อิทธิพลของความหนาแน่นต้นต่อการเจริญเติบโตของบักวีต ที่ปลูกในช่วงเวลาแตกต่างกัน

พีรพันธ์ ทองเปลว

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชไร่
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564

อิทธิพลของความหนาแน่นต้นต่อการเจริญเติบโตของบักวีต ที่ปลูกในช่วงเวลาแตกต่างกัน

พีรพันธ์ ทองเปลว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชไร่
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

อิทธิพลของความหนาแน่นต้นต่อการเจริญเติบโตของบักวีต
ที่ปลูกในช่วงเวลาแตกต่างกัน

พีรพันธ์ ทองเปลว

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชไร่

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรนภา อินสลุด)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชญ์ภาส สังพาลี)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา วิรุญรัตน์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรนภา อินสลุด)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รองอธิการบดี ปฏิบัติการแทน
อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง อิทธิพลของความหนาแน่นต้นต่อการเจริญเติบโตของบักวีต ที่ปลูกในช่วงเวลาแตกต่างกัน
ชื่อผู้เขียน นายพีรพันธ์ ทองเปลว
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรนภา อินสลุด

บทคัดย่อ

บักวีต (Buckwheat; *Fagopyrum esculentum* Moench) เป็นธัญพืชเทียมที่มีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่น สามารถเจริญเติบโตในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ดินต่ำ นอกจากการใช้เมล็ดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง บักวีตยังใช้เป็นพืชบำรุงดินที่สามารถดูดสะสมฟอสฟอรัสในต้นและคืนสู่ดินได้เมื่อย่อยสลายหลังการไถกลบ การปลูกบักวีตเป็นพืชบำรุงดินในประเทศไทยที่มีปัจจัยการผลิตจำกัดที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงฤดูกาลปลูก ส่งผลให้การเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพต่างกัน การกำหนดประชากรหรือจำนวนต้นให้เหมาะสมกับปัจจัยผลิตที่มีในพื้นที่จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาให้มีความเหมาะสมกับบักวีตแต่ละสายพันธุ์ ในแต่ละช่วงปลูก ดังนั้นการศึกษานี้จึงประกอบไปด้วย การศึกษาเบื้องต้นที่เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์บักวีตที่ใช้ในการศึกษา และมีการเก็บข้อมูลคุณสมบัติดินและสภาพอากาศระหว่างการดำเนินการศึกษาทดลองเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทดลอง และการทดลอง 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการเจริญเติบโตของบักวีตต่างสายพันธุ์เมื่อปลูกด้วยความหนาแน่นต้นที่ต่างกันภายใต้ช่วงเวลาปลูกที่แตกต่างกัน โดยศึกษาในบักวีต 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ Taiwan 01, Taiwan 03, Taiwan 03 และ Taiwan 16 ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100, 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ปลูกศึกษาในวงบ่อซีเมนต์บรรจุดิน สภาพโรงเรือนทดลอง ระหว่างช่วงเดือน ก.ค.–ก.ย. 2562 และช่วงเดือน พ.ย. 2562 – ม.ค. 2563 และ การทดลองที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพของบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน โดยศึกษาบักวีตที่ปลูกด้วยสภาพความหนาแน่นต้น 100, 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ทำการปลูกศึกษาในกระถาง สภาพโรงเรือนทดลอง ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่าเมล็ดบักวีตทั้ง 4 สายพันธุ์มีคุณภาพดี โดยเฉพาะความงอกที่มีมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ สำหรับดินมีความอุดมสมบูรณ์ดินปานกลาง และสภาพอากาศระหว่างการปลูกช่วงเดือน ก.ค.-ก.ย. 2562 มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 31.0 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 77.8 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การปลูกช่วงเดือน พ.ย. 2562 – ม.ค. 2563 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.5 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 73.3

เปอร์เซ็นต์ สำหรับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ย 703.2-727.5 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อนาที ซึ่งการเจริญเติบโตของบักวีตแตกต่างกันไปตามช่วงเวลาการปลูก ทั้งลักษณะมวลชีวภาพต่อต้น และมวลชีวภาพต่อพื้นที่ บักวีตทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในเดือน พ.ย. 2562 – ม.ค. 2563 มีค่ามวลชีวภาพสูงกว่าการปลูกในเดือน ก.ค. – ก.ย. 2562 อย่างไรก็ตามการปลูกบักวีตในช่วงดังกล่าว มีการสร้างมวลชีวภาพของทุกสายพันธุ์สูงที่สุดเมื่อปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร ในขณะที่บักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร มีมวลชีวภาพต่อต้นเพียง 25-30 เปอร์เซ็นต์ ของต้นที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร สำหรับการปลูกบักวีตในเดือน พ.ย. 2562 – ม.ค. 2563 นั้น บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นตารางเมตร มีมวลชีวภาพต่อต้นสูงกว่าสายพันธุ์อื่นถึง 20-30 เปอร์เซ็นต์ และเช่นเดียวกันการสร้างมวลชีวภาพต่อพื้นที่ของบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีค่าสูงกว่าแตกต่างจากสายพันธุ์อื่นที่ปลูกในสภาพเดียวกันถึง 20-33 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สายพันธุ์อื่นสร้างมวลชีวภาพต่อพื้นที่ได้เท่ากันแม้ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้นที่ต่างกัน สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตกับการสร้างมวลชีวภาพของบักวีต พบว่าเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงต้นเพิ่มขึ้น การสร้างมวลชีวภาพจะสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสามารถใช้อธิบายมวลชีวภาพต่อต้นและต่อพื้นที่จะได้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ในบักวีตที่ปลูกทั้ง 3 สภาพความหนาแน่นต้นและทั้งสองช่วงการปลูก จากผลการศึกษาดังกล่าวทำให้เห็นว่าบักวีตทุกสายพันธุ์สร้างมวลชีวภาพสูงเมื่อปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร ในทั้งสองช่วงการปลูก ทั้งนี้ควรพิจารณาเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมในการปลูกในช่วงเดือน พ.ย.– ม.ค. โดยเฉพาะบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร เพื่อทำให้ได้มวลชีวภาพสูงที่สุด และลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงต้นของบักวีตเป็นตัวชี้วัดที่ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณมวลชีวภาพของบักวีตได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : บักวีต, ความหนาแน่นต้น, การเจริญเติบโต, มวลชีวภาพ, ช่วงเวลาการปลูก

Title INFLUENCE OF PLANT DENSITY ON GROWTH OF BUCKWHEAT (*Fagopyrum esculentum* Moench) UNDER DIFFERENT PLANTING DATES

Author Mr. Pheeraphan Thongplew

Degree Master of Science in Agronomy

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr. Nednapa Insalud

ABSTRACT

Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) is a pseudocereals originated from temperate zone and can persist in the area with low soil fertility. Not only being used as highly nutritious food, but buckwheat is also used as green manure crop highly capable of acquiring and accumulating phosphorus, which can then be returned to soil while breaking down after ploughing. Growing buckwheat as a green manure crop in Thailand with limited inputs, which can be variable for each growing season, can affect growth and biomass production. Defining an appropriate plant density for the amount of inputs available in each growing area for each variety and season is necessary for further recommendation of buckwheat as a green manure. This study focused on establishing basic knowledge on different factors affecting growth of buckwheat under the context of Thailand. This works is composed of 3 parts, a preliminary test and two experiments. A preliminary test was conducted to evaluate basic buckwheat seed quality, soil property, and weather conditions during the course of the experiment. Experiment 1 evaluated growth of different varieties of buckwheat under different planting density and growing period. In this experiment, four buckwheat varieties, which included Taiwan 01, Taiwan 02, Taiwan 03, and Taiwan 16 were planted in a circular cement pot at 100, 200 and 300 plants/m^2 under a greenhouse condition during two planting date which were July-September 2019 and November 2019-January 2020. Experiment 2 was conducted to assessed the relationship between growth parameters and biomass production under different planting density. Buckwheat were planted in a plastic pot at 100, 200 and 300 plants/m^2 under

a greenhouse condition. Result of the preliminary test indicated that seeds of every variety had overall good quality with germination rate of over 90%. Soil used for planting were moderately fertile. The average temperature, relative humidity and solar radiation during July-September 2019 were 31.0°C, 77.8% and 727.5 W/m^2/m, respectively and for November 2019-January 2020, the respective values were 25.5°C, 73.3 % and 727.5 W/m^2/minute. Experiment 1 showed that buckwheat growth was variable with growing periods whether being expressed as biomass per plant or biomass per unit area. All buckwheat varieties grown during November 2019-January 2020 had higher biomass than those grown during July-September 2019. When grown during July-September 2019, all varieties yielded higher biomass when planted at 100 plants/m^2, whereby at this density there were a 3.3 folds and a 5 folds increases in biomass compared to those planted at 200 and 300 plants/m^2, respectively. For buckwheat grown during November 2019-January 2020, there were no differences of biomass productions among planting densities for all varieties except for Taiwan 16 where planting at 100 plants/m^2 resulted in 20-30% higher biomass than other varieties. Regarding relationship between growth parameter and biomass production of buckwheat, it was found that when stem diameter and height increased, biomass also increased. Stem diameter and height could explain more than 70% of biomass per plant or per unit area of buckwheat planted in all densities for both planting dates. In conclusion, all buckwheat varieties yielded higher biomass when planted at 100 plants/m^2 regardless of planting date. Selecting appropriate varieties was important when consider growing buckwheat during November-January season. During this season, Taiwan 16 was recommended for planting at 100 plants/m^2 in order to obtain the highest biomass production. In addition, stem diameter and height of buckwheat could be used as an index for biomass prediction.

Keywords : Buckwheat, Plant density, Growths, Biomass, Planting dates

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นผลงานที่ผู้วิจัยได้ทุ่มเทความตั้งใจ วิริยะ อุตสาหะ สติปัญญา กำลังกายและกำลังใจ จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์ คำแนะนำกรุณาชี้แนะและช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรนภา อินสลุด อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชญ์ภาส สังพาลี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา วิรุณรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ รวมถึง รองศาสตราจารย์ ดร.ชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย ผู้ทรงคุณวุฒิสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้สละเวลาอันมีค่า กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และคำปรึกษาตลอดจนให้ความดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงกราบขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาพืชไร่ ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ทางด้านพืชไร่ และศาสตร์วิชาความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนองค์ความรู้อันเป็นประโยชน์ยิ่งแด่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผอ.ศิวะพงศ์ นฤบาล ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ที่อนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์บักวีตที่ใช้ในการทดลอง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.จุฑามาศ อาจนาเสียว ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาและตรวจทานบทคัดย่อภาษาอังกฤษให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอกราบขอบพระคุณ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนทุน “ทุนศิษย์ก้นกุฏิ” และทุนสนับสนุนในการตีพิมพ์เผยแพร่งานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณมูลนิธิเอสซีจี ที่สนับสนุนทุนการศึกษา “SCG Foundation Sharing the Dream” ที่มอบโอกาสทางการศึกษาในระดับอุดมศึกษา และการพัฒนาตนเองจากกิจกรรมที่ทางมูลนิธิให้การสนับสนุน

ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวทองเปลว และครอบครัวภู่สุวรรณ ที่ให้การเลี้ยงดูอบรมส่งเสริมการศึกษา เป็นกำลังใจที่ดี ให้การสนับสนุนทั้งในด้านการเรียนและการดำเนินชีวิต ให้คำปรึกษาที่ดีแก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณพี่ ๆ ปริญญาโท และปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต และวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ ที่คอยชี้แนะ ให้คำปรึกษา ตลอดจนแนวทางในการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาจนประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ แม่โจ้รุ่นที่ 82 (หลักสูตร 2 ปี และ 4 ปี) และรุ่นที่ 83 (หลักสูตร 2 ปี) ที่สนับสนุน ช่วยเหลือ ในการดำเนินการทดลอง การเก็บบันทึกข้อมูลจนเสร็จสิ้นการทำวิจัย

พีรพันธ์ ทองเปลว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
สารบัญ ..... ซ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 1
วัตถุประสงค์ 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
ขอบเขตการศึกษา 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร 4
ถิ่นกำเนิด การแพร่กระจายพันธุ์และการจำแนกบักวีต 4
พฤกษศาสตร์ของบักวีต 5
ประโยชน์ของบักวีต 6
การเจริญเติบโตของบักวีตและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 8
การจัดการเขตกรรมของบักวีต 12
ระยะปลูกและความหนาแน่นของต้นพืช 15
ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นต้นและการสร้างมวลชีวภาพ 18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 20
สถานที่ทำการศึกษา 20
ระยะเวลาในการศึกษา 20

วัสดุอุปกรณ์ 20
วิธีการศึกษา 22
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 30
ผลการศึกษาเบื้องต้น (Preliminary Study) 30
การทดลองที่ 1 ศึกษาการเจริญเติบโตของบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่ปลูกภายใต้สภาพ ความหนาแน่นต้นต่างกันในช่วงเวลาปลูกที่แตกต่างกัน 36
วิจารณ์ผลการทดลองที่ 1 86
การทดลองที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพ ของบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 88
วิจารณ์ผลการทดลองที่ 2 92
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 95
บรรณานุกรม 96
ภาคผนวก 109
ประวัติผู้วิจัย 123

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ระยะการเจริญเติบโตของบักวีตและลักษณะที่ปรากฏในแต่ละระยะการเจริญเติบโต..... 9

ตารางที่ 2 กรรมวิธีในการเคลือบเมล็ด..... 24

ตารางที่ 3 อัตราเมล็ดพันธุ์และจำนวนต้นของบักวีตที่ใช้ในการศึกษา..... 26

ตารางที่ 4 ลักษณะการเจริญเติบโตของบักวีตที่ทำการประเมิน และวิธีการประเมิน..... 29

ตารางที่ 5 น้ำหนัก 100 เมล็ด เปอร์เซ็นต์ความงอก เปอร์เซ็นต์ความชื้น และความเร็วในการงอกของเมล็ดบักวีตแต่ละสายพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษา..... 31

ตารางที่ 6 คุณภาพเมล็ดพันธุ์และต้นกล้าของบักวีตที่ทำการทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือนทดลอง..... 32

ตารางที่ 7 สมบัติทางเคมีบางประการของดินก่อนการปลูกทดลองทั้งสองช่วงปลูก..... 33

ตารางที่ 8 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562..... 40

ตารางที่ 9 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563..... 42

ตารางที่ 10 จำนวนข้อต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562..... 44

ตารางที่ 11 จำนวนข้อต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563..... 46

ตารางที่ 12 จำนวนกิ่งต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562..... 48

ตารางที่ 13 จำนวนกิ่งต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 50

ตารางที่ 14 จำนวนใบต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 52

ตารางที่ 15 จำนวนใบต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 54

ตารางที่ 16 เส้นผ่านศูนย์ลางลำต้น (มิลลิเมตร) ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 56

ตารางที่ 17 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร) ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 58

ตารางที่ 18 จำนวนช่อดอกต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 60

ตารางที่ 19 จำนวนช่อดอกต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 62

ตารางที่ 20 ความเขียวใบของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 64

ตารางที่ 21 ความเขียวใบของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 66

ตารางที่ 22 การสร้างน้ำหนักแห้ง (กรัม) ส่วนลำต้น, ใบ และราก ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 35 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 70

ตารางที่ 23 การสร้างน้ำหนักแห้ง (กรัม) ส่วนลำต้น, ใบ และราก ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 70 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 71

ตารางที่ 24 การสร้างน้ำหนักแห้ง (กรัม) ส่วนลำต้น, ใบ และราก ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 35 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 72

ตารางที่ 25 การสร้างน้ำหนักแห้ง (กรัม) ส่วนลำต้น, ใบ และราก ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 70 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 73

ตารางที่ 26 อัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน, พื้นที่ใบต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 35 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 76

ตารางที่ 27 อัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน, พื้นที่ใบต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 70 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 77

ตารางที่ 28 อัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน, พื้นที่ใบต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 35 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 78

ตารางที่ 29 อัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน, พื้นที่ใบต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 70 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงมกราคม 2563 79

ตารางที่ 30 น้ำหนักแห้งต่อต้น และน้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ ของบักวีตที่ปลูกด้วย 3 ความหนาแน่นต้น ในบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่อายุ 35 วันหลังปลูก ในสองช่วงการปลูก 82

ตารางที่ 31 เปรียบเทียบน้ำหนักแห้งต่อต้น และน้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ ของบักวีตที่ปลูกด้วย 3 ความหนาแน่นต้น ในบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่อายุ 35 วันหลังปลูก ในสองช่วงการปลูก 83

ตารางที่ 32 น้ำหนักแห้งต่อต้น และน้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ ของบักวีตที่ปลูกด้วย 3 ความหนาแน่นต้น ในบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่อายุ 70 วันหลังปลูก ในสองช่วงการปลูก..... 84

ตารางที่ 33 เปรียบเทียบน้ำหนักแห้งต่อต้น และน้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ ของบักวีตที่ปลูกด้วย 3 ความหนาแน่นต้น ในบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่อายุ 70 วันหลังปลูก ในสองช่วงการปลูก..... 85

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยอย่างง่าย (Simple Linear Regression; y=ax+b) ระหว่างเส้นผ่านมิติการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพรวมต่อต้น และการสร้างมวลชีวภาพรวมต่อกระถาง ของบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้นแตกต่างกันในสองช่วงการปลูก 90

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพระหว่าง (ก) บักวีต และ (ข) บักวีตขม 5

ภาพที่ 2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบักวีต (Fagopyrum esculentum Moench)..... 6

ภาพที่ 3 อุณหภูมิสูงสุด, อุณหภูมิต่ำสุด (°C) และ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (%) ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 และเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 34

ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ย (Solar Radiation) ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 และเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563..... 35

ภาพที่ 5 การแบ่งสัดส่วนการเจริญเติบโตในด้านการสะสมมวลชีวภาพในส่วนลำต้น ใบ และราก ของบักวีตอายุ 14-49 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2562 และช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2562..... 88

ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างมิติการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพรวมต่อต้นของ บักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100, 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ในช่วงเดือน (ก) กรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2562 และ (ข) เดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2562 91

ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างมิติการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพรวมต่อพื้นที่ของ บักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100, 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ในช่วงเดือน (ก) กรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2562 และ (ข) เดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2562 91

บทที่ 1
บทนำ

บักวีต (Common buckwheat; *Fagopyrum esculentum* Moench) เป็นพืชในวงศ์ Polygonaceae จัดอยู่ในกลุ่มของธัญพืชเทียม (Pseudocereal) ที่มีการใช้ประโยชน์จากเมล็ดเพื่อเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตเช่นเดียวกับธัญพืชทั่วไป (Alonso-Miravalles and O'Mahony, 2018) บักวีตมีถิ่นกำเนิดบนพื้นที่สูงของมณฑลยูนาน ทางตอนตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศจีน และมีการกระจายตัวไปแถบเทือกเขาหิมาลัย ทิเบต เอเชียตะวันออก ยุโรปกลาง และตะวันออก (Campell, 1997; Ohnishi, 1990) เมล็ดบักวีตมีคุณค่าทางโภชนาการโดยมีสารสำคัญ คือ ฟลาโวนอยด์ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพ และแป้งจากบักวีตยังปราศจากกลูเตน (Gluten-free) ที่เหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคระบบภูมิคุ้มกันบกพร่อง (Alvarez-Jubete et al., 2009; Antonio et al., 2015) เมล็ดบักวีตเป็นวัตถุดิบที่สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น แป้ง (Christa and Soral-Śmietana, 2008) โซบะ (Motonishi et al., 2018) เครื่องดื่มเบียร์ เป็นต้น (Deželak et al., 2014) บักวีตเป็นพืชที่สามารถเพาะปลูกในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Zhang et al., 2012) เจริญเติบโตรวดเร็ว สามารถแข่งขันกับวัชพืชได้ดี และมวลชีวภาพของบักวีตยังสามารถปรับปรุงโครงสร้างดินได้หลังการไถกลบ สามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุและคืนธาตุฟอสฟอรัสให้แก่ดิน บักวีตจึงเหมาะสำหรับการปลูกเพื่อเป็นพืชบำรุงดินได้ (Valenzuela and Smith, 2002) ในปัจจุบันประเทศที่มีปริมาณผลผลิตบักวีตรวมสูงเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก ได้แก่ จีน รัสเซีย ยูเครน ฝรั่งเศส โปแลนด์ สหรัฐอเมริกา บราซิล คาซัคสถาน และญี่ปุ่น ตามลำดับ (FAOSTAT, 2019) บักวีตให้ผลผลิตเฉลี่ย 150-200 กิโลกรัมต่อไร่ (Popović et al., 2014) สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกบักวีตคือบริเวณพื้นที่สูงทางภาคเหนือ ซึ่งกรมการข้าวได้ส่งเสริมให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงปลูกบักวีตเพื่อเป็นพืชหลังนา และเป็นพืชทางเลือกในการเพิ่มรายได้หลังจากการทำนา (กรมการข้าว, 2560; สุทธกานต์ และคณะ, 2563) การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของบักวีตนั้นแตกต่างกันตามสายพันธุ์ และอิทธิพลของสภาพแวดล้อม โดยความแตกต่างและหลากหลายของสายพันธุ์นี้ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการพิจารณาการเพาะปลูกบักวีต ให้มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ต่างกันได้ (Ghiselli et al., 2016; พีรพันธ์ และคณะ, 2563) รวมถึงการจัดการเพาะปลูกที่เหมาะสม เช่น การกำหนดช่วงวันปลูก การจัดการธาตุอาหาร การควบคุมโรคและแมลง การผสมเกสร การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา โดยเฉพาะการกำหนดระยะปลูก หรือความหนาแน่นของประชากรพืชที่เหมาะสม เป็นการจัดการที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตโดยความหนาแน่นต้นต่อพื้นที่ปลูกส่งผลต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช ได้แก่ การสังเคราะห์แสง

การเปิดปิดปากใบ การคายน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ และประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหาร เป็นต้น (Fang et al., 2018; Nasiri et al., 2017; Sugimoto and Koesmaryono, 2001; Wang et al., 2019) สำหรับความหนาแน่นต้นยังส่งผลต่อด้านลักษณะทางสัณฐานวิทยา เช่น ความสูงต้น จำนวนกิ่ง พื้นที่ใบ และการสะสมน้ำหนักแห้งของรากและลำต้นของบักวีต เป็นต้น (Momoh and Zhou, 2001; O'Donovan, 1994; Ozer, 2003) ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะบ่งชี้การให้ผลผลิตของบักวีต โดยเฉพาะการจัดการระยะปลูกหรือความหนาแน่นของต้นพืชที่เหมาะสม นั้นส่งผลให้การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ และส่งเสริมให้บักวีตมีดัชนีพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการรับแสงและการสังเคราะห์อาหารและการเจริญเติบโต ส่งเสริมให้มีผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (Fang et al., 2018) การจัดการปลูกที่เหมาะสมส่งผลโดยตรงกับการสร้างมวลชีวภาพ และการสร้างมวลชีวภาพเป็นลักษณะที่สำคัญในการสร้างผลผลิตในกรณีที่ปลูกบักวีตเพื่อผลิตเมล็ด และการปลูกเพื่อเป็นพืชบำรุงดิน ซึ่งอาจมีความแปรปรวนของการสร้างมวลชีวภาพไปตามการจัดการความหนาแน่นต้นของการปลูกบักวีต รวมถึงสภาพแวดล้อมในการปลูกที่ต่างกันส่งผลให้การสร้างมวลชีวภาพของบักวีตต่างกัน (Bhardwaj and Hamama, 2020; Bjorkman and Shail, 2013) การศึกษาของ Sobhani et al. (2014) ที่พบว่าจัดการปลูกที่แตกต่างกันนั้น มีการสร้างมวลชีวภาพต่างกัน

จากผลการศึกษาข้างต้นทำให้เห็นว่าการจัดการความหนาแน่นต้นนั้นส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของบักวีต รวมถึงความแตกต่างของสายพันธุ์ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการผลผลิต ตลอดจนการปลูกบักวีตในประเทศไทยยังขาดข้อมูลการจัดการความหนาแน่นต้นที่เหมาะสมสำหรับบักวีตแต่ละสายพันธุ์ รวมถึงช่วงการเพาะปลูกบักวีตที่เหมาะสมในแต่ละสภาพแวดล้อม ดังนั้นในการศึกษานี้จึงทำการศึกษาอิทธิพลของความหนาแน่นต้นที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของบักวีตต่างสายพันธุ์ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพของบักวีต เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการการปลูกบักวีตที่เหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินการเจริญเติบโตของบักวีตต่างสายพันธุ์เมื่อปลูกด้วยความหนาแน่นต้นที่ต่างกันภายใต้ช่วงเวลาปลูกที่แตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพของบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางในการจัดการความหนาแน่นต้นที่เหมาะสมในการปลูกบักวีตแต่ละสายพันธุ์ที่ช่วงการปลูกแตกต่างกัน

2. ได้แนวทางในการใช้ลักษณะการเจริญเติบโตที่สามารถประเมินการสร้างมวลชีวภาพของบักวีตในแต่ละระดับความหนาแน่นต้น

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์บักวีต และทำการบันทึกข้อมูลสมบัติทางเคมีบางประการของดิน และสภาพอากาศระหว่างการดำเนินการศึกษาทดลอง

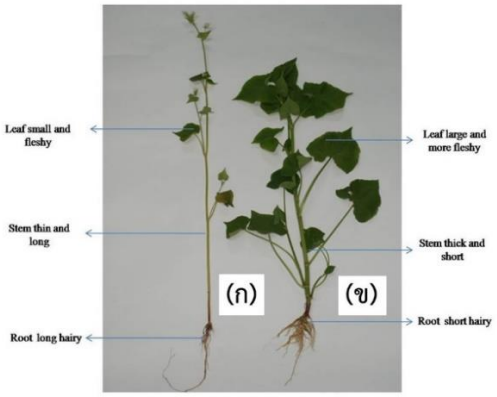
2. ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของบักวีต 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ Taiwan 01, Taiwan 03, Taiwan 03 และ Taiwan 16 ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100, 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร โดยทำการประเมินการเจริญเติบโตที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 และ 70 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 และช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงมกราคม 2563

3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพของบักวีตทุก ๆ 7 วัน ระหว่างอายุ 14 ถึง 49 วันหลังปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100, 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร

บทที่ 2
ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร

ถิ่นกำเนิด การแพร่กระจายพันธุ์และการจำแนกบักวีต

บักวีตเป็นพืชเก่าแก่มีหลักฐานการค้นพบตั้งแต่ 6,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช โดยถิ่นกำเนิดของบักวีตอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศจีน ในพื้นที่สูงของมณฑลยูนาน และมีการกระจายตัวไปแถบเทือกเขาหิมาลัยและประเทศในเขตอบอุ่น เช่น ทิเบต เอเชียตะวันออก ยุโรปกลางและตะวันออก หรือพื้นที่ในเขตละติจูดที่ 20-40 องศาเหนือ (Campbell, 1997; Hunt et al., 2018; Ohnishi, 1990) แหล่งผลิตบักวีตที่สำคัญเมื่อพิจารณาจากผลผลิตรวมทั้งประเทศในปัจจุบัน ได้แก่ ประเทศจีน รัสเซีย ยูเครน ฝรั่งเศส สหรัฐอเมริกา โปแลนด์ บราซิล คาซัคสถาน และญี่ปุ่น (FAOSTAT, 2019) ตามลำดับ สำหรับการเพาะปลูกบักวีตในประเทศไทย Wattanasiri (2001) ได้รายงานว่ามีการนำบักวีตและบักวีตขมมาปลูก ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ที่ระดับความสูง 980 และ 1,200 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง และต่อมามูลนิธิโครงการหลวงได้นำบักวีตจากสาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) มาส่งเสริมให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงทำการเพาะปลูกเพื่อเพิ่มรายได้ (อาคม และคณะ, 2547) บักวีตมีหลายสายพันธุ์ แต่ที่นิยมเพาะปลูกมี 2 สายพันธุ์ ได้แก่ บักวีต (Common buckwheat ; *Fagopyrum esculentum* Moench) ที่ใช้รับประทานทั้งเมล็ดและแปรรูปเป็นแป้ง และบักวีตขม (Tartary buckwheat or Bitter buckwheat ; *Fagopyrum tataric*um L. Gaertn) ที่นิยมใช้ในการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มคล้ายชา (Hunt et al., 2018) ลักษณะทางสัณฐานของบักวีต 2 ชนิดนี้มีความแตกต่างกันโดยใบของบักวีตมีขนาดเล็กอวบน้ำน้อยกว่า และลำต้นที่เล็กกว่าใบและลำต้นของบักวีตขม (Woo et al., 2010) นอกจากนี้ยังพบบักวีตป่าที่มีลักษณะเป็นพืชล้มลุก [Wild buckwheat; *Fagopyrum cymosum* (Trevir.) Meisn. ชื่อพ้อง *Fagopyrum acutatum* (Lehm.) Mansf. ex K. Hammer] ในพื้นที่บริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย (Yamane and Ohnishi, 2003; Zhou et al., 2018) โดยบักวีตป่าชนิดดังกล่าว มีชื่อเรียกท้องถิ่นว่า ผักบุ้งส้ม (ไทย) หว่อแชะ วอแชะ (อาข่า) หรือ ข้าวสามเหลี่ยม (ลาว-เชียงของ) (ปรัชญา และคณะ, 2554)



ภาพที่ 1 ความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพระหว่าง (ก) บักวีต และ (ข) บักวีตขม

ที่มา: Woo et al. (2010)

พฤกษศาสตร์ของบักวีต

บักวีตเป็นพืชในวงศ์ผักไผ่ (Polygonaceae) เป็นพืชล้มลุกมีโครโมโซม 2n=16 ลำต้นเดี่ยว อวบน้ำและกลวง มีการแตกกิ่งออกตรงส่วนข้อ ความสูงของลำต้นอยู่ในช่วง 60 - 150 เซนติเมตร ใบมีรูปร่างคล้ายรูปหัวใจ ใบที่อยู่ด้านบนมีก้านใบสั้น มีระบบรากเป็นรากแก้ว และมีรากแขนงจำนวนมาก สำหรับดอกของบักวีตเป็นดอกแบบสมบูรณ์เพศมีกลีบดอก 5 กลีบ ออกดอกเป็นช่อกลุ่มบริเวณปลายยอด ดอกมีสีต่างกันตามแต่ละสายพันธุ์ เช่น ขาว เขียวอมชมพู หรือแดง (Campbell, 1997; Valenzuela and Smith, 2002) เมล็ดของบักวีตเป็นแบบผลแห้งเมล็ดล่อน หรือ แบบ Achene เมล็ดเป็นรูปร่างสามเหลี่ยม (Triangular) เมล็ดอ่อนมีสีเขียวอ่อน เมื่อเมล็ดเริ่มมีการสุกแก่จึงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแกมแดงไปจนเกือบดำ นอกจากนี้บักวีตสายพันธุ์ป่า F. *cymosum*, F. *megacarpum* และ F. *gracilipes* เป็นพืชข้ามปีมีรูปร่างของเมล็ดที่ไม่แน่นอนและสุกแก่ช้า (Ohnishi, 1992)

ภาพที่ 2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบักวีต (*Fagopyrum esculentum* Moench)

ที่มา: Wikimedia (2005)

ประโยชน์ของบักวีต

1. ใช้เป็นพืชอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง

บักวีตเป็นอาหารหลักของผู้คนที่อาศัยบนภูเขาสูงและที่ราบสูงในเขตภูมิอากาศอบอุ่น หรือพื้นที่ที่มีความแปรปรวนของธรรมชาติ (ทวีทอง, 2561) บักวีตเป็นอาหารสุขภาพที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญ คือ ปราศจากกลูเตน (Gluten-free) (Alvarez-Jubete et al., 2009) มีฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) ประเภทรูทิน (Rutin) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพในปริมาณสูง (Antonio et al., 2015) มีธาตุอาหารที่จำเป็นหลากหลาย เช่น สังกะสี ทองแดง แมงกานีส แมกนีเซียม และโพแทสเซียมในเมล็ดสูง (Ikeda et al., 2006) มีปริมาณโปรตีนมากกว่าธัญพืชทั่วไป มีกรดอะมิโนที่สำคัญหลายชนิดใกล้เคียงกับไข่ไก่ (Ahmed et al., 2013) องค์ประกอบทางเคมีของแป้งในเมล็ดของบักวีตมีความคล้ายคลึงกับธัญพืชทั่วไป ทำให้มีการใช้เมล็ดบักวีตเป็นวัตถุดิบที่สามารถนำไปแปรรูปได้หลากหลายทั้งการทำเป็นแป้ง ตลอดจนการนำเมล็ดบักวีตที่นำเปลือกหุ้มออก (Groats buckwheat) และนำมาหุงเพื่อรับประทานเช่นเดียวกับข้าว (Christa and Soral-ŚMietana, 2008) หรือสามารถแปรรูปเป็นเมล็ดบักวีตงอกที่มีคุณค่าทาง0.โภชนาการสูง (Kim et al., 2008) ทั้งนี้เมล็ดบักวีตยังสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเบียร์ (Deželak et al., 2014) แต่ผลิตภัณฑ์ที่ทำให้บักวีตเป็นพืชที่ได้รับการรู้จักจากคนทั่วไป คือ โซบะ ซึ่งเป็นอาหารญี่ปุ่นที่ได้ความนิยมชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นเส้นยาว สีน้ำตาลอมเทา สำหรับบักวีตป่า (F. *cymosum*) สามารถรับประทานส่วนของยอดอ่อนโดยนำมาลวกจิ้มกับน้ำพริก หรือปรุงใส่แกงของชาวอาข่าในจังหวัดเชียงราย (ปรัชญา และคณะ, 2554) นอกจากนี้บักวีตยังใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ที่ได้รับความ

นิยมในต่างประเทศ ทดแทนฟางข้าวที่มีมูลค่าสูงกว่า และเมื่อนำส่วนของลำต้นไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการกับพืชอาหารสัตว์อื่น ๆ ที่ใช้สำหรับการเลี้ยงโคนม มีรายงานการศึกษาพบว่าต้นบักวีตแห้งมีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกับต้นข้าวโพดหมัก และมีปริมาณเส้นใยและการย่อยที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับถั่วอัลฟาฟา (Björkman, 2009)

2. ใช้เป็นพืชบำรุงดินและพืชคลุมดิน

บักวีตเป็นพืชล้มลุก ทนแล้ง ใช้น้ำน้อย ปลูกได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เจริญเติบโตรวดเร็ว เริ่มออกดอกตั้งแต่อายุประมาณ 4-5 สัปดาห์หลังการปลูก มีประสิทธิภาพในการดูดใช้ และกักเก็บธาตุฟอสฟอรัสไว้ในต้นได้สูง (Joshi, 1999) จากรายงานของ Zhu et al. (2002) พบว่าบักวีตมีความสามารถในการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสได้มากกว่าข้าวสาลีประมาณ 10 เท่า เนื่องจากบริเวณรอบราก (Rhizosphere) ของบักวีตที่เจริญเติบโตในสภาพดินด่าง มีการปลดปล่อยโปรตอนของ H^+ ออกมาจากรากและจับกับ Dihydrogen phosphate ($H_2PO_4^-$) ด้วย Calcium-Bound Phosphorus เพื่อเปลี่ยนแปลงเป็นสารละลาย Hydrogen phosphate (HPO_4^{-2}) จึงส่งผลให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปเป็นประโยชน์ต่อพืช ด้วยเหตุนี้บักวีตจึงนิยมถูกใช้เป็นพืชบำรุงดินหรือปุ๋ยพืชสด (Green manure crop) ที่ไถกลบมวลชีวภาพแล้วสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสสู่ดินได้สูง (Valenzuela and Smith, 2002) บักวีตสามารถสร้างมวลชีวภาพได้ 600-1,000 กิโลกรัมต่อไร่โดยประมาณ และให้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ประมาณ 18, 3 และ 34 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Gonçalves et al., 2016; Valenzuela and Smith, 2002) การศึกษาของ Boglaienko et al. (2014) พบว่าหลังการไถกลบมวลชีวภาพบักวีตเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีการเปลี่ยนแปลงของระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในดิน (Available phosphorus) เพิ่มขึ้นถึง 40-50 ppm นอกจากนี้ N'Dayegamiyeand Tran (2001) ศึกษาการใช้บักวีตไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับการใช้ปุ๋ย NH_4NO_3 อัตรา 60 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวสาลีได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยพืชสดชนิดอื่น ๆ (Red clover, Millet, Colza และ Mustard) โดยบักวีตมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ประมาณ 20:1 ถึง 26:1 (Boglaienko et al., 2014; Gonçalves et al., 2016; N'Dayegamiye and Tran, 2001) แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการย่อยสลายของบักวีตหลังการไถกลบนั้นใกล้เคียงกับปอเทือง (20:1) (พนมพร และคณะ, 2556) สำหรับประโยชน์ของบักวีตในการรักษาความชื้นของดิน รวมถึงเป็นพืชคลุมดิน (Cover crop) และช่วยควบคุมวัชพืชอื่น ๆ บักวีตเป็นพืชที่เจริญเติบโตรวดเร็ว ทำให้สามารถแข่งขันกับวัชพืชที่มีการเจริญเติบโตช้ากว่าได้ (Jacquemart et al., 2012) สำหรับการใช้บักวีตเพื่อเป็นพืชบำรุงดินและพืชคลุมดินนั้นมักใช้เมล็ดพันธุ์หว่านในอัตราที่สูงกว่าการปลูกเพื่อผลิตเมล็ด อย่างไรก็ตามในการพิจารณาอัตราเมล็ดพันธุ์สำหรับการหว่านควรคำนึงถึงน้ำหนักของเมล็ดบักวีตในแต่ละสายพันธุ์ที่นำมาใช้ ตลอดจนศักยภาพในการให้มวล

ชีวภาพและอายุการออกดอกของแต่ละสายพันธุ์ และ Joshi (1999) ได้รายงานว่าการจัดการความหนาแน่นต้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการสร้างมวลชีวภาพของบักวีต โดยจากรายงานการวิจัยที่ผ่านมามีการใช้อัตราเมล็ดพันธุ์อยู่ระหว่าง 8-12 กิโลกรัมต่อไร่สำหรับการใช้เป็นปุ๋ยพืชสด (Bjorkman et al., 2008; N'Dayegamiye and Tran, 2001; Valenzuela and Smith, 2002) นอกจากนี้การใช้บักวีตเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดควรคำนึงถึงศักยภาพของพื้นที่ และปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิอากาศ ความชื้น และแสง เป็นต้น (Boglaienko et al., 2014; กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบน, 2553; อภิวัฒน์, 2553)

การเจริญเติบโตของบักวีตและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ระยะการเจริญเติบโตของบักวีต

การเจริญเติบโตของบักวีตชนิด F. *esculentum* แบ่งออกเป็น 6 ระยะ ได้แก่ ระยะกล้า ระยะยืดข้อปล้อง ระยะแตกกิ่ง ระยะออกดอก ระยะติดเมล็ด และระยะเก็บเกี่ยว การเจริญเติบโตและพัฒนาการในแต่ละระยะมักขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสภาพแวดล้อม และสายพันธุ์ของบักวีต การเจริญเติบโตในระยะกล้าของบักวีตเริ่มจากการพัฒนาใบเลี้ยงในช่วง 7 วันหลังการงอก มีใบจริงและเริ่มเข้าสู่ระยะการยืดข้อและปล้อง ในช่วง 14 วันหลังการงอก และเจริญเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ (Reproductive stage) คือ มีการออกดอกในช่วงระหว่างช่วง 21-28 วันหลังการงอก (Björkman, 2009; ดุษณี, 2562) ตั้งแต่ช่วงอายุ 28-42 วันหลังการงอก บักวีตยังคงมีการออกดอกอย่างต่อเนื่องและ มีการผสมเกสรเพื่อสร้างเมล็ด มีการสะสมอาหารภายในเมล็ด ซึ่งตรงข้ามกับการเจริญเติบโตของใบที่มักมีการหยุดชะงักในช่วง 49 วันหลังการงอก รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงของใบเป็นสีเหลืองและหลุดร่วง และมีการติดเมล็ดเพิ่มขึ้นในช่วง 56 วันหลังการงอก (ตารางที่ 1) ซึ่งในระยะนี้สีของเมล็ดเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีน้ำตาลจนเกือบดำ การออกดอกและการติดเมล็ดของบักวีตเป็นแบบต่อเนื่อง (Indeterminate growth habit) เมล็ดบักวีตมีความสุกแก่เพิ่มขึ้นและสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่อายุ 70 วันเป็นต้นไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และสภาพแวดล้อม โดยเมล็ดบักวีตที่สามารถเก็บเกี่ยวได้มักมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลไปจนถึงสีดำประมาณ 70–75 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดทั้งหมด (Björkman, 2009; Campbell, 1997; Halbrecq et al., 2005; ดุษณี, 2562) นอกจากนี้ระยะการเจริญเติบโตของบักวีตนั้นมีความผันแปรไปตามชนิดของสายพันธุ์ และสภาพแวดล้อม เช่น บักวีตสายพันธุ์ Lileja มีการออกดอกที่ช่วงอายุ 21-28 วันและสามารถเก็บเกี่ยวได้ที่อายุ 70-80 วัน (Arduini et al., 2015) ในขณะที่บักวีตสายพันธุ์ Kitawasesoba เริ่มเก็บเกี่ยวได้ที่อายุ 65 วัน (Koyama et al., 2019) ช่วงอายุสำหรับการเจริญเติบโตที่เหมาะสมของบักวีตที่ใช้เป็นพืชคลุมดิน (Cover crop) อยู่ที่ 35-40 วันหลังปลูก เนื่องจากเป็นระยะที่บักวีตออกดอกเต็มที่และยังไม่เริ่ม

การติดเมล็ด จึงเหมาะสำหรับการตัดคลุมดินที่ระยะเวลาดังกล่าว ในขณะที่การใช้ประโยชน์เพื่อปรับปรุงดิน (Greenmanure crop) นิยมไถกลบก่อนเมล็ดสุกแก่ที่อายุประมาณ 50-70 วันหลังการปลูก (Bjorkman et al., 2008)

