ผลของอัตราปลูกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วพุ่ม

Effects of Plant Density on Growth, Yield and Seed Quality of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.)

ชื่นจิต แก้วกัญญา[1*] อัครเดช แก้วเก็บคำ[1] และชยานันต์ ศรีสวัสดิ์[1]

Chunjit kaewkunya[1*], Akkaradeth Kaewkebkham[1] and Chayanan Srisawat[1]

Received: January 18, 2024
Revised: February 27, 2024
Accepted: March 1, 2024

Abstract: This research aimed to investigate the effect of plant densities on growth, yield and seed quality of cowpea cultivated in field condition under lateritic soil. The experiment was conducted at Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University Chalermphrakiat Sakonnakhon Province Campus, during August 2018 to March 2019. Randomized Complete Block Design (RCBD) with 4 replications was used as an experimental design. Treatments consisted of 3 plants densities (number of plants per hill): 1 plant per hill (4,800 plants per rai), 2 plants per hill (9,600 plants per rai) and 3 plants per hill (14,400 plants per rai), plant spacing at 75x50 cm. The results indicated that plant density had not significant effect on plant height of cowpea. However, statistically significant different ($P<0.05$) was found in leaf number per plant at 5 weeks after planting, which the planting rate of 1 plant per hill gave the highest average leave number (7.0 leave per plant). Planting rate at 3 plants per hill produced the highest average seed yield (166.7 kg/rai) with significantly different ($p<0.05$). In term of seed quality (physical and physiological characteristics), significant difference between the treatments was not found ($p>0.05$). This study concludes that the planting of cowpea at a rate of 3 plants per hill should be used for the cowpea production on lateritic soil, which gave the higher seed yield and seed quality.

Keywords: population density, seed yield, lateritic soil, cowpea

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัตราปลูกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วพุ่มที่ปลูกในดินลูกรังอันมีสภาพดินไร่ ดำเนินการทดลองที่คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 วางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 สิ่งทดลอง คือ อัตราปลูกที่ต่างกัน (จำนวนต้นต่อหลุม) ได้แก่ 1 ต้นต่อหลุม (4,800 ต้นต่อไร่) 2 ต้นต่อหลุม (9,600 ต้นต่อไร่) และ 3 ต้นต่อหลุม (14,400 ต้นต่อไร่) ระยะปลูก 75X50 เซนติเมตร ผลการทดลอง พบว่า อัตราปลูกไม่มีผลต่อความสูงต้นถั่วพุ่ม ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของอัตราปลูกต่อจำนวนใบเฉลี่ย ($p<0.05$) เมื่ออายุ 5 สัปดาห์ หลังปลูก อัตราปลูก 1 ต้นต่อหลุม มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด (7.0 ใบต่อต้น) อัตราปลูกที่ 3 ต้นต่อหลุม ให้ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยสูงสุด (166.7 กิโลกรัมต่อไร่) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

[1] ภาควิชาเกษตรและทรัพยากร คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 47000

[1] Department of Agriculture and Resources, Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University Chalermphakait Sakon Nakhon Province Campus, Muang district, Sakon Nakhon 47000

*Corresponding author: csncjk@ku.ac.th

ทางสถิติกับอัตราปลูกอื่น ๆ ($p<0.05$) ในด้านคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (ลักษณะทางกายภาพ และสรีรวิทยา) พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ($p>0.05$) จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า การปลูกถั่วพุ่มในสภาพดินลูกรังเพื่อให้ได้ผลผลิตเมล็ดที่สูงและเมล็ดพันธุ์คุณภาพดีควรใช้อัตราปลูกที่ 3 ต้นต่อหลุม

