



วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL. Agricultural Conference

Journal Home Page : <https://ag2.kku.ac.th/kaj>



ผลของธาตุโบรอนต่อคุณภาพละอองเรณูและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสง

Effect of Boron on Pollen Quality and Yield Components of Peanut

ธีระรัตน์ ชินนสาเณ^{1*}, แสงเดือน ชนะชัย¹, กาญจนา กิระศักดิ์¹, ชยันต์ ภัคดีไทย¹ และทनुธรรม บุญฉิม¹

Theerarat Chinnasaen^{1*}, Sangduan Chanachai¹, Kanjana Kirasak¹,
Chayant Pakdeethai¹ and Thanutham Boonchim¹

¹ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

¹ Khon Kaen Field Crops Research Center, Sila, Mueang Khon Kaen, Khon Kaen, 40000, Thailand

บทคัดย่อ: โบรอนเป็นหนึ่งในจุลธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชโดยเฉพาะ ระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของโบรอนและพันธุ์ถั่วลิสงที่แตกต่างกันต่อคุณภาพละอองเรณูและองค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสง โดยดำเนินการทดลองในปี 2564 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบ 3x2 Factorial in CRD ปัจจัยแรกคือ ความเข้มข้นของโบรอนในสารละลายธาตุอาหาร 3 ระดับ ได้แก่ 0 1 และ 2 ppm และปัจจัยที่สองคือ พันธุ์ถั่วลิสง ได้แก่ ขอนแก่น 6 และไทนาน 9 ดำเนินการปลูกด้วยระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินโดยใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก จำนวน 3 ซ้ำ จากการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของโบรอนที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อคุณภาพละอองเรณูและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสง แต่พบว่าถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 6 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของหลอดเรณูสูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 เท่ากับ 41.36 และ 20.90% ตามลำดับ ขณะที่ พันธุ์ไทนาน 9 มีจำนวนฝักต่อต้นสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 6 เท่ากับ 23.70 และ 15.93 ฝัก/ต้น ตามลำดับ ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มศักยภาพการศึกษาอิทธิพลของธาตุโบรอนต่อการผลิตถั่วลิสงควรเพิ่มการศึกษาในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ water culture รวมถึงศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมประกอบการศึกษาคุณภาพละอองเรณูของพันธุ์ถั่วลิสงที่เพาะปลูกโดยเฉพาะในประเทศไทย

คำสำคัญ: ความงอกของละอองเรณู; หลอดเรณู; จำนวนฝักต่อต้น; ผลผลิตฝักสด (ฝักดี) ต่อต้น

ABSTRACT: Boron (B) is a micronutrient element that plays an important role in growth and development of plant especially in reproductive stage. Therefore, the aim of this study was to evaluate pollen quality and yield components of peanuts under various of B concentration levels and peanut varieties. This experiment was carried out in 2021 at Khon Kaen Field Crops Research Center, Meung District, Khon Kaen Province, with 3x2 Factorial in CRD. The first factor was B concentration levels: 0, 1, and 2 ppm, and the second factor was peanut varieties: Khon Kaen 6 and Tainan 9. The soilless culture as sand media was used in this study, with 3 replications. The results showed that various B concentration levels did not affect pollen quality or yield components of peanut, whereas pollen germination percentage of Khon Kaen 6 was higher than Tainan 9 as 41.36 and 20.90%, respectively, while the pod number per plant of Tainan 9 was higher than Khon Kaen 6 as 23.70 and 15.93 pod per plant, respectively. Thus, to enhance the B study in peanut production, the study of cultivation system - water culture -, and the study of specific condition to evaluate pollen quality of peanut varieties in Thailand should be increased.

