การเผยแพร่ผลงานวิจัย 7.

7. มงคล ต๊ะอุ่น, สันติภาพ ปัญจพรรค์, สุทธิพงศ์ เปรื่องค้า และ พัชรี ธีรจินดาขจร. 2547. ธาตุโบรอนในใบและก้านกับการขาดธาตุโบรอนของมะละกอในดินชนิดต่างๆ. สัมมนา "การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 42" ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร, 3–6 กุมภาพันธ์ 2547.

4

ส.ผ.47.1

เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ ๔๒
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

The Proceedings of 42nd Kasetsart University Annual Conference

สาขาพืช (Subject : Plants)

สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร

Subject : Agricultural Extension and Communication)

16. ช.45/O131 การเกิดโซมาติกเอ็มบริโอจากการเพาะเลี้ยงเมล็ดอ่อนของส้มโชกุน.....126
Somatic embryogenesis from immature seeds culture of *citrus reticulata* Blanco cv. 'Shogun'
โดย วราภรณ์ โรจนศิริวงศ์ เสาวณี สุริยาภณานนท์ ศาลักษณ์ พรรณศิริ และวิทยา สุริยาภณานนท์

17. พช.50/O169 การเจริญเป็นต้นจากการเลี้ยงเซลล์แขวนลอยของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และสุพรรณบุรี 1.....134
Plant regeneration from cell suspension culture of rice varieties Khao Dawk Mali 105 and Suphanburi 1
โดย ประศาสตร์ เกื้อมณี

18. พช.51/O172 การประเมินและทดสอบพันธุ์เพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดหวาน ในจังหวัดลพบุรี.....143
Evaluation and testing varieties for improvement on yield and quality of sweet corn in Lop-buri province
โดย สกล ฉายศรี จารุ สิทธิโชค พชรดา ฉายศรี ชไมพร เอกทัศนาวรรณ ประวิตร พุทธานนท์ และสุรินทร์ภรณ์ ศรีอินทร์

19. พช.52/O173 การทดสอบพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อปลูกในระบบปลูกพืชในเขตจังหวัดลพบุรี.....151
Yield trial of mungbean for croping system in Lopburi area
โดย พชรดา ฉายศรี ลิลลี่ กาวีต๊ะ สกล ฉายศรี รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ และจารุ สิทธิโชค

20. พช.55/O188 ธาตุโบรอนในใบและก้านกับการขาดธาตุโบรอนของมะละกอในดินชนิดต่าง ๆ.....160
Boron in leaf and petiole with boron deficiency in difference soils
โดย มงคล ต๊ะอุ่น สันติภาพ ปัญจพรรค์ สุทธิพงศ์ เปรื่องค้า และพัชรี ธีรจินดาชจร

21. พช.62/O208 Spatial variability of soil properties affecting sugarcane yied in.....168
Kamphaeng-saen soil
โดย Audthasit Wongmaneeroj and Chawalit Hongprayoon

ธาตุโบรอนในใบและก้านกับการขาดธาตุโบรอนของมะละกอในดินชนิดต่างๆ

Boron in Leaf and Petiole with Boron Deficiency in Difference Soils

มงคล ตั๊ะอุ่น[1], สันติภาพ ปัญจพรรค์[1], สุทธิพงศ์ เปรื่องค้า[2] และพัชรี ธีรจินดาขจร[1]

Mongkon Ta-oun[1], Santibhab Panchaban[1], Suttipong Pruangka[2] and Patcharee Therajindakajorn[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบและก้านมะละกอกับการขาดธาตุโบรอนของแปลงเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ประกอบการสำรวจภาคสนาม พบการขาดธาตุโบรอนของมะละกอทำให้มีรูปทรงผิดปกติไป เช่น ผลบิดเบี้ยว เป็นตะปุ่มตะป่ำ ผิวไม่เรียบ ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบและก้านอยู่ในช่วง 13.7-14.3 และ 12.9-14.3 ppm ตามลำดับ ซึ่งจะพบที่ปลูกในดินที่มีค่าโบรอนระหว่าง 0.23 0.27 ppm. ในกรณีที่ขาดรุนแรงจะมีอาการยางไหล เมล็ดจะลีบและเปลี่ยนสีจากสีขาวเป็นสีน้ำตาล ซึ่งพบว่ามีความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบและก้านอยู่ในช่วง 11.0-13.2 และ 10.8-13.9 ppm ตามลำดับ ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในก้านมะละกอที่สมบูรณ์ที่ปลูกในดินเนื้อหยาบหรือดินทราย ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย และดินเนื้อละเอียดหรือดินเหนียวในแปลงเกษตรกรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23, 26 และ 31 ppm ตามลำดับ มะละกอที่อายุมากกว่า 2 ปีจะมีธาตุโบรอนต่ำเมื่อเทียบกับมะละกอที่อายุต่ำกว่า 1 ปีโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26 และ 41 ppm ตามลำดับ ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในก้านของมะละกอพันธุ์พื้นเมืองมีแนวโน้มสูงกว่าพันธุ์ โกโก้ ดำเนิน แขกดำท่าพระ แขกดำ แขกนวล และยวงขาว โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43, 38, 38, 36, 24, 22 และ 20 ppm ตามลำดับ

ABSTRACT

To study the relationship of boron concentration in leaf and petiole of papaya to boron deficiency in difference soil of the Northeast by using semi-structured interview method together with field survey revealed that B deficiency can cause deformation and bumpy unsmooth appearances to papaya fruits. B concentration in leaf and petiole ranged from 13.7-14.3 and 12.9-14.3 ppm. respectively and B in soil 0.23- 0.27 ppm. In case of extreme deficiency there would be a flow of liquid from stem, infertile seeds and changing color from while to brown and concentration of B in leaf and petiole was lower into 11.0-13.2 and 10.8-13.9 ppm. respectively. B concentrations in petiole of papaya grown on coarse or sandy soils, loamy or sandy loam and fine texture or clay soils in farmers fields for the healthy papaya got an average concentrations for B of 23, 26 and 31 ppm. respectively. Papaya plants that get older than 2 years would have a lower B concentration than less than 1 year plant which have average for 26 and 41 ppm. respectively. B concentration in petiole of native variety was higher than Cocoa, Dumnern, Khaekdum Thaphra, Khaekdum, Khaeknual and Youngkhaw which have the average of 43, 38, 38, 36, 24, 22 and 20 ppm.B. respectively.

Key Words: Boron in Leaf and Petiole, Boron Deficiency, Difference Soils

---

[1]ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Department of Land resources and Environment, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University,
[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสุรินทร์
[2]Faculty of Science and Technology, Rajabhat Institute Surin

คำนำ

การปลูกมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังให้ผลผลิตต่ำ ไม่เพียงพอกับความต้องการบริโภค สาเหตุสำคัญเนื่องจากการเกิดโรคจุดวงแหวนและดินที่ปลูกมะละกอส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทำให้มะละกอเจริญเติบโตช้า ให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำ รูปทรงผิดปกติ ผลบิดเบี้ยวถ้าขาดธาตุโบรอน(ยงยุทธ, 2543; Matoh, 1997)

เมื่อพืชขาดธาตุโบรอนจะได้รับผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะในช่วงระยะเจริญพันธุ์ จะทำให้ดอกไม่สมบูรณ์ ละอองเรณูเป็นหมัน ยอดเกสรเพศเมียไม่พร้อมที่จะรับละอองเรณู ละอองเรณูไม่งอก การงอกของหลอดเรณูภายในก้านเกสรเพศเมียไม่สมบูรณ์จึงไม่ปฏิสนธิ เมล็ดไม่พัฒนาจึงเป็นเมล็ดลีบ ถึงแม้จะมีเมล็ดแต่ก็เป็นเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ การงอกต่ำและได้ต้นกล้าที่อ่อนแอ(Delland Huang, 1997) พืชที่ขาดธาตุโบรอนและได้รับแสงที่มีความเข้มสูงจะมีอาการผิดปกติรวดเร็วกว่าเมื่อได้รับแสงที่มีความเข้มข้นต่ำ นอกจากนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบจะลดลง เนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและปลายยอดตาย กระบวนการ photo oxidation ในใบพืชก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้พืชมีรูปทรงทางกายภาพเปลี่ยนไป(Caknak et al.,1995) ถ้าพืชขาดธาตุโบรอนจะมีผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยมีผลทำให้การปลดปล่อยออกซิเจนในปฏิกิริยาฮิลล์ลดลง การเคลื่อนย้ายพลังงานระหว่างระบบแสง 2 (PSII) ไปยังระบบแสง 1 (PSI)ตลอดจนอัตราการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในปฏิกิริยามืดลดลง เมื่อพืชได้รับธาตุโบรอนเพียงพอจะทำให้อัตราการเคลื่อนย้ายสารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงกลับสู่ระดับปกติได้ (Kastori et al., 1995)

โบรอนเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อบูรณภาพของเยื่อ(membrane integrity) ซึ่งเป็นสภาพที่เยื่อของสิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันและทำหน้าที่ได้อย่างเหมาะสม - (Coknak, et al., 1995)เมื่อพืชขาดธาตุโบรอนผนังเซลล์จะขาดบูรณภาพและสภาพยืดหยุ่นลดลง(Hu, et al., 1996) ธาตุโบรอนมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการควบคุมช่องทางผ่านของไอออนในเยื่อ(Cakman, et al., 1998) ธาตุโบรอนมีหน้าที่ควบคุมมิให้มีการสะสมสารฟีนอลิกและควิโนนมากจนเป็นอันตรายต่อเซลล์และช่วยลดปริมาณของอนุมูลอิสระ เช่น ออกซิเจนรูปที่เป็นพิษและมีฤทธิ์ทำลายโครงสร้างของเยื่อเมื่อพืชได้รับแสงที่มีความเข้มข้นสูง (Cakmark and Romheld, 1997)

ปัญหาการขาดธาตุโบรอนของมะละกอเกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดินและการจัดการดินเป็นสำคัญ การ ศึกษาโดยการสำรวจภาคสนามและทำการตรวจวัดความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบและก้านมะละกอของแปลงเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการส่งเสริมการผลิตโดยมีการจัดการที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่ เป็นที่มาของการศึกษานี้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บข้อมูล โดยการศึกษาเอกสารวิชาการต่างๆที่มีอยู่ในปัจจุบัน การสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับวงการวิชาการด้านการวิจัย การผลิตและจำหน่ายมะละกอ ตลอดจนเกษตรกรผู้ปลูกมะละกอโดยตรงโดยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง(semi-structured interview) ในจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ชัยภูมิ อุดรธานี ศรีสะเกษ มุกดาหาร อุบลราชธานี นครพนม และนครราชสีมา ประกอบการสำรวจภาคสนามโดยติด

ตามถึงแปลงปลูกมะละกอของเกษตรกรจำนวน 53 ราย และทำการเดินสำรวจตลอดทั้งสวนที่ปลูกมะละกอ ข้อมูลที่สัมภาษณ์ประกอบด้วย ข้อมูลกายภาพ สภาพพื้นที่ สภาพแหล่งน้ำ การให้น้ำ กิจกรรมเกี่ยวกับการปลูกมะละกอ พันธุ์ การจัดการ นอกจากนี้ยังสังเกตสภาพแปลงปลูกตลอดจนปัญหาอุปสรรคต่างๆที่พบและจากการสัมภาษณ์ การเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโตประกอบด้วยการวัดทั้งความสูง เส้นรอบต้น รัศมีของทรงพุ่ม และจำนวนผลต่อต้น ส่วนการเก็บตัวอย่างดินและพืชทำการเก็บ 3 ต้นหรือ 3 ซ้ำต่อแปลงปลูกของเกษตรกรแต่ละราย

2. **การวิเคราะห์ตัวอย่างทางเคมี** ทำการเก็บตัวอย่างทั้งดินและพืชนำมาผ่านกระบวนการเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ธาตุโบรอนในดินดัดแปลงจากวิธีการของ Hanlon, et al. (1999) and Cottenie, (1980) และการวิเคราะห์ธาตุโบรอนในพืช(ใบและก้าน) ดัดแปลงจากวิธีของ Walinga, et al. (1989) and Cottenie, (1980)

ผลการทดลอง

จากการสำรวจแปลงปลูกมะละกอของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ชัยภูมิ อุดรธานี ศรีสะเกษ มุกดาหาร อุบลราชธานี นครพนม และนครราชสีมา จำนวน 53 ราย มีการเก็บตัวอย่างดินและพืชมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. **การขาดธาตุโบรอนของมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**

การขาดธาตุโบรอนของมะละกอจะเกิดในช่วงที่มะละกอออกดอกและให้ผลผลิต อาการขาดที่เห็นได้เด่นชัดคือผลมะละกอจะมีรูปทรงผิดปกติไป เช่น ผลบิดเบี้ยว เป็นตะปุ่มตะป่ำ ผิวไม่เรียบ กรณีที่มีอาการขาดรุนแรงจะเห็นยางสีขาวไหลออกมา เป็นจุดยางไหลหรือเป็นเส้น ส่วนมากจะเกิดกับผลที่มีขนาดใหญ่และเมื่อผ่าดูจะพบว่าเมล็ดมีสีน้ำตาลปนขาวแต่ถ้าอาการขาดรุนแรงมากเมล็ดจะลีบและมีสีน้ำตาล นอกจากนี้จำนวนผลและน้ำหนักต่อผลจะต่ำกว่าปกติ ลักษณะของดินที่ปลูกมะละกอส่วนใหญ่จะเป็นดินเนื้อหยาบหรือดินร่วนปนทราย เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูง จากการสำรวจเกษตรกรจำนวน 53 ราย ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ อุดรธานี ชัยภูมิ ศรีสะเกษ มุกดาหาร อุบลราชธานี นครพนม และนครราชสีมา คิดเป็นสัดส่วนประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์(จากการสังเกต) ส่วนใหญ่พบในแปลงที่มีขนาดใหญ่ มะละกอที่ไม่แสดงอาการขาดธาตุโบรอนจะพบโดยทั่วไปของแปลงที่มีขนาดเล็กหรือปลูกเป็นจำนวนน้อยตามสวนหลังบ้าน หัวไร่ปลายนา หรือปลูกแทรกในแปลงไม้ผล และในดินที่มีเนื้อละเอียดประเภทดินเหนียวหรือดินร่วนปนเหนียว โดยคิดเป็นสัดส่วนประมาณ 40 - 50 เปอร์เซ็นต์(จากการสังเกต)

2. **ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในมะละกอและดินที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเมื่อมะละกอแสดงอาการขาด**