ตารางที่ 1 ระยะการเจริญเติบโตของบักวีตและลักษณะที่ปรากฏในแต่ละระยะการเจริญเติบโต

ที่	ระยะ	ลักษณะที่ปรากฏ
1	ระยะกล้า	มีใบเลี้ยงจำนวน 2 ใบ ในช่วง 7 วันหลังงอก
2	ระยะยืดข้อปล้อง	มีใบจริง เริ่มมีการยืดตัวของข้อปล้องในช่วง 14 วันหลังงอก
3	ระยะแตกกิ่ง	เริ่มมีการแตกกิ่งในช่วง 21 วันหลังงอก
4	ระยะออกดอก	เริ่มมีการออกดอกในช่วง 21-42 วันหลังงอก
5	ระยะติดเมล็ด	เริ่มมีการออกดอกอย่างรวดเร็ว และเริ่มมีการสร้างเมล็ด นอกจากนี้การเจริญเติบโตทางใบหยุดชะงักลงในช่วง 49 วันหลังงอก
6	ระยะเก็บเกี่ยว	เมล็ดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และสีใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในช่วง 56-70 วันหลังงอกเป็นต้นไปจนถึงอายุประมาณ 90 วัน

2. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของบักวีต

2.1 พันธุกรรม

พันธุกรรมทำหน้าที่ควบคุมลักษณะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของพืชแต่ละพันธุ์ โดยพืชมักมีกระบวนการทางสรีรวิทยาที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการที่แตกต่างกันของพืช (สังคม, 2547) ทั้งในลักษณะทางสัณฐานวิทยา เช่น รูปร่าง ทรงต้น ความสูง ลักษณะใบ ลักษณะดอก รูปทรงผล และลักษณะทางสรีรวิทยา เช่น คุณภาพของผลผลิต (ปริมาณน้ำตาล แป้ง ไขมัน โปรตีน) การใช้น้ำ การใช้ธาตุอาหาร เป็นต้น Ghiselli et al. (2017) ศึกษาบักวีตชนิด F. *esculentum* 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Bamby (Austria), Spacinska (Slovakia), Lileja (Russian) และ Castelrotto (Italy) ผลการศึกษาพบว่าบักวีตแต่ละสายพันธุ์มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันในด้านความสูง จำนวนกิ่ง รวมถึงมีความแตกต่างของการสร้างผลผลิตในด้าน น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตต่อพื้นที่ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Jung et al. (2015) ที่รายงานว่าการปลูกบักวีตสายพันธุ์ Daesan และสายพันธุ์ Yangjeol ที่ปลูกบริเวณภาคกลางของประเทศเกาหลีใต้ มีจำนวนกิ่ง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตรวมต่อพื้นที่ เมื่อปลูกในช่วงปลูกที่แตกต่างกัน

2.2 สภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของบักวีต โดยเฉพาะ แสง และอุณหภูมิ ซึ่งอิทธิพลของสภาพแวดล้อมแต่ละประเภทส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของบักวีต ดังนี้

2.2.1 แสง

แสงเป็นปัจจัยที่พืชต้องการเพื่อใช้ในขบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และสร้างอาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโต นอกจากนี้แสงยังเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาการการเจริญเติบโตของพืช สำหรับบักวีตเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่ได้รับแสงแดดหรือรังสีดวงอาทิตย์ (Solar radiation) เต็มที่ จากการศึกษาของ Gaberscik et al. (2002) รายงานว่าบักวีตชนิด F. *esculentum* สายพันธุ์ Darja สามารถสังเคราะห์แสงได้สูงเช่นเดียวกับการสังเคราะห์แสงของพืชกลุ่ม mesophytes ที่เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตในที่มีแสงแดดจัดโดยธรรมชาติ (Larcher, 2003) สำหรับปริมาณแสง (UV-B) ยังส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของบักวีตในช่วงระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโต โดยเฉพาะการลดลงปริมาณของรงควัตถุ เช่น Chlorophyll a และ b รวมถึง Carotenoid และปริมาณแสง (UV-B) ที่สูงจะส่งผลกระทบลดน้อยลงเมื่อบักวีตมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เนื่องจากบักวีตมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการสังเคราะห์แสง การคายน้ำ และประสิทธิภาพการใช้น้ำลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการรบกวนการทำงานของปากใบ (Gaberscik et al., 2002) นอกจากนี้มีรายงานของ Michiyama et al. (2005) ที่รายงานว่าความยาวของช่วงแสงส่งผลเพียงเล็กน้อยต่อการออกดอกของบักวีตเพียงในช่วงเริ่มต้นการออกดอกของบักวีตสายพันธุ์ Ecotype 2 สายพันธุ์ (Shinanonatsusoba และ Miyazakizairai) ที่ปลูกศึกษาในเมือง Nagoya จังหวัด Aichi ประเทศญี่ปุ่น โดยจากการศึกษาพบว่าบักวีตที่ได้รับช่วงแสงสั้นนั้นมีการสร้างช่อดอกและจำนวนกิ่งมากกว่าบักวีตที่ได้รับช่วงแสงยาว แต่ไม่ส่งผลให้มีความแตกต่างของปริมาณผลผลิตของบักวีตเมื่อได้รับช่วงแสงแตกต่างกัน

2.2.2 อุณหภูมิ

สำหรับอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึม (Metabolism) ของพืช โดยเฉพาะกระบวนการหายใจ หากมีอุณหภูมิสูงเกินไปนั้นส่งผลให้พืชมีอัตราการหายใจที่สูงขึ้นและส่งผลให้พืชเจริญเติบโตช้าเนื่องจากพืชนำอาหารสะสม (Glucose) มาใช้ในกระบวนการหายใจ (Cawoy et al., 2009; Kalinova and Moudrý, 2003) สำหรับบักวีตมีถิ่นกำเนิดในประเทศเขตอบอุ่นที่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 15 - 25 องศาเซลเซียส (Campbell, 1997) ในขณะที่อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้นและการสืบพันธุ์ของบักวีตที่ปลูกในประเทศแถบยุโรปมักอยู่ในช่วง 18 - 23 องศาเซลเซียส (Björkman, 2009) จากรายงานของ Adhikariand Campbell (1998) พบว่าอุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาพอากาศที่แห้ง ส่งผล

ให้ความมีชีวิตของละอองเรณูลดลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Slawinskaand Obendorf (2001) ที่รายงานว่าในสภาพอุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส การผสมเกสรของบักวีตนั้นลดลงถึง 45 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิ 25 นอกจากอุณหภูมิส่งผลต่อการเจริญเติบโตแล้ว ยังส่งผลต่อการสังเคราะห์สาร antioxidant และปริมาณ flavonoid content ของบักวีตชนิด F. *esculentum* และ F. *tataricum* ในส่วนของใบและช่อดอก (Aubert et al., 2020) นอกจากนี้พืชชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน อาจมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการที่มีความแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าพืชนั้นจะไม่มีการตอบสนองต่อช่วงแสงในการออกดอก แต่มีอุณหภูมิสะสม หรือ Growing degree day (GDD) ที่เป็นตัวกำหนดในการเปลี่ยนระยะการเจริญเติบโตของพืช และหากสภาพอากาศมีความแปรปรวนไปแต่ละช่วงการปลูกพืช (ชนากานต์, 2557) สำหรับบักวีตมีอุณหภูมิสะสมระหว่าง 509 - 673 องศาเซลเซียส ในระยะออกดอกและมีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวสะสมระหว่าง 1,083 - 1,515 องศาเซลเซียส (Jung et al., 2015) เช่นเดียวกับศึกษาของ Mariotti et al. (2016) และ Arduini et al. (2015) ที่พบว่าช่วงที่เริ่มมีการติดเมล็ด (เมล็ดสีเขียว) มีอุณหภูมิสะสมประมาณ 530 องศาเซลเซียส และเพิ่มขึ้นเป็น 700 องศาเซลเซียส ในช่วงที่เมล็ดเริ่มมีสีน้ำตาล และอุณหภูมิสะสมในช่วงเมล็ดสุกแก่พร้อมเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 1,000-1,200 องศาเซลเซียส

2.3 การจัดการเพาะปลูก

การจัดการวิธีการปลูกบักวีตเป็นการจัดการเพื่อให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้ การจัดการเพาะปลูกจึงมีความแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ เช่นในพื้นที่ที่ความอุดมสมบูรณ์ดินต่ำมีปริมาณธาตุอาหารจำเป็นสำหรับพืชน้อย จำเป็นต้องมีการจัดการเกี่ยวกับการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้เพียงพอและเหมาะสมหรือในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศจำกัดการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด จำเป็นต้องมีการกำหนดวันปลูกหรือช่วงปลูกให้สภาพอากาศมีความเหมาะสม (Jung et al., 2015; Mariotti et al., 2016; Sobhani et al., 2014) หรือสภาพพื้นที่ที่มีข้อจำกัดในส่วนของระบบน้ำและการชลประทาน นั้นควรมีการจัดการปลูกในช่วงฤดูฝนหรือพิจารณาเลือกชนิดพืชที่สามารถเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตได้ดีในสภาพแห้งแล้ง (Kawakami et al., 2006; Li et al., 2019; Slawinska and Obendorf, 2001) หรือพืชชนิดนั้น ๆ มีความต้องการในช่วยการผสมเกสรของดอก เพื่อเพิ่มโอกาสในการติดเมล็ดหรือสร้างผลผลิต ควรมีการจัดการการผสมเกสรเพื่อเพิ่มศักยภาพการให้ผลผลิต (Alekseyeva and Bureyko, 2000; Cawoy et al., 2009) และหากสภาพอากาศหรือพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการมีโรคและแมลงระบาดอาจมีการจัดการและวางแผนการจัดการกำจัดโรคและแมลง หรือเลือกพืชที่ทนโรคและแมลงที่มีการระบาดดังกล่าวก็จะสามารถบรรเทาความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับผลผลิตได้ (Jacquemart et al., 2012; Rana and Sharma, 2000)

การจัดการเขตกรรมของบักวีต

การจัดการเขตกรรมเป็นการจัดการที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชที่ส่งผลโดยตรงกับการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตของพืช สำหรับบักวีตเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ดินและสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Zhang et al., 2012) อย่างไรก็ตามการจัดการเขตกรรมในด้านต่าง ๆ นั้นเป็นการจัดการเพื่อทำให้พืชชนิดนั้น ๆ สามารถเจริญเติบโตได้ดีได้ตามความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมและสายพันธุ์ โดยการจัดการเขตกรรมสามารถทำได้หลายวิธีดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การกำหนดช่วงฤดูกาลปลูก

การกำหนดวันปลูกเป็นการจัดการที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของบักวีต ซึ่งเป็นผลกระทบเนื่องจากปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น การกำหนดวันปลูกบักวีตมีวัตถุประสงค์เพื่อหาระยะเวลาของการเพาะปลูกที่เหมาะสมต่อสายพันธุ์ และเพื่อให้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่เหมาะสำหรับการงอกและการเจริญเติบโตของพืช (Hore and Rathic, 2002) โดย Lee et al. (2001) รายงานว่าในช่วงปลายเดือนพฤษภาคมของประเทศจีนเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการปลูกบักวีตเนื่องจากมีอุณหภูมิ ความชื้น และความยาวของช่วงแสงที่เหมาะสมกว่าช่วงเดือนในฤดูกาล อื่น ๆ ในขณะที่การปลูกบักวีตในพื้นที่ยุโรปตะวันตกมีช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดอยู่ในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม เนื่องจากเป็นช่วงรอยต่อระหว่างฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อนที่มีอุณหภูมิประมาณ 12-30 องศาเซลเซียส (Halbrecq et al., 2005) สำหรับการปลูกบักวีตในประเทศไทย สามารถปลูกได้ทั้งปี แต่อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการสร้างผลผลิต การกำหนดวันปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกบักวีตเพื่อการผลิตเมล็ดควรปลูก ช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม ในเขตภาคเหนือหรือบนพื้นที่สูง (สุทธกานต์ และคณะ, 2563) และจากการศึกษาของ พีรพันธ์ และคณะ (2563) พบว่าการปลูกบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01, Taiwan 02, Taiwan 03 และ Taiwan 16 ในช่วงเดือนธันวาคม 2562 ถึงเดือนมีนาคม 2563 ส่งผลให้บักวีตทั้ง 4 สายพันธุ์มีจำนวนช่อดอกและการติดเมล็ดมากกว่าการปลูกในช่วงการปลูกเดือน กรกฎาคมถึงตุลาคม

2. วิธีการปลูก อัตราเมล็ด และระยะปลูก

เกษตรนิยมปลูกบักวีตโดยวิธีหว่าน แต่การปลูกบักวีตด้วยวิธีหว่านควรคำนึงถึงอัตราของเมล็ดที่ใช้ในการหว่านที่เป็นตัวกำหนด ความสม่ำเสมอของต้นบักวีตภายในแปลง หรือเกษตรกรบางพื้นที่จะทำการปลูกบักวีตด้วยวิธีการโรยเป็นแถวห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร สำหรับอัตราเมล็ด

พันธุ์ที่เกษตรกรนิยมใช้ในการหว่านมีตั้งแต่ 4 -12 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้อัตราของเมล็ดที่ใช้ในการหว่านนั้นขึ้นอยู่กับน้ำหนักเมล็ด หากเมล็ดมีน้ำหนักมาก ควรมีการปรับอัตราเมล็ดที่ใช้ในการหว่านที่เหมาะสมหรือตามวิธีการหว่านให้เหมาะสม (Hore and Rathic, 2002) ดังนั้นจึงควรพิจารณาความเหมาะสมของจำนวนต้นต่อพื้นที่ปลูกนั้นมีความแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์และสภาพแวดล้อมในการปลูก โดยการปลูกบักวีตโดยทั่วไปมีความหนาแน่นต้นประมาณ 60 – 300 ต้นต่อตารางเมตร (Fang et al., 2018; Ghiselli et al., 2017; Sugimoto and Koesmaryono, 2001)

3. การจัดการน้ำและธาตุอาหาร

ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของบักวีตมีหลากหลายปัจจัยแต่น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเป็นข้อจำกัดศักยภาพการผลิตบักวีต (Bettaieb et al., 2009) โดยทั่วไปการขาดน้ำเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้ผลผลิตบักวีตลดลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (Wang et al., 2003) เนื่องจากน้ำมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารจากดินไปสู่ต้นพืชและรักษาความเต่งให้กับเซลล์พืชเพื่อการคงศักยภาพของใบพืชสำหรับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Larcher, 2003) สำหรับการขาดน้ำของพืชนั้นส่งผลให้อัตราการคายน้ำลดลงเนื่องจากพืชมีการปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำ เพื่อคงความสามารถในการรักษาระดับศักย์ของน้ำไว้ในระดับปกติได้ (Larcher, 2003) รวมถึงพืชมีการปิดปากเป็นกลไกแรกเพื่อตอบสนองต่อการขาดน้ำ (Kawakami et al., 2006) สำหรับบักวีตที่อยู่ในสภาพการขาดน้ำในระยะใดระยะหนึ่งของการเจริญเติบโตมักส่งผลเพียงเล็กน้อยต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิต หากบักวีตอยู่ภายใต้ในสภาพการขาดน้ำเป็นระยะเวลานานนั้นจะส่งผลให้การสร้างมวลชีวภาพมีปริมาณลดลง (Germ et al., 2013) โดยมวลชีวภาพที่มีปริมาณลดลงนั้นเป็นผลเนื่องจากกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซถูกรบกวน (Fernández et al., 2002) นอกจากนี้ผลการศึกษาของ Xiang et al. (2013) พบว่าการขาดน้ำส่งผลต่อการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์และอัตราการสังเคราะห์แสงในบักวีตขม ทั้งนี้บักวีตและบักวีตขมนั้นมีระบบรากตื้นและเป็นพืชที่มีความต้องการน้ำในปริมาณสูงในช่วงที่ดอกบาน (Germ et al., 2013)

โดยบักวีตสามารถเจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิดที่มีความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4-8 และบักวีตไม่ชอบดินที่อัดตัวแน่น แห้ง หรือเปียกมากจนเกินไป มักเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีการระบายน้ำดี (Hore and Rathic, 2002) ส่วนของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินนั้นมีความสำคัญอย่างต่อการเจริญเติบโตของบักวีต ซึ่งการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกบักวีตนั้นควรพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นปัจจัยแรก เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่างของดินส่งผลต่อปัจจัยความอุดมสมบูรณ์ดิน ทั้งด้านปริมาณอินทรียวัตถุ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของบักวีต (เนตรนภา และคณะ, 2563) พืชโดยทั่วไป

ต้องการธาตุอาหารเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และพัฒนาโครงสร้าง โดยธาตุอาหารที่จำเป็นเหล่านี้มีหน้าที่ในการเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของพืช และเป็นตัวกระตุ้นกระบวนการต่าง ๆ ของพืช (Larcher, 2003; ชนากานต์, 2557) สำหรับบักวีตมีความต้องการธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปริมาณ 7.5 3.5 และ 6.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Campbell and Gubbels, 1978) อย่างไรก็ตามบักวีตที่ปลูกในพื้นที่ที่มีปริมาณไนโตรเจนในดินสูง มักส่งผลให้ต้นบักวีตหักล้มง่าย (Lodging) ซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้ผลผลิตลดลง การจัดการเพื่อลดผลกระทบของไนโตรเจนต่อการหักล้มสามารถทำได้โดยการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ให้มากขึ้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสร่วมกันเป็นการจัดการธาตุอาหารเพื่อเพิ่มผลผลิตของบักวีตให้สูงขึ้นได้ (Inamullah et al., 2012)

4. โรคและแมลง

บักวีตเป็นพืชที่มีโรคและแมลงศัตรูพืชเข้าทำลายค่อนข้างน้อย อย่างไรก็ตามโรคที่สำคัญของบักวีต ได้แก่ โรคใบจุด (Leaf spot) ที่มีเชื้อราสาเหตุเกิดจากกลุ่ม Ramularia, โรคโคนเน่า รากเน่า (Root rot) ที่มีสาเหตุเกิดจากเชื้อรากลุ่ม Rhizoctonia, โรคราน้ำค้าง (Downy mildew) ที่มีเชื้อสาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Peronospora ducometi*, โรคเน่า (Botrytis rot) ที่มีเชื้อสาเหตุเกิดจาก *Botrytis cinerea*, โรคใบด่างแตงและโรคใบด่างยาสูบ (Cucumber and Tobacco Mosaic Viruses) (Rana et al., 2012) สำหรับแมลงศัตรูที่มักเข้าทำลายต้นบักวีตคือ ด้วงหมัดผักกาด (*Chaetocnema concinna*) ที่มักเข้าทำลายใบอ่อนของบักวีต (Jacquemart et al., 2012) รวมถึงเพลี้ยอ่อน (Aphids) และ ด้วงดีด (Wireworms) ที่มักเข้าทำลายบักวีตในที่ปลูกในช่วงฤดูร้อน ซึ่งมีอุณหูมิสูง และความชื้นต่ำ (Björkman, 2009)

5. การจัดการผสมเกสรเพื่อเพิ่มโอกาสในการติดเมล็ด

ในสภาพธรรมชาติบักวีตมีการสืบพันธุ์แบบผสมข้ามเพื่อส่งเสริมการพัฒนาการของเมล็ด ดังนั้นแมลงที่ช่วยในการผสมเกสรเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มโอกาสการปฏิสนธิหรือการติดเมล็ดของบักวีต ประสิทธิภาพของการผสมเกสรส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของแมลง และสัณฐานวิทยาของดอกไม้ นอกจากการเป็นตัวช่วยการผสมเกสรแล้วแมลงยังทำหน้าที่ในการเก็บรวบรวมขนส่งและสะสมละอองเกสรเพื่อประโยชน์ในการผลิตน้ำผึ้งซึ่งเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากบักวีต โดยเฉพาะแมลงกลุ่ม Honey Bees (*Apis mellifera* L.) หรือ Bumble Bees (Bombus species) เป็นต้น (Björkman, 1995; Cawoy et al., 2009) สำหรับการผลิตน้ำผึ้งจากบักวีต ปัจจัยของสายพันธุ์นั้นเป็นตัวชี้วัดในการผลิต ซึ่งบักวีตกลุ่มสายพันธุ์ Tetraploid มีการให้น้ำหวานสูงกว่ากลุ่มสายพันธุ์ Diploids เนื่องจากดอกของบักวีตกลุ่มสายพันธุ์ Tetraploid สามารถดึงดูดแมลงได้มากกว่า 30-40

เปอร์เซ็นต์ (Alekseyeva and Bureyko, 2000; Cawoy et al., 2009) อย่างไรก็ตามแปรปรวนของสภาพอากาศและการผสมเกสรจากแมลงนั้น สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตได้ (Jacquemart et al., 2012) นอกจากนี้โอกาสในการติดเมล็ดของบักวีตยังขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่าง Source-Sink ของต้นบักวีตที่ต้องมีความพร้อมในการสร้างและลำเลียงน้ำและธาตุอาหารภายในต้นไปยังส่วนที่มีการสร้างเมล็ดอย่างเพียงพอ (Cawoy et al., 2009)

6. การเก็บเกี่ยว และกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว

อายุการเก็บเกี่ยวบักวีตแตกต่างกันไปตามวิธีการปลูกและมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลตลอดจนระดับความสูงของพื้นที่ที่มีผลต่อการสุกแก่ของเมล็ด (Farooq and Tahir, 1982) ทั้งนี้อายุการการเก็บเกี่ยวของบักวีตนั้นมีความแตกต่างกัน เช่น บักวีตสายพันธุ์ Kitawasesoba เริ่มทำการเก็บเกี่ยวได้ที่อายุ 65 วัน (Koyama et al., 2019) ในขณะที่บักวีตสายพันธุ์ Lileja สามารถเก็บเกี่ยวได้ที่อายุ 70-80 วัน (Arduini et al., 2016) ดังนั้นผู้ปลูกต้องพิจารณาระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม เพื่อลดความเสียหายจากการแตกและการร่วงหล่นของเมล็ด สำหรับช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวควรเริ่มเมื่อเมล็ดมีการสุกแก่ 70-75 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดบักวีตสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological Maturity) และสามารถสังเกตได้จากการร่วงหล่นของใบ สำหรับการลดความชื้นเมล็ดบักวีตให้เหมาะสม นั้นส่งผลต่อการกะเทาะเปลือกเมล็ด โดยความชื้นเมล็ดที่เหมาะสมสำหรับการกะเทาะเปลือกเมล็ดบักวีตอยู่ที่ประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ (Olson, 2001) สำหรับการเก็บรักษาเมล็ดบักวีตควรพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ในการเก็บเพื่อการเป็นเมล็ดพันธุ์ (Seed) หรือการเก็บรักษาเพื่อนำไปแปรรูปผลิตภัณฑ์ (Grain) (Tabaković et al., 2019) เนื่องจากคุณภาพของเมล็ดบักวีตมีอายุที่อยู่ในระดับที่ดีที่อายุ 3-5 เดือนหลังการเก็บเกี่ยว และหากเก็บในสภาพที่ไม่เหมาะสมหรือมีความชื้นมากกว่า 16 เปอร์เซ็นต์อาจส่งผลให้เมล็ดบักวีตเกิดการเน่าเสียหายได้ (Olson, 2001)

ระยะปลูกและความหนาแน่นของต้นพืช

ความหนาแน่นต้นเป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการจัดการของเกษตรกรที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากระยะปลูกที่เหมาะสมทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น โดยพืชได้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต เช่น แสง น้ำ และธาตุอาหาร นั้นอย่างเพียงพอและเหมาะสม ส่งผลให้พืชมีการแบ่งสัดส่วนระหว่างพื้นที่ใบที่รับแสงกับพื้นที่ผิวหน้าดินที่พืชคลุมอยู่อย่างสมดุลกัน (วิทยา และ พรชัย, 2557; สมยศ และคณะ, 2560) ความหนาแน่นของต้นพืชนั้นขึ้นอยู่กับอัตราเมล็ดที่ใช้ในการหว่านรวมถึงอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งความหนาแน่นของต้นพืชที่เป็นตัวกำหนดความสม่ำเสมอของการกระจายของพืชที่เกิดขึ้น และการแข่งขันระหว่างพืชปลูกภายใน

แปลง ความหนาแน่นของต้นพืชจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช (Liu et al., 2017) โดยความแตกต่างระหว่างระยะปลูกและความหนาแน่นของต้นพืชนั้นมีความแตกต่างกันตามวิธีการปลูก เช่น ระยะปลูก (Plant spacing) เป็นการปลูกพืชด้วยวิธีการปลูกเป็นแถวหรือแนวปลูกที่ต้องมีระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถวที่ชัดเจนเพื่อสะดวกต่อการจัดการดูแลและการเก็บเกี่ยวผลผลิต (Bakhshandeh, 2006; Shahin and Valiollah, 2009) สำหรับความหนาแน่นของต้นพืช (Plant density) มักกล่าวถึงลักษณะการเพาะปลูกที่กล่าวโดยรวมเป็นแปลงและมักใช้วิธีการหว่านโดยกำหนดจากอัตราเมล็ด (Seed rate) ที่ใช้ต่อพื้นที่ (Fang et al., 2018; O'Donovan, 1994) ทั้งนี้น้ำหนักเมล็ดของพืชชนิดเดียวกันนั้นอาจมีความแตกต่างกันเนื่องจากสายพันธุ์ ดังนั้นการกำหนดความหนาแน่นของต้นพืชมักกำหนดเป็นจำนวนต้นต่อพื้นที่ หรือต้นต่อตารางเมตร เป็นต้น ระยะปลูกหรือความหนาแน่นของต้นพืชที่เหมาะสมนั้นมีความแตกต่างกันออกไปตามชนิดพืช โดยลักษณะที่ใช้ในการพิจารณาระยะปลูกของพืชแต่ละชนิด คือ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีพลักษณ์ของพืชชนิดนั้นๆ เช่น ความสูงต้น ทรงพุ่ม ขนาดใบ และลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏ รวมถึงตำแหน่งในการสร้างผลผลิต เช่น พืชใบเลี้ยงเดียวมักมีผลผลิตอยู่ตำแหน่งปลายยอด เช่น ข้าวฟ่าง (Liu et al., 2017) หรือบริเวณกลางลำต้นเช่นข้าวโพด (Timlin et al., 2014) ทั้งนี้ในกรณีของอ้อยซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่เน้นการสร้างผลผลิตที่บริเวณลำต้น (Ehsanullah et al., 2011) ทำให้พืชใบเลี้ยงเดี่ยวดังกล่าวมีการกำหนดระยะปลูกหรือความหนาแน่นต้นที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการพิจารณาถึงรูปแบบในการจัดการน้ำ (Li et al., 2019) เช่น การให้น้ำแบบร่อง สปริงเกอร์ หรือเป็นการพึ่งพาน้ำฝนจากธรรมชาติ ล้วนเป็นข้อพิจารณาที่ควรนำมาใช้ในการกำหนดระยะปลูกหรือความหนาแน่นของต้นพืช สำหรับลักษณะสัณฐานวิทยาเป็นลักษณะที่ส่งผลโดยตรงต่อกลไกและกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชที่เป็นผลเกี่ยวเนื่องกัน ระยะปลูกหรือความหนาแน่นของต้นพืชในแปลงปลูกนั้นส่งผลต่อการตอบสนองต่อลักษณะต่าง ๆ ของพืชดังนี้

1. การตอบสนองของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของบักวีต

การกำหนดระยะปลูกพืชที่แคบมากจนเกินไปทำให้มีพื้นที่จำกัดในการเจริญเติบโตทางลำต้น ส่งผลให้มีการแตกกิ่งน้อย มีความสูงของลำต้นมาก และมีจำนวนใบต่อต้น ในขณะที่ระยะปลูกที่ห่างหรือกว้างขึ้นส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตของลำต้นและมีการแตกกิ่งมาก เพราะมีการแข่งขันระหว่างประชากรต้นพืชภายในแปลงน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อคิดเป็นผลผลิตต่อไร่อาจมีค่าลดลงได้ เนื่องจากมีจำนวนต้นพืชต่อพื้นที่น้อย (สมยศ และคณะ, 2552; สมยศ และ สมมารถ, 2551) ลักษณะทางเกษตรและองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญของบักวีตที่ได้รับผลกระทบจากการแข่งขันกันของประชากรต้นพืชภายในแปลงปลูก คือ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (Stem diameter) โดยจำนวนต้นบักวีตในแปลงปลูกที่มีจำนวนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นบักวีตมีขนาดของลำต้นลดลง โดยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นนี้มี

ความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตของบักวีต (Fang et al., 2018) ตลอดจนความสูงต้นที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนข้อ ซึ่งจำนวนข้อนั้นมีความสัมพันธ์กับจำนวนกิ่งที่เป็นลักษณะสำคัญในการที่ทำให้มีโอกาสในการมีช่อดอกของบักวีตในตำแหน่งดังกล่าว (Quinet et al., 2004) นอกจากนี้ลักษณะที่สำคัญในการรับแสงนั้นคือ พื้นที่ใบของบักวีต ซึ่งพื้นที่ใบหรือขนาดของใบบักวีตนั้นมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละสายพันธุ์ และเป็นลักษณะที่มีการตอบสนองต่อการจัดการความหนาแน่นต้นที่แตกต่างกัน โดยมีค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index; LAI) เป็นตัวชี้วัดถึงความเหมาะสมและความสัมพันธ์ของจำนวนต้นหรือระยะปลูกต่อพื้นที่ปลูก (Bavec et al., 2002; Sugimoto and Koesmaryono, 2001) สำหรับดัชนีพื้นที่ใบ นั้นมีการตอบสนองโดยตรงกับความหนาแน่นต้นของบักวีต (Sugimoto and Koesmaryono, 2001) ซึ่งค่าดัชนีพื้นที่ใบเป็นตัวบ่งชี้ที่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใบและพื้นที่ปลูก หากดัชนีพื้นที่ใบมีค่าสูงและสามารถคลุมพื้นที่ปลูกได้ทั่วถึง แสดงให้เห็นถึงความหนาแน่นต้นที่มีความเหมาะสมต่อพื้นที่ปลูก โดยความหนาแน่นต้นหรือจำนวนต้นต่อพื้นที่ปลูกที่เพิ่มขึ้นนั้นส่งผลให้บักวีตมีดัชนีพื้นที่ใบลดลง (Fang et al., 2018) ซึ่งมีความขัดแย้งกับการศึกษาของ Sugimoto and Koesmaryono (2001) ที่พบว่าระยะปลูกหรือจำนวนต้นต่อพื้นที่ปลูกที่เพิ่มขึ้นนั้นส่งผลให้มีค่าดัชนีพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการสร้างผลผลิตและการสะสมน้ำหนักแห้ง ขึ้นอยู่กับปริมาณแสงที่ส่องมายังต้นพืช รวมถึงความสามารถในการรับแสงของพืชชนิดนั้น ๆ และพืชมีการสังเคราะห์แสงสูงสุดเมื่อมีพื้นที่ใบที่สามารถรับแสงได้ประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ (เฉลิมพล, 2542)

2. การตอบสนองของลักษณะทางสรีรวิทยาของบักวีต

ลักษณะทางสรีรวิทยามีการตอบสนองต่อความหนาแน่นต้นเช่นเดียวกัน จากการศึกษาของ Fang et al. (2018) พบว่าความหนาแน่นต้นที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (Net photosynthetic rate) ที่เพิ่มขึ้น จากระยะปลูก 60 ถึง 90 ต้นต่อตารางเมตร มีค่า 9.31 ถึง 12.62 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ซึ่งมีสอดคล้องกับประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water-use efficiency) ที่เพิ่มขึ้นตามระยะปลูก 0.35 ถึง 0.40 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและประสิทธิภาพการใช้น้ำนั้นแปรผกผันกับอัตราการคายน้ำ (Transpiration rate) และค่านำไหลปากใบ (Stomatal limitation value) ที่มีค่าลดลงแปรผกผันกับระยะปลูกที่เพิ่มขึ้นกล่าวคือ เมื่อมีระยะปลูกหรือความหนาแน่นของจำนวนต้นต่อพื้นที่เพิ่มมากขึ้นมักส่งผลให้ค่าดังกล่าวลดลง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Xiang et al. (2016) พบว่าอัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน (Root-shoot ratio; R/S Ratio) ที่มาจากการสร้างสะสมระหว่างน้ำหนักแห้งรากและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (ลำต้นและใบ) นั้นสามารถอธิบายได้ว่าระยะปลูกหรือจำนวนประชากรพืชต่อพื้นที่ที่แตกต่างกันส่งผลให้มีความแตกต่างกันในด้านอัตราส่วนระหว่างราก และส่วนเหนือดินหรือ R/S Ratio โดยการมี ค่า R/S Ratio น้อยนั้นหมายความว่ามีอัตราส่วนของรากน้อยกว่าส่วนเหนือดิน หมายความว่า รากมี

ประสิทธิภาพสูงในการดูดธาตุอาหารลำเลียงไปสร้างส่วนเหนือดิน ในทางกลับกันหากมีค่า R/S Ratio สูงนั้นหมายความว่ามีการแข่งขันของการใช้ธาตุอาหารของประชากรพืชภายในแปลง พืชมีการแบ่งสัดส่วนการเจริญเติบโตลงมาพัฒนารากเพื่อกระจายตัวเพื่อดูดใช้ธาตุอาหาร (Murakami et al., 2002)

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นต้นและการสร้างมวลชีวภาพ

มวลชีวภาพ (Biomass) คือ การสร้างน้ำหนักแห้งของพืช เป็นน้ำหนักแห้งที่ประเมินหลังการกำจัดน้ำและความชื้นออกจากต้นพืชโดยการผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การอบแห้งด้วยอุณหภูมิที่คงที่เป็นระยะเวลาต่อเนื่องกันจนกว่าน้ำหนักแห้งนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง มวลชีวภาพมีความสัมพันธ์กับการสะสมปริมาณคาร์บอนของพืช โดยประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ของมวลชีวภาพนั้นมีที่มาจากการรวมกันระหว่างปริมาณคาร์บอนและสารประกอบอินทรีย์ที่มาจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Jiang et al., 2018; Larcher, 2003; O'Donovan, 1994) กล่าวได้ว่ามวลชีวภาพเป็นตัวชี้วัดการเจริญเติบโตของพืชซึ่งมีปริมาณที่แตกต่างกันออกไปตามแต่สายพันธุ์ สภาพแวดล้อม และการจัดการ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมวลชีวภาพของพืชมีหลายปัจจัย สำหรับปัจจัยที่มีความสำคัญและเป็นการจัดการที่สามารถปฏิบัติได้คือ ระยะปลูก คือ การจัดการระยะปลูกหรือความหนาแน่น (O'Donovan, 1994; Sugimoto and Koesmaryono, 2001) โดย Jiang et al. (2018) รายงานว่าความหนาแน่นของต้นข้าวโพดที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้มีการสร้างมวลชีวภาพรวมต่อพื้นที่เพิ่มสูงขึ้นแต่ส่งผลให้การสะสมมวลชีวภาพต่อต้นลดน้อยลง จากการทดลองปลูก 4 ปีต่อเนื่องกัน (2555-2558) ทำให้เห็นได้ว่าระยะปลูกชิดที่มีจำนวนต้นพืชมากเกินไปนั้นส่งผลให้มีการสร้างมวลชีวภาพต่อต้นลดน้อยลงเนื่องจากมีการแข่งขันระหว่างการเจริญเติบโตของประชากรพืชภายในแปลงซึ่งผลของระยะปลูกปรากฏผลเช่นเดียวกับการศึกษาใน Oilseed Rape ซึ่งศึกษาโดย Momohand Zhou (2001) อย่างไรก็ตามระยะปลูกที่มากเกินไปนั้นไม่ได้เป็นตัวชี้วัดในการเพิ่มขึ้นของการสร้างมวลชีวภาพต่อพื้นที่เสมอไปในแต่ละชนิดพืช (Tang et al., 2017)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกหรือความหนาแน่นต้นของพืช กับการสร้างมวลชีวภาพของพืชนั้น เป็นการศึกษาเพื่อการประเมินถึงศักยภาพในการสร้างน้ำหนักแห้งของพืชที่สามารถสร้างได้ต่อต้นหรือพื้นที่ปลูก เพื่อการจัดการการปลูกพืชชนิดนั้น ๆ ได้มีศักยภาพที่ดีขึ้นหรือสามารถคาดการณ์ปริมาณมวลชีวภาพที่จะสามารถเกิดขึ้นได้ในพื้นที่นั้น ๆ (Hardwick and Andrews, 1983) โดยการศึกษาดังกล่าวถือเป็นการศึกษา Allometric ซึ่งเป็นการศึกษาการเจริญเติบโตของส่วนหนึ่งของสิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตทั้งหมดหรือบางส่วนของสิ่งมีชีวิตนั้น กล่าวคือเป็นการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต

ทั้งหมดโดยรวมของพืช ซึ่งการเจริญเติบโตโดยรวมของพืชนั้นสามารถประเมินได้จากน้ำหนักแห้ง หรือมวลชีวภาพของพืช (Biomass) (Li et al., 2013) :สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมิติการเจริญเติบโต กับการสร้างมวลชีวภาพที่ โดยใช้มิติการเจริญเติบโต เป็นการนำผลคูณระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นยกกำลังสอง และความสูงของต้นพืช โดยนิยมทำการศึกษาในพืชใบเลี้ยงคู่ หรือกลุ่มต้นไม้ใบใหญ่ (Broadleaf) ในสังคมพืชตามธรรมชาติ (Yokozawa and Hara, 1995) ซึ่งการศึกษาที่ใช้มิติการเจริญเติบโตนี้ มีการศึกษาในพืชเกษตรต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการหาค่าความสัมพันธ์ โดยมีการศึกษาในหลายชนิดพืชทั้งในพืชผัก หรือพืชบำรุงดินอย่างปอเทือง ถั่วเหลือง ข้าวบาเลย์ และข้าวฟ่าง เป็นต้น (Finney et al., 2016) สำหรับการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์นั้นมีหลายวิธี โดยเป็นการประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ทางสถิติเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของพืช โดยการทราบรูปแบบและสมการความสัมพันธ์ จะทำให้สามารถวางแผน วิเคราะห์ผลผลิตที่จะเกิดขึ้นต่อพื้นที่หรือได้รับอย่างแม่นยำและประหยัดค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังเกี่ยวโดยงถึงการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ต่อไปอีก การวิเคราะห์รูปแบบและสมการความสัมพันธ์ จะต้องมีข้อมูลที่เชื่อถือได้ มีการวางแผนการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระเบียบและละเอียดถูกต้อง (Thornley and Johnson, 1980)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการศึกษาความสัมพันธ์ของระยะปลูกในระดับต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการสร้างมวลชีวภาพมีประโยชน์ในการกำหนดการจัดการที่เหมาะสมเพื่อวัตถุประสงค์ในการปลูกเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดหรือ การปลูกเพื่อการผลิตเมล็ด ซึ่งเป็นศึกษาโดยองค์รวมและประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านนิเวศวิทยาพืชมาใช้ในการจัดการการผลิตพืชได้เป็นอย่างดี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

สถานที่ทำการศึกษา

ทำการศึกษาภายใต้สภาพโรงเรือน ณ อาคารกำจรบุญแปง และอาคารเมล็ดพันธุ์พืชไร่ สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ พิกัด 18°53’35”N, 99°00’57”E สูง 320 เมตรจากระดับน้ำทะเล

ระยะเวลาในการศึกษา

1. **ช่วงปลูกที่ 1** (ช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562)
   ทำการปลูกระหว่างวันที่ 7 กรกฎาคม 2562 ถึง วันที่ 15 กันยายน 2562

2. **ช่วงปลูกที่ 2** (ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563)
   ทำการปลูกระหว่างวันที่ 3 พฤศจิกายน 2562 ถึง วันที่ 12 มกราคม 2563

วัสดุอุปกรณ์

1. **อุปกรณ์สำหรับการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์บักวีต**
   1.1 เมล็ดพันธุ์บักวีต จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Taiwan 01, Taiwan 02, Taiwan 03 และ Taiwan 16 จากฤดูปลูกหลังนา ปี 2560/61 ณ ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน กรมการข้าว
   1.2 กระดาษทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ชนิดม้วน ยี่ห้อเคี่ยนหงวน รุ่น K-1
   1.2 เครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์แบบถังหมุน รุ่น JK-01
   1.3 สารเคลือบ (Carboxylmethyl cellulose)
   1.4 สารออกฤทธิ์ (NH_4NO_3 , NaH_2PO_4 , KCl และ Metalaxyl)
   1.5 เครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์ ยี่ห้อ Steinlite รุ่น SB900
   1.6 ตู้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Growth chamber) ยี่ห้อ Contherm รุ่น Series 5000
   1.7 พีทมอส (peat moss)

2. อุปกรณ์สำหรับการปลูกบักวีต

2.1 ดินปลูก

2.2 โรงเรือนทดลอง

2.3 วงบ่อซีเมนต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร

2.4 กระถางพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร

2.5 ระบบน้ำสปริงเกอร์

3. อุปกรณ์สำหรับการวัดและบันทึกข้อมูล

3.1 เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น ยี่ห้อ EBRO รุ่น EBI 20-T1

3.2 เครื่องตรวจอากาศ (เครื่องบันทึกข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแบบอัตโนมัติ) ยี่ห้อ Delta-T Devices รุ่น WS-GP1

3.3 เชือกไนล่อนแบบกลม สีแดง ขนาด 3 มิลลิเมตร

3.4 สายวัดความยาว 150 เซนติเมตร

3.5 เวอร์เนียร์เทอร์โมพลาสติก แบบดิจิตอล ขนาด 6 นิ้ว

3.6 เครื่องวัดค่าความเขียวใบ (Chlorophyll Meter) ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น SPAD-502 Plus

3.7 กรรไกรตัดกิ่ง

3.8 ถุงกระดาษสำหรับใส่ตัวอย่างพืช

3.9 ตู้อบลมร้อน ความจุ 108 ลิตร ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น UNB500

3.10 ตู้อบลมร้อน ความจุ 1,060 ลิตร ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น UF1060

3.11 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Zepper รุ่น ES1200 HA

3.12 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ OHAUS รุ่น Pioneer Series

