รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของฮอร์โมนพืชที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าหวาน

Effect of Plant Hormones on Growth and Yield of Stevia

รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล

นายบุญฤทธิ์ ชุมทอง

รายงานนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย	ผลของฮอร์โมนพืชที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าหวาน
หัวหน้าโครงการวิจัย	รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล
ผู้ร่วมวิจัย	นายบุญฤทธิ์ ชุมทอง
งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2561	100,000 บาท

บทคัดย่อ

การทดลองนี้ เป็นการศึกษาถึงผลของการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด ในอัตราที่แตกต่างกัน ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าหวาน ทำการทดลองในโรงเรือนทดลอง ที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ซึ่งทำการทดลองระหว่างเดือน กรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 มีการวางแผนการทดลองแบบ split plot in randomized complete design มีจำนวน 3 ซ้ำ main plot คือ ฮอร์โมนพืช 3 ชนิด ได้แก่ Ethylene, Gibberellic acid และ Paclobutrazol ส่วน sub plot คือ อัตราฉีดพ่นฮอร์โมนพืชที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0, 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 ppm จากผลการทดลอง ไม่พบสหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของฮอร์โมนพืช และอัตราที่ฉีดพ่นฮอร์โมนพืช ผลจากการทดลองนี้ พบว่าหญ้าหวานมีการตอบสนองการเจริญเติบโตทางลำต้น และมีผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง ต่อฮอร์โมนพืช Ethylene มากที่สุด รองลงมาคือ Gibberellic acid และ Paclobutrazol ตามลำดับ ส่วนอัตราฉีดพ่นฮอร์โมนพืชที่แตกต่างกัน พบว่า ที่อัตรา 200 ppm หญ้าหวานมีการตอบสนองการเจริญเติบโตทางลำต้น และมีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งสูงที่สุด สำหรับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตราที่สูงที่สุดคือ 300 ppm มีผลทำให้หญ้าหวานมีการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีค่าลดลง จากผลการทดลองพอที่จะสรุปได้ว่า การฉีดพ่นฮอร์โมนพืช Ethylene ในอัตรา 200 ppm มีผลทำให้หญ้าหวานมีการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title Effect of Plant Hormones on Growth and Yield of Stevia
Researcher Assoc. Prof. Dr. Somyot Detpiratmongkol
Co-researcher Mr. Bunyarit Chumthong
Faculty Agricultural Technology
Department Plant Production Technology

ABSTRACT

A pot experiment was conducted to investigate the effect of three growth regulator hormone spraying and variation doses on the growth and yield of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) at the greenhouse of Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand, during July to November, 2018. A split plot in randomized complete block design with three replications was employed. Three hormones (Ethylene, Gibberellic acid and Paclobutrazol) were as main plots and seven hormone concentration application treatments (0, 50, 100, 150, 200, 250 and 300 ppm) were allowed to the sub plot. The results disclosed that the interaction of plant hormones and hormone application doses on plant growth parameters were not significantly different. Stem growth and leaf dry weight yield were the highest by using Ethylene followed by Gibberellic acid and Paclobutrazol, respectively. Plant hormone concentrations effected on stem dry weight and leaf dry weight yield. Plant hormone concentration at 200 ppm was found the best among different plant hormone concentrations. The highest concentration of plant hormone application (300 ppm) decreased not only stem dry weight but also leaf dry weight yield. However, optimum rate of plant hormone concentration application (200 ppm) gave the highest plant growth parameters. Based on these results to have the highest leaf dry weight yield it may be suggested to apply Ethylene concentration at 200 ppm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

สารบัญ..... III

สารบัญตาราง..... V

บทที่ 1 คำนำ..... 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย..... 2

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหญ้าหวาน..... 3

2.2 การเขตกรรมของหญ้าหวาน..... 3

2.3 ประโยชน์ของหญ้าหวาน..... 4

2.4 การเอาดอกออกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช..... 4

2.5 จิบเบอเรลลินที่มีต่อการยับยั้งการออกดอกของพืช..... 5

2.6 พาโคลบิวทราโซลที่มีต่อการยับยั้งการออกดอกของพืช..... 6

2.7 เอทธิลีนที่มีต่อการยับยั้งการออกดอกของพืช..... 6

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย..... 8

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 8

3.2 แบบการวิจัย (Research design)..... 8

3.3 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล..... 10

บทที่ 4 ผลการทดลอง..... 11

4.1 การศึกษาถึงชนิดของฮอร์โมนพืช และระดับความเข้มข้นในการฉีดพ่นที่แตกต่างกัน ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าหวาน..... 11