คำสำคัญ: ความหนาแน่นประชากร, ผลผลิตเมล็ด, ดินลูกรัง, ถั่วพุ่ม

คำนำ

ถั่วพุ่ม (Cowpea)(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) เป็นพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีนให้กับประชากรโลกในประเทศยากจนแถบเอเชีย แอฟริกา และอเมริกาใต้ เนื่องจากเมล็ดแห้งของถั่วพุ่มมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย แป้ง 28.3-36.2 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1.3-1.9 เปอร์เซ็นต์ เกลือแร่ 3.2-3.7 เปอร์เซ็นต์ เส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ 1.7-3.0 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนสูงถึง 22.5-25.6 เปอร์เซ็นต์ (Ginka *et al*., 2014) สามารถใช้ทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ได้ ถั่วพุ่มเป็นพืชที่ปลูกง่าย สามารถเจริญเติบโตได้ในดินเกือบทุกชนิดรวมถึงดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ทนแล้ง ปลูกได้ทั้งในสภาพไร่และสภาพนา (หลังการเก็บเกี่ยวข้าว) เป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้เอนกประสงค์ใช้บริโภคได้ทั้งฝักสดและเมล็ดแห้ง ส่วนของลำต้นและใบหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตฝักสดยังคงมีสีเขียวสดและมีโปนตีนสูง ใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดีโดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง (เมธา, 2533) ชื่นจิต และคณะ (2555) รายงานว่าถั่วพุ่มที่อายุ 75 วันหลังปลูก มีวัตถุแห้ง 89.41 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ 13.84 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย Neutral Detergent fiber (NDF) และ Acid Detergent fiber (ADF) เท่ากับ 43.60 และ 34.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังใช้เมล็ดเป็นอาหารข้นในการเลี้ยงสัตว์กระเพาะเดี่ยว เช่น สุกร สัตว์ปีก และสัตว์น้ำได้ เนื่องจากเมล็ดมีโปรตีนสูงจึงนำมาทดแทนโปรตีนจากสัตว์ที่ราคาแพง (Agza *et al*., 2012) ถั่วพุ่มยังมีประโยชน์ในด้านการปรับปรุงบำรุงดินโดยปลูกหมุนเวียนกับพืชหลัก เช่น ข้าวโพด และมันสำปะหลัง เป็นต้น โดยหว่านหรือโรยเมล็ดก่อนปลูกพืชหลักอย่างน้อย 45-60 วัน แล้วไถกลบ หรือปลูกแซมในระหว่างแถวพืชหลัก ถั่วพุ่มน้ำหนักสดประมาณ 1-4 ตันต่อไร่ ให้ธาตุไนโตรเจน 14.18 กิโลกรัมต่อไร่ การไถกลบถั่วพุ่มสามารถคืนธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ประมาณ 2.68 0.39 และ 2.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (เนตรนภา, 2562)

วิธีการปลูก เช่น ระยะปลูก และอัตราปลูก ตลอดจนวันปลูก เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของพืชชนิดต่างๆ ในส่วนของพืชตระกูลถั่วนั้น มีรายงานผลการศึกษาวิจัยทั้งใน และต่างประเทศ ซึ่งในประเทศ สุริยันต์ และคณะ (2557) ศึกษาผลของระยะปลูกและจำนวนต้นต่อหลุมของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่น MHS 17 พบว่า ในฤดูแล้งการปลูก 3 และ 4 ต้นต่อหลุม ให้ผลผลิตเมล็ดสูงกว่าจำนวน 2 ต้นต่อหลุม แต่ไม่พบอิทธิพลของระยะปลูกและจำนวนต้นต่อหลุมต่อน้ำหนัก 100 เมล็ด และชื่นจิต และคณะ (2565) ศึกษาผลของอัตราปลูกถั่วพร้าที่ปลูกในสภาพดินลูกรัง ภายในพื้นที่จังหวัดสกลนคร พบว่า อัตราปลูกที่ 3 ต้นต่อหลุม (14,400 ต้นต่อไร่) ให้ผลผลิตเมล็ดสูงสุด (368.19 กิโลกรัมต่อไร่) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราปลูก 1 และ 2 ต้นต่อหลุม ($p<0.05$) แต่ในด้านคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทางด้านกายภาพ (น้ำหนัก และขนาดเมล็ด) และทางด้านสรีรวิทยา (ความงอก ดัชนีการงอก ค่าเฉลี่ยวันที่ใช้งอก และน้ำหนักต้นกล้า) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ($p>0.05$) การศึกษาในต่างประเทศ Prusiński (2022) ศึกษาผลของระยะห่างแถวและจำนวนต้นต่อผลผลิตของถั่วปากอ้า (faba bean) ภายใต้สภาวะความชื้นที่แตกต่างกันมาก โดยใช้ระยะห่างแถว 2 ระยะ (16 และ 32 เซนติเมตร) และอัตราปลูก 3 อัตรา (45 60 และ 75 ต้นต่อตารางเมตร) ผลการศึกษา พบว่าระยะห่างแถวไม่มีผลต่อผลผลิตเมล็ด อัตราปลูกที่ 60 และ 75 ต้นต่อตารางเมตร

ให้ผลผลิตเมล็ดสูงใกล้เคียงกัน แตกต่างทางสถิติจากอัตรา 45 ต้นต่อตารางเมตร แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างแถวและอัตราปลูกต่อผลผลิตเมล็ด ระยะห่างแถว และอัตราปลูกไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด สำหรับในถั่วพุ่ม El Naim and Jabereldar (2010) ศึกษาผลของอัตราปลูก (4,800, 9,600, 14,400 และ 19,200 ต้นต่อไร่) และสายพันธุ์ (Buff, Haydood และ Eien Elgazal) ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเมล็ดถั่วพุ่มที่ปลูกในประเทศซูดาน พบว่า การเพิ่มอัตราปลูกความสูงต้นจะเพิ่มขึ้น แต่จำนวนใบต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบลดลง การเพิ่มอัตราปลูกทำให้ถั่วพุ่มมีผลผลิตเมล็ดต่อพื้นที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตามจำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักเมล็ด และดัชนีการเก็บเกี่ยวจะลดลงเมื่อเพิ่มจำนวนประชากรต่อพื้นที่ พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสายพันธุ์ และ Bisikwa *et al*. (2014) ศึกษาผลของอัตราปลูกต่อศักยภาพของถั่วพุ่มพันธุ์ท้องถิ่น และพันธุ์ดีเด่น ในภาคตะวันออกของประเทศยูกานดา (Uganda) ประกอบด้วย 3 สิ่งทดลอง คือ อัตราปลูก 11,851ต้นต่อไร่ ระยะปลูก 45x30 เซนติเมตร อัตรา 8,888 ต้นต่อไร่ ระยะปลูก 60x30 เซนติเมตร และอัตรา 7,111 ต้นต่อเฮกแตร์ ระยะปลูก 75x30 เซนติเมตร ผลการศึกษาสรุปว่าการเพิ่มอัตราปลูกจะเพิ่มผลผลิตเมล็ดถั่วพุ่มทั้งสองกลุ่ม โดยการปลูกในอัตราต่ำ กลาง และสูง สามารถให้ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย 140.16 148.48 และ 155.04 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

สำหรับประเทศไทยศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี (2543) รายงานวิธีการปลูกถั่วพุ่ม ซึ่งแบ่งตามลักษณะทรงพุ่ม โดยพันธุ์ที่มีลักษณะทรงพุ่มตั้ง ต้นค่อนข้างเล็ก ใช้ระยะปลูก 50x20 เซนติเมตร ปลูกแบบหยอด 2 ต้น/หลุม หรือโรยแถว ระยะแถว 50 เซนติเมตร โรยเมล็ดระยะห่างประมาณ 5 เซนติเมตร สำหรับพันธุ์ที่ทรงพุ่มเลื้อย หรือต้นใหญ่ ใช้ระยะปลูก 75x50 เซนติเมตร ปลูกแบบหยอด 2 ต้นต่อหลุม และสำหรับการปลูกเพื่อไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด ใช้ระยะ 30x30 เซนติเมตร หยอดเมล็ด 1 ต้นต่อหลุม หรือโรยตามร่องไถ ใช้เมล็ดประมาณ 5 กิโลกรัมต่อไร่ หรือการปลูกแบบหว่านจะใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 7-8 กิโลกรัมต่อไร่

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าวิธีการปลูกเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต ตลอดจนคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืช การจัดการวิธีการปลูกที่เหมาะสมนอกจากจะส่งผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตพืช แล้วยังส่งผลต่อความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ จากความสำคัญดังกล่าวจึงได้ศึกษาวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัตราปลูกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วพุ่มที่ปลูกในสภาพไร่ สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ใช้ถั่วพุ่มพันธุ์ KKU 264 R (เมล็ดแดง) เป็นสายพันธุ์ดีเด่นของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ทดลองปลูกพืชที่ฟาร์มพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสกลนคร ระหว่างเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2561-มีนาคม พ.ศ. 2562 ศึกษาการเจริญเติบโต และผลผลิตเมล็ดในสภาพไร่ซึ่งเป็นชุดดินโพนพิสัย (ดินลูกรังอันดับ Ultisols) และศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 3 สิ่งทดลอง ประกอบด้วย อัตราปลูกที่แตกต่างกัน 3 อัตรา คือ

สิ่งทดลองที่ 1 (T1) = 1 ต้น/หลุม (4,800 ต้นต่อไร่)

สิ่งทดลองที่ 2 (T2) = 2 ต้น/หลุม (9,600 ต้นต่อไร่)

สิ่งทดลองที่ 3 (T3) = 3 ต้น/หลุม (14,400 ต้นต่อไร่)

วิธีการปลูกและการจัดการ

เตรียมแปลงขนาด 2x3 เมตร ที่มีระยะห่างระหว่างแปลง 1.5 เมตร และระยะปลูกระหว่างแถวและหลุม 75x50 เซนติเมตร ปลูกโดยการหยอดเมล็ด 2-4 เมล็ดต่อหลุม หลังเมล็ดงอก 2 สัปดาห์ ถอนแยก

ให้ได้จำนวนต้นตามสิ่งทดลอง (1 2และ 3 ต้นต่อหลุม) ตามลำดับ ให้น้ำโดยใช้ระบบสปริงเกอร์สัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง ยกเว้นกรณีฝนตก การกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืชก่อนการใส่ปุ๋ยโดยใช้จอบถากแล้วใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปลูก 14 วัน และครั้งที่ 2 ใส่ 30 วัน หลังปลูก โดยวิธีการโรยข้างแถวพร้อมกลบโคนต้น การเก็บเกี่ยว หลังปลูกประมาณ 60-68 วัน ฝักถั่วพุ่มจะทยอยแก่และแห้ง (ฝักเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นเหลือง และสีน้ำตาล) โดยเก็บฝักที่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองใส่ถุงตาข่าย แล้วนำไปผึ่งไว้ในที่ร่ม 6-7 วัน หลังจากฝักแห้งนำไปกะเทาะเมล็ดด้วยมือ ทำความสะอาดเมล็ดชั่งน้ำหนักต่อแปลงและคำนวณเป็นน้ำหนักเมล็ดต่อไร่ แล้วนำเมล็ดที่ได้ในแต่ละแปลงภายหลังทำความสะอาดและลดความชื้นเรียบร้อยแล้วไปตรวจสอบคุณภาพในห้องปฏิบัติการต่อไป

