ (37.8 และ 32.1 กรัม ตามลำดับ) เช่นเดียวกับ*น้ำหนักเนื้อทั้งผล* (23.7 และ 20.7 กรัม ตามลำดับ) *เปลือกทั้งผล* (9.62 และ 8.08 กรัม ตามลำดับ) และ*เมล็ดทั้งผล* (4.56 และ 3.25 กรัม ตามลำดับ) ทำให้*น้ำหนักแห้งของทั้งผลและเปลือกทั้งผล*สูงกว่าตามไปด้วยการ (4.14 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.91 กรัม กับ 2.63 และ 2.19 กรัม สำหรับน้ำหนักแห้งของเนื้อทั้งผลกับเปลือกทั้งผลของผลดำและผลปกติ ตามลำดับ)

*องศาบริกซ์*ของผลดำต่ำกว่าผลปกติ (17.5 และ 18.1 ตามลำดับ) เช่นเดียวกับ*ความเป็นกรดที่ไตเตรทได้* (1.35 และ 1.60% ตามลำดับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสะละแต่ละตำรับทดลอง (Dry weight)

ส่วน	ตำรับ	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		.....(%).....			.....(mg kg^{-1}).....						
เนื้อ	T1	0.89	0.149ab	1.79	149b	540	20.7b	10.2cd	1.86b	12.2b	7.58b
	T2	0.86	0.139a	1.80	170b	555	21.1b	7.91ab	1.72ab	11.5ab	5.46a
	T3	0.93	0.155b	1.86	154b	496	18.4a	6.54a	1.45a	11.9b	6.17a
	T4	0.94	0.143ab	1.76	159b	500	17.5a	11.3d	1.93b	12.3b	10.8c
	T5	0.85	0.136a	1.79	111a	519	17.1a	9.17bc	1.82b	10.3a	8.48b
	เฉลี่ย	0.89	0.144	1.80	147	523	18.9	8.97	1.75	11.6	7.64
	P < 0.05		*		*		*	*	*	*	*
เปลือก	T1	0.50c	0.60c	2.77b	1848a	1032ab	25.7	91.7c	10.3ab	11.7	7.10a
	T2	0.45ab	0.056bc	2.68b	2250ab	1158bc	42.6	61.2b	7.97a	11.9	6.66a
	T3	0.46b	0.059c	2.77b	2516b	980a	52.2	41.1a	7.43a	12.5	6.86a
	T4	0.46b	0.049ab	2.32b	3982d	1027ab	44.5	113d	12.3b	13.3	12.6a
	T5	0.43b	0.044a	2.55b	3317c	1207c	47.3	99.8d	9.32a	11.4	9.80b
	เฉลี่ย	0.46	0.053	2.62	2771	1088	42.6	81.1	9.38	12.1	8.54
	P < 0.05	*	*	*	*	*		*	*		*

Tr 1 = ตำรับควบคุม (control) Tr 2 = ใส่ยิปซัมทางดิน Tr 3 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางผล Tr 4 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล Tr 5 = ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

ตารางที่ 11 การดูดใช้ (Uptake) ธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสะละแต่ละตำรับทดลอง

ส่วน	ตำรับ	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		.....(mg fruit^{-1}).....			(µg fruit^{-1})	(mg fruit^{-1})	.....(µg fruit^{-1}).....				
เนื้อ	T1	34.2	5.84	70.2	594	2.12	82.3	39.4	7.31	47.4	29.7ab
	T2	36.1	6.04	79.6	804	2.47	96.2	33.7	7.77	49.2	23.3a
	T3	38.3	6.51	79.3	660	2.14	81.0	27.9	6.12	50.0	25.5a
	T4	36.1	5.83	72.1	647	2.02	76.4	44.4	7.90	49.1	41.4c
	T5	35.8	5.73	76.5	478	2.22	74.0	39.2	7.95	43.6	36.0bc
	เฉลี่ย	36.1	5.98	75.7	632	2.20	81.9	36.8	7.42	47.7	31.1
	P < 0.05										*
เปลือก	T1	11.4	1.40ab	63.6	4373a	2.36	58.7	216b	22.8ab	26.8	16.5a
	T2	11.3	1.51b	68.2	5740a	2.98	104	151a	19.6a	29.3	16.7a
	T3	11.7	1.49b	70.1	6369a	2.49	127	102a	18.0a	30.7	17.2a
	T4	10.9	1.17ab	55.7	9508b	2.47	103	271b	28.5b	31.4	29.9c
	T5	10.3	1.07a	60.4	8307b	2.92	127	245b	21.3a	27.1	23.6b
	เฉลี่ย	11.1	1.32	63.7	6845	2.66	105	197	21.9	28.9	20.6
	P < 0.05		*	*				*	*		*

