

อิทธิพลของไนโตรเจนและโมลิบดีนัมต่อผลผลิตสับปะรดและการสะสมไนเตรตในผล

Effect of Nitrogen and Molybdenum on Pineapple Yield and Nitrate Concentration in Fruit

ปิยะนัส นาคนคร¹, สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม^{1*}, สุภิณา ธนะจิตต์¹ และ ธาณี ศรีวงศ์ชัย²

Piyanas Naknakorn¹, Somchai Anusontpornperm^{1*}, Suphicha Thanachit¹
and Tanee Sreewongchai²

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของปุ๋ยไนโตรเจนและโมลิบดีนัมต่อผลผลิตสับปะรดและการสะสมไนเตรตในผลดำเนินการในแปลงเกษตรกร ตำบลร่อนทอง อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่เป็นดินชุดดินฝั่งแดง (Rhodic Kandudults) ระหว่างปี 2555-2556 ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 9 ดำรับการทดลอง 4 ซ้ำ ได้แก่ T1: ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีใดๆ T2: ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 50 กก./ไร่ T3: ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 ร่วมกับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตอย่างละ 25 กก./ไร่ T4: ชีดพ่นโซเดียมโมลิบดีนัมความเข้มข้น 0.5% (50 กรัม/ไร่) ทางใบ T5: ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับชีดพ่นโซเดียมโมลิบดีนัมความเข้มข้น 0.5% (50 กก./ไร่) ทางใบ T6: ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 ร่วมกับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตอย่างละ 25 กก./ไร่ และชีดพ่นโซเดียมโมลิบดีนัมความเข้มข้น 0.5% (50 กก./ไร่) ทางใบ T7: ชีดพ่นโซเดียมโมลิบดีนัมความเข้มข้น 1% (100 กก./ไร่) ทางใบ T8: ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับชีดพ่นโซเดียมโมลิบดีนัมความเข้มข้น 1.0% (100 กก./ไร่) ทางใบ และ T9: ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 ร่วมกับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตอย่างละ 25 กก./ไร่ และชีดพ่นโซเดียมโมลิบดีนัมความเข้มข้น 1.0% (100 กก./ไร่) การใส่ปุ๋ยดำเนินการครั้งแรกหลังปลูกสับปะรดได้ 3 เดือนโดยใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 50 กก./ไร่ ทางกาบใบในทุกดำรับการทดลอง เมื่อสับปะรดอายุได้ 12 เดือน ทำการบังคับตัดดอกด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ หลังจากนั้นอีก 45 วันทำการใส่ปุ๋ยตามดำรับการทดลอง เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อสับปะรดอายุได้ 18 เดือน ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับการชีดพ่นโซเดียมโมลิบดีนัมความเข้มข้น 0.5 และ 1% (50 และ 100 กก./ไร่ ตามลำดับ) ทางใบได้น้ำหนักสดสับปะรดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 8.06 (T5) และ 8.08 (T8) ตัน/ไร่ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยเคมีแอมโมเนียมซัลเฟตร่วมกับกับปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อย่างละ 25 กก./ไร่ ร่วมหรือไม่ร่วมกับการชีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบดีนัมทางใบไม่ทำให้ผลผลิตน้ำหนัสดสดสับปะรดเพิ่มขึ้น การชีดพ่นโซเดียมโมลิบดีนัมทางใบทั้ง 2 อัตรา มีประสิทธิภาพใกล้เคียงต่อการช่วยลดปริมาณการสะสมไนเตรตในผล การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตร่วมทำให้ผลมีการสะสมไนเตรตเพิ่มขึ้น การชีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบดีนัมทางใบโดยไม่ใส่ปุ๋ยหลักมีผลทำให้ผลผลิตของสับปะรดลดลง เนื่องจากพืชขาดธาตุอาหารหลัก เนื่องจากโมลิบดีนัมไปยับยั้งการดูดใช้ในไนโตรเจน และชะลอการเจริญเติบโต ปุ๋ยเคมี และโมลิบดีนัมไม่ทำให้ความเข้มข้นธาตุอาหารพืชในผลสับปะรดแตกต่างกัน โดยผลสับปะรดมีโพแทสเซียมมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสตามลำดับ

คำสำคัญ: สับปะรด, ไนโตรเจน, โมลิบดีนัม, ไนเตรต, ดินฝั่งแดง

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

² ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding author: somchai.a@ku.ac.th

