

ผลของซิลิกอนจากอุตสาหกรรมซีเมนต์
ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการเคลื่อนย้ายซิลิกอน
ของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8
Effects of Silicon from Cement Industry on Growth,
Yield and Its Translocation of Peanut
(*Arachis hypogaea* L. var. Khon Kaen 84-8)

ศรันนิรมย์ งามล้วน, สมชาย ชคตระการ และพฤกษ์ ชุตติมานุกูล*
สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Sarunpirom Ngamluan, Somchai Chakhatrakan and Preuk Chutimanukul*
Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,
Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Received: February 20, 2018; Accepted: March 10, 2018

บทคัดย่อ

ถั่วลิสงเป็นหนึ่งในพืชตระกูลถั่วที่อุดมไปด้วยโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และมีพื้นที่ปลูกอยู่ทั่วประเทศไทย อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีการนำซิลิกอนที่เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมซีเมนต์มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากมายทางการเกษตร การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณซิลิกอนจากอุตสาหกรรมซีเมนต์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสง โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 10 ซ้ำ ประกอบด้วยซิลิกอน 5 ระดับ ได้แก่ 0, 50, 100, 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลองพบว่าซิลิกอนมีผลต่อความสูงและจำนวนกิ่งต่อต้น แต่ซิลิกอนทุกระดับไม่มีความแตกต่างทางสถิติต่อน้ำหนักแห้ง ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และการเคลื่อนย้ายซิลิกอนในส่วนต่าง ๆ ของพืช ดังนั้นการใช้ซิลิกอนในระดับที่แตกต่างกันไม่สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 ได้ เมื่อเปรียบเทียบการไม่ใส่ซิลิกอน

คำสำคัญ : อุตสาหกรรมซีเมนต์; การเจริญเติบโต; ถั่วลิสง; ซิลิกอน; การเคลื่อนย้าย; ผลผลิต

Abstract

Peanut is one of the economically important legumes, which are rich sources of protein and carbohydrate, with wide spread growing area throughout Thailand. However, the use of silicon, as a

by-product from cement industry, is considered to be various benefits for the agricultural sector. The aim of this study was to investigate the effect of silicon levels from the cement industry on the growth and yield of peanut. The experiment was arranged in completely randomized design (CRD) with 10 replications consisting of 5 levels of silicon; 0, 50, 100, 150 and 200 kg per rai. The results showed that silicon gave the effects on plant height and branch number per plant, but all silicon levels had no significant difference on dry matter, yield, yield components and silicon translocation in plant parts. Therefore, the growth and the yield of peanut (*A. hypogaea* var. Khon Kaen 84-8) did not increase by using different silicon levels when compared with those by non-silicon.

Keywords: cement industry; growth; peanut; silicon; translocation; yield

1. คำนำ

ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) จัดเป็นพืชตระกูลถั่วที่สำคัญ เป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานที่ให้ไขมันที่มีคุณภาพดีกว่าไขมันจากสัตว์ นอกจากนี้อุดมไปด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก ที่สำคัญถั่วลิสงมีวิตามินบี 1 สูงกว่าเมล็ดธัญพืชและเนื้อสัตว์ (สมชาย, 2545) นอกจากนี้ถั่วลิสงยังช่วยบำรุงสมองและประสาทตา ช่วยเสริมสร้างความจำ และป้องกันโรคหัวใจ เพราะถั่วลิสงมีสารที่ช่วยลดปริมาณของไขมันไม่ดี อีกทั้งถั่วลิสงยังช่วยลดความเสี่ยงของโรคเบาหวาน และยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ โปรตีนเอสที่มีฤทธิ์ต้านมะเร็งได้ (เมตไทย, 2560) โดยทั่วไปถั่วลิสงเป็นพืชที่เหมาะสมสำหรับปลูกในเขตร้อนชื้นและเขตกึ่งร้อนชื้นกึ่งแห้งแล้ง (Chakraborty *et al.*, 2015) ในปีเพาะปลูก 2559/2560 ประเทศไทยสามารถผลิตถั่วลิสงได้ 33,379 ตัน และส่งออก 1,516 ตัน แต่ถั่วลิสงที่ผลิตภายในประเทศไทยยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงทำให้ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศประมาณ 130,534 ตันต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) โดยพื้นที่ปลูกถั่วลิสงที่สำคัญ คือ ลำปาง ยโสธร เชียงใหม่ ลพบุรี และพะเยา (สมชาย, 2545) ถั่วลิสงยังพบปัญหาในช่วงแรก คือ การเจริญเติบโตต้นทางล่าช้า เพราะเป็นช่วงที่ถั่วลิสงต้องการธาตุอาหารที่จำเป็น