การบันทึกข้อมูล

1. ความสูง โดยวัดความสูงของถั่วพุ่มจากผิวดินถึงส่วนที่สูงที่สุด โดยบันทึกข้อมูลทุกสัปดาห์จนถึงระยะออกดอก

2. จำนวนใบ โดยนับจำนวนใบต่อต้นทำการบันทึกข้อมูลทุกสัปดาห์ จนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต

3. จำนวนฝักต่อต้น ในระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตสุ่มนับจำนวนฝักต่อต้น จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย แล้วหาค่าเฉลี่ย

4. จำนวนเมล็ดต่อต่อฝัก สุ่มฝักแห้งที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงจำนวน 10 ฝักต่อแปลงย่อย แกะฝักเพื่อนับจำนวนเมล็ดต่อฝัก แล้วหาค่าเฉลี่ย

5. ผลผลิตเมล็ด (กิโลกรัมต่อไร่) ทยอยเก็บผลผลิตฝักแห้งทั้งแปลง ภายในพื้นที่ 6 ตารางเมตร และนำไปตากในร่มเพื่อลดความชื้น เมื่อฝักแห้งกะเทาะเมล็ดนำไปทำความสะอาดและชั่งน้ำหนักเมล็ดต่อแปลง และคำนวณเป็นผลผลิตเมล็ดต่อไร่

6. คุณภาพเมล็ดพันธุ์ นำเมล็ดถั่วพุ่มที่ได้แต่ละสิ่งทดลองตรวจสอบคุณภาพในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

6.1 คุณภาพทางด้านกายภาพของเมล็ดพันธุ์ ประกอบด้วย

1) ขนาด (ความกว้าง ความยาว และความหนา) ใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดเมล็ด จำนวน 20 เมล็ด จำนวน 4 ซ้ำ

2) น้ำหนักเมล็ด ใช้เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง ชั่งเมล็ดจำนวน 100 เมล็ด 4 ซ้ำ

6.2 คุณภาพทางสรีรวิทยา โดยการประเมินความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่สำคัญ 5 ลักษณะ ประกอบด้วย

1) ความงอกมาตรฐาน

โดยนำเมล็ดถั่วพุ่มได้จากการปลูกในสภาพไร่เพาะในกล่องเพาะเมล็ดที่บรรจุทรายที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อ จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด วางไว้ในสภาพอุณหภูมิห้อง ประเมินความงอกครั้งแรกเมื่ออายุ 7 วัน และประเมินความงอกครั้งสุดท้าย เมื่ออายุ 10 วัน (ISTA, 2017) เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกจากสูตร

$$\text{ความงอกของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)} = \left\{ \frac{\text{จำนวนของเมล็ดที่งอก}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}} \right\} \times 100$$

2) ดัชนีการงอก (germination index; GI) โดยเพาะเมล็ดเช่นเดียวกันกับการทดสอบความงอก ตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติทุกวันหลังเพาะจนสิ้นสุดการทดลองแล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณจากสูตร (AOSA, 1983)

$$\text{ดัชนีการงอกของเมล็ด} = \text{ผลรวม} \left\{ \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะเมล็ด}} \right\}$$

3) ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้ในการงอก (mean germination time; MGT) (Ghiyasi *et al*., 2008) โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้งอก (วัน)} = \text{ผลรวม} \left\{ \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอก} \times \text{จำนวนวันที่นับ}}{\text{ผลรวมของเมล็ดทั้งหมดที่งอก}} \right\}$$

4) ความสูงต้นกล้า วัดความสูงต้นจากโคนต้นระดับผิวดินถึงปลายยอดของต้นกล้าปกติที่อายุ 7 วัน คำนวณความสูงของต้นกล้าเฉลี่ย จากสูตร

$$\text{ความสูงต้นกล้าเฉลี่ย (เซนติเมตร)} = \frac{\text{ผลรวมความสูงของต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}$$

5) น้ำหนักต้นกล้า (น้ำหนักสดและแห้ง) ชั่ง 10 ต้น แล้วหาค่าเฉลี่ย) โดยตัดต้นกล้าปกติที่ระดับคอดินที่อายุ 7 วัน แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (AOSA, 1983) และคำนวณน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเฉลี่ย จากสูตร

$$\text{น้ำหนักแห้งต้นกล้าต่อต้น (มิลลิกรัม)} = \frac{\text{ผลรวมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยโปรแกรมสำเร็จรูป (Statistix 8.0)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1.การเจริญเติบโต

