Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 449-452 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 449-452 (2554)

ผลของการให้ปุ๋ยอะมิโนคีเลตทางใบ ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวานลูกผสม

Influences of amino acid chelate foliar on growth and seed quality of hybrid sweet peppers seed

บุญมี ศิริ[1] อารีรัตน์ พยุงธรรม[1] ปิยะนุช เทียงดีฤทธิ์[2] ธีระศักดิ์ สาขามุละ[1] และชินานาตย์ ไกรนารถ[1]

Boonmee Siri[1] Areerat Phayungtham[1] Piyanuch Teangdeerith[2] Theerasak Sakhamula[1] and Chinanat Krainart[1]

Abstract

The objective of this study was to test the application of amino acid chelate foliar fertilizers on the changes in growth, yield and quality of sweet peppers seeds. The treatments consisted of two kinds (FM and FCB) of fertilizer formulas, three levels (0.5 ml/l, 1 ml/l and 2 ml/l) of concentrations and four different (weekly, once for two weeks, two weeks prior to flowering and two weeks after flowering) of application times. for 10 months. There was no statistical difference among treatments of plant height, branching levels and developing fruits. However, weekly application seemed to give higher yield. The weekly application of both fertilizers at all concentrations seemed to give higher seed weight/plant and 1,000-seed weight than did the application once every two weeks. Weekly application of foliar fertilizers resulted in greater seed germination under laboratory condition and greenhouse condition of over 90%. Plant analysis indicated that most of the nutrients were accumulated in the plants with small amount of nutrients trans-located to seeds especially calcium and boron. Applications of both fertilizer formulas had positive correlations with seed weight and germination under laboratory conditions and greenhouse conditions, indicating that the application of amino acid chelate foliar fertilizers could improve seed quality. There were significant differences among treatments for calcium in hybrid sweet peppers seed.

Keywords: seed quality, amino acid chelate, foliar application

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบผลของการให้ปุ๋ยทางใบต่อการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวานลูกผสม โดยให้ปุ๋ยอะมิโนคีเลตทางใบ 2 สูตรตำรับ คือ FM และ FCB ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิลิตร/น้ำ 1 ลิตร 1.0 มิลลิลิตร/น้ำ 1 ลิตร และ 2.0 มิลลิลิตร/น้ำ 1 ลิตร ทุกสัปดาห์ และ 2 สัปดาห์ ก่อนและหลังออกดอก เป็นระยะเวลา 10 เดือน ผลการทดลองพบว่า ความสูงของพืช จำนวนชั้น จำนวนผลที่พัฒนา ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติแต่มีแนวโน้มว่าการให้ปุ๋ยทุกสัปดาห์ พืชมีการตอบสนองและให้ผลผลิตที่ดีกว่า การให้ปุ๋ยทางใบทั้ง 2 สูตรทุกๆ สัปดาห์ ทุกระดับความเข้มข้น มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ต่อต้น และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด สูงกว่าการให้ปุ๋ยทุก 2 สัปดาห์ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ในด้านความงอกที่เพาะในห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลองพบว่าการให้ปุ๋ยทางใบ ทุกๆ สัปดาห์ มีผลทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวานสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์ธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของพืชและในเมล็ดพันธุ์ พบว่าธาตุอาหารส่วนใหญ่สะสมอยู่ในต้นและใบพืช มีธาตุอาหารไปสู่เมล็ดน้อยโดยเฉพาะแคลเซียมและโบรอน อีกทั้งยังพบว่าการให้ปุ๋ยอะมิโนคีเลตทางใบทั้ง 2 สูตร มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับน้ำหนักเมล็ดพันธุ์และความงอกที่เพาะในห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง เมื่อมีการให้ธาตุอาหารคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น และพบความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันในทางสถิติของแคลเซียมในเมล็ดพันธุ์พริกหวานลูกผสม