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ.....	21
บรรณานุกรม.....	22
ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) และน้ำหนักลำต้นแห้ง ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด ในอัตราที่แตกต่างกัน ที่อายุ 120 วันหลังปลูก.....	12
2	น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น) และพื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด ในอัตราที่แตกต่างกัน ที่อายุ 120 วันหลังปลูก.	13
3	น้ำหนักช่อดอกแห้ง (กรัมต่อต้น) และน้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อต้น) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด ในอัตราที่แตกต่างกัน ที่อายุ 120 วันหลังปลูก.....	15
4	ดัชนีพื้นที่ใบ และ ดัชนีเก็บเกี่ยว ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด ในอัตราที่แตกต่างกัน ที่อายุ 120 วันหลังปลูก.....	16
5	น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น) และ ผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด ในอัตราที่แตกต่างกัน ที่อายุ 120 วันหลังปลูก.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
คำนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

หญ้าหวานหรือสตีเวีย (Stevia) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Stevia rebaudiana* Bertoni จัดอยู่ในตระกูล Asteraceae เป็นพืชล้มลุกมีลักษณะคล้ายต้นกระเพรา ใบมีรสหวานจัด ไม่ก่อให้เกิดพลังงาน จึงมีบทบาทอย่างมากในการนำมาใช้กับผู้มีปัญหาที่เกิดโรคเช่น โรคอ้วน โรคไขมันในเลือดสูง โรคความดันโลหิตสูงและโรคเบาหวาน ใบหญ้าหวานสามารถนำมาใช้แทนน้ำตาลได้ เพราะหญ้าหวานเป็นพืชที่มีความหวานมากกว่าน้ำตาลมากถึง 10-15 เท่า และเมื่อสกัดสารที่ให้ความหวานที่มีอยู่ในใบคือ สตีวิโอไซท์ (Stevioside) จะมีความหวานมากกว่าน้ำตาล 150-300 เท่า แต่ไม่ถูกย่อยให้เกิดพลังงาน ในต่างประเทศคือ ประเทศบราซิลและปรากวัย ชาวพื้นเมืองได้มีการใช้หญ้าหวานผสมกับชาดื่มกันมามากกว่า 1,500 ปี แล้ว สำหรับประเทศญี่ปุ่น และเกาหลี ก็มีผู้ที่นิยมบริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพ จึงมีการนำหญ้าหวานและสารสกัดจากหญ้าหวานมาใช้แทนน้ำตาลหรือทดแทนน้ำตาลบางส่วนมามากกว่า 35 ปีแล้ว ทั้งในอาหารและเครื่องดื่ม ได้แก่ น้ำชาเขียว น้ำอัดลม ขนมเบเกอรี่ ไอศกรีม เยลลี ซอสปรุงรส ลูกอม หมากฝรั่ง และอื่นๆ เป็นต้น (Richard, 2010) ในปัจจุบันความต้องการหญ้าหวานมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เพราะบริษัทที่ผลิตน้ำอัดลมหลายบริษัทไม่ว่าจะเป็นเป๊ปซี่และโค้ก ก็ได้มีการผลิตน้ำอัดลมโดยใช้หญ้าหวานทดแทนน้ำตาลกันมากขึ้น โดยเฉพาะน้ำหวานหรือเครื่องดื่มโลว์แคลอรี่ (Starrat *et al*., 2002; Richard, 2010) หญ้าหวานก็เป็นพืชเศรษฐกิจพืชหนึ่งที่ปลูกกันมากทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน ทำรายได้ให้แก่ประเทศไทย โดยเฉพาะการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศปีละหลายล้านบาท จึงมีผู้ปลูก และจำหน่ายหญ้าหวานกันมามากกว่า 16 ปี การปลูกหญ้าหวานให้ผลผลิตดี สามารถเก็บใบได้ทุก 3-4 เดือน และให้ผลผลิต 600-1,000 กิโลกรัมใบสดต่อไร่ต่อปี เกษตรกรลงทุน 12,000 บาทต่อไร่ สามารถทำรายได้ปีละ 20,000-24,000 บาทต่อไร่ โดยมีกำไรไม่ต่ำกว่า 8,000 บาทต่อไร่ต่อปี ซึ่งจะเห็นได้ว่าหญ้าหวานเป็นพืชที่มีประโยชน์และมีศักยภาพสามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรได้ดี (การเกษตร, 2554) อย่างไรก็ตามการปลูกของเกษตรกรส่วนใหญ่ผลผลิตของหญ้าหวานยังไม่สูงมากนัก เมื่อเปรียบเทียบกันกับการผลิตหญ้าหวานในต่างประเทศ ซึ่งให้ผลผลิตหญ้าหวานมากกว่าการปลูกในประเทศไทยมากถึง 2-3 เท่า