ABSTRACT: A study on the effect of nitrogen and molybdenum on yield of pineapple and nitrate concentration in fruit was conducted on Fang Daeng soil in a farmer field at Ronthong subdistrict, Bansapan district, Prachuap Khiri Khan province during 2012-2013. The experimental design was arranged in randomized complete block (RCBD) with nine treatments and four replications. The treatments comprised T1: control with no fertilization, T2: 13-7-35 formula chemical fertilizer at the rate of 50 kg/rai, T3: 13-7-35 formula chemical fertilizer and ammonium sulfate each at the rate of 25 kg/rai, T4: foliar application of 0.5% sodium molybdate (50 g/rai), T5: 13-7-35 formula chemical fertilizer at the rate of 50 kg/rai and foliar application of 0.5% sodium molybdate (50 g/rai), T6: 13-7-35 formula chemical fertilizer and ammonium sulfate each at the rate of 25 kg/rai with foliar application of 0.5% sodium molybdate (50 g/rai), T7: foliar application of 1.0% sodium molybdate (100 g/rai), T8: 13-7-35 formula chemical fertilizer at the rate of 50 kg/rai and foliar application of 1.0% sodium molybdate (100 g/rai), T9: 13-7-35 formula chemical fertilizer and ammonium sulfate each at the rate of 25 kg/rai with foliar application of 1.0% sodium molybdate (100 g/rai). First fertilization was made three months after planting using ammonium sulfate at the rate of 50 kg/rai. At 10 months old, pineapple was artificially induced to flower using calcium carbide and 45 days after that, fertilizers with respect to the treatments were applied. Pineapple was harvested at 18 months of age. Result showed that the use of 13-7-35 formula at the rate of 50 kg/rai together with foliar application of sodium molybdate at 0.5 and 1% concentrations (50 and 100 g/rai, respectively) highly significantly gave the highest pineapple fruit yield of 8.06 (T5) and 8.08 (T8) ton/rai, respectively. The application of 13-7-35 formula chemical fertilizer and ammonium sulfate, each at the rate of 25 kg/rai with or without foliar application of sodium molybdate did not increase pineapple yield. Both rates of sodium molybdate applied foliarly effectively reduced the concentration of nitrate in pineapple fruit. The addition of ammonium sulfate resulted in the increase of nitrate in fruit. The foliar application of sodium molybdate with no plant major nutrient supply gave low yield of pineapple due to the lack of plant major nutrient, molybdenum restraining the uptake of nitrogen and retarding the growth of pineapple. All fertilizers used had no effect on the differences of plant nutrient concentrations in pineapple fruit of which potassium was detected in the highest amount followed by nitrogen and phosphorus, respectively.

Keywords: pineapple, nitrogen, molybdenum, nitrate, Fang Daeng Soil

บทนำ

สับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย ประเทศไทยส่งออกสับปะรดกระป๋องเป็นอันดับหนึ่งของโลก เป็นปริมาณ 519,000 ตัน คิดเป็นร้อยละ 49.24 ของปริมาณการส่งออกสับปะรดกระป๋องของโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) สำหรับสับปะรดกระป๋องนั้นมีปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ การตกค้างของสารไนเตรตในผลสับปะรด และเมื่อนำไปบรรจุกระป๋อง สารไนเตรตที่สะสมอยู่ในเนื้อสับปะรดจะทำปฏิกิริยากับดินบุกที่เคลือบผิวด้านในภายในกระป๋อง จนภายในกระป๋องกลายเป็นสีดำ และหลุดร่วงลงในน้ำเชื่อม (เดช, 2536) ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของตลาด นอกจากนี้การตกค้างของไนเตรตในผลสับปะรดยังมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค เนื่องจากไนเตรตจะถูกเริ่ดิวซีในระบบทางเดินอาหารเป็นไนไตรต์ และไนไตรต์จะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนบางชนิดในร่างกายเกิดเป็นสารไนโตรซามีน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง (เอี่ยมพร, 2551) ดังนั้นการรับซื้อสับปะรดของโรงงาน

สับปะรดภายในประเทศจึงได้กำหนดมาตรฐานปริมาณไนเตรตในเนื้อผลสับปะรด ได้ไม่เกิน 25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามประกาศของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่องมาตรฐานสับปะรดโรงงานของประเทศไทย พ.ศ.2543 ประกาศ ณ วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ.2543 ด้วยเหตุนี้การปลูกสับปะรดส่งโรงงานจึงต้องหาวิธีการลดปริมาณไนเตรตให้อยู่ในเกณฑ์ที่โรงงานยอมรับ การตกค้างของไนเตรตอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป หรือระยะเวลาของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนล่าช้าคือในช่วงหลังบังคับดอกแล้ว ทำให้ไนโตรเจนส่วนหนึ่งตกค้างสะสมในผลสับปะรดซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่ตกค้างเหล่านี้จะเปลี่ยนรูปเป็นไนเตรตในที่สุด (Smith, 1988) โมลิบดีนัมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์เอนไซม์ที่มีโมลิบดีนัมเป็นองค์ประกอบได้แก่ Nitrate reductase, Xanthin oxidase และ Dimethyl-sulfoxide reductase ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้จะมีโมลิบดีนัมเป็น cofactor ในส่วนที่มีธาตุนี้เกี่ยวข้องจะทำหน้าที่แลกเปลี่ยนออกซิเจน และหลังการแลกเปลี่ยนโปรตอน