Keywords: Pollen germination; pollen tube; pod number per plant; fresh pod per plant

บทนำ

ถั่วลิสงพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ด้วยคุณค่าทางโภชนาการ และรสชาติเฉพาะตัวจึงทำให้มีผู้นิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย โดยรับประทานทั้งแบบฝักต้ม แบบคั่ว หรือผ่านการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย รวมถึงสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลากหลายชนิด อย่างไรก็ตาม การผลิตถั่วลิสงในประเทศไทยยังประสบปัญหาทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของผลผลิตซึ่งหนึ่ง

* Corresponding author: nongtheerarat@gmail.com

ในสาเหตุนั้นคือ การขาดธาตุโบรอน โดย Gupta (2007) จัดให้ถั่วลิสงอยู่ในกลุ่มพืชที่มีความต้องการโบรอนสูง (มากกว่า 320 ก.โบรอน/ไร่) เมื่อขาดโบรอนถั่วลิสงจะแสดงความผิดปกติที่เมล็ดชัดเจนมากกว่าส่วนลำต้นเหนือดิน เนื่องจากโบรอนมีบทบาทในการเพิ่มปริมาณน้ำตาลและองค์ประกอบของน้ำตาลในน้ำหวานจากเกสรดอกไม้ รวมถึงเพิ่มความสามารถของอับเรณูต่อการผลิตหลอดเรณู (pollen tube) และความมีชีวิตของละอองเรณูเพื่อนำ sperm nuclei (n) เข้าสู่ ovule เพื่อเกิดการปฏิสนธิในลำดับต่อไป (ยงยุทธ, 2558) โดยความผิดปกติที่พืชจะแสดงออกไป เช่น ดอกอ่อนร่วง ดอกเป็นหมัน หรือผลอ่อนร่วง เป็นต้น รวมถึง เนื้อเยื่อภายในเมล็ดอาจเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์และแสดงอาการผิดปกติที่มีลักษณะภายในกลวง เรียกว่า hollow heart seed หรือ เมล็ดกลวง (เพิ่มพูน, 2546) ดังนั้น การขาดโบรอนจึงมีผลให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตถั่วลิสงลดลง (Jing et al., 1994) สำหรับประเทศไทย พื้นที่เพาะปลูกถั่วลิสงที่ดินปลูกขาดโบรอนหรือมีโบรอนไม่เพียงพอ นั้น สามารถพบได้ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ดินปลูกเป็นดินเนื้อหยาบ มีอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ (เพิ่มพูน และ ประเทือง, 2532) หรือในเขตที่ตอนภาคเหนือ (จรูญ และคณะ, 2528)

นอกจากนี้ Singh (2013) รายงานว่า โบรอนมีความสำคัญต่อการออกดอกของถั่วลิสง ซึ่งมีผลให้จำนวนเข็ม (peg) และจำนวนฝักของถั่วลิสงเพิ่มขึ้น (Naiknaware et al., 2015) สอดคล้องกับ Quamruzzaman et al. (2017) รายงานว่า การใส่โบรอนอัตรา 2 กก.โบรอน/ไร่ มีผลให้ถั่วลิสงให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์กะเทาะเพิ่มขึ้น ขณะที่ มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพละอองเรณูของพืชตระกูลถั่วบางชนิด เช่น Chijioke et al. (2010) รายงานว่า พันธุ์ถั่วหรั่ง (*Vigna subteranea* [L.] Verdc.) ที่แตกต่างกันมีผลให้ละอองเรณูมีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอกระหว่าง 15.9-31.1% ขณะที่ Salem et al. (2007) รายงานว่า พันธุ์ถั่วเหลืองที่แตกต่างกันมีผลให้ละอองเรณูมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและความยาวของหลอดเรณูมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 81.0% และ 437.00 μm ตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจากโบรอนมีความสำคัญต่อความมีชีวิตและความแข็งแรงของละอองเรณูซึ่งบ่งชี้ถึงผลผลิตหรือองค์ประกอบผลผลิตของพืช ประกอบกับถั่วลิสงเป็นพืชที่มีความอ่อนแอต่อการขาดธาตุโบรอนแต่พบว่า การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างธาตุโบรอนและคุณภาพละอองเรณูของถั่วลิสงนั้น มีอย่างจำกัด ดังนั้น การศึกษาค้นคว้าวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของโบรอนที่ต่างกันต่อคุณภาพ ละอองเรณูของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 6 (ถั่วลิสงเมล็ดโต) และพันธุ์ไทนาน 9 (ถั่วลิสงเมล็ดปานกลาง) และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพละอองเรณูกับองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์