ผลของอัตราปลูกต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูง และจำนวนใบต่อต้นของถั่วพุ่มที่ระยะเวลาต่าง ๆ ซึ่งเห็นได้ว่าไม่พบอิทธิพลของอัตราปลูกต่อความสูงต้น ($p>0.05$) โดยมีความสูงเฉลี่ย 23.4 27.3 และ 31.8 เซนติเมตร สำหรับที่อายุ 3 4 และ 5 สัปดาห์ หลังปลูก ตามลำดับ (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากการปลูกทั้ง 3 อัตรา ใช้ระยะปลูกที่เท่ากันคือ ระยะระหว่างแถวและระหว่างหลุมที่ 75x50 เซนติเมตร และได้รับปัจจัยต่างๆ ในปริมาณที่เท่ากันและเพียงพอสำหรับจำนวนใบในช่วงแรกของการเจริญเติบโตคือที่อายุ 3 และ 4 สัปดาห์ หลังปลูก ถั่วพุ่มที่ปลูกด้วยอัตราแตกต่างกันมีจำนวนใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (เฉลี่ย 1.8 และ 3.4 ใบต่อต้น) แต่ที่อายุมากขึ้น 5 สัปดาห์หลังปลูก การปลูกที่อัตรา 1 ต้นต่อหลุม ส่งผลให้ถั่วพุ่มมีจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด (7.0 ใบต่อต้น) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราปลูก 2 และ 3 ต้นต่อหลุม ที่มีจำนวนใบใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพืชมีอายุมากขึ้นอัตราปลูกที่ต่ำ (1 ต้นต่อหลุม) ได้รับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตเต็มที่ไม่มีการแข่งขันจึงมีการเจริญเติบโตดีกว่า ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ ชื่นจิต และคณะ (2565) ที่ศึกษาผลของอัตราปลูกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วพร้า ซึ่งพบว่าอัตราปลูกไม่มีผลต่อความสูงต้นของถั่วพร้า และเมื่ออายุมากขึ้นอัตราปลูก 1 ต้นต่อหลุม ทำให้ถั่วพุ่มมีจำนวนใบสูงกว่าอัตรา 2 และ 3 ต้นต่อหลุม แต่ขัดแย้งกับรายงานวิจัยของ El Naim and Jabereldar (2010) ศึกษาผลของอัตราปลูก (4,800, 9,600, 14,400 และ 19,200 ต้นต่อไร่) และสายพันธุ์ (Buff, Haydood และ Eien Elgazal) ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเมล็ดถั่วพุ่มที่ปลูกในประเทศซูดาน พบว่า การเพิ่มอัตราปลูกความสูงต้นจะเพิ่มขึ้น แต่จำนวนใบต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบลดลง

Table 1 Effect of plant densities (plants per hill) on plant height and leaf number of cowpea at 3, 4 and 5 weeks after planting.

Plant densities	Plant height (cm.)			Leave number (leaves per plant)		
	3 WAP	4 WAP	7 WAP	3 WAP	4 WAP	5 WAP
1 plant/hill (4,800 plants/rai)	22.2	27.7	30.4	1.7	3.7	7.0 a
2 plants/hill (9,600 plants/rai)	23.6	27.8	32.2	1.7	3.5	5.1 b
3 plants/hill (14,400 plants/rai)	24.4	26.4	32.9	1.9	3.2	5.3 b

Table 1 (continued).

Plant densities	Plant height (cm.)			Leave number (leaves per plant)		
	3 WAP	4 WAP	7 WAP	3 WAP	4 WAP	5 WAP
Mean	23.4	27.3	31.8	1.8	3.4	5.8
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	5.3	5.6	9.5	10.1	12.0	12.6

ns= non-statistically significant difference, * statically significant difference at p<0.05
Means within the same column followed by a common letter are not significant different at 5 % level by LSD.

2. องค์ประกอบผลผลิตบางประการ และผลผลิตเมล็ด

จากการศึกษาองค์ประกอบผลผลิตบางประการของถั่วพุ่มจาก (Table 2) พบว่า การปลูกที่อัตรา 1 ต้นต่อหลุม ทำให้มีจำนวนฝักต่อเฉลี่ยต้นสูงสุด (12.4 ฝักต่อต้น) แตกต่างทางสถิติกับการปลูกที่อัตรา 2 และ 3 ต้นต่อหลุม ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการได้รับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น น้ำ ธาตุอาหาร อากาศ และแสงอย่างเต็มที่ไม่มีการแก่งแย่งจากต้นอื่นๆ อย่างไรก็ตามถั่วพุ่มที่ปลูกทั้ง 3 อัตรา มีจำนวนเมล็ดต่อฝักไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือมีค่าเฉลี่ย 9.4 เมล็ดต่อฝัก ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยนี้ถูกควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ชื่นจิต และคณะ (2565) ที่ศึกษาผลของอัตราปลูกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วพร้า ซึ่งพบว่าอัตราปลูกที่ต่ำ ถั่วพร้าจะมีจำนวนฝักต่อต้นสูงสุด แต่อัตราปลูกไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝัก และสอดคล้องกับรายงานของ El Naim and Jabereldar (2010) ศึกษาผลของอัตราปลูก (4,800, 9,600, 14,400 และ 19,200 ต้นต่อไร่) และสายพันธุ์ (Buff, Haydood และ Eien Elgazal) ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเมล็ดถั่วพุ่มที่ปลูกในประเทศซูดาน พบว่า จำนวนฝักต่อต้นจะลดลงเมื่อเพิ่มจำนวนประชากรต่อพื้นที่