คำสำคัญ : คุณภาพเมล็ดพันธุ์, อะมิโนคีเลต, ปุ๋ยทางใบ

บทนำ

เมล็ดพันธุ์พริกหวานเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีมูลค่าสูงและผลิตเพื่อการส่งออกโดยเมล็ดพันธุ์ที่ส่งออกต้องมีคุณภาพสูงในด้านความงอก ความแข็งแรง และความเร็วในการงอกสม่ำเสมอกัน แต่ปัญหาของแหล่งผลิตคือ ดินสภาพเป็นกรดและมีความ

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

[1] Department of Plant Science and Agricultural Resource, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

[2] กรมวิชาการเกษตร

[2] Department of Agricultural

อุดมสมบูรณ์ต่ำซึ่งเป็นอุปสรรคต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชหลายชนิดส่งผลให้พืชแสดงอาการขาดธาตุโดยเฉพาะแคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และแมงกานีส ทำให้พบการเกิดโรคสำคัญบางชนิด เช่น โรคก้นเน่า (blossum end rot) มีการติดเมล็ดน้อย เมล็ดพันธุ์อ่อนแอ ความงอกต่ำและไม่สม่ำเสมอ (ศุภลักษณ์, 2549) ส่วนการขาดโบรอน (B) มีผลต่อการสร้างดอก การผสมเกสร มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมในการสร้างและพัฒนาของเมล็ดพันธุ์ (จานุลักษณ์ ,2541) จากความสำคัญของธาตุอาหารและปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวในการผลิตเมล็ดพันธุ์พริกหวานจึงมีความจำเป็นต้องให้ปุ๋ยทางใบเนื่องจากธาตุอาหารในปุ๋ยทางใบมีบทบาททำให้เอนไซม์ย่อยแป้งในเอนโดสเปิร์มของเมล็ดให้มีโมเลกุลขนาดเล็กลงสำหรับใช้ในการงอก (Hanson,1984) เพื่อเพิ่มธาตุอาหารในระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโต ตามที่พืชต้องการในรูปของอะมิโนคีเลต(amino-acid chelate) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์เคมีซึ่งสามารถรวมกับจุลธาตุอาหารที่มีประจุบวก เช่น เหล็ก, สังกะสี,ทองแดง,แมงกานีส ช่วยให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้รวดเร็วเพิ่มขึ้น และหลังจากการฉีดพ่นปุ๋ยใบแล้วจึงติดตามวิเคราะห์ธาตุอาหารในต้นพืช และในเมล็ดพันธุ์พร้อมทั้งตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ในด้านความงอก และความเร็วในการงอก ซึ่งการวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการให้ปุ๋ยทางใบในรูปแบบของอะมิโนคีเลตที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกหวานลูกผสม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการผลิตเมล็ดพันธุ์ในอุตสาหกรรมการผลิตเมล็ดพันธุ์ของประเทศไทยต่อไป

วิธีดำเนินการทดลอง

1. พื้นที่และกรรมวิธีการทดลอง ให้ปุ๋ยทางใบแก่พริกหวานลูกผสมดำเนินการในแปลงผลิตของเกษตรกร จำนวน 3 ราย ในจังหวัดมุกดาหาร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และขนาดของแปลงย่อย 1×5 ตารางเมตร โดยใช้ตัวอย่างพริกหวานแต่ละแปลงย่อย จำนวน 40 ต้น ทุกกรรมวิธีทำ 3 ซ้ำ ใช้ปุ๋ยทางใบ 2 สูตร (FM และ FCB) ความเข้มข้น 3 อัตรา (0.5, 1.0, 2.0 มล.) และระยะเวลาการให้ปุ๋ยทางใบ 2 ช่วงเวลา (ทุก 7 และ 14 วัน ก่อนและหลังออกดอก) ประกอบด้วย 12 กรรมวิธี และ 1 กรรมวิธีควบคุมดังนี้ T1 = กลุ่มควบคุม, T2 (FM1-7), T3 (FM2-7),T4 (FM3-7), ใช้ปุ๋ยสูตร FM และ T5(FCB1-7), T6 (FCB2-7), T7 (FCB3-7) ใช้ปุ๋ยสูตร FCB ทั้งสองสูตรปุ๋ยใช้ความเข้มข้น 0.5 ,1.0 และ 2.0 มล./น้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ, ฉีดพ่นทุก 7 วัน ก่อนและหลังออกดอก และ T8 (FM1-14), T9 (FM2-14), T10 (FM3-14) ใช้ปุ๋ยสูตร FM และ T11 (FCB1-14), T12 (FCB2-14), T13 (FCB3-14) ใช้ปุ๋ยสูตร FCB ทั้งสองสูตรปุ๋ยใช้ความเข้มข้น 0.5 ,1.0 และ 2.0 มล./น้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ, ฉีดพ่นทุก 14 วัน ก่อนและหลังออกดอก