วิธีการศึกษา

แผนการทดลอง การวางแผนการทดลองแบบ 3x2 Factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ โดยปัจจัยแรกคือ ความเข้มข้นของโบรอนในสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 0 1 และ 2 ppm (1 ppm คือ ระดับความเข้มข้นของโบรอนที่แนะนำสำหรับปลูกถั่วลิสงในสูตรสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกถั่วลิสงในการศึกษาค้นคว้า) และปัจจัยที่สองคือ พันธุ์ถั่วลิสงที่ต่างกัน 2 พันธุ์ ได้แก่ ขอนแก่น 6 และไทนาน 9

การปลูกและการดูแลรักษา ดำเนินการปลูกถั่วลิสงในเดือนมิถุนายน ปี 2564 ด้วยระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ sand culture โดยบรรจุทรายลงถุงปลูกสีขาวขนาด 8 x 12 นิ้ว แล้วจัดระยะห่างระหว่างถุงปลูกให้ใกล้เคียงกับระยะปลูกถั่วลิสงที่ระยะห่างระหว่างแถวและระหว่างต้น เท่ากับ 50 x 20 เซนติเมตร หยอดเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงลงถุงปลูก จำนวน 3-4 เมล็ดต่อถุง และให้น้ำแบบน้ำหยดทุกถุง ที่อายุ 7 วันหลังปลูก ถอนแยกให้เหลือ 2 ต้นต่อถุง และเริ่มให้สารละลายธาตุอาหารสำหรับถั่วลิสงทุกวันตามสิ่งทดลองที่กำหนดแทนการให้น้ำเมื่อถั่วลิสงมีอายุ 14 วันหลังปลูก เป็นต้นไป ทั้งนี้ สารละลายธาตุอาหาร สูตรสำหรับถั่วลิสง ที่ความเข้มข้น 1 เท่า ประกอบด้วย แคลเซียม (Ca) 210 ppm แมกนีเซียม (Mg) 60 ppm ไนเตรท (NO₃) 231 ppm ฟอสฟอรัส (P) 96 ppm แอมโมเนียม (NH₄) 24 โพแทสเซียม (K) 386 ppm เหล็ก (Fe) 6 ppm แมงกานีส (Mn) 1 ppm สังกะสี (Zn) 1 ppm ทองแดง (Cu) 0.8 ppm โบรอน (B) 1 ppm โมลิบดีนัม (Mo) 0.39 ppm และ นิกเกิล (Ni) 0.1 ppm สำหรับการควบคุมความเข้มข้นของธาตุโบรอน กำหนดโดยไม่ใส่โบรอน (0 ppm) และใส่โบรอนที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2 ppm ตามลำดับ ในสารละลายธาตุอาหารที่ให้แก่ถั่วลิสง ทั้งนี้ สารละลายธาตุอาหารความเข้มข้น 1 เท่า ก่อนให้ถั่วลิสง มีค่าการนำไฟฟ้าและความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 3.0 – 3.6 mS/cm และ 6.25 – 6.55 ตามลำดับ