และอิเล็กตรอน เอนไซม์อีกชนิดหนึ่งที่มีโมลิบดีนัมเป็นองค์ประกอบ คือ nitrogenase ซึ่งเอนไซม์นี้จะมีเหล็กร่วมด้วย (FeMoCo) เอนไซม์นี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนไนโตรเจนไปเป็นแอมโมเนีย (Stiefel, 1993) พรพหม (2539) รายงานว่า การใช้โมลิบดีนัมอัตรา 0, 250, 1,250, 2,500 และ 5,000 ไมโครกรัม/ต้น ในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย สับปะรดมีการตอบสนองต่อการใส่โมลิบดีนัม โดยผลมีขนาดเพิ่มขึ้นโดยปริมาณไนโตรเจนในน้ำคั้นในผลและในแกนผลลดลงเมื่อปริมาณโมลิบดีนัมที่ใส่เพิ่มขึ้น ขณะที่ การศึกษาการใช้ธาตุอาหารเสริมร่วมกัน พบว่า การใช้โมลิบดีนัม แมงกานีส และแมกนีเซียมร่วมกัน จะให้ผลดีกว่าการใช้โมลิบดีนัมมากกว่าแมกนีเซียมมากกว่าแมงกานีส ในขณะที่ การใช้แมงกานีสเพียงอย่างเดียวให้ผลไม่ดีในกรณีของการลดปริมาณไนโตรเจนในผลสับปะรด (ประภาศรี, 2539) ส่วนในพืชอื่นก็พบว่า โมลิบดีนัมช่วยลดปริมาณไนโตรเจนในกะหล่ำปลี (Zheng et al., 1995) และในมันฝรั่ง (Mondy and Munshi, 1993) ดังนั้น จึงดำเนินการเพื่อศึกษาผลของไนโตรเจนที่ให้เพิ่มเติม ร่วมกับปุ๋ยสูตรสมบูรณ์และโมลิบดีนัมต่อการให้ผลผลิตสับปะรด และการสะสมไนโตรเจนในผล เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยสับปะรดที่ไม่ทำให้เกิดการสะสมไนโตรเจนเกินมาตรฐานการรับซื้อของโรงงาน ได้ผลผลิตเป็นที่น่าพึงพอใจ และสามารถถ่ายทอดให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดได้

วิธีการศึกษา

ดำเนินการทดลองในดินฝั่งแดง (Rhodic Kandudults) ซึ่งเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ผลการวิเคราะห์ดิน (0-30 เซนติเมตร) ก่อนปลูก พบว่าดินเป็นกรดแก่ (pH 4.0) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ (8.6 กรัม/กิโลกรัม) ไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับต่ำมาก (0.04 กรัม/กิโลกรัม) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก (3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก (14 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม

ที่สกัดได้มีค่าเท่ากับ 0.38 และ 0.12 เซนติโมล/กิโลกรัม การศึกษาใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำประกอบด้วย การทำการทดลองจำนวน 9 ดำรับ ได้แก่ ดำรับควบคุม ไม่มีการใส่ปุ๋ย (T1) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (T2) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตอัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ (T3) ชีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดตอัตรา 50 กรัม/ไร่ หรือเท่ากับความเข้มข้น 0.5% ทางใบ (T4) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับชีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดตอัตรา 50 กรัม/ไร่ หรือเท่ากับ 0.5% ทางใบ (T5) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตอัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ และชีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดตอัตรา 50 กรัม/ไร่ หรือเท่ากับ 0.5% ทางใบ (T6) ชีดพ่นใส่ปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดตอัตรา 100 กรัม/ไร่ หรือเท่ากับ 1.0% ทางใบ (T7) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับชีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดตอัตรา 100 กรัม/ไร่ หรือเท่ากับ 1.0% ทางใบ (T8) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตอัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ และชีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดตอัตรา 100 กรัม/ไร่ หรือเท่ากับ 1.0% ทางใบ (T9) สำหรับการชีดพ่นปุ๋ยทางใบใช้ปริมาณน้ำเท่ากับ 100 ลิตร/พื้นที่ 1 ไร่