ต่อการเจริญเติบโตและส่งผลไปถึงผลผลิตที่เกิดขึ้น ด้วยการนำซิลิกอนมาใช้เสริมสำหรับการปลูกถั่วลิสงนั้นจะช่วยเพิ่มศักยภาพของกิจกรรมการเจริญเติบโตของถั่วลิสงได้ดีมากยิ่งขึ้น จากการศึกษาของ Epstein (1999) พบว่าซิลิกอน (Si) เป็นธาตุที่มีมากในดินเป็นอันดับสองรองจากออกซิเจน ซึ่งซิลิกอนถือได้ว่าเป็นธาตุเสริมประโยชน์ที่สำคัญต่อพืช โดยจะเป็นประโยชน์ต่อพืชที่มีการสะสมซิลิกอนเท่านั้น พืชจะมีการสะสมซิลิกอนในผนังของเนื้อเยื่อชั้นผิวของพืช (Prychid *et al.*, 2004) หากพืชมีปริมาณซิลิกอนสะสมที่เหมาะสมและเพียงพอ จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและผลผลิตที่มีมากขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่เดียวกันหากพืชมีปริมาณซิลิกอนสะสมที่มากหรือต่ำเกินไป จะทำให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่ช้าลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละชนิดพืชด้วยว่าเป็นพืชที่มีการดูดซับซิลิกอนจากดินมาสะสมได้มากน้อยแตกต่างกันเพียงใด นอกจากนี้ซิลิกอนยังมีบทบาทต่อการต้านทานโรคและแมลงศัตรูพืช รวมทั้งยังสามารถช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ (Janislampi, 2012) พืชตระกูลถั่วเป็นพืชที่มีการสะสมซิลิกอนในปริมาณต่ำ หรือไม่สะสมซิลิกอน เนื่องจากรากของพืชตระกูลถั่วสามารถดูดซึมซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) จากดินมาใช้ได้น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ เมื่อสารละลายธาตุอาหาร

พืชมีความเข้มของซิลิกอนสูง ทำให้การดูดและการเคลื่อนย้ายเข้าสู่ไซเล็ม (xylem) และเวสเซล (vessel) ไม่ได้เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนความเข้มข้นของซิลิกอน (ยงยุทธ, 2552)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ยังไม่พบรายงานที่เกี่ยวข้องกับผลของซิลิกอนจากอุตสาหกรรมซีเมนต์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของซิลิกอนจากอุตสาหกรรมซีเมนต์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 และสามารถเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรใช้ในการตัดสินใจสำหรับการใช้ซิลิกอนเป็นธาตุอาหารเสริม เพื่อเพิ่มผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 อย่างเหมาะสม

2. อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาปริมาณของซิลิกอนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD มีปัจจัยคือ ปริมาณซิลิกอนมี 5 ระดับ ได้แก่ 0, 50, 100, 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ (0, 0.96, 1.92, 2.88 และ 3.84 กรัมต่อตาราง) ซึ่งเป็นการใช้ซิลิกอนในรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมซีเมนต์ ประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ไร่ ไร่ละ 1 ตัน