การบันทึกข้อมูล สุ่มเก็บดอกถั่วลิสงที่เวลา 06.30 - 07.30 น. ก่อนที่ดอกถั่วลิสงจะบานในวันที่สุ่มเก็บ จากนั้น ใช้ปากคีบแยก อับเรณูออกจากดอกถั่วลิสงแล้วบีบอับเรณูให้ละอองเรณูกระจายออกมาบนกระดาษกรองที่หยดสารละลายส่งเสริมความงอกของละอองเรณู (pollen germination solution) ไว้ 1-2 หยด โดยสารละลายดังกล่าวประกอบด้วยซูโครส ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 15 ก. แคลเซียมไนเตรท [$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$] 0.03 ก. กรดบอริก (H_3BO_3) 0.01 ก. ที่ละลายในน้ำกลั่น 100 มล. (ดัดแปลงจาก Salem et al., 2007) บ่มที่อุณหภูมิ 25 °ซ. นาน 1 ชม. สุ่มนับ 10 บริเวณ/หน่วยทดลอง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 100 เท่า (ดัดแปลงจาก Kakani et al., 2002) จากนั้นจึงประเมินคุณภาพของละอองเรณูประกอบด้วย (1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของละอองเรณู (2) เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเรณู (Kakani et al., 2002) และ (3) ความยาวของหลอดเรณู โดยกำหนดให้ละอองเรณูที่นับว่างอกต้องมีลักษณะของหลอดเรณูสมบูรณ์และมีความยาวของหลอดเรณูมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของละอองเรณู (กรณ และคณะ, 2558) ทั้งนี้ การประเมินคุณภาพของละอองเรณู ดำเนินการเมื่อถั่วลิสงมีอายุระหว่าง 30-35 วันหลังหยอดเมล็ด (อายุออกดอกที่ใกล้เคียงกันของทั้งสองพันธุ์) จากนั้น ดูแลรักษา จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยเก็บเกี่ยวถั่วลิสงพันธุ์ไททานิก 9 และขอนแก่น 6 ที่อายุ 100 และ 107 วันหลังปลูก ตามลำดับ บันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ (1) จำนวนฝักดีต่อต้น (2) เปอร์เซ็นต์ฝักดีต่อต้น [(จำนวนฝักดีทั้งหมดต่อต้น/จำนวนฝักทั้งหมดต่อต้น (ฝักดี+ฝักอ่อน+ฝักเสีย+ฝักดี)) * 100] และ (3) ผลผลิตฝักสด (ฝักดี) ต่อต้น (ก./ต้น)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของแต่ละลักษณะที่ทำการศึกษ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS และตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of correlation) ของแต่ละลักษณะด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการศึกษา

จากการศึกษาระดับความเข้มข้นของโบรอนและพันธุ์ถั่วลิสงที่แตกต่างกันต่อคุณภาพละอองเรณูและองค์ประกอบผลผลิตของ ถั่วลิสงพบว่า ระดับความเข้มข้นของโบรอนและพันธุ์ถั่วลิสงที่แตกต่างกันมีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางของละอองเรณู ความยาวหลอดเรณู เปอร์เซ็นต์ฝักดีต่อต้น และผลผลิตฝักสด (ฝักดี) ต่อต้น มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) โดยละอองเรณูของถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์มี รูปร่างกลมและมีสีเหลือง (Figure 1) ซึ่งพันธุ์ขอนแก่น 6 และไททานิก 9 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของละอองเรณู เท่ากับ 38.698 และ 38.613 μm ตามลำดับ ขณะที่ พันธุ์ถั่วลิสงที่แตกต่างกันมีผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเรณูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทาง สถิติ และจำนวนฝักดีต่อต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 6 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเรณูสูง กว่าพันธุ์ไททานิก 9 เท่ากับ 41.36 และ 20.90 % ตามลำดับ สำหรับจำนวนฝักดีต่อต้นนั้น พบว่า ถั่วลิสงพันธุ์ไททานิก 9 มีจำนวนฝักดีต่อ ต้นสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 6 เท่ากับ 23.70 และ 15.93 ฝัก/ต้น ตามลำดับ ขณะที่ ระดับความเข้มข้นของโบรอนหรือพันธุ์ถั่วลิสงที่ แตกต่างกันมีผลให้เปอร์เซ็นต์ฝักดีต่อต้นและผลผลิตฝักสด (ฝักดี) ต่อต้นมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์ฝักดีต่อต้นและ ผลผลิตฝักสด (ฝักดี) ต่อต้น ของพันธุ์ขอนแก่น 6 มีค่าเท่ากับ 65.63% และ 51.11 ก./ต้น ตามลำดับ และพันธุ์ไททานิก 9 มีค่าเท่ากับ 70.12% และ 38.52 ก./ต้น ตามลำดับ (Table 1)

จากการศึกษาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพละอองเรณูและองค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสง พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอก ของละอองเรณูมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับจำนวนฝักดีต่อต้นในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ขณะที่ จำนวนฝักดีต่อต้นมี ความสัมพันธ์ในทางเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์ฝักดีต่อต้นในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์ฝักดีต่อต้นมีความสัมพันธ์ ในทางเดียวกันกับผลผลิตฝักสด (ฝักดี) ต่อต้นในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2)

วิจารณ์

โบรอนเป็นหนึ่งในจุลธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะการเจริญเติบโต ทางสืบพันธุ์ (Reproductive stage) ที่มีส่วนส่งเสริมความแข็งแรงให้แก่ละอองเรณู (ยงยุทธ, 2558) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษา นี้พบว่า ความเข้มข้นของโบรอนที่แตกต่างกันมีผลให้คุณภาพละอองเรณูและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสงมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องมาจาก ระดับความเข้มข้นทั้งสอง คือ 1 หรือ 2 ppm นั้น อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสง ดังนั้น แม้ให้

ความเข้มข้นเพิ่มเป็นสองเท่า (จากที่แนะนำในสูตรสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้) หรือ 2 ppm ถั่วลิสงจึงไม่แสดงความผิดปกติจากการได้รับโบรอนที่สูงกว่าระดับที่แนะนำให้ใช้ในสูตรสารละลายธาตุอาหารสำหรับถั่วลิสงหรือที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm ทั้งนี้ จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีรายงานการใช้โบรอนที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันในสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกถั่วลิสง เช่น 0.10 ppm (Mackowiak et al., 1998) 0.11 ppm (Romheld and Marschner, 1983) 1.08 ppm (Chandran et al., 2015) และ 50 ppm (Girdthai et al., 2010) เป็นต้น ขณะเดียวกัน การไม่ใส่โบรอนในสารละลายธาตุอาหารหรือ โบรอน 0 ppm นั้น ถั่วลิสงยังคงมีคุณภาพละอองเรณูและองค์ประกอบผลผลิตไม่แตกต่างจากสารละลายธาตุอาหารที่ใส่โบรอน (1 หรือ 2 ppm) อาจเนื่องมาจาก ทรายที่ใช้เป็นวัสดุปลูกนั้นอาจมีโบรอนในปริมาณเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของถั่วลิสง เช่น การศึกษาของ Rékási et al. (2021) ที่รายงานว่า ดินทราย ดินร่วนปนทราย และดินร่วน ที่นำมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืชนั้นมีปริมาณโบรอนที่ละลายในน้ำ (water-soluble B) เท่ากับ 0.102 0.267 และ 0.306 มก./กก. ตามลำดับ สำหรับถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 6 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเรณูสูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 แต่มีจำนวนฝักติดต่อน้อยกว่าพันธุ์ไทนาน 9 นั้น อาจเนื่องมาจากลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วลิสงพันธุ์นั้น ๆ โดย Kakani et al. (2002) รายงานว่า ถั่วลิสงที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดียจำนวน 18 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเรณูต่ำสุด-สูงสุด และเฉลี่ย เท่ากับ 35.70-76.3% และ 54.59% ตามลำดับ ขณะที่ Salem et al. (2007) รายงานว่า ถั่วเหลือง จำนวน 44 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเรณูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมีความงอกต่ำสุด-สูงสุด และเฉลี่ย เท่ากับ 70.10-92.90% และ 81.0% ตามลำดับ และสำหรับ จำนวนฝักติดต่อนที่พันธุ์ไทนาน 9 มีจำนวนสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 6 นั้น อาจเป็นผลมาจากลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์ โดยพันธุ์ไทนาน 9 เป็นถั่วลิสงเมล็ดปานกลาง ขณะที่ พันธุ์ขอนแก่น 6 เป็นถั่วลิสงเมล็ดโตที่ต้องการสารอาหารเพื่อสร้างฝักและเมล็ด (sink) มากกว่าพันธุ์ไทนาน 9 ดังนั้น พันธุ์ขอนแก่น 6 จึงมีจำนวนฝักติดต่อน้อยกว่าพันธุ์ไทนาน 9

สำหรับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเรณูมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับจำนวนฝักติดต่อน อาจเนื่องมาจากการปฏิสนธิ (fertilization) ของถั่วลิสงเกิดขึ้นจากการได้รับ sperm nuclei (n) เข้าสู่ ovule จากหนึ่งละอองเรณูเท่านั้น ขณะที่ จำนวนฝักติดต่อนมีความสัมพันธ์ในทางเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์ฝักติดต่อนเพราะเปอร์เซ็นต์ฝักติดต่อนแปรผันตรงกับจำนวนฝักติดต่อนตามวิธีการคำนวณที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

Table 1 Pollen quality and yield components of peanut under various boron concentration levels and varieties

Factor	Pollen diameter (µm)	Pollen germination percentage (%)	Pollen tube length (µm)	Pod number per plant (pod/plant)	Percentage of pod per plant (%pod/plant)	Fresh pod per plant (g/plant)
Boron concentration level [ppm] (B)						
0	39.548	25.85	81.62	20.5	68.79	43.89
1	38.430	34.38	104.74	17.89	62.64	41.67
2	37.989	33.17	103.69	21.06	72.20	48.89
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Variety (V)						
Khon Kaen 6	38.698	41.36 a ¹	95.83	15.93 b	65.63	51.11
Tainan 9	38.613	20.90 b	97.54	23.70 a	70.12	38.52
F-test	ns	**	ns	*	ns	ns
BxV	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	8.42	38.04	16.80	29.92	14.66	34.36

¹Mean in the same column followed by different lowercase was significantly different at the 5% level of probability by DMRT.

*=Significant at p < 0.05, **=Significant at p < 0.01 ns=not significant

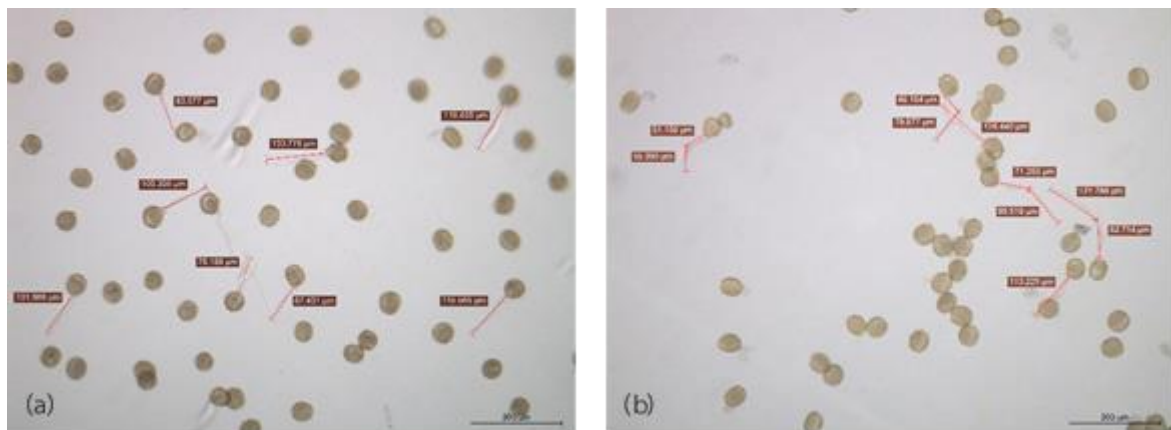


Figure 1 Pollen grains and pollen tube growth of *Arachis hypogaea* L. cv. Khon Kaen 6 (a) and Tainan 9 (b) after 1 h incubation at 25 °C. Bar = 200 μm.