จากการวิเคราะห์พืชทั้งในใบและก้านมะละกอและในดินของแปลงเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ อุดรธานี ชัยภูมิ ศรีสะเกษ มุกดาหาร อุบลราชธานี นครพนม และนครราชสีมา ที่แสดงอาการขาดธาตุโบรอนและไม่ขาดดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบที่ขาดธาตุโบรอนอยู่ในช่วง 11.02-13.27 ppm-B ในก้านจะอยู่ในช่วง 10.82-13.88 ppm-B ความเข้มข้นของธาตุ

โบรอนในใบและก้านของต้นที่สมบูรณ์มีค่าอยู่ในช่วง 15.31-79.00 และ 15.92-61.84 ppm ตามลำดับ ส่วนในผลและเมล็ดมีค่าไม่แตกต่างกันโดยมีค่าอยู่ในช่วง 40.24-49.08 ppm ในดินที่ปลูกมะละกอทั้งที่ไม่แสดงอาการขาดและแสดงอาการขาดมีค่าอยู่ในช่วง 0.39-1.04 และ 0.01-0.27 ppm ตามลำดับ ค่าความเข้มข้นวิกฤติของธาตุโบรอนในก้านมะละกอในระดับต่ำ ระดับพอเพียงและระดับสูงคือ น้อยกว่า 20 ppm , 20–30 ppm และ มากกว่า 30 ppm ตามลำดับ (Chen et al., 2001) สุรศักดิ์ และมงคล(2542) พบว่าการใส่ธาตุโบรอนอัตรา 10-30 กรัม Borax /ต้น ไม่มีผลต่อจำนวนและน้ำหนักผลผลิตของมะละกอ ทั้งนี้ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในดินไม่อยู่ในระดับวิกฤติการตอบสนองจึงต่ำ

Table 1: Concentration of B in papaya plant parts and soils that are deficiency in B

Papaya symptoms	Concentration of B in papaya plant parts and soils (B-ppm)				
	Leaf	Petiole	Fruit	Seed	Soil
Complete Plant	15.31-79.00	15.92-61.84	41.17-49.08	40.78-45.14	0.39-1.04
B deficiency	13.67-14.30	12.86-14.29	44.16-49.08	41.71-47.12	0.23-0.27
B High deficiency	11.02-13.27	10.82-13.88	43.13-46.63	40.24-48.10	0.01-0.19

3. ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในมะละกอที่ปลูกในดินเนื้อหยาบหรือดินทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลการวิเคราะห์ธาตุโบรอนในใบและก้านมะละกอในต้นที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ของแปลงเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้มาจากค่าเฉลี่ยของมะละกอพันธุ์แขกนวลพบว่าความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบของต้นสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีค่าอยู่ในช่วง 16-33 และ 12-20 ppm-B ในก้านของต้นที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีค่าอยู่ในช่วง 15-31 และ 12-19 ppm-B ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของธาตุโบรอนในตารางที่ 1 ซึ่งแสดงอาการขาดโบรอนจะพบว่ามะละกอที่ปลูกในดินเนื้อหยาบมีโอกาสขาดธาตุโบรอนมาก ทั้งนี้ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินทราย มี pH ต่ำหรือเป็นกรด (มงคล และคณะ, 2534) และขาดธาตุอาหาร ทั้งนี้ในดินเนื้อหยาบปริมาณโบรอนในดินจะอยู่ในสภาพที่ง่ายต่อการถูกชะล้าง

4.ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในมะละกอที่ปลูกในดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลการวิเคราะห์ธาตุโบรอนในใบและก้านมะละกอในต้นที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ของมะละกอพันธุ์พื้นเมือง ยวงขาว ดำเนิน และแขกนวลของแปลงเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือดังแสดงในรูปที่ 2 พบว่าความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบของต้นสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีค่าอยู่ในช่วง 14-79 และ 12-64 ppm-B หรือเฉลี่ย 31 และ 26 ppm ตามลำดับ ขณะที่ในก้านของต้นที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีค่าอยู่ในช่วง 13-47 และ 11-46 ppm-B หรือเฉลี่ย 26 และ 21 ppm ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของธาตุโบรอนในตารางที่ 1 ที่แสดงอาการขาดธาตุโบรอนจะพบว่ามะละกอที่ปลูกในดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายมีโอกาสขาดธาตุโบรอนไม่มากเมื่อเทียบกับมะละกอที่ปลูกในดินเนื้อหยาบ

5. ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในมะละกอที่ปลูกในดินเนื้อละเอียดหรือดินเหนียวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลการวิเคราะห์ธาตุโบรอนในใบและก้านมะละกอในต้นที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ของแปลงเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้มาจากค่าเฉลี่ยของมะละกอพันธุ์พื้นเมือง โกโก้ แขกดำท่าพระ และแขกนวล พบว่าความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบของต้นสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีค่าอยู่ในช่วง 18-70 และ 15-59 ppm-Bหรือเฉลี่ย 35 และ 31 ppm ตามลำดับ ในก้านของต้นที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีอยู่ในช่วง 17-63 และ 14-47 ppm-B หรือเฉลี่ย 31 และ 25 ppm ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของธาตุโบรอนในตารางที่ 1 ที่แสดงอาการขาดโบรอนจะพบว่ามะละกอที่ปลูกในดินเนื้อละเอียดหรือดินเหนียวมีโอกาสขาดธาตุโบรอนได้น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับดินเนื้อหยาบหรือดินทรายและดินร่วนของดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

6. อายุของมะละกอกับความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบและก้านมะละกอที่ปลูกในดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลการวิเคราะห์ธาตุโบรอนในใบและก้านมะละกอที่อายุต่ำกว่า 1 ปี, 1 – 2 ปี และ มากกว่า 2 ปีในต้นที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ของแปลงเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าเมื่อมะละกอมีอายุมากขึ้นจะมีความเข้มข้นของธาตุโบรอนต่ำกว่ามะละกอที่มีอายุน้อยกว่าโดยมีค่าเฉลี่ยในใบของต้นที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์เท่ากับ 28 และ 24 ppm ตามลำดับ ในก้านของต้นที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีค่าเท่ากับ 22 และ 22 ppm ตามลำดับ ในต้นที่อายุต่ำกว่า 1 ปี มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบของต้นสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์เท่ากับ 43 และ 40 ppm ตามลำดับ ส่วนในก้านของต้นที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41 และ 35 ppm ตามลำดับ

7.พันธุ์มะละกอกับความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบและก้านมะละกอที่ปลูกในดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลการวิเคราะห์ธาตุโบรอนในใบและก้านมะละกอพบว่าความเข้มข้นของธาตุโบรอนในพันธุ์พื้นเมืองมีแนวโน้มสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ขณะที่พันธุ์แขกนวลซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าไม่สูงโดยมีค่าเฉลี่ยในใบของต้นสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์เท่ากับ 28 และ 23 ppm ตามลำดับ ในก้านของต้นที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีค่าเท่ากับ 22 และ 17 ppm ตามลำดับ พันธุ์พื้นเมืองจะมีปริมาณสูงกว่าโดยมีค่าเฉลี่ยในใบของต้นสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์เท่ากับ 48 และ 43 ppm ตามลำดับ ในก้านของต้นที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีค่าเท่ากับ 43 และ 37 ppm ตามลำดับ พันธุ์ยวงขาวที่ชาวบ้านเรียกกันจะมีความเข้มข้นของธาตุโบรอนอยู่ในระดับต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยในใบของต้นสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์เท่ากับ 23 และ 20 ppm ตามลำดับ ส่วนในก้านของต้นที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีค่าเท่ากับ 20 และ 15 ppm ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องอิทธิพลของ dilute effect เพราะพันธุ์นี้มีการใส่ปุ๋ยสูงทำให้การเจริญเติบโตสูงแต่ความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นต่ำ อย่างไรก็ตาม ซึ่งโอกาสที่มะละกอพันธุ์ยางขาวจะขาดธาตุโบรอนเป็นไปได้สูงเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่นๆ

สรุป

การผลิตมะละกอของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะที่ปลูกในดินเนื้อหยาบมีโอกาสที่มะละกอจะแสดงอาการขาดธาตุโบรอนมากกว่าในดินร่วนและดินเหนียว กล่าวคือมะละกอที่ปลูกในดินที่มีปริมาณโบรอน ระหว่าง 0.23-0.27 ppm และมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุโบรอนในก้านที่ไม่สมบูรณ์เท่ากับ 15, 21 และ 25 ppm ตามลำดับ มะละกอที่ขาดธาตุโบรอนรุนแรงจะมีความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบและก้านอยู่ในช่วง 11-13 และ 11-14 ppm ตามลำดับ มะละกอที่มีอายุน้อยกว่า 1 ปีมีความต้องการธาตุโบรอนมากกว่ามะละกอที่มีอายุมากกว่า 2 ปี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุโบรอนในก้านที่ไม่สมบูรณ์เท่ากับ 35 และ 22 ppm ตามลำดับ ดังนั้นการผลิตมะละกอในดินเนื้อหยาบหรือดินร่วนจึงจำเป็นต้องให้ปุ๋ยที่มีธาตุโบรอนเป็นส่วนประกอบหรือให้ธาตุโบรอนเพิ่มเติมโดยเฉพาะในช่วงที่มะละกอกำลังออกดอกและให้ผลผลิตทั้งนี้เพื่อป้องกันการขาดธาตุดังกล่าว

คำนิยม

ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกมะละกอในจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์ ขอขอบคุณ คุณไพฑูรย์ ประทุมรุ่ง คุณเอนก ชิวจำปา ที่ให้ความช่วยเหลือโครงการมาตลอด และขอขอบคุณชุดโครงการดินและปุ๋ยพืชสวน สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย (ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของคณะผู้วิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

เอกสารอ้างอิง

มงคล ตั๊ะอุ่น, สมพงษ์ นาสูงชน, พัชรี แสนจันทร์ และ ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. 2534. การบริการทดสอบและวิเคราะห์ดินเพื่อพัฒนาการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำพองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 252 หน้า.

ทูรศักดิ์ เสรีพงศ์ และ มงคล ตั๊ะอุ่น. 2542. อิทธิพลของปูนขาวและโบรอนต่อผลผลิตของมะละกอในดินกรด. สัมมนาวิชาการผลงานวิจัย, 24 ส.ค.2542, ณ ห้องประชุม กวี จุติกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Cakmak, J. , H. Kurz and H. Marschner. 1995. Short-term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower. Physiol. Plant. 95: 11-18.

Cakmak, I. And V. Romheld. 1997. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. Plant and Soil 193: 71-83.

Chen Zueng-Sang, T. F. Chiu William and Bay-Petersen Jan. 2001. Micronutrient Deficiences of Crops in Asia. Food & Fertilizer Technology Center, Taiwan.

Cottenie, A. 1980. Soil and Plant Testing as a Basis of Fertilizer Recommendation. FAO, Rome.

Dell, B. and L. Huang. 1997. Physiological response of plant to low boron. Plant and Soil. 193: 103-120.

Hanlon, E.A, G.V. Johnson, J.B. Jones, Y.P. Kalra, R.O. Miller, P.N. Soltanpour, M.R. Tucker, D.D. Warnke, M. Watson. 1999. Soil Analysis: Hand book of Reference Methods. Soil and Plant Analysis Council, inc. CRC Press, New York.

Hu, H., P.B. Brown and J.M. Labavitch. 1996. Species variability in boron requirement in correlated with cell wall pectin. J. Exp. Bot. 47: 227-232.

Kastori, R., M. Plesnicar, D. Pankovic and Z. Sakac. 1995. Photosynthesis, chlorophyll fluorescence and soluble carbohydrate in sunflower leaves as affected by boron deficiency. J. Plant Nutr. 18: 1751-1763.

Matoh, T. 1997. Boron in plant cell wall. Plant and Soil 193: 59-70.

Power, P.P. and W.G. Woods. 1997. The chemistry of boron and its speciation in plants. Plant and Soil. 193: 1-13.

Walinga, I, W.Van. Vark, V.J.K. Honba and J.J. Van der Lee. 1989. Soil and Plant Analysis a Series of Syllabi. Part 7. Plant Analysis Procedure, Wageningen Agricultural University, Netherland.

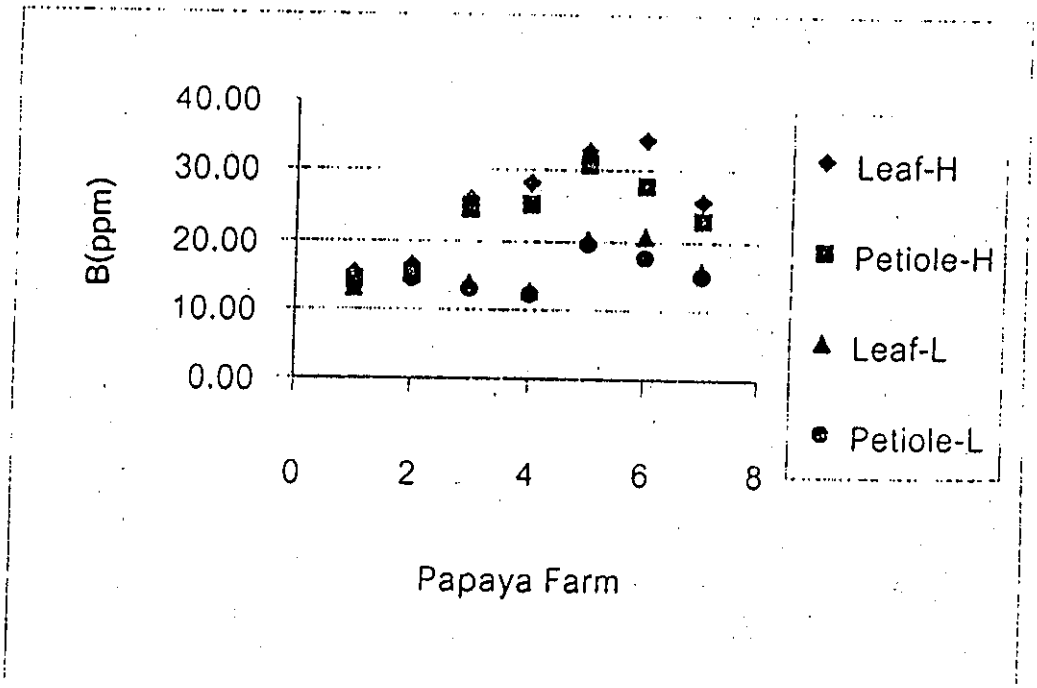


Figure 1: Relationship between papaya farms to B concentration in complete and incomplete petiole and leaves grown on coarse texture/sandy soils.