2.การเก็บตัวอย่างดิน เก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ เก็บตัวอย่างดินก่อนเริ่มทำการทดลองสำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมี จากนั้นตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวาน โดยวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช องค์ประกอบผลผลิต ธาตุอาหารในต้นพืชและเมล็ดพันธุ์ และตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้านความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ความงอกของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง ตามกฎของ ISTA (1996) ตามแผนการทดลอง RCBD (Randomized Completely Block Design) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละลักษณะด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (correlation analysis) ของธาตุอาหารในเมล็ดพืช และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SAS (statistical analysis system, version 9.1)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการทดลองการให้ปุ๋ยทางใบแก่พริกหวานลูกผสมในอัตราความเข้มข้นและช่วงเวลาในการฉีดพ่นแตกต่างกัน พบว่า การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโต ด้านความสูงต้น จำนวนชั้น และจำนวนผลที่พัฒนาของพริกหวาน ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการให้ปุ๋ยทางใบทุกสัปดาห์ พืชมีการตอบสนองได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับปุ๋ยทางใบ ชนิดของปุ๋ยทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ดและขนาดของเมล็ดขนาดใหญ่และขนาดกลางเพิ่มขึ้น ส่วนจำนวนผลต่อต้นของพริกหวาน โดยเฉพาะเมื่อให้ปุ๋ย FM ทางใบฉีดพ่นทุก ๆ สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ระหว่าง 2.2-3.8 ผลต่อต้น น้ำหนักเมล็ดพันธุ์มีอยู่ระหว่าง 6.98-7.58 กรัม/1000 เมล็ด (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Solaiman และ Rabbani (2006) พบว่าปุ๋ย N P K S มีผลทำให้จำนวนผลต่อต้นเพิ่มขึ้นและมีอัตราการติดผลน้ำหนักผลสดเฉลี่ยต่อต้นสูงสุด ด้านคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวาน จากการวิเคราะห์ความงอกในห้องปฏิบัติการและในเรือนทดลอง พบว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวานเมื่อได้รับปุ๋ย FM และ FCB ทุกๆ อัตราการฉีดพ่นทุกๆสัปดาห์และ 2 สัปดาห์ มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่มีความงอกสูงกว่า 90 % ซึ่งสอดคล้อง Chapagain และ Wiesman (2003) พบว่า การพ่นปุ๋ยทางใบ Nutri-Vant-PeaKF มีผลต่อคุณภาพของมะเขือเทศ โดยทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้น จะ

เห็นได้ว่าความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ พบว่า เมล็ดที่ใช้ปุ๋ย FCB ทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วและสม่ำเสมอกว่าการใช้ปุ๋ยสูตรตำรับอื่น ๆ (Table 2)

Table1 Influences of the different amino acid chelate foliar on number of fruits/plant, seed weight and 1,000-seed weigh of sweet peppers