Table 2 Correlation coefficients of various pollen quality and yield components in peanut

Trait	Pollen diameter (μm)	Pollen germination percentage (%)	Pollen tube length (μm)	Pod number per plant (pod/plant)	Percentage of pod per plant (%pod/plant)	Fresh pod per plant (g/plant)
Pollen diameter (μm)	1					
Pollen germination percentage (%)	0.020ns ^{1/}	1				
Pollen tube length (μm)	0.155ns	0.226ns	1			
Pod number per plant (pod/plant)	-0.199ns	-0.730**	-0.089ns	1		
Percentage of pod per plant (%pod/plant)	-0.428ns	-0.467ns	0.018ns	0.738**	1	
Fresh pod per plant (g/plant)	-0.131ns	0.101ns	0.041ns	0.358ns	0.521*	1

^{1/}Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed) **Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed) ns=not significant

สรุปและข้อเสนอแนะ

ความเข้มข้นของโบรอนที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของละอองเรณูและองค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสง แต่พบว่าถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 6 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเรณูสูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 เท่ากับ 41.36 และ 20.90% ตามลำดับ ขณะที่ พันธุ์ไทนาน 9 มีจำนวนฝักดีต่อต้นสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 6 เท่ากับ 23.70 และ 15.93 ฝัก/ต้น ตามลำดับ นอกจากนี้ เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเรณูมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับจำนวนฝักดีต่อต้นในระดับสูง ขณะที่ จำนวนฝักดีต่อต้นมีความสัมพันธ์ในทางเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์ฝักดีต่อต้นในระดับสูง และเปอร์เซ็นต์ฝักดีต่อต้นมีความสัมพันธ์ในทางเดียวกันกับผลผลิตฝักสด (ฝักดี) ต่อต้นในระดับปานกลาง