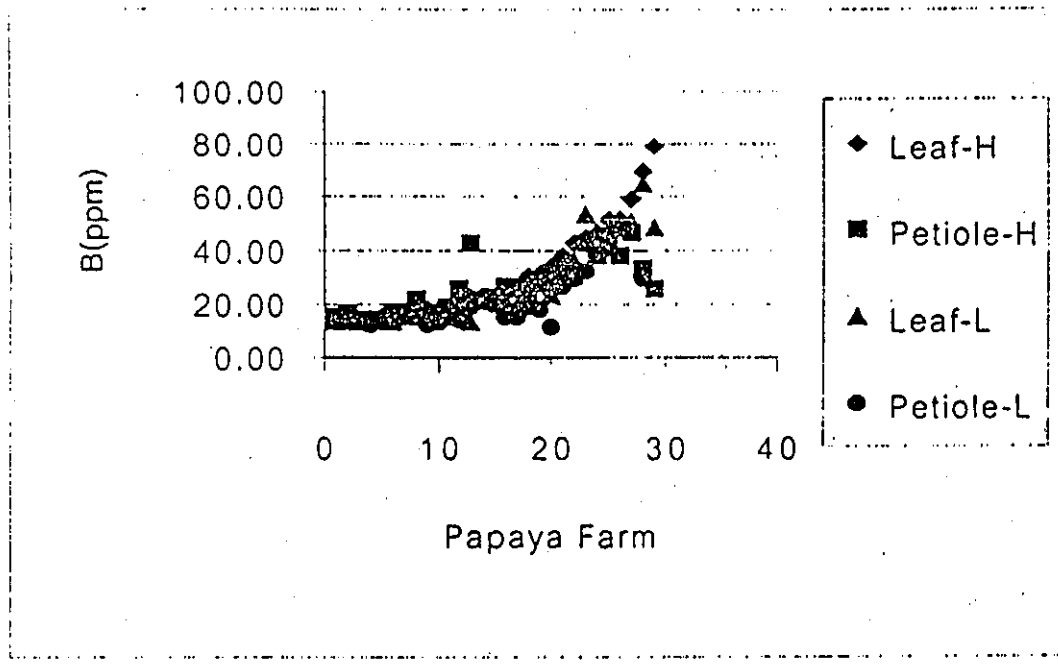


Figure 2: Relationship between papaya farms to B concentration in complete and incomplete petiole and leaves grown on loamy soil/medium texture.

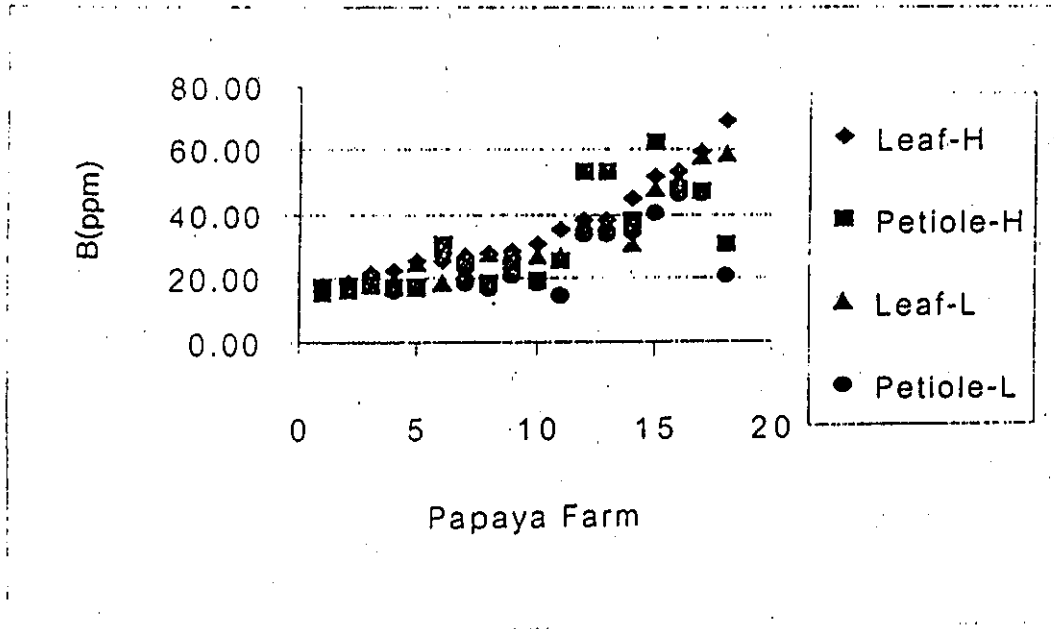


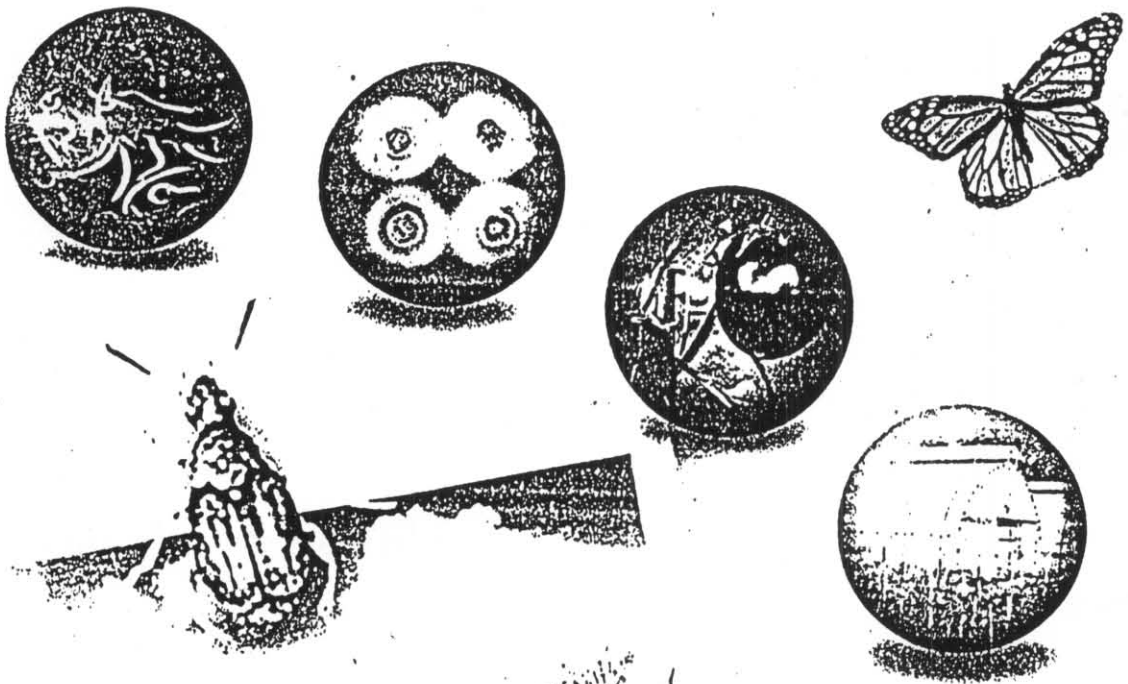
Figure 3: Relationship between papaya farms to B concentration in complete and incomplete petiole and leaves grown on fine texture/clayey soils.

การเผยแพร่ผลงานวิจัย 8.

8. มงคล ต๊ะอุ่น, สันติภาพ ปัญจพรรค์, สุทธิพงศ์ เปรื่องค้า และ พัชรี ธีรจินดาขจร. 2547. สถานะของธาตุโบรอนในดินที่มีการจัดการแบบต่างๆ ของสวนมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. สัมมนา "วิชาการเกษตรแห่งชาติประจำปี 2547" ณ ห้องประชุมกวีจุติกุลคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 26–27 มกราคม 2547.

กรมวิชาการเกษตร 40 ปี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วิชาการเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2547



Annual Agricultural Seminar for Year 2004

ประธาน : ผศ.ดร.ลำไย โกวิทยากร

14.00-14.20 ผลของวิธีการลดความชื้น และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพการขัดสีและความหอมของข้าวหอมมะลิ 105

Effects drying methods and storage periods on milling quality and aroma of Homali rice 105

บุญมี ศิริ สุกัญญา วงศ์พรชัย ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา และ ศิริพร ศรีล้อม

14.20-14.40 ผลของการใช้เมทธิลพาราไธออนต่อปูนา (*Somannaithelephusa dugasti*) ต่อการเจริญเติบโตของข้าวและการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในน้ำ

Effect of methyl parathion on crab (*Somannaithelephusa dugasti*), growth of rice and its persistence in paddy water.

เพ็ญประภา เพชระบูรณิน และ จักรกฤษณ์ หอมจันทน์

14.40-15.00 ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อราต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วไร้ค้าง มข.2

Effects of seed coating with fungicides on quality of stakeless yard long-bean seeds cultivar KKU. 25

บุญมี ศิริ นิตยา นาคพุ่ม พิศาล ศิริธร และ ภาณี ทองทำนัก

ประธาน : รศ.ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์

15.20-15.40 รวบรวมรวบรวม ศึกษาและคัดเลือกพันธุ์กระชายดำ: ปริมาณธาตุอาหารในใบและการเจริญเติบโตทางกิ่งใบของต้นกระชายดำ

Collection, studies and selection of Krachai-Dam (*Kaempferia parviflora*) cultivars: leaf-mineral contents and development of Krachai-Dam trees.

เสริมสกุล พจนการุณ และ เชาว แก้วรักษ์

15.40-16.00 ศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรคโดยเทคนิคไฮโดรโปนิกส์

Screening the suitable method for pathogen – free minituber production of potatoes by hydroponics

มะนิต สารุณา และ เสริมสกุล พจนการุณ

16.00-16.20 สถานะของธาตุโบรอนในดินที่มีการจัดการแบบต่างๆ ของสวนมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Boron Status in Soil under Various Practices of Papaya Farms in Northeast Thailand

มงคล ตีระอุ่ม สันติภาพ ปิญญพรรก์ สุทธิพงศ์ เปรื่องกำ และ พัชรี ธีรจินดาพงศ์

สถานะของธาตุโบรอนในดินที่มีการจัดการแบบต่างๆ ของสวนมะละกอ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Boron status in soil under various practices of papaya farms in Northeast Thailand

มงคล ตะอุ่น[1], สันติภาพ ปัญจพรรค์[1] สุทธิพงศ์ เปรื่องค้า[2] และ พัชรี ธีรจินดาขจร[1]

Mongkon Ta-oun[1], Santibhab Panchban[1], Suttipong Pruangka[2], and PatchareeTherajindakajorn[1]

[1]ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏอุดรธานี

[1]Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002 Thailand

[2]Faculty of Science and Technology, Rajabhat Institute Udonthani, Udonthani 41000 Thailand

Abstract

Field survey associated with semi-structured interview was applied to acquire knowledge with reference to boron status, under water and soil management on papaya farms of Northeast Thailand. It was found that applying chemical fertilizer grades 15-15-15 or 16-16-8 or 13-13-21 associated with organic fertilizer and borax compound increased soil boron availability for papaya growth. Clayey soil, generally, has higher capability in containing boron than loamy soil i.e. 0.72 and 0.65 ppm. Without boron application, however, soil boron contents were 0.44 and 0.28 ppm, in clayey and loamy soils, respectively. Applying only chemical fertilizer at the rates of very low, low, medium, and high on loamy soil decreased soil boron contents i.e. 0.54, 0.37, 0.24, and 0.28 ppm, respectively. Plastic mulching has positive trend to conserve soil boron. It was also found that clayey soil mulched with plastic contained 1.27 ppm boron whereas 0.54 ppm boron was found under soil without plastic mulching. Basin irrigation associated with sprinkler irrigation trended to reduce boron leaching better than primitive or natural irrigation and sprinkler irrigation only, particularly, in sandy soil and soil boron contents found were 0.47, 0.11, and 0.38 ppm, respectively. However, there was no significant by different between clayey and loamy soils. Furrow-up cultivation has been a favorite technique for papaya production in the Northeast, particularly papaya grown on sandy soil, this technique is practical to conserve soil boron for plant growth.

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณธาตุโบรอนในดินที่มีการจัดการแบบต่างๆของสวนมะละกอเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประกอบการสำรวจภาคสนามและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างพบว่าการจัดการธาตุอาหารโดยการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 หรือ 16-16-8 หรือ 13-13-21 และปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับสารโบแรกต์ในอัตราที่สูงขึ้นมีแนวโน้มช่วยลดการขาดธาตุโบรอนในดิน โดยทำให้ดินมีการดูดยึดธาตุโบรอนได้มากขึ้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่าดินเหนียวสามารถดูดยึดธาตุโบรอนไว้ได้มากกว่าดินร่วนโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.72 และ 0.65 ppm ตามลำดับ กรณีที่ไม่มีการใส่โบแรกต์ร่วมด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.44 และ 0.28 ppm ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวในอัตราต่ำมาก, ต่ำ, ปานกลาง และสูง ในดินร่วนมีแนวโน้มทำให้ปริมาณธาตุโบรอนในดินลดลงโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54, 0.37, 0.24 และ 0.28 ppm ตามลำดับ การคลุมดินด้วยพลาสติกมีแนวโน้มช่วยรักษาธาตุโบรอนไว้ในดินได้มากกว่าการไม่คลุมดินโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.27 และ 0.54 ppm ตามลำดับในดินเหนียว การให้น้ำแบบหลุมคักควบคู่กับระบบฝนโปรยมีแนวโน้มช่วยลดการชะล้างธาตุโบรอนในดินทรายได้มากกว่าการให้น้ำแบบตักรดหรือปล่อยตามธรรมชาติหรือการให้น้ำด้วยระบบฝนโปรยเพียงอย่างเดียวโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.47, 0.11 และ 0.38 ppm ตามลำดับ ส่วนกรณีของดินร่วนและดินเหนียวได้ผลใกล้เคียงกัน การจัดการแปลงปลูกโดยการยกร่องซึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันทั่วไปของเกษตรกรผู้ปลูกมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะแปลงปลูกที่เป็นดินทรายจะช่วยรักษาธาตุโบรอนไว้ในดินได้ดีขึ้น