Tr 1 = ตำรับควบคุม (control) Tr 2 = ใส่ยิปซัมทางดิน Tr 3 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางผล Tr 4 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล Tr 5 = ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

ตารางที่ 12 สัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสะละแต่ละตำรับทดลอง

ส่วน	ตำรับ	N/K	N/Ca	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg	(K+Mg)/Ca	K/(Ca+Mg)	Ca/B
เนื้อ	T1	0.51	66.7a	133a	33.6	0.28b	137a	26.4	20.8bc
	T2	0.48	60.7a	129a	33.5	0.31b	133a	26.0	32.d
	T3	0.50	69.5a	139a	38.4	0.31b	143a	29.5	26.3c
	T4	0.54	65.8a	128a	36.9	0.31b	132a	28.3	15.7ab
	T5	0.48	87.8b	184b	35.3	0.21a	189b	29.2	13.4a
	เฉลี่ย	0.50	70.8	145	35.5	0.28	149	27.9	21.7
	P < 0.05		*	*	*	*			*
เปลือก	T1	0.18a	2.99c	16.6d	28.0bc	1.79a	17.2d	10.3c	259a
	T2	0.17a	2.21b	13.4c	24.3ab	1.95a	14.0c	8.53b	343b
	T3	0.17a	2.08b	12.4c	31.9c	2.60b	12.8c	8.77b	373b
	T4	0.20b	1.23a	6.35a	23.5a	3.94c	6.62a	4.96a	331b
	T5	0.17a	1.45a	9.07b	22.7a	2.81b	9.46b	6.38a	338b
	เฉลี่ย	0.18	1.99	11.6	25.8	2.59	12.1	7.81	329
	P < 0.05	*	*	*	*	*	*	*	*

Tr 1 = ตำรับควบคุม (control) Tr 2 = ใส่ยิปซัมทางดิน Tr 3 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางผล Tr 4 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล Tr 5 = ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

ตารางที่ 13 คุณภาพผลผลิตสะละของแต่ละตำรับทดลอง

ตำรับ	°Brix	%TA	น้ำหนักสด (กรัม)			น้ำหนักแห้ง (กรัม)			% ชนิดผล	
			ทั้งผล	เนื้อทั้งผล	เปลือกทั้งผล	เมล็ดทั้งผล	เนื้อทั้งผล	เปลือกทั้งผล	ผลดำ	ผลปกติ
T1	18.7c	1.57b	33.1	20.7	9.00	3.38	3.97	2.31	83.9	16.1
T2	18.1bc	1.43b	37.0	23.6	9.36	4.13	4.45	2.55	62.4	37.6
T3	17.6ab	1.59b	36.3	23.2	9.12	3.95	4.25	2.51	54.2	45.8
T4	17.0a	1.05	34.9	22.5	8.15	4.21	4.09	2.40	68.6	31.4
T5	17.1a	1.60b	35.7	22.9	8.92	3.86	4.28	2.41	58.6	41.4
เฉลี่ย	17.7	1.46	35.4	22.6	8.93	3.90	4.21	2.44	65.5	34.5
P < 0.05	*	*								

Tr 1 = ตำรับควบคุม (control) Tr 2 = ใส่ยิปซัมทางดิน Tr 3 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ทางผล Tr 4 = ใส่ยิปซัมทางดิน + ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล Tr 5 = ฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนทางผล

ตารางที่ 14 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสะละผลปกติและผลดำ

ส่วน	ชนิด	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		.....(%).....			.....(mg kg^{-1}).....						
เนื้อ	ผลปกติ	0.85	0.15	1.71	116	449	19.5	6.90	1.63	10.4	7.41
	ผลดำ	0.90	0.14	1.84	163	569	18.2	10.6	1.85	12.5	7.86
	P <0.05			*	*	*		*	*	*	
เปลือก	ผลปกติ	0.46	0.051	2.62	2752	1078	38.2	82.8	10.7	12.6	8.55
	ผลดำ	0.46	0.054	2.65	2689	1107	41.8	84.6	8.29	11.8	8.60
	P <0.05								*		

ตารางที่ 15 การดูดใช้ธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสะละผลปกติและผลดำ

ส่วน	ชนิด	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		.....(mg $fruit^{-1}$).....			(µg $fruit^{-1}$)	(mg $fruit^{-1}$)	.....(µg $fruit^{-1}$).....				
เนื้อ	ผลปกติ	32.2	5.61	65.8	477	1.75	75.9	26.2	6.25	39.4	28.6
	ผลดำ	38.0	6.02	80.0	722	2.50	83.3	45.3	8.27	53.8	32.7
	P < 0.05	*		*	*	*		*	*	*	*
เปลือก	ผลปกติ	10.1	1.15	56.8	6260	2.37	85.8	183	22.3	26.8	18.8
	ผลดำ	12.0	1.45	69.8	7079	2.95	110	219	21.0	30.8	22.3
	P < 0.05	*	*	*		*		*		*	*

ตารางที่ 16 สัดส่วนธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกสะละผลปกติและผลดำ

ส่วน	ชนิด	N/K	N/Ca	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg	(K+Mg)/Ca	K/ZCa+Mg)	Ca/B
เนื้อ	ผลปกติ	0.50	83.9	168	38.6	0.26	172	30.8	17.9
	ผลดำ	0.49	60.0	124	33.1	0.29	128	25.7	23.5
	P < 0.05		*	*	*		*	*	*
เปลือก	ผลปกติ	0.18	2.09	11.9	25.3	2.58	12.4	7.86	322
	ผลดำ	0.18	1.99	11.8	25.6	2.47	12.3	7.91	322
	P < 0.05								

ตารางที่ 17 คุณภาพของสะละผลปกติและผลดำ

ชนิด	°Brix	%TA	น้ำหนักสด (กรัม)				น้ำหนักแห้ง (กรัม)		%ชนิดผล
			ทั้งผล	เนื้อทั้งผล	เปลือกทั้งผล	เมล็ดทั้งผล	เนื้อทั้งผล	เปลือกทั้งผล	
ผลปกติ	18.1	1.60	32.1	20.7	8.08	3.25	3.91	2.19	34.5
ผลดำ	17.5	1.35	37.8	23.7	9.62	4.56	4.41	2.63	65.5
P < 0.05	*	*	*	*	*	*	*	*	*

สรุป

ถึงแม้ว่าชนิดผลปกติและผลดำของทุกตำรับการทดลองจะไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า ตำรับการทดลองที่ใส่แคลเซียมและ/หรือโบรอนมีจำนวนผลปกติมากกว่าที่พบในตำรับควบคุม มีแนวโน้มว่าการใส่แคลเซียมและโบรอนทำให้มีน้ำหนักทั้งผล น้ำหนักเนื้อทั้งผล และน้ำหนักเมล็ดสูงขึ้น

การใส่แคลเซียมและ/หรือโบรอน ทำให้สะละได้รับธาตุดังกล่าวในสัดส่วนที่สมดุลมากขึ้น เห็นได้จาก สัดส่วน Ca/B ในเนื้อสะละของตำรับการทดลองใส่แคลเซียมและโบรอนทางผล ต่ำที่สุด ส่วนในเปลือกสะละพบว่าตำรับการทดลองที่ใส่แคลเซียมและ/หรือโบรอนมีสัดส่วนนี้สูงกว่าที่พบในตำรับควบคุม

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อสะละ นอกจากธาตุเหล็กซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อผลสะละอายุมากขึ้นแล้ว ธาตุอื่นๆส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงในรูปแบบที่ต่างกัน แต่ส่วนใหญ่ลดลงในช่วงที่ผลสะละอายุประมาณ 2 เดือนถึง 4-5 เดือน

การฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอน มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของโบรอนในเนื้อสะละมากกว่าที่พบในธาตุแคลเซียม โดยตลอดช่วงการเจริญเติบโตของผลสะละพบว่าตำรับการทดลองที่ได้รับโบรอนเพิ่ม มีความเข้มข้นของโบรอนสูงมาก โดยเฉพาะในช่วงอายุ 2-5 เดือน ในส่วนของเปลือกสะละพบว่า นอกจากโบรอนจะได้รับอิทธิพลอย่างชัดเจนจากการฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนแล้ว แคลเซียม แมกนีเซียม และแมงกานีสก็ได้รับอิทธิพลจากการนี้ด้วยเช่นกัน

การดูดใช้ธาตุโบรอนในเนื้อสะละแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (23.3-41.1 µg fruit^{-1}) โดยตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 ดูดใช้โบรอนมากกว่าตำรับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 อย่างเห็นได้ชัด (36.0-41.4 µg fruit^{-1} และ 23.3-29.7 µg fruit^{-1} ตามลำดับ) ส่วนธาตุอื่นๆไม่แตกต่างกันทางสถิติ การดูดใช้แคลเซียมและโบรอนในเปลือกสะละก็แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน โดยตำรับที่ได้รับแคลเซียมและโยรอนเพิ่ม มีการดูดธาตุทั้งสองธาตุนี้สูงกว่าตำรับอื่น

จากการให้แคลเซียมและโบรอนทางใบทำให้เนื้อสะละมีโบรอนเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในช่วงอายุ 2-5 เดือนนั้น จึงมีความเป็นไปได้ที่จะแนะนำให้เกษตรกรฉีดพ่นโบรอนในช่วงที่ผลสะละอายุไม่เกิน 3 เดือน เช่นเดียวกับในการศึกษาครั้งนี้

อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องว่า การฉีดพ่นครั้งแรกควรกระทำได้เมื่อใด (อายุ 1 เดือน หรือตั้งแต่เริ่มเกิด fruit setting) และควรศึกษาความเข้มข้นที่พอเหมาะของโบรอน เพราะแม้ว่าการศึกษาครั้งนี้ได้ลดความเข้มข้นของโบรอนลงเหลือเพียง 0.15% (จากเดิมในการทดลองก่อนหน้านี้ 0.25%) ผลสะละก็ยังคงแสดงอาการผิดรูปให้เห็น และควรมีการศึกษาถึงระยะห่างในการฉีดพ่นด้วย (ทุกๆ 1 สัปดาห์ หรือ 2 สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2525. สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2494-2523). กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม. กรุงเทพฯ. 51 หน้า.

พรทิวา กัญยวงศ์หา และนารีพันธุ์จินดาวรรณ. 2554. การใช้ปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนในการปรับปรุงคุณภาพสะละ. โครงการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

เพิ่มพูน กีรติกสิกร. 2546. โบรอน-จุลธาตุอาหารพืช. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 197 หน้า.

วรรณิศา พลัดบุญทอง และสุมิตรา ภู่วโรดม. 2549. อิทธิพลของแคลเซียมและโบรอนต่อคุณภาพมังคุด. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร. 37(6) (พิเศษ) : 577-580.

สุมิตรา ภู่วโรดม. 2549. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. (ไม่เรียงเลขหน้า).

Allan, S.E. 1971. Chemical Analysis of Ecological Materials. John Wiley and Sons, New York.

Bangerth, F. 1979. Calcium-related physiological disorder of plants. Ann. Rev. Phytopathol. 17: 97-122.

Blakemore, L.C., P.C. Searie and B.K. Daly. 1987. Method for Chemical Analysis of Soils. NZ Soil Bureau Scientific Report 80. NZ Bureau, Department of Scientiic and Industrial Research. Lower Hutt, New Zealand. 103 p.

Brady, N.C. and R. R. Weil. 2002. The Nature and Properties of Soils. 13th Edition. Prentice Hall, New Jersey, USA. 960 p.

Bramlage, W.J. 1994. Physiological Role of Calcium in Fruit. p. 101-107. *In* Peterson and Stevens (eds.) Tree Fruit Nutrition. Good Fruit Grower, Washington, USA.