ในงานทดลองนี้ได้ศึกษาถึงการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแก่หญ้าหวานเพื่อยับยั้งการออกดอก ซึ่งจากการสำรวจพื้นที่ปลูกหญ้าหวานในหลายจังหวัดก็พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการปลูกหญ้าหวานกันในช่วงฤดูหนาว ซึ่งในช่วงนี้สภาพภูมิอากาศมีความหนาวเย็น เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของหญ้าหวาน แต่ก็มีข้อจำกัดอยู่ว่าหญ้าหวานเป็นพืชวันสั้น เมื่อนำมาปลูกในช่วงฤดูหนาวประสบกับปัญหาที่ว่าก็คือ ช่วงแสงสั้นลงจะกระตุ้นให้หญ้าหวานเกิดการสร้างตาดอกเกิดขึ้นและมีการพัฒนาต่อเนื่องไปเป็นเมล็ด ซึ่งจะทำให้หญ้าหวานเข้าสู่วัยแก่เร็วขึ้น ผลผลิตใบมีน้อยลงและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเพิ่มความหวานในใบก็มีค่าลดลงไปด้วย จากปัญหาดังกล่าว ผู้ทำการวิจัยจึงมีแนวความคิดว่า ถ้ามีการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแก่หญ้าหวาน จะทำให้หญ้าหวานเข้าสู่วัยแก่ช้าลง ธาตุอาหารต่างๆ ที่สำคัญก็ต้องนำมาใช้ในการเจริญเติบโตของดอก และสร้างเมล็ด ก็จะมีการเคลื่อนย้ายเข้าสู่การสร้างใบใหม่เพิ่มขึ้น การสะสมธาตุอาหารไว้ในใบ และลำต้นเพิ่มมากขึ้นได้ จากการศึกษาเบื้องต้นจากการวิจัยในต่างประเทศก็พบว่า เมื่อมีการตัดเอาช่อดอกออกจะทำให้พืชที่กำลังเข้าสู่วัยสืบพันธุ์กลับมาเป็นการเร่งการเจริญเติบโตทางลำต้นอีกครั้ง มีการสร้างใบใหม่เพิ่มขึ้น และพืชมีการสะสมความหวานคือ Stevioside ในใบเพิ่มมากขึ้นได้ (Sumide, 1980; Xiang, 1983) Hobson *et al*. (2013) ได้ศึกษาถึงการเอาดอกออก และผลอ่อนออกในไม้ผล พบว่า พืชสามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น สำหรับการเอาดอกออกซึ่งดอกเหล่านี้เมื่อมีการถ่ายละอองเกสรพร้อมที่จะพัฒนากลายไปเป็นผล และเมล็ด ก็สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของพืชได้ ดอกและผลเป็น Sink ที่สำคัญของพืช เมื่อมีการเอา Sink ที่สำคัญเหล่านี้ออก ธาตุอาหารต่างๆ ก็จะมีการเคลื่อนย้ายไปยังส่วนอื่นๆ ของพืช เพื่อสนับสนุนการเจริญเติบโตทางลำต้น บางครั้งการเอาดอกออกไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น แต่สามารถทำให้พืชมีการเจริญเติบโตทางลำต้นมากขึ้นเท่ากับ 29 เปอร์เซ็นต์ในปีแรกและ 61 เปอร์เซ็นต์ ในปีที่ 2 แต่สำหรับการตัดช่อดอกของหญ้าหวานจะต้องใช้เวลาและใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก จึงทำให้เกษตรกรเสียเวลาและเพิ่มต้นทุนในการจ้างแรงงานเพื่อตัดช่อดอก โดยผู้ทำการวิจัยจึงมีแนวคิดว่าการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชให้แก่หญ้าหวาน เพื่อยับยั้งการออกดอกของหญ้าหวานจะทำให้เกษตรกรสามารถปฏิบัติได้สะดวกกว่าการใช้แรงงานมาตัดช่อดอกของหญ้าหวาน ซึ่งผลจากการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในหญ้าหวานจะให้ผลเป็นอย่างใด ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่เคยมีการศึกษากันมาก่อน อีกทั้งการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชชนิดใด และในอัตราที่เท่าใดจึงจะเหมาะสมที่จะทำให้ผลผลิตทางใบ และความหวานในลำต้นหญ้าหวานมีค่าเพิ่มมากขึ้น ก็ยังไม่เคยมีการศึกษาเช่นกัน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ขึ้น การศึกษาในครั้งนี้สามารถทำให้ผลผลิต และความหวานในใบของหญ้าหวานสามารถเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งผลที่ได้รับจากการทดลองนี้จะมีประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าหวานเป็นอย่างมาก เพื่อเกษตรกรที่จะได้นำไปใช้ในการเพิ่มผลผลิตให้แก่หญ้าหวานให้มากขึ้นได้ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อต้องการทราบถึงการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแต่ละชนิด ในอัตรา และจำนวนครั้งที่ฉีดพ่นแตกต่างกัน