เมื่อพิจารณาในส่วนของผลผลิตเมล็ดพบว่า การปลูกที่อัตรา 3 ต้นต่อหลุม ให้ผลิตสูงสุด คือ 166.7 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราปลูก 1 และ 2 ต้นต่อหลุม ซึ่งให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน (Table 2) ทั้งนี้เนื่องจากความหนาแน่นของประชากรพืชมีผลต่อการเพิ่มหรือลดผลผลิตเมล็ด การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของนักวิจัยหลายท่าน ได้แก่ สุริยันต์ และคณะ (2557) ที่พบว่าการปลูกถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่น MHS17 ที่อัตรา 3 และ 4 ต้นต่อหลุม จะให้ผลผลิตเมล็ดสูงกว่าการปลูกจำนวน 2 ต้นต่อหลุม ชื่นจิต และคณะ (2565) ศึกษาผลของอัตราปลูกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วพร้า พบว่า การปลูกถั่วพร้าในสภาพดินลูกรังด้วยอัตรา 3 ต้นต่อ/หลุม ให้ผลผลิตเมล็ดสูงกว่าอัตราปลูก 1 และ 2 ต้นต่อหลุม El Naim and Jabereldar (2010) ศึกษาผลของอัตราปลูก (4,800, 9,600, 14,400 และ 19,200 ต้นต่อไร่) และสายพันธุ์ (Buff, Haydood และ Eien Elgazal) ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเมล็ดถั่วพุ่ม ที่ปลูกในประเทศซูดาน พบว่า ผลผลิตเมล็ดจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนประชากรต่อพื้นที่ แต่ไม่พบผลของอัตราปลูกต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วพุ่มทั้ง 3 สายพันธุ์ และ Bisikwa *et al*. (2014) ศึกษาผลของอัตราปลูกต่อศักยภาพของถั่วพุ่มพันธุ์ท้องถิ่น และพันธุ์ดีเด่นในภาคตะวันออกของประเทศยูกันดา (Uganda) ผลการศึกษาสรุปว่า การเพิ่มอัตราปลูกจะเพิ่มผลผลิตเมล็ดถั่วพุ่มทั้งสองกลุ่ม

Table 2 Effect of plant densities (plants per hill) on some yield components and seed yield of cowpea.

Plant densities (plant/hill)	Pod per plant	Seed per pod	Seed yield (kg/rai)
1 plant/hill (4,800 plants/rai)	12.4 a	9.4	129.3 b
2 plants/hill (9,600 plants/rai)	9.4 b	9.0	132.5 b
3 plants/hill (14,400 plants/rai)	6.7 c	9.8	166.7 a
Mean	9.5	9.4	142.8
F-test	**	ns	*
C.V. (%)	13.1	9.0	9.3

ns= non-statistically significant difference, *= statically significant difference at p<0.05, **= statically significant difference at p<0.01; Means within the same column followed by a common letter are not significant different at 5 % level by LSD.

ผลผลิตเมล็ดถั่วพุ่มที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ (เฉลี่ย 142.8 กิโลกรัมต่อไร่ และสูงสุด 166.7 กิโลกรัมต่อไร่) ซึ่งผลผลิตที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้น้อยกว่าการรายงานของ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี (2543) ซึ่งถั่วพุ่มสายพันธุ์ KKU 264 R ปลูกในชุดดินวารินให้ผลผลิตเมล็ดแห้งระหว่าง 180-200 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้เนื่องจากปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันโดยเฉพาะสภาพดินซึ่งการศึกษาครั้งนี้ปลูกในดินลูกรังซึ่งมีหน้าดินตื้น (ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ) ถึงแม้ว่าอัตราปลูก 1 ต้นต่อหลุม จะมีองค์ประกอบผลผลิตในส่วนของจำนวนฝักต่อต้นสูงสุด (12.4 ฝักต่อต้น) แต่ให้ผลผลิตเมล็ดต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพิจารณาถึงจำนวนต้นต่อพื้นที่จะมีจำนวนต้นต่อพื้นที่น้อยกว่าการปลูกด้วยอัตราปลูกที่สูงกว่า