Treatments	fruits/plant [/1] (fruits)	fruits weight / plant [/1] (kg.)	seed weight/plant [/1](g)	1,000-seed weight [/1](g)
Control	2.7 bcd	0.73 bcd	7.69	6.98 j
FM1-7	2.4 cd	0.64 cd	6.27	7.31 f
FM2-7	2.4 cd	0.62 d	6.73	6.74 k
FM3-7	3.3 abc	0.89 abc	8.55	7.52 b
FCB1-7	2.8 a-d	0.71 cd	7.56	7.45 c
FCB2-7	2.8 a-d	0.74 a-d	7.55	7.15 ghj
FCB3-7	3.7 ab	0.98 ab	10.54	7.34 e
FM1-14	3.0 a-d	0.77 a-d	8.50	7.13 h
FM2-14	2.9 a-d	0.79 a-d	7.93	7.08 i
FM3-14	3.8 a	1.00 a	10.19	7.38 d
FCB1-14	3.3 abc	1.00 a	8.88	7.19 g
FCB2-14	2.2 d	0.59 d	5.91	7.18 g
FCB3-14	2.8 a-d	0.83 a-d	7.55	7.58 a
F-Test	*	**	ns	**
CV%	18.55	17.38	20.68	0.29

ns *,** not significant, significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$ respective.

[/1]Means within a column followed by the same letter are not different significantly according to DMRT

Table 2 Germination percentage and speed of germination under laboratory and greenhouse conditions of sweet pepper seeds in Mukdahan.

Treatment	Germination (%)		Speed of germination
	Laboratory	greenhouse	plant/day
Control	91.33 bcd	89.00 e	11.19 ab
FM1-7	91.00 cd	90.33 de	10.52 c
FM2-7	90.33 cd	89.00 e	10.81 abc
FM3-7	89.00 d	90.33 de	10.93 abc
FCB1-7	90.00 cd	90.67 de	10.79 abc
FCB2-7	95.33 a	93.00 bcd	11.38 a
FCB3-7	89.33 d	89.33 e	10.67 bc
FM1-14	95.00 a	95.67 ab	10.95 abc
FM2-14	94.33 ab	95.33 abc	10.57 c
FM3-14	95.33 a	94.33 abc	9.69 d
FCB1-14	90.00 cd	90.33 de	9.98 d
FCB2-14	96.00 a	96.67 a	10.64 bc
FCB3-14	93.00 abc	92.00 cde	9.45 d
F-test	**	**	**
C.V.(%)	1.92	2.02	3.03

**, significant at $p \leq 0.01$.

[/1]Means within a column followed by the same letter are not different significantly according to DMRT

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและในส่วนต่าง ๆ ของพริกหวาน พบว่า ดินที่ใช้ปลูกพริกหวานมีสภาพเป็นกรด มีค่าอินทรียวัตถุปานกลาง มีปริมาณธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ น้อยถึงปานกลาง และจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของพริกหวาน พบว่าการใช้ปุ๋ย FM และ FCB ทำให้ธาตุอาหารในลำต้นและใบเพิ่มขึ้นแต่มีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ศรีสมอ้างใน Bergman และ Kenworthy (1958) สารละลายธาตุส่วนใหญ่อาหารจะเข้าไปสะสมอยู่ในส่วนของก้านใบและแผ่นใบ ปริมาณ Pและ N ในแผ่นใบมากกว่าก้านใบ ขณะที่ปริมาณ Ca ในก้านใบมากกว่าแผ่นใบ และจากการทดลองพบว่าปริมาณ Ca ไม่มีความแตกต่างทางสถิติแต่เมื่อใช้ปุ๋ยทางใบแล้วมีปริมาณ Ca เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยสูตรอื่น และพบ

ธาตุ Fe Mn ในลำต้นและใบในปริมาณมากกว่า Cu Zn และ B ส่วนในเมล็ดพันธุ์พริกหวาน พบว่ามีปริมาณธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ยกเว้นธาตุ Fe ซึ่งแสดงให้เห็นว่าควรปรับความเข้มข้นของธาตุอาหาร และช่วงเวลาที่ให้ปุ๋ยใบให้เหมาะสม เพื่อให้เมล็ดได้ธาตุอาหารเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะธาตุ Ca และความสัมพันธ์ระหว่างการให้ธาตุอาหารพืช FM และ FCB กับน้ำหนักเมล็ดพันธุ์และความงอกที่เพาะในห้องปฏิบัติการและความงอกที่เพาะในเรือนทดลอง พบว่าความสัมพันธ์ของธาตุอาหารกับคุณภาพในด้านบวกเมื่อมีการให้ธาตุอาหารคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นและพบความสัมพันธ์ที่แตกต่างในทางสถิติของ Ca ในเมล็ดพันธุ์พริกหวาน และความความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในเมล็ดพันธุ์พริกหวานและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่า ธาตุ Cu มีผลต่อน้ำหนักและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกหวาน (Table 3)