2.1 การเตรียม การปลูก และการดูแลรักษา

เริ่มทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 รวมระยะเวลาประมาณ 8 เดือน ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการผลิตพืช สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร และโรงเรียนปลูกพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี เพาะกล้าโดยนำเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 แช่น้ำเป็นเวลา 24

ชั่วโมง แล้วนำมาเพาะลงในถาดหลุมเพาะกล้าที่มีขนาด 3.8x3.8x3.9 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) วัสดุที่ใช้เพาะ คือ ดินเผา 1 ส่วน ปุ๋ยอินทรีย์พีชอย่างดี 2 ส่วน ทราฟ 0.25 ส่วน เมื่อต้นกล้ามีอายุ 14 วัน จะย้ายปลูกลงในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว กระถางละ 1 ตัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (0.48 กรัมต่อกระถาง) เมื่อถั่วลิสงมีอายุประมาณ 30 วัน

2.2 การบันทึกข้อมูล

2.2.1 การเจริญเติบโตทางลำต้น บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทุก ๆ 2 สัปดาห์ จนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนใบต่อต้น ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ และราก โดยน้ำหนักแห้งจะอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งจะคงที่

2.2.2 ผลผลิต บันทึกข้อมูลผลผลิตของถั่วลิสง ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตต่อต้น โดยบันทึกหลังการเก็บเกี่ยวถั่วลิสง

2.2.3 การเคลื่อนย้ายซิลิกอน วัดปริมาณซิลิกอนในส่วนต่าง ๆ ของถั่วลิสง ตามวิธีของ Nayar และคณะ (1975)

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new multiple's range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรม SAS

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลของซิลิกอนจากอุตสาหกรรมซีเมนต์ต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8

การทดลองพบว่าปริมาณซิลิกอนส่งผลให้

ความสูงต้นและจำนวนกิ่งต่อต้นมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณซิลิกอนที่ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ความสูงต้นของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 มีค่าสูงที่สุด (35.81±5.85 เซนติเมตร) รองลงมา คือ สิ่งทดลองที่ไม่มีการใส่ซิลิกอน (27.41±0.49 เซนติเมตร) ปริมาณซิลิกอนที่ 200, 150 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเท่ากับ 26.89±0.62, 26.83±1.30 และ 24.5±11.32 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจำนวนกิ่งต่อต้นของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 พบว่าปริมาณซิลิกอน 100, 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนกิ่งต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณซิลิกอน 0, 100, 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีผลทำให้จำนวนใบต่อต้นแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการใส่ซิลิกอนที่ 50 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 มีจำนวนใบต่อต้นน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 81.03±6.60 ใบต่อต้น เมื่อพิจารณาที่ความยาวราก น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน และน้ำหนักแห้งรากพบว่าปริมาณซิลิกอนไม่ส่งผลให้ลักษณะดังกล่าวแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1, Figure 1

และ Figure 2) เมื่อเปรียบเทียบกันในสิ่งทดลองพบว่าความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และจำนวนใบต่อต้นของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากความเป็นประโยชน์ของซิลิกอนที่มีต่อพืชนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการสะสมซิลิกอนในพืชแต่ละชนิดหรือสายพันธุ์ของพืช ซึ่งในพืชตระกูลถั่วถือว่าเป็นพืชที่มีการสะสมซิลิกอนในปริมาณต่ำหรือไม่มีการสะสมซิลิกอน เนื่องจากรากของพืชตระกูลถั่วดูดซึมซิลิกอนได้ออกไซด์ (SiO₂) จากดินมาใช้ได้น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ (ยงยุทธ, 2552) จากการทดลองพบว่าความยาวรากและน้ำหนักแห้งรากของถั่วลิสงในสิ่งทดลองที่มีการใส่ซิลิกอนไม่ทำให้ความยาวรากและน้ำหนักแห้งรากของถั่วลิสงเพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ Nelwamondo และ Dakora (1999) และ Tamai และ Ma (2008) ที่พบว่าซิลิกอนมีผลทำให้ความยาวราก และชีวมวลของรากเพิ่มขึ้น อีกทั้งซิลิกอนยังช่วยเพิ่มการสังเคราะห์ด้วยแสง ควบคุมและปรับปรุงประสิทธิภาพในการรับรังสีของพืชได้