ทั้งนี้ จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า สูตรสารละลายธาตุอาหารที่ใช้มีความจำเพาะสำหรับปลูกถั่วลิสงโดยไม่ใช้ดิน ในประเทศไทย อย่างไรก็ตาม เพื่อลดอิทธิพลของปริมาณธาตุอาหารเริ่มต้นที่มีอยู่ในวัสดุปลูกและเพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของธาตุโบรอนต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของถั่วลิสงจึงควรเปลี่ยนระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นแบบ water culture แทน รวมถึงเพิ่มการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณภาพละอองเรณูที่มีความจำเพาะต่อถั่วลิสงสายพันธุ์ไทยโดยเฉพาะ เช่น สารละลายที่ใช้ทดสอบความงอก ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการบ่มละอองเรณู เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กรณ์ กรภัทรชัยกุล, ไชยหนับ ยูโซะ, ทิพวรรณ คงอินทร์ และรุชีลา สะลุโวะ. 2558. สันฐานวิทยา ความมีชีวิต และการงอกของเรณูพืชดอก 15 ชนิด. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 23(4): 622-632.
- เพิ่มพูน กิรติกสิกร. 2546. โบรอน - จุลธาตุอาหารพืช. แก๊ไขครั้งที่ 1. โอ.เอส. พรินตติ้ง เฮาส์, กรุงเทพฯ.
- เพิ่มพูน กิรติกสิกร และ ประเทือง ปัญญา. 2532. การสำรวจเบื้องต้น: สภาวะการขาดธาตุโบรอนของถั่วลิสงใน 14 จังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. น. 318-320. ใน: รายงานการสัมมนาถั่วลิสงแห่งชาติ ครั้งที่ 8 วันที่ 5-3 พฤษภาคม 2532. โรงแรมไหมไทย, ร้อยเอ็ด.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2558. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จรเร เนตรแสงทิพ, เบนจวรรณ ฤกษ์เกษม, R.W. Bell และ J.F. Loneragan. 2528. การสำรวจการขาดธาตุโบรอนในถั่วลิสงในที่ราบลุ่มเชียงใหม่. วารสารวิชาการเกษตร. 3: 171-175.
- Chandran, M., Y. Chu, S.J. Maleki, and P.O. Akins. 2015. Stability of transgene expression in reduced allergen peanut (*Arachis hypogaea* L.) across multiple generations and at different soil sulfur levels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 63(6): 1788-1797.
- Chijioke, O.B., U.M. Ifeanyi, and A.C. Blessing. 2010. Pollen behaviour and fertilization impairment in Bambara groundnut (*Vigna subterrenea* [L.] Verdc.). *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. 2(1): 12-23.
- Girdthai, T., S. Jogloy, T. Kesmala, N. Vorasoot, C. Akkasaeng, S. Wongkaew, C.C. Holbrook, and A. Patanothai. 2010. Relationship between Root Characteristics of Peanut in Hydroponics and Pot Studies. *Crop Science Society of America*. 50: 159-167.
- Gupta, U.C. 2007. Boron. In *Handbook of Plant Nutrient*. P. 242 - 243. In: A.V., Barker, and D.J. Pilbleam (eds.). CRC Press, Taylor and Francis Group New York.
- Jing, R.F., Q.G. Zhang, L.F. Han, F.S. Zhang, and X.Q. Wei. 1994. Effect of boric fertilizer on peanut absorption of boron and nitrogen. *Soils*. 26: 83-86.
- Kakani, V.G., P.V.V. Prasad, P.Q. Craufurd, and T.R. Wheeler. 2002. Response of in vitro pollen germination and pollen tube growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes to temperature. *Plant, Cell and Environment*. 25: 1651-1661.
- Mackowiak, C.L., R.M. Wheeler, G.W. Stutte, N.C. Yorio, and L.M. Ruffe. 1998. A recirculating hydroponic system for studying peanut (*Arachis hypogaea* L.). *HortScience*. 33(4): 650-651.
- Naiknaware, M.D., G.R. Pawar, and S.B. Murum. 2015. Effect of varying levels of boron and sulphur on growth, yield and quality of summer groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *International Journal of Tropical Agriculture*. 33(2): 471-474.
- Quamruzzaman, J. Ullah, F. Karim, N. Islam, J. Rahman, and D. Sarkar. 2017. Reproductive development of two groundnut cultivars as influenced by boron and light. *Information processing in agriculture*. 5: 289-293.

- Rékási, M., P. Ragályi, A. Füzy, N. Uzinger, P. Dobosy, G. Zárny, N.S. Vásárhelyi, A. Makó, and T. Takács. 2021. Effect of the Boron Concentration in Irrigation Water on the Elemental Composition of Edible Parts of Tomato, Green Bean, Potato, and Cabbage Grown on Soils with Different Textures. *Frontiers in Plant Science* 12: Article 658892: 1-13.
- Romheld, V., and H. Marschner. 1983. Mechanism of Iron Uptake by Peanut Plants. *Plant Physiol.* 71: 949-954.
- Salem, M.A., V.G. Kakani, S. Koti, and K.R. Reddy. 2007. Pollen-Based Screening of Soybean Genotypes for High Temperatures. *Crop Science Society of America.* 47: 219-231.
- Singh, A.L. 2013. Boron efficient and responsive peanut cultivars of India. PP. 1158-1159. In *The Proceedings Book XVII International Plant Nutrition Colloquium, Boron Satellite Meeting 17-18 August 2013. Istanbul, Turkey.*