Table 3 Correlation coefficient between nutrient in sweet pepper seeds and seed quality to the different of formulas and concentration of foliar fertilizers

Seed quality	Nutrients in sweet pepper seed								
	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
seed weight (g)	0.260	0.033	0.443	0.315	0.172	0.419	0.195	0.331	0.106
Seed germination in laboratory (%)	0.154	0.073	0.199	0.379	0.358	0.186	0.663*	0.102	0.061
Seed germination in field (%)	0.098	0.087	0.334	0.325	0.088	0.102	0.478	0.283	0.099

*, significant at $p \leq 0.05$.

สรุป

จากการทดลองการให้ปุ๋ยทางใบสูตร FM และ FCB อัตราแตกต่างกัน และระยะเวลาในการฉีดพ่นทุก 7 และทุก 14 วัน ในการผลิตเมล็ดพันธ์พริกหวานลูกผสมสรุปได้ว่า

1. การให้ปุ๋ย FM และ FCB ทุกๆ 7 วัน ทุกระดับความเข้มข้น มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ต่อต้น และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงกว่าการให้ปุ๋ยทุก 14 วัน

2. ความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวานเมื่อได้รับปุ๋ย FM และ FCB ทุกๆ อัตราการฉีดพ่นทุกๆสัปดาห์และ 2 สัปดาห์ มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่มีความงอกสูงกว่า 90 %

3.ธาตุอาหารที่ฉีดพ่นทางใบมีความสัมพันธ์กับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในด้านบวก และพบว่า ธาตุ Cu มีผลต่อน้ำหนักและความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวาน

คำขอบคุณ

บริษัท เวท ซุปพีเรีย คอนซัลแตนท์ จำกัดที่ให้การสนับสนุนทุนและผลิตภัณฑ์ปุ๋ยทางใบในการวิจัย บริษัท เอจียูนิเวอร์แซล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ และโรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้การอนุเคราะห์วัสดุทดลองและสถานที่ในการทำงานวิจัยทั้งหมด.

เอกสารอ้างอิง

จานุลักษณ์ ขนบดี. 2541. การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก. พิมพ์ครั้งที่ 2 โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 85.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2547. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.หน้า 2.

ศุภลักษณ์ สิงหบุตร. 2549. โรคขาดธาตุอาหารของพืช.โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 48.

Chapagain, B.P. and Z. Wiesman. 2003. Effect of Nutri-Vant-PeaK foliar spray on plant development, yield, and fruit quality in greenhouse tomatoes. Hort. Sci. 102: 177–188.

Hanson, J.B. 1984. The function of calcium in plant nutrition. In Advances in Plant Nutrition (P.B. Tinker and A. Louchlieds.) Praeger Publishers. New York.

ISTA. 1996. International Rules for Seed Testing 1996. Seed Sci. & Technol. Volum 21, Supplement. Zurich, Switzerland.

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology 27: 177-237.

Mungkunkumchaw, T., B. Toomsan, D. Jothityangkoon and S. Jogloy. 2005. Effect of phosphorus, potassium and calcium on yield and seed quality of large-seeded type peanut cv. Under draw-down area. pp. 60. (summary). In International Peanut

Solaiman A. R. M. and M. G. Rabbani. 1966. Effects of NPKS and cow dung on growth and yield of tomato. Bull. Inst. Trop. Agr., Kyushu Univ. 29: 31-37, 2006.