การเตรียมแปลงทดลองดำเนินการโดยการไถและปรับพื้นที่ให้เรียบ คัดหน่อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียให้มีขนาดประมาณ 700-900 กรัม ปลูกให้ได้ระยะปลูกระหว่างต้น 30 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถวคู่ 90 เซนติเมตร (Figure 1) หลังปลูก 3 เดือน ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตอัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ บริเวณกาบใบในทุกๆ ดำรับการทดลอง เมื่อสับปะรดอายุได้ 12 เดือน ทำการบังคับดอกโดยใช้แคลเซียมคาร์ไบด์จำนวน 5 กรัม/ต้น หยอดพียอดสับปะรดในขณะที่ยอดมีน้ำขัง หลังบังคับดอก 45 วัน ทำการใส่ปุ๋ยหลักตามดำรับการทดลอง และให้ปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดตทางใบในอัตรา 50 กรัม/ไร่ (ความเข้มข้น 0.5%) ในดำรับการทดลองที่ 4-6 และที่อัตรา

100 กรัม/ไร่ (ความเข้มข้น 1%) ในตำรับการทดลองที่ 7-9 มีการให้น้ำชลประทานทุกๆ 1 เดือน เก็บเกี่ยวสับปะรดเมื่ออายุครบ 18 เดือน จำนวน 92 ต้น/1 แปลงย่อย โดยการชั่งน้ำหนักผล วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของผล ความยาวของผล ทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าองศาบริกซ์ (Brix, °Bx) ของน้ำสับปะรด และปริมาณไนเตรตแบบ semi-quantitative โดยใช้ Nitrate Test Strip (QUANTOFIX® Nitrate, MACH-EREY-NAGEL GmbH & Co. KG, Germany) และสุ่มตัวอย่างผลสับปะรดเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช ทำการวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) นำข้อมูลนั้นมาเปรียบเทียบหาความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's multiple range tests (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไป

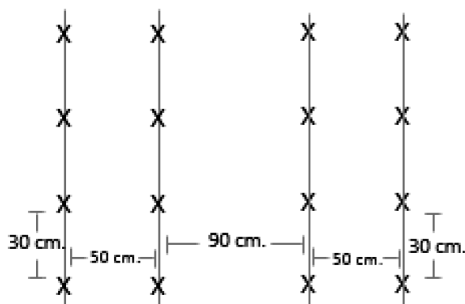


Figure 1 Plant spacing within each plot.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลผลิตและองค์ประกอบผลสับปะรด

การใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆ มีผลต่อเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของผลสับปะรดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่และมีการฉีดพ่นไซเตียมโมลิบเดต 0.5% ทางใบทำให้ได้ผลที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยใหญ่ที่สุดเท่ากับ 12.89 เซนติเมตร (T5) แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีชนิดและอัตราเดียวกันเดียวกันที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยไซเตียมโมลิบเดต 1% ทางใบ (T8) ซึ่งได้ผลสับปะรดที่มีเส้นผ่า

ศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 12.80 เซนติเมตร (Table 1) ขณะที่การฉีดพ่นปุ๋ยไซเตียมโมลิบเดตทางใบทั้งสองอัตราโดยไม่มีการใส่ธาตุอาหารหลัก (T4 และ T7) และตำรับควบคุม (T1) ทำให้ได้ผลสับปะรดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กที่สุด ปุ๋ยเคมีที่มีการเพิ่มเติมไนโตรเจนและการฉีดพ่นโมลิบดินัมทางใบมีผลทำให้ความยาวของผลสับปะรดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับชนิดปุ๋ยที่ใช้ โดยผลสับปะรดที่มีความยาวเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 16.25 เซนติเมตรได้จากการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่และมีการฉีดพ่นไซเตียมโมลิบเดต 0.5% ทางใบ (T5)

การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่และมีการฉีดพ่นไซเตียมโมลิบเดต 1% ทางใบ (T8) ทำให้ได้น้ำหนักผลสดสับปะรดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 8.08 ตัน/ไร่ ซึ่งใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยหลักที่เหมือนกันแต่ลดความเข้มข้นของไซเตียมโมลิบเดตลงมาเหลือ 0.5% โดยได้ผลผลิตเท่ากับ 8.06 ตัน/ไร่ การลดปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 เหลือเพียง 25 กิโลกรัม/ไร่แล้วใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 25 กิโลกรัม/ไร่แทน หรืออีกนัยหนึ่งคือมีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนแทนไม่ว่าจะมีการฉีดพ่นปุ๋ยไซเตียมโมลิบเดตทางใบหรือไม่ก็ตามได้ผลผลิตน้ำหนักผลสดสับปะรดต่ำกว่าโดยอยู่ในพิสัย 7.53-7.88 ตัน/ไร่ การฉีดพ่นไซเตียมโมลิบเดตโดยไม่ใส่ปุ๋ยหลักได้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ (7.08 และ 7.26 ตัน/ไร่) และต่ำกว่าตำรับควบคุมที่ได้ผลผลิตเท่ากับ 7.34 ตัน/ไร่ แสดงให้เห็นว่า โมลิบดินัมจะไปลดการดูดใช้ในโตรเจน หากไม่มีการใส่ปุ๋ยดังกล่าวรวมก็จะได้ผลผลิตต่ำกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยใดๆ แต่สับปะรดยังสามารถใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใส่ในอัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่เมื่อสับปะรดอายุได้ 3 เดือนได้ในระดับหนึ่ง (Table 1) ผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยไซเตียมโมลิบเดตทั้งสองอัตราโดยไม่มีการใส่ธาตุปุ๋ยไม่ส่งเสริมการให้ผลผลิตของสับปะรด เนื่องจากสับปะรดไม่ได้รับธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอย่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ไม่ว่าจะใส่โมลิบดินัมอัตราใดก็ตาม เพราะโมลิบดินัมจัดเป็น

ธาตุอาหารอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยมาก และโมลิบดีนัมทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับกลไกของธาตุไนโตรเจน ในกระบวนการไนเทรตรีดักชัน โดยโมลิบดีนัมเป็นองค์ประกอบของเอ็นไซม์ไนเทรตรีดักเตส ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็นโปรตีนในพืช (ยงยุทธ, 2543) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ พรพรม

และคณะ (2539) ซึ่งพบว่า การใช้ปุ๋ยโมลิบดีนัมมีเพียงแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตสับปรดสูงขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับ Quaggio et al. (1991) ซึ่งพบว่า การใช้โมลิบดีนัมไม่ทำให้ผลผลิตของเมล็ดข้าวโพดเพิ่มขึ้น แต่พบการเพิ่มขึ้นของโมลิบดีนัมในใบ

Table 1 Effect of nitrogen and molybdenum on diameter, length and weight of pineapple fruit, and fresh fruit yield.

Treatment	Diameter	Length	Weight	Yield
	(-----cm-----)		(kg/fruit)	(ton/rai)
1	11.97e	15.64d	2.09de	7.34de
2	12.19d	16.17a	2.20bc	7.71bc
3	12.69c	15.78c	2.15cd	7.53cd
4	12.03e	15.79c	2.02e	7.08e
5	12.89a	16.25a	2.30a	8.06a
6	12.41c	16.24a	2.25ab	7.88ab
7	12.17d	16.21a	2.07de	7.26de
8	12.80ab	15.93b	2.30a	8.08a
9	12.70b	16.21a	2.20bc	7.73bc
F-test	**	**	**	**
%CV.	0.6	0.4	2.5	2.3

Remarks: ** significantly different at 0.01 probability level, means with different letters within column indicate significant difference according to DMRT

T1 = no fertilization, T2 = 13-7-35 (50 kg/rai), T3 = 13-7-35 (25 kg/rai)+21-0-0 (25 kg/rai), T4 = sodium molybdate (50 g/rai, 0.5%), T5 = sodium molybdate (50 g/rai, 0.5%)+13-7-35 (50 kg/rai), T6 = sodium molybdate (50 g/rai, 0.5%)+13-7-35 (25 kg/rai)+21-0-0 (25 kg/rai), T7 = sodium molybdate (100 g/rai, 1%), T8 = sodium molybdate (100 g/rai, 1%)+13-7-35 (50 kg/rai), T9 = sodium molybdate (100 g/rai, 1%)+13-7-35 (25 kg/rai)+21-0-0 (25 kg/rai)

ความเป็นกรด-ด่าง ค่าองค์สารริกซ์ และปริมาณไนเตรตในน้ำสับปรด

การใส่ปุ๋ยสูตร 13-7-35 แอมโมเนียมซัลเฟต และการฉีดพ่นโซเดียมโมลิบเดตทางใบไม่ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำคั้นสับปรดมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าความเป็นกรด-ด่างในแต่ละตำรับการทดลองอยู่ในพิสัย 3.64-3.89 (Table 2) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโมลิบดีนัมเป็นองค์ประกอบของเอ็นไซม์ที่ทำหน้าที่หลักเกี่ยวกับวัฏจักรทางชีวเคมีของไนโตรเจน