บทนำ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลูกมะละกออยู่ทั่วไปแต่ผลผลิตที่ออกสู่ตลาดยังไม่เพียงพอต่อความต้องการบริโภค ต้องสั่งซื้อมะละกอจากแหล่งปลูกภาคอื่นของประเทศทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มขึ้นและเป็นผลให้มะละกอมีราคาสูงตามไปด้วย แม้ว่ามะละกอจะเป็นพืชออกดอกติดผลได้ทุกฤดูกาลแต่ก็มีปัญหาเช่นเดียวกับพืชสวนอื่นๆ โดยทั่วไปเนื่องจากมะละกอเป็นพืชที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เช่น ไม่ทนต่อการถูกน้ำขังหรือชื้นแฉะ การจัดการดินจึงเป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนี้มะละกอเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้เร็วจึงมีความต้องการธาตุอาหารสูงตามไปด้วยซึ่งความต้องการธาตุอาหารของมะละกอจะแปรผันตามสภาพของพื้นที่ปลูกเป็นสำคัญ ถ้าได้รับธาตุอาหารสูงเกินไปก็จะส่งผลให้ลำต้นอ่อนแอ สูงชะลูด หักล้มง่าย แต่ถ้าดินที่ปลูกมะละกอมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำจะส่งผลให้มะละกอเจริญเติบโตช้า ให้ผลผลิตตลอดจนคุณภาพต่ำ ผิวไม่เรียบ รูปทรงผิดปกติ ผลบิดเบี้ยวถ้าขาดธาตุโบรอน (ยงยุทธ, 2543; Matoh, 1997) ธาตุโบรอนเป็นธาตุหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการบูรณภาพของเยื่อ (membrane integrity) ซึ่งเป็นสภาพที่เยื่อของสิ่งมีชีวิตมีโครงสร้างสมบูรณ์ต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันและทำหน้าที่ได้อย่างเหมาะสม (Cokmak et al., 1995) เมื่อพืชขาดธาตุโบรอนผนังเซลล์จะขาดบูรณภาพและสภาพยืดหยุ่นลดลง (Hu et al., 1996)

ความอุดมสมบูรณ์ของดินขึ้นกับวัตถุต้นกำเนิดเป็นสำคัญ ในกรณีของธาตุโบรอนวัตถุต้นกำเนิดดินส่วนใหญ่ได้แก่แร่ tourmaline($NaMg_3Al_6B_3Si_6O_{27}(OHF)_4$ ซึ่งมีโบรอนเป็นองค์ประกอบ 3-4 %

การสลายตัวของแร่ต้นกำเนิดต้องใช้เวลานานจึงจะปลดปล่อยให้ธาตุโบรอนที่เป็นประโยชน์(Gupta, 1979) ธาตุโบรอนที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปกรดบอริก(H_3BO_3 หรือ $B(OH)_3$),เมื่อค่าความเป็นกรดด่าง(pH)ต่ำกว่า 7 ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินทราย มี pH ต่ำหรือเป็นกรด(มงกล และคณะ, 2534)ในสภาพดินเป็นกรดธาตุโบรอนในรูปกรดบอริกจะไม่แตกและอยู่ในรูปที่ไม่ใช่ไอออนในสารละลายดิน ธาตุโบรอนจึงถูกชะล้างออกจากดินได้ง่าย (Gupta, 1979) เช่นในดิน Podzolic เมื่อใส่ปุ๋ยโบรอนเป็นเวลา 5 เดือนจะทำให้ธาตุโบรอนสูญหายไปจากดินชั้นบนเท่ากับ 60%(Gupta and Cutcliffe, 1978) แต่ถ้าความเป็นกรดด่างมีค่าสูงกว่า 7 โบรอนจะเปลี่ยนรูปเป็นโบเรกต์($B(OH)_4^-$) (Jin, 1985) ซึ่งถ้าสูงกว่า 8 และในดินมีความเข้มข้นของธาตุโบรอนสูงกว่า 270 มก.B/ลิตร(ppm) กรดบอริกอาจรวมตัวกันเกิดเป็นรูป $B_3O_3(OH)_4^-$ หรือ $B_3O_3(OH)_5^{2-}$ หรือ $B_4O_7^{2-}$ (เพิ่มพูน, 2545)

การดูดยึดธาตุโบรอนของดินขึ้นอยู่กับปริมาณแร่ดินเหนียว (Elrashidi and O'Connon, 1982) นอกจากนี้แร่เหล็กและอะลูมินั่มในดินก็มีบทบาทอย่างมากในการดูดยึดธาตุโบรอนโดยเฉพาะแร่อะลูมินั่มจะมีบทบาทมากกว่าแร่เหล็ก (Gu and Lowe, 1990) การดูดยึดธาตุโบรอนในดินจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณอินทรียวัตถุโดยเฉพาะในรูปของกรดฮิวมิคสามารถดูดยึดธาตุโบรอนได้มากกว่าแร่ดินเหนียวถึง 2 เท่า (Hon, 1995) และปุ๋ยหมักสามารถดูดยึดธาตุโบรอนได้มากกว่าดินเหนียว (Yermiyaho et al.,1988)

การศึกษาและออกสำรวจสภาพการปลูกมะละกอของเกษตรกรทั้งที่ประสพผลสำเร็จและไม่ประสพผลสำเร็จในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะการตรวจสอบสถานะของธาตุโบรอนในดินโดยการวิเคราะห์เพื่อหาข้อจำกัดการผลิตก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งของความพยายามหาแนวทางในการปรับปรุงการผลิตมะละกอทั้งเพื่อการบริโภคในครัวเรือนและเพื่อผลิตออกสู่ตลาด ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวขึ้นอยู่กับการจัดการทรัพยากรที่ดินและน้ำ การจัดการปลูก ตลอดจนการดูแลรักษาให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องที่

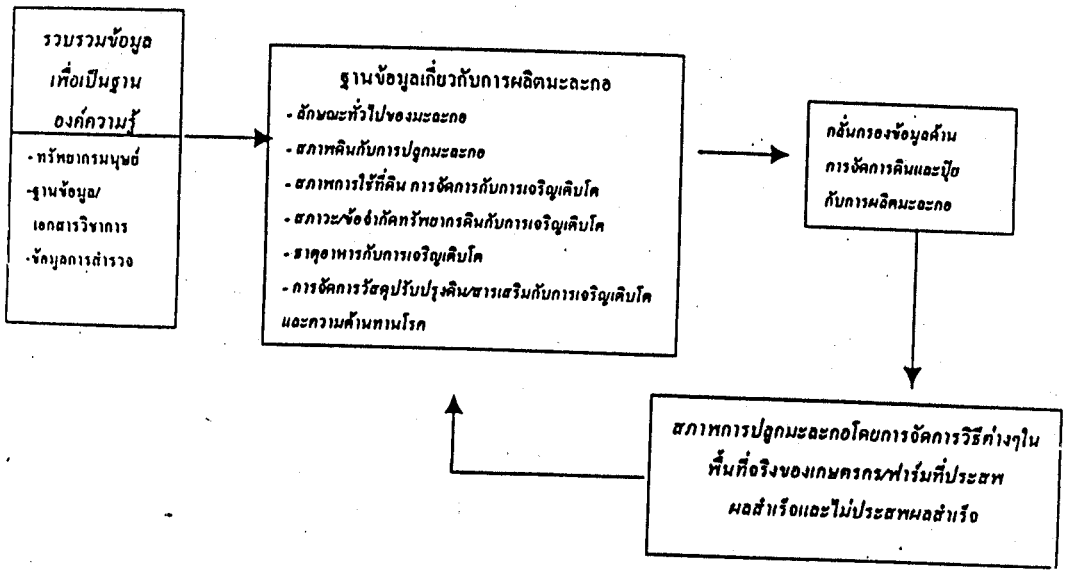
วิธีการศึกษา

ดำเนินงานสำรวจเป็นขั้นตอนตามระเบียบที่ได้วางไว้ โดยข้อมูลแต่ละส่วนจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันกับการผลิตมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังแสดงในแผนผังที่ 1 เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการได้มาซึ่งกรรมวิธีของเกษตรกรทั้งที่ประสพผลสำเร็จและไม่ประสพผลสำเร็จการผลิตมะละกอของจังหวัดต่างๆในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รายละเอียดการศึกษามีดังนี้

1. การเก็บข้อมูล โดยการศึกษาเอกสารวิชาการต่างๆที่มีอยู่ปัจจุบัน การสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับวงการวิชาการด้านการวิจัย การผลิตและจำหน่ายมะละกอ ตลอดจนเกษตรกรผู้ปลูกมะละกอจำนวน 53 รายในจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ชัยภูมิ อุดรธานี ศรีสะเกษ มุกดาหาร อุบลราชธานี นครพนม และนครราชสีมา โดยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง(semi-structured interview) ประกอบการสำรวจภาคสนามโดยละเอียดในแปลงปลูกมะละกอของเกษตรกร ข้อมูลที่สัมภาษณ์ประกอบด้วย

ข้อมูลกายภาพ สภาพพื้นที่ แหล่งน้ำ การให้น้ำ การปฏิบัติเกี่ยวกับการปลูกมะละกอซึ่งได้แก่ พันธุ์ การจัดการ นอกจากนี้ยังได้สังเกตสภาพแปลงปลูกตลอดจนปัญหาอุปสรรคต่างๆทั้งที่ได้พบเห็นและจากการสัมภาษณ์ การเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโตจะทำการวัดความสูง เส้นรอบต้น รัศมีของทรงพุ่ม และจำนวนผลต่อต้น ส่วนการเก็บตัวอย่างดินและพืชทำการเก็บ 3 ต้นหรือ 3 ซ้ำของแต่ละชุด โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดคือต้นที่สมบูรณ์หรือแปลงที่สมบูรณ์โดยการสังเกตการให้ผลผลิต ลักษณะของใบ ต้น และต้นที่ไม่สมบูรณ์หรือแปลงที่ไม่สมบูรณ์ในบริเวณใกล้เคียงกันโดยสังเกตความสูง ลักษณะทรงพุ่ม ใบและต้นต่อแปลงปลูกของเกษตรกรแต่ละราย

2. การวิคราะห์ตัวอย่างทางเคมี ทำการเก็บตัวอย่างดินและพืชนำมาผ่านกระบวนการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ธาตุโบรอนในดินดัดแปลงจากวิธีการของ Hanlon et al.(1999) และCottenie(1980) ส่วนการวิเคราะห์ธาตุโบรอนในพืช(ใบและก้าน) ดัดแปลงจากวิธีของ Walinga et al.(1989) และ Cottenie(1980)



รูปที่ 1 : แสดงการสำรวจและความสัมพันธ์ของข้อมูลการผลิตมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลของการศึกษาและวิจารณ์

การสำรวจแปลงมะละกอของเกษตรกรในพื้นที่ จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ชัยภูมิ อุดรธานี ศรีสะเกษ มุกดาหาร อุบลราชธานี นครพนม และนครราชสีมา จำนวน 53 ราย พบการขาดธาตุโบรอนซึ่งมีการจัดการเพื่อผลิตมะละกอในสภาพพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือดังต่อไปนี้

1. สภาพการขาดธาตุโบรอนของมะละกอในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลักษณะมะละกอที่ไม่แสดงอาการขาดธาตุโบรอน พบได้ทั่วไปในแปลงที่มีขนาดเล็กหรือปลูกเป็นจำนวนน้อยตามสวนหลังบ้าน หัวไร่ปลายนา หรือปลูกแทรกในแปลงไม้ผลและในดินที่มีเนื้อละเอียดได้แก่ดินเหนียวหรือดินร่วนปนเหนียว จากการสำรวจเกษตรกรจำนวน 53 ราย คิดเป็นประมาณ 40 - 50 เปอร์เซ็นต์(จากการสังเกต) เมื่อทำการวิเคราะห์ธาตุโบรอนในดินโดยสกัดด้วยน้ำร้อนพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.39-1.04 ppm

ส่วนลักษณะมะละกอที่แสดงอาการขาดธาตุโบรอนในระดับปานกลางถึงระดับรุนแรงสามารถสังเกตได้ง่ายถ้ามีการขาดธาตุโบรอนปานกลางจะทำให้ผลของมะละกอมีรูปทรงผิดปกติ เช่น ผลบิด เบี้ยว เป็นตะปุ่มตะป่ำ ผิวไม่เรียบ จากการตรวจวัดปริมาณธาตุโบรอนในดินโดยวิธีสกัดด้วยน้ำร้อนพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.23-0.27ppm ซึ่งถ้าหากมีอาการรุนแรงมากจะมียางสีขาวไหลออกมาเป็นจุดยางไหลหรือเป็นเส้น เมล็ดลีบและเปลี่ยนสีจากสีขาวเป็นสีน้ำตาล และพบว่ามีปริมาณธาตุโบรอนอยู่ในช่วง 0.01-0.19 ppm นอกจากนี้ผลใหม่ที่เกิดจะมีปริมาณน้อยมาก และมีขนาดเล็ก สภาพดินโดยทั่วไปจะเป็นดินเนื้อหยาบประเภทดินทรายหรือดินร่วนปนทราย และเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูง จากการสำรวจเกษตรจำนวน 53 รายคิดเป็นสัดส่วนประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์(จากการสังเกต) ส่วนใหญ่พบในแปลงที่มีขนาดใหญ่

2. การจัดการเพื่อผลิตมะละกอกับปริมาณธาตุโบรอนในดินชนิดต่างๆ

2.1 การจัดการธาตุอาหาร

เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้ปุ๋ยเคมีและมีวิธีการใส่โดยหว่านรอบทรงพุ่ม สูตรปุ๋ยที่ใช้ คือ16-16-8 หรือ 15-15-15 หรือ 13-31-21 ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่ใส่ในอัตราต่ำมาก จะใส่เฉพาะรองก้นหลุม 1 ช้อนโต๊ะหรือไม่ใส่ 2) กลุ่มที่ใส่ในอัตราต่ำ จะใส่รองก้นหลุม 1 ช้อนโต๊ะและใส่อีกหลังปลูก 3 – 6 เดือน 3)กลุ่มที่ใส่อัตราปานกลางจะใส่เหมือนกลุ่มที่ 2 และใส่อีกครั้งก่อนมะละกอออกดอกและให้ผล 4) กลุ่มที่ใส่อัตราสูงจะใส่เหมือนกลุ่มที่ 3 และมีการใส่ปุ๋ยเร่งผลผลิตโดยจะใส่ปุ๋ยหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อเร่งให้ออกดอกชุดใหม่ การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการหว่านรอบทรงพุ่มหรือระหว่างต้นแล้วให้น้ำ อัตราการใช้ 40-50 กก./ไร่ นอกจากนี้มีการผสมปุ๋ยใช้เองโดยใช้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 จำนวน 40-50 กก. และ สูตร 46-0-0 จำนวน 10 กก. และสารโบแรกซ์ 1 กก. ผสมกันแล้วใส่รอบโคนต้นและให้น้ำตาม การใช้อินทรียวัตถุเพื่อการผลิตมะละกอมีความสำคัญสำหรับดินที่มีความเสื่อมโทรม

หรือมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จำพวกมูลสัตว์ เช่น มูลไก่ มูลโค กระบือและแกลบ โดยใส่ช่วงแรกหลังปลูกประมาณ 3-6 เดือนก่อนออกผลผลิต อัตรา 1.5 ตัน/ไร่ โดยใส่รอบโคนต้นหรือระหว่างแถวเพราะรากมะละกอแผ่กระจายรอบทรงพุ่ม การปลูกมะละกอในดินเนื้อหยาบ, ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย และดินเหนียวหรือดินร่วนปนเหนียว คิดเป็นปริมาณ 11.3, 54.7 และ 34 เปอร์เซ็นต์ ของเกษตรกรทั้งหมดที่สำรวจ ผลการวิเคราะห์ธาตุโบรอนในดินโดยวิธีสกัดด้วยน้ำร้อนพบว่าปริมาณธาตุโบรอนในแปลงสมบูรณ์ของดินเนื้อหยาบหรือมีทรายมากเมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำมาก, ต่ำ, ปานกลางและสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.11, 0.25, 0.44 และ 0.43 ppm ตามลำดับ ในดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54, 0.37, 0.24 และ 0.28 ppm ตามลำดับ ขณะที่ในดินเหนียวหรือดินร่วนปนเหนียว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.47, 0.40, 0.35 และ 0.44 ppm ตามลำดับ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าในดินเนื้อหยาบหรือดินร่วนการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ปริมาณธาตุโบรอนในดินลดลง แต่ถ้ามีการใส่สารโบแรกต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่ำ, ปานกลาง และสูงจะทำให้ปริมาณธาตุโบรอนในดินร่วนมีค่าเพิ่มขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.71, 0.97 และ 0.65 ppm ส่วนในดินเหนียวการใส่ในอัตราต่ำและสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.78 และ 0.72 ppm ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ธาตุโบรอนในดินของแปลงที่ไม่สมบูรณ์เมื่อให้ปุ๋ยเคมีในอัตราต่ำในดินเนื้อหยาบ, ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย และ ดินเหนียวหรือดินร่วนปนเหนียว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.03, 0.21 และ 0.36 ppm ตามลำดับ และในอัตราสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.17, 0.15 และ 0.42 ppm ตามลำดับ แต่ถ้ามีการใส่สารโบแรกต์ร่วมด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.33 และ 0.46 ppm ในดินร่วนและดินเหนียวตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

จากการสำรวจสวนมะละกอที่มีอายุน้อยกว่า 1 ปี, 1-2 ปี และ มากว่า 2 ปี คิดเป็นปริมาณ 15, 66 และ 19 เปอร์เซ็นต์ของเกษตรกรทั้งหมดที่สำรวจ ตามลำดับ ปริมาณธาตุโบรอนในดินเมื่อการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่ำมากในสวนมะละกอที่มีอายุต่ำกว่า 1 ปี, 1-2 ปี และ มากกว่า 2 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.71, 0.34 และ 0.37 ppm ตามลำดับ ขณะที่อัตราต่ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.34, 0.33 และ 0.43 ppm ตามลำดับ แต่เมื่อมีการใส่สารโบแรกต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่ำจะทำให้ปริมาณธาตุโบรอนในดินเพิ่มมากขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.52, 0.83 และ 0.49 ppm ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

2.2 การคลุมดินเพื่อปลูกมะละกอ

การคลุมดินด้วยพลาสติกในสวนมะละกอซึ่งมีเกษตรกรน้อยรายที่มีการจัดการด้วยวิธีนี้คิดเป็นปริมาณ 1.8 เปอร์เซ็นต์ ของเกษตรกรทั้งหมดที่สำรวจ ปัญหาที่พบคือต้องลงทุนสูงแต่สามารถควบคุมวัชพืชได้ดี ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโบรอนในดินโดยการสกัดด้วยน้ำร้อนในแปลงที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ในดินเหนียวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.27 และ 0.40 ppm ตามลำดับ ส่วนการไม่คลุมพลาสติกคิดเป็นปริมาณ 98.2 เปอร์เซ็นต์ ของเกษตรกรทั้งหมดที่สำรวจ บางพื้นที่มีการใส่แกลบล้อมรอบโคนต้น

มะละกอ ซึ่งเป็นการช่วยควบคุมความชื้นของดิน ผลการวิเคราะห์โบรอนในดินโดยวิธีสกัดด้วยน้ำร้อน พบว่าปริมาณธาตุโบรอนในดินเนื้อหยาบ, ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย และดินเหนียวหรือดินร่วนปนเหนียวในแปลงที่สมบูรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.35, 0.49 และ 0.54 ppm ตามลำดับ ขณะที่ในแปลงไม่สมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.17, 0.28 และ 0.34 ppm ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

การคลุมดินด้วยพลาสติกมีแนวโน้มช่วยรักษาธาตุโบรอนไว้ในดินได้มากกว่าการไม่คลุมโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.27 และ 0.54 ppm ในดินเหนียวตามลำดับ ปริมาณธาตุโบรอนในดินของแปลงมะละกอที่สมบูรณ์เมื่อไม่คลุมพลาสติกของมะละกออายุ 1 ปี, 1-2 ปี และ มากกว่า 2 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.41, 0.51 และ 0.41 ppm ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

2.3 การให้น้ำมะละกอ

จากการสำรวจการให้น้ำมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมี 3 ระบบคือ 1) การตักรดหรือปล่อยตามธรรมชาติ ซึ่งจะพบในเกษตรกรรายย่อย แต่ถ้าเป็นเกษตรรายใหญ่จะปล่อยตามธรรมชาติก็ต่อเมื่อราคาของผลผลิตตกต่ำ ปริมาณธาตุโบรอนในแปลงที่สมบูรณ์ของดินเนื้อหยาบ, ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย และดินเหนียวหรือดินร่วนปนเหนียว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.11, 0.53 และ 0.50 ppm ขณะที่ในแปลงไม่สมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.03, 0.31 และ 0.37 ppm ตามลำดับ 2) การให้น้ำแบบฝนโปรยหรือระบบฝนโปรยซึ่งจะพบมากในแปลงปลูกมะละกอรายใหญ่หรือทำการผลิตเป็นอาชีพหลักทุกแปลงการให้น้ำในช่วงฤดูแล้งจะให้ทุกๆสองวันแต่ถ้าราคาไม่ดีก็จะให้น้อยลงโดยสังเกตจากอาการเหี่ยวเฉาของใบมะละกอ ยิ่งมะละกอได้รับน้ำมากจะทำให้มะละกอออกดอกมากขึ้น ทั้งนี้การให้น้ำจะมีความสำคัญมากทุกครั้งที่มีการใส่ปุ๋ย ปริมาณธาตุโบรอนในแปลงที่สมบูรณ์ของดินเนื้อหยาบ, ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย และดินเหนียวหรือดินร่วนปนเหนียว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.38, 0.46 และ 0.57 ppm ขณะที่ในแปลงไม่สมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.20, 0.24 และ 0.32 ตามลำดับ และ 3) การให้น้ำแบบฝนโปรยหรือระบบฝนโปรยและหลุมดัก ซึ่งจะพบมากในแปลงปลูกมะละกอที่ปลูกในพื้นที่ดินมีการระบายน้ำดีการดักน้ำเป็นหลุมๆเพื่อที่จะทำให้แปลงมะละกอมีความชุมชื้นตลอดเวลาและเป็นการช่วยให้ยืดอายุการให้น้ำเป็นเวลายาวขึ้น ปริมาณธาตุโบรอนในแปลงที่สมบูรณ์ของดินเนื้อหยาบ, ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย และดินเหนียวหรือดินร่วนปนเหนียว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.47, 0.50 และ 0.44 ppm ขณะที่ในแปลงไม่สมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.17, 0.35 และ 0.42 ppm ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ปริมาณธาตุโบรอนในดินของแปลงมะละกอที่สมบูรณ์เมื่อมีการให้น้ำแบบตักรดหรือปล่อยตามธรรมชาติ ของมะละกออายุ 1 ปี, 1-2 ปี และ มากกว่า 2 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.43, 0.41 และ 0.44 ppm ส่วนการให้น้ำระบบฝนโปรยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.44, 0.58 และ 0.46 ppm ขณะที่การให้น้ำแบบหลุมดักควบคู่กับระบบฝนโปรยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.49, 0.34 และ 0.39 ppm ตามลำดับ ซึ่งระบบการให้น้ำแบบมีหลุมดักควบคู่กับระบบฝนโปรยมีแนวโน้มช่วยรักษาปริมาณธาตุโบรอนในดินได้มากกว่าวิธีการให้น้ำ

แบบตักรดหรือปล่อยตามธรรมชาติหรือใช้ระบบฝนโปรยเพียงอย่างเดียวโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.47, 0.11 และ 0.38 ppm ในดินทรายตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

2.4 การจัดการแปลงปลูกมะละกอ

การจัดการแปลงปลูกมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประกอบด้วย 1) การยกร่องแปลงปลูก พบได้ในแปลงปลูกมะละกอทั่วไป โดยจะปลูกเป็นระเบียบเป็นแถวส่วนใหญ่ระยะห่างระหว่างแถวและต้น 2 x 2 เมตร ซึ่งจะพบมากในแปลงปลูกมะละกอรายใหญ่หรือทำการผลิตเป็นอาชีพหลัก ปริมาณธาตุโบรอนในแปลงที่สมบูรณ์ของดินเนื้อหยาบ, ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย และดินเหนียวหรือดินร่วนปนเหนียว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.39, 0.47 และ 0.56 ppm ขณะที่ในแปลงไม่สมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.19, 0.27 และ 0.33 ppm ตามลำดับ 2) การปลูกแซมในแปลงไม้ผล โดยเฉพาะในแปลงมะม่วงที่อายุยังน้อยและแปลงกล้วย ซึ่งจะพบมากในพื้นที่ขนาดเล็ก หรือตามบริเวณบ้าน ปริมาณธาตุโบรอนในแปลงที่สมบูรณ์ของดินเนื้อหยาบหรือมีทรายมาก, ดินร่วนหรือร่วนปนทราย และ ดินเหนียวหรือร่วนปนเหนียว มีค่าเฉลี่ย 0.11, 0.53 และ 0.71 ppm ขณะที่ในแปลงไม่สมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.03, 0.34 และ 0.49 ppm ตามลำดับ และ 3) การปลูกตามคันแปลงนาหรือหัวไร่ปลายนา โดยจะปลูกไม่เป็นระเบียบ ปริมาณธาตุโบรอนในแปลงที่สมบูรณ์ของดินร่วนหรือร่วนปนทราย และ ดินเหนียวหรือร่วนปนเหนียว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.30 และ 0.39 ppm ขณะที่ในแปลงไม่สมบูรณ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.27 และ 0.30 ppm ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ปริมาณธาตุโบรอนในดินของแปลงมะละกอที่สมบูรณ์เมื่อมีการยกร่องปลูกของมะละกออายุ 1 ปี, 1-2 ปี และ มากกว่า 2 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.40, 0.63 และ 0.43 ppm ส่วนการปลูกแซมในแปลงไม้ผลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.55, 0.8 และ 0.49 ppm ขณะที่การปลูกตามหัวไร่ปลายนามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.35, 0.58 และ 0.46 ppm ตามลำดับ ซึ่งการปลูกแซมในแปลงไม้ผลมีแนวโน้มช่วยรักษาปริมาณธาตุโบรอนในดินได้มากกว่าการยกร่องซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.71 และ 0.56 ppm ตามลำดับในดินร่วนหรือดินเหนียว ขณะที่ในดินทรายการยกร่องแปลงปลูกซึ่งเป็นที่นิยมโดยทั่วไปในการปลูกมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถรักษาปริมาณธาตุโบรอนไว้ในดินมากกว่าการปลูกในแปลงไม้ผลโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.39 และ 0.11 ppm ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุโบรอนในดินชนิดต่างๆเมื่อมีการจัดการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆ

ชนิดดิน	ลักษณะแปลงมะละกอ	อัตราการใส่(ปุ๋ยเคมี-อินทรีย์)							
		ต่ำมาก		ต่ำ		ปานกลาง		สูง	
		B-	B+	B-	B+	B-	B+	B-	B+
ดินเนื้อหยาบ/ดินทราย	สมบูรณ์	0.11	-	0.25	-	0.44	-	0.43	-
	STD	0.01	-	0.01	-	0.06	-	0.05	-
	ไม่สมบูรณ์	0.03	-	0.15	-	0.24	-	0.17	-
	STD	0.01	-	0.01	-	0.09	-	0.01	-
ดินร่วนหรือปนทราย	สมบูรณ์	0.54	-	0.37	0.71	0.24	0.97	0.28	0.65
	STD	0.01	-	0.12	0.09	0.12	0.04	0.01	0.14
	ไม่สมบูรณ์	0.21	-	0.22	0.52	0.13	0.55	0.15	0.33
	STD	0.01	-	0.12	0.14	0.09	0.07	0.07	0.04
ดินปนเหนียว	สมบูรณ์	0.47	-	0.40	0.78	0.35	-	0.44	0.72
	STD	0.27	-	0.10	0.43	0.05	-	0.01	0.09
	ไม่สมบูรณ์	0.36	-	0.26	0.31	0.24	-	0.42	0.46
	STD	0.17	-	0.14	0.12	0.01	-	0.01	0.14

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุโบรอนในดินชนิดต่างๆเมื่อมีการจัดการให้น้ำ แปลงปลูกและการคลุมดิน

ชนิดดิน	ลักษณะแปลงมะละกอ	การจัดการคลุมดิน		การให้น้ำ			ลักษณะแปลงปลูก		
		คลุมพลาสติก	ไม่คลุมพลาสติก	ตักรด	ฝนโปรย	ฝนโปรย+หลุมดัก	ยกร่อง	แซมไม้ผล	คันแปลงนา
ดินเนื้อหยาบ/ดินทราย	สมบูรณ์	-	0.35	0.11	0.38	0.47	0.39	0.11	-
	STD	-	0.14	0.01	0.09	0.01	0.09	0.01	-
	ไม่สมบูรณ์	-	0.17	0.03	0.20	0.17	0.19	0.03	-
	STD	-	0.09	0.01	0.07	0.01	0.06	0.01	-
ดินร่วนหรือปนทราย	สมบูรณ์	-	0.49	0.53	0.46	0.50	0.47	0.53	0.30
	STD	-	0.24	0.13	0.26	0.31	0.27	0.04	0.18
	ไม่สมบูรณ์	-	0.28	0.31	0.24	0.35	0.27	0.34	0.27
	STD	-	0.16	0.15	0.15	0.22	0.18	0.11	0.17
ดินปนเหนียว	สมบูรณ์	1.27	0.54	0.50	0.57	0.44	0.56	0.71	0.39
	STD	0.01	0.27	0.26	0.29	0.01	0.28	0.45	0.06
	ไม่สมบูรณ์	0.40	0.34	0.37	0.32	0.42	0.33	0.49	0.30
	STD	0.01	0.15	0.17	0.14	0.01	0.13	0.30	0.05