3.13 กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

3.14 โปรแกรม Image J (Rasband, 2012) สำหรับการคำนวณหาพื้นที่ใบ

3.15 โปรแกรม R สำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติ

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้แบ่งออกเป็นการศึกษาเบื้องต้น ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับเมล็ดพันธุ์บักวีต คุณสมบัติดินทางเคมีบางประการ และสภาพอากาศที่ทำการศึกษา และการทดลอง 2 การทดลอง ประกอบไปด้วย การทดลองที่ 1 ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของบักวีต 4 สายพันธุ์ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้นต่างกันภายใต้ช่วงเวลาปลูกที่แตกต่างกัน และการทดลองที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นต้นและการสร้างมวลชีวภาพของบักวีต ซึ่งมีรายละเอียดในวิธีการศึกษาดังต่อไปนี้

1. การศึกษาเบื้องต้น

1.1 คุณภาพและการยกระดับเมล็ดพันธุ์บักวีตที่ใช้ในการศึกษา

สำหรับการศึกษาเบื้องต้นเป็นการทดสอบคุณภาพของเมล็ดบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่ใช้ในการทดลอง ทำการประเมินความงอก และน้ำหนัก 100 เมล็ด รวมถึงวัดความชื้นของเมล็ด และในการศึกษาครั้งนี้มีการทดลองสองช่วงการปลูก จึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพื่อประโยชน์ในการเก็บรักษาเพื่อใช้ในการทดลอง โดยศึกษาศักยภาพทั้งในด้านความแข็งแรงและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 เป็นตัวแทนของบักวีตสายพันธุ์อื่น ๆ ในการกระตุ้นให้เกิดการเสื่อมของเมล็ดในการจำลองสภาพการเก็บรักษา ด้วยวิธีการเร่งอายุ (Accelerated Aging Test , AA Test) โดยสุ่มนำเมล็ดพันธุ์บักวีตจำนวน 200 กรัม .ใส่ลงในขวดเร่งอายุ และนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง และนำมาผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดบักวีตมาทำการเคลือบร่วมกับ ธาตุอาหารและสารเคมีป้องกันเชื้อรา โดยชั่งเมล็ดพันธุ์บักวีต 15 กรัม ในแต่ละกรรมวิธี จากนั้นนำไปเคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์บักวีตตามกรรมวิธี และลดความชื้นของเมล็ดหลังการเคลือบในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) รวมทั้งสิ้น 8 กรรมวิธี ประกอบไปด้วย เมล็ดไม่เคลือบ (T1), เมล็ดเคลือบ Carboxylmethyl cellulose 0.1 เปอร์เซ็นต์ (CMC) (T2), เมล็ดเคลือบร่วมกับ NH_4NO_3, NaH_2PO_4, KCl ที่อัตรา 0.384 กรัม (T3), 0.512 กรัม (T4) และ 0.104 กรัม (T5) ตามลำดับ และเมล็ดเคลือบร่วมกับ NH_4NO_3, NaH_2PO_4, KCl ที่อัตรา 0.384 กรัม ร่วมกับ Metalaxyl 2.0 g.ai. (T6), 0.512 กรัม ร่วมกับ Metalaxyl 2.0 g.ai. (T7) และ 0.104 กรัม ร่วมกับ Metalaxyl 2.0 g.ai. (T8) ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ศึกษากรรมวิธีละ 4 ซ้ำ แล้วนำไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่าง ๆ และทำการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์และต้นกล้า ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือนทดลอง (ISTA, 2019) สำหรับการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการ ทำการประเมินเปอร์เซ็นต์ความงอกและการงอกของ

ราก เปอร์เซ็นต์เมล็ดตาย เมล็ดแข็ง และต้นกล้าผิดปกติ, ความเร็วในการงอก และความเร็วในการงอกราก โดยนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านกระบวนการเคลือบและไม่เคลือบเมล็ดจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด มาทดสอบความงอกด้วยการเพาะแบบระหว่างกระดาษ หรือ Between Paper (BP) จากนั้นนำไปไว้ในตู้เพาะควบคุมการเจริญเติบโตอุณหภูมิสลับ (30 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง และ 20 องศาเซลเซียส 16 ชั่วโมง) แล้วตรวจนับความงอกหลังการเพาะครั้งแรกที่ 4 วัน (First Count) และ 7 วันหลังเพาะ (Final Count) และการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดและต้นกล้าบักวีตในสภาพโรงเรือนทดลอง ทำการประเมินเปอร์เซ็นต์ความงอก และเปอร์เซ็นต์การโผล่พ้นดิน, ความเร็วในการโผล่พ้นดินและความเร็วในการงอก และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าบักวีต โดยสุ่มเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านกระบวนการเคลือบและไม่เคลือบจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด มาทดสอบความงอกในถาดหลุม ซึ่งใช้พีทมอส (Peat Moss) เป็นวัสดุเพาะต้นกล้า แล้วประเมินผลการงอกที่ 4-7 วัน เช่นเดียวกันกับวิธีการตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ และทำการสุ่มต้นกล้าจำนวน 10 ต้นในแต่ละซ้ำและนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมงจากนั้นชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง และค่าต่าง ๆ ที่ทำการประเมินคำนวณตามสูตรของ ISTA (2019) และดัดแปลงจาก Kangsopa (2018) ดังนี้

$$1)\ \text{ความงอก (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100$$

$$2)\ \text{การงอกราก (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกราก}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100$$

$$3)\ \text{ความเร็วในการงอกราก (ราก/วัน)} = \frac{\text{ผลรวมจำนวนรากที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}}$$

$$4)\ \text{ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)} = \frac{\text{ผลรวมจำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}}$$

$$5)\ \text{การโผล่พ้นดิน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่โผล่พ้นวัสดุเพาะ}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100$$

$$6)\ \text{ความเร็วในการโผล่พ้นดิน (ต้น/วัน)} = \frac{\text{ผลรวมจำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}}$$

ตารางที่ 2 กรรมวิธีในการเคลือบเมล็ด

ส่วนผสม	กรรมวิธี							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
CMC	-	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %
NH_4NO_3	-	-	0.384 g.	-	-	0.384 g.	-	-
NaH_2PO_4	-	-	-	0.512 g.	-	-	0.512 g.	-
KCl	-	-	-	-	0.104 g.	-	-	0.104 g.
Metalaxyl	-	-	-	-	-	2.0 g.ai	2.0 g.ai	2.0 g.ai

หมายเหตุ CMC = Carboxymethyl cellulose, NH_4NO_3 = แอมโมเนียมไนเตรต (Ammonium nitrate), NaH_2PO_4 = โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Sodium dihydrogen phosphate), KCl = โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride), ดัดแปลงจาก Kangsopa (2018)

1.2 สมบัติทางเคมีบางประการของดินที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ปลูกบักวีตในวงบ่อซีเมนต์ ขนาดบรรจุ 200 ลิตร จำนวน 72 วงบ่อ (การทดลองที่ 1) และกระถางพลาสติก ขนาดบรรจุ 16 ลิตร ซึ่งก่อนการทดลองได้สุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองทั้ง 2 ช่วงการปลูก โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร จำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นนำตัวอย่างดินส่วนหนึ่งไปตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของดินและอีกส่วนหนึ่งนำไปผึ่งในที่ร่มให้แห้ง (Air Dried) หลังจากนั้นนำไปบดและร่อนผ่านตะแกรง 2 และ 0.5 มิลลิเมตร เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน น้ำ พืช และปุ๋ย สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ดังนี้

สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะเนื้อดิน (Soil Texture) ด้วยวิธีการสัมผัส (Feel method) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

สมบัติทางเคมีบางประการของดิน ได้แก่ ความเป็นกรดด่างของดิน (Soil pH), ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Soil Organic Matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total Nitrogen), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available Phosphorus) และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (Extractable Potassium) โดยความเป็นกรดด่างของดิน วัดค่าด้วย pH meter (Wayne, 1980) การหาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ด้วยวิธี Wet oxidation ของ Walkley และ Black (FAO, 2008) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ด้วยวิธีคำนวณจากปริมาณอินทรียวัตถุในดิน, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ด้วยวิธีการสกัดตัวอย่างดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II จากนั้นอ่านค่าโดยใช้

Spectrophotometer ที่ช่วงคลื่น 882 นาโนเมตร (Bray and Kurtz, 1945) และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ ด้วยวิธีการสกัดตัวอย่างดินด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท (NH_4OAc; 1 M pH 7.0) และอ่านค่าด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Thomas, 1982)

1.3 สภาพอากาศ

ในการศึกษานี้มีช่วงระยะเวลาในการปลูกศึกษาต่างกัน สภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงการปลูก จึงทำการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ และความชื้นในอากาศ (Relative humidity) โดยติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นยี่ห้อ EBRO รุ่น EBI 20-T1 โดยกำหนดเวลาการบันทึกทุก ๆ 10 นาที เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน ทำการติดตั้งไว้ภายในโรงเรือนทดลอง และข้อมูลสภาพอากาศอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) ใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศ ณ ฟาร์มพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เพื่อติดตามข้อมูลสภาพอากาศ ตลอดการทดลองทั้ง 2 ช่วงการปลูก ได้แก่ ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 และ เดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563

สำหรับการศึกษาทดลองแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ได้แก่

การทดลองที่ 1	ศึกษาการเจริญเติบโตของบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกันในช่วงเวลาปลูกที่แตกต่างกัน
การทดลองที่ 2	ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพของบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน

การกำหนดระดับความหนาแน่นต่อพื้นที่ ที่ใช้ในการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 มีพื้นฐานมาจากการศึกษาในบักวีตชนิด F. *esculentum* ที่มีรายงานไว้ตั้งแต่ความหนาแน่นต้นที่ 60 – 300 ต้นต่อตารางเมตร (Sugimoto and Koesmaryono, 2001; Ghiselli et al., 2017; Fang et al., 2018) อย่างไรก็ตามความหลากหลายสายพันธุ์ของบักวีต ทำให้มีความหลากหลายในลักษณะการเจริญเติบโตของบักวีตเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการพิจารณากำหนดจำนวนต้นต่อพื้นที่ อย่างไรก็ตามการกำหนดจำนวนต้นต่อพื้นที่ของเกษตรกรในทางปฏิบัติมักสื่อสารในลักษณะอัตราเมล็ดที่ใช้ต่อไร่ เช่น อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ หากเมล็ดมีน้ำหนัก 100 เมล็ด เฉลี่ยอยู่ที่ 2.6 กรัม (0.026 กรัมต่อเมล็ด) แสดงว่ามีจำนวนเมล็ดต่อพื้นที่ 160,000 เมล็ดต่อไร่ โดยประมาณ หรือ 100 ต้นต่อตารางเมตร โดยประมาณ (พื้นที่ 1 ไร่เท่ากับ 1,600 ตารางเมตร) อย่างไรก็ตามการพิจารณาจากน้ำหนัก 100 เมล็ด นั้นเป็นการพิจารณาเบื้องต้นในส่วนของอัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ต่อพื้นที่ปลูก ทั้งนี้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญในการประกอบการพิจารณาอัตราเมล็ด

พันธุ์ที่ใช้ต่อพื้นที่ปลูก ซึ่งในการศึกษานี้ได้กำหนดความหนาแน่นต้น 3 ระดับ ได้แก่ ความหนาแน่นต้นที่ 100, 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร (ตารางที่ 3) ตามงานวิจัยของ Ghiselli et al. (2017) และ Fang et al. (2018)

ตารางที่ 3 อัตราเมล็ดพันธุ์และจำนวนต้นของบักวีตที่ใช้ในการศึกษา

จำนวนต้น	ระยะปลูก	อัตราเมล็ด
100 ต้นต่อตารางเมตร	10.0 x 10.0 เซนติเมตร	4 กิโลกรัมต่อไร่
200 ต้นต่อตารางเมตร	7.0 x 7.0 เซนติเมตร	8 กิโลกรัมต่อไร่
300 ต้นต่อตารางเมตร	5.8 x 5.8 เซนติเมตร	12 กิโลกรัมต่อไร่

2. การทดลองที่ 1 ศึกษาการเจริญเติบโตของบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกันในช่วงเวลาปลูกที่แตกต่างกัน

ทำการปลูกทดลองภายใต้สภาพโรงเรือน 2 ช่วงการปลูก ได้แก่ ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 และ เดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 วางแผนการทดลองแบบ 3 x 4 Factorial in Completely Randomized Design ศึกษา 2 ปัจจัย ประกอบด้วย

ปัจจัยที่ 1 คือ ความหนาแน่นต้นของบักวีตต่อพื้นที่ 3 ระดับ ได้แก่

1) ความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร
2) ความหนาแน่นต้น 200 ต้นต่อตารางเมตร
3) ความหนาแน่นต้น 300 ต้นต่อตารางเมตร

ปัจจัยที่ 2 คือ สายพันธุ์บักวีต 4 สายพันธุ์ ได้แก่

1) บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01
2) บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 02
3) บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 03
4) บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16

ทำการทดลอง 6 ซ้ำ (Replications) รวม 72 หน่วยทดลอง (Experimental unit) จากปัจจัยของระดับความหนาแน่นต้นที่ 100, 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ได้ทำการปลูกศึกษาในวงบ่อซีเมนต์บรรจุดิน ขนาดพื้นที่ 0.50 ตารางเมตร ทำให้ 1 วงบ่อมีจำนวนต้นบักวีต 50, 100 และ 150 ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ทำการปลูกด้วยการหยอดเมล็ดลงในพื้นที่ปลูกที่มีระยะห่างสม่ำเสมอกันในแต่ละความหนาแน่นต้น โดยการเก็บข้อมูลเมื่อบักวีตมีอายุ 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 และ 70 วันหลังปลูก ด้วยการสุ่มพื้นที่ 30 เปอร์เซ็นต์ (Sampling area) กึ่งกลางของพื้นที่ปลูกในวง

บ่อซีเมนต์ด้วย เพื่อเป็นตัวแทนของประชากรต้นพืชที่ใช้ในการเก็บข้อมูล จากพื้นที่สุ่ม 30 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ 0.50 ตารางเมตร คือ 0.05 ตารางเมตร ทำให้ได้จำนวนต้นจากการสุ่ม 5, 10 และ 20 ต้น สำหรับระดับความหนาแน่นต้น 100, 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ จากนั้นทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น, ความยาวราก, จำนวนใบต่อต้น, จำนวนข้อต่อต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น, จำนวนช่อดอกต่อต้น, เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความเขียวใบ (ตารางที่ 4) สำหรับการประเมินน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนใบ ลำต้น และราก, พื้นที่ใบ, อัตราส่วนระหว่างรากและลำต้น และดัชนีพื้นที่ใบ (ตารางที่ 4) ทำการประเมินที่อายุ 35 วัน กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ (รวม 36 หน่วยทดลอง) และทำการประเมินหน่วยทดลองที่เหลือ เมื่อบักวีตอายุ 70 วันหลังปลูก จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลและจัดการข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ Analysis of Variances (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) ด้วยวิธี Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) Test และเปรียบเทียบการสร้างน้ำหนักแห้งรวมต่อต้นและน้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ระหว่างช่วงปลูกด้วยวิธี Two-Samples T-test ด้วยโปรแกรม R

3. การทดลองที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพของบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน

ศึกษาภายใต้สภาพโรงเรือนสองช่วงปลูก ได้แก่ ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 และ เดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 ปลูกบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 ในกระถางพลาสติกบรรจุดินขนาดพื้นที่ 0.07 ตารางเมตร ด้วยสภาพความหนาแน่นต้นของบักวีตต่อพื้นที่ 3 ระดับ ได้แก่

1) ความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร
2) ความหนาแน่นต้น 200 ต้นต่อตารางเมตร
3) ความหนาแน่นต้น 300 ต้นต่อตารางเมตร

เก็บบันทึกข้อมูลทุก ๆ สัปดาห์ ติดต่อกัน 6 สัปดาห์ (อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังปลูก) สัปดาห์ละ 3 ซ้ำต่อความหนาแน่นต้น รวมทั้งสิ้น 54 กระถาง ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และประเมินการสร้างมวลชีวภาพ โดยประเมินจากการสร้างน้ำหนักแห้งที่ทำการแยกส่วนต้น (ลำต้นและกิ่ง) ใบ และราก (ตารางที่ 4) จากนั้นทำการคำนวณสัดส่วนการสร้างน้ำหนักแห้งส่วนของลำต้น ใบ และราก ของบักวีตที่ปลูกในทั้ง 3 สภาพความหนาแน่นต้นในสองช่วงการปลูก โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{สัดส่วนการสร้างน้ำหนักแห้ง (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักแห้ง (ลำต้น/ใบ/ราก) (กรัม)}}{\text{น้ำหนักแห้งรวมต่อต้น (กรัม)}} \times 100$$

และนำข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงมาคำนวณมิติการเจริญเติบโต ดังสูตร

$$\text{มิติการเจริญเติบโต} = D^2H$$

โดย D : Stem diameter หมายถึง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

H : Plant height หมายถึง ความสูงต้น

ที่มา: Deans et al. (1996)

ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมิติการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพต่อต้นและต่อพื้นที่ของบักวีตที่ปลูกต่างกัน 3 ระดับความหนาแน่นต้น โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression; y=ax+b) ด้วยโปรแกรม R เพื่อทราบสมการเพื่อใช้ในการทำนายปริมาณการสร้างมวลชีวภาพจากมิติการเจริญเติบโต และทำการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดหรือค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination; R^2)

ตารางที่ 4 ลักษณะการเจริญเติบโตของบักวีตที่ทำการประเมิน และวิธีการประเมิน

ลักษณะการเจริญเติบโต	วิธีการประเมิน
ความสูงต้น (ซม.)	วัดความสูงต้นตั้งแต่โคนต้นจนถึงปลายใบที่ยาวที่สุด
ความยาวราก (ซม.)	วัดความยาวรากที่ยาวที่สุดตั้งแต่โคนรากจนถึงปลายราก
จำนวนใบต่อต้น	นับจำนวนใบที่คลี่อย่างเต็มที่ทั้งหมดต่อต้น
จำนวนข้อต่อต้น	นับจำนวนข้อโดยเริ่มจากข้อแรกจนถึงข้อสุดท้ายที่ปลายยอด
จำนวนกิ่งต่อต้น	นับจำนวนกิ่งที่มีการแตกออกมาจากลำต้นหลัก
จำนวนช่อดอกต่อต้น	นับช่อดอกทั้งหมดที่เกิดบริเวณลำต้นและกิ่ง
เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มม.)	วัดจากบริเวณกิ่งกลางปล้องที่ 2 นับจากโคนราก
ความเขียวใบ	วัดค่าความเขียวใบโดยใช้ SPAD-502 Plus วัดจากใบที่อยู่ตำแหน่งบนยอดจำนวน 3 ใบต่อต้นแล้วนำค่ามาเฉลี่ย
พื้นที่ใบ (ตร. ซม.)	ถ่ายภาพใบที่คลี่เต็มที่ทุกใบทั้งต้นบนพื้นสีขาวพร้อมสายวัดแสดงมาตราส่วน และนำภาพถ่ายที่ได้มาคำนวณหาพื้นที่ใบจากโปรแกรม Image J (Rasband, 2012)
น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ต้น ใบ และราก (กรัม)	ชั่งและบันทึกน้ำหนักสดแต่ละส่วนของบักวีต (ลำต้นและกิ่ง,ใบและราก) จากนั้นนำตัวอย่างพืชแต่ละส่วนเข้าอบด้วยอุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง และนำมาชั่งน้ำหนักแห้งแยกส่วน ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
อัตราส่วนระหว่างราก และลำต้น	นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินน้ำหนักแห้งส่วนของรากและส่วนเหนือดิน (ลำต้นและกิ่ง, ใบ) มาคำนวณอัตราส่วนระหว่างรากและลำต้น
ดัชนีพื้นที่ใบ	นำพื้นที่ใบที่ได้จากการคำนวณพื้นที่ใบด้วยโปรแกรม Image J ของทุกต้นในพื้นที่สุ่ม (30 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ 0.5 ตร. ม.) มาคำนวณหาพื้นที่ใบต่อพื้นที่ปลูก จากสมการ ดัชนีพื้นที่ใบ = พื้นที่ใบทั้งหมด /พื้นที่ปลูก

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาเบื้องต้น (Preliminary Study)

1. คุณภาพและการยกระดับเมล็ดพันธุ์บักวีตที่ใช้ในการศึกษา

จากการทดลองพบว่าเมล็ดพันธุ์บักวีตทุกสายพันธุ์น้ำหนัก 100 เมล็ด เปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์ความงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ด ในระดับที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 5) ทั้งนี้เมล็ดพันธุ์บักวีตทั้ง 4 สายพันธุ์ มีแหล่งที่มาจาก สาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) ที่มูลนิธิโครงการหลวงได้รวบรวมนำเข้ามาปลูกศึกษาเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์บนพื้นที่สูงในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย (อาคม และคณะ, 2547) และกรมการข้าวโดยศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน ได้ดำเนินการรวบรวมพันธุกรรมของสายพันธุ์บักวีตเหล่านี้ไว้ จึงสามารถสรุปได้ว่าเมล็ดทั้ง 4 สายพันธุ์ ที่ใช้ในการศึกษานี้มีคุณภาพของเมล็ดที่เท่ากัน จากผลการศึกษาพบว่าเมล็ดพันธุ์บักวีตที่ผ่านสภาพการเร่งอายุมีความงอกและความแข็งแรงแตกต่างเพียงเล็กน้อยกับเมล็ดพันธุ์ปกติ ทำให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ทั้ง 4 สายพันธุ์ นั้นมีความสม่ำเสมอกัน และจากการศึกษาการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์บักวีตด้วยการเคลือบเมล็ดร่วมกับธาตุอาหารพืชและสารเคมีป้องกันเชื้อรา และทำการประเมินคุณภาพของเมล็ดและต้นกล้า ปรากฏผลการทดลอง ดังนี้

1.1 การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์

1.1.2 การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์บักวีตในสภาพห้องปฏิบัติการ

หลังจากเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารออกฤทธิ์ที่แตกต่างกัน จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะแตกต่างกัน พบว่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดเน่า และเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการเคลือบเมล็ดด้วย NH_4NO_3 , NaH_2PO_4 และ KCl ร่วมกับ Metalaxyl อัตรา 2 g.ai. (T6, T7 และ T8 ตามลำดับ) ทำให้มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเน่ามากกว่ากรรมวิธีที่ไม่เคลือบ (T1) ถึง 150 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเคลือบเมล็ดด้วย NH_4NO_3 (T3) พบว่ามีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งสูงและแตกต่างกันในทางสถิติกับวิธีการอื่น ๆ แต่ไม่พบความแตกต่างกับวิธีการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว ส่วนการเคลือบเมล็ดทุกวิธีการไม่ทำให้มีลักษณะของต้นกล้าผิดปกติแตกต่างกันกับเมล็ดไม่เคลือบ (ตารางที่ 6) ส่วนการเคลือบเมล็ดในทุกกรรมวิธีไม่ทำให้ต้นกล้าของบักวีตมีลักษณะผิดปกติที่แตกต่างกัน เมื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของเมล็ดพันธุ์หลังเพาะทดสอบพบว่าการเคลือบเมล็ดด้วย NH_4NO_3 ทำให้เมล็ดบักวีตมีการงอกราก และความเร็วในการงอกของรากน้อยที่สุดและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ ส่วนการเคลือบเมล็ดด้วย KCl อัตรา 0.104 กรัม ทำให้เมล็ดบักวีตมีความงอกมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่

ไม่ได้ผ่านการเคลือบ 14 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นประเมินความเร็วในการงอกพบว่า เมล็ดที่ผ่านการเคลือบด้วย KCl 0.104 กรัม และ NaH_2PO_4 0.384 กรัม ร่วมกับ metalaxyl 2 g.ai. พบว่ามีความเร็วในการงอกมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ (ตารางที่ 6)

1.2.2 การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์บักวีตในสภาพโรงเรือนทดลอง

เมื่อตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์บักวีตหลังการเคลือบเมล็ดด้วยวิธีการแตกต่างกัน จากนั้นนำไปตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย NaH_2PO_4 อัตรา 0.512 กรัม และ KCl อัตรา 0.104 กรัม ร่วมกับ Metalaxyl 2 g.ai. (T7 และ T8 ตามลำดับ) ทำให้ต้นกล้ามีการโผล่พ้นดิน และความเร็วในการโผล่พ้นดินมากกว่าการเคลือบด้วยกรรมวิธีอื่น ๆ แต่ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติกับ การเคลือบเมล็ดด้วย NH_4NO_3 0.384 กรัม และ KCl 0.104 กรัม ส่วนการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว และการเคลือบเมล็ด NaH_2PO_4 0.384 กรัม ร่วมกับ Metalaxyl 2 g.ai. มีความงอกสูงที่สุดและแตกต่างกันในทางสถิติมากกว่าวิธีการอื่น ๆ และเมื่อพิจารณาตรวจสอบความเร็วในการงอกพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว การเคลือบเมล็ดด้วย NH_4NO_3 0.384 กรัม และการเคลือบเมล็ดด้วย NaH_2PO_4 0.384 กรัม ร่วมกับ Metalaxyl 2 g.ai. มีความเร็วในการงอกดีมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 น้ำหนัก 100 เมล็ด เปอร์เซ็นต์ความงอก เปอร์เซ็นต์ความชื้น และความเร็วในการงอกของเมล็ดบักวีตแต่ละสายพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษา

สายพันธุ์	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	ความงอก (%)	ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)	เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)
Taiwan 01	2.51 ± 0.07	95.7 ± 1.2	18.6 ± 0.5	13.03 ± 0.06
Taiwan 02	2.65 ± 0.05	94.3 ± 1.5	17.3 ± 0.8	13.87 ± 0.12
Taiwan 03	2.63 ± 0.09	95.3 ± 0.6	17.8 ± 0.7	13.30 ± 0.00
Taiwan 16	2.56 ± 0.12	96.0 ± 1.0	18.1 ± 0.4	13.33 ± 0.06
Mean	2.59	95.3	18.0	13.38
F-test	ns	ns	ns	ns
CV(%)	3.35	1.17	5.25	4.63

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 6 คุณภาพเมล็ดพันธุ์และต้นกล้าของบักวีตที่ทำการทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือนทดลอง

กรรมวิธี	สภาพห้องปฏิบัติการ							สภาพโรงเรือนทดลอง				
	เมล็ดตาย (%)	เมล็ดแข็ง (%)	ต้นกล้าผิดปกติ (%)	การงอกราก (%)	ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)	ความงอก (%)	ความเร็วในงอกราก (ราก/วัน)	การโผล่พ้นดิน (%)	ความเร็วในการโผล่พ้นดิน (ต้น/วัน)	ความงอก (%)	ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)	น้ำหนักแห้งต้นกล้า (มิลลิกรัม)
T1	0.0 b	10.0 ab	12.0	82 a	16.41 b	77.0 bc	39.50 a	19 cd	6.58 c	93 b	16.6 d	115
T2	0.0 b	9.0 ab	7.5	81 a	17.00 ab	83.5 a-c	39.08 a	18 d	6.25 c	99 a	18.4 a	117
T3	0.5 ab	15.5 a	10.0	66 b	14.53 c	74.0 c	30.33 b	29 a-c	10.42 ab	95 b	17.8 a-c	114
T4	0.0 b	7.0 b	10.0	80 a	15.70 bc	83.0 a-c	36.75 a	16 d	5.58 c	97 b	17.4 cd	120
T5	0.5 ab	6.5 b	5.0	84 a	18.69 a	88.0 a	38.17 a	33 ab	11.75 ab	95 b	16.9 d	120
T6	1.5 a	4.5 b	9.0	82 a	17.38 ab	85.0 ab	39.42 a	26 bc	9.08 bc	94 b	17.0 cd	111
T7	1.5 a	7.5 b	6.0	83 a	18.78 a	85.0 ab	39.67 a	38 a	14.00 a	100 a	17.9 ab	115
T8	1.5 a	5.5 b	9.5	81 a	17.38 ab	83.5 a-c	38.67 a	37 a	13.42 a	94 b	17.0 cd	115
Mean	0.69	8.0	8.0	80	16.98	82	37.70	27	9.64	95.88	17.4	116
F-test	*	*	ns	*	**	*	**	**	**	**	**	ns
CV.(%)	34.29	21.8	32.41	6.67	6.8	7.09	7.17	14.75	25.41	4.11	2.97	9.03

หมายเหตุ T1 = เมล็ดไม่เคลือบ, T2 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ CMC, T3 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ NH_4NO_3 0.384 g., T4 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ NaH_2PO_4 0.512 g., T5 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ KCl 0.104 g., T6 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ NH_4NO_3 0.384 g. ผสม metalaxyl 2.0 g.ai., T7 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ NaH_2PO_4 0.384 g. ผสม metalaxyl 2.0 g.ai. และ T8 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ KCl 0.104 g. ผสม metalaxyl 2.0 g.ai. อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test (MRT)

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) * และ ** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ และ $P<0.01$ ตามลำดับ

2. สมบัติทางเคมีบางประการของดินที่ใช้ทดลอง

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินที่ใช้ในการศึกษาทดลอง ผลการวิเคราะห์ดินก่อนการดำเนินทดลองพบว่า ดินมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทรายเหนียว มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในระดับกลาง (pH 7.5) ปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินในระดับต่ำ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับสูง (ตารางที่ 7) เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วสรุปได้ว่าดินที่ใช้ในการทดลองมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (Marx et al., 1999) มีเพียงปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่มีค่าอยู่ในระดับต่ำ อย่างไรก็ตามบักวีตเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเนื่องจากมีความต้องการธาตุอาหารในระดับน้อยสำหรับการเจริญเติบโต (Valenzuela and Smith, 2002) จากการศึกษาของ เนตรนภา และคณะ (2563) พบว่าการพิจารณาสมบัติของดินในการปลูกบักวีตที่สำคัญนั้นควรมีจากค่า pH ประมาณ 5-7 จึงจะเหมาะสม ซึ่งค่า pH เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพของบักวีต สำหรับความแตกต่างของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินที่ทำการทดลองทั้ง 2 ช่วงปลูก พบว่าในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 และช่วงพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 คือ 365.00 และ 656.33 ppm ตามลำดับ ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินในช่วง 250–800 ppm เป็นระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของพืชโดยทั่วไป (Marx et al., 1999) จากการพิจารณาสมบัติทางเคมีบางประการของดินก่อนการปลูกทดลองทั้งสองช่วงปลูก ทำให้เห็นได้ว่ามีสมบัติและความอุดมสมบูรณ์เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของบักวีต (Campbell and Gubbels, 1978; เนตรนภา และคณะ, 2563; พีรพันธ์ และคณะ, 2563) จึงไม่จำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมกับบักวีต ในการปลูกศึกษาทั้ง 2 การทดลอง

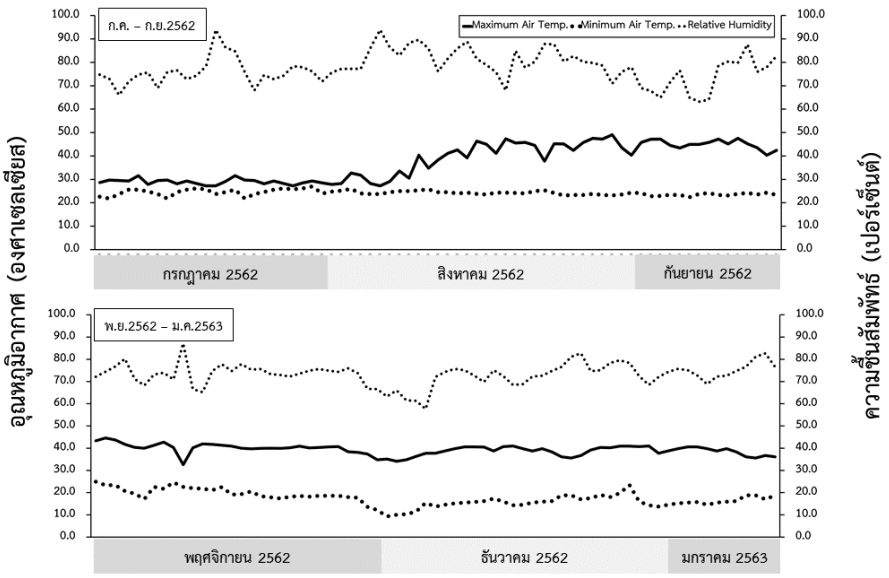
ตารางที่ 7 สมบัติทางเคมีบางประการของดินก่อนการปลูกทดลองทั้งสองช่วงปลูก

คุณสมบัติดิน	**ก.ค.-ก.ย. 2562**	**พ.ย. 2562 – ม.ค. 2563**
เนื้อดิน	ร่วนปนทรายเหนียว	ร่วนปนทรายเหนียว
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.50 ± 0.00	7.50 ± 0.10
ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (%)	0.88 ± 0.16	1.30 ± 0.20
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (%)	0.04 ± 0.01	0.07 ± 0.01
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ppm)	291.67 ± 17.10	276.00 ± 7.00
โพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน (ppm)	365.00 ± 3.61	656.33 ± 59.91

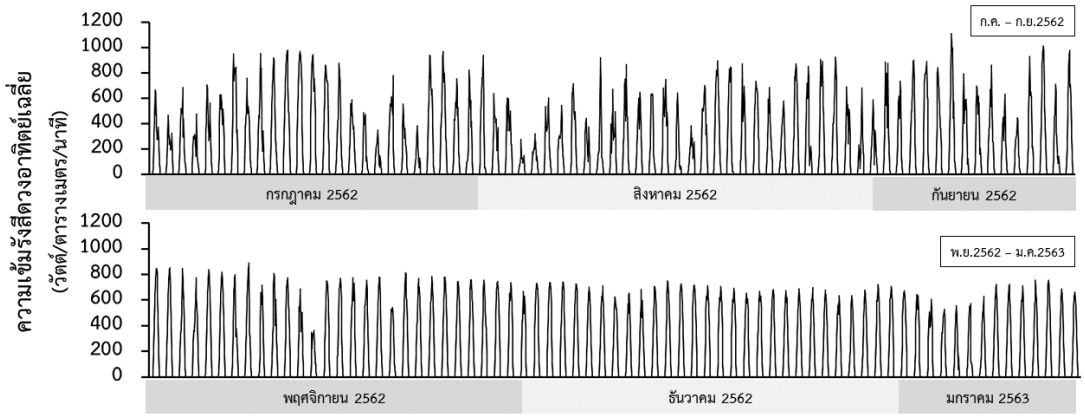
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. สภาพอากาศ

สภาพอากาศในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 มีอุณภูมิต่ำสุดและสูงสุดที่ 24.2 และ 37.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูงเฉลี่ย 77.8 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงมกราคม 2563 มีระดับอุณภูมิต่ำสุดและสูงสุดที่ 17.5 และ 39.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 73.3 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิเฉลี่ยของในแต่ละฤดูกาลพบว่าในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.0 องศาเซลเซียส และในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 และมกราคม 2563 เฉลี่ย 25.5 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิทั้ง 2 ช่วงการปลูก นั้นเหมาะสมต่อการปลูกบักวีต ในขณะที่อุณหภูมิสูงกว่า 30.0 องศาเซลเซียส อาจเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของบักวีต (Campbell, 1997) สำหรับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ (Solar radiation) ในช่วงระหว่างการทดลองทำให้เห็นได้ว่าทั้งสองฤดูกาลมีปริมาณแสงสูงสุดในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 และช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 และมกราคม 2563 เฉลี่ย 727.5 และ 703.2 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อนาที ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาในความสม่ำเสมอของความเข้มแสงที่ได้รับในแต่ละวันพบว่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 และมกราคม 2563 มีความสม่ำเสมอของความเข้มแสงในแต่ละวันมากกว่าในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 (ภาพที่ 4) เนื่องจากช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 เป็นช่วงที่มีฝนตกทำให้แสงแดดมีความไม่สม่ำเสมอตลอดที่ทำการทดลองในช่วงดังกล่าว



ภาพที่ 3 อุณหภูมิสูงสุด, อุณหภูมิต่ำสุด (°C) และ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (%) ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 และเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ย (Solar Radiation) ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 และเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563

การทดลองที่ 1 ศึกษาการเจริญเติบโตของบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกันในช่วงเวลาปลูกที่แตกต่างกัน

1. การเจริญเติบโตของบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน ที่อายุ 14-70 วันหลังปลูก

1.1 ความสูงต้น

จากผลการศึกษาพบว่าบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 ได้รับอิทธิพลของความหนาแน่นต้น ส่งผลให้มีความสูงแตกต่างกัน โดยการปลูกบักวีตที่ความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร ส่งผลให้บักวีตมีความสูงของต้นมากกว่าต้นบักวีตที่ปลูกภายใต้ความหนาแน่น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ ที่อายุ 28, 42 และ70 วันหลังปลูก (ตารางที่ 8) เช่นเดียวการปลูกบักวีตช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 พบว่ามีความสูงแตกต่างกัน ตั้งแต่อายุที่ 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 และ 70 วันหลังปลูก (ตารางที่ 9) ในขณะที่บักวีตอายุ 56 และ 63 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 พบว่าบักวีตที่ปลูกภายใต้ความหนาแน่น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร มีความสูงต้นน้อยกว่าบักวีตที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร นอกจากนี้การปลูกบักวีตในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างความหนาแน่นต้นและสายพันธุ์ของบักวีต ส่งผลให้บักวีตที่สายพันธุ์ Taiwan 02 ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีความสูงต้นสูงกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นเดียวกันที่อายุ 35 วันหลังปลูก และบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 ที่ปลูกในสภาพในความหนาแน่นต้น 200 ต้นต่อตารางเมตร ที่อายุ 35 วันหลังปลูกมีความสูงต้นที่สูงกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นเดียวกัน ในขณะที่บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 200 ต้นต่อตารางเมตร มีความสูงต้นต่ำกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นเดียวกัน ที่อายุ 49 วันหลังปลูก (ตารางที่ 8)

1.2 จำนวนข้อต่อต้น

ลักษณะจำนวนข้อต่อต้นของบักวีตที่อายุ 28, 63 และ 70 วันหลังปลูก ในช่วงปลูกเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 (ตารางที่ 10) และจำนวนข้อต่อต้นของบักวีตอายุ 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 และ 70 วันหลังปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 ได้รับอิทธิพลเนื่องมาจากความหนาแน่นต้น ที่ส่งผลให้จำนวนข้อต่อต้นของบักวีตปรากฏความแตกต่างกัน (ตารางที่ 11) บักวีตที่ปลูกภายใต้ความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีจำนวนข้อต่อต้นมากกว่าการปลูกบักวีตที่ความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ แต่จำนวนข้อต่อต้นของบักวีตอายุ 63 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 และอายุ 42 วันหลังปลูกช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 ปรากฏความแตกต่างของจำนวนข้อต่อต้นของบักวีต

ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 และ 200 ต้นต่อตารางเมตร มีจำนวนข้อต่อต้นมากกว่าการปลูกบักวีตที่ความหนาแน่นต้น 300 ต้นต่อตารางเมตร (ตารางที่ 10 และตารางที่ 11) สำหรับบักวีตอายุ 35, 42, 49 และ 56 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 ได้รับอิทธิพลร่วมระหว่างความหนาแน่นต้นและสายพันธุ์ ที่ส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 ในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีจำนวนข้อต่อต้นน้อยกว่าบักวีตสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นเดียวกัน นอกจากนี้ที่อายุ 42 วันหลังปลูก บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ไม่ปรากฏความแตกต่างของจำนวนข้อต่อต้น ในการปลูกทั้ง 3 สภาพความหนาแน่นต้น (ตารางที่ 10)

1.3 จำนวนกิ่งต่อต้น

ผลการศึกษาพบว่าบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 เริ่มมีการแตกกิ่งที่อายุระหว่าง 35 วันหลังปลูก (ตารางที่ 12) ในขณะที่บักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 เริ่มมีการแตกกิ่งที่อายุระหว่าง 21 วันหลังปลูก (ตารางที่ 13) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงจำนวนกิ่งต่อต้นของบักวีตช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 ทำให้เห็นได้ว่ามีจำนวนกิ่งต่อต้นสูงกว่าต้นบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 เฉลี่ย 1-3 กิ่ง สำหรับบักวีตที่ปลูกทั้งสองช่วงการปลูกได้รับอิทธิพลของความหนาแน่นต้น ส่งผลให้ปรากฏความแตกต่างของจำนวนกิ่งต่อต้น บักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 อายุ 35, 42, 49, 56, และ 63 วันหลังปลูก ภายใต้สภาพความหนาแน่น 100 ต้นต่อตารางเมตร ปรากฏจำนวนกิ่งต่อต้นสูงที่สุด รองลงมาคือความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 12) เช่นเดียวกับบักวีตอายุ 28, 35 และ 42 วันหลังปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 (ตารางที่ 13) ในขณะที่บักวีตอายุ 70 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 และบักวีตอายุ 21, 49, 56, 63 และ 70 วันหลังปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 พบอิทธิพลของความหนาแน่นต้น ที่ส่งผลให้บักวีตที่ปลูกด้วยสภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร มีจำนวนกิ่งน้อยกว่าการปลูกในสภาพ 100 ต้นต่อตารางเมตร (ตารางที่ 12 และตารางที่ 13) นอกจากนี้จากผลการศึกษาพบว่าบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 มีจำนวนกิ่งต่อต้นน้อยกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ ที่อายุ 28, 35 และ 42 วันหลังปลูก (ตารางที่ 13)

1.4 จำนวนใบต่อต้น

จากการศึกษาพบว่าจำนวนใบต่อต้นของบักวีตที่อายุ 21, 28 และ 35 วันหลังปลูกใน 2 ช่วงการปลูก ได้รับอิทธิพลจากความหนาแน่นต้นที่ส่งผลให้บักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร มีจำนวนใบต่อต้นน้อยกว่าการปลูกบักวีตด้วยสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร ในขณะที่จำนวนใบต่อต้นของบักวีตทั้งสองช่วงการปลูกที่อายุ 42, 49, 56, 63 และ 70 วันหลังปลูก บักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร ปรากฏจำนวน