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

เป็นการศึกษาถึงการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าหวานเมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแต่ละชนิด ในอัตรา และจำนวนครั้งที่ฉีดพ่นแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

หญ้าหวานหรือสตีเวีย (Stevia) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Stevia rebaudiana* Bertoni จัดอยู่ในตระกูล Asteraceae เป็นพืชล้มลุกมีลักษณะคล้ายต้นกระเพรา ใบมีรสหวานจัด ไม่ก่อให้เกิดพลังงานหญ้าหวานหรือสตีเวียเป็นไม้ล้มลุกอายุยาว เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศบราซิลและปรากวัย มีการค้นพบโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกาใต้ เมื่อปี พ.ศ. 1887 โดยชาวพื้นเมืองของประเทศปรากวัย ใช้หญ้าหวานนี้ผสมกับชาดื่มกันมามากกว่า 1,500 ปีมาแล้ว ต่อมาชาวญี่ปุ่นได้นำหญ้าหวานมาใช้ในการบริโภคอย่างกว้างขวาง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1982 สำหรับในประเทศไทยได้เริ่มนำหญ้าหวานมาปลูกในปี พ.ศ. 2518 และได้มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายบริเวณทางภาคเหนือของประเทศไทย (Brandle *et al*., 1998; Murayama *et al*., 1980; Geuns, 2003)

2.1 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ของหญ้าหวาน

ลำต้น เป็นไม้ล้มลุก มีอายุประมาณ 3 ปี ลำต้นเป็นพุ่มเตี้ย มีความสูง 20-90 เซนติเมตร ลำต้นมีลักษณะกลมและแข็ง

ใบ มีลักษณะเป็นใบเดี่ยว รูปหอก ขอบใบหยักคล้ายฟันเลื่อย มีความยาวของใบเท่ากับ 2-3 เซนติเมตร

ดอก มีลักษณะเป็นช่อมีสีขาว

ราก รากของหญ้าหวานเป็นแบบ Fibrous root system (การเกษตร, 2554)