Table 1 Growth characteristics of peanut (*Arachis hypogaea* L. var. Khon Kaen 84-8) under different silicon levels

Silicon level (kg/rai)	Plant height (cm)	Branch no./plant	Leaf no./plant	Root length (cm)	Dry weight (upper part) (g)	Root dry weight (g)
0	27.41±0.49 ^{b 1/}	13.56±0.51 ^b	101.41±9.96 ^a	37.28±1.98	11.15±1.38	1.31±0.14
50	24.5±11.32 ^b	13.42±0.52 ^b	81.03±6.60 ^b	38.30±7.38	10.62±0.43	1.03±0.15
100	35.81±5.85 ^a	14.47±0.24 ^a	90.16±2.44 ^{ab}	34.79±2.19	10.63±0.93	0.96±0.11
150	26.83±1.30 ^b	13.92±0.14 ^{ab}	93.54±2.50 ^a	40.28±7.12	11.42±0.41	1.06±0.10
200	26.89±0.62 ^b	14.33±0.33 ^a	94.21±3.54 ^a	40.72±0.49	10.21±0.41	1.11±0.39
F-test	*	*	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.27	2.73	6.29	12.48	7.52	18.86

^{1/}Means within a column under each factor, means followed by a same letter are not statistically significant differences at 95 % level by DMRT; * = there were statistically significant differences at 95 %; ns = not significant;

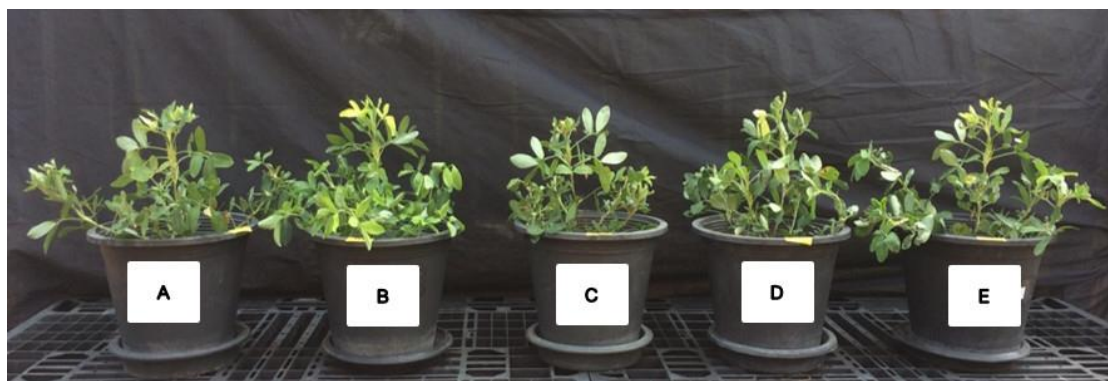


Figure 1 Effect of different silicon levels on growth of peanut (*Arachis hypogaea* L. var. Khon Kaen 84-8) (A) 0 kg/rai, (B) 50 kg/rai, (C) 100 kg/rai, (D) 150 kg/rai and (E) 200 kg/rai.



Figure 2 Effect of different silicon levels on root growth of peanut (*Arachis hypogaea* L. var. Khon Kaen 84-8) (A) 0 kg/rai, (B) 50 kg/rai, (C) 100 kg/rai, (D) 150 kg/rai and (E) 200 kg/rai.