ใบต่อต้น มากกว่าบักวีตที่ปลูกด้วยสภาพความหนาแน่นต้นที่ 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 14 และตารางที่ 15) ทำให้เห็นได้ว่าบักวีตที่ปลูกด้วยสภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร สร้างจำนวนใบต่อต้นไม่แตกต่างกันตั้งแต่อายุ 42 วันหลังปลูกในทั้ง 2 ช่วงการปลูก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงจำนวนใบต่อต้นของบักวีตที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้นที่ 100 ต้นต่อตารางเมตร สามารถสร้างจำนวนใบต่อต้นได้มากกว่าบักวีตที่ปลูกด้วยสภาพความหนาแน่นต้นที่ 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ถึง 30-60 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้อิทธิพลของสายพันธุ์ส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 อายุ 49 วันหลังปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 ปรากฏจำนวนใบต่อต้นมากกว่าบักวีตสายพันธุ์อื่น ๆ (ตารางที่ 15)

1.5 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

จากผลการศึกษาพบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของบักวีตอายุ 14 วันหลังปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 ได้รับอิทธิพลจากความหนาแน่นต้นที่ส่งผลให้บักวีตที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยกว่าบักวีตที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร (ตารางที่ 16) ในขณะที่บักวีตอายุ 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 และ 70 วันหลังปลูกในทั้ง 2 ช่วงการปลูก ได้รับอิทธิพลของความหนาแน่นต้นส่งผลให้บักวีตที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากกว่า บักวีตที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 16 และ ตารางที่ 17) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเป็นลักษณะบ่งชี้ถึงขนาดลำต้นของบักวีต ทำให้เห็นได้ว่าบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้นน้อย (100 ต้นต่อตารางเมตร) มีขนาดลำต้นใหญ่ที่สุด และลำต้นเริ่มมีขนาดเล็กลงไปตามระดับความหนาแน่นต้นที่เพิ่มมากขึ้น (200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ)

1.6 จำนวนช่อดอกต่อต้น

จากผลการศึกษาพบว่าบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 เริ่มมีการออกดอกที่อายุระหว่าง 28 วันหลังปลูก (ตารางที่ 18) ในขณะที่การปลูกบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงมกราคม 2563 เริ่มมีการออกดอกที่อายุระหว่าง 21 วันหลังปลูก (ตารางที่ 19) สำหรับจำนวนช่อดอกต่อต้นของบักวีตอายุ 63 และ 70 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 และในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 ที่อายุ 21, 42, 49, 56, 63 และ 70 วันหลังปลูก จำนวนช่อดอกต่อต้นของบักวีตได้รับอิทธิพลจากความหนาแน่นต้น ที่ส่งผลให้บักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร ปรากฏจำนวนช่อดอกต่อต้นมากกว่าบักวีตที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 18 และ ตารางที่ 19) นอกจากนี้จำนวนช่อดอกต่อต้นของบักวีตที่ปลูกในช่วงกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 ได้รับอิทธิพลร่วมระหว่างความหนาแน่นต้นและสายพันธุ์ ส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16

ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 200 ต้นต่อตารางเมตร มีจำนวนช่อดอกต่อต้นสูงกว่าบักวีตสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้นเดียวกัน ในขณะที่บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีจำนวนดอกต่อต้นลดลง ที่อายุ 42 และ 49 วันหลังปลูก และที่อายุ 59 วันหลังปลูก พบว่าบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 และ Taiwan 16 ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 200 ต้นต่อตารางเมตร มีจำนวนช่อดอกต่อต้นของสูงกว่าสายพันธุ์ Taiwan 02 และ Taiwan 03 ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 200 ต้นต่อตารางเมตร เช่นเดียวกัน (ตารางที่ 18) สำหรับบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 ได้รับอิทธิพลร่วมระหว่างความหนาแน่นต้นและสายพันธุ์ ส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 03 อายุ 28 วันหลังปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีจำนวนช่อดอกต่อต้นน้อยกว่าบักวีตสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นเดียวกัน และบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 อายุ 35 วันหลังปลูกด้วยสภาพความหนาแน่นต้นที่ 100 ต้นต่อตารางเมตร มีจำนวนช่อดอกต่อต้นน้อยกว่าบักวีตสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นเดียวกัน (ตารางที่ 19) และเมื่อพิจารณาจากจำนวนช่อดอกต่อต้นของบักวีตทำให้เห็นได้ว่าจำนวนช่อดอกต่อต้นมีจำนวนใกล้เคียงกันทั้งสองช่วงการปลูก

1.7 ความเขียวใบ

ลักษณะความเขียวใบของบักวีต ไม่ปรากฏความแตกต่าง ที่เป็นผลมาจากอิทธิพลของความหนาแน่นต้น อิทธิพลของสายพันธุ์ และอิทธิพลร่วมระหว่างความหนาแน่นต้นและสายพันธุ์ (ตารางที่ 20 และ ตารางที่ 21) สำหรับความเขียวใบในช่วงอายุ 14-70 วันหลังปลูก เฉลี่ย 30-31 ในบักวีตที่ปลูกทั้งสองช่วงการปลูก ค่าความเขียวใบเป็นค่าที่สามารถใช้ในการประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ ของใบพืชได้ ทำให้เห็นได้ว่าบักวีตที่ทำการศึกษานี้ไม่มีผลกระทบจากการขาดธาตุอาหารหรืออิทธิพลอื่น ๆ ที่ส่งผลกับบักวีตในการศึกษานี้

ตารางที่ 8 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562

แหล่งความแปรปรวน		ความสูงต้น (เซนติเมตร)								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	11.6 ± 2.4	27.5 ± 5.0	45.2 ± 7.9 a	75.6 ± 10.2 a	96.5 ± 7.9 a	111.8 ± 7.0 a	121.9 ± 9.5 a	128.8 ± 10.2 a	143.4 ± 8.5 a
หนาแน่นต้น	200	13.6 ± 3.0	30.4 ± 7.4	43.8 ± 8.4 a	55.6 ± 8.8 b	83.3 ± 8.5 b	94.4 ± 9.3 b	103.8 ± 8.2 b	109.8 ± 8.0 b	122.1 ± 10.0 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	12.9 ± 3.7	26.7 ± 7.2	38.4 ± 7.6 b	50.5 ± 9.0 c	71.8 ± 8.4 c	83.1 ± 8.8 c	102.0 ± 8.3 b	107.7 ± 7.7 b	116.4 ± 10.5 c
F-test		ns	ns	***	***	***	***	***	***	***
$HSD_{0.05}$		-	-	4.15	3.77	4.91	3.45	4.45	4.46	3.86
สายพันธุ์	TW #01	12.5 ± 2.8	28.2 ± 7.2	42.6 ± 7.8	62.4 ± 11.0 ab	78.9 ± 10.5	90.1 ± 14.9	107.7 ± 8.0	112.2 ± 9.3	123.2 ± 15.1
	TW #02	12.9 ± 3.3	26.3 ± 7.3	40.9 ± 8.0	64.2 ± 15.7 a	81.8 ± 12.3	94.0 ± 13.6	105.7 ± 8.8	111.4 ± 8.7	126.6 ± 18.6
	TW #03	13.8 ± 4.1	30.3 ± 6.5	43.6 ± 10.0	58.3 ± 11.4 bc	82.4 ± 13.7	91.7 ± 14.8	108.1 ± 13.9	115.8 ± 12.5	127.9 ± 16.7
	TW #16	12.6 ± 3.0	28.6 ± 6.8	40.7 ± 7.6	57.5 ± 12.2 c	79.4 ± 12.2	92.8 ± 12.5	105.1 ± 12.8	110.6 ± 13.7	126.7 ± 18.5
F-test		ns	ns	ns	***	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	4.78	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.001$

ตารางที่ 8 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		ความสูงต้น (เซนติเมตร)								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
	100 x TW #01	12.1 ± 2.2	25.8 ± 2.9	45.1 ± 6.8	73.3 ± 4.8 b	88.3 ± 3.1	111.8 ± 6.3 a	117.1 ± 7.2	128.7 ± 7.6	150.3 ± 8.5
	100 x TW #02	10.8 ± 2.2	25.0 ± 4.4	43.6 ± 6.6	86.7 ± 6.8 a	98.1 ± 5.6	110.6 ± 4.8 a	114.9 ± 7.0	120.2 ± 8.4	157.1 ± 6.9
	100 x TW #03	11.3 ± 2.5	30.8 ± 4.0	48.8 ± 8.6	70.8 ± 8.1 b	100.1 ± 9.4	115.1 ± 9.6 a	128.9 ± 7.3	135.4 ± 7.5	151.5 ± 9.1
	100 x TW #16	12.3 ± 2.6	28.2 ± 5.8	43.4 ± 8.7	70.9 ± 9.8 b	97.0 ± 6.3	110.6 ± 7.0 a	124.7 ± 9.0	131.6 ± 9.9	157.3 ± 7.7
ความ	200 x TW #01	14.0 ± 2.2	33.0 ± 6.7	47.2 ± 5.4	63.0 ± 3.0 bc	85.9 ± 6.8	96.2 ± 6.4 bc	105.5 ± 6.1	110.5 ± 5.2	118.6 ± 6.9
หนาแน่นต้น	200 x TW #02	12.6 ± 3.4	27.4 ± 7.1	40.9 ± 8.2	53.8 ± 8.6 cd	82.0 ± 7.9	98.6 ± 8.0 b	104.3 ± 5.3	108.3 ± 5.9	123.1 ± 10.7
X	200 x TW #03	13.9 ± 3.4	30.6 ± 7.8	46.3 ± 9.8	52.2 ± 8.6 d	84.3 ± 9.6	99.2 ± 8.2 b	105.4 ± 8.6	114.9 ± 6.6	124.3 ± 11.5
สายพันธุ์	200 x TW #16	13.9 ± 2.8	30.4 ± 6.9	41.0 ± 7.5	52.7 ± 8.9 cd	80.8 ± 8.9	87.8 ± 7.7 cd	100.9 ± 9.9	105.0 ± 9.4	122.2 ± 9.7
	300 x TW #01	11.6 ± 2.9	24.3 ± 6.2	37.1 ± 6.7	50.8 ± 9.5 d	68.9 ± 5.6	81.6 ± 9.0 d	105.8 ± 7.1	108.2 ± 6.3	114.9 ± 7.1
	300 x TW #02	13.7 ± 3.3	26.0 ± 8.6	39.5 ± 8.2	50.7 ± 9.0 d	74.0 ± 9.8	82.1 ± 8.8 d	102.4 ± 8.6	109.2 ± 7.7	115.6 ± 11.7
	300 x TW #03	14.4 ± 4.5	29.7 ± 6.0	37.9 ± 8.3	51.7 ± 8.7 d	71.8 ± 7.6	82.9 ± 8.6 d	100.3 ± 9.7	107.5 ± 8.3	118.9 ± 10.7
	300 x TW #16	11.9 ± 3.0	27.0 ± 6.7	39.1 ± 6.9	48.9 ± 8.7 d	72.4 ± 9.5	87.0 ± 8.5 cd	100.1 ± 6.7	106.0 ± 8.1	115.7 ± 11.2
F-test		ns	ns	ns	***	ns	**	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	10.66	-	9.95	-	-	-
CV (%)		16.81	18.43	14.06	8.96	5.75	3.49	4.00	3.78	3.77

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563

แหล่งความแปรปรวน		ความสูงต้น (เซนติเมตร)								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	18.1 ± 3.6	51.5 ± 7.9 a	85.8 ± 7.2 a	105.3 ± 8.2 a	127.1 ± 8.7 a	143.7 ± 8.8 a	150.6 ± 9.3 a	153.7 ± 7.8 a	167.0 ± 11.2 a
หนาแน่นต้น	200	17.1 ± 4.4	44.8 ± 9.3 b	68.4 ± 9.9 b	95.4 ± 10.3 b	111.4 ± 9.4 b	122.5 ± 9.0 b	132.2 ± 11.2 b	137.1 ± 10.1 b	144.6 ± 9.7 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	16.5 ± 4.5	38.5 ± 8.2 c	61.5 ± 10.4 c	84.1 ± 10.8 c	106.0 ± 8.6 c	112.3 ± 9.0 c	117.4 ± 9.9 c	123.3 ± 9.8 c	127.9 ± 10.2 c
F-test		-	***	***	***	***	***	***	***	***
$HSD_{0.05}$		ns	4.40	4.07	4.68	4.53	4.97	5.31	3.52	4.66
สายพันธุ์	TW #01	17.2 ± 3.8	43.7 ± 9.2	68.0 ± 11.6	91.9 ± 11.6	112.2 ± 11.3	121.5 ± 13.1	128.3 ± 16.0	133.6 ± 14.3	141.3 ± 16.1
	TW #02	17.7 ± 4.4	43.4 ± 9.6	69.7 ± 12.0	92.9 ± 13.9	112.1 ± 11.5	123.4 ± 13.3	131.4 ± 15.7	135.6 ± 14.2	143.2 ± 16.5
	TW #03	16.8 ± 4.4	43.0 ± 10.1	68.9 ± 14.6	93.2 ± 14.4	111.8 ± 13.5	123.1 ± 15.4	129.8 ± 16.1	136.0 ± 15.4	145.4 ± 19.6
	TW #16	16.7 ± 4.5	44.3 ± 10.6	70.0 ± 14.0	93.4 ± 11.5	113.4 ± 10.9	122.7 ± 16.3	130.4 ± 16.6	134.5 ± 15.5	141.2 ± 18.8
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.001$

ตารางที่ 9 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		ความสูงต้น (เซนติเมตร)								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
	100 x TW #01	17.8 ± 3.3	52.6 ± 6.4	82.2 ± 6.1	101.1 ± 8.7	124.2 ± 8.8	138.9 ± 8.6	145.7 ± 7.2	150.0 ± 7.7	162.8 ± 8.5
	100 x TW #02	18.7 ± 2.2	51.6 ± 7.5	83.2 ± 7.3	106.2 ± 7.3	126.2 ± 6.7	141.2 ± 7.6	150.4 ± 9.4	154.0 ± 7.7	163.9 ± 6.9
	100 x TW #03	18.8 ± 3.9	51.4 ± 8.8	89.9 ± 5.3	109.1 ± 8.9	129.2 ± 9.6	146.7 ± 7.4	151.7 ± 8.8	153.9 ± 8.5	171.0 ± 9.1
	100 x TW #16	17.2 ± 4.6	50.6 ± 9.0	88.1 ± 7.3	104.8 ± 5.5	128.6 ± 9.3	148.0 ± 8.7	154.8 ± 10.0	157.0 ± 6.4	169.2 ± 7.7
ความ	200 x TW #01	17.6 ± 3.1	44.5 ± 8.0	67.0 ± 8.9	93.7 ± 9.8	109.7 ± 10.6	123.0 ± 8.4	133.5 ± 11.9	137.3 ± 8.5	145.2 ± 6.9
หนาแน่นต้น	200 x TW #02	16.9 ± 5.2	45.1 ± 8.7	69.9 ± 9.1	96.8 ± 10.5	111.9 ± 10.2	124.5 ± 7.8	134.8 ± 10.0	138.8 ± 7.1	147.2 ± 10.7
X	200 x TW #03	16.2 ± 3.5	43.0 ± 10.3	67.2 ± 10.7	96.3 ± 10.7	112.5 ± 9.4	122.4 ± 9.9	131.3 ± 10.3	139.8 ± 11.0	145.7 ± 11.5
สายพันธุ์	200 x TW #16	17.9 ± 5.2	46.6 ± 9.8	69.6 ± 10.5	94.8 ± 10.2	111.5 ± 7.2	120.1 ± 9.5	129.3 ± 12.3	132.5 ± 12.2	140.3 ± 9.7
	300 x TW #01	16.5 ± 4.6	38.5 ± 7.9	61.9 ± 10.0	85.5 ± 10.8	108.7 ± 9.1	111.3 ± 7.9	114.4 ± 10.1	121.6 ± 10.9	126.7 ± 7.1
	300 x TW #02	17.9 ± 4.4	37.7 ± 7.7	62.8 ± 10.6	82.4 ± 11.6	105.3 ± 7.8	113.3 ± 9.6	118.7 ± 10.8	123.1 ± 9.4	128.9 ± 11.7
	300 x TW #03	16.4 ± 5.3	39.0 ± 7.8	60.1 ± 10.3	82.3 ± 10.5	102.4 ± 9.3	111.9 ± 7.9	117.2 ± 10.3	123.1 ± 9.8	128.1 ± 10.7
	300 x TW #16	15.3 ± 3.3	38.8 ± 9.5	61.4 ± 10.8	86.3 ± 9.8	107.7 ± 7.2	112.8 ± 10.6	119.2 ± 8.1	125.1 ± 9.4	128.0 ± 11.2
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		20.51	14.12	8.16	7.10	3.87	3.86	3.90	2.50	3.12

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 10 จำนวนข้อต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนข้อต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	2.4 ± 0.5	4.3 ± 1.0	6.3 ± 1.4 a	8.6 ± 1.4 a	11.3 ± 2.3 a	13.1 ± 1.8 a	14.0 ± 2.0 a	15.6 ± 1.7 a	17.3 ± 1.8 a
หนาแน่นต้น	200	2.3 ± 0.6	3.9 ± 0.9	5.5 ± 1.2 b	7.0 ± 1.1 b	10.1 ± 1.7 b	11.3 ± 1.7 b	13.7 ± 1.5 a	14.5 ± 1.8 a	15.6 ± 1.8 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	2.1 ± 0.6	3.8 ± 0.9	4.9 ± 1.0 c	6.0 ± 1.2 c	9.2 ± 1.4 c	10.2 ± 1.7 c	12.1 ± 1.6 b	12.3 ± 2.5 b	13.4 ± 2.7 c
F-test		-	-	***	***	***	***	***	***	***
$HSD_{0.05}$		ns	ns	0.54	0.36	0.84	0.57	0.70	1.44	1.02
สายพันธุ์	TW #01	2.1 ± 0.6	4.0 ± 0.9	5.5 ± 1.1	6.9 ± 1.3 b	9.9 ± 1.5 b	10.6 ± 1.1 c	12.7 ± 2.3 b	13.6 ± 2.1	15.2 ± 2.2
	TW #02	2.1 ± 0.5	3.7 ± 1.0	5.4 ± 1.2	7.0 ± 1.7 a	10.0 ± 1.8 ab	11.2 ± 1.8 ab	13.3 ± 1.3 a	14.0 ± 2.0	15.3 ± 2.5
	TW #03	2.4 ± 0.6	4.1 ± 0.9	5.6 ± 1.4	7.0 ± 1.5 a	10.6 ± 2.0 a	11.7 ± 2.4 a	13.2 ± 2.0 a	13.8 ± 3.1	14.9 ± 3.1
	TW #16	2.2 ± 0.5	3.9 ± 1.0	5.1 ± 1.2	6.2 ± 1.7 c	9.1 ± 1.9 b	11.1 ± 2.2 b	13.0 ± 1.7 ab	13.7 ± 2.4	14.9 ± 2.8
F-test		ns	ns	ns	***	**	***	*	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	0.466	1.08	0.73	0.89	-	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) *, ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$, $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนข้อต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความหนาแน่นต้น X สายพันธุ์	100 x TW #01	2.5 ± 0.5	4.2 ± 0.7	6.2 ± 1.1	7.6 ± 1.3 bc	9.4 ± 1.8 bc	10.0 ± 0.0 c	11.6 ± 1.8 e	13.9 ± 1.8	16.2 ± 0.8
	100 x TW #02	2.3 ± 0.5	3.8 ± 0.9	6.5 ± 1.2	9.3 ± 1.3 a	11.8 ± 1.1 ab	13.4 ± 0.5 a	14.1 ± 1.3 ab	15.7 ± 1.0	17.1 ± 2.3
	100 x TW #03	2.5 ± 0.5	4.6 ± 1.0	6.7 ± 1.3	9.0 ± 1.4 a	13.0 ± 1.1 a	14.1 ± 0.7 a	15.5 ± 1.0 a	16.5 ± 1.0	17.8 ± 1.9
	100 x TW #16	2.4 ± 0.6	4.4 ± 1.1	5.8 ± 1.7	8.4 ± 1.2 ab	9.8 ± 3.2 bc	13.9 ± 1.8 a	14.0 ± 1.9 a-c	15.5 ± 2.1	17.9 ± 1.5
	200 x TW #01	2.0 ± 0.7	4.0 ± 0.8	5.5 ± 1.0	7.6 ± 0.9 bc	10.5 ± 1.3 bc	11.1 ± 1.1 bc	14.5 ± 1.5 ab	15.1 ± 1.8	16.5 ± 1.5
	200 x TW #02	2.3 ± 0.4	3.7 ± 1.1	5.2 ± 1.1	7.1 ± 1.1 cd	9.9 ± 1.6 bc	11.2 ± 1.3 bc	13.7 ± 1.0 a-d	14.1 ± 1.5	15.8 ± 2.3
	200 x TW #03	2.6 ± 0.5	4.1 ± 1.0	6.1 ± 1.2	6.9 ± 0.9 c-e	10.8 ± 1.8 a-c	12.7 ± 1.6 ab	13.3 ± 1.6 b-e	14.5 ± 2.2	15.6 ± 1.6
	200 x TW #16	2.4 ± 0.5	3.9 ± 0.8	5.1 ± 1.1	6.2 ± 1.2 de	9.2 ± 1.6 c	10.2 ± 1.6 c	13.6 ± 1.6 a-c	14.2 ± 1.6	14.7 ± 1.2
	300 x TW #01	2.0 ± 0.6	3.8 ± 1.0	5.3 ± 1.0	6.2 ± 1.1 ef	9.5 ± 1.4 bc	10.3 ± 1.1 c	11.6 ± 2.0 de	12.0 ± 1.3	13.3 ± 1.9
	300 x TW #02	2.0 ± 0.5	3.8 ± 0.9	5.0 ± 0.9	6.3 ± 1.4 de	9.2 ± 1.7 c	10.2 ± 1.8 c	12.7 ± 1.1 b-e	13.2 ± 2.1	14.0 ± 2.3
	300 x TW #03	2.3 ± 0.7	4.0 ± 0.8	4.6 ± 0.9	6.1 ± 0.9 df	9.2 ± 1.3 c	10.1 ± 2.1 c	11.9 ± 1.7 de	11.9 ± 3.4	12.8 ± 3.0
	300 x TW #16	2.0 ± 0.5	3.7 ± 0.9	4.8 ± 1.0	5.1 ± 1.0 f	8.8 ± 1.4 c	10.3 ± 1.5 c	12.0 ± 1.3 c-e	12.1 ± 2.5	13.5 ± 3.3
F-test		ns	ns	ns	***	**	***	***	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	1.03	2.44	1.65	2.01	-	-
CV (%)		18.44	17.26	14.05	7.36	8.21	4.89	5.20	10.04	6.50

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 11 จำนวนข้อต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนข้อต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	3.1 ± 0.6 a	6.4 ± 1.0 a	8.7 ± 1.2 a	10.5 ± 1.5 a	13.3 ± 1.4 a	14.1 ± 1.4 a	14.7 ± 1.3 a	15.4 ± 1.5 a	16.5 ± 1.5 a
หนาแน่นต้น	200	2.9 ± 0.7 ab	5.2 ± 1.1 b	7.8 ± 1.4 b	9.2 ± 1.6 b	12.4 ± 1.5 a	12.8 ± 1.4 b	13.3 ± 1.9 b	14.3 ± 1.6 b	14.8 ± 1.3 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	2.5 ± 0.6 b	4.5 ± 0.9 c	6.8 ± 1.3 c	8.5 ± 1.3 c	11.4 ± 1.4 b	11.7 ± 1.5 c	12.1 ± 1.5 c	12.7 ± 1.7 c	13.3 ± 1.6 c
F-test		***	***	***	***	***	***	***	***	***
$HSD_{0.05}$		0.54	0.55	0.51	0.65	0.95	0.94	0.84	0.53	0.67
สายพันธุ์	TW #01	2.8 ± 0.6	5.1 ± 1.3	7.5 ± 1.6	8.9 ± 1.6	11.9 ± 1.7	12.3 ± 1.6	12.9 ± 1.7	13.7 ± 2.1	14.2 ± 1.8
	TW #02	2.8 ± 0.7	5.1 ± 1.1	7.6 ± 1.5	9.2 ± 1.6	12.4 ± 1.5	12.7 ± 1.8	13.2 ± 1.8	14.0 ± 1.9	14.7 ± 1.9
	TW #03	2.8 ± 0.6	5.2 ± 1.3	7.5 ± 1.4	9.3 ± 1.7	12.2 ± 1.7	12.7 ± 1.7	13.1 ± 2.2	13.6 ± 1.9	14.7 ± 2.0
	TW #16	2.7 ± 0.7	5.2 ± 1.2	7.7 ± 1.6	9.4 ± 1.5	12.2 ± 1.6	12.6 ± 1.6	13.2 ± 1.9	14.1 ± 1.8	14.7 ± 1.8
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.001$

ตารางที่ 11 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนข้อต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
	100 x TW #01	3.0 ± 0.4	6.8 ± 1.0	9.4 ± 0.7	10.4 ± 1.2	12.8 ± 1.3	13.5 ± 1.5	14.1 ± 0.7	15.1 ± 2.0	16.2 ± 0.9
	100 x TW #02	3.0 ± 0.6	5.7 ± 0.8	8.2 ± 1.2	10.1 ± 1.3	13.2 ± 1.7	13.9 ± 1.7	14.6 ± 0.5	15.1 ± 1.2	16.7 ± 1.3
	100 x TW #03	3.4 ± 0.6	6.7 ± 0.8	8.1 ± 1.1	10.5 ± 1.5	13.4 ± 1.5	14.3 ± 1.2	14.7 ± 1.7	15.3 ± 1.3	16.7 ± 1.3
	100 x TW #16	3.2 ± 0.7	6.2 ± 1.1	9.2 ± 1.2	11.1 ± 1.6	13.7 ± 1.1	14.6 ± 1.1	15.5 ± 1.6	16.1 ± 1.4	16.3 ± 2.3
ความ	200 x TW #01	3.1 ± 0.5	5.1 ± 0.8	7.8 ± 1.1	9.1 ± 1.6	12.0 ± 1.4	12.4 ± 1.6	13.2 ± 2.0	14.0 ± 1.2	14.3 ± 1.1
หนาแน่นต้น	200 x TW #02	3.0 ± 0.9	5.3 ± 1.3	8.2 ± 1.7	9.3 ± 1.8	12.5 ± 1.6	12.8 ± 1.1	13.4 ± 2.2	14.6 ± 1.9	15.0 ± 1.5
X	200 x TW #03	2.8 ± 0.5	5.0 ± 1.1	7.7 ± 1.5	9.6 ± 1.6	12.6 ± 1.6	12.9 ± 1.6	13.3 ± 2.0	14.1 ± 1.8	15.0 ± 1.1
สายพันธุ์	200 x TW #16	2.6 ± 0.6	5.5 ± 1.0	7.4 ± 1.2	8.9 ± 1.2	12.5 ± 1.4	12.9 ± 1.2	13.2 ± 1.3	14.4 ± 1.2	14.9 ± 1.5
	300 x TW #01	2.5 ± 0.5	4.3 ± 1.0	6.2 ± 1.2	8.0 ± 1.3	11.4 ± 1.8	11.6 ± 1.2	12.0 ± 1.2	12.7 ± 2.3	13.0 ± 1.8
	300 x TW #02	2.6 ± 0.6	4.7 ± 0.7	6.8 ± 1.1	8.7 ± 1.4	11.9 ± 1.0	12.1 ± 2.0	12.3 ± 1.3	12.9 ± 1.7	13.4 ± 1.6
	300 x TW #03	2.5 ± 0.6	4.6 ± 0.9	7.0 ± 1.1	8.4 ± 1.3	11.3 ± 1.3	11.7 ± 1.3	11.9 ± 1.9	12.3 ± 1.3	13.0 ± 1.7
	300 x TW #16	2.5 ± 0.7	4.4 ± 1.0	7.3 ± 1.7	9.0 ± 1.1	11.2 ± 1.2	11.4 ± 1.1	12.0 ± 1.6	12.9 ± 1.5	13.8 ± 1.4
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		16.82	14.59	9.60	9.97	7.56	7.21	6.00	3.68	4.46

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 12 จำนวนกิ่งต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนกิ่งต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.8 ± 0.9 a	3.3 ± 0.9 a	4.1 ± 0.8 a	4.4 ± 0.9 a	4.9 ± 1.0 a	5.1 ± 1.5 a
หนาแน่นต้น	200	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.3 ± 0.5 b	2.4 ± 1.0 b	2.9 ± 0.9 b	3.3 ± 1.0 b	3.6 ± 1.1 b	3.8 ± 1.0 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0 c	2.0 ± 0.6 c	2.2 ± 0.9 c	2.5 ± 0.9 c	2.7 ± 1.0 c	3.2 ± 1.1 b
F-test		-	-	-	***	***	***	***	***	***
$HSD_{0.05}$		-	-	-	0.50	0.49	0.39	0.48	0.64	0.65
สายพันธุ์	TW #01	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.5 ± 0.8	2.4 ± 0.6	2.8 ± 0.8	3.0 ± 1.1	3.4 ± 1.2	3.6 ± 0.9
	TW #02	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.7 ± 1.2	2.6 ± 1.1	3.0 ± 1.2	3.0 ± 1.1	3.3 ± 1.2	4.0 ± 1.5
	TW #03	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.5 ± 0.7	2.7 ± 1.3	3.4 ± 1.3	3.5 ± 1.2	3.9 ± 1.3	4.2 ± 1.5
	TW #16	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.5 ± 1.0	2.5 ± 1.0	3.0 ± 1.2	3.5 ± 1.1	3.5 ± 1.5	3.9 ± 1.5
F-test		-	-	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.001$

ตารางที่ 12 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนกิ่งต่อต้น (ฤดูฝน)								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
	100 x TW #01	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.7 ± 0.5	3.0 ± 0.0	3.3 ± 0.5	3.5 ± 0.8	4.0 ± 0.0	4.3 ± 0.7
	100 x TW #02	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.8 ± 1.2	3.8 ± 0.4	4.1 ± 0.5	4.3 ± 0.5	4.5 ± 0.7	4.9 ± 1.4
	100 x TW #03	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.5 ± 0.7	3.0 ± 0.9	4.5 ± 0.9	4.9 ± 1.0	5.6 ± 0.9	5.8 ± 1.1
	100 x TW #16	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0	3.7 ± 1.3	4.1 ± 0.9	4.6 ± 0.5	5.1 ± 1.2	5.2 ± 2.1
ความ	200 x TW #01	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	2.4 ± 0.6	2.9 ± 0.8	3.2 ± 1.3	3.6 ± 1.3	3.8 ± 0.7
หนาแน่นต้น	200 x TW #02	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.5 ± 0.7	2.5 ± 0.6	2.6 ± 0.8	3.3 ± 0.9	3.5 ± 1.2	3.7 ± 1.5
X	200 x TW #03	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.7 ± 1.7	3.1 ± 1.1	3.2 ± 0.7	3.8 ± 0.5	4.1 ± 0.8
สายพันธุ์	200 x TW #16	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	2.2 ± 0.5	2.8 ± 0.7	3.5 ± 1.0	3.7 ± 1.3	3.8 ± 0.8
	300 x TW #01	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.1 ± 0.7	2.2 ± 0.8	2.7 ± 0.8	2.8 ± 1.0	3.2 ± 1.0
	300 x TW #02	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.6 ± 0.5	1.6 ± 0.5	2.1 ± 0.7	2.4 ± 0.7	3.2 ± 0.8
	300 x TW #03	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.3 ± 0.7	2.6 ± 0.8	2.7 ± 0.7	3.2 ± 1.3
	300 x TW #16	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.2 ± 0.4	2.5 ± 1.1	2.8 ± 1.0	2.8 ± 1.3	3.2 ± 1.0
F-test		-	-	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		-	-	-	16.10	18.96	12.87	13.80	16.86	20.74

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 13 จำนวนกิ่งต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนกิ่งต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	0.0 ± 0.0	1.4 ± 0.5 a	2.0 ± 0.7 a	2.2 ± 0.6 a	2.4 ± 0.7 a	2.8 ± 0.8 a	2.9 ± 0.6 a	3.0 ± 0.6 a	3.4 ± 0.7 a
หนาแน่นต้น	200	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0 b	1.4 ± 0.5 b	1.8 ± 0.8 b	1.9 ± 0.7 b	2.0 ± 0.7 b	2.1 ± 0.6 b	2.1 ± 0.8 b	2.3 ± 1.0 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 c	1.1 ± 0.3 c	1.3 ± 0.5 c	1.6 ± 0.5 b	1.7 ± 0.6 b	1.9 ± 0.6 b	2.1 ± 0.6 b
F-test		-	***	***	***	***	***	***	***	***
$HSD_{0.05}$		-	0.25	0.31	0.20	0.26	0.39	0.42	0.32	0.39
สายพันธุ์	TW #01	0.0 ± 0.0	1.6 ± 0.5	1.9 ± 0.6 a	1.9 ± 0.9 a	2.0 ± 0.8 a	2.1 ± 0.8	2.2 ± 0.9	2.4 ± 0.8	2.6 ± 1.0
	TW #02	0.0 ± 0.0	1.3 ± 0.5	1.7 ± 0.6 ab	1.8 ± 0.7 a	1.8 ± 0.7 a	1.9 ± 0.7	2.3 ± 0.6	2.4 ± 0.8	2.5 ± 0.9
	TW #03	0.0 ± 0.0	1.5 ± 0.5	1.9 ± 0.8 a	2.2 ± 0.6 a	1.9 ± 0.8 a	2.2 ± 0.9	2.2 ± 0.8	2.2 ± 0.9	2.6 ± 1.1
	TW #16	0.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.3 ± 0.5 b	1.3 ± 0.4 b	1.6 ± 0.7 b	1.9 ± 0.9	2.1 ± 0.8	2.1 ± 0.8	2.2 ± 0.9
F-test		-	ns	**	**	**	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	0.45	0.30	0.33	-	-	-	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 13 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนกิ่งต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความหนาแน่นต้น X สายพันธุ์	100 x TW #01	0.0 ± 0.0	1.6 ± 0.5	2.1 ± 0.3	2.8 ± 0.4	3.0 ± 0.8	3.0 ± 0.6	3.0 ± 0.9	3.2 ± 0.7	3.5 ± 0.7
	100 x TW #02	0.0 ± 0.0	1.3 ± 0.5	2.0 ± 0.5	2.0 ± 0.5	2.3 ± 0.5	2.5 ± 0.8	2.8 ± 0.6	3.0 ± 0.0	3.5 ± 0.5
	100 x TW #03	0.0 ± 0.0	1.5 ± 0.5	2.1 ± 0.8	2.1 ± 0.5	2.5 ± 0.9	2.8 ± 0.8	2.9 ± 0.5	2.9 ± 0.7	3.3 ± 0.7
	100 x TW #16	0.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.3 ± 0.5	1.4 ± 0.5	2.1 ± 0.6	2.7 ± 0.9	2.9 ± 0.5	2.9 ± 0.8	3.3 ± 0.8
	200 x TW #01	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.1 ± 0.4	1.2 ± 0.4	1.6 ± 0.6	2.0 ± 0.7	2.0 ± 0.8	2.2 ± 0.9	2.5 ± 1.0
	200 x TW #02	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.3 ± 0.5	1.9 ± 0.8	2.0 ± 0.6	2.0 ± 0.5	2.3 ± 0.6	2.4 ± 0.9	2.5 ± 0.9
	200 x TW #03	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.6 ± 0.6	2.2 ± 0.8	2.3 ± 0.6	2.3 ± 0.8	2.3 ± 0.5	2.3 ± 0.8	2.5 ± 1.3
	200 x TW #16	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.4 ± 0.6	1.5 ± 0.6	1.6 ± 0.5	1.6 ± 0.7	1.8 ± 0.8
	300 x TW #01	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.1 ± 0.3	1.4 ± 0.5	1.8 ± 0.4	1.8 ± 0.6	2.1 ± 0.4	2.1 ± 0.6
	300 x TW #02	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.3 ± 0.5	1.5 ± 0.5	1.9 ± 0.3	2.0 ± 0.6	2.1 ± 0.6
	300 x TW #03	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.1 ± 0.4	1.4 ± 0.5	1.6 ± 0.9	1.7 ± 0.7	2.1 ± 0.6
	300 x TW #16	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.3 ± 0.5	1.3 ± 0.5	1.7 ± 0.7	1.7 ± 0.5	2.0 ± 0.6	2.0 ± 0.7
F-test		-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		-	22.98	20.90	17.78	13.58	18.18	14.13	13.49	14.88

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 14 จำนวนใบต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนใบต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	4.3 ± 0.6	5.9 ± 1.5 a	6.2 ± 2.1 a	7.9 ± 3.5 a	16.9 ± 6.2 a	26.3 ± 7.9 a	36.7 ± 6.6 a	42.3 ± 5.8 a	49.3 ± 7.9 a
หนาแน่นต้น	200	4.2 ± 0.7	4.3 ± 1.2 b	4.5 ± 1.6 b	5.1 ± 1.7 b	12.0 ± 4.8 b	15.6 ± 4.9 b	24.7 ± 9.0 b	27.5 ± 8.4 b	30.1 ± 8.2 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	3.8 ± 0.7	4.4 ± 1.0 b	4.4 ± 1.0 b	4.8 ± 1.5 b	7.5 ± 2.9 c	10.9 ± 5.2 c	14.5 ± 5.7 c	15.9 ± 5.5 c	18.1 ± 6.4 c
F-test		ns	***	***	***	**	***	***	***	***
$HSD_{0.05}$		-	0.41	0.71	0.99	2.07	1.94	4.03	4.42	4.37
พันธุ์	TW #01	3.9 ± 0.7 b	5.0 ± 1.3	4.6 ± 1.6	5.4 ± 2.0	11.2 ± 4.5	15.9 ± 6.7	22.2 ± 11.3	24.3 ± 13.4	29.3 ± 14.1
	TW #02	3.9 ± 0.7 b	4.8 ± 1.2	4.6 ± 1.2	5.7 ± 2.8	12.5 ± 5.6	14.5 ± 6.3	23.4 ± 8.8	26.3 ± 11.1	28.4 ± 14.1
	TW #03	4.2 ± 0.8 a	5.1 ± 1.4	4.9 ± 2.0	5.2 ± 2.6	10.2 ± 7.0	13.6 ± 8.9	21.9 ± 12.9	25.2 ± 12.2	31.4 ± 14.2
	TW #16	3.9 ± 0.6 b	4.9 ± 1.3	5.1 ± 1.8	5.3 ± 1.8	9.8 ± 4.4	19.2 ± 8.4	23.4 ± 10.7	25.9 ± 11.3	27.4 ± 12.4
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 14 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนใบต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
	100 x TW #01	4.2 ± 0.6	5.4 ± 1.4	5.3 ± 1.4	6.1 ± 2.9	12.2 ± 2.9	23.8 ± 7.9	34.5 ± 7.0	41.0 ± 4.0	49.1 ± 9.5
	100 x TW #02	4.1 ± 0.6	5.5 ± 1.4	5.7 ± 1.5	9.5 ± 3.7	18.7 ± 7.3	22.1 ± 7.5	35.6 ± 4.8	43.7 ± 6.8	51.6 ± 7.9
	100 x TW #03	4.6 ± 0.7	6.6 ± 1.6	7.3 ± 2.5	8.6 ± 4.0	20.7 ± 4.9	26.4 ± 6.7	38.1 ± 7.2	43.0 ± 6.9	51.1 ± 6.4
	100 x TW #16	4.3 ± 0.6	6.2 ± 1.4	6.3 ± 2.3	7.1 ± 2.0	13.2 ± 3.1	31.6 ± 7.1	37.9 ± 7.4	41.1 ± 4.7	45.5 ± 7.4
ความ	200 x TW #01	4.2 ± 0.8	5.4 ± 1.3	4.3 ± 1.9	5.4 ± 1.6	14.0 ± 4.7	18.8 ± 1.4	26.3 ± 9.9	29.6 ± 13.5	32.4 ± 8.7
หนาแน่นต้น	200 x TW #02	4.1 ± 0.7	5.0 ± 1.1	4.3 ± 1.0	5.5 ± 2.2	12.9 ± 4.1	14.7 ± 5.2	24.9 ± 5.9	25.0 ± 4.5	25.9 ± 7.2
X	200 x TW #03	4.4 ± 0.6	4.8 ± 1.1	4.6 ± 1.5	4.5 ± 1.2	9.3 ± 4.9	11.7 ± 5.2	22.4 ± 12	26.8 ± 6.8	34.1 ± 9.0
สายพันธุ์	200 x TW #16	4.0 ± 0.6	4.7 ± 1.3	4.9 ± 1.8	4.9 ± 1.3	12.0 ± 4.1	17.0 ± 3.9	25.6 ± 6.2	28.3 ± 6.2	29.2 ± 6.2
	300 x TW #01	3.7 ± 0.7	4.4 ± 1.1	4.5 ± 1.1	5.2 ± 1.8	8.2 ± 2.8	10.7 ± 4.8	13.7 ± 6.3	14.0 ± 2.7	15.7 ± 1.8
	300 x TW #02	3.7 ± 0.7	4.3 ± 0.8	4.4 ± 1.0	4.6 ± 1.4	9.2 ± 2.2	10.8 ± 2.4	16.8 ± 4.2	18.5 ± 3.7	19.9 ± 8.3
	300 x TW #03	4.0 ± 0.8	4.6 ± 0.9	3.9 ± 0.9	4.3 ± 1.1	5.7 ± 2.5	10.0 ± 7.1	13.2 ± 6.4	15.3 ± 7.0	19.5 ± 5.6
	300 x TW #16	3.7 ± 0.6	4.4 ± 0.9	4.7 ± 0.9	4.7 ± 1.4	6.7 ± 2.8	13.4 ± 3.2	14.1 ± 5.3	15.4 ± 6.5	16.6 ± 6.3
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		9.40	13.80	20.60	14.32	17.18	10.86	15.61	15.21	13.17