2.2 การเขตกรรมของหญ้าหวาน

หญ้าหวานเป็นพืชที่ขึ้นได้ดีในเขตภาคเหนือของประเทศไทย อุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 20-26 องศาเซลเซียส และมีการเจริญเติบโตได้ดีเมื่อปลูกในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 600-700 เมตร ดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกหญ้าหวาน คือ ดินร่วนหรือร่วนปนทรายมีการระบายน้ำได้ดี การขยายพันธุ์หญ้าหวานโดยมากมักใช้การปักชำ และการเพาะเมล็ด สำหรับการปลูกโดยใช้กิ่งปักชำปลูก กิ่งที่ตัดมาควรมียาว 12-15 เซนติเมตร ปักชำเพาะลงในถุงพลาสติกหรือกระบะทราย เด็ดใบออกเสียก่อนเพราะถ้ารดน้ำความหวานของใบจะถูกชะล้างลงสู่ดิน จะทำให้ต้นกล้าที่ชำไว้แห้งตาย พอกิ่งปักชำแตกรากออกมา 10-14 วันจึงนำลงไปปลูกในแปลงที่เตรียมไว้ มีการให้น้ำและปุ๋ยอย่างเพียงพอแก่การเจริญเติบโต หญ้าหวานมีการปลูกมากในสวนผลไม้ หรืออาจจะปลูกแซมในสวนยางพาราก็ได้ ฤดูปลูกที่เหมาะสมอยู่ในช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม โดยยกร่องทำแปลงกว้างขนาด 1 เมตร และยาว 15 เมตร ปลูกหญ้าหวานได้ 7 แถว ระยะระหว่างแถวใช้ระยะ 10×10 เซนติเมตร ควรมีการกำจัดวัชพืชดายหญ้าในแปลงปลูกอยู่เสมอ สำหรับในช่วงฤดูแล้วควรมีการให้น้ำชลประทานเสริม หลังจากปลูกในราวปลายเดือนมีนาคมก็จะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ และสามารถเก็บเกี่ยวได้ 3-4 ครั้งต่อปี ขึ้นอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับการดูแลรักษา ผลผลิตหญ้าหวานจะสูงสุดในเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม หลังจากนั้นหญ้าหวานจะแก่และออกดอก ชะงักการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตต่ำสุดในเดือนตุลาคม-ธันวาคม (การเกษตร, 2554)

2.3 ประโยชน์ของหญ้าหวาน

สารสกัดจากหญ้าหวานมีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 300 เท่า มีสารประกอบพวกไกลโคไซด์ (Glycosides) อยู่ 88 ชนิด และมีสารให้ความหวานอยู่ 8 ชนิด ได้แก่ Stevioside, Rebaudioside A, B, C, D, E และ Dulcoside A ในใบของหญ้าหวานมีสารสตีวีโอไซด์ (Stevioside) มากที่สุดประมาณ 3-8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งของใบหญ้าหวาน ลักษณะเป็นผลึกแข็งสีขาวขนาดเล็กมีสูตรทางเคมี คือ $C_{38}H_{60}O_{18}$ ประกอบด้วย Sucrose sophorose และ Steviol ในสภาพอัดตัวกันแน่น และไม่แตกตัวออกจากกันในสภาวะธรรมชาติ มีน้ำหนักโมเลกุล 804.90 มีคุณสมบัติดูดความชื้นและมีจุดหลอมเหลว 198 องศาเซลเซียส สามารถละลายได้ในน้ำแอลกอฮอล์และตัวทำละลายอื่นๆ (Geuns, 2003; Brandle *et al.*, 1998)

สารสกัดจากหญ้าหวานมีความหวานมากกว่าน้ำตาล แต่ไม่มีคุณค่าทางอาหารสามารถรับประทานได้ประมาณ 0.92 กรัมต่อคนต่อวัน ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย ชาวญี่ปุ่นมีการบริโภคสารสกัดจากหญ้าหวานไม่ต่ำกว่า 1,000 ตันต่อปี โดยไม่มีรายงาน พบว่าผู้บริโภคได้รับพิษจากการบริโภคสารสกัดจากหญ้าหวานแต่อย่างไร นอกจากนี้ได้มีการนำสารสกัดจากหญ้าหวานมาผสมกับผักดอง ซีอิ้ว เต้าเจี้ยว และเครื่องดื่ม เช่น น้ำผลไม้ น้ำอัดลม เป็นต้น (Geuns, 2003)