3.2 ผลของซิลิกอนจากอุตสาหกรรมซีเมนต์ต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8

สำหรับองค์ประกอบของผลผลิต โดยพิจารณาจำนวนฝักต่อต้นของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 พบว่าปริมาณซิลิกอน 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้จำนวนฝักต่อต้น คือ 17.39 ± 0.67 ฝัก และปริมาณซิลิกอนที่ 150 กิโลกรัมต่อไร่ ให้จำนวนฝักต่อต้น

คือ 15.50 ± 1.09 ฝัก เมื่อพิจารณาที่จำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 พบว่าสิ่งทดลองที่ไม่มีการใส่ซิลิกอนให้จำนวนเมล็ดต่อต้น คือ 26.94 ± 4.52 เมล็ด และปริมาณซิลิกอนที่ 150 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 มีจำนวนเมล็ดต่อต้น คือ 25.31 ± 1.96 เมล็ด สำหรับน้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่าสิ่งทดลองที่ไม่มีการใส่ซิลิกอนมีน้ำหนัก 100 เมล็ด คือ 62.44 ± 2.34 กรัม

แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ซิลิกอนในปริมาณอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การใส่ซิลิกอนที่ปริมาณ 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ดมีค่า 59.13±2.16 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่มีการใส่ซิลิกอนในปริมาณอื่น ปริมาณผลผลิตเมล็ดต่อต้น พบว่าปริมาณซิลิกอน 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 มีปริมาณผลผลิตเมล็ดต่อต้น คือ 17.41±1.57 กรัม และปริมาณผลผลิตต่อต้น คือ 15.26±0.67 กรัม เมื่อมีการใส่ซิลิกอนปริมาณ 150 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นองค์ประกอบของผลผลิต (จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และปริมาณ

ผลผลิตเมล็ดต่อต้น) พบว่าปริมาณซิลิกอนส่งผลให้ลักษณะดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 2 และ Figure 3) อย่างไรก็ตาม ผลของปริมาณซิลิกอนต่อผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และปริมาณผลผลิตต่อต้นของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น พบว่าไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่มีการใส่ซิลิกอนและไม่มี การใส่ซิลิกอน เนื่องจากการทดลองนี้มีการควบคุม การดูแลรักษา และปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อความ เจริญของพืช ได้แก่ การควบคุมปริมาณการให้น้ำ ตามความเหมาะสม และเพียงพอต่อความต้องการ

Table 2 Yield and yield components of peanut (*Arachis hypogaea* L. var. Khon Kaen 84-8) under different silicon levels

Silicon level (kg/rai)	Pod no./plant	Seed no./plant	100 seed weight (g)	Seed yield/plant (g)
0	16.36±1.43	26.94±4.52	62.44±2.34	17.08±1.58
50	15.97±1.19	26.81±1.95	59.13±2.16	17.41±1.57
100	16.14±2.23	25.78±3.34	59.81±0.50	16.45±1.28
150	15.50±1.09	25.31±1.96	60.81±0.61	15.26±0.67
200	17.39±0.67	26.06±2.65	60.04±0.40	16.78±0.82
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	8.73	11.62	2.44	7.49

ns = not significant



Figure 3 Effect of different silicon levels on yield of peanut (*Arachis hypogaea* L. var. Khon Kaen 84-8) (A) 0 kg/rai, (B) 50 kg/rai, (C) 100 kg/rai, (D) 150 kg/rai and (E) 200 kg/rai.

ของพืช และการกำจัดแมลงศัตรูพืช ซึ่งลักษณะดังกล่าวส่งผลทำให้พืชไม่เกิดความเครียด (Epstein, 1994) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Guével และคณะ (2007) และ Liang และคณะ (2005) ที่กล่าวว่าความเป็นประโยชน์ของซิลิกอนต่อพืชจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อพืชอยู่ภายใต้สภาวะความเครียด เช่น ซิลิกอนสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าว ข้าวโพด (*Zea mays*) ถั่วเหลือง (*Glycine max*) ถั่ว (*Phaseolus vulgaris*) และถั่วลิสง (*Arachis hypogaea*) เมื่ออยู่ในสภาวะแห้งแล้ง

3.3 ผลของซิลิกอนจากอุตสาหกรรมซีเมนต์ต่อการเคลื่อนย้ายซิลิกอนในส่วนต่าง ๆ ของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8