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 15 จำนวนใบต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนใบต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	5.2 ± 0.7 a	10.6 ± 3.6 a	14.1 ± 5.1 a	18.5 ± 7.3 a	22.5 ± 5.2 a	25.7 ± 5.7 a	28.8 ± 7.6 a	31.7 ± 5.9 a	33.9 ± 6.6 a
หนาแน่นต้น	200	4.9 ± 0.7 b	6.8 ± 1.8 b	8.1 ± 3.2 b	10.4 ± 4.1 b	13.7 ± 4.3 b	15.8 ± 5.0 b	18.3 ± 6.8 b	20.5 ± 5.4 b	22.9 ± 6.6 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	4.6 ± 0.7 b	6.1 ± 1.2 b	6.8 ± 2.8 b	8.3 ± 2.7 b	10.2 ± 3.1 c	12.1 ± 3.8 c	13.7 ± 4.5 c	14.9 ± 4.8 c	16.4 ± 4.8 c
F-test		***	***	***	***	***	***	***	***	***
$HSD_{0.05}$		0.33	0.99	1.81	2.07	2.06	1.64	2.66	2.90	2.75
สายพันธุ์	TW #01	4.9 ± 0.6	7.3 ± 2.1	8.8 ± 4.1	11.1 ± 6.7	15.0 ± 6.7	17.7 ± 6.9 a	19.7 ± 8.7	21.7 ± 8.1	23.9 ± 9.3
	TW #02	4.8 ± 0.7	7.6 ± 3.5	9.3 ± 4.7	11.6 ± 6.0	14.3 ± 5.5	15.9 ± 5.8 b	17.7 ± 7.8	19.7 ± 7.7	22.6 ± 7.8
	TW #03	4.8 ± 0.8	7.1 ± 2.7	8.2 ± 3.7	11.3 ± 5.3	14.4 ± 6.5	15.9 ± 6.4 b	18.4 ± 7.7	20.7 ± 8.2	22.9 ± 9.3
	TW #16	4.8 ± 0.8	7.2 ± 2.5	8.6 ± 5.2	10.8 ± 5.3	12.6 ± 5.3	15.7 ± 8.1 b	18.4 ± 8.9	19.9 ± 8.4	21.4 ± 8.9
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	2.09	-	-	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 15 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนใบต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความหนาแน่นต้น X สายพันธุ์	100 x TW #01	5.2 ± 0.4	9.8 ± 2.6	15.2 ± 3.8	21.4 ± 7.6	24.9 ± 4.6	29.1 ± 4.4	30.9 ± 8.1	32.5 ± 6.9	35.5 ± 7.7
	100 x TW #02	5.0 ± 0.5	12.3 ± 4.2	14.1 ± 5.4	18.3 ± 7.2	21.7 ± 6.9	23.1 ± 4.8	26.9 ± 9.2	30.3 ± 4.8	32.7 ± 5.8
	100 x TW #03	5.5 ± 0.6	10.3 ± 3.5	12.3 ± 4.1	16.9 ± 6.9	22.7 ± 4.0	24.4 ± 5.5	28.1 ± 7.0	32.7 ± 6.2	34.2 ± 6.6
	100 x TW #16	5.2 ± 1.1	10.1 ± 3.7	14.9 ± 6.3	17.4 ± 7.1	20.5 ± 3.9	26.3 ± 6.3	29.5 ± 5.8	31.2 ± 6.0	33.3 ± 6.7
	200 x TW #01	5.0 ± 0.5	7.2 ± 1.6	7.9 ± 2.7	9.3 ± 3.2	13.5 ± 4.0	16.7 ± 3.3	19.3 ± 6.0	21.5 ± 6.3	24.1 ± 7.4
	200 x TW #02	4.8 ± 0.8	6.8 ± 2.4	9.6 ± 4.0	11.6 ± 5.0	14.4 ± 2.8	15.3 ± 5.0	16.8 ± 6.9	19.1 ± 4.7	23.3 ± 5.3
	200 x TW #03	4.8 ± 0.7	6.8 ± 1.7	7.7 ± 3.5	11.5 ± 4.3	15.6 ± 5.6	16.4 ± 3.9	18.2 ± 4.9	20.8 ± 4.5	22.5 ± 7.1
	200 x TW #16	4.9 ± 0.7	6.6 ± 1.3	7.1 ± 2.0	9.2 ± 2.7	11.4 ± 3.6	14.8 ± 7.1	18.9 ± 9.0	20.7 ± 5.9	21.9 ± 6.6
	300 x TW #01	4.7 ± 0.6	6.3 ± 1.1	6.6 ± 1.4	7.7 ± 2.5	11.5 ± 4.7	13.0 ± 3.2	14.5 ± 5.9	16.5 ± 4.1	17.9 ± 5.6
	300 x TW #02	4.7 ± 0.6	6.2 ± 1.4	6.7 ± 2.5	8.4 ± 2.6	10.5 ± 1.7	12.9 ± 3.6	14.0 ± 3.2	14.9 ± 5.9	16.8 ± 4.8
	300 x TW #03	4.5 ± 0.8	5.7 ± 1.3	6.7 ± 1.8	8.3 ± 2.3	9.0 ± 1.7	11.1 ± 3.6	13.7 ± 5.6	14.6 ± 4.3	15.9 ± 4.1
	300 x TW #16	4.5 ± 0.7	6.3 ± 1.1	7.1 ± 4.5	9.0 ± 3.1	9.9 ± 3.0	11.3 ± 4.4	12.4 ± 2.2	13.5 ± 4.4	15.0 ± 4.4
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		9.79	18.24	27.11	24.14	13.07	8.98	12.88	12.73	11.06

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 16 เส้นผ่านศูนย์ลางลำต้น (มิลลิเมตร) ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562

แหล่งความแปรปรวน		เส้นผ่านศูนย์ลำกลางลำต้น (มิลลิเมตร)								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	-	3.1 ± 0.8 a	3.5 ± 0.9 a	4.3 ± 1.0 a	4.6 ± 0.7 a	4.8 ± 0.6 a	5.0 ± 0.6 a	5.4 ± 0.7 a	5.8 ± 0.8 a
หนาแน่นต้น	200	-	2.7 ± 0.9 b	2.9 ± 0.9 b	3.2 ± 0.8 b	3.6 ± 0.5 b	3.8 ± 0.6 b	3.9 ± 0.7 b	4.1 ± 0.9 b	4.3 ± 0.6 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	-	2.3 ± 0.8 c	2.4 ± 0.7 c	2.3 ± 0.8 c	2.8 ± 0.7 c	2.9 ± 0.8 c	3.1 ± 0.5 c	3.2 ± 0.4 c	3.3 ± 0.7 c
F-test		-	***	***	***	***	***	***	***	***
$HSD_{0.05}$		-	0.44	0.44	0.46	0.49	0.41	0.33	0.37	0.51
สายพันธุ์	TW #01	-	2.6 ± 0.9	2.8 ± 0.7	3.1 ± 1.0	3.5 ± 0.7	3.6 ± 0.7	3.9 ± 0.8	4.1 ± 1.0	4.3 ± 0.9
	TW #02	-	2.4 ± 0.9	2.7 ± 0.7	2.8 ± 1.0	3.3 ± 1.1	3.4 ± 1.0	3.6 ± 0.9	3.8 ± 1.1	4.0 ± 1.3
	TW #03	-	2.7 ± 1.0	3.0 ± 1.0	3.2 ± 1.1	3.6 ± 0.9	3.6 ± 1.0	3.8 ± 0.9	4.0 ± 0.9	4.3 ± 1.2
	TW #16	-	2.7 ± 1.0	2.8 ± 1.1	3.0 ± 1.3	3.3 ± 1.0	3.8 ± 1.1	3.8 ± 1.2	4.0 ± 1.2	4.1 ± 1.2
F-test		-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.001$

ตารางที่ 16 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		เส้นผ่านศูนย์ลำกลางลำต้น (มิลลิเมตร)								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
	100 x TW #01	-	2.8 ± 0.5	3.1 ± 0.7	3.9 ± 0.3	4.1 ± 0.2	4.3 ± 0.3	4.5 ± 0.6 bc	4.8 ± 0.2 bc	5.3 ± 0.1
	100 x TW #02	-	2.7 ± 0.7	3.2 ± 0.7	4.3 ± 0.5	4.6 ± 0.4	4.7 ± 0.5	5.1 ± 0.5 ab	5.4 ± 0.7 ab	6.1 ± 1.2
	100 x TW #03	-	3.6 ± 0.8	4.0 ± 0.6	4.3 ± 1.2	4.9 ± 0.6	5.0 ± 0.8	5.2 ± 0.4 a	5.5 ± 0.3 ab	5.8 ± 0.8
	100 x TW #16	-	3.2 ± 0.9	3.8 ± 1.1	4.6 ± 1.3	4.8 ± 1.2	5.0 ± 0.6	5.2 ± 0.6 a	5.6 ± 0.9 a	5.9 ± 0.5
ความ	200 x TW #01	-	2.8 ± 0.9	2.9 ± 0.6	3.8 ± 0.5	3.9 ± 0.3	4.0 ± 0.5	4.2 ± 0.8 cd	4.5 ± 1.3 cd	4.7 ± 0.6
หนาแน่นต้น	200 x TW #02	-	2.5 ± 0.9	2.7 ± 0.8	2.8 ± 0.7	3.2 ± 0.6	3.4 ± 0.4	3.5 ± 0.3 ef	3.6 ± 0.8 ef	3.9 ± 0.4
X	200 x TW #03	-	2.8 ± 1.0	3.2 ± 0.9	3.4 ± 0.7	3.7 ± 0.5	3.8 ± 0.7	3.9 ± 0.6 de	4.1 ± 0.5 de	4.2 ± 0.9
สายพันธุ์	200 x TW #16	-	2.7 ± 0.9	2.8 ± 1.1	2.9 ± 0.8	3.5 ± 0.5	4.0 ± 0.6	4.1 ± 0.8 cd	4.2 ± 0.8 de	4.4 ± 0.4
	300 x TW #01	-	2.4 ± 1.0	2.5 ± 0.8	2.4 ± 0.8	2.9 ± 0.5	3.1 ± 0.5	3.3 ± 0.4 ef	3.4 ± 0.2 f	3.5 ± 0.7
	300 x TW #02	-	2.3 ± 0.8	2.3 ± 0.5	2.2 ± 0.6	2.7 ± 1.0	2.8 ± 1.1	3.1 ± 0.4 fg	3.2 ± 0.4 f	3.2 ± 0.6
	300 x TW #03	-	2.2 ± 0.6	2.3 ± 0.6	2.4 ± 0.7	2.9 ± 0.5	3.1 ± 0.7	3.1 ± 0.6 fg	3.2 ± 0.3 f	3.5 ± 0.8
	300 x TW #16	-	2.3 ± 0.9	2.3 ± 0.7	2.3 ± 1.0	2.5 ± 0.3	2.5 ± 0.6	2.7 ± 0.6 g	3.0 ± 0.7 f	3.0 ± 0.7
F-test		-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		-	24.55	21.74	19.28	10.47	10.59	8.23	8.60	11.29

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ตารางที่ 17 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร) ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563

แหล่งความแปรปรวน		เส้นผ่านศูนย์ลำกลางลำต้น (มิลลิเมตร)								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	2.8 ± 0.8 a	4.9 ± 0.7 a	5.4 ± 0.6 a	5.7 ± 0.8 a	6.0 ± 0.4 a	6.5 ± 0.7 a	6.6 ± 0.6 a	7.0 ± 0.7 a	7.4 ± 0.7 a
หนาแน่นต้น	200	2.2 ± 0.8 b	3.8 ± 0.9 b	4.1 ± 0.9 b	4.4 ± 1.0 b	4.7 ± 0.7 b	4.9 ± 0.7 b	5.0 ± 0.7 b	5.1 ± 0.7 b	5.4 ± 0.6 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	1.9 ± 0.7 b	2.9 ± 0.8 c	3.3 ± 0.9 c	3.7 ± 1.0 c	4.1 ± 0.5 c	4.3 ± 0.7 c	4.4 ± 0.7 c	4.4 ± 0.6 c	4.5 ± 0.7 c
F-test		***	***	***	***	***	***	***	***	***
$HSD_{0.05}$		0.44	0.34	0.34	0.46	0.22	0.31	0.32	0.27	0.37
สายพันธุ์	TW #01	2.2 ± 0.7	3.6 ± 1.0	4.0 ± 1.0	4.4 ± 1.1	4.5 ± 0.7	4.9 ± 0.9	5.0 ± 1.0	5.1 ± 1.2	5.3 ± 1.2
	TW #02	2.3 ± 0.9	3.6 ± 1.0	4.1 ± 1.1	4.4 ± 1.2	4.6 ± 1.0	5.0 ± 1.1	5.1 ± 1.2	5.2 ± 1.2	5.5 ± 1.3
	TW #03	2.2 ± 0.8	3.7 ± 1.1	4.1 ± 1.3	4.4 ± 1.2	4.6 ± 0.8	5.1 ± 1.2	5.1 ± 1.1	5.4 ± 1.0	5.7 ± 1.2
	TW #16	2.1 ± 0.9	3.6 ± 1.3	3.9 ± 1.2	4.3 ± 1.3	4.5 ± 0.8	4.9 ± 1.1	5.1 ± 1.0	5.3 ± 1.2	5.4 ± 1.3
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.001$

ตารางที่ 17 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		เส้นผ่านศูนย์ลำกลางลำต้น (มิลลิเมตร)								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
	100 x TW #01	2.6 ± 0.3	4.8 ± 0.7	5.2 ± 0.5	5.6 ± 1.1	5.9 ± 0.4	6.3 ± 0.5	6.4 ± 0.6	6.7 ± 0.8	7.1 ± 0.9
	100 x TW #02	2.8 ± 0.8	4.7 ± 0.6	5.5 ± 0.7	5.7 ± 0.7	6.3 ± 0.3	6.6 ± 0.9	6.6 ± 0.9	6.9 ± 0.8	7.3 ± 0.8
	100 x TW #03	3.1 ± 0.6	5.0 ± 0.7	5.5 ± 0.5	5.9 ± 0.7	6.2 ± 0.6	6.8 ± 0.4	6.7 ± 0.4	7.0 ± 0.8	7.4 ± 0.5
	100 x TW #16	2.8 ± 1.1	5.1 ± 0.7	5.5 ± 0.6	5.7 ± 0.7	5.8 ± 0.5	6.4 ± 0.7	6.5 ± 0.5	7.3 ± 0.4	7.6 ± 0.6
ความ	200 x TW #01	2.2 ± 0.6	3.9 ± 0.6	4.2 ± 0.8	4.4 ± 0.8	4.8 ± 0.6	4.8 ± 0.6	4.9 ± 0.6	5.0 ± 0.9	5.2 ± 0.8
หนาแน่นต้น	200 x TW #02	2.3 ± 1.1	3.8 ± 0.8	4.2 ± 0.7	4.6 ± 1.1	4.9 ± 0.5	5.1 ± 0.7	5.2 ± 0.6	5.4 ± 0.6	5.7 ± 0.6
X	200 x TW #03	2.1 ± 0.7	3.7 ± 1.0	4.1 ± 1.3	4.4 ± 1.0	4.8 ± 0.3	4.9 ± 0.8	5.0 ± 0.7	5.3 ± 0.4	5.4 ± 0.5
สายพันธุ์	200 x TW #16	2.1 ± 0.8	3.7 ± 1.0	3.9 ± 0.9	4.0 ± 0.9	4.4 ± 0.9	4.7 ± 0.6	4.9 ± 0.9	5.0 ± 0.6	5.2 ± 0.4
	300 x TW #01	2.0 ± 0.8	2.8 ± 0.6	3.3 ± 0.9	3.7 ± 0.8	4.0 ± 0.3	4.2 ± 0.4	4.4 ± 0.8	4.5 ± 0.7	4.5 ± 0.7
	300 x TW #02	2.0 ± 0.6	2.9 ± 0.7	3.3 ± 0.7	3.5 ± 0.8	3.9 ± 0.5	4.1 ± 0.5	4.2 ± 0.8	4.2 ± 0.6	4.3 ± 1.0
	300 x TW #03	1.8 ± 0.6	3.0 ± 0.7	3.3 ± 0.8	3.7 ± 0.7	4.1 ± 0.7	4.5 ± 0.8	4.5 ± 0.8	4.6 ± 0.5	4.7 ± 0.6
	300 x TW #16	1.8 ± 0.7	2.8 ± 1.0	3.2 ± 1.0	3.9 ± 1.4	4.2 ± 0.4	4.4 ± 0.9	4.5 ± 0.4	4.5 ± 0.4	4.5 ± 0.6
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		28.03	12.53	11.54	14.32	4.44	5.82	6.02	4.81	6.36

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 18 จำนวนช่อดอกต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนช่อดอกต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.9 ± 1.0	2.4 ± 1.6	6.7 ± 2.6 a	10.0 ± 5.2 a	18.9 ± 8.3 a	27.0 ± 9.5 a	46.6 ± 16.1 a
หนาแน่นต้น	200	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.6 ± 1.0	2.3 ± 1.3	5.5 ± 3.4 a	10.1 ± 5.8 a	15.6 ± 7.1 a	23.2 ± 10.1 b	28.7 ± 10.2 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.3 ± 0.6	2.4 ± 1.4	3.5 ± 2.3 b	6.3 ± 3.3 b	8.6 ± 4.4 b	13.4 ± 7.1 c	17.2 ± 8.5 c
F-test		-	-	ns	ns	***	***	***	***	***
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	1.50	2.21	3.11	4.59	6.45
สายพันธุ์	TW #01	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.4 ± 0.8	2.5 ± 1.3	4.0 ± 2.6	7.1 ± 2.8 b	13.2 ± 6.8 b	20.1 ± 11.6 ab	30.5 ± 15.2
	TW #02	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.5 ± 0.9	2.6 ± 1.6	4.4 ± 2.5	6.6 ± 3.0 b	10.6 ± 4.9 b	16.0 ± 7.4 b	29.4 ± 14.9
	TW #03	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.6 ± 0.8	1.9 ± 1.3	5.1 ± 3.1	7.6 ± 5.0 b	12.1 ± 7.3 b	21.7 ± 11.4 a	26.3 ± 16.9
	TW #16	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.8 ± 1.0	2.3 ± 1.3	5.9 ± 3.7	12.8 ± 6.2 a	16.8 ± 9.1 a	20.9 ± 10.0 a	25.1 ± 14.7
F-test		-	-	ns	ns	ns	***	***	*	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	2.82	3.97	5.86	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) * และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 18 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนช่อดอกต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
	100 x TW #01	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.7 ± 1.1	3.0 ± 2.0	5.8 ± 2.1 a-c	8.0 ± 1.9 bc	13.3 ± 2.6 b-d	26.8 ± 7.6	47.7 ± 12.7
	100 x TW #02	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.9 ± 1.0	2.7 ± 1.3	8.1 ± 1.7 ab	10.0 ± 2.4 a-c	17.5 ± 2.9 a-c	20.6 ± 9.3	53.5 ± 14.4
	100 x TW #03	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.9 ± 1.1	2.2 ± 1.8	6.9 ± 3.4 a-c	9.4 ± 5.7 bc	17.2 ± 8.7 a-c	27.7 ± 8.9	41.8 ± 19.7
	100 x TW #16	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.2 ± 0.8	1.9 ± 1.3	5.3 ± 1.7 a-c	12.0 ± 7.4 ab	26.0 ± 9.8 a	33.1 ± 7.4	44.4 ± 14.6
ความ	200 x TW #01	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.1 ± 0.5	2.2 ± 1.4	4.3 ± 2.8 a-c	5.4 ± 1.5 c	18.0 ± 8.0 ab	26.8 ± 13.2	34.7 ± 11.6
หนาแน่นต้น	200 x TW #02	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.6 ± 1.1	2.3 ± 1.3	3.6 ± 1.2 c	6.0 ± 2.7 bc	11.0 ± 3.5 b-d	15.7 ± 8.4	27.5 ± 6.3
X	200 x TW #03	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.5 ± 0.8	2.0 ± 1.1	5.0 ± 3.1 a-c	11.2 ± 4.2 a-c	12.6 ± 4.8 b-d	26.2 ± 7.9	29.0 ± 11.7
สายพันธุ์	200 x TW #16	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.2 ± 1.2	2.7 ± 1.3	8.8 ± 3.6 a	16.0 ± 5.4 a	19.8 ± 7.0 ab	21.9 ± 7.7	25.0 ± 9.3
	300 x TW #01	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.4 ± 0.7	2.4 ± 0.8	3.1 ± 2.3 c	8.0 ± 3.3 bc	9.1 ± 3.4 cd	11.8 ± 2.5	17.0 ± 5.6
	300 x TW #02	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.3 ± 0.6	2.8 ± 1.9	3.3 ± 2.0 c	5.5 ± 2.2 c	7.1 ± 2.2 d	14.0 ± 4.4	19.8 ± 5.8
	300 x TW #03	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.4 ± 0.6	1.7 ± 1.0	4.1 ± 2.7 bc	4.6 ± 3.1 c	9.0 ± 7.1 cd	14.3 ± 11.6	16.6 ± 11.6
	300 x TW #16	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.2 ± 0.6	2.3 ± 1.0	3.3 ± 2.2 c	8.6 ± 2.9 bc	9.3 ± 2.5 cd	13.4 ± 6.1	15.2 ± 8.5
F-test		-	-	ns	ns	**	**	***	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	4.32	6.40	8.98	-	-
CV (%)		-	-	26.71	30.67	28.79	24.95	21.52	21.28	20.25

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 19 จำนวนช่อดอกต่อต้นของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนช่อดอกต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	0.0 ± 0.0	2.0 ± 1.0 a	5.1 ± 2.5 a	10.1 ± 5.0 a	15.4 ± 4.9 a	23.4 ± 8.9 a	31.6 ± 9.4 a	36.3 ± 6.3 a	43.0 ± 8.3 a
หนาแน่นต้น	200	0.0 ± 0.0	1.5 ± 0.9 b	3.0 ± 2.0 b	6.0 ± 2.6 b	11.2 ± 3.8 b	14.5 ± 5.6 b	17.9 ± 7.8 b	20.1 ± 5.9 b	22.7 ± 6.6 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	0.0 ± 0.0	1.2 ± 0.6 b	2.2 ± 1.3 c	5.0 ± 2.7 c	8.1 ± 3.7 c	12.0 ± 4.7 c	14.2 ± 6.5 c	16.5 ± 4.5 c	17.9 ± 6.6 c
F-test		-	**	***	***	***	***	***	***	***
$HSD_{0.05}$		-	0.39	0.73	1.61	2.03	2.21	3.36	4.59	5.82
สายพันธุ์	TW #01	0.0 ± 0.0	1.8 ± 1.1	2.8 ± 1.8 b	6.1 ± 3.0 ab	11.4 ± 5.6	15.2 ± 7.0	18.2 ± 9.9	20.2 ± 8.4 b	22.6 ± 10.0
	TW #02	0.0 ± 0.0	1.5 ± 0.7	3.8 ± 2.4 a	7.8 ± 4.5 a	10.8 ± 4.9	15.4 ± 6.8	19.5 ± 10.6	22.9 ± 7.5 a	25.6 ± 12.0
	TW #03	0.0 ± 0.0	1.7 ± 1.0	3.2 ± 1.6 ab	7.5 ± 4.2 ab	10.5 ± 4.9	14.1 ± 5.7	19.0 ± 8.5	21.4 ± 10.5 ab	25.9 ± 12.6
	TW #16	0.0 ± 0.0	1.4 ± 0.7	2.9 ± 2.6 ab	6.5 ± 2.9 b	10.4 ± 3.8	16.4 ± 9.5	20.0 ± 10.8	23.2 ± 9.9 a	26.6 ± 12.2
F-test		-	ns	*	**	ns	ns	ns	*	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	0.93	1.47	-	-	-	2.18	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) *, ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$, $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 19 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		จำนวนช่อดอกต่อต้น								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
	100 x TW #01	0.0 ± 0.0	2.6 ± 1.1	4.7 ± 1.7 a-c	9.0 ± 2.2 a-c	17.2 ± 4.4	23.5 ± 7.7	29.3 ± 9.7	32.5 ± 5.6	38.0 ± 3.4
	100 x TW #02	0.0 ± 0.0	1.9 ± 0.5	5.6 ± 2.4 ab	12.0 ± 6.2 a	15.6 ± 5.3	22.7 ± 6.3	30.7 ± 11.5	35.2 ± 3.6	41.0. ± 7.6
	100 x TW #03	0.0 ± 0.0	1.9 ± 1.2	3.9 ± 1.2 b-e	11.1 ± 6.6 ab	13.7 ± 6.9	20.9 ± 5.6	33.3 ± 3.8	38.6 ± 4.4	45.2 ± 7.9
	100 x TW #16	0.0 ± 0.0	1.7 ± 1.1	6.4 ± 3.3 a	8.4 ± 2.2 b-d	14.9 ± 1.0	26.5 ± 13.6	33.1 ± 10.8	39.0 ± 8.5	47.1 ± 10.1
ความ	200 x TW #01	0.0 ± 0.0	1.4 ± 0.9	2.4 ± 1.5 d-f	5.4 ± 2.4 de	10.2 ± 3.6	13.4 ± 5.6	16.4 ± 8.4	17.9 ± 7.1	20.1 ± 6.6
หนาแน่นต้น	200 x TW #02	0.0 ± 0.0	1.7 ± 1.0	4.1 ± 2.4 b-d	6.8 ± 2.8 c-e	12.0 ± 3.6	15.5 ± 5.8	18.7 ± 8.7	21.4 ± 4.1	24.4 ± 8.5
X	200 x TW #03	0.0 ± 0.0	1.8 ± 1.0	3.4 ± 1.9 c-f	6.4 ± 2.7 c-e	12.1 ± 4.1	14.2 ± 5.1	17.2 ± 4.6	19.3 ± 7.6	21.6 ± 4.9
สายพันธุ์	200 x TW #16	0.0 ± 0.0	1.3 ± 0.6	2.3 ± 1.6 d-f	5.2 ± 2.4 de	10.5 ± 3.8	14.9 ± 6.0	19.5 ± 8.6	22.0 ± 2.7	24.7 ± 4.8
	300 x TW #01	0.0 ± 0.0	1.4 ± 1.0	2.0 ± 1.2 ef	4.1 ± 2.5 e	9.8 ± 6.0	12.8 ± 4.5	14.4 ± 7.3	16.4 ± 3.8	17.3 ± 6.9
	300 x TW #02	0.0 ± 0.0	1.1 ± 0.3	2.4 ± 1.3 d-f	4.8 ± 2.4 e	7.1 ± 2.5	11.8 ± 5.1	14.7 ± 7.7	18.1 ± 4.1	19.0 ± 9.8
	300 x TW #03	0.0 ± 0.0	1.3 ± 0.6	2.7 ± 1.2 c-f	5.1 ± 2.0 de	7.3 ± 1.6	10.6 ± 2.3	13.7 ± 4.1	14.8 ± 3.8	17.2 ± 3.3
	300 x TW #16	0.0 ± 0.0	1.3 ± 0.6	1.8 ± 1.1 f	6.0 ± 3.2 c-e	8.0 ± 2.5	12.8 ± 5.9	14.1 ± 6.6	16.6 ± 5.7	18.3 ± 4.4
F-test		-	ns	**	*	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	2.07	3.28	-	-	-	-	-
CV (%)		-	36.66	30.19	23.88	17.30	16.69	15.54	9.21	13.53

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) * และ ** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ และ $P<0.01$ ตามลำดับ

ตารางที่ 20 ความเขียวใบของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562

แหล่งความแปรปรวน		ความเขียวใบ								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	30.1 ± 1.8	29.4 ± 2.7	30.3 ± 2.2	34.0 ± 1.6	32.7 ± 2.3	34.1 ± 2.1	34.8 ± 2.3	30.5 ± 2.9	30.1 ± 3.0
หนาแน่นต้น	200	29.7 ± 1.6	28.9 ± 2.3	29.8 ± 1.9	33.6 ± 1.8	33.3 ± 2.5	31.7 ± 2.8	32.2 ± 2.9	29.3 ± 2.4	28.9 ± 2.4
(ต้น/ตร.ม.)	300	29.6 ± 2.4	27.7 ± 2.1	29.8 ± 1.2	33.2 ± 2.0	31.9 ± 2.3	32.8 ± 2.3	33.1 ± 2.7	29.6 ± 2.8	29.1 ± 2.7
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-
สายพันธุ์	TW #01	29.6 ± 1.5	28.3 ± 2.1	29.7 ± 2.5	34.2 ± 2.0	33.2 ± 2.6	32.5 ± 1.8	33.1 ± 2.1	30.3 ± 2.3	29.9 ± 2.2
	TW #02	28.7 ± 1.6	27.9 ± 2.5	30.1 ± 1.7	33.1 ± 2.0	32.3 ± 2.1	33.6 ± 2.6	34.1 ± 2.8	29.9 ± 2.8	29.6 ± 2.9
	TW #03	30.4 ± 2.0	29.3 ± 2.3	30.4 ± 1.5	33.9 ± 1.4	32.8 ± 2.9	32.8 ± 3.4	33.2 ± 3.5	30.0 ± 2.5	29.5 ± 2.4
	TW #16	30.5 ± 2.2	29.2 ± 2.8	29.8 ± 1.2	33.2 ± 1.6	32.2 ± 1.9	32.5 ± 2.6	33.0 ± 3.0	29.0 ± 3.3	28.5 ± 3.3
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 20 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		ความเขียวใบ								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
	100 x TW #01	29.3 ± 0.9	27.9 ± 1.9	29.2 ± 3.2	33.6 ± 2.1	31.1 ± 0.1	32.2 ± 0.5	33.2 ± 0.0	27.9 ± 0.5	27.7 ± 0.5
	100 x TW #02	29.4 ± 1.5	29.4 ± 2.1	31.2 ± 2.4	34.5 ± 2.2	32.1 ± 2.7	34.6 ± 1.7	35.0 ± 2.9	31.8 ± 3.7	31.5 ± 3.8
	100 x TW #03	30.7 ± 2.7	30.3 ± 2.9	31.0 ± 1.4	34.4 ± 1.0	35.2 ± 2.2	34.7 ± 3.8	35.4 ± 3.8	31.4 ± 0.3	30.9 ± 0.6
	100 x TW #16	31.1 ± 0.9	30.2 ± 3.5	29.9 ± 1.0	33.5 ± 0.7	32.6 ± 1.4	34.8 ± 0.7	35.8 ± 0.4	30.9 ± 4.4	30.4 ± 4.6
ความ	200 x TW #01	29.9 ± 1.3	28.4 ± 3.1	30.2 ± 3.1	34.9 ± 2.3	35.3 ± 3.3	33.4 ± 3.2	34.1 ± 3.6	31.0 ± 1.3	30.5 ± 1.0
หนาแน่นต้น	200 x TW #02	28.8 ± 0.8	28.5 ± 2.4	29.9 ± 0.6	32.8 ± 1.7	32.6 ± 3.0.	31.1 ± 2.5	32.1 ± 3.0	28.2 ± 2.1	27.7 ± 2.4
X	200 x TW #03	30.2 ± 1.8	29.1 ± 2.0	29.5 ± 1.4	33.8 ± 1.1	32.5 ± 1.4	31.7 ± 4.3	32.0 ± 3.7	29.0 ± 3.1	28.6 ± 3.1
สายพันธุ์	200 x TW #16	30.1 ± 2.2	29.5 ± 2.1	29.7 ± 1.8	32.8 ± 1.3	32.7 ± 1.8	30.5 ± 1.2	30.5 ± 0.9	29.0 ± 3.0	28.6 ± 2.9
	300 x TW #01	29.7 ± 2.2	28.7 ± 1.2	29.8 ± 1.2	34.2 ± 1.7	33.4 ± 1.9	32.0 ± 0.1	32.2 ± 1.2	31.9 ± 2.6	31.4 ± 2.8
	300 x TW #02	28.1 ± 2.1	25.7 ± 1.7	29.2 ± 1.1	32.1 ± 1.5	32.2 ± 1.4	35.1 ± 2.1	35.4 ± 2.2	29.7 ± 1.8	29.4 ± 1.6
	300 x TW #03	30.3 ± 1.6	28.6 ± 1.8	30.6 ± 1.5	33.5 ± 2.0	30.6 ± 3.2	32.0 ± 2.2	32.2 ± 3.2	29.5 ± 3.1	29.1 ± 2.9
	300 x TW #16	30.2 ± 3.2	27.9 ± 2.5	29.7 ± 0.5	33.2 ± 2.5	31.5 ± 2.7	32.2 ± 3.3	32.7 ± 3.7	27.1 ± 2.1	26.6 ± 1.9
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		6.41	8.21	6.05	5.23	7.00	7.57	8.20	8.75	8.99

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 21 ความเขียวใบของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ประเมินทุก ๆ 7 วัน ตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะการสร้างผลผลิต ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563

แหล่งความแปรปรวน		ความเขียวใบ								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
ความ	100	28.3 ± 1.8	29.8 ± 2.8	31.8 ± 2.7	32.2 ± 3.4	31.6 ± 2.9	33.4 ± 2.6	34.1 ± 2.5	29.4 ± 2.7	29.0 ± 2.7
หนาแน่นต้น	200	27.5 ± 1.7	29.3 ± 2.2	30.9 ± 1.9	31.4 ± 2.3	29.7 ± 2.7	32.7 ± 2.5	32.9 ± 3.0	30.3 ± 2.7	29.9 ± 2.7
(ต้น/ตร.ม.)	300	27.9 ± 1.6	29.3 ± 2.1	30.9 ± 2.0	31.8 ± 1.9	29.5 ± 3.1	32.5 ± 2.8	33.1 ± 3.0	29.7 ± 2.7	29.2 ± 2.8
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-
สายพันธุ์	TW #01	28.7 ± 1.8	30.9 ± 2.3	32.1 ± 1.7	32.7 ± 3.2	31.7 ± 3.1	33.8 ± 2.4	34.5 ± 2.6	30.4 ± 2.6	30.1 ± 2.6
	TW #02	28.4 ± 1.6	30.3 ± 1.8	31.7 ± 2.6	32.1 ± 2.2	30.3 ± 3.6	33.1 ± 2.6	34.0 ± 2.8	30.0 ± 2.8	29.5 ± 3.0
	TW #03	27.7 ± 1.3	28.2 ± 2.0	30.5 ± 2.6	30.6 ± 2.1	31.1 ± 1.9	31.4 ± 2.4	31.5 ± 2.2	30.0 ± 2.9	29.5 ± 2.9
	TW #16	27.9 ± 1.7	28.5 ± 2.2	30.5 ± 1.4	30.7 ± 1.5	28.0 ± 2.2	33.1 ± 2.7	33.4 ± 3.1	28.8 ± 2.4	28.3 ± 2.3
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 21 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน		ความเขียวใบ								
		14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน	63 วัน	70 วัน
	100 x TW #01	30.0 ± 1.2	31.1 ± 2.7	32.8 ± 1.8	35.1 ± 4.6	33.2 ± 1.4	32.2 ± 0.5	33.2 ± 0.0	27.9 ± 0.5	27.7 ± 0.5
	100 x TW #02	28.2 ± 2.6	31.2 ± 1.8	32.4 ± 4.0	32.2 ± 2.1	32.1 ± 4.3	34.8 ± 0.7	35.8 ± 0.4	30.9 ± 4.4	30.4 ± 4.6
	100 x TW #03	28.0 ± 0.6	28.8 ± 2.5	31.1 ± 2.7	30.3 ± 3.2	33.0 ± 1.2	31.7 ± 4.3	32.0 ± 3.7	29.0 ± 3.1	28.6 ± 3.1
	100 x TW #16	27.0 ± 1.0	28.1 ± 3.1	30.8 ± 1.6	31.3 ± 1.3	28.3 ± 0.8	35.1 ± 2.1	35.4 ± 2.2	29.7 ± 1.8	29.4 ± 1.6
ความ	200 x TW #01	27.7 ± 1.9	30.5 ± 2.5	31.8 ± 1.1	32.8 ± 2.6	30.7 ± 3.6	34.6 ± 1.7	35.0 ± 2.9	31.8 ± 3.7	31.5 ± 3.8
หนาแน่นต้น	200 x TW #02	28.6 ± 0.7	29.7 ± 2.0	31.2 ± 0.9	31.5 ± 2.6	29.4 ± 4.5	33.4 ± 3.2	34.1 ± 3.6	31.0 ± 1.3	30.5 ± 1.0
X	200 x TW #03	27.1 ± 1.3	28.0 ± 2.3	29.8 ± 3.1	30.7 ± 2.1	30.1 ± 0.7	30.5 ± 1.2	30.5 ± 0.9	29.0 ± 3.0	28.6 ± 2.9
สายพันธุ์	200 x TW #16	26.7 ± 2.2	29.1 ± 1.6	30.9 ± 1.4	30.6 ± 1.7	28.4 ± 1.3	32.0 ± 2.2	32.2 ± 3.2	29.5 ± 3.1	29.1 ± 2.9
	300 x TW #01	28.4 ± 1.4	31.0 ± 2.1	31.7 ± 2.0	33.1 ± 1.6	31.1 ± 4.3	34.7 ± 3.8	35.4 ± 3.8	31.4 ± 0.3	30.9 ± 0.6
	300 x TW #02	28.4 ± 1.1	30.0 ± 1.8	31.5 ± 2.3	32.8 ± 2.1	29.3 ± 2.2	31.1 ± 2.5	32.1 ± 3.0	28.2 ± 2.1	27.7 ± 2.4
	300 x TW #03	28.1 ± 1.8	27.7 ± 0.9	30.7 ± 2.1	30.8 ± 0.7	30.1 ± 1.9	32.0 ± 0.1	32.2 ± 1.2	31.9 ± 2.6	31.4 ± 2.8
	300 x TW #16	27.0 ± 1.9	28.4 ± 1.8	29.6 ± 1.0	30.3 ± 1.4	27.3 ± 3.9	32.2 ± 3.3	32.7 ± 3.7	27.1 ± 2.1	26.6 ± 1.9
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		5.67	7.30	7.03	7.47	9.54	7.57	8.20	8.75	8.98

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

2. การเจริญเติบโตด้านการสะสมน้ำหนักแห้งต้น, ใบ และรากของบักวีต ที่อายุ 35 และ 70 วัน ภายใต้ช่วงเวลาการปลูกที่แตกต่างกัน

2.1 อิทธิพลของความหนาแน่นต้นต่อการเจริญเติบโตของบักวีต 4 สายพันธุ์ ในด้านการสร้างน้ำหนักแห้งต้น, ใบ และราก

บักวีตอายุ 35 วันที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร สร้างน้ำหนักแห้งต้นมากกว่าต้นบักวีตที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร และเมื่อพิจารณาในแต่ละสายพันธุ์พบว่าบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 02 มีน้ำหนักแห้งต้นน้อยกว่าบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 03 แต่น้ำหนักแห้งต้นของทั้งสองสายพันธุ์มีความใกล้เคียงคาบเกี่ยวกับบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 และ Taiwan 16 สำหรับน้ำหนักแห้งใบและรากของบักวีตที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร สร้างน้ำหนักแห้งใบและรากได้น้อยกว่าบักวีตที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร นอกจากนี้น้ำหนักแห้งใบยังมีความแตกต่างเนื่องจากสายพันธุ์ร่วมด้วยส่งผลให้บักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตรปรากฏความแตกต่างของน้ำหนักแห้งใบในบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 และ Taiwan 03 ได้สูงกว่าสายพันธุ์ Taiwan 01 และ Taiwan 16 (ตารางที่ 22) สำหรับบักวีตอายุ 70 วันหลังปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร สามารถสร้างน้ำหนักแห้งต้น ใบ และราก ได้สูงกว่าบักวีตที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ทุกสายพันธุ์ โดยน้ำแห้งต้นและใบสูงกว่า 57-70 เปอร์เซ็นต์ และน้ำแห้งรากสร้างได้สูงกว่า 40-52 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 23)

บักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 ส่งผลให้การเจริญเติบโตหรือการสะสมน้ำหนักส่วนต่าง ๆ ของบักวีตทุกสายพันธุ์ดีกว่าบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 มากกว่าหนึ่งเท่า บักวีตอายุ 35 วันได้รับอิทธิพลร่วมระหว่างความหนาแน่นต้นและสายพันธุ์ที่ส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีน้ำหนักแห้งต้นสูงกว่าบักวีตสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นเดียวกัน แต่บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 เมื่อในสภาพความหนาแน่นต้น 300 ต้นต่อตารางเมตร กลับมีน้ำหนักแห้งต้นน้อยกว่า 24-52 เปอร์เซ็นต์กับบักวีตสายพันธุ์อื่นๆ ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นเดียวกัน สำหรับน้ำหนักแห้งใบของบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 02, Taiwan 03 และ Taiwan 16 ไม่มีความแตกต่างกันของน้ำหนักแห้งใบเมื่อปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร นอกจากบักวีตที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 100 ต่อตารางเมตร สามารถน้ำหนักแห้งรากได้สูงกว่าความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ได้ถึง 69 และ 82 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และบักวีตทุกสายพันธุ์ปรากฏน้ำหนักแห้งรากมากกว่าสายพันธุ์ Taiwan 16 (ตารางที่ 24) สำหรับบักวีตอายุ 70 วันหลังปลูก พบว่าน้ำหนักแห้งต้นของบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 ภายใต้สภาพ

ความหนาแน่นต้น 100 ต่อตารางเมตร มีน้ำหนักแห้งต้นใกล้เคียงกับบักวีตที่ปลูกในช่วงปลูกเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 ในขณะที่บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 02 และ Taiwan 03 และ Taiwan 16 สร้างน้ำหนักแห้งต้นได้สูงกว่า 20-48 เปอร์เซ็นต์ ทำให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 มีน้ำหนักแห้งใบน้อยกว่าบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ใกล้เคียงคาบเกี่ยวกับบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 02 และ Taiwan 03 ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 100 ต่อตารางเมตร ในขณะที่บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 มีน้ำหนักแห้งใบและรากสูงไม่แตกต่างกับบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 แต่การสร้างน้ำหนักแห้งรากนั้นมีความคาบเกี่ยวกับบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 02 และ Taiwan 03 ในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต่อตารางเมตร นอกจากนี้ทำให้เห็นได้ว่าบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต่อตารางเมตร มีน้ำหนักแห้งใบและรากใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 22 การสร้างน้ำหนักแห้ง (กรัม) ส่วนลำต้น, ใบ และราก ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 35 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562