3.คุณภาพเมล็ดพันธุ์

จากผลการทดลอง พบว่า ไม่พบอิทธิพลของอัตราปลูกต่อน้ำหนักเมล็ด โดยการปลูกทั้ง 3 อัตรา ทำให้ถั่วพุ่มมีน้ำหนักเมล็ดใกล้เคียงกัน คือเฉลี่ย 23.4 กรัมต่อ 100 เมล็ด ในขณะที่ขนาดเมล็ด (ความกว้าง ยาว และหนา) ให้ผลจะสอดคล้องกับน้ำหนักเมล็ด โดยอัตราปลูกทั้ง 3 อัตรา ไม่มีผลต่อขนาดเมล็ดถั่วพุ่ม ($p>0.05$) โดยเมล็ดมีความกว้าง ความยาว และความหนา อยู่ในช่วงระหว่าง 5.1– 5.6 8.6– 9.7 และ 3.5– 4.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 3) สอดคล้องกับการรายงานของ สุริยันต์ (2557) ที่พบว่า การปลูกถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่น MHS17 ด้วยอัตรา 2 3 และ 4 ต้นต่อหลุม ไม่ทำให้ถั่วเหลืองมีน้ำหนัก 100 เมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ (เฉลี่ย 13.6 กรัมต่อ 100 เมล็ด) นอกจากนี้ ชื่นจิต และคณะ (2565) ที่ศึกษาผลของอัตราปลูกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วพร้า พบว่า อัตราปลูกไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนัก และขนาดเมล็ดพันธุ์ถั่วพร้าที่ปลูกในสภาพดินลูกรัง ภายในพื้นที่จังหวัดสกลนคร และ Prusiński (2022) ที่ศึกษาผลของระยะห่างระหว่างแถวและจำนวนต้นต่อผลผลิตของถั่วปากอ้า (faba bean) ภายใต้สภาพที่มีความชื้นแตกต่างกันมาก โดยใช้ระยะห่างระหว่างแถว 2 ระยะ (16 และ 32 เซนติเมตร) และอัตราปลูก 3 อัตรา (45 60 และ 75 ต้นต่อตารางเมตร) ซึ่งพบว่า อัตราปลูกไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด

ในส่วนของคุณภาพทางด้านสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งประกอบไปด้วยความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก ค่าเฉลี่ยวันที่ใช้งอก ความสูง และน้ำหนักต้นกล้า พบว่า อัตราปลูกไม่มีอิทธิพลต่อคุณภาพดังกล่าว โดยมีความงอกเฉลี่ย 86.7 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีการงอกเฉลี่ย 12.2 และค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ใช้งอกเฉลี่ย 4.1 วัน โดยต้นกล้าของถั่วพุ่มมีความสูงเฉลี่ย 19.0 เซนติเมตร และมีน้ำหนักน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.36 และ 0.08 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (Table 4) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอัตราปลูกทั้ง 3 อัตรา (1 2 และ 3 ต้นต่อหลุม) สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีอาหารสะสมเพียงพอที่จะทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพทางด้านสรีรวิทยาไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการรายของชื่นจิต และคณะ (2565) ที่พบว่า อัตราปลูกไม่มีผลต่อคุณภาพทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ถั่วพร้า และจากการศึกษาของ Vujakovic *et al*. (2014) ที่ศึกษาอิทธิพลของอัตราปลูกและสายพันธุ์ต่อคุณภาพเมล็ดและผลผลิตเมล็ดเรพซีด (*Brassica napus* L.) พบว่าไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดต่อสายพันธุ์ และอัตราปลูก

Table 3 Effect of plant densities (plants per hill) on seed weight and seed size of cowpea seed.

Plant densities (plant/hill)	100 Seed weight (gram)	Seed size (mm.)		
		Width	Length	Thickness
1 plant/hill (4,800 plants/rai)	24.8	5.6	9.7	4.1
2 plants/hill (9,600 plants/rai)	22.3	5.1	8.6	3.5
3 plants/hill (14,400 plants/rai)	23.0	5.3	8.9	3.9
Mean	23.4	5.3	9.1	3.9
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.0	6.4	7.1	5.2

ns= non-statistically significant difference

Table 4 Effect of plant densities (plants per hill) on physiological qualities of cowpea seed.

Plant densities (plant/hill)	Seed germination (%)	Germination index ; GI	Mean germination time (day)	Shoot length (cm)	Seedling weight (gram/plant)	
					Fresh	Dry
1 plant/hill (4,800 plants/rai)	86.0	12.1	4.2	19.5	1.38	0.08
2 plants/hill (9,600 plants/rai)	84.0	11.0	4.4	18.3	1.35	0.07
3 plants/hill (14,400 plants/rai)	90.0	13.6	3.9	19.2	1.37	0.09
Mean	86.7	12.2	4.1	19.0	1.36	0.08
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	5.6	12.4	10.9	6.0	6.3	13.1

ns= non-statistically significant difference

สรุป

การปลูกถั่วพุ่มสายพันธุ์ KKU 264 R ในสภาพดินลูกรัง ภายใต้สภาพแวดล้อมจังหวัดสกลนคร ด้วยอัตราปลูก (จำนวนต้นต่อหลุม) ที่แตกต่างกัน คือ 1 2 และ 3 ต้นต่อหลุม ทำให้ถั่วพุ่มมีความสูงต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การปลูกที่จำนวน 1 ต้นต่อหลุม ทำให้ถั่วพุ่มมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด ทั้งนี้การปลูกที่ 3 ต้นต่อหลุม ทำให้ถั่วพุ่มมีผลผลิตเมล็ดสูงสุด (166.7 กิโลกรัมต่อไร่) แม้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ทั้งทางด้านกายภาพ (น้ำหนัก และขนาดเมล็ด) และด้านสรีรวิทยา (ความงอกมาตรฐาน ดัชนีการงอก ค่าเฉลี่ยวันที่ใช้งอก ความสูง และน้ำหนักต้นกล้า) ระหว่างอัตราปลูกที่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