สำหรับการเคลื่อนย้ายซิลิกอนในส่วนต่าง ๆ ของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 พบว่าปริมาณซิลิกอน 50 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์ของปริมาณซิลิกอนในส่วนของใบ คือ 2.73 ± 0.16 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณซิลิกอนในส่วนของลำต้น คือ 2.60 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณซิลิกอนในส่วนของรากมากที่สุด (2.60 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งไม่แตกต่างกับสิ่งทดลองที่มีการใส่ซิลิกอนในปริมาณ 0, 100, 150 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณซิลิกอน 150 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณซิลิกอนในส่วนของฝัก คือ 2.65 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณซิลิกอนในส่วนของเมล็ด คือ 2.60 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ซิลิกอนในปริมาณ 0, 50, 100 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ จากตารางแสดงการเคลื่อนย้ายซิลิกอน (เปอร์เซ็นต์) ในส่วนต่าง ๆ ของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 (Table 3) พบว่าการเคลื่อนย้ายซิลิกอนส่งผลให้ปริมาณซิลิกอนในส่วนต่าง ๆ ของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่มีการใส่ซิลิกอน สิ่งทดลองที่ไม่มีการใส่ซิลิกอน เนื่องจากการเคลื่อนย้ายการสะสมซิลิกอน

ในอวัยวะแต่ละส่วนของส่วนเหนือดินนั้นขึ้นอยู่กับอัตราการคายน้ำของอวัยวะนั้น ๆ ด้วย ซึ่งมีการสะสมอยู่ที่อะพอพลาสต์ของเซลล์ และมีมากขึ้นตามอายุของอวัยวะนั้น ๆ โดยในพืชตระกูลถั่วถือว่าเป็นพืชที่มีการสะสมซิลิกอนในปริมาณต่ำหรืออาจไม่มีการสะสมซิลิกอน เนื่องจากรากของพืชตระกูลถั่วดูดซึมซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) จากดินมาใช้ได้น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ (ยงยุทธ, 2552) อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าในถั่วเหลืองซึ่งเป็นพืชที่ไม่สะสมซิลิกอน เมื่อความเข้มข้นของธาตุซิลิกอนในสารละลายธาตุอาหารสูง การดูดและการเคลื่อนย้ายเข้าสู่ไซเล็มเวสเซลล์ ไม่ได้เพิ่มเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นดังกล่าวด้วย แสดงว่ามีกลไกบางอย่างทำหน้าที่จับซิลิกอนออกจากราก (Vorm, 1980) ในทางตรงกันข้าม ในข้าวที่ถือว่าเป็นพืชที่มีการเคลื่อนย้ายและสะสมซิลิกอน มีปริมาณการกระจายของซิลิกอนในส่วนต่าง ๆ ของข้าวที่แตกต่างอย่างชัดเจน เช่น ความเข้มข้นของซิลิกอนตั้งแต่ 0.11 % (ข้าวกล้อง) จนถึง 23.22 % (แกลบ) และจากอวัยวะส่วนล่างขึ้นไปยังส่วนบน (ราก < ต้น < ใบ < แกลบ) ความเข้มข้นของซิลิกอนในส่วนต่าง ๆ ของใบขึ้นอยู่กับระหว่าง 11.3-40.14 % โดยพบว่าใบข้าวมีซิลิกอนสะสมมากกว่าในอวัยวะส่วนอื่น ๆ รวมกัน (Sun *et al.*, 2008)

4. สรุป

การศึกษาพบว่าซิลิกอนมีผลต่อความสูงและจำนวนกิ่งต่อต้น แต่ซิลิกอนทุกระดับไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้ง ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และการเคลื่อนย้ายซิลิกอนในส่วนต่าง ๆ (ใบ ลำต้น ราก ฝัก และเมล็ด) ดังนั้นการใช้ซิลิกอนในระดับที่แตกต่างกันนั้น ไม่สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 เมื่อเปรียบเทียบการไม่ใส่ซิลิกอน