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุโบรอนในดินเมื่อมะละกอมีอายุต่างๆจากการจัดการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆ

อายุมะละกอ	ลักษณะแปลงมะละกอ	อัตราการใส่(ปุ๋ยเคมี-อินทรีย์)							
		ต่ำมาก		ต่ำ		ปานกลาง		สูง	
		B-	B+	B-	B+	B-	B+	B-	B+
น้อยกว่า 1 ปี	สมบูรณ์	0.71	-	0.34	0.52	-	-	0.44	0.54
	STD	0.45	-	0.13	0.01	-	-	0.01	0.01
	ไม่สมบูรณ์	0.49	-	0.16	0.17	-	-	0.42	0.29
	STD	0.30	-	0.12	0.01	-	-	0.01	0.01
1 - 2 ปี	สมบูรณ์	0.34	-	0.33	0.83	0.45	0.97	0.34	0.69
	STD	0.18	-	0.12	0.31	0.35	0.04	0.09	0.12
	ไม่สมบูรณ์	0.20	-	0.26	0.42	0.23	0.55	0.18	0.41
	STD	0.12	-	0.15	0.06	0.10	0.07	0.06	0.11
มากกว่า 2 ปี	สมบูรณ์	0.37	-	0.43	0.49	0.33	-	-	-
	STD	0.05	-	0.09	0.13	0.08	-	-	-
	ไม่สมบูรณ์	0.32	-	0.24	0.33	0.14	-	-	-
	STD	0.07	-	0.13	0.13	0.13	-	-	-

ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุโบรอนในดินเมื่อมะละกอมีอายุต่างๆจากการจัดการให้น้ำ แปลงปลูกและการคลุมดิน

อายุมะละกอ	ลักษณะแปลงมะละกอ	การจัดการคลุมดิน		การให้น้ำ			ลักษณะแปลงปลูก		
		คลุมพลาสติก	ไม่คลุมพลาสติก	ตักรด	ฝนโปรย	ฝนโปรย+หลุมคัก	ยกร่อง	แซมไม้ผล	คันแปลงนา
น้อยกว่า 1 ปี	สมบูรณ์	1.02	0.41	0.43	0.41	0.44	0.40	0.63	0.43
	STD	0.01	0.12	0.10	0.16	0.01	0.15	0.34	0.16
	ไม่สมบูรณ์	0.70	0.20	0.22	0.20	0.42	0.25	0.41	0.16
	STD	0.01	0.10	0.12	0.06	0.01	0.14	0.25	0.18
1 - 2 ปี	สมบูรณ์	1.27	0.51	0.44	0.58	0.46	0.55	0.38	0.49
	STD	0.01	0.27	0.22	0.31	0.29	0.31	0.24	0.25
	ไม่สมบูรณ์	0.40	0.30	0.29	0.32	0.26	0.31	0.23	0.35
	STD	0.01	0.15	0.17	0.15	0.15	0.15	0.22	0.13
มากกว่า 2 ปี	สมบูรณ์	-	0.41	0.49	0.34	0.39	0.35	0.58	0.46
	STD	-	0.10	0.08	0.05	0.01	0.05	0.01	0.06
	ไม่สมบูรณ์	-	0.25	0.31	0.21	0.23	0.21	0.42	0.28
	STD	-	0.12	0.12	0.13	0.01	0.11	0.01	0.12

สรุปผลการศึกษา

การจัดการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 หรือ 16-16-8 หรือ 13-13-21 ในอัตราสูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้ปริมาณธาตุโบรอนในดินลดลง โดยในดินร่วนเมื่อมีการใส่ปุ๋ยในอัตราต่ำมาก, ต่ำ, ปานกลาง และสูง มีค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุโบรอนที่วิเคราะห์โดยการสกัดด้วยน้ำร้อนเท่ากับ 0.54, 0.37, 0.24 และ 0.28 ppm ตามลำดับ ขณะที่ในดินเหนียวมีผลไม่มากนักโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.47, 0.40, 0.35 และ 0.44 ppm ตามลำดับ ส่วนในดินเนื้อหยาบหรือดินทรายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.11, 0.25, 0.44 และ 0.43 ppm ตามลำดับ การใส่สารโบแรกซ์ร่วมกับปุ๋ยเคมีสามารถเพิ่มปริมาณธาตุโบรอนในดิน สวนมะละกอที่มีอายุต่ำกว่า 1 ปี ปริมาณธาตุโบรอนในดินที่ได้รับจากปุ๋ยเคมีในอัตราต่ำมากมีแนวโน้มในการถูกนำไปใช้ต่ำกว่าเมื่ออายุระหว่าง 1-2 ปีและมากกว่า 2 ปีโดยมีปริมาณธาตุโบรอนที่วิเคราะห์โดยการสกัดด้วยน้ำร้อนเท่ากับ 0.71, 0.34 และ 0.37 ppm ตามลำดับ การคลุมดินด้วยพลาสติกมีแนวโน้มช่วยรักษาธาตุโบรอนไว้ในดินได้มากกว่าการไม่คลุมโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.27 และ 0.54 ppm ในดินเหนียว การให้น้ำแบบหลุมดักควบคู่กับระบบฝนโปรยมีแนวโน้มช่วยรักษาปริมาณธาตุโบรอนในดินได้มากกว่าวิธีการให้น้ำแบบตักรดหรือปล่อยตามธรรมชาติหรือใช้ระบบฝนโปรยเพียงอย่างเดียวโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.47, 0.11 และ 0.38 ppm ในดินทรายตามลำดับ ขณะที่ในดินร่วนและดินเหนียวมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกมะละกอทุกท่านในจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ชัยภูมิ อุดรธานี ศรีสะเกษ มุกดาหาร อุบลราชธานี นครพนม และนครราชสีมา ที่ให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์ ขอขอบคุณ คุณไพฑูรย์ ประทุมรุ่ง คุณเอนก ชิวจำปา ที่ให้ความช่วยเหลือโครงการมาตลอด และขอขอบคุณ ชุดโครงการดินและปุ๋ยพืชสวน สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.)ที่สนับสนุนทุนวิจัย (ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของคณะผู้วิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

เอกสารอ้างอิง

มงคล ต๊ะอุ่น, สมพงษ์ นาสูงชน, พัชรี แสนจันทร์ และ ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. 2534. การบริการทดสอบและวิเคราะห์ดินเพื่อพัฒนาการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำพองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 252 หน้า.

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ และมงคล ต๊ะอุ่น. 2542. อิทธิพลของปูนขาวและโบรอนต่อผลผลิตของมะละกอในดินกรด, สัมมนาวิชาการผลงานวิจัย, 24 ส.ค.2542, ณ ห้องประชุม กวี จุติกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เพิ่มพูน กีรติกสิกร. 2545. โบรอนจุลธาตุอาหารพืช. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

Cakmak, J. , H. Kurz and H. Marschner. 1995. Short-term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower. Physiol. Plant. 95: 11-18.

Cottenie, A. 1980. Soil and Plant Testing as a Basis of Fertilizer Recommendation. FAO, Rome.

Elrashidi, M.A. and G.A. O'Connor. 1982. Boron Adsorption and Desorption in Soil. Soil Sci. Soc.Am.,J. 46: 27-31.

Goldberg, S., H.S. Forster, S.M. Lesch and E.L. Heick. 1996. Influence of Anion Competition and Boron Adsorption by Clays and Soils. Soil Sci. 161: 316-321.

Gu, B. and L.E. Lowe. 1990. Studies on the Adsorption of Boron on Humic Acids. Can.J. Soil Sci. 70: 305-311.

Gupta, U.C. 1979. Boron Nutrition of Crops. Adv. Agron. 31: 273-307.

Gupta, U.C. and J.A. Cutcliffe. 1978. Effects of Methods of Boron Application on Leaf Tissue Concentration of Boron and Control of Brown-Heart in Rutabaga. Can.J. Plant Sci. 58: 63-68.

Hanlon, E.A, G.V. Johnson, J.B. Jones, Y.P. Kalra, R.O. Miller, P.N. Soltanpour, M.R. Tucker, D.D. Warnke, M. Watson.1999. Soil Analysis, Hand book of Reference Methods, Soil and Plant Analysis Council, inc. CRC Press, New York.

Hu, H., P.B. Brown and J.M. Labavitch. 1996. Species variability in boron requirement in correlated with cell wall pectin. J. Exp. Bot. 47: 227-232.

Jin, J. 1985. Boron Chemistry in Sekected Viriginia Soils and Hydroxy Aluminum and Iron Systems. In Dissertation Abstrate International. B. 46: 2507.

Keren, R. and U. Mezuman. 1981. Boron Adsorption by Clay Mineral Using a Phenominological Equation. Clays Clay Min. 29: 198-204.

Matoh, T. 1997. Boron in plant cell wall. Plant and Soil 193: 59-70.

Parks, W.L. and J.L. White. 1952. Boron Retention by Clay and Humus Systems Saturated with Various Cations. Soil Sci.Soc.Amer.Proc. 16: 298-300.

Walinga, I, W.Van. Vark, V.J.K. Honba and J.J. Van der Lee. 1989. Soil and Plant Analysis a Series of Syllabi, Part 7. Plant Analysis Procedure. Wageningen Agricultural University, Netherland.

Yermiyaho, U. R. Keren and Y. Chen. 1988. Boron Sorption on Composted Organic Matter. Soil Sci.Soc.Am. J. 52: 1309-1313.

การเผยแพร่ผลงานวิจัย 9.

9. มงคล ตั๊ะอุ่น, สันติภาพ ปัญจพรรค์, สุทธิพงศ์ เปรื่องค้า และ พัชรี ธีรจินดาขจร. 2547. คุณภาพผลผลิตมะละกอกับธาตุโบรอนและการจัดการ. เอกสารวิชาการเผยแพร่งานวันเกษตรแห่งชาติ 2547 ณ อุทยานเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 23 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์ 2547. 16 หน้า.

คุณภาพผลผลิตมะละกอกับธาตุโบรอนและการจัดการ

Papaya Yield Quality: Boron Management

ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

2547

คุณภาพผลผลิตมะละกอกับธาตุโบรอนและการจัดการ

Papaya Yield Quality: Boron Management

มะละกอเป็นไม้ผลที่มีความต้องการธาตุอาหารในปริมาณสูง เช่นเดียวกับไม้ผลชนิดอื่น เช่น ส้ม มะม่วง ลำไย กล้วย เป็นต้น การจัดการมะละกอ ได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอและได้สัดส่วนที่เหมาะสมนั้นนอกจากจะทำให้ต้นมะละกอมีความสมบูรณ์แข็งแรงแล้วยังให้ผลผลิตสูง คุณภาพดี สามารถทนทานต่อโรคและแมลงได้ดี อย่างไรก็ตามถ้ามะละกอได้รับธาตุอาหารมากเกินไปจะทำให้มะละกออ่อนแอได้ ดังนั้นการจัดการให้มะละกอได้รับธาตุอาหารอย่างเหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็น

มะละกอเป็นพืชหลักที่สำคัญชนิดหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการนำมาทำส้มตำซึ่งเป็นอาหารหลักอย่างหนึ่งของภาคนี้ ปัจจุบันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลูกมะละกอกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป แต่ผลผลิตที่ได้ในแต่ละปียังไม่เพียงพอกับความต้องการบริโภค ต้องสั่งซื้อมะละกอจากแหล่งปลูกภาคอื่นของประเทศทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มขึ้นส่งผลให้มะละกอมีราคาสูงตามไปด้วย การปลูกมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังให้ผลผลิตต่ำ สาเหตุหลักเกิดจากการระบาดของโรคจุดวงแหวนและดินที่ปลูกมะละกอส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำทำให้มะละกอเจริญเติบโตช้า ให้ผลผลิตตลอดจนคุณภาพต่ำ ผิวไม่สวย รูปทรงผิดปกติ ผลบิดเบี้ยวถ้าขาดธาตุโบรอน(ยงยุทธ, 2543; Matoh, 1997)

การจัดการด้านดินและปุ๋ยมะละกออย่างเหมาะสมเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตของมะละกอโดยเฉพาะการตรวจสอบสถานะธาตุ

โบรอนในดินและพืชโดยการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการจัดการดินเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดธาตุโบรอน

ผลของการขาดธาตุโบรอนต่อการเจริญและคุณภาพผลผลิตพืช

ธาตุโบรอนมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเมื่อดินขาดธาตุโบรอนย่อมมีผลกระทบโดยทางตรงและทางอ้อมต่อพืชได้ เมื่อพืชขาดธาตุโบรอนโดยเฉพาะในช่วงระยะเจริญพันธุ์จะทำให้ดอกไม่สมบูรณ์, ละอองเรณูเป็นหมัน, ยอดเกสรเพศเมียไม่พร้อมที่จะรับละอองเรณู, ละอองเรณูไม่งอก, การงอกของหลอดเรณูภายในก้านเกสรเพศเมียไม่สมบูรณ์จึงติดผล, เมล็ดไม่พัฒนาจึงเป็นเมล็ดลีบ ถึงแม้จะมีเมล็ดแต่เป็นเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ การงอกต่ำและได้ต้นกล้าที่อ่อนแอไม่สมบูรณ์ (Dell and Huang, 1997) พืชที่ขาดธาตุโบรอนและได้รับแสงที่มีความเข้มสูงจะมีอาการผิดปกติรวดเร็วกว่าเมื่อแสงมีความเข้มข้นต่ำลงนั้นคือปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบจะลดลง ทำให้ใบหรือเนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและปลายยอดตาย นอกจากนี้พืชที่ได้รับแสงความเข้มข้นสูงจะไวต่อการขาดธาตุโบรอน ทั้งนี้โฟโตออกซิเดชัน(photo oxidation) ในใบพืชก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้พืชมีอาการผิดปกติหรือรูปทรงทางกายภาพเปลี่ยนไป(Cakmak et al., 1995) ถ้าพืชขาดธาตุโบรอนจะมีผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยทำให้การปลดปล่อยออกซิเจนในปฏิกิริยาฮิลล์ลดลง การเคลื่อนย้ายพลังงานระหว่างระบบแสง 2 (PSII) ไปยังระบบแสง 1 (PSI) ตลอดจนอัตราการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในปฏิกิริยามืดลดลง หากพืชได้รับธาตุโบรอนเพียงพอ

จะทำให้อัตราการเคลื่อนย้ายสารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงกลับสู่ระดับปกติ (Kastori et al., 1995)