แหล่งความแปรปรวน		น้ำหนักแห้งต่อต้น (กรัม)		
		ต้น	ใบ	ราก
ความหนาแน่นต้น (ต้น/ตร.ม.)	100	0.764 ± 0.120 a	0.168 ± 0.055 a	0.053 ± 0.015 a
	200	0.328 ± 0.095 b	0.069 ± 0.017 b	0.032 ± 0.015 b
	300	0.230 ± 0.055 c	0.051 ± 0.012 b	0.025 ± 0.006 b
F-test		***	***	***
$HSD_{0.05}$		0.082	0.021	0.013
สายพันธุ์	TW #01	0.428 ± 0.256 ab	0.123 ± 0.079 a	0.045 ± 0.017
	TW #02	0.376 ± 0.222 b	0.073 ± 0.029 c	0.037 ± 0.014
	TW #03	0.518 ± 0.254 a	0.106 ± 0.073 b	0.035 ± 0.021
	TW #16	0.440 ± 0.296 ab	0.082 ± 0.049 c	0.029 ± 0.014
F-test		**	***	ns
$HSD_{0.05}$		0.104	0.027	-
ความหนาแน่นต้น X สายพันธุ์	100 x TW #01	0.736 ± 0.123	0.226 ± 0.018 a	0.062 ± 0.002
	100 x TW #02	0.666 ± 0.080	0.106 ± 0.027 bc	0.053 ± 0.013
	100 x TW #03	0.833 ± 0.139	0.197 ± 0.043 a	0.048 ± 0.026
	100 x TW #16	0.819 ± 0.104	0.143 ± 0.029 b	0.047 ± 0.011
	200 x TW #01	0.345 ± 0.127	0.081 ± 0.026 cd	0.046 ± 0.015
	200 x TW #02	0.227 ± 0.030	0.062 ± 0.011 de	0.029 ± 0.006
	200 x TW #03	0.418 ± 0.057	0.072 ± 0.016 c-e	0.034 ± 0.022
	200 x TW #16	0.323 ± 0.031	0.060 ± 0.008 de	0.020 ± 0.004
	300 x TW #01	0.202 ± 0.036	0.064 ± 0.016 de	0.027 ± 0.003
	300 x TW #02	0.236 ± 0.031	0.052 ± 0.005 de	0.029 ± 0.007
	300 x TW #03	0.302 ± 0.037	0.047 ± 0.009 de	0.024 ± 0.008
	300 x TW #16	0.180 ± 0.013	0.042 ± 0.008 e	0.021 ± 0.002
F-test		ns	**	ns
$HSD_{0.05}$		-	0.037	-
CV (%)		18.15	21.81	34.16

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 23 การสร้างน้ำหนักแห้ง (กรัม) ส่วนลำต้น, ใบ และราก ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 70 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562

แหล่งความแปรปรวน		น้ำหนักแห้งต่อต้น (กรัม)		
		ต้น	ใบ	ราก
ความหนาแน่นต้น (ต้น/ตร.ม.)	100	4.835 ± 1.161 a	0.704 ± 0.150 a	0.283 ± 0.057 a
	200	1.546 ± 0.513 b	0.141 ± 0.054 b	0.084 ± 0.021 b
	300	0.980 ± 0.297 b	0.115 ± 0.046 b	0.070 ± 0.031 b
F-test		***	***	***
$HSD_{0.05}$		0.756	0.081	0.038
สายพันธุ์	TW #01	2.571 ± 2.183	0.323 ± 0.364	0.127 ± 0.101
	TW #02	2.197 ± 1.717	0.316 ± 0.330	0.131 ± 0.114
	TW #03	2.877 ± 2.170	0.352 ± 0.296	0.174 ± 0.122
	TW #16	2.169 ± 1.591	0.289 ± 0.198	0.150 ± 0.096
F-test		ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-
ความหนาแน่นต้น X สายพันธุ์	100 x TW #01	5.297 ± 1.258	0.793 ± 0.166	0.253 ± 0.070
	100 x TW #02	4.393 ± 0.690	0.749 ± 0.092	0.279 ± 0.041
	100 x TW #03	5.494 ± 1.521	0.740 ± 0.101	0.329 ± 0.066
	100 x TW #16	4.154 ± 1.037	0.535 ± 0.135	0.270 ± 0.045
	200 x TW #01	1.697 ± 0.104	0.127 ± 0.044	0.085 ± 0.009
	200 x TW #02	1.363 ± 0.477	0.113 ± 0.060	0.068 ± 0.025
	200 x TW #03	1.948 ± 0.767	0.151 ± 0.038	0.086 ± 0.009
	200 x TW #16	1.178 ± 0.305	0.185 ± 0.042	0.105 ± 0.019
	300 x TW #01	0.719 ± 0.140	0.063 ± 0.020	0.054 ± 0.011
	300 x TW #02	0.834 ± 0.154	0.086 ± 0.022	0.046 ± 0.009
	300 x TW #03	1.189 ± 0.301	0.166 ± 0.004	0.106 ± 0.026
	300 x TW #16	1.176 ± 0.306	0.147 ± 0.011	0.074 ± 0.036
F-test		ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-
CV (%)		30.21	24.48	25.16

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

*** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 24 การสร้างน้ำหนักแห้ง (กรัม) ส่วนลำต้น, ใบ และราก ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 35 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563

แหล่งความแปรปรวน		น้ำหนักแห้งต่อต้น (กรัม)		
		ต้น	ใบ	ราก
ความหนาแน่นต้น (ต้น/ตร.ม.)	100	1.344 ± 0.477 a	0.446 ± 0.078 a	0.231 ± 0.045 a
	200	0.970 ± 0.156 b	0.190 ± 0.083 b	0.072 ± 0.035 b
	300	0.492 ± 0.179 c	0.132 ± 0.047 c	0.041 ± 0.017 c
F-test		***	***	***
$HSD_{0.05}$		0.158	0.049	0.028
สายพันธุ์	TW #01	1.048 ± 0.474 a	0.315 ± 0.162 a	0.140 ± 0.096 a
	TW #02	0.782 ± 0.140 b	0.248 ± 0.104 b	0.118 ± 0.089 a
	TW #03	0.841 ± 0.350 b	0.247 ± 0.183 b	0.117 ± 0.106 a
	TW #16	1.069 ± 0.707 a	0.214 ± 0.168 b	0.083 ± 0.079 b
F-test		***	**	**
$HSD_{0.05}$		0.202	0.062	0.035
ความหนาแน่นต้น X สายพันธุ์	100 x TW #01	1.575 ± 0.248 b	0.500 ± 0.045 a	0.254 ± 0.038
	100 x TW #02	0.783 ± 0.025 d-f	0.369 ± 0.078 ab	0.233 ± 0.026
	100 x TW #03	1.092 ± 0.146 c	0.488 ± 0.041 a	0.253 ± 0.053
	100 x TW #16	1.925 ± 0.111 a	0.428 ± 0.086 ab	0.185 ± 0.040
	200 x TW #01	1.005 ± 0.211 d	0.309 ± 0.036 bc	0.119 ± 0.026
	200 x TW #02	0.900 ± 0.069 e	0.187 ± 0.053 cd	0.078 ± 0.008
	200 x TW #03	1.008 ± 0.251 d	0.137 ± 0.025 d	0.053 ± 0.010
	200 x TW #16	0.966 ± 0.103 de	0.125 ± 0.033 de	0.036 ± 0.013
	300 x TW #01	0.564 ± 0.145 h	0.136 ± 0.053 d	0.046 ± 0.033
	300 x TW #02	0.663 ± 0.178 g	0.187 ± 0.029 cd	0.044 ± 0.012
	300 x TW #03	0.422 ± 0.068 i	0.117 ± 0.023 d	0.046 ± 0.008
	300 x TW #16	0.317 ± 0.119 j	0.089 ± 0.020 d	0.028 ± 0.002
F-test		***	***	ns
$HSD_{0.05}$		0.080	0.141	-
CV (%)		16.62	18.68	23.68

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 25 การสร้างน้ำหนักแห้ง (กรัม) ส่วนลำต้น, ใบ และราก ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 70 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563

แหล่งความแปรปรวน		น้ำหนักแห้งต่อต้น (กรัม)		
		ต้น	ใบ	ราก
ความ	100	6.530 ± 1.496 a	0.895 ± 0.303 a	0.471 ± 0.177 a
หนาแน่นต้น	200	2.555 ± 0.422 b	0.335 ± 0.064 b	0.231 ± 0.062 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	1.539 ± 0.283 c	0.193 ± 0.049 c	0.116 ± 0.031 c
F-test		***	***	***
$HSD_{0.05}$		0.762	0.104	0.075
สายพันธุ์	TW #01	3.033 ± 1.791	0.511 ± 0.383 ab	0.316 ± 0.184 a
	TW #02	3.560 ± 2.116	0.409 ± 0.192 b	0.238 ± 0.114 ab
	TW #03	3.693 ± 2.498	0.404 ± 0.216 b	0.218 ± 0.125 b
	TW #16	3.879 ± 3.152	0.572 ± 0.543 a	0.319 ± 0.276 a
F-test		ns	**	*
$HSD_{0.05}$		-	0.133	0.096
ความ หนาแน่นต้น X สายพันธุ์	100 x TW #01	5.150 ± 1.271 bc	0.999 ± 0.131 a	0.526 ± 0.137 ab
	100 x TW #02	6.097 ± 1.310 ab	0.638 ± 0.064 bc	0.365 ± 0.056 bc
	100 x TW #03	6.930 ± 0.546 ab	0.671 ± 0.048 b	0.315 ± 0.150 b-d
	100 x TW #16	7.943 ± 1.519 a	1.269 ± 0.284 a	0.679 ± 0.073 a
	200 x TW #01	2.518 ± 0.364 d	0.365 ± 0.053 cd	0.279 ± 0.063 c-e
	200 x TW #02	3.002 ± 0.246 cd	0.375 ± 0.053 b-d	0.228 ± 0.042 c-e
	200 x TW #03	2.602 ± 0.333 d	0.344 ± 0.044 cd	0.244 ± 0.048 c-e
	200 x TW #16	2.097 ± 0.235 d	0.255 ± 0.037 d	0.173 ± 0.065 c-e
	300 x TW #01	1.430 ± 0.325 d	0.168 ± 0.010 d	0.143 ± 0.014 de
	300 x TW #02	1.581 ± 0.376 d	0.214 ± 0.053 d	0.122 ± 0.048 de
	300 x TW #03	1.547 ± 0.382 d	0.197 ± 0.073 d	0.095 ± 0.013 e
	300 x TW #16	1.597 ± 0.145 d	0.193 ± 0.059 d	0.105 ± 0.024 de
F-test		*	***	***
$HSD_{0.05}$		2.202	0.300	0.217
CV (%)		20.93	21.52	26.99

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) *, ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$, $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

2.2 อิทธิพลของความหนาแน่นต้นต่อการเจริญเติบโตของบักวีต 4 สายพันธุ์ ในด้านอัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน การสร้างพื้นที่ใบต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ ภายใต้ช่วงเวลาการปลูกที่แตกต่างกัน

2.2.1 อัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน

จากผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดินของบักวีตอายุ 35 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 ปรากฏความแตกต่างของอัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน เนื่องจากอิทธิพลของความหนาแน่นต้นที่ส่งผลให้บักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีอัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดินน้อยที่สุด และอิทธิพลของสายพันธุ์ส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 03 ปรากฏอัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดินน้อยที่สุด (ตารางที่ 26) สำหรับบักวีตอายุ 70 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 ได้รับอิทธิพลร่วมระหว่างความหนาแน่นต้นและสายพันธุ์ ส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ปรากฏอัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดินสูงกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ปลูกด้วยความหนาแน่น 200 ต้นต่อตารางเมตร (ตารางที่ 27)

สำหรับอัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดินของบักวีตอายุ 35 วันหลังปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง ธันวาคม 2563 ได้รับอิทธิพลร่วมระหว่างความหนาแน่นต้นและสายพันธุ์ที่ส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 02 ปรากฏอัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดินสูงกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ปลูกด้วยความหนาแน่น 100 ต้นต่อตารางเมตร (ตารางที่ 28) และบักวีตอายุ 70 วันหลังปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง ธันวาคม 2563 ปรากฏความแตกต่างของอัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน เนื่องจากอิทธิพลของความหนาแน่นต้นที่ส่งผลให้บักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 และ 200 ต้นต่อตารางเมตร มีอัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดินน้อยที่สุด และอิทธิพลของสายพันธุ์ส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 มีอัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดินมากกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ (ตารางที่ 29)

2.2.2 พื้นที่ใบต่อต้น

จากผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ใบต่อต้นของบักวีตอายุ 35 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 สายพันธุ์ Taiwan 01 ปรากฏพื้นที่ใบต่อต้นสูงกว่าสายพันธุ์ Taiwan 02 ถึง 74 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร (ตารางที่ 26) ในขณะพื้นที่ใบต่อต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก ได้รับอิทธิพลของความหนาแน่นต้นที่ส่งผลให้บักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ปรากฏพื้นที่ใบต่อต้นน้อยกว่าบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร 1-2 เท่าตัว และเมื่อพิจารณาการเพิ่มพื้นที่ใบระหว่างอายุ 35 และ 70 วันพบว่า บักวีตทุกสายพันธุ์และทุกสภาพความหน้าแน่นต้นมีการสร้างพื้นที่

ใบสูงกว่า 1-3 เท่า แต่บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 สภาพความหนาแน่นต้น 300 ต้นต่อตารางเมตร เพิ่มพื้นที่ใบเพียง 37 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 27)

สำหรับบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 ที่อายุ 35 วันมีพื้นที่ใบมากกว่าบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 ถึง 1-2 เท่า โดยเฉพาะบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีพื้นที่ใบสูงกว่าช่วงปลูกแรกมากกว่าสองเท่าตัว อย่างไรก็ตามบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 และ Taiwan 16 มีพื้นที่ใบต่อต้นสูงกว่าแต่มีความคาบเกี่ยวกับสายพันธุ์ Taiwan 02 และ Taiwan 03 ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร (ตารางที่ 28) และบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นจากอายุ 35 ถึงอายุ 70 วันสูงกว่าสองเท่าตัว ซึ่งบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 มีพื้นที่ใบต่อต้นสูงกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ 57 ถึง 24-39 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร ที่อายุ 70 วันหลัง (ตารางที่ 29)

2.2.3 ดัชนีพื้นที่ใบ

จากผลการศึกษาพบว่าดัชนีพื้นที่ใบของบักวีตอายุ 35 และ 70 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 ได้รับอิทธิพลของความหนาแน่นต้นที่ส่งผลให้ บักวีตที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 300 ต้นต่อตารางเมตร มีดัชนีพื้นที่ใบสูงที่สุด (ตารางที่ 26 และตารางที่ 27) ในขณะที่ดัชนีพื้นที่ใบของบักวีตอายุ 35 หลังปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 ได้รับอิทธิพลของความหนาแน่นต้นที่ส่งผลให้ บักวีตที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 300 ต้นต่อตารางเมตร มีดัชนีพื้นที่ใบสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับบักวีตที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร (ตารางที่ 28) และไม่พบความแตกต่างของดัชนีพื้นที่ใบของบักวีตอายุ 70 วันหลังปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 (ตารางที่ 29)

ตารางที่ 26 อัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน, พื้นที่ใบต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 35 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562

แหล่งความแปรปรวน		อัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน	พื้นที่ใบต่อต้น (ตารางเซนติเมตร)	ดัชนีพื้นที่ใบ
ความ	100	0.057 ± 0.017 b	74.94 ± 18.74 a	0.24 ± 0.12 b
หนาแน่นต้น	200	0.084 ± 0.034 a	33.06 ± 5.70 b	0.21 ± 0.05 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	0.091 ± 0.020 a	31.53 ± 4.89 b	0.34 ± 0.12 a
F-test		**	***	***
$HSD_{0.05}$		0.027	9.42	0.10
สายพันธุ์	TW #01	0.094 ± 0.028 a	53.78 ± 30.99 a	0.33 ± 0.09
	TW #02	0.089 ± 0.021 ab	40.08 ± 13.82 b	0.25 ± 0.11
	TW #03	0.061 ± 0.027 c	48.44 ± 25.05 ab	0.27 ± 0.16
	TW #16	0.066 ± 0.024 bc	43.75 ± 22.00 ab	0.20 ± 0.06
F-test		**	*	ns
$HSD_{0.05}$		0.027	2.02	-
ความหนาแน่นต้น X สายพันธุ์	100 x TW #01	0.065 ± 0.010	93.74 ± 10.91 a	0.32 ± 0.02
	100 x TW #02	0.069 ± 0.017	55.16 ± 14.21 bc	0.17 ± 0.06
	100 x TW #03	0.046 ± 0.021	80.07 ± 13.33 ab	0.25 ± 0.21
	100 x TW #16	0.050 ± 0.016	70.80 ± 15.86 ab	0.20 ± 0.09
	200 x TW #01	0.112 ± 0.033	36.06 ± 8.32 c	0.24 ± 0.06
	200 x TW #02	0.100 ± 0.008	33.00 ± 4.69 c	0.20 ± 0.03
	200 x TW #03	0.069 ± 0.042	31.76 ± 6.72 c	0.21 ± 0.05
	200 x TW #16	0.054 ± 0.013	31.43 ± 4.72 c	0.18 ± 0.07
	300 x TW #01	0.104 ± 0.009	31.55 ± 6.74 c	0.42 ± 0.09
	300 x TW #02	0.100 ± 0.020	32.08 ± 5.23 c	0.38 ± 0.04
	300 x TW #03	0.067 ± 0.018	33.49 ± 5.76 c	0.36 ± 0.19
	300 x TW #16	0.094 ± 0.008	29.00 ± 3.16 c	0.21 ± 0.03
F-test		ns	*	ns
$HSD_{0.05}$		-	27.20	-
CV (%)		26.49	19.86	37.39

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) *, ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$, $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 27 อัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน, พื้นที่ใบต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 70 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562

แหล่งความแปรปรวน		อัตราส่วนระหว่างราก และส่วนเหนือดิน	พื้นที่ใบต่อต้น (ตารางเซนติเมตร)	ดัชนีพื้นที่ใบ
ความ	100	0.052 ± 0.009 b	147.73 ± 36.91 a	0.31 ± 0.05 b
หนาแน่นต้น	200	0.053 ± 0.017 b	69.29 ± 14.15 b	0.20 ± 0.07 c
(ต้น/ตร.ม.)	300	0.063 ± 0.015 a	55.73 ± 14.04 b	0.43 ± 0.06 a
F-test		*	***	***
$HSD_{0.05}$		0.01	28.08	0.06
สายพันธุ์	TW #01	0.051 ± 0.015	94.29 ± 64.01	0.33 ± 0.10
	TW #02	0.051 ± 0.007	95.48 ± 47.66	0.28 ± 0.13
	TW #03	0.059 ± 0.019	89.21 ± 35.24	0.35 ± 0.13
	TW #16	0.063 ± 0.014	84.68 ± 46.11	0.30 ± 0.10
F-test		ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-
ความ หนาแน่นต้น X สายพันธุ์	100 x TW #01	0.041 ± 0.005 b	172.36 ± 41.89	0.32 ± 0.02
	100 x TW #02	0.054 ± 0.002 ab	155.27 ± 28.79	0.30 ± 0.10
	100 x TW #03	0.054 ± 0.007 ab	128.43 ± 27.32	0.34 ± 0.01
	100 x TW #16	0.059 ± 0.012 ab	134.86 ± 48.58	0.27 ± 0.01
	200 x TW #01	0.042 ± 0.008 b	67.19 ± 12.21	0.23 ± 0.06
	200 x TW #02	0.046 ± 0.003 b	64.86 ± 11.71	0.14 ± 0.05
	200 x TW #03	0.046 ± 0.019 b	77.12 ± 21.89	0.23 ± 0.12
	200 x TW #16	0.077 ± 0.006 a	67.97 ± 14.34	0.21 ± 0.03
	300 x TW #01	0.069 ± 0.006 ab	43.32 ± 18.60	0.44 ± 0.02
	300 x TW #02	0.051 ± 0.012 ab	66.30 ± 8.54	0.40 ± 0.06
	300 x TW #03	0.079 ± 0.013 a	62.09 ± 10.59	0.47 ± 0.08
	300 x TW #16	0.054 ± 0.014 ab	51.22 ± 7.91	0.42 ± 0.03
F-test		**	ns	ns
$HSD_{0.05}$		0.029	-	-
CV (%)		17.86	27.04	19.36

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) *, ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$, $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 28 อัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน, พื้นที่ใบต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 35 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563

แหล่งความแปรปรวน		อัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน	พื้นที่ใบต่อต้น (ตารางเซนติเมตร)	ดัชนีพื้นที่ใบ
ความ	100	0.141 ± 0.051 a	158.76 ± 28.24 a	0.52 ± 0.19 ab
หนาแน่นต้น	200	0.061 ± 0.026 b	76.15 ± 21.76 b	0.46 ± 0.15 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	0.069 ± 0.025 b	64.74 ± 18.31 b	0.73 ± 0.33 a
F-test		***	***	*
$HSD_{0.05}$		0.02	18.38	0.24
สายพันธุ์	TW #01	0.092 ± 0.033 a	108.60 ± 50.22	0.64 ± 0.37
	TW #02	0.109 ± 0.073 a	104.61 ± 30.05	0.59 ± 0.28
	TW #03	0.098 ± 0.053 a	90.90 ± 41.48	0.56 ± 0.20
	TW #16	0.062 ± 0.025 b	95.41 ± 68.82	0.48 ± 0.12
F-test		***	ns	ns
$HSD_{0.05}$		0.026	-	-
ความหนาแน่นต้น X สายพันธุ์	100 x TW #01	0.122 ± 0.008 bc	167.80 ± 41.05 a	0.56 ± 0.14
	100 x TW #02	0.203 ± 0.025 a	138.19 ± 13.39 ab	0.38 ± 0.11
	100 x TW #03	0.160 ± 0.028 ab	143.21 ± 11.53 ab	0.55 ± 0.33
	100 x TW #16	0.078 ± 0.011 cd	185.84 ± 13.02 a	0.58 ± 0.11
	200 x TW #01	0.092 ± 0.022 cd	78.03 ± 13.47 cd	0.42 ± 0.09
	200 x TW #02	0.073 ± 0.011 cd	99.45 ± 17.30 bc	0.59 ± 0.23
	200 x TW #03	0.047 ± 0.006 d	72.64 ± 18.42 cd	0.46 ± 0.09
	200 x TW #16	0.034 ± 0.014 d	54.46 ± 15.50 cd	0.36 ± 0.10
	300 x TW #01	0.062 ± 0.035 d	79.97 ± 18.30 cd	0.93 ± 0.56
	300 x TW #02	0.051 ± 0.006 d	76.20 ± 13.81 cd	0.81 ± 0.33
	300 x TW #03	0.087 ± 0.025 cd	56.85 ± 8.22 cd	0.68 ± 0.07
	300 x TW #16	0.074 ± 0.021 cd	45.93 ± 9.06 d	0.50 ± 0.05
F-test		**	**	ns
$HSD_{0.05}$		0.059	53.09	-
CV (%)		22.09	18.05	31.33

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) *, ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$, $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 29 อัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน, พื้นที่ใบต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ ของบักวีต 4 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน 3 ระดับ ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 70 วันหลังปลูก ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงมกราคม 2563

แหล่งความแปรปรวน		อัตราส่วนระหว่างรากและส่วนเหนือดิน	พื้นที่ใบต่อต้น (ตารางเซนติเมตร)	ดัชนีพื้นที่ใบ
ความ	100	0.064 ± 0.023 c	281.30 ± 61.45 a	0.92 ± 0.34
หนาแน่นต้น	200	0.080 ± 0.016 a	119.22 ± 24.59 b	0.73 ± 0.31
(ต้น/ตร.ม.)	300	0.068 ± 0.020 b	76.43 ± 15.41 c	0.92 ± 0.22
F-test		*	***	ns
$HSD_{0.05}$		0.015	26.32	-
สายพันธุ์	TW #01	0.092 ± 0.018 a	160.52 ± 96.47 ab	0.90 ± 0.38
	TW #02	0.063 ± 0.010 b	148.16 ± 65.21 ab	0.77 ± 0.12
	TW #03	0.060 ± 0.021 b	146.63 ± 88.17 b	0.84 ± 0.27
	TW #16	0.069 ± 0.016 b	180.63 ± 138.63 a	0.91 ± 0.39
F-test		***	*	ns
$HSD_{0.05}$		0.019	33.57	-
ความหนาแน่นต้น X สายพันธุ์	100 x TW #01	0.086 ± 0.021	279.03 ± 49.55 b	0.89 ± 0.50
	100 x TW #02	0.055 ± 0.005	223.98 ± 19.77 b	0.75 ± 0.07
	100 x TW #03	0.041 ± 0.018	259.65 ± 32.82 b	1.00 ± 0.19
	100 x TW #16	0.075 ± 0.013	362.55 ± 36.11 a	1.04 ± 0.51
	200 x TW #01	0.096 ± 0.011	130.67 ± 20.99 c	0.87 ± 0.54
	200 x TW #02	0.067 ± 0.007	140.91 ± 25.47 c	0.78 ± 0.07
	200 x TW #03	0.083 ± 0.008	106.70 ± 11.99 c	0.66 ± 0.35
	200 x TW #16	0.073 ± 0.023	98.60 ± 17.78 c	0.61 ± 0.19
	300 x TW #01	0.093 ± 0.025	71.85 ± 11.59 c	0.96 ± 0.15
	300 x TW #02	0.067 ± 0.012	79.59 ± 14.67 c	0.79 ± 0.21
	300 x TW #03	0.056 ± 0.007	73.54 ± 17.58 c	0.85 ± 0.19
	300 x TW #16	0.058 ± 0.007	80.76 ± 23.66 c	1.08 ± 0.32
F-test		ns	***	ns
$HSD_{0.05}$		-	75.99	-
CV (%)		20.72	16.23	37.23

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) * และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

2.3 อิทธิพลของความหนาแน่นต้นการเจริญเติบโตของบักวีต 4 สายพันธุ์ในด้านการเจริญเติบโตด้านการสร้างน้ำหนักแห้งต่อต้น และการสร้างน้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่

การเจริญเติบโตของบักวีตในด้านการสร้างมวลชีวภาพต่อต้น (น้ำหนักแห้งต่อต้น) และมวลชีวภาพต่อพื้นที่ (น้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่) ที่ทำการประเมิน ณ อายุ 35 และ 70 วันหลังปลูก โดยบักวีตอายุ 35 วันหลังปลูก ได้รับอิทธิพลของความหนาแน่นต้นที่ส่งผลให้ บักวีตที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร ปรากฏน้ำหนักแห้งรวมต่อต้นสูงที่สุดทั้งสองช่วงการปลูก และการสร้างน้ำหนักแห้งต่อต้นได้รับอิทธิพลของสายพันธุ์ ส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 03 สร้างน้ำหนักแห้งต่อต้นสูงที่สุด ในการปลูกช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 ในขณะที่บักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 ได้รับอิทธิพลร่วมระหว่างความหนาแน่นต้นและสายพันธุ์ ที่ส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 และ Taiwan 01 ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร ปรากฏน้ำหนักแห้งต่อต้นสูงกว่าทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 30) สำหรับการสร้างน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ ที่อายุ 35 วันหลังปลูกได้รับอิทธิพลของสายพันธุ์ ที่ส่งผลให้บักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 300 ต้นต่อตารางเมตร สะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่มากกว่าความหนาแน่นต้นอื่น ๆ ในการปลูกทั้งสองช่วงการปลูก และอิทธิพลของสายพันธุ์ ส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 03 สร้างน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่มากกว่าทุกสายพันธุ์ ในบักวีตที่ปลูกช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 ในขณะที่บักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 ได้รับอิทธิพลร่วมระหว่างความหนาแน่นต้นและสายพันธุ์ ที่ส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 02 และ Taiwan 01 ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 300 ต้นต่อตารางเมตร สร้างน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่สูงกว่าทุกกรรมวิธี ของบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 (ตารางที่ 31)

และจากการประเมินที่อายุ 70 วันหลังปลูก พบว่าลักษณะมวลชีวภาพต่อต้น และมวลชีวภาพต่อพื้นที่ ของบักวีตทุกสายพันธุ์ ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 มีค่าสูงกว่าต้นที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 อย่างไรก็ตามบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 บักวีตทุกสายพันธุ์สามารถสร้างน้ำหนักแห้งสูงที่สุดเมื่อปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร ในขณะที่บักวีตที่ปลูกในด้วยความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร มีน้ำหนักแห้งต่อต้นเพียง 25-30 เปอร์เซ็นต์ ของต้นที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร สำหรับบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 นั้นได้รับอิทธิพลของความหนาแน่นต้นส่งผลให้บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีน้ำหนักแห้งต่อต้นสูงกว่าสายพันธุ์อื่นถึง 20-30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 32) และเช่นเดียวกันการน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ของบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีค่าสูงกว่าต่างจากสายพันธุ์อื่นที่ปลูกในสภาพเดียวกันถึง 20-33 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สายพันธุ์อื่นสร้างน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ได้เท่ากัน แม้ปลูกในด้วยความหนาแน่นต้น

ที่ต่างกัน การศึกษานี้ทำให้เห็นว่าบักวีตทุกสายพันธุ์น้ำหนักแห้งสูงเมื่อปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร ในทั้งสองช่วงการปลูก

นอกจากนี้ จากการทดสอบการสร้างมวลชีวภาพต่อต้น และมวลชีวภาพต่อพื้นที่ของบักวีตในทุกกรรมวิธี (Treatment combination) ระหว่างสองช่วงการปลูก โดยที่อายุ 35 วันหลังปลูก พบว่าการสร้างน้ำหนักแห้งต่อต้นและน้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ของบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงมกราคม 2563 มากกว่าการปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 ในทุกกรรมวิธี ยกเว้นบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 300 ต้นต่อตารางเมตร ที่ไม่มีความแตกต่างกันใน 2 ช่วงการปลูก (ตารางที่ 31) สำหรับที่อายุ 70 วันหลังปลูก พบว่าสายพันธุ์ Taiwan 16 ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 และ 200 ต้นต่อตารางเมตร และสายพันธุ์ Taiwan 01 และ Taiwan 02 ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร มีการสร้างน้ำหนักแห้งต่อต้น และน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ในช่วงปลูกเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงมกราคม 2563 มากกว่าการปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 (ตารางที่ 33)

ตารางที่ 30 น้ำหนักแห้งต่อต้น และน้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ ของบักวีตที่ปลูกด้วย 3 ความหนาแน่นต้น ในบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่อายุ 35 วันหลังปลูก ในสองช่วงการปลูก

แหล่งความแปรปรวน		น้ำหนักแห้งรวมต่อต้น (กรัม/ต้น)		น้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ (กรัม/ตร.ม.)	
		ก.ค. - ก.ย 62	พ.ย.62 - ม.ค.63	ก.ค. - ก.ย 62	พ.ย.62 - ม.ค.63
ความ	100	0.98 ± 0.14 a	2.02 ± 0.50 a	32.77 ± 4.72 b	67.32 ± 16.64 b
หนาแน่นต้น	200	0.43 ± 0.11 b	1.23 ± 0.21 b	28.61 ± 7.51 b	82.00 ± 13.86 ab
(ต้น/ตร.ม.)	300	0.31 ± 0.06 c	0.66 ± 0.23 c	40.84 ± 8.10 a	88.53 ± 30.63 a
F-test		***	***	***	**
$HSD_{0.05}$		0.10	0.19	5.42	15.78
สายพันธุ์	TW #01	0.60 ± 0.35 ab	1.50 ± 0.72 a	34.88 ± 7.74 ab	90.79 ± 20.13
	TW #02	0.49 ± 0.26 b	1.15 ± 0.24 b	30.28 ± 9.88 b	80.94 ± 34.33
	TW #03	0.66 ± 0.33 a	1.21 ± 0.57 b	40.19 ± 8.56 a	72.88 ± 14.63
	TW #16	0.55 ± 0.35 ab	1.37 ± 0.94 ab	30.93 ± 3.68 b	72.52 ± 15.53
F-test		**	**	**	ns
$HSD_{0.05}$		0.12	0.25	6.92	-
ความหนาแน่นต้น X สายพันธุ์	100 x TW #01	1.02 ± 0.14	2.33 ± 0.24 ab	34.10 ± 4.55	77.58 ± 7.96 a-c
	100 x TW #02	0.83 ± 0.06	1.39 ± 0.11 cd	27.49 ± 1.89	46.14 ± 3.75 c
	100 x TW #03	1.08 ± 0.16	1.83 ± 0.22 bc	35.90 ± 5.41	61.04 ± 7.17 bc
	100 x TW #16	1.01 ± 0.09	2.54 ± 0.23 a	33.59 ± 3.03	84.51 ± 7.78 a-c
	200 x TW #01	0.47 ± 0.16	1.43 ± 0.25 cd	31.44 ± 10.93	95.46 ± 16.76 ab
	200 x TW #02	0.32 ± 0.05	1.17 ± 0.08 de	21.16 ± 3.06	77.61 ± 5.24 a-c
	200 x TW #03	0.52 ± 0.07	1.20 ± 0.28 de	34.94 ± 4.33	79.81 ± 18.78 a-c
	200 x TW #16	0.40 ± 0.03	1.13 ± 0.06 d-f	26.88 ± 1.75	75.12 ± 4.14 a-c
	300 x TW #01	0.29 ± 0.06	0.75 ± 0.22 e-g	39.12 ± 7.36	99.33 ± 29.55 ab
	300 x TW #02	0.32 ± 0.04	0.89 ± 0.19 d-g	42.18 ± 5.36	119.08 ± 25.65 a
	300 x TW #03	0.37 ± 0.05	0.58 ± 0.09 fg	49.73 ± 6.33	77.79 ± 11.54 a-c
	300 x TW #16	0.24 ± 0.01	0.44 ± 0.14 g	32.32 ± 1.94	57.94 ± 18.52 bc
F-test		ns	***	ns	**
$HSD_{0.05}$		-	0.56	-	45.57
CV (%)		15.74	14.61	15.62	19.52

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 31 เปรียบเทียบน้ำหนักแห้งต่อต้น และน้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ ของบักวีตที่ปลูกด้วย 3 ความหนาแน่นต้น ในบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่อายุ 35 วันหลังปลูก ในสองช่วงการปลูก

ความหนาแน่นต้น X สายพันธุ์	น้ำหนักแห้งรวมต่อต้น (กรัม/ต้น)			น้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ (กรัม/ตร.ม.)		
	ก.ค.2562 ถึง ก.ย. 2562	พ.ย.2562 ถึง ม.ค. 2563	Two Sample t-test	ก.ค.2562 ถึง ก.ย. 2562	พ.ย.2562 ถึง ม.ค. 2563	Two Sample t-test
100 x TW #01	1.02 ± 0.14	2.33 ± 0.24	**	34.10 ± 4.55	77.58 ± 7.96	**
100 x TW #02	0.83 ± 0.06	1.39 ± 0.11	**	27.49 ± 1.89	46.14 ± 3.75	**
100 x TW #03	1.08 ± 0.16	1.83 ± 0.22	**	35.90 ± 5.41	61.04 ± 7.17	**
100 x TW #16	1.01 ± 0.09	2.54 ± 0.23	***	33.59 ± 3.03	84.51 ± 7.78	***
200 x TW #01	0.47 ± 0.16	1.43 ± 0.25	**	31.44 ± 10.93	95.46 ± 16.76	**
200 x TW #02	0.32 ± 0.05	1.17 ± 0.08	***	21.16 ± 3.06	77.61 ± 5.24	***
200 x TW #03	0.52 ± 0.07	1.20 ± 0.28	*	34.94 ± 4.33	79.81 ± 18.78	*
200 x TW #16	0.40 ± 0.03	1.13 ± 0.06	***	26.88 ± 1.75	75.12 ± 4.14	***
300 x TW #01	0.29 ± 0.06	0.75 ± 0.22	*	39.12 ± 7.36	99.33 ± 29.55	*
300 x TW #02	0.32 ± 0.04	0.89 ± 0.19	**	42.18 ± 5.36	119.08 ± 25.65	**
300 x TW #03	0.37 ± 0.05	0.58 ± 0.09	*	49.73 ± 6.33	77.79 ± 11.54	*
300 x TW #16	0.24 ± 0.01	0.44 ± 0.14	ns	32.32 ± 1.94	57.94 ± 18.52	ns

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (P<0.05) ด้วยวิธีการ two-sample t-test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) *, ** และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05, P<0.01 และ P<0.001 ตามลำดับ

ตารางที่ 32 น้ำหนักแห้งต่อต้น และน้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ ของบักวีตที่ปลูกด้วย 3 ความหนาแน่นต้น ในบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่อายุ 70 วันหลังปลูก ในสองช่วงการปลูก

แหล่งความแปรปรวน		น้ำหนักแห้งรวมต่อต้น (กรัม/ต้น)		น้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ (กรัม/ตร.ม.)	
		ก.ค. - ก.ย 62	พ.ย.62 - ม.ค.63	ก.ค. - ก.ย 62	พ.ย.62 - ม.ค.63
ความ	100	5.82 ± 1.28 a	7.89 ± 1.77 a	193.86 ± 42.73 a	262.85 ± 58.84 a
หนาแน่นต้น	200	1.78 ± 0.53 b	3.12 ± 0.52 b	118.22 ± 35.27 c	207.79 ± 34.68 b
(ต้น/ตร.ม.)	300	1.16 ± 0.36 b	1.85 ± 0.34 c	155.07 ± 47.84 b	246.09 ± 45.07 a
F-test		***	***	***	*
$HSD_{0.05}$		0.82	0.89	373.97	43.88
สายพันธุ์	TW #01	3.03 ± 2.64	3.86 ± 2.34	149.74 ± 53.98	221.48 ± 37.86
	TW #02	2.64 ± 2.16	4.21 ± 2.41	137.34 ± 42.68	243.87 ± 41.64
	TW #03	3.40 ± 2.57	4.31 ± 2.80	186.18 ± 54.76	240.35 ± 42.29
	TW #16	2.61 ± 1.83	4.77 ± 3.96	149.59 ± 49.20	249.94 ± 78.31
F-test		ns	ns	ns	ns
$HSD_{0.05}$		-	-	-	-
ความหนาแน่นต้น X สายพันธุ์	100 x TW #01	6.34 ± 1.46	6.67 ± 1.49 b	211.23 ± 48.78	222.22 ± 49.54 ab
	100 x TW #02	5.42 ± 0.81	7.10 ± 1.42 b	180.49 ± 26.97	236.32 ± 47.45 ab
	100 x TW #03	6.57 ± 1.68	7.91 ± 0.69 ab	218.67 ± 55.83	263.51 ± 22.88 ab
	100 x TW #16	4.96 ± 0.92	9.89 ± 1.81 a	165.06 ± 30.50	329.34 ± 60.39 a
	200 x TW #01	1.91 ± 0.11	3.16 ± 0.48 c	126.98 ± 7.12	210.46 ± 31.64 ab
	200 x TW #02	1.54 ± 0.55	3.60 ± 0.32 c	102.79 ± 36.83	239.98 ± 21.54 ab
	200 x TW #03	2.18 ± 0.80	3.19 ± 0.41 c	145.41 ± 53.49	212.45 ± 27.13 ab
	200 x TW #16	1.47 ± 0.29	2.53 ± 0.33 c	97.68 ± 18.98	168.28 ± 21.79 ab
	300 x TW #01	0.83 ± 0.17	1.74 ± 0.33 c	111.00 ± 22.93	231.77 ± 44.02 ab
	300 x TW #02	0.97 ± 0.17	1.92 ± 0.47 c	128.76 ± 22.54	255.30 ± 62.57 ab
	300 x TW #03	1.46 ± 0.32	1.84 ± 0.47 c	194.47 ± 42.87	245.09 ± 62.35 ab
	300 x TW #16	1.40 ± 0.34	1.89 ± 0.23 c	186.04 ± 44.70	252.19 ± 30.67 ab
F-test		ns	*	ns	*
$HSD_{0.05}$		-	2.57	-	124.71
CV (%)		27.59	20.41	23.92	18.01

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$) ด้วยวิธีการ Tukey's HSD (honestly significant difference) test

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) * และ *** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ

ตารางที่ 33 เปรียบเทียบน้ำหนักแห้งต่อต้น และน้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ ของบักวีตที่ปลูกด้วย 3 ความหนาแน่นต้น ในบักวีต 4 สายพันธุ์ ที่อายุ 70 วันหลังปลูก ในสองช่วงการปลูก

ความหนาแน่นต้น X สายพันธุ์	น้ำหนักแห้งรวมต่อต้น (กรัม/ต้น)			น้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ (กรัม/ตร.ม.)		
	ก.ค.2562 ถึง ก.ย. 2562	พ.ย.2562 ถึง ม.ค. 2563	Two Sample t-test	ก.ค.2562 ถึง ก.ย. 2562	พ.ย.2562 ถึง ม.ค. 2563	Two Sample t-test
100 x TW #01	6.34 ± 1.46	6.67 ± 1.49	ns	211.23 ± 48.78	222.22 ± 49.54	ns
100 x TW #02	5.42 ± 0.81	7.10 ± 1.42	ns	180.49 ± 26.97	236.32 ± 47.45	ns
100 x TW #03	6.57 ± 1.68	7.91 ± 0.69	ns	218.67 ± 55.83	263.51 ± 22.88	ns
100 x TW #16	4.96 ± 0.92	9.89 ± 1.81	*	165.06 ± 30.50	329.34 ± 60.39	*
200 x TW #01	1.91 ± 0.11	3.16 ± 0.48	*	126.98 ± 7.12	210.46 ± 31.64	*
200 x TW #02	1.54 ± 0.55	3.60 ± 0.32	**	102.79 ± 36.83	239.98 ± 21.54	*
200 x TW #03	2.18 ± 0.80	3.19 ± 0.41	ns	145.41 ± 53.49	212.45 ± 27.13	ns
200 x TW #16	1.47 ± 0.29	2.53 ± 0.33	*	97.68 ± 18.98	168.28 ± 21.79	*
300 x TW #01	0.83 ± 0.17	1.74 ± 0.33	*	111.00 ± 22.93	231.77 ± 44.02	*
300 x TW #02	0.97 ± 0.17	1.92 ± 0.47	*	128.76 ± 22.54	255.30 ± 62.57	*
300 x TW #03	1.46 ± 0.32	1.84 ± 0.47	ns	194.47 ± 42.87	245.09 ± 62.35 s	ns
300 x TW #16	1.40 ± 0.34	1.89 ± 0.23	ns	186.04 ± 44.70	252.19 ± 30.67	ns

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ns (non significant) คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) * และ ** แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05 และ P<0.01 ตามลำดับ

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 1

จากผลการศึกษาการเจริญเติบโตของบักวีต 4 สายพันธุ์ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้นและช่วงเวลาปลูกที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสายพันธุ์บักวีตที่ปลูกในความหนาแน่นต้นและช่วงเวลาในการปลูกที่แตกต่างกันนั้น ผลการศึกษาพบว่าการเจริญเติบโตของบักวีตได้รับอิทธิพลจากความหนาแน่นต้น และอิทธิพลของสายพันธุ์ ตลอดจนอิทธิพลร่วมระหว่างความหนาแน่นต้นและสายพันธุ์ของบักวีต ที่ส่งผลให้ปรากฏความแตกต่างของแต่ลักษณะการเจริญเติบโตเหมือนและแตกต่างไปตามช่วงการปลูก ดังนี้