กำมะถัน และคาร์บอน (Stiefel, 1993) โดยมีโมลิบดีนัมเป็นโคแฟกเตอร์ซึ่งจะไม่มีผลเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างกรด สำหรับค่าองค์สารริกซ์ซึ่งหมายถึงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ หรืออีกนัยหนึ่งแนวโน้มของการสะสมธาตุโคลสในน้ำคั้นสับปรด พบว่าปุ๋ยที่ไม่อิทธิพลต่อความแตกต่าง การฉีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดตความเข้มข้น 1% โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยหลัก (T7) ทำให้ได้ค่าองค์สารริกซ์ในน้ำคั้นสับปรดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 13.00 ซึ่งไม่แตกต่างจาก

การฉีดพ่นปุ๋ยดังกล่าวที่ความเข้มข้น 0.5% เป็นที่น่าสังเกตว่า การลดปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 ลงเหลือเพียง 25 กิโลกรัม/ไร่ แล้วเพิ่มปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 25 กิโลกรัม/ไร่ ในทุกกรณีทั้งที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดตทางใบทั้ง 2 ความเข้มข้น และไม่มีการฉีดพ่น ทำให้ได้ค่าองค์ประกอบธาตุต่ำสุด แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มไนโตรเจน และลดโพแทสเซียมลงส่งผลต่อปริมาณน้ำตาลในผล เนื่องจากธาตุไนโตรเจนส่งเสริมการเจริญเติบโตทางเรือนยอด ขณะที่โพแทสเซียมส่งเสริมการสร้างและเคลื่อนย้ายน้ำตาลในพืช (Havlin et al., 2005; Brady and Weil, 2008) ขณะที่การฉีดพ่นโมลิบดินัมน่าจะไปลดบทบาทของไนโตรเจนที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตทางเรือนยอด ทำให้สับปะรดสามารถสะสมน้ำตาลในผลได้เพิ่มขึ้น ปริมาณไนเตรตในน้ำคั้นจากผลสับปะรด พบว่า การจัดการปุ๋ยตามตำรับการทดลองส่งผลให้การสะสมไนเตรตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเฉพาะ

เมื่อไม่มีการฉีดพ่นปุ๋ยโมลิบดินัมนำทางใบ การใส่แอมโมเนียมซัลเฟตเพิ่มในอัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ แล้วลดปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 ลงมาครึ่งหนึ่ง (T3) ทำให้เกิดการสะสมไนเตรตสูงสุด ขณะที่ การเพิ่มความเข้มข้นของโมลิบดินัมนำจาก 0.5% (T4-T6) เป็น 1% (T7-T9) มีผลทำให้ปริมาณไนเตรตลดลง (Table 2) ซึ่งจากผลการทดลอง การฉีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดตความเข้มข้น 0.5% เพียงพอต่อการลดการสะสมไนเตรตให้อยู่ในมาตรฐานของการรับซื้อสับปะรดเพื่อผลิตสับปะรดกระป๋องโรงงาน โดยการใช้ไนเตรตในผลสับปะรดลดลงน่าจะเป็นผลมาจากโมลิบดินัมนำไปช่วยเปลี่ยนรูปจากไนเตรตเป็นแอมโมเนียม (Stiefel, 1993) ซึ่งผลของโมลิบดินัมนำที่ทำให้ไนเตรตในผลสับปะรดลดลงตรงกับการศึกษาของ พรพรม (2539) และในบางส่วนของ ประภาศรี (2539) ที่ทำการศึกษาในสับปะรดและในกรณีของพืชอื่น (Mondy and Munshi, 1993; Zheng et al., 1995)

Table 2 Effect of nitrogen and molybdenum on pH, brix and nitrate content in pineapple juice.

Treatment	pH	Brix	Nitrate
		(%)	(mg/L)
1	3.64	12.16bc	0.50c
2	3.71	12.29abc	8.33b
3	3.89	11.60c	20.00a
4	3.78	12.86ab	0.50c
5	3.83	11.47c	1.50c
6	3.78	11.89c	6.67b
7	3.71	13.00a	0.33c
8	3.65	12.29abc	0.50c
9	3.67	11.76c	2.00c
F-test	ns	**	***
%CV.	2.93	3.55	28.95

Remarks: ns = non significant, **,*** significantly different at 0.01 and 0.001 probability level, respectively, means with different letters within column indicate significant difference according to DMRT

T1 = no fertilization, T2 = 13-7-35 (50 kg/rai), T3 = 13-7-35 (25 kg/rai)+21-0-0 (25 kg/rai), T4 = sodium molybdate (50 g/rai, 0.5%), T5 = sodium molybdate (50 g/rai, 0.5%)+13-7-35 (50 kg/rai), T6 = sodium molybdate (50 g/rai, 0.5%)+13-7-35 (25 kg/rai)+21-0-0 (25 kg/rai), T7 = sodium molybdate (100 g/rai, 1%), T8 = sodium molybdate (100 g/rai, 1%)+13-7-35 (50 kg/rai), T9 = sodium molybdate (100 g/rai, 1%)+13-7-35 (25 kg/rai)+21-0-0 (25 kg/rai)

ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในผลสับปะรด

การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในผลสับปะรดดำเนินการโดยการอบตัวอย่างผลสับปะรดทั้งหมด แล้วนำตัวอย่างแห้งที่ผ่านการบดละเอียดมาวิเคราะห์หาปริมาณ การใส่ปุ๋ยตามตำรับทดลองไม่ทำให้สับปะรดมีการสะสมธาตุอาหารพืชทุกชนิดแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดต 1% (T7) ทำให้ผลสับปะรดมีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 8.81 กรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียมสูงสุดเท่ากับ 21.22 กรัม/กิโลกรัม แคลเซียมสูงสุดเท่ากับ 0.75 กรัม/กิโลกรัม และซัลเฟอร์สูงสุดเท่ากับ 0.88 มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมาสำหรับความเข้มข้นของไนโตรเจน ได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ร่วมกับการแอมโมเนียมซัลเฟตอัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ โดยไม่มีการให้ปุ๋ยโมลิบดีนัม (T3) ที่มีปริมาณเท่ากับ 8.75 กรัม/กิโลกรัม ตำรับดังกล่าวยังส่งผลให้ผลสับปะรดมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุดเท่ากับ 2.10 กรัม/กิโลกรัม รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดต 0.5% (T5) ที่มีปริมาณเท่ากับ 1.85 กรัม/กิโลกรัม ซึ่งตำรับนี้ทำให้

ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในผลสูงสุดเท่ากับ 1,142 กรัม/กิโลกรัม สำหรับความเข้มข้นของธาตุอาหารเสริมพบว่ามีความแปรปรวน (Table 3)

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชแต่ละชนิดที่สะสมในผลสับปะรด ในกลุ่มธาตุอาหารหลัก พบว่า โพแทสเซียมมีความเข้มข้นสูงสุดอยู่ในพืดย 17.81-21.22 กรัม/กิโลกรัม รองลงมาได้แก่ ไนโตรเจน (7.18-8.81 กรัม/กิโลกรัม) สำหรับกลุ่มธาตุอาหารรอง ผลสับปะรดมีการสะสมซัลเฟอร์มากที่สุดอยู่ในพืดย 0.68-1.14 กรัม/กิโลกรัม รองลงมาได้แก่ แมกนีเซียม (0.37-0.47 กรัม/กิโลกรัม) และแคลเซียม (0.30-0.75 กรัม/กิโลกรัม) ตามลำดับ ส่วนในกลุ่มธาตุอาหารเสริม ผลสับปะรดมีความเข้มข้นของแมงกานีสสูงสุดในพืดย 284-443 มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมาได้แก่ เหล็ก (35-140 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) สังกะสี (7.7-11.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และพบทองแดงน้อยที่สุดในพืดย 1.6-2.8 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การใช้โมลิบดีนัมเพื่อวัตถุประสงค์ในการลดการสะสมไนเตรดในผลสับปะรด หรือการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเร่งการเจริญเติบโตตามที่เกษตรกรนิยมไม่ส่งผลต่อองค์ประกอบของธาตุอาหารในผลสับปะรดแต่อย่างใด

Table 3 Effect of nitrogen and molybdenum on nutrient concentration in pineapple fruit

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
	(-g/kg-)					(-mg/kg-)				
1	7.47	1.36	18.63	0.39	0.42	0.82	46	323	2.5	10.8
2	7.18	1.72	18.11	0.30	0.39	0.85	140	284	1.7	9.0
3	8.75	2.10	21.20	0.36	0.47	0.86	46	339	1.9	11.1
4	8.69	1.46	20.19	0.34	0.42	0.72	88	339	2.0	9.7
5	8.64	1.85	20.03	0.32	0.44	1.14	50	443	2.8	10.0
6	8.70	1.71	20.72	0.32	0.43	0.88	70	439	2.2	11.1
7	8.81	1.70	21.22	0.75	0.45	0.94	36	307	2.3	8.8
8	8.64	1.63	19.37	0.31	0.43	0.80	53	294	2.0	7.7
9	8.05	1.43	17.81	0.27	0.37	0.68	35	293	1.6	8.1
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV.	145.0	41.3	12.0	59.6	14.6	41.3	98.3	18.2	23.8	20.6