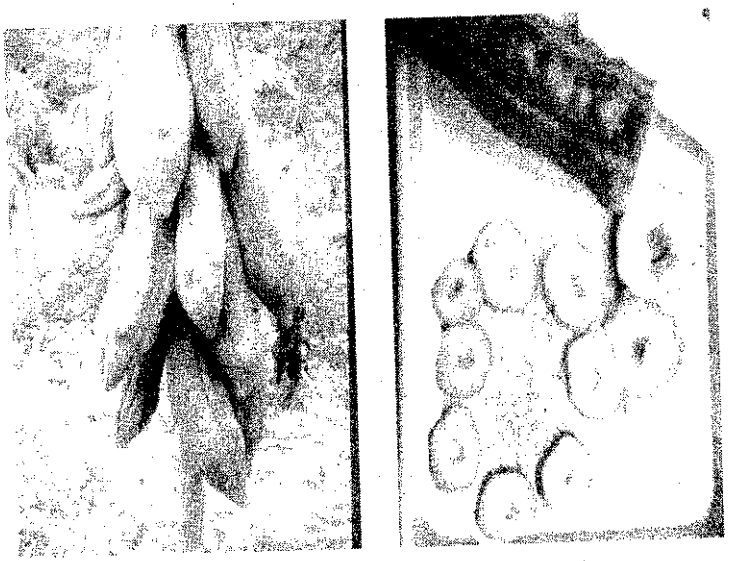
โบรอนเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการบูรณภาพของเยื่อ (membrane integrity) ซึ่งเป็นสภาพที่เยื่อของสิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันและทำหน้าที่ได้อย่างเหมาะสม (Cakmak, et al., 1995) เมื่อพืชขาดธาตุโบรอนผนังเซลล์จะขาดบูรณภาพและสภาพยืดหยุ่นลดลง(Hu, et al., 1996) มีกิจกรรมของเอนไซม์ ATPase ที่เยื่อหุ้มเซลล์ต่ำลงแต่เมื่อได้รับธาตุนี้เพียงพอกิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าวจะกลับเข้าสู่ระดับปกติภายในหนึ่งชั่วโมง ทั้งนี้การขับธาตุโบรอนด้วย ATPase ที่เยื่อเป็นการสร้างความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างด้านทั้งสองของเยื่อและทำให้เซลล์ดูดไอออนได้ ซึ่งธาตุโบรอนมีบทบาทในเรื่องนี้โดยตรง (Goldbach, et al., 1990) ธาตุโบรอนมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการควบคุมช่องทางผ่านของไอออนในเยื่อ(Cakmak, et al., 1995) นอกจากนี้ธาตุโบรอนยังมีหน้าที่ควบคุมมิให้มีการสะสมสารฟีนอลิกและควิโนนมากจนเป็นอันตรายต่อเซลล์และช่วยลดปริมาณของอนุมูลอิสระเช่นออกซิเจนรูปที่เป็นพิษและมีฤทธิ์ทำลายโครงสร้างของเยื่อเมื่อพืชได้รับแสงมีความเข้มสูง อินทรีย์สารซึ่งมีธาตุโบรอนเป็นองค์ประกอบในเนื้อเยื่อของพืชแต่ละชนิดอาจมีปริมาณและชนิดที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปอินทรีย์สารที่มีธาตุโบรอนเป็นองค์ประกอบคือ neutral cis-dio/monoborate ester, monoborate complex) bis(diol) borate complex, malic acid neutral borate ester, monomalic acid borate complex, bis(malic acid) borate complex

(Power and Woods, 1997) ซึ่งสารอินทรีย์บางชนิดมีส่วนในการเพิ่มคุณภาพของผลผลิต

การขาดธาตุโบรอนของมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การขาดธาตุโบรอนของมะละกอจะเกิดควบคู่กันในช่วงระยะที่มะละกอออกดอกและให้ผลผลิต อาการขาดธาตุโบรอนของมะละกอที่เห็นเด่นชัดคือผลมะละกอจะมีรูปทรงผิดปกติ เช่น ลูกบิดเบี้ยว เป็นตะปุ่มตะป่ำ ผิวไม่เรียบ ***ทำให้เป็นที่น่ารังเกียจของผู้ซื้ออย่างมาก*** ถ้าอาการรุนแรงมากจะเห็นยางสีขาวไหลออกมา เป็นจุดยางไหลหรือเป็นเส้น ส่วนมากจะเกิดกับผลที่มีขนาดใหญ่แล้ว ดังแสดงในรูปที่ 1(a) และเมื่อผ่าดูข้างในผลจะพบว่าเมล็ดมีน้ำตาลปนขาว ถ้าเกิดรุนแรงเมล็ดจะมีสีน้ำตาลและลีบดังแสดงในรูปที่ 1(b) ต้นมะละกอที่มีอาการนี้จะเจริญเติบโตเป็นปกติติดผลตามปกติ ผลที่ยังอ่อนอยู่ก็ไม่แสดงอาการผิดปกติแต่อย่างใด แต่เมื่อผลโตขึ้นอาการก็จะยิ่งชัดเจนคือ ผิวของผลเป็นตะปุ่มตะป่ำคล้ายกับเป็นโรคหรือถูกแมลงดูดกิน ผลที่เป็นตะปุ่มตะป่ำนี้ถ้าลองกรีดน้ำยางดู จะเห็นว่าน้ำยางนั้นใสกว่าปกติ และไขจะออกมาน้อยมาก เมื่อเทียบกับผลมะละกอปกติและถ้าต้นใดแสดงอาการนี้รุนแรงต้นมะละกอจะแคระแกร็น จำนวนผลและน้ำหนักต่อผลจะต่ำกว่าปกติ และผลไม่มีน้ำยางเลยจึงเป็นปัญหาในการกรีดยางมะละกอเพื่อผลิตสารปาเปน สภาพดินโดยทั่วไปที่ใช้ปลูกมะละกอจะเป็นดินเนื้อหยาบหรือปนทราย หรือดินร่วนปนทราย และเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูง จาก

การสำรวจเกษตรจำนวน 53 ราย ในพื้นที่ จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ อุดรธานี ชัยภูมิ ศรีสะเกษ มุกดาหาร อุบลราชธานี นครพนม และนครราชสีมา ประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์(จากการสังเกต)



(a) (b)

รูปที่ 1(a) ลักษณะของมะละกอที่แสดงอาการขาดธาตุโบรอนรุนแรง(ผลโต) (ภาพตัวอย่างของแปลงเกษตรกร ที่ อ. เสิงสาง จ. นครราชสีมา) (b) ลักษณะของมะละกอที่แสดงอาการขาดธาตุโบรอนรุนแรง(เมล็ด) (ภาพตัวอย่างของแปลงเกษตรกร ที่ อ. นาคู จ. กาฬสินธุ์)

ส่วนใหญ่พบในแปลงที่มีขนาดใหญ่ มะละกอที่ปลูกในดินเนื้อหยาบมีโอกาสขาดธาตุโบรอนมาก สภาพของดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินทราย มี pH ต่ำหรือเป็นกรด(มงคล และคณะ, 2534)และขาดธาตุอาหาร ทั้งนี้ในดินเนื้อหยาบโบรอนจะอยู่ในสภาพที่ง่ายต่อการถูกชะล้าง ขณะที่ลักษณะมะละกอที่ไม่แสดงอาการขาดธาตุโบรอนจะพบโดยทั่วไปในแปลงที่มีขนาดเล็กหรือปลูกเป็นจำนวนน้อยตามสวนหลังบ้าน หัวไร่ปลายนา หรือปลูกแทรกในแปลงไม้ผล และในดินที่มีสภาพดินเหนียวหรือร่วนปนเหนียว ประมาณ 40 - 50 เปอร์เซ็นต์(จากการสังเกต) โดยพันธุ์มะละกอที่เกษตรกรนิยมปลูกคือพันธุ์แขกนวล รองลงมาได้แก่พันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ยวงขาวที่ชาวบ้านเรียกกัน พันธุ์แขกดำท่าพระ พันธุ์แขกดำ พันธุ์ที่มาจากดำเนินสะดวกและพันธุ์โกโก้ คิดเป็นจำนวน 56.6, 16.9, 13.6, 5.6, 3.7, 1.8 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ปริมาณธาตุโบรอนในดินและในใบ-ก้านใบที่แสดงอาการขาดเมื่อปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากการวิเคราะห์พืชทั้งในใบและก้านใบของมะละกอและในดินของแปลงเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ อุดรธานี ชัยภูมิ ศรีสะเกษ มุกดาหาร อุบลราชธานี นครพนม และนครราชสีมา ทั้งที่แสดงอาการขาดธาตุโบรอนและไม่แสดงอาการ ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบที่แสดงอาการขาดอยู่ในช่วง 11.02- 13.27 ppm ขณะที่ในก้านใบจะอยู่ในช่วง 10.82-13.88 ppm ในใบและก้านใบที่สมบูรณ์อยู่ในช่วง 15.31- 79.00 และ 15.92-61.84

ppm ตามลำดับ ส่วนในผลและเมล็ดมีค่าที่ไม่แตกต่างกันโดยมีค่าอยู่ในช่วง 40.24-49.08 ppm ขณะที่ในดินที่สมบูรณ์และทำให้มะละกอขาดธาตุโบรอนมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.39-1.04 และ 0.01-0.27 ppm ตามลำดับ สำหรับค่าการประเมินปริมาณธาตุโบรอนในดินที่จะทำให้มะละกอแสดงอาการขาด ระดับพอเพียงและเป็นพิษ ในดินที่ทำการวิเคราะห์ธาตุโบรอนโดยการสกัดด้วยน้ำร้อนมีค่า น้อยกว่า 0.50, 0.50 - 2.00 และ มากกว่า 2.00 ppm ตามลำดับ และเมื่อทำการวิเคราะห์ในส่วนต่างๆของมะละกอในระดับที่มีธาตุโบรอนเพียงพอต่อการเจริญเติบโตในระดับปกติ โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 15-100 มก./กก. (ppm) อย่างไรก็ตามถ้ามีปริมาณมากกว่า 200 มก./กก. ถือว่าอยู่ในระดับที่สูงมากซึ่งอาจส่งผลถึงขั้นเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะละกอได้ (Chen et al. 2001)

การผลิตมะละกอของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะที่ปลูกในดินเนื้อหยาบมีโอกาสที่มะละกอจะแสดงอาการขาดธาตุโบรอนมากกว่าในดินร่วนและดินเหนียว กล่าวคือมะละกอที่ปลูกในดินที่มีปริมาณโบรอน ระหว่าง 0.23-0.27 ppm และมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุโบรอนในก้านที่ไม่สมบูรณ์เท่ากับ 15, 21 และ 25 ppm ตามลำดับ มะละกอที่ขาดธาตุโบรอนรุนแรงจะมีความเข้มข้นของธาตุโบรอนในใบและก้านอยู่ในช่วง 11-13 และ 11-14 ppm ตามลำดับ มะละกอที่มีอายุน้อยกว่า 1 ปีมีความต้องการธาตุโบรอนมากกว่ามะละกอที่มีอายุมากกว่า 2 ปี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุโบรอนในก้านที่ไม่สมบูรณ์เท่ากับ 35 และ 22 ppm ตามลำดับ ดังนั้นการผลิตมะละกอในดินเนื้อหยาบหรือดินร่วนจึงจำเป็นต้องให้ปุ๋ยที่มีธาตุโบรอนเป็นส่วนประกอบหรือให้ธาตุโบรอนเพิ่มเติม

โดยเฉพาะในช่วงที่มะละกอกำลังออกดอกและให้ผลผลิตทั้งนี้เพื่อป้องกันการขาดธาตุดังกล่าว(มงคล และคณะ, 2547a)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณธาตุโบรอนในดินและใบ-ก้านใบของมะละกอที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลักษณะของแปลงมะละกอ	ปริมาณธาตุโบรอนในพืช(B-ppm)			
	ใบ	ก้านใบ	ผล	เมล็ด
แปลงที่สมบูรณ์	15.31-79.00	15.92-61.84	41.17-49.08	40.78-45.14
ขาดโบรอนปานกลาง	13.67-14.30	12.86-14.29	44.16-49.08	41.71-47.12
ขาดโบรอนมาก	11.02-13.27	10.82-13.88	43.13-46.63	40.24-48.10

ลักษณะของแปลงมะละกอ	ปริมาณธาตุโบรอนในดิน (B-ppm)
แปลงที่สมบูรณ์	0.39-1.04
ขาดโบรอนปานกลาง	0.23-0.27
ขาดโบรอนมาก	0.01-0.19

การจัดการธาตุอาหารกับการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของมะละกอ

การจัดการมะละกอเพื่อให้มีความแข็งแรง สามารถต้านทานต่อโรคและแมลง ตลอดจนมีการเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตสูง ประกอบด้วย 3 ประการหลัก คือ 1) การจัดการต้นมะละกอ (plant host) 2) การสร้างการ

ปลอดเชื้อโรคและแมลง (pathogen and insect) และ 3) การจัดการสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม(environment) กล่าวคือเมื่อพืชได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่เพียงพอและมีสัดส่วนของธาตุอาหารชนิดต่างๆที่ได้รับเหมาะสมแล้วจะทำให้โครงสร้างส่วนต่างๆของพืชได้แก่ใบ ลำต้น และ ราก มีความแข็งแรง ส่งผลให้กระบวนการทางชีวเคมีต่างๆที่เกิดภายในพืชดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 หรือ 16-16-8 หรือ 13-13-21 ในอัตราสูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้ปริมาณธาตุโบรอนในดินลดลง โดยในดินร่วนเมื่อมีการใส่ปุ๋ยในอัตราต่ำมาก, ต่ำ, ปานกลาง และสูง มีค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุโบรอนที่วิเคราะห์โดยการสกัดด้วยน้ำร้อนเท่ากับ 0.54, 0.37, 0.24 และ 0.28 ppm ตามลำดับ ขณะที่ในดินเหนียวมีผลไม่มากนักโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.47, 0.40, 0.35 และ 0.44 ppm ตามลำดับ ส่วนในดินเนื้อหยาบหรือดินทรายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.11, 0.25, 0.44 และ 0.43 ppm ตามลำดับ การใส่สารโบแรกซ์ร่วมกับปุ๋ยเคมีสามารถเพิ่มปริมาณธาตุโบรอนในดิน สวนมะละกอที่มีอายุต่ำกว่า 1 ปี ปริมาณธาตุโบรอนในดินที่ได้รับจากปุ๋ยเคมีในอัตราต่ำมากมีแนวโน้มในการถูกนำไปใช้ต่ำกว่าเมื่ออายุระหว่าง 1-2 ปีและมากกว่า 2 ปีโดยมีปริมาณธาตุโบรอนที่วิเคราะห์โดยการสกัดด้วยน้ำร้อนเท่ากับ 0.71, 0.34 และ 0.37 ppm ตามลำดับ การคลุมดินด้วยพลาสติกมีแนวโน้มช่วยรักษาธาตุโบรอนไว้ในดินได้มากกว่าการไม่คลุมโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.27 และ 0.54 ppm ในดินเหนียว การให้น้ำแบบหลุมดักควบคู่กับระบบฝนโปรยมีแนวโน้มช่วยรักษาปริมาณธาตุโบรอนในดินได้มากกว่าวิธีการให้น้ำแบบตักรดหรือปล่อยตาม