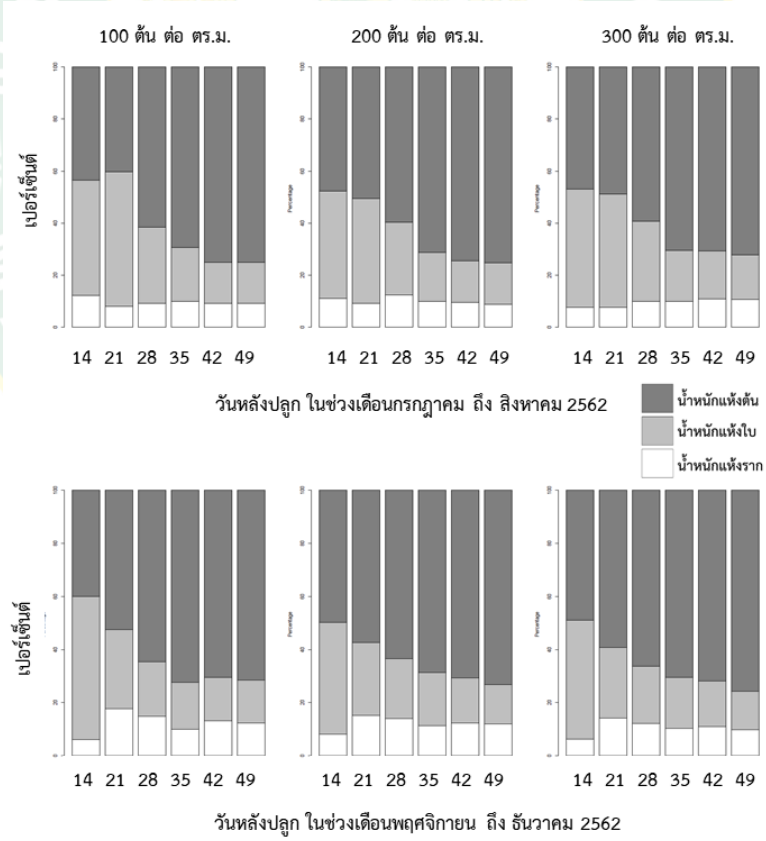
ความหนาแน่นต้นที่ทำการศึกษาเป็นผลกระทบจากการแข่งขันกันของประชากรต้นพืชภายในแปลงปลูก จากการผลการศึกษาที่พบว่าการปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีการเจริญเติบโตสูงที่สุดในหลายลักษณะ ซึ่งความหนาแน่นในระดับดังกล่าวเป็นการสร้างโอกาสให้ต้นบักวีตมีการแตกกิ่งและยืดขยายส่วนลำต้นรวมถึงการสร้างจำนวนใบต่อต้นซึ่งสามารถประเมินได้จากการสร้างมวลชีวภาพ (Bavec et al., 2002) โดยเฉพาะลักษณะของในส่วนของที่มีความเกี่ยวข้องกับใบ เช่น จำนวนใบ พื้นที่ใบ และดัชนีพื้นที่ใบ นั้นมีความสัมพันธ์กับการรับแสงสำหรับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของบักวีต (Sugimoto and Koesmaryono, 2001) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Fang et al. (2018) ที่รายงานการปลูกบักวีตที่ระดับความหนาแน่น 90 ต้นต่อตารางเมตร ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการปลูกด้วยระดับความหนาแน่น 60 และ 120 ต้นต่อตารางเมตร โดยเป็นผลมาจากได้รับแสงที่โอกาสในการบดบังและการแข่งขันที่กันอย่างมากในการปลูกบักวีตในสภาพความหนาแน่นสูง นอกจากนี้ดัชนีพื้นที่ใบเป็นค่าความสัมพันธ์ของพื้นที่ใบและพื้นที่ปลูก จากผลการศึกษาพบว่าดัชนีพื้นที่ใบของบักวีตที่ปลูกมีความแตกต่างกันโดยเฉพาะความหนาแน่นต้นที่ 100 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร สอดคล้องกับรายงานของ Bavec et al. (2002) ที่รายงานว่าดัชนีพื้นที่ใบนั้นขึ้นอยู่กับประชากรหรือจำนวนต้นของบักวีตโดยการจัดการเรื่องระยะปลูกและประชากรพืช ที่เหมาะสมในการเพาะปลูกก็จะทำดัชนีพื้นที่นั้นมีค่าสูงสุด นั้นหมายความว่า มีใบปกคลุมพื้นดินอย่างทั่วถึง แสดงถึงการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ปลูกสูงที่สุดนั่นเอง (ชนากานต์, 2557; Jiang et al., 2004) นอกจากนี้ผลการทดลองด้านความเขียวใบที่ทำการศึกษา ทำให้เห็นได้ว่าบักวีตมีความเขียวไม่แตกต่างกันในทุกระยะเวลาและกรรมวิธีในการทดลอง ซึ่งลักษระความเขียวใบนี้เองเป็นลักษณะที่สำคัญในการบ่งชี้ถึงระดับปริมาณของคลอโรฟิลล์ที่เป็นรงควัตถุที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthetic pigment) (Rajcan et al., 1999)

ทั้งนี้การเจริญเติบโตของบักวีตนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้น โดยจากผลของอุณหภูมิที่ทำการเก็บบันทึกพบว่าในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 (25.5 องศาเซลเซียส) มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ต่ำกว่าการปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงมกราคม 2563 (31.0 องศาเซลเซียส) แต่กลับพบว่าการปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 ที่ทำการศึกษามีอุณหภูมิที่ค่อนข้างต่ำอย่างต่อเนื่องในช่วง 30-40 วันแรกที่มีการเจริญเติบโต โดยสำหรับบักวีตแล้วนั้นมีถิ่นกำเนิดในประเทศเขตอบอุ่นที่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 15-25 องศาเซลเซียส (Campell, 1997) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Ghiselli et al. (2016) ที่ศึกษาการปลูกบักวีต 3 สายพันธุ์ใน 3 สภาพแวดล้อมในจังหวัด Garfagnana ประเทศอิตาลีพบว่าพื้นที่ที่มีอุณภูมิต่ำกว่าในช่วงการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นส่งผลให้บักวีตมีความสูงต้น จำนวนใบ จำนวนกิ่งและจำนวนช่อดอก ซึ่งผันแปรกับการสะสมน้ำหนักแห้งของบักวีตสูงกว่าการปลูกในสภาพพื้นที่ที่มีอุณภูมิสูง อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Aubert et al. (2020) รายงานว่าอุณหภูมินั้นส่งผลอย่างยิ่งกับการติดเมล็ดของบักวีต แต่ไม่ส่งผลต่อการออกดอก สอดคล้องกับผลการศึกษาที่มีวันออกดอกที่ประเมินจากจำนวนช่อดอกต่อต้น ที่มีการออกดอกในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกันทั้ง 2 ช่วงการปลูก.ทำให้เห็นได้ว่าอุณหภูมินี้เองเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสงซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณแสง ทั้งนี้เมื่อพิจารณาร่วมกับปริมาณแสงในช่วงที่ทำการทดลอง พบว่าปริมาณแสงที่ได้รับระหว่างการปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 ไม่มีความสม่ำเสมอของแสงตลอดระยะการเจริญเติบโตของบักวีตที่ปลูกในช่วงดังกล่าว (ภาพที่ 4) ซึ่งทำให้เห็นได้กว่าการได้รับแสงอย่างสม่ำเสมอในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงมกราคม 2563 ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตที่สูงกว่าการปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 โดยแสงมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงที่ส่งผลต่อเนื่องกับการสร้างมวลชีวภาพของบักวีต (Sugimoto and Koesmaryono, 2001; Fang et al., 2018) ความสม่ำเสมอของแสงทำให้มีการสร้างอาหารได้อย่างต่อเนื่องซึ่งส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Gaberscik et al., 2002) จึงส่งผลให้การเจริญเติบโตของบักวีตในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงมกราคม 2563 ดีกว่าการปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 ทั้งนี้บักวีตแต่ละสายพันธุ์นั้นมีลักษณะทางพันธุกรรมที่ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตโดยเฉพาะการสร้างน้ำหนักแห้งและผลผลิตที่แตกต่างกัน (Ghiselli et al., 2016) โดยการเจริญเติบโตที่อายุ 70 วันหลังปลูกของบักวีตที่ทำการศึกษานั้นเป็นช่วงที่มีการออกดอกเต็มที่และเริ่มมีการสร้างผลผลิต เป็นระยะที่เหมาะสำหรับการไถกลบใช้เป็นพืชบำรุงดินและการปลูกเพื่อการผลิตเมล็ด สำหรับประเทศไทยโดยส่วนใหญ่มีการปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงมกราคม 2563 ซึ่งเป็นช่วงการปลูกของบักวีตสำหรับเป็นพืชหลังนาในประเทศไทย (สุทธกานต์ และคณะ, 2563)

การทดลองที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพของบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้นต่างกัน

1. สัดส่วนการสร้างน้ำหนักแห้งส่วนลำต้น ใบ และราก

ปริมาณการสร้างมวลชีวภาพเป็นลักษณะที่สำคัญในการใช้ประโยชน์จากบักวีตเพื่อเป็นพืชบำรุงดิน จากการคำนวณสัดส่วนการสร้างน้ำหนักแห้งแต่ละส่วนนั้น ทำให้เห็นได้ว่าสัดส่วนของน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นนั้น เป็นสัดส่วนที่มีมากกว่าสัดส่วนของน้ำหนักแห้งรากและน้ำหนักแห้งใบ ในบักวีตที่ปลูกทั้ง 3 สภาพความหนาแน่นต้น ทั้งสองช่วงการปลูก โดยเฉพาะที่อายุ 35-49 วันหลังปลูก ในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 ในขณะที่บักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 น้ำหนักแห้งส่วนลำต้นมีสัดส่วนมากกว่าสัดส่วนของน้ำหนักแห้งรากและน้ำหนักแห้งใบ อย่างชัดเจนที่อายุ 28-49 วันหลังปลูก (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 การแบ่งสัดส่วนการเจริญเติบโตในด้านการสะสมมวลชีวภาพในส่วนลำต้น ใบ และราก ของบักวีตอายุ 14-49 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2562 และช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2562

2. ความสัมพันธ์ระหว่างมิติการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพของบักวีต

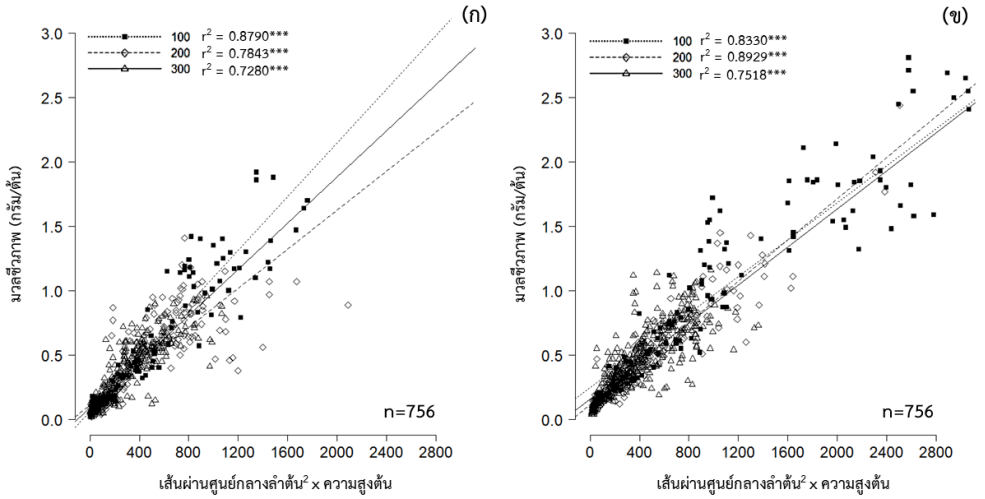
จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายระหว่างมิติการเจริญเติบโต (เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น^2 x ความสูงต้น) และการสร้างมวลชีวภาพต่อต้นหรือต่อพื้นที่ของบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2562 และเดือนพฤศจิกายน ถึง มกราคม 2563 ทำให้ทราบว่าการเพิ่มขึ้นของมิติการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพต่อต้นหรือต่อพื้นที่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในบักวีตที่ปลูกทั้ง 3 สภาพความหนาแน่นต้น ทั้งสองช่วงการปลูก และจากการพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of determination; r^2) ทำให้เห็นได้ว่าตัวแปรด้านมิติการเจริญเติบโตของบักวีต สามารถนำไปใช้เพื่อคาดการณ์ปริมาณการสร้างมวลชีวภาพต่อต้นหรือต่อพื้นที่ โดยมีสมการถดถอยที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (r^2>0.7) และมีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซ็นต์ (P<0.001) ในบักวีตที่ปลูกทั้ง 3 สภาพความหนาแน่นต้นที่ปลูกในทั้งสองช่วงการปลูก (ตารางที่ 34)

จากการพิจารณาค่าความลาดชัน (b) ที่แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงหนึ่งหน่วยของการสร้างมวลชีวภาพต่อต้นและต่อพื้นที่ ต่อหนึ่งหน่วยของมิติการเจริญเติบโต พบว่ามิติการเจริญเติบโตที่เท่ากัน ของบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2562 ด้วยความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร (r^2=0.8788***) มีการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพต่อต้นสูงกว่าบักวีตที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 300 (r^2=0.7843***) และ 200 ต้นต่อตารางเมตร (r^2=0.7275***) ตามลำดับ (ภาพที่ 6ก) ในขณะที่มิติการเจริญเติบโตที่เท่ากันของบักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2562 ด้วยความหนาแน่นต้น 200 ต้นต่อตารางเมตร (r^2=8929***) มีการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพต่อต้นสูงกว่าบักวีตที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 300 (r^2=7518***) และ 100 ต้นต่อตารางเมตร (r^2=8331***) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามบักวีตที่ปลูกทั้ง 3 สภาพความหนาแน่นต้น มีค่าความลาดชันใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 6ข) สำหรับการเพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วยของมวลชีวภาพต่อพื้นที่ ต่อหนึ่งหน่วยของมิติการเจริญเติบโตของบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 300 ต้นต่อตารางเมตร มีการเพิ่มขึ้นสูงกว่าบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 100 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ ทั้งสองช่วงการปลูก (ภาพที่ 7ก และภาพที่ 7ข)

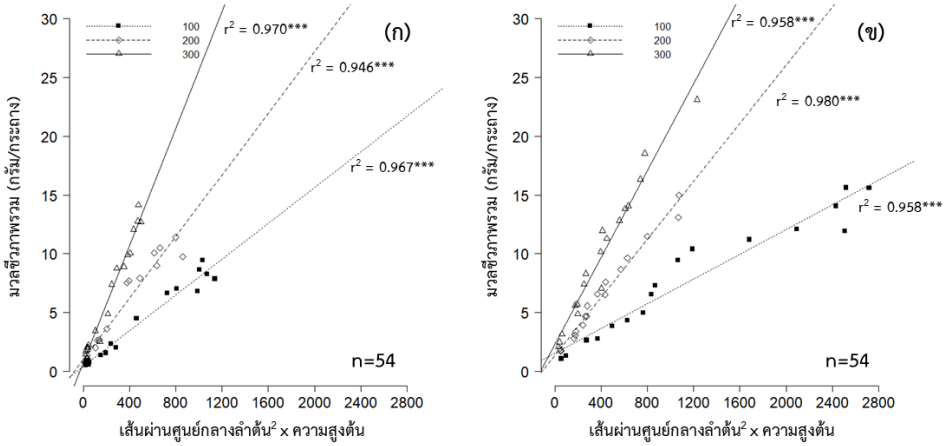
ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยอย่างง่าย (Simple Linear Regression; y=ax+b) ระหว่างเส้นผ่านมิติการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพรวมต่อต้น และการสร้างมวลชีวภาพรวมต่อกระถาง ของบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้นแตกต่างกันในสองช่วงการปลูก

ลักษณะ	ช่วงปลูก	ความหนาแน่นต้นต่อ ตร.ม.	n	a	b	df	RSE	Adjusted r^2	*P*-value
การสร้างน้ำหนักแห้งรวมต่อต้น	ก.ค. – ก.ย. 2562	100	126	0.06318	0.0010430	124	0.1898	0.8788	<0.001
		200	252	0.11090	0.0007571	250	0.1739	0.7275	<0.001
		300	378	0.09013	0.0008953	376	0.1118	0.7843	<0.001
	พ.ย. –ธ.ค. 2562	100	126	0.24720	0.0007185	124	0.3147	0.8331	<0.001
		200	252	0.11390	0.0007987	250	0.1117	0.8929	<0.001
		300	378	0.15840	0.0007383	376	0.1516	0.7518	<0.001
การสร้างน้ำหนักแห้งรวมต่อกระถาง	ก.ค. – ก.ย. 2562	100	18	0.430	0.008	16	0.624	0.967	<0.001
		200	18	1.027	1.013	16	0.930	0.946	<0.001
		300	18	0.805	0.025	16	0.795	0.970	<0.001
	พ.ย. –ธ.ค. 2562	100	18	1.558	0.005	16	1.288	0.936	<0.001
		200	18	1.371	0.012	16	0.570	0.980	<0.001
		300	18	2.329	0.018	16	0.018	0.958	<0.001

หมายเหตุ a = ค่าคงที่หรือจุดตัดบนแกน y (intercept), b=ค่าความชัน (slope), df=Degree of freedom, RSE= Residual standard error and r^2 = ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างมิติการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพรวมต่อต้นของบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100, 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ในช่วงเดือน (ก) กรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2562 และ (ข) เดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2562



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างมิติการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพรวมต่อพื้นที่ของบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100, 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ในช่วงเดือน (ก) กรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2562 และ (ข) เดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2562

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 2

ประชากรพืชที่เจริญเติบโตอยู่ในพื้นที่เดียวกัน มักเกิดการแข่งขันกันระหว่างต้นพืช การแข่งขันนี้เป็นการแข่งขันเพื่อสนองความต้องการปัจจัยการผลิตหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตทั้งส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน ส่วนเหนือดินของพืชเป็นส่วนที่ต้องการปัจจัยในการเจริญเติบโตที่สำคัญหลายปัจจัย คือ แสง อุณหภูมิอากาศ ความชื้น ลม ปริมาณก๊าซต่าง ๆ ในบรรยากาศ เป็นต้น ใบพืชเป็นส่วนสำคัญของพืชในการรับแสง การแข่งขันของพืชในการรับแสงมักปรากฏออกมาในลักษณะการสร้างจำนวนใบ หรือการสร้างพื้นที่ใบ รวมถึงการปรับโครงสร้างของใบให้มีความเหมาะสมในการรับแสง เมื่อประชากรพืชเจริญเติบโตอยู่ในพื้นที่ที่จำกัด ใบพืชเป็นส่วนที่มีการบดบัง หรือทับซ้อนกัน ทำให้การรับแสงลดลง การตอบสนองของใบพืชที่อยู่ในสภาพนี้มักปรากฏในลักษณะที่แตกต่างกันไปตามชนิดของพืชแต่ละชนิด สำหรับบักวีตเมื่อปลูกในสภาพความหนาแน่นที่แตกต่างกันส่งผลให้จำนวนใบของบักวีตลดลงตามระดับความหนาแน่นต้นที่เพิ่มสูงขึ้น จำนวนใบของบักวีตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงอายุ 21-49 วันหลังปลูก หลังจากนั้นจำนวนใบของบักวีตมีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 14-15) การมีจำนวนต้นที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้พื้นที่ใบของบักวีตที่เป็นลักษณะที่สำคัญในการรับแสงลดลง สอดคล้องกับ Hiyane et al. (2010) ที่รายงานว่าการแข่งขันการรับแสงนั้นในสภาพความหนาแน่นต้นที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้เกิดร่มเงาจากต้นที่อยู่ข้างเคียงกัน และการบดบังแสงจากใบที่อยู่ด้านบน อย่างไรก็ตามจำนวนใบ สอดคล้องกับจำนวนกิ่งเนื่องจากบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้นที่น้อย มีพื้นที่ในการขยายทรงพุ่มหรือแตกกิ่งได้มากกว่า จึงส่งผลให้มีตำแหน่งที่สามารถเพิ่มโอกาสในการสร้างจำนวนใบต่อต้นให้เพิ่มสูงขึ้นได้ (ตารางที่ 12-13) สำหรับลักษณะความสูงต้นเป็นอีกหนึ่งลักษณะที่ตอบสนองต่อการมีจำนวนประชากรในพื้นที่ ดังการศึกษาของ Fang et al. (2018) พบว่าบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 60 ต้นต่อตารางเมตร มีความสูงต้นมากกว่าบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 120 ต้นต่อตารางเมตร ประมาณ 10-15 เซนติเมตร สอดคล้องกับผลการทดลองที่ 1 ที่บักวีตทุกสายพันธุ์ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร มีความสูงต้นมากกว่าบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 200 และ 300 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ จากการประเมินที่อายุ 35-70 วัน (ตารางที่ 9 และ 10) ทำให้เห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนต้นบักวีตต่อพื้นที่ ส่งผลให้ความสูงของลำต้นลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากปัจจัยจำกัดด้านความอุดมสมบูรณ์ดินหรือธาตุอาหารที่มีอยู่จำกัดในพื้นที่เมื่อมีจำนวนต้นในพื้นที่มาก ทำให้แต่ละต้นได้รับปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการยืดขยายความสูงต้น ซึ่งการตอบสนองเช่นนี้ปรากฏในลักษณะขนาดเส้นผ่านกลางศูนย์กลางลำต้น ที่มีขนาดลดลงประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ตามระดับของความหนาแน่นต้นที่เพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 16 และ 17) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Xiang et al. (2016) ที่พบว่าบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 120 ต้นต่อตารางเมตร มีขนาด

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นลดลงถึง 1-2 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับบักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 60 ต้นต่อตารางเมตร สำหรับการเจริญเติบโตส่วนใต้ดินของพืชเป็นส่วนที่ต้องการปัจจัยในการเจริญเติบโตที่สำคัญ คือ น้ำ และธาตุอาหาร การมีน้ำและธาตุอาหารอย่างจำกัด ปริมาณปัจจัยการผลิตที่อยู่ในส่วนใต้ดินนี้ส่งผลอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน แต่ทั้งนี้ปริมาณปัจจัยจำกัดในส่วนใต้ดินนี้อาจถูกชดเชยจากลักษณะที่ตอบสนองของระบบรากทั้งในด้านกระบวนการทางสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยา (Schenk, 2006) การตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาของรากในการมีประสิทธิภาพในด้านการดูดสะสมและลำเลียงน้ำและอาหารให้กับส่วนเหนือดินอาจช่วยให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีแตกต่างกันไปตามลักษณะทางพันธุกรรม เช่นเดียวกับการตอบสนองทางด้านสัณฐานวิทยาของระบบราก ในด้านการเพิ่มพื้นที่ผิวราก ทั้งในการยืดขยายความยาวราก การเพิ่มจำนวนรากต่อต้นหรือการสร้างรากที่บริเวณข้อปล้องที่อยู่ชิดกับพื้นดินล้วนเป็นลักษณะที่ช่วยเพิ่มโอกาสในการดูดหาปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ในบริเวณใกล้เคียงได้มากขึ้น (Hodge et al., 2009) สำหรับการตอบสนองของบักวีตต่อจำนวนประชากรต้นต่อพื้นที่ โดยมีลักษณะความยาวราก จำนวนราก และเส้นผ่านศูนย์กลางของราก มีขนาดและจำนวนลดลงตามระดับของความหนาแน่นต้นที่เพิ่มสูงขึ้น (Xiang et al., 2016) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้มีผลสอดคล้องกับงานวิจัยข้างต้น คือเมื่อปลูกบักวีตที่ความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 100-300 ต้นต่อตารางเมตรส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งลดลงตามระดับความหนาแน่นต้นที่เพิ่มขึ้น ลักษณะการเจริญเติบโตทุกลักษณะที่เป็นผลมาจากการแข่งขันอาจไม่ใช่ตัวแปรสำคัญในการสร้างมวลชีวภาพ เนื่องจากลักษณะแต่ละลักษณะนั้นมีความผันแปรกันออกไปตามแต่ละระดับของความหนาแน่นต้น จากรายงานของ Li et al. (2013) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นต้นต่อการสร้างมวลชีวภาพของบักวีต พบว่า ลักษณะที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการสร้างมวลชีวภาพของบักวีตคือ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความสูงของต้น เนื่องจากลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะที่สามารถบ่งบอกถึงปริมาตรของส่วนลำต้นของบักวีตได้ ประกอบกับลักษณะทั้งสองมีความสัมพันธ์กันที่อายุ 22-64 วันหลังปลูก อย่างไรก็ตามลักษณะอื่น ๆ เช่น จำนวนใบ หรือลักษณะที่มีความเกี่ยวข้องกับราก ที่ไม่ได้เป็นตัวชี้วัดในการสร้างมวลชีวภาพเนื่องการสะสมมวลชีวภาพของใบบักวีตนั้นมีการสะสมมวลชีวภาพในสัดส่วนที่ต่ำกว่าการสะสมมวลชีวภาพในส่วนของลำต้นตั้งแต่อายุ 21-49 วันหลังปลูก (ภาพที่ 5) สอดคล้องกับวิธีการของ Deans et al. (1996) ที่ใช้ลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงต้นในการศึกษาความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการคาดการณ์ปริมาณมวลชีวภาพของไม้ยืนต้น (Tree) เพื่อประโยชน์ในการศึกษาการเจริญเติบโต และการสะสมปริมาณคาร์บอนในเนื้อไม้ (Picard et al., 2012) นอกจากนี้ลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงต้น เป็นลักษณะที่สามารถประเมินได้สะดวกกว่าลักษณะอื่น ๆ โดยไม่ต้องมีการทำลายต้นต้นพืชเพื่อประเมินลักษณะการเจริญเติบโตส่วนใต้ดิน หรือการนับจำนวนใบที่อาจมีความแปรปรวนจากหลายปัจจัย (Moore, 2018) โดยผลจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติการเจริญเติบโตที่เป็นผลร่วม

ระหว่างลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงต้นมีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่งกับปริมาณการสร้างมวลชีวภาพทั้ง 3 ระดับความหนาแน่นต้น ทำให้เห็นได้ว่าลักษณะดังกล่าวสามารถใช้ในการคาดการณ์ปริมาณการสร้างมวลชีวภาพของบักวีตได้เป็นอย่างดี

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของบักวีต 4 สายพันธุ์ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นต้นต่างกันที่ปลูกในช่วงเวลาแตกต่างกัน

บักวีตที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้นสูงส่งผลให้ลักษณะต่าง ๆ เช่น ความสูงต้น จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนใบต่อต้น จำนวนช่อดอกต่อต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และการสร้างน้ำหนักแห้งต้น ใบ และราก ลดลงไปตามระดับของความหนาแน่นต้นที่เพิ่มสูงขึ้น และมีความแตกต่างของบางลักษณะการเจริญเติบโตที่เป็นอิทธิพลของสายพันธุ์ สำหรับการสะสมมวลชีวภาพรวม เป็นลักษณะปรากฏที่สามารถบ่งชี้ถึงการเจริญเติบโตโดยภาพรวม โดยบักวีตที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตรในทุกสายพันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพรวมสูงกว่าระดับความหนาแน่นอื่น ๆ ในช่วงปลูกระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2562 ในขณะที่ช่วงปลูกระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 บักวีตสายพันธุ์ Taiwan 16 ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร สามารถสร้างมวลชีวภาพได้สูงกว่าบักวีตสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามบักวีตบางสายพันธุ์ที่ปลูกภายใต้สภาพความหนาแน่นต้น 300 ต้นต่อตารางเมตร มีการสร้างมวลชีวภาพใกล้เคียงกับความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร แต่เมื่อพิจารณาการปลูกด้วยความหนาแน่นต้น 100 ต้นต่อตารางเมตร จะทำให้ใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่น้อยกว่า ความหนาแน่นต้นอื่น ๆ นอกจากนี้บักวีตที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 สามารถสร้างมวลชีวภาพได้สูงกว่าการปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน 2562

ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพของบักวีต

ส่วนของลำต้นเป็นส่วนการเจริญเติบโตที่สำคัญในการสร้างมวลชีวภาพของบักวีต ทั้ง 3 สภาพความหนาแน่นต้น ในสองช่วงการปลูก ซึ่งการเพิ่มขึ้นของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงต้นของบักวีต สามารถอธิบายการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพต่อต้นและต่อพื้นที่ได้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความสัมพันธ์ไปทิศทางเดียวกันในทุกสภาพความหนาแน่นต้นและทุกช่วงการปลูกที่ทำการศึกษา จึงทำให้ทราบแนวทางในการประเมินการเจริญเติบโตอย่างง่ายเพื่อใช้ในการประเมินการสร้างมวลชีวภาพต่อพื้นที่เบื้องต้น ของบักวีตได้ เมื่อปลูกบักวีตเพื่อประโยชน์ในการไถกลบเป็นพืชบำรุงดินที่สภาพความหนาแน่นต้นที่แตกต่างกัน ทั้งสองช่วงการปลูก

บรรณานุกรม

กรมการข้าว. 2560. **การปลูกพืชหลังนาในพื้นที่โครงการศูนย์ภูฟ้าพัฒนาฯ**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.ricethailand.go.th/web/index.php/2016-06-28-07-29-12/724-2017-03-10-08-03-33 (11 สิงหาคม 2562).

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. **คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบน. 2553. **เทคโนโลยีการทำนาขั้นบันไดบนพื้นที่สูง**. แพร่: ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. **สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่**. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย. 2557. **สรีรวิทยาพืชไร่**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ดุษณี ผิวทอง. 2562. **ผลของการใส่อัตราปุ๋ยต่างกันต่อการเจริญเติบโตของบักวีต 2 สายพันธุ์ที่ปลูกในดินร่วนปนทราย (อัตรา 2:1)**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ทวีทอง หงส์วิวัฒน์. 2561. **บัควีต ข้าวภูเขาซูเปอร์ฟู้ด**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://krua.co/food-story/food-view-by-thavitong/162/บัควีต-ข้าวภูเขาซูเปอร์ฟู้ด (27 กรกฎาคม 2562).

เนตรนภา อินสลุด, พีรพันธ์ ทองเปลว, วิชญ์ภาส สังพาลี, สุธีระ เหิมฮึก & ทัศนีย์ ศรีเสนซุย. 2563. คุณสมบัติทางเคมีของดินที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารของบักวีต. **แก่นเกษตร**, 48(พิเศษ1), 561-566.

ปรัชญา ศรีสงา, สุชาดา วงศภาคำ, วาสนา คำกวน, ตรัย เปกทอง, จันทรารักษ์ โตวรานนท, ทัศนีเวศ ยะโส และ สุรียพร นนทชัยภูมิ. 2554. พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวอาข่า หมู่บ้านห้วยหยวกป่าโซ อำเภอแม่ฟ้าหลวง และหมูบานใหม่พัฒนา อำเภอแมสรวย จังหวัดเชียงราย. **วารสารพฤกษศาสตรไทย**, 3(1), 93-114.

พนมพร วรรณประเสริฐ, ดุสิต อธินุวัฒน์ และ ชนัญ ผลประไพ. 2556. ผลของการใช้ปอเทืองร่วมกับปุ๋ยคอกในการผลิตผักคะน้าอินทรีย์. **Thai Journal of Science and Technology**, 2(2), 115-124.

พีรพันธ์ ทองเปลว, เนตรนภา อินสลุด, วิชญ์ภาส สังพาลี, วาสนา วิรุณรัตน์ & ภานุชิต ยิ้มย่อง. 2563. การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของบักวีต 4 สายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพหลังนา.

น. 183-190. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 17 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน**. วันที่ 2-3 ธันวาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

วิทยา สุมามาลย์ และ พรชัย ล้อวิลัย. 2557. อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตและคุณค่าทางโภชนะของหญ้ากินนีสีม่วงภายใต้การให้น้ำชลประทาน. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 33(1), 35-45.

สมยศ เดชภิรัตนมงคล, ธวัชชัย อุบลเกิด, นิตยา ผกามาศ และ สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2552. ผลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตตะไคร้พื้นเมือง 2 ชนิด. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**, 27(1), 6-5.

สมยศ เดชภิรัตนมงคล และ สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2551. อิทธิพลของระยะปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเผือกหอมพันธุ์พื้นเมือง. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**, 26(2), 1-9.

สมยศ เดชภิรัตนมงคล, โสมนันทน์ ลิพันธ์, สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร และ หัตถ์ชัย กสิโอฬาร. 2560. ผลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตฟ้าทะลายโจร. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**, 35(2), 49-56.

สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2547. **สรีรวิทยาของพืชสวน**. ขอนแก่น: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุทธกานต์ ใจกาวิล, พิชญ์นันท์ กังแฮ, อภิวัฒน์ หาญธนพงศ์ และ ปิยะพันธ์ ศรีคุ้ม. 2563. การปลูกบัควีทหลังนาโดยเกษตรกรมีส่วนร่วมบนพื้นที่สูงในจังหวัดน่าน. น. 349-350. ใน **รายงานการประชุมวิชาการสัมมนาวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กลุ่มศูนย์ข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง ครั้งที่ 12 ประจำปี 2563**. 3-5 มีนาคม 2563 ณ โรงแรมสวนบัวรีสอร์ท อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่.

อภิวัฒน์ หาญธนพงศ์. 2553. การพัฒนาข้าวไร่สู่นาขั้นบันได. น. 237-245. ใน **การประชุมวิชาการเนื่องในวันข้าวและชาวนาแห่งชาติ ปี 2553**. 3-4 มิถุนายน 2553 ณ โรงแรมอมารี แอร์พอร์ต ดอนเมือง กรุงเทพฯ.

อาคม กาญจนประโชติ, ศิวะพงศ์ นฤบาล, วิมล ปันสุภา, สัมพันธ์ ตาติวงศ์, ประกิต โกะสูงเนิน และ ศุภวัฒน์ วดีศิริศักดิ์. 2547. การคัดเลือกพันธุ์และศึกษาเทคโนโลยีการผลิตบัควีท บนพื้นที่สูงในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. ใน **รายงานการประชุมวิชาการผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง ประจำปี 2547**. 18 พฤศจิกายน 2547 โรงแรมอมิตี้ กรีนฮิลล์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.

Adhikari, K. N. & Campbell, C. G. 1998. In vitro germination and viability of buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) pollen. **Euphytica**, 102(1), 87–92.

Ahmed, A., Khalid, N., Ahmad, A., Abbasi, N. A., Latif, M. S. Z. & Randhawa, M. A. 2013. Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: A review. **The Journal of Agricultural Science**, 152(3), 349-369.

Alekseyeva, E. S. & Bureyko, A. L. 2000. Bee visitation, nectar productivity and pollen efficiency of common buckwheat. **Fagopyrum**, 17, 77–80.

Alonso-Miravalles, L. & O'Mahony, J. A. 2018. Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients. **Foods**, 7(5), 73.

Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. & Gallagher, E. 2009. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. **International journal of food sciences and nutrition**, 60 Suppl 4(s4), 240-257.

Antonio, J., Bastida, G. & Zieliński, H. 2015. Buckwheat as a Functional Food and Its Effects on Health. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 63(36), 7896-7913.

Arduini, I., Masoni, A. & Mariotti, M. 2016. A growth scale for the phasic development of common buckwheat. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science**, 66(3), 215-228.

Aubert, L., Konrádová, D., Kebbas, S., Barris, S. & Quinet, M. 2020. Comparison of high temperature resistance in two buckwheat species Fagopyrum esculentum and Fagopyrum tataricum. **J Plant Physiol**, 251, doi: 10.1016/j.jplph.2020.153222.

Bakhshandeh, A. 2006. Determination of Optimum Row-Spacing and Plant Density for Uni-branched Sesame in Khuzestan Province. **Journal of Agricultural Science and Technology**, 8(1), 25-33.

Bavec, F., Pusnik, S. & Rajcan, I. 2002. Yield performance of two buckwheat genotypes grown as a full-season and stubble-crop. **Rostlinna Vyroba**, 48(8), 351-355.

Bettaieb, I., Zakhama, N., Wannes, W. A., Kchouk, M. E. & Marzouk, B. 2009. Water deficit effects on Salvia officinalis fatty acids and essential oils composition. **Scientia Horticulturae**, 120(2), 271-275.

Bhardwaj, H. L. & Hamama, A. H. 2020. Yield and Composition of Buckwheat Biomass Relative to Forage Use. **Journal of Agricultural Science**, 12(8), 129-134.

Björkman, T. 1995. The effect of pollen load and pollen grain competition on fertilization success and progeny performance inFagopyrum esculentum. **Euphytica**, 83(1), 47-52.

Björkman, T. 2009. **Information for Buckwheat Growers**. [Online]. Available http://www.hort.cornell.edu/bjorkman/lab/buck/guide/growthdevelopment.php (4 December 2019).

Bjorkman, T., Bellinder, R., Hahn, R., Joseph, W. & Shail, J. W. 2008. **Buckwheat Cover Crop Handbook**. Geneva: Cornell University.

Bjorkman, T. & Shail, J. 2013. Using a Buckwheat Cover Crop for Maximum Weed Suppression after Early Vegetables. **HortTechnology**, 23(5), 575-580.

Boglaienko, D., Soti, P., Shetty, K. G. & Jayachandran, K. 2014. Buckwheat as a Cover Crop in Florida: Mycorrhizal Status and Soil Analysis. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, 38(9), 1033-1046.

Bray, R. H. & Kurtz, L. T. 1945. Determination of Total Organic and Available Forms of Phosphorus in Soils. **Soil Science**, 59(1), 39-45.

Campbell, C. G. 1997. **Buckwheat Fagopyrum esculentum Moench**. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research.

Campbell, C. G. & Gubbels, G. H. 1978. **Growing Buckwheat**. Ottawa: Agriculture Canada Publication.

Campell, C. G. 1997. **Buckwheat Fagopyrum esculentum Moench. Promoting the conser vation and use of underutilized and neglected crops. 19**. Rome, Italy: Institute of Plant Geneticsand Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute

Cawoy, V., Ledent, J.-F., Kinet, J.-M. & Jacquemart, A.-L. 2009. Floral Biology of common buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench). **Eur. J. Pl. Sci. Biotechnol.**, 3(Spcecial Issue 1), 1-19.

Christa, K. & Soral-**Ś**Mietana, M. 2008. Buckwheat Grains and Buckwheat Products - Nutritional and Prophylactic Value of their Components - a Review. **Czech Journal of Food Sciences**, 26(3), 237-241.

Deans, J. D., Moran, J. & Grace, J. 1996. Biomass relationships for tree species in regenerating semi-deciduous tropical moist forest in Cameroon. **Forest Ecology and Management**, 88(3), 215–225.

Deželak, M., Zarnkow, M., Becker, T. & Košir, I. J. 2014. Processing of bottom-fermented gluten-free beer-like beverages based on buckwheat and quinoa malt with chemical and sensory characterization. **Journal of the Institute of Brewing**, 120(4), 360-370.

Ehsanullah, Jabran, K., Jamil, M. & Ghafar, A. 2011. Optimizing the row spacing and seeding density to improve yield and quality of sugarcane. Crop & Environment. **Crop & Environment**, 2(1), 1-5.

Fang, X., Li, Y., Nie, J., Wang, C., Huang, K., Zhang, Y., Zhang, Y., She, H., Liu, X., Ruan, R., Yuan, X. & Yi, Z. 2018. Effects of nitrogen fertilizer and planting density on the leaf photosynthetic characteristics, agronomic traits and grain yield in common buckwheat (Fagopyrum esculentum M.). **Field Crops Research**, 219, 160-168.

FAO. 2008. **FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin**. Rome, Italy: FAO.

FAOSTAT. 2019. **Buckwheat**. [Online]. Available http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize (15 August 2019).

Farooq, S. & Tahir, I. 1982. Grain characteristics and composition of some buckwheat (Fagopyrum Gaertn.) cultivated in Kashmir. **Journal of Economic and Taxonomic Botany**, 3, 877–881.

Fernández, R. J., Wang, M. & Reynolds, J. F. 2002. Do morphological changes mediate plant responses to water stress? A steady-state experiment with two C4 grasses. **New Phytologist**, 155(1), 79-88.

Finney, D. M., White, C. M. & Kaye, J. P. 2016. Biomass Production and Carbon/Nitrogen Ratio Influence Ecosystem Services from Cover Crop Mixtures. **Agronomy Journal**, 108(1), 39–52.

Gaberscik, A., Voncina, M., Trošt Sedej, T., Germ, M. & Björn, L. 2002. Growth and production of buckwheat (Fagopyrum esculentum) treated with reduced, ambient, and enhanced UV-B radiation. **Journal of photochemistry and photobiology B: Biology**, 66(1), 30-36.

Germ, M., Breznik, B., Dolinar, N., Kreft, I. & Gaberščik, A. 2013. The Combined Effect of Water Limitation and UV-B Radiation on Common and Tartary Buckwheat. **Cereal Research Communications**, 41(1), 97-105.

Ghiselli, L., Romagnoli, S., Tallarico, R., Concezzi, L. & Benedettelli, S. 2017. Comparison of 4 Buckwheat Cultivars and 2 Planting Densities in 2 Mountain Places of. Umbria (Central Italy). **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, 2(3), 1025-1031.

Ghiselli, L., Tallarico, R., Mariotti, M., Romagnoli, S., Baglio, A. P., Donnarumma, P. & Benedettelli, S. 2016. Agronomic and nutritional characteristics of three buckwheat cultivars under organic farming in three environments of the Garfagnana mountain district. **Italian Journal of Agronomy**, 11(3), 188-194.

Gonçalves, F. M. F., Debiage, R. R., Silva, R. M. G., Porto, P. P., Yoshihara, E. & Mello Peixoto, E. T. C. 2016. *Fagopyrum esculentum* Moench: A crop with many purposes in agriculture and human nutrition. **African Journal of Agricultural Research**, 11(12), 983-989.

Halbrecq, B., Romedenne, P. & Ledent, J. F. 2005. Evolution of flowering, ripening and seed set in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench): quantitative analysis. **European Journal of Agronomy**, 23(3), 209-224.