Table 3 Translocation of silicon in different peanut parts (*Arachis hypogaea* L. var. Khon Kaen 84-8) under different silicon levels

Silicon level (kg/rai)	The amount of silicon (% Si ₂)				
	Leaf	Stem	Root	Pod	Seed
0	2.52±0.02	2.60±0.05	2.57±0.03	2.51±0.05	2.55±0.04
50	2.73±0.16	2.60±0.03	2.60±0.12	2.59±0.12	2.58±0.05
100	2.53±0.01	2.59±0.02	2.55±0.10	2.58±0.03	2.52±0.05
150	2.55±0.10	2.53±0.07	2.58±0.04	2.65±0.05	2.60±0.00
200	2.52±0.01	2.51±0.08	2.58±0.02	2.54±0.10	2.59±0.17
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	3.26	2.10	2.71	2.96	3.16

ns = not significant

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย และบริษัท Taiheiyo Cement Corporation Co., Ltd., Japan ที่ให้ความอนุเคราะห์หัตถ์ด้านข้อมูลและวัสดุอุปกรณ์

6. รายการอ้างอิง

เมดไทย, 2560, ถั่วลิสง : สรรพคุณและประโยชน์ ของถั่วลิสง 47 ข้อ, แหล่งที่มา : <https://medthai.com/> ถั่วลิสง, 4 มิถุนายน 2561.

ยงยุทธ โอสถงกา, 2552, ธาตุอาหารพืช, พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 529 น.

สมชาย ชดตระกูล, 2545, พืชเศรษฐกิจ, ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี. 274 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560ม สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร (ข้อมูลพื้นฐาน) ปี 2559, แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/public_stat.html, 21 พฤศจิกายน 2560.

Chakraborty, K., Singh, A. L., Kalariya, K. A., Goswami, N. and Zala, P. V. A., 2015, Physiological responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars to water deficit stress: Status of oxidative stress and antioxidant enzyme activities, Acta Botanica Croatica 74: 123-142.

Epstein, E., 1994, The anomaly of silicon in plant biology, Proc. Nat. Acad. Sci. USA 91: 11-17.

Epstein, E., 1999, Silicon, Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 50: 641-664.

Guével, M.H., Menzies, J.G. and Bélanger, R.R., 2007, Effect of root and foliar applications of soluble silicone on powdery mildew control and growth of wheat plants, Eur. J. Plant Pathol. 119: 429-436.

Janislampi, K.W., 2012, Effect of Silicon on Plant Growth and Drought Stress Tolerance, All Graduate Theses and Dissertations, Utah State University, Utah.

- Liang, Y.C., Sun, W.C., Si, J. and Römheld, V., 2005, Effects of foliar- and root-applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in *Cucumis sativus*, Plant Pathol. 54: 678-685.
- Nayar, P.K., Misra, A.K. and Patnaik, S., 1975, Rapid microdetermination of silicon in rice plant, Plant Soil 42: 497-494.
- Nelwamondo, A. and Dakora, F.D., 1999, Silicon promotes nodule formation and nodule function in symbiotic cowpea (*Vigna unguiculata*), New Phytol. 142: 463-467.
- Prychid, C. J., Rudall, P. J. and Gregory, M., 2004, Systematics and biology of silica bodies in monocotyledons, Bot. Rev. 69: 377-440.
- Sun, L., Wu, L. H., Ding, T. P. and Tan, S. H., 2008, Silicon isotope fractionation in rice plants, an experimental study on rice growth under hydroponic conditions, Plant Soil 304: 291-300.
- Tamai, K. and Ma, J.F., 2008, Reexamination of silicon effects on rice growth and production under field conditions using a low silicon mutant, Plant Soil 307: 21-27.
- van der Vorm, P.D.J., 1980, Uptake of Si by five plant species as influenced by variations in Si-supply, Plant Soil 56: 153-156.