ธรรมชาติหรือใช้ระบบผ่นโปรยเพียงอย่างเดียวโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.47, 0.11 และ 0.38 ppm ในดินทรายตามลำดับ ขณะที่ในดินร่วนและดินเหนียวมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน(มงคล และคณะ , 2547b)

การให้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ปลูกมะละกอรายใหญ่ที่ปลูกเป็นการค้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า การใช้ปุ๋ยสูตร: 16-16-8, 15-15-15 วิธีการใส่ใช้รองก้นหลุม 1 ช้อนโต๊ะ ใส่ช่วงแรกก่อนให้ผลผลิต อัตรา 50 กก./ไร่ และใส่ช่วงหลังปลูก โดยหว่านระหว่างต้นแล้วให้น้ำ อัตรา 50 กก./ไร่ หรือ 2 กำมือ/ต้น ปุ๋ยสูตร: 13-13-21 วิธีการใส่โดยปกติ ใส่ 1-2 ครั้ง/เดือน หว่านรอบโคนต้น อัตรา 40 –50 กก./ไร่ แล้วให้น้ำแบบสปริงเกอร์ การใส่ปุ๋ยเร่งผลผลิตโดยจะใส่ปุ๋ยหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อเร่งให้ออกดอกชุดใหม่ ใช้อัตรา 50 กก./ไร่ หรือใส่ 2 กำมือ/ต้น นอกจากนี้ทำการผสมปุ๋ยใช้เองโดยใช้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 จำนวน 20 กระสอบ(1000 กก.) สูตร 46-0-0 จำนวน 5 กระสอบ(250 กก.) และสารโบแรกซ์ 25 กก. ผสมกันแล้วนำไปใช้โดยการใส่รอบโคนต้นแล้วให้น้ำ

ปัญหาการขาดธาตุโบรอนของมะละกอสามารถแก้ไขได้โดยการใส่ธาตุโบรอนในรูปของสารโบแรกซ์ ซึ่งเป็นเกล็ดสีขาว ปริมาณที่ใช้โดยทั่วไปที่ใส่เพียง 0.5-5 กรัม/ต้น หรือประมาณ 0.2-2 กก./ไร่ ซึ่งปริมาณดังกล่าวสามารถใช้ได้ผลดีในการแก้ปัญหาการขาดธาตุโบรอนในการปลูกมะละกอในไต้หวันได้เป็นอย่างดี(Chen etal. 2001) สำหรับในดินที่เป็นหินปูนหรือมีสภาพความเป็นกรดด่างสูงกว่า 7.5 ควรใส่สารเคมีจำพวกซัลเฟอร์ในอัตรา

3 ตัน/ไร่ เพื่อลดค่าความเป็นกรด-ด่างของดินให้เหลือเพียง 6-7 ก็จะสามารถแก้ปัญหาการขาดธาตุโบรอนได้เช่นกัน

จากการทดลองของ สุรศักดิ์ และ มงคล (2542) พบว่าการใส่ธาตุโบรอนอัตรา 10-30 กรัม Borax /ต้น ไม่มีผลต่อจำนวนและน้ำหนักผลผลิตของมะละกอ และการใส่ธาตุโบรอนและปูนขาวร่วมกันไม่มีปฏิสัมพันธ์ (interaction)กันในทางสถิติต่อการเพิ่มน้ำหนักผลสดของมะละกอ ทั้งนี้ปริมาณธาตุโบรอนในดินไม่อยู่ในระดับวิกฤติ การตอบสนองจึงต่ำ และการใส่ปูนขาวเพิ่มขึ้นทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในก้านใบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่จะมีผลทำให้ความเข้มข้นของโบรอนในก้านใบลดลง ความสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมและโบรอนในมะละกอจะเป็นไปในทางด้านลบคือถ้ามีแคลเซียมสูงปริมาณโบรอนจะต่ำ (Chapman et al., 1978)

การใช้อินทรียวัตถุเพื่อการผลิตมะละกอนับได้ว่ามีความสำคัญสำหรับดินที่มีความเสื่อมโทรมหรือมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม จากการสำรวจพบว่าเกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น มูลไก่ มูลโค กระบือและแกลบ ใส่ช่วง 3-6 เดือนก่อนออกผล อัตรา 1.5 ตัน/ไร่ โดยใส่รอบโคนต้นหรือระหว่างแถวเพราะรากมะละกอแผ่กระจายไปด้านข้างหรือโดยรอบทรงพุ่ม จากการทดลองของ สุรศักดิ์ (2536) พบว่าการใส่มูลไก่ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหาร 1.4%N, 0.6%P , 1.0%K และ 0.4%Ca ในอัตราที่เพิ่มขึ้นจาก 2-12 ตัน/ไร่ จะทำให้การเจริญเติบโตของมะละกอเพิ่มขึ้นตามลำดับของอัตราที่ใส่ โดยไม่มีผลกระทบในทางลบ การใส่ปุ๋ยคอกกับมะละกอที่มีอายุน้อยจะมีผลทำให้มะละกอมีการดูดธาตุอาหารโดยรวมเพิ่มขึ้น มีขนาดและการเจริญเติบโต

ดีกว่ามะละกอที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยคอกแต่ใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (Page, 1966)

การให้ปุ๋ยเคมีทางใบ

การปลูกมะละกอในดินที่มีสภาพไม่เหมาะสม การให้ปุ๋ยทางใบจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้การปลูกมะละกอประสพผลสำเร็จ Chen etal. (2001) แนะนำการสเปรย์สารโบแรกซ์ ในอัตรา 0.4% กับน้ำเป็นช่วงๆ เช่น ทุกๆ 10 วัน จนกระทั่งสังเกตว่าอาการขาดธาตุโบรอนหายไปจึงหยุดการฉีดพ่น การทดลองของสุรศักดิ์ (2542) พบว่าการให้ปุ๋ยทางใบกับมะละกอพันธุ์แขกดำจะมีผลทำให้ความเข้มข้นของธาตุโบรอนในก้านใบและความเข้มข้นของโบรอนในผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วิธีการให้ปุ๋ยกับมะละกอจะมีส่วนช่วยทำให้คุณภาพของมะละกอดีขึ้น ซึ่ง Veena and Lavania (1992) พบว่า การใช้ปุ๋ยทางใบที่มีธาตุโบรอนในรูปของบอแร็กซ์เข้มข้น 0.15%B จะมีผลทำให้คุณภาพของผลมะละกอดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Chattopadhyay and Gogoi (1992) พบว่าการใช้จุลธาตุ (โบรอน สังกะสี ทองแดง เหล็ก และ แมงกานีส) ทางใบจะทำให้ผลผลิตของมะละกอเพิ่มขึ้น

แนวทางการจัดการเกี่ยวกับธาตุโบรอนที่สามารถทำได้โดยทั่วไป

การขาดธาตุโบรอนส่วนใหญ่เกิดขึ้นในดินทราย ดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย รองลงมาได้แก่ดินร่วนปนเหนียวหรือดินเหนียว การขาดธาตุโบรอนของมะละกอมีผลทำให้มะละกอมีรูปทรงผิดปกติไป เช่น ผลบิด

เบี้ยว เป็นตะปุ่มตะป่ำ ผิวไม่เรียบ พบว่าปริมาณธาตุโบรอนในดินที่สกัดด้วยน้ำร้อนอยู่ในช่วง 0.23-0.27 ppm ถ้าอาการขาดรุนแรงมากจะมียางสีขาวไหลออกมาเป็นจุดยางไหลหรือเป็นเส้นและทำให้เมล็ดเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลและลีบพบว่ามีปริมาณธาตุโบรอนมีอยู่ในช่วง 0.01-0.19 ppm การจัดการเพื่อผลิตมะละกอโดยการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 หรือ 16-16-8 หรือ 13-13-21 อัตรา 40-50 กก./ไร่ โดยใส่ 1 – 2 ครั้งต่อเดือน ขณะที่ในสภาพดินหยาบหรือดินร่วนปนทราย ควรมีการใส่ธาตุโบรอนในรูปของสารโบแรกซ์ ในอัตรา 1 กก.ต่อปุ๋ยเคมี 40-50 กก. โดยผสมแล้วหว่านรอบโคนต้นก่อนให้น้ำ หรือใส่เฉพาะสารโบแรกซ์ลงดินแต่ไม่ควรเกิน 50 กรัมต่อต้น ผสมคลุกคล้ากับดินก่อนปลูกหรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เช่น มูลไก่ มูลโค กระบือและแกลบ อัตรา 1.5 ตัน/ไร่ นอกจากนี้การให้ปุ๋ยทางใบก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยทำให้การปลูกมะละกอประสพผลสำเร็จ วิธีการทำได้โดยการสเปรย์สารโบแรกซ์ในอัตรา 0.15 - 0.4% เป็นระยะๆ เช่นทุกๆ 10 วัน จนกระทั่งการสังเกตว่าอาการขาดธาตุโบรอนหายไปจึงหยุดการฉีดพ่น

เอกสารอ้างอิง

มงคล ตีะอุ่น, สมพงษ์ นาสูงชน, พัชรี แสนจันทร์ และ ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. 2534. การบริการทดสอบและวิเคราะห์ดินเพื่อพัฒนาการเกษตรในพื้นที่

ลุ่มน้ำพองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 252 หน้า.

มงคล ตั๊ะอุ่น, สันติภาพ ปัญจพรรค์, สุทธิพงศ์ เปรื่องค้า และ พัชรี ธีรจินดา ขจร. 2547a. ธาตุโบรอนในใบและก้านกับการขาดธาตุโบรอนของมะละกอในดินชนิดต่างๆ สัมมนา "การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 42" ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร, 3-6 กุมภาพันธ์ 2547.

มงคล ตั๊ะอุ่น, สันติภาพ ปัญจพรรค์, สุทธิพงศ์ เปรื่องค้า และ พัชรี ธีรจินดา ขจร. 2547b. สถานะของธาตุโบรอนในดินที่มีการจัดการแบบต่างๆ ของสวนมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. สัมมนา "วิชาการเกษตรแห่งชาติประจำปี 2547" ณ ห้องประชุมกวี จุติกุลคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 26-27 มกราคม 2547.

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ และมงคล ตั๊ะอุ่น. 2542. อิทธิพลของปูนขาวและโบรอนต่อผลผลิตของมะละกอในดินกรด. สัมมนาวิชาการผลงานวิจัย, 24 ส.ค.2542, ณ ห้องประชุม กวี จุติกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. 2536. การใช้มูลไก่ปรับปรุงดินกรดสำหรับปลูกมะละกอ. ว.เกษตร 9(3): 248-253.

ยงยุทธ โอสกสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

Cakmak, J., H. Kurz and H. Marschner. 1995. Short-term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower. Physiol. Plant. 95:11-18.

Cakmak, I. And V. Romheld. 1997. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. Plant and Soil 193: 71-83.

Chapman, K.R., J.D. Glennie, F.A. Aquilizan and B.F. Paxton. 1978. Boron deficiency in papaya. Queenland Agricultural J., November-December: 31-34.

Chattopadhyay, P.K. and S.K. Gogoi. 1992. Boron, zinc, copper, iron and manganese nutrition in papaya. Hort. Abst. 62(11): 1141.

Chen Zueng-Sang, T. F. Chiu William and Bay-Petersen Jan. 2001. Micronutrient Deficiences of Crops in Asia. Food & Fertilizer Technology Center, Taiwan.

Dell, B. and L. Huang. 1997. Physiogal response of plant to low boron. Plant and Soil. 193. 103-120.

Goldbach, HE., D. Hartman and T. Rotzer. 1990. Boron is required for the ferricyanide-induced proton release by aurins in suspension-cultured cells of *Daucus carotus* and *Lycopersicon esulentum*. Physiol. Plant. 80: 114-118.

Hu, H., P.B. Brown and J.M. Labavitch. 1996. Species variability in boron requirement in correlated with cell wall pectin. J. Exp. Bot. 47: 227-232.

Kastori, R., M. Plesnicar, D. Pankovic and Z. Sakac. 1995. Photosynthesis, chlorophyll fluorescence and soluble carbohydrate in sunflower leaves a affected by boron deficiency. J. Plant Nutr. 18: 1751-1763.

Matoh, T. 1997. Boron in plant cell wall. Plant and Soil 193: 59-70.

Page, F.R. 1966. The micronutrient content of young vegetable plants as effected by bfarnyard manure. J. Hort. Sci. 41: 257-261.

Power, P.P. and W.G. Woods. 1997. The chemistry of boron and its speciation in plants. Plant and Soil. 193: 1-13.

Veena, P. and M.L. Lavania. 1992. Effect of foliar application of iron, zinc and boron on quality of papaya fruits. Hort. Abt. 62(2): 205.

********* ********* *********

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกมะละกอ ทุกท่านในจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ชัยภูมิ อุดรธานี ศรีสะเกษ มุกดาหาร อุบลราชธานี นครพนม และนครราชสีมา ที่ให้ความร่วมมือ ขอขอบคุณ คุณไพฑูรย์ ประทุมรุ่ง คุณเอนก ชิวจำปา คุณพจนีย์ พิมพ์หา คุณพัชรินทร์ โสริโย และ คุณเทพฤทธิ์ เอติรัตน์ ที่ให้ความช่วยเหลือโครงการมาตลอด

ขอขอบคุณ ชุดโครงการดินและปุ๋ยพืชสวน สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนทุนวิจัย (ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของคณะผู้วิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

โครงการ : การพัฒนาฐานความรู้ด้านดินและปุ๋ยเพื่อสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญในการผลิตมะละกอ

หัวหน้าโครงการ : ดร.มงคล ตีะอุ่น

ผู้ร่วมงาน : ดร.สันติภาพ ปัญจพรรค์
ดร.สุทธิพงศ์ เปรื่องค้า
น.ส.พัชรี ธีรจินดาชจร

โทรศัพท์ : 043-364639, 09-9430258 โทรสาร : 043-202361