Hardwick, R. C. & Andrews, D. J. 1983. A Simple Model of the Relationship Between Plant Density, Plant Biomass, and Time. **Journal of Applied Ecology**, 20(3), 905-914.

Hiyane, R., Hiyane, S., Tang, A. C. & Boyer, J. S. 2010. Sucrose feeding reverses shade-induced kernel losses in maize. **Annals of Botany**, 106(3), 395-403.

Hodge, A., Berta, G., Doussan, C., Merchan, F. & Crespi, M. 2009. Plant root growth, architecture and function. **Plant and Soil**, 321(1), 153-187.

Hore, D. & Rathic, R. S. 2002. Collection, cultivation and characterization of buckwheat in northeastern region of India. **Fagopyrum**, 19, 11–15.

Hunt, H. V., Shang, X. & Jones, M. K. 2018. Buckwheat: a crop from outside the major Chinese domestication centres? A review of the archaeobotanical, palynological and genetic evidence. **Vegetation History and Archaeobotany**, 27(3), 493-506.

Ikeda, S., Yamashita, Y., Tomura, K. & Kreft, I. 2006. Nutrition comparison in mineral characteristics between buckwheat and cereal. **Fagopyrum**, 23, 61-65.

Inamullah, Saqib, G., Ayub, M., Khan, A. A., Anwar, S. & Khan, S. A. 2012. Response of common buckwheat to nitrogen and phosphorus fertilization. **Sarhad Journal of Agriculture**, 28(2), 171–178.

ISTA. 2019. **International Rules for Seed testing** 2019. Switzerland: Bassersdorf.

Jacquemart, A.-L., Cawoy, V., Kinet, J. M., Ledent, J.-F. & QuinetIs, M. 2012. Is Buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) Still a Valuable Crop Today? **The European Journal of Plant Science and Biotechnology**, 6(Special Issue 2), 1-10.

Jiang, D., Dai, T., Jing, Q., Cao, W., Zhou, Q., Zhao, H. & Fan, X. 2004. Effects of long-term fertilization on leaf photosynthetic characteristics and grain yield in winter wheat. **Photosynthetica**, 42(3), 439–446.

Jiang, X., Tong, L., Kang, S., Li, F., Yang, H., Qin, Y., Shi, R. & Li, J. 2018. Planting density affected biomass and grain yield of maize for seed production in an arid region of Northwest China. **Journal of Arid Land**, 10(2), 292-303.

Joshi, B. D. 1999. Status of buckwheat in India. **Fagopyrum**, 16, 7–11.

Jung, G. H., Kim, S. L., Kim, M. J., Kim, S. K., Park, J. H., Kim, C. G. & Heu, S. 2015. Effect of sowing time on buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) growth and yield in central Korea. **Journal of Crop Science and Biotechnology**, 18(4), 285-291.

Kalinova, J. & Moudrý, J. 2003. Evaluation of frost resistance in varieties of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). **Plant, Soil and Environment**, 49, 410-413.

Kangsopa, J. 2018. **Effects of Pelleting Formulas Combined Plant Nutrients and Microorganisms on Lettuce Seed Quality.** PhD. Dissertation. Khon Kaen University.

Kawakami, J., Iwama, K. & Jitsuyama, Y. 2006. Soil water stress and the growth and yield of potato plants grown from microtubers and conventional seed tubers. **Field Crops Research**, 95(1), 89-96.

Kim, S.-J., Zaidul, I. S. M., Suzuki, T., Mukasa, Y., Hashimoto, N., Takigawa, S., Noda, T., Matsuura-Endo, C. & Yamauchi, H. 2008. Comparison of phenolic compositions between common and tartary buckwheat (Fagopyrum) sprouts. **Food Chemistry**, 110(4), 814-820.

Koyama, T., Suenaga, M. & Takeshima, R. 2019. Growth and yield response of common buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) to waterlogging at different vegetative stages. **Plant Production Science**, 22(4), 456-464.

Larcher, W. 2003. **Physiological Plant Ecology**. 4th. Berlin: Springer-Verlag.

Lee, H. B., Kim, S. L. & Park, C. H. 2001. Productivity of Whole Plant and Rutin Content under the Different Quality of Light in Buckwheat. p. 84–89. In **Proceedings of the 8th International Symposium on Buckwheat**. August 30-September 2, Dusan Resort Hotel, Chunchon, Kangwon National University.

Li, J., Qu, Z., Chen, J., Yang, B. & Huang, Y. 2019. Effect of Planting Density on the Growth and Yield of Sunflower under Mulched Drip Irrigation. **Water**, 11(4), 752.

Li, L., Weiner, J., Zhou, D., Huang, Y. & Sheng, L. 2013. Initial density affects biomass–density and allometric relationships in self-thinning populations of Fagopyrum esculentum. **Journal of Ecology**, 101(2), 475-483.

Liu, S., Baret, F., Allard, D., Jin, X., Andrieu, B., Burger, P., Hemmerlé, M. & Comar, A. 2017. A method to estimate plant density and plant spacing heterogeneity: application to wheat crops. **Plant Methods**, 13(1), 38.

Mariotti, M., Masoni, A. & Arduini, I. 2016. Forage and grain yield of common buckwheat in Mediterranean conditions: response to sowing time and irrigation. **Crop and Pasture Science**, 67(9), 1000-1008.

Marx, E. S., Hart, J. & Stevens, R. G. 1999. **Soil Test Interpretation Guide. EC** 1478 **Extension & Station Communications**. Oregon: Oregon State University.

Michiyama, H., Tsuchimoto, K., Tani, K.-i., Hirano, T., Hayashi, H. & Campbell, C. 2005. Influence of Day Length on Stem Growth, Flowering, Morphology of Flower Clusters, and Seed-Set in Buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench). **Plant Production Science**, 8(1), 44-50.

Momoh, E. & Zhou, W. 2001. Growth and Yield Responses to Plant Density and Stage of Transplanting in Winter Oilseed Rape (Brassica napus L.). **Journal of Agronomy and Crop Science**, 186(4), 253-259.

Moore, A. 2018. **Measuring the Diameter and Height of Plants**. [Online]. Available https://teachclimatescience.files.wordpress.com/2018/08/nyc-stem-st03-toolkit-2-measuring-plants.pdf (10 December 2020).

Motonishi, S., Tsutsui, S. & Mikami, T. 2018. Production, uses and cultivars of common buckwheat in Japan: An overview. **Acta Agriculturae Slovenica**, 111(2), 511-517.

Murakami, T., Murayama, S., Uchitsu, M. & Yoshida, S. 2002. Root length and distribution of field-grown buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench). **Soil Science and Plant Nutrition**, 48(4), 609-613.

N'Dayegamiye, A. & Tran, T. 2001. Effects of green manures on soil organic matter and wheat yields and N nutrition. **Canadian Journal of Soil Science**, 81(4), 371-382.

Nasiri, A., Samdaliri, M., Rad, A. S., Shahsavari, N., Mirkale, A. M. & Jabbari, H. 2017. Effect of plant density on yield and physiological characteristics of six canola cultivars. **Journal of Scientific Agriculture**, 1(249-253.

O'Donovan, J. T. 1994. Canola (*Brassica rapa*) Plant Density Influences Tartary Buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) Interference, Biomass, and Seed Yield. **Weed Science**, 42(3), 385-389.

Ohnishi, O. 1990. Discovery of the wild ancestor of common buckwheat. **Fagopyrum**, 11(5-10.

_____. 1992. Buckwheat in Bhutan. **Fagopyrum**, 12, 5–13.

Olson, M. 2001. **Common buckwheat (Agri-Facts), Food and Rural Management**. Canada: Alberta.

Ozer, H. 2003. The effect of plant population densities on growth, yield and yield components of two spring rapeseed cultivars. **Plant Soil and Environment**, 49(9), 422-426.

Picard, N., Saint-Andre, L. & Henry, M. 2012. **Manual for building tree volume and biomass allometric equations: from field measurement to prediction**. Rome; Italy: FAO.

Popović, V., Sikora, V., Berenji, J., Filipovic, V., Dolijanović, Ž., Ikanović, J. & Dončić, D. 2014. Analysis of buckwheat production in the world and Serbia. **Economics of Agriculture**, 61(1), 53-62.

Quinet, M., Cawoy, V., Lefèvre, I., Van Miegroet, F., Jacquemart, A.-L. & Kinet, J.-M. 2004. Inflorescence structure and control of flowering time and duration by light in buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench). **Journal of Experimental Botany**, 55(402), 1509-1517.

Rajcan, I., Dwyer, L. M. & Tollenaar, M. 1999. Note on relationship between leaf soluble carbohydrate and chlorophyll concentrations in maize during leaf senescence. **Field Crops Research**, 63(1), 13–17.

Rana, J. & Sharma, B. 2000. Variation, genetic divergence and interrelationship analysis in buckwheat. **Fagopyrum**, 17, 9–14.

Rana, J. C., Chauhan, R. C., Sharma, T. R. & Gupta, N. 2012. Analyzing problems and prospects of buckwheat cultivation in India. **The European Journal of Plant Science and Biotechnology**, 6(Special Issue 2), 50–56.

Rasband, W. S. 2012. **Image Processing and Analysis in Java**. [Online]. Available https://imagej.nih.gov/ij/ (31 July 2019).

Schenk, H. J. 2006. Root competition: beyond resource depletion. **Journal of Ecology**, 94(4), 725–739.

Shahin, Y. & Valiollah, R. 2009. Effects of row spacing and seeding rates on some agronomical traits of spring canola *(Brassica napus* L.) cultivars. **Journal of Central European Agriculture**, 10(1), 115-122.

Slawinska, J. & Obendorf, R. L. 2001. Buckwheat seed set in planta and during in vitro inflorescence culture: evaluation of temperature and water deficit stress. **Seed Science Research**, 11(3), 223–233.

Sobhani, M. R., Rahmikhdoev, G., Mazaheri, D. & M., M. 2014. Influence of different sowing date and planting pattern and N rate on buckwheat yield and its quality. Australian. **Journal of Crop Science**, 8(10), 1402-1414.

Sugimoto, H. & Koesmaryono, Y. 2001. Photosynthesis of Buckwheat Population under Field Conditions with Special Reference to Planting Density. **Environment Control in Biology**, 39(3), 175-182.

Tabaković, M., Simić, M., Stanisavljević, R., Sečanski, M., Živanović, L. & Štrbanović, R. 2019. Buckwheat seed quality during the five-year storage in various packing materials. **Plant, Soil and Environment**, 65(7), 349–354.

Tang, C., Chuandong, S., Du, F., Chen, F., Ameen, A., Fu, T. & Xie, G. 2017. Effect of Plant Density on Sweet and Biomass Sorghum Production on Semiarid Marginal Land. **Sugar Tech**, 203(3), 312-322.

Thomas, G. W. 1982. Exchangeable cations. pp. 159-165. In C. A. Black (Ed.), **Methods of Soil Analysis: Part** 2 - **Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph 9**. Madison, WI.: American Society of Agronomy Inc.

Thornley, J. H. M. & Johnson, I. R. 1980. **Plant and Crop Modeling: A Mathematical Approach to Plant and Crop Physiology**. Oxford: Clarendon Press.

Timlin, D., Fleisher, D., Kemanian, A. & Reddy, V. 2014. Plant Density and Leaf Area Index Effects on the Distribution of Light Transmittance to the Soil Surface in Maize. **Agronomy Journal**, 106(5), 1828.

Valenzuela, H. & Smith, J. 2002. Buckwheat. pp. 1-3. In **Sustainable Agriculture Green Manure Crops**. Mãnoa: Cooperative Extension Service, University of Hawaii.

Wang, P., Wang, Z.-k., Sun, X.-c., Mu, X.-h., Chen, H., Chen, F.-j., Lixing, Y. & Mi, G.-h. 2019. Interaction effect of nitrogen form and planting density on plant growth and nutrient uptake in maize seedlings. **Journal of Integrative Agriculture**, 18(5), 1120-1129.

Wang, W., Vinocur, B. & Altman, A. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. **Planta**, 218(1), 1-14.

Wattanasiri, C. 2001. Buckwheat in Thailand. p. 673-675. In **The Proceedings of the 8th International Symposium on Buckwhea**. August 30-September 2, Dusan Resort Hotel, Chunchon, Kangwon National University.

Wayne, E. S. 1980. **Handbook on Reference Methods for Soil Testing. Council on soil testing and plant Analysis Ed.** Athens: University of Georgia.

Wikimedia. 2005. **Fagopyrum esculentum**. [Online]. Available https://commons.wikimedia.org/wiki/Fagopyrum_esculentum#/media/File:Illustration_Fagopyrum_esculentum0_clean.jpg (26 Febuary 2020).

Woo, S.-H., Kamal, A. H. M., Tatsuro, S., Campbell, C., Adachi, T., Yun, Y.-H., Chung, K.-Y. & Choi, J.-S. 2010. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.): Concepts, Prospects and Potential. **The European Journal of Plant Science and Biotechnology**, 4(Special Issue 1), 1-16.

Xiang, D. B., Peng, L., Zhao, J. L., Zou, L., Zhao, G. & Song, C. 2013. Effect of drought stress on yield, chlorophyll contents and photosynthesis in tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum). **Journal of Food, Agriculture and Environment**, 11(3), 1358-1363.

Xiang, D. B., Zhao, G., Wan, Y., Tan, M. L., Song, C. & Song, Y. 2016. Effect of planting density on lodging-related morphology, lodging rate, and yield of tartary buckwheat *(Fagopyrum tataricum)*. **Plant Production Science**, 19(4), 479-488.

Yamane, K. & Ohnishi, O. 2003. Morphological variation and differentiation between diploid and tetrapioid cytotypes of *Fagopyrum cymosum*. **Fagopyrum**, 20, 17-25.

Yokozawa, M. & Hara, T. 1995. Foliage Profile, Size Structure and Stem Diameter-Plant Height Relationship in Crowded Plant Populations. **Annals of Botany**, 76(3), 271-285.

Zhang, Z.-L., Zhou, M., Tang, Y., Li, F.-L., Tang, Y.-X., Shao, J.-R., Xue, W.-T. & Sun, Z.-M. 2012. Bioactive compounds in functional buckwheat food. **Food Research International**, 49(1), 389–395.

Zhou, M., Kreft, I., Suvorova, G., Tang, Y. & Woo, S.-H. 2018. **Buckwheat germplasm in the world**. London: Academic Press.

Zhu, Y. G., He, Y. Q., Smith, S. E. & Smith, F. A. 2002. Buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) has high capacity to take up phosphorus (P) from a calcium (Ca)-bound Source. **Plant and Soil**, 239(1), 1-8.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ต้นกล้าบักวีต ที่ไม่เคลือบเมล็ด (Control) และเคลือบเมล็ดร่วมกับธาตุอาหารพืช และสารเคมีป้องกันเชื้อรา ที่อายุ 3 วันหลังการเพาะ (การศึกษาเบื้องต้น)

กรรมวิธี (Treatment)							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8

T1 = เมล็ดไม่เคลือบ

T2 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ CMC

T3 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ NH_4NO_3 0.384 g.

T4 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ NaH_2PO_4 0.512 g.

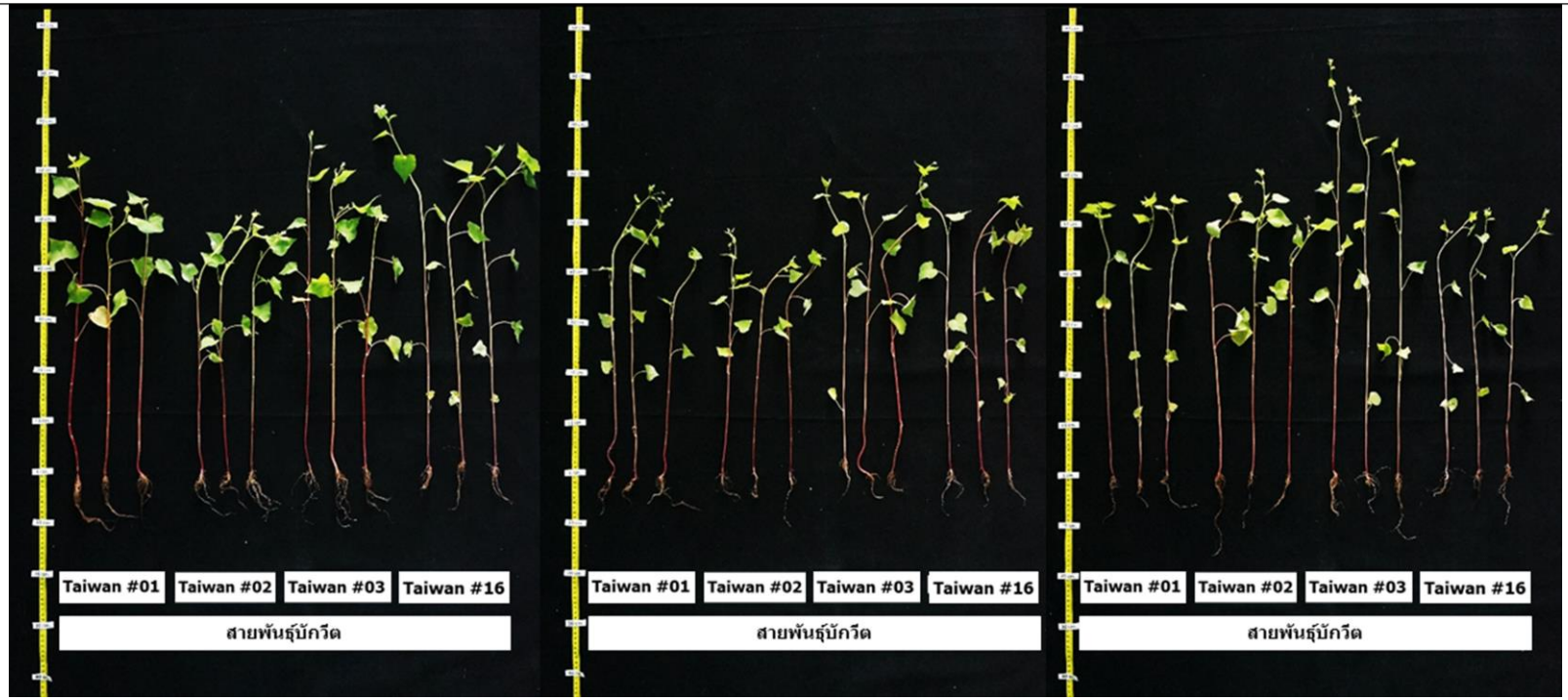
T5 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ KCl 0.104 g.

T6 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ NH_4NO_3 0.384 g. ผสม metalaxyl 2.0 g.ai.

T7 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ NaH_2PO_4 0.384 g. ผสม metalaxyl 2.0 g.ai.

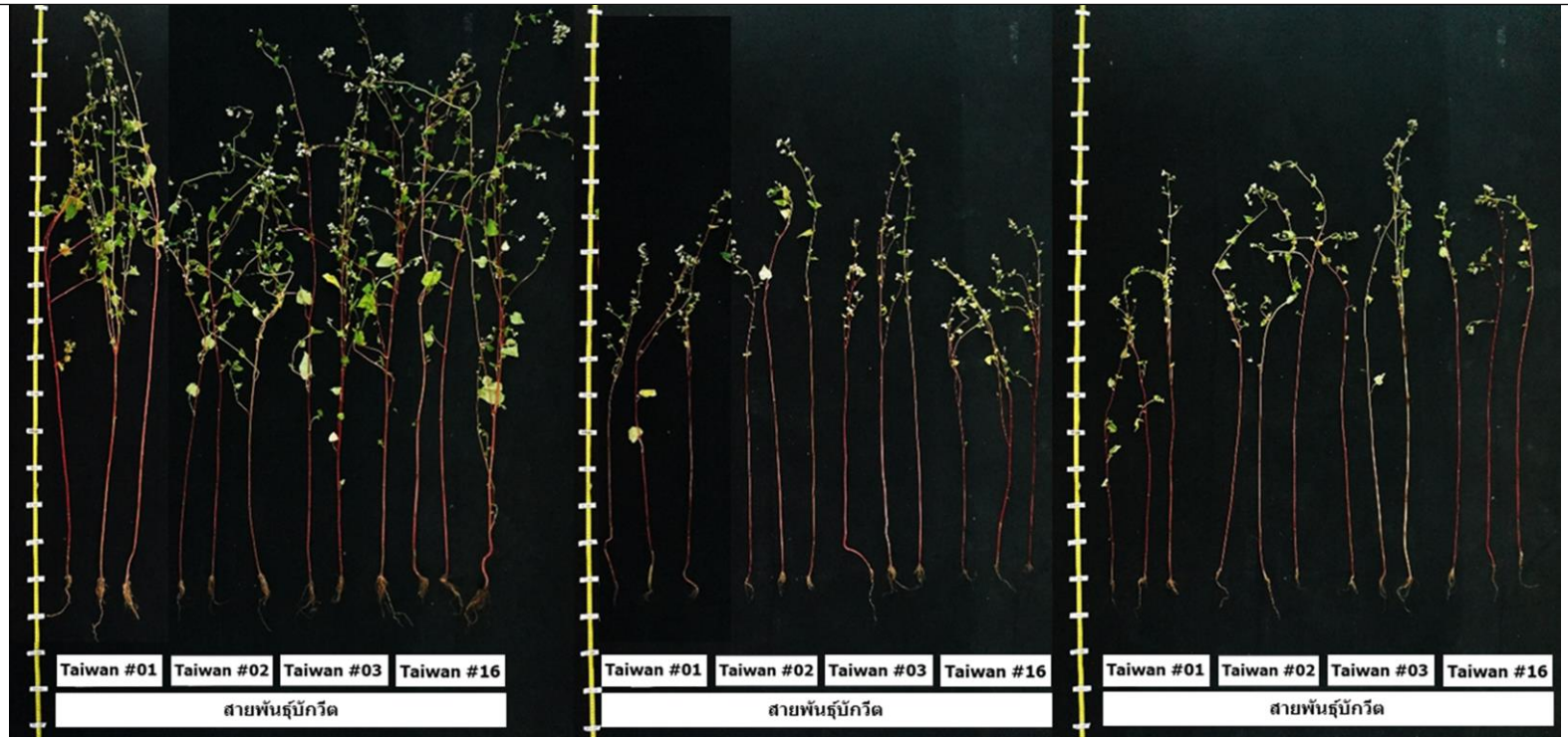
T8 = เมล็ดเคลือบร่วมกับ KCl 0.104 g. ผสม metalaxyl 2.0 g.ai.

ตารางผนวกที่ 2 ต้นบักวีต 4 สายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต่างกัน 3 ความหนาแน่นต้น ที่อายุ 35 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 (การทดลองที่ 1)

ความหนาแน่นต้น		
100 ต้นต่อตารางเมตร	200 ต้นต่อตารางเมตร	300 ต้นต่อตารางเมตร
		

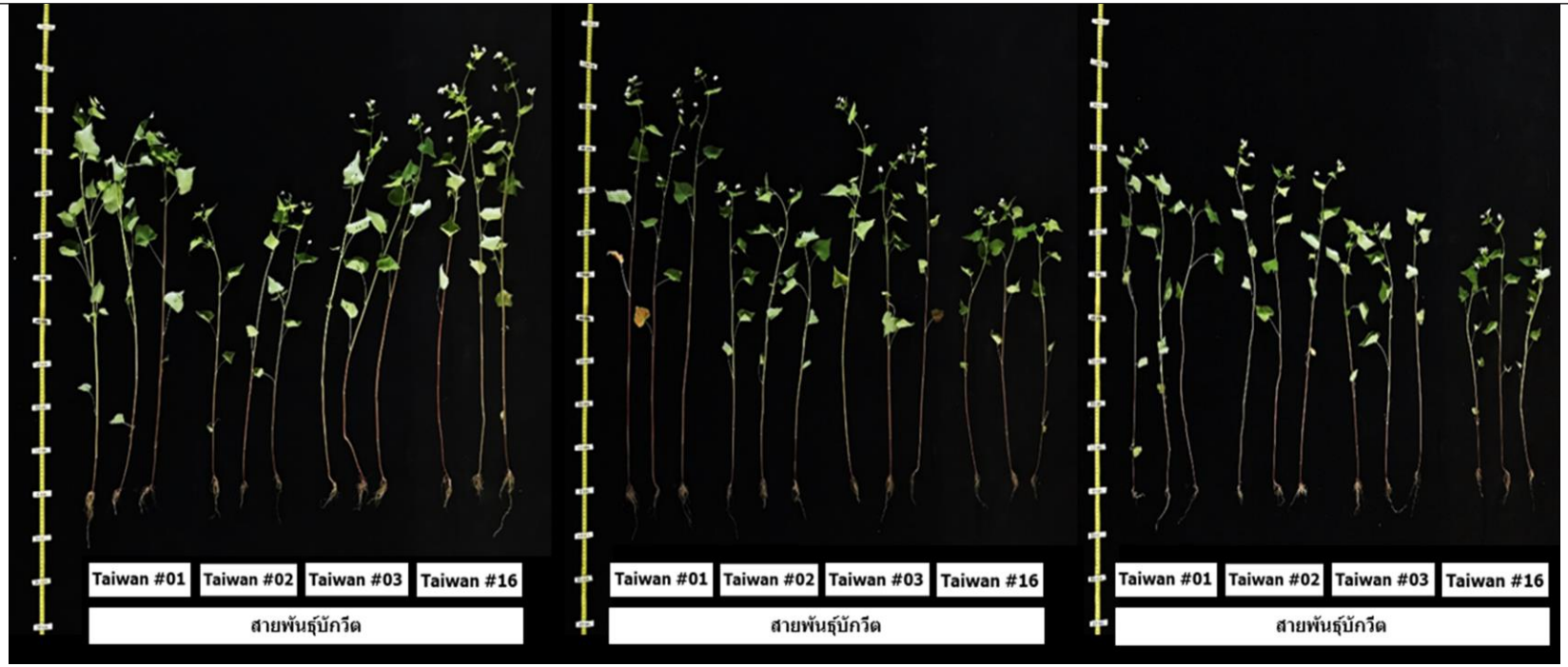
ตารางผนวกที่ 3 บักวีต 4 สายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต่างกัน 3 ความหนาแน่นต้น ที่อายุ 70 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 (การทดลองที่ 1)

ความหนาแน่นต้น		
100 ต้นต่อตารางเมตร	**200 ต้นต่อตารางเมตร**	**300 ต้นต่อตารางเมตร**



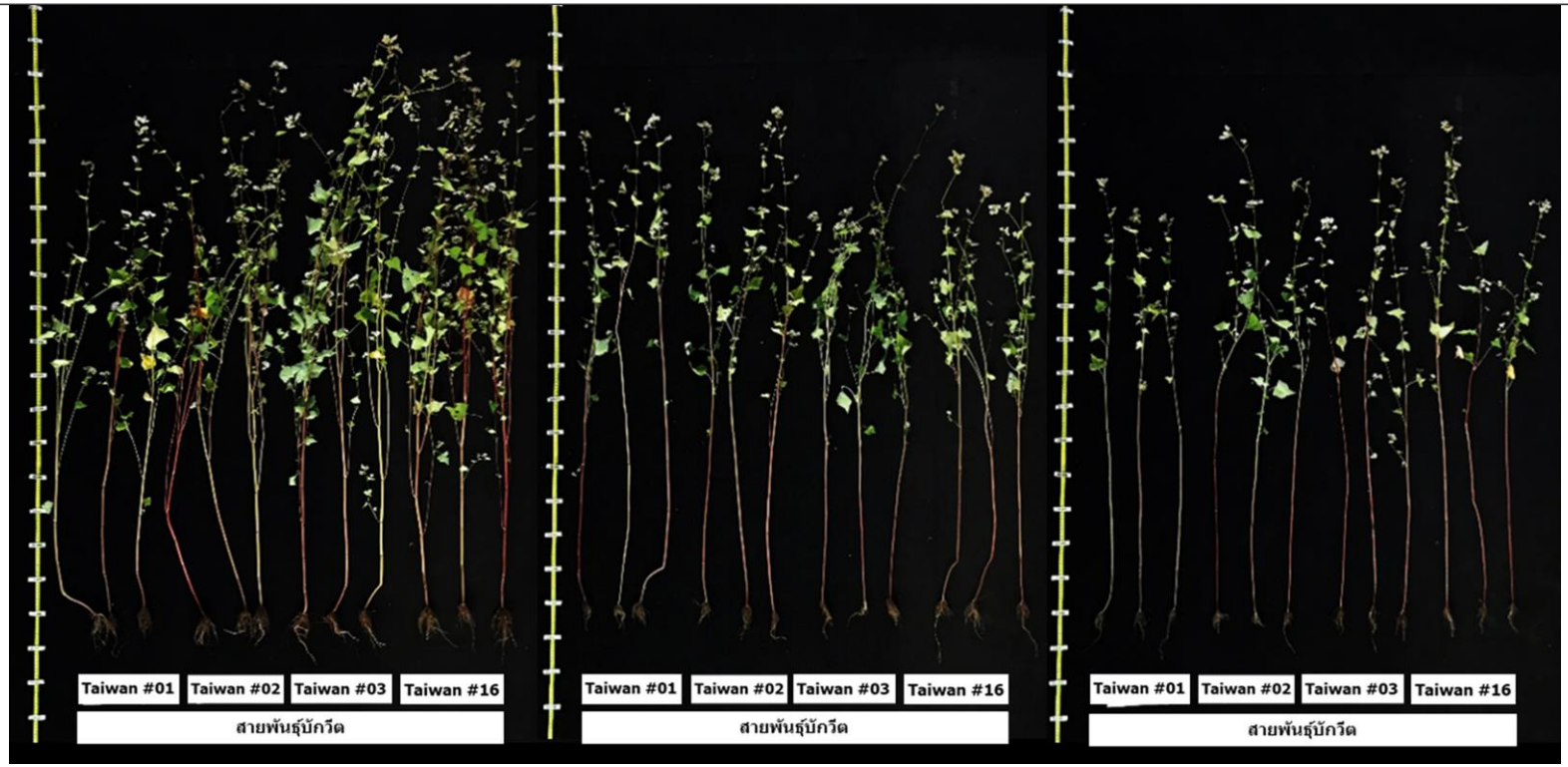
ตารางผนวกที่ 4 ต้นบักวีต 4 สายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต่างกัน 3 ความหนาแน่นต้น ที่อายุ 35 วันหลังปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 (การทดลองที่ 1)

ความหนาแน่นต้น		
100 ต้นต่อตารางเมตร	200 ต้นต่อตารางเมตร	300 ต้นต่อตารางเมตร

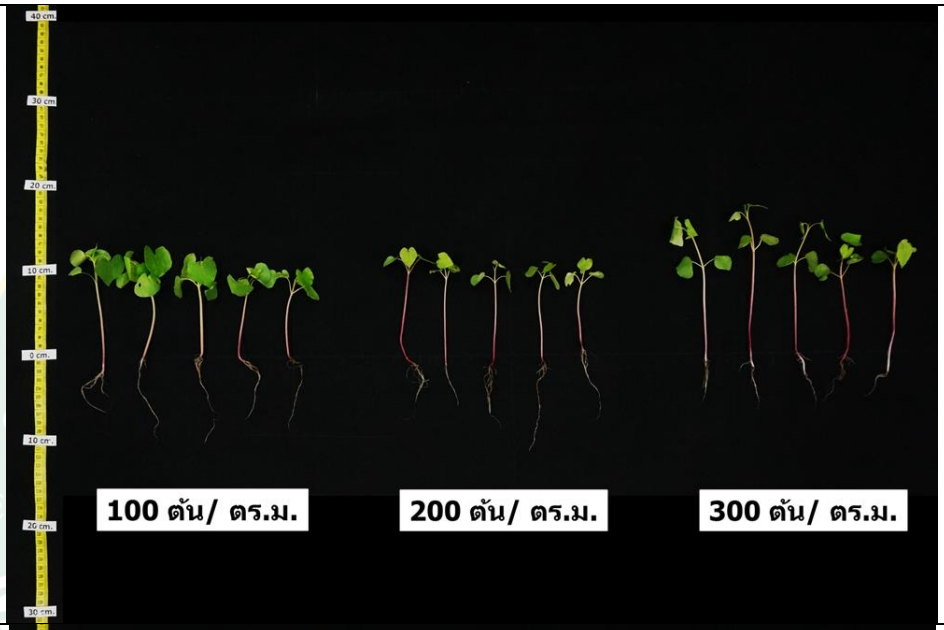


ตารางผนวกที่ 5 ต้นบักวีต 4 สายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต่างกัน 3 ความหนาแน่นต้น ที่อายุ 70 วันหลังปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง มกราคม 2563 (การทดลองที่ 1)

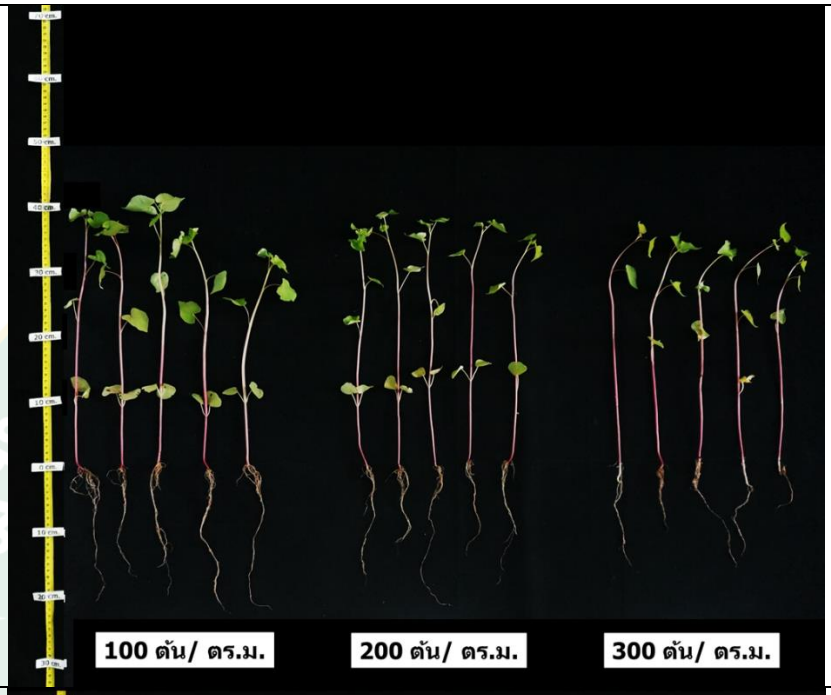
ความหนาแน่นต้น		
100 ต้นต่อตารางเมตร	200 ต้นต่อตารางเมตร	300 ต้นต่อตารางเมตร



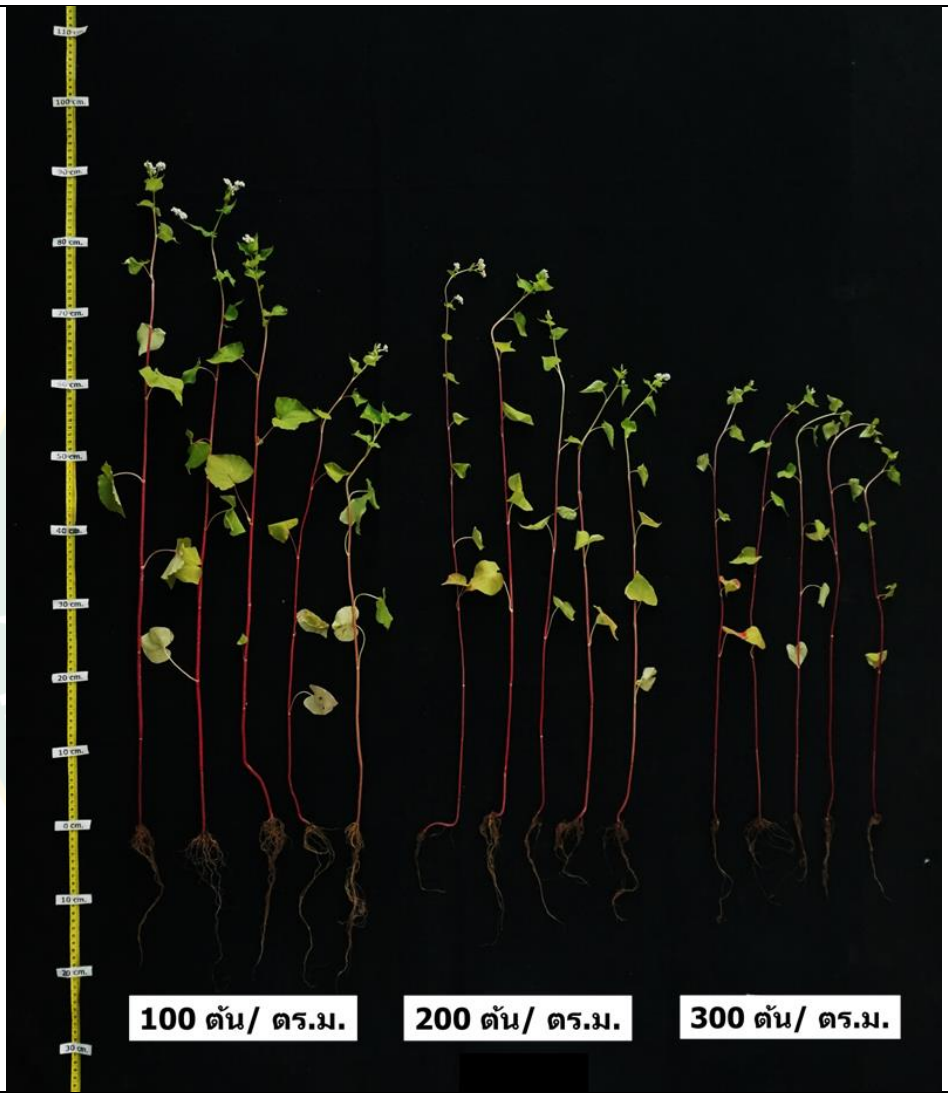
ตารางผนวกที่ 6 ต้นบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต่างกัน 3 ความหนาแน่นต้น ที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2562 (การทดลองที่ 2)

อายุ	ความหนาแน่นต้น		
	100 ต้นต่อตารางเมตร	200 ต้นต่อตารางเมตร	300 ต้นต่อตารางเมตร
14 วัน			
21 วัน			

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

อายุ	ความหนาแน่นต้น		
	100 ต้นต่อตารางเมตร	200 ต้นต่อตารางเมตร	300 ต้นต่อตารางเมตร
28 วัน			
35 วัน			

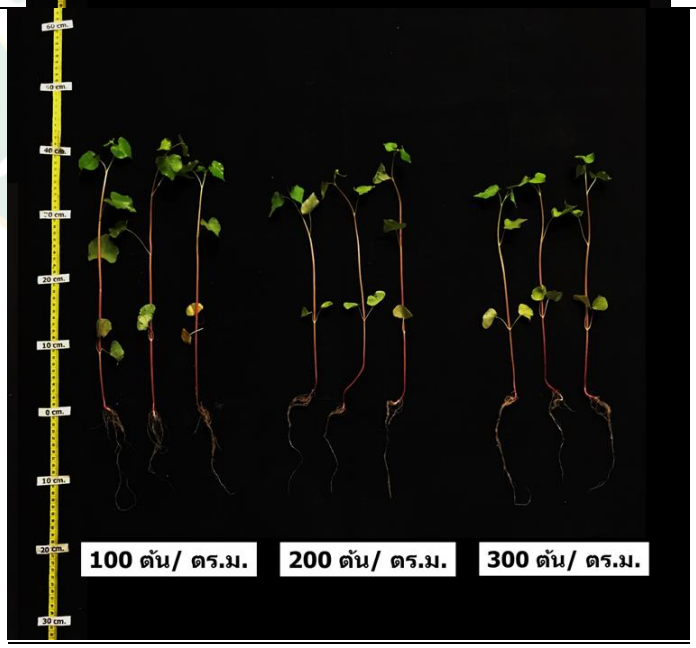
ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

อายุ	ความหนาแน่นต้น		
	100 ต้นต่อตารางเมตร	200 ต้นต่อตารางเมตร	300 ต้นต่อตารางเมตร
42วัน			

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

อายุ	ความหนาแน่นต้น		
	100 ต้นต่อตารางเมตร	200 ต้นต่อตารางเมตร	300 ต้นต่อตารางเมตร
49 วัน			

ตารางผนวกที่ 7 ต้นบักวีตสายพันธุ์ Taiwan 01 ที่ปลูกในสภาพความหนาแน่นต่างกัน 3 ความหนาแน่นต้น ที่อายุ 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงมกราคม 2563 (การทดลองที่ 2)

อายุ	ความหนาแน่นต้น		
	100 ต้นต่อตารางเมตร	200 ต้นต่อตารางเมตร	300 ต้นต่อตารางเมตร
14 วัน			
21 วัน			

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

อายุ	ความหนาแน่นต้น		
	100 ต้นต่อตารางเมตร	200 ต้นต่อตารางเมตร	300 ต้นต่อตารางเมตร
28 วัน			
35 วัน			

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

อายุ	ความหนาแน่นต้น		
	100 ต้นต่อตารางเมตร	200 ต้นต่อตารางเมตร	300 ต้นต่อตารางเมตร
42วัน			

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

อายุ	ความหนาแน่นต้น		
	100 ต้นต่อตารางเมตร	200 ต้นต่อตารางเมตร	300 ต้นต่อตารางเมตร
49 วัน			

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายพีรพันธ์ ทองเปลว

เกิดเมื่อ 8 พฤษภาคม 2540

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนต้น
โรงเรียนวิสุทธรังษี จังหวัดกาญจนบุรี

พ.ศ. 2558 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์
วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีกาญจนบุรี

พ.ศ. 2560 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)
สาขาวิชาพืชศาสตร์
วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีร้อยเอ็ด และ
Certificate-Diploma from Arava International
Center for Agriculture Training (AICAT),
Central Arava Region, Israel

พ.ศ. 2562 ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
สาขาวิชาพืชไร่ (เกียรตินิยมอันดับ 2)
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2563 เจ้าหน้าที่ประสานงาน-โครงการส่งเสริมเกษตรกรรุ่นใหม่
ให้มีความสามารถด้านการผลิตเพิ่มมูลค่าและสร้างตรา
สินค้าของข้าวอัตลักษณ์และพืชหลังนาบนพื้นที่สูงเพิ่ม
โอกาสการแข่งขันในตลาดอาหารเพื่อสุขภาพ
คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้