Davidescu, D. and V. Davidescu. 1982. Evaluation of Fertility by Plant and Soil Analysis. Editura Academiei, Romania and Abacus Press, English. 560 p.

Faust. M. 1989. Physiology of Temperate Zone Fruit Trees. John Wiley and Sons, New York.

Foth, H.D. and B.G. Ellis. 1997. Soil Fertility. 2nd Edition. CRC Lewis Publishers. New York, USA. 289 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Foy, C.D., R.L. Chaney and M.C. White. 1978. The physiology of metal toxicity in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 29: 511-566.

Halvin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 2005. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. 7th Edition. Prentice Hall, New Jersey, USA. 515 p.

International Institute of Tropical Agriculture. 1979. Selected Methods of Soil and Plant Analysis. Revised Edition. Manual Series No. 1. IITA, Ibadan, Nigeria, 70 p.

Jones, Jr. J.B. 1998. Plant Nutrition Manual. CRC Press, USA. 147 p.

Keren, R. 1996. Boron. p. 603-626. *In* D.L. Spark, A.L. Page, P.A. Helmeke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Summer (eds.) Methods of Soil Analysis. Part III. Chemical Methods. No. 5 in Agronomy. Soil Sci. Soc. Am., Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Kuo, S. 1996. Phosphorus. p. 869-920. *In* D.L. Spark, A.L. Page, P.A. Helmeke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Summer (eds.) Methods of Soil Analysis. Part III. Chemical Methods. No. 5 in Agronomy. Soil Sci. Soc. Am., Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. London. 674 p.

Mortvedt, J.J. and F.R. Cox. 1985. Production, Marketing, and Use of Calcium, Magnesium, and Micronutrient Fertilizers. p. 455-481 *In* O.P. Engelstad (ed) Fertilizer Technology and Use, 3rd edition. Soil Sci. Soc. Am., Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Peryea, F.J. 1994. Boron Nutrition in deciduous tree fruit. p. 95-99. *In* A. Peterson and R.G. Stevens (eds.) Tree Fruit Nutrition. Good Fruit Grower, Yakima, Washington, USA.

Poovarodom, S. and N. Phanchindawan. 2009. Growth and Nutrient Uptake into Mangosteen *(Garcininia mangostana* L.) Fruit. Paper accepted for presentation at the XVI International Plant Nutrition Colloquium, 26-30 August, 2009, Sacramento, CA, USA.

Rhoades, J.D. 1982a. Cation Exchange Capacity, p. 149-158. *In* A.L. Page (ed). Method of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties. No. 9 in Agron. 2nd ed., Am. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.

_____. 1982b. Soluble Salts, p. 167-179. *In* A.L. Page (ed.). Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties. No. 9 in Agron. 2nd ed., Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smith, M.W., P.L. Ager and D.S.W. Endicot. 1985. Effect of nitrogen and potassium on yield, growth and leaf elemental concentration of pecan. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110: 446-450.

Soil Survey Laboratory Staff. 1992. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42. Version 2.0. United State Department of Agriculture. USA. 400 p.

Thomas, G.W. 1996. Soil pH and Soil Acidity. p. 475-490. *In* D.L. Spark, A.L. Page, P.A. Helmeke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Summer (eds.) Methods of Soil Analysis. Part III. Chemical Methods. No. 5 in Agronomy. Soil Sci. Soc. Am., Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Tromp, J. 1979. The intake curve for calcium into apple fruits under various environmental conditions. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 10: 325-335.

Walkey, A. and C.A. Black. 1934. An Examination of Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and A Purposed Modification of The Chromic Acid Titration Method. Soil Sci. 37:29-35.

Weir, R.G. and G.C. Cresswell, 1995. Plant Nutrient Disorders 2 : Tropical Fruit and Nut Crops. Inkata Press, Melbourne, Australia.

Worley, R.E. 1990. Long-term performance of pecan trees when nitrogen application is based on prescribed threshold concentrations in leaf tissue. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 745-749.

Zavalloni, C., B. Marangoni, M. Tagliavini and D. Scudellari. 2001. Dynamics of uptake of calcium, potassium and magnesium into apple fruit in a high density planting. Acta Hortic. 564: 113-121.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T142462

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้