การปลูกถั่วพุ่มในสภาพดินลูกรัง ภายใต้สภาพแวดล้อมจังหวัดสกลนคร เพื่อให้ได้ผลผลิตเมล็ดที่สูงและเมล็ดพันธุ์คุณภาพดีควรปลูกในอัตรา

3 ต้นต่อหลุม (14,400 ต้นต่อไร่) อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาจำนวนต้นต่อหลุม โดยใช้ระยะปลูกที่เท่ากัน คือ ระยะห่างระหว่างแถวและระหว่างหลุม 75x50 เซนติเมตร เท่านั้น จึงควรมีการศึกษาระยะปลูกทั้งระยะห่างระหว่างต้น ระยะห่างระหว่างแถวกับการศึกษาอัตราปลูก (จำนวนต้นต่อหลุม) ควบคู่กันไปเพื่อเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ชื่นจิต แก้วกัญญา, ปนัดดา ประสาทชัย และอมรรัตน์ อุปพงศ์. 2555. ศักยภาพของถั่วเขตร้อนเพื่อเป็นอาหารสัตว์คุณภาพดีและการปรับปรุงบำรุงดินลูกรัง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 43 (พิเศษ 2): 585-588.

ชื่นจิต แก้วกัญญา, เครือฟ้า คนหมั่น และรัตติยา สารโภคา. 2565. ผลของอัตราปลูกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของถั่วพร้า. หน้า 151-156 *ใน* : การประชุมวิชาการนวัตกรรมเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา.

เนตรนภา อินสลุด. 2562. การปลูกพืชบำรุงดิน. โครงการแนวทางการยกระดับการผลิตและการเพิ่มมูลค่าผลผลิตข้าวและกัญชงบนพื้นที่สูง.ภายใต้โครงการบริการวิชาการในลักษณะโครงการ (Project base) เพื่อบูรณาการยุทธศาสตร์. คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 7 หน้า.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ฟันนี่พับบลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ. 473 หน้า

ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี. 2543. ถั่วพุ่ม. โรงพิมพ์ศิริธรรมออฟเซ็ท อุบลฯ, อุบลราชธานี. 39 หน้า.

สุริยนต์ ดีดเหล็ก, มณเทียน แสนดะหมื่น, กัญญารัตน์ สุวรรณ และรัชนี โสภา. 2557. ผลของระยะปลูกและจำนวนต้นต่อหลุมของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่น MHS17 ในแหล่งปลูกจังหวัดแม่ฮ่องสอน. คลังผลงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/research/attachment.php?adi=2332 (6 กรกฎาคม 2561).

Agza B., B. Kasa., S. Zewdu., E. Aklilu and F. Alemu. 2012. Animal feed potential and adaptability of some cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties in North West lowlands of Ethiopia. Wudpecker Journal of Agricultural Research 1(11): 478-483.

Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed Vigor Testing Handbook. 1st Edition, AOSA, East Lasing, 88 p.

Bisikwa, J., R. Kawooya., J.M. Ssebuliba., S.P. Ddungu., M.Biruma and D.K. Okello. 2014. Effect of plant density on the performance of local and elite cowpea (*Vigna unguiculata* L. (Walp)) varieties in Eastern Uganda. African Journal of Applied Agricultural Sciences and Technologies (Online) 1 (1): 28-41.

El Naim, A.M. and A..A. Jabereldar. 2010. Effect of plant density and cultivar on growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). Australian Journal of Basic and Applied Sciences 4(8): 3148-3152.

Ghiyasi, M., M.R. Zardoshty and A.F. Mogadam. 2008. Effect of osmo priming on germination and seedling growth of corn (*Zea mays* L.) seeds. Research Journal of Biological Science 3(7): 779-782.

Ginka A. A., D.S. Tsvetelina and M.I. Marin. 2014. Proximate and lipid composition of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) cultivated in Bulgaria. Journal of Food Composition and Analysis 33 (2): 146–152.

ISTA. 2017. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association. Bassesdorf, Switzerland. Available Source : https://www.seedtest.org/en/home.html (February 10, 2019).

Prusiński, J. 2022. Effect of row spacing and plant density on the yield of *Faba bean* L. under vary differentiated humidity conditions. Journal of Agricultural Science 14 (1): 1-10.

Vujakovic, M., A.M. Jeromela, D. Jovicic, N. Jakovljevic, R. marinkovic, N. jakovljevic and S.M. Stanisic. 2014. Effects of plant density on seed quality and yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal on Processing and Energy in Agriculture 18(2): 73-76.