Remarks: ns = non significant

T1 = no fertilization, T2 = 13-7-35 (50 kg/rai), T3 = 13-7-35 (25 kg/rai)+21-0-0 (25 kg/rai), T4 = sodium molybdate (50 g/rai, 0.5%), T5 = sodium molybdate (50 g/rai, 0.5%)+13-7-35 (50 kg/rai), T6 = sodium molybdate (50 g/rai, 0.5%)+13-7-35 (25 kg/rai)+21-0-0 (25 kg/rai), T7 = sodium molybdate (100 g/rai, 1%), T8 = sodium molybdate (100 g/rai, 1%)+13-7-35 (50 kg/rai), T9 = sodium molybdate (100 g/rai, 1%)+13-7-35 (25 kg/rai)+21-0-0 (25 kg/rai)

สรุป

การศึกษาค้นคว้าของไนโตรเจนและโมลิบดีนัมต่อการให้ผลผลิตของสับปะรด และการสะสมไนเตรตในผลดำเนินการโดยปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียบนดินฝั่งแดง พบว่า อัตราการใส่ปุ๋ยทางกาบใบ ร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดตมีผลต่อขนาด เช่น ความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางของผลสับปะรด และการให้ผลผลิตน้ำหนักสด ปริมาณซูโครส โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสะสมไนเตรตในผลสับปะรด การฉีดพ่นปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดตทางใบอัตรา 50 กรัม/ไร่ หรือเท่ากับความเข้มข้น 0.5% (ใช้น้ำ 100 ลิตร/ไร่) ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 ในอัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตสับปะรดสดสูงสุด และการสะสมสารไนเตรตในผลสับปะรดให้ค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดของสับปะรดส่งโรงงานคือต่ำกว่า 25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเป็นรูปแบบการจัดการปุ๋ยสับปะรดที่สามารถแนะนำให้เกษตรกรนำไปปฏิบัติได้ สำหรับการปลูกสับปะรดบนดินนี้โดยการใช้ปุ๋ย 21-0-0 ตามที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมใช้ ไม่ช่วยให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-7-35 แต่ทำให้ปริมาณไนเตรตที่สะสมในผลเพิ่มขึ้น และการใช้ปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดตทางใบที่ความเข้มข้น 0.5% เพียงพอต่อการควบคุมปริมาณไนเตรตในผลสับปะรด

เอกสารอ้างอิง

เดช อยู่ธา. 2536. สารไนเตรตในสับปะรด. หนังสือความรู้เนื่องในโอกาสวันตรุษการสับปะรดไทยครั้งที่ 7. บริษัท สับปะรดไทย จำกัด, ประจวบคีรีขันธ์.

พรพรม ชัยฤทธิชัย. 2539. อิทธิพลของโมลิบดีนัมที่มีต่อการตกค้างของไนเตรตในสับปะรด. รายงานการสัมมนาวิชาการสับปะรดครั้งที่ 2. โรงแรมเจมส์ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี.

ประภาศรี จงประดิษฐ์นันท์. 2539. ความเป็นไปได้ที่ธาตุอาหารเสริมช่วยลดปริมาณไนเตรตในผลสับปะรด. รายงานการสัมมนาวิชาการสับปะรดครั้งที่ 2. โรงแรมเจมส์ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี.

ยงยุทธ โสภธสภ. 2543. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการส่งออก (Export) -- สับปะรดบรรจุภาชนะที่อากาศผ่านเข้าออกไม่ได้: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/d60Ndn>. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2556.

เอี่ยมพร สกุลแก้ว. 2551. 100 สารก่อมะเร็งต้องเลี้ยว. สำนักพิมพ์ใกล้หมอ, กรุงเทพฯ.

Brady, N.C., and R.R. Weil. 2008. The Nature and Properties of Soils. 14th edition. Prentice Hall, NJ.

Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, and W.L. Nelson. 2005. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Prentice-Hall, Inc., NJ.

Mondy, N.I., and C.B. Munshi. 1993. Effect of soil and foliar application of molybdenum on the glycoalkaloid and nitrate concentration of potatoes. J. Agri. Food Chem. 41(2): 256-258

Quaggio, J.A., V.J. Romos., P.R. Furlani, and M.L.C. Carelli. 1991. Liming and molybdenum effect on nitrogen uptake and grain yield of corn. Develop. Plant Soil Sci. 45: 327-332.

Smith, B.L. 1988. Factors affecting nitrate contents of pineapple fruit for canning. Circus and Sub Tropical Fruit J. 643: 12-15.

Stiefel, E.T. 1993. Molybdenum Enzymes Cofactors, and Chemistry: An Introduction Survey. American Chemical Society.

Zheng, X.M., L.P. Gu, and R.B. Zhou. 1995. Effect of molybdenum on the decrease of nitrate nitrogen in common Chinese cabbage. Plant Physiol. Commun. 31(2): 95-96.