การศึกษาเบื้องต้นในประเทศปรากวัยและบราซิล พบว่าการบริโภคสารสกัดหญ้าหวานเพียง 6-8 ชั่วโมง สามารถช่วยลดน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานได้ถึง 35 เปอร์เซ็นต์ ในประเทศจีนได้ใช้หญ้าหวานเป็นสมุนไพร เพื่อกระตุ้นความอยากในการบริโภคอาหาร ช่วยในการย่อยอาหาร และช่วยในเรื่องการควบคุมน้ำหนักได้ดีอีกด้วย (Geuns, 2003) สำหรับประเทศไทยมีการประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องสารสกัดจากหญ้าหวานเป็นผลิตภัณฑ์ควบคุม สำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักและในวงการแพทย์สำหรับผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน อย่างไรก็ตามสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ได้นำข้อมูลต่าง ๆ ทุกด้านที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ เศรษฐกิจ รวมถึงความแตกต่างกับสารให้ความหวานอื่น ๆ ที่มีการพิจารณาอนุญาตไปแล้วมาพิจารณาอีกครั้ง เพื่อให้เกิดผลในการบังคับใช้อย่างกว้างขวางขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อประเทศทั้งในด้านการคุ้มครองผู้บริโภคและการค้าต่อไป (การเกษตร, 2554)

2.4 การเอาดอกออกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

หญ้าหวานเป็นพืชวันสั้นเมื่อช่วงแสงสั้นลงก็จะออกดอก บางครั้งการออกดอกก็มีอิทธิพลของความเข้มของแสงร่วมด้วย (Sumide, 1980) Brandle (1998) กล่าวว่า การออกดอกของหญ้าหวานขึ้นอยู่กับช่วงแสง (Photoperiod) การออกดอกมีค่าลดลงได้เมื่อหญ้าหวานได้รับความยาวของวันเพิ่มขึ้น ในสภาพวันยาวปริมาณความหวานในใบหญ้าหวาน (Stevioside) มีค่าเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yermakov *et al.* (1996) ได้สรุปว่าการเพิ่มขึ้นของความยาวของวันไปจนถึง 16 ชั่วโมง สามารถทำให้หญ้าหวานมีการเจริญเติบโตทางใบเพิ่มมากขึ้น และปริมาณของความหวานในใบก็เพิ่มขึ้น (Metivier and Viana, 1979) Taleo *et al.* (1998) รายงานว่า ปริมาณความหวาน (stevioside) ทั้งหมดที่มีในใบหญ้าหวานมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับอัตราส่วนของใบและลำต้น หญ้าหวานที่ไม่ออกดอกจะมีอัตราส่วนของใบกับลำต้นมีค่ามาก และมีค่าความหวานในใบเพิ่มมากขึ้นด้วย เมื่อหญ้าหวานมีการออกดอกเราสามารถเอาดอกหญ้าหวานออกได้ ซึ่งการกระทำอย่างนี้จะเป็นการเร่งการเจริญเติบโตทางลำต้นของหญ้าหวานมากขึ้น (Sumide, 1980; Xiang, 1983) ปริมาณของความหวานโดยเฉพาะ stevioside ที่มีในใบ 4-16เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับหญ้าหวานในแต่ละชนิด ช่วงของการเจริญเติบโตและพันธุ์ที่นำมาใช้ปลูก (Bian, 1981; Nakamura, 1985) สำหรับการเอาดอกออกได้มีการศึกษาของ Hobson *et. al.* (2013) รายงานว่าในไม้ผลการเอาดอกและผลอ่อนออก จะช่วยทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น การเอาดอกออกซึ่งดอกเหล่านั้นจะพัฒนากลายเป็นผลขนาดเล็ก สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตทางลำต้นได้ ดอกและผลเป็น Sink ที่สำคัญของพืช เมื่อมีการเอา Sink ที่สำคัญเหล่านี้ออก ธาตุอาหารต่างๆ ก็จะมีการเคลื่อนย้ายไปยังส่วนอื่นๆ ของพืชเพื่อสนับสนุนการเจริญเติบโตทางลำต้น การเอาดอกออกหรือการตัดดอกออกไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น แต่สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของพืชมากขึ้นกว่า 29 เปอร์เซ็นต์ ในปีแรก และ 61 เปอร์เซ็นต์ ในปีที่ 2 การเอาดอกออกมักจะใช้มือปลิดเอาออกหรืออาจใช้เครื่องมือต่างๆ ในการตัดเอาดอกออกได้ สิ่งเหล่านี้เป็นที่อ้างถึงได้ว่าเมื่อมีการเอา Sink ที่สำคัญออก พืชจะมีการเข้าสู่การสร้างอาหารเพื่อมาสะสมที่ใบและลำต้น อีกทั้งมีการแตกกิ่งและสร้างใบใหม่ Mondol *et al.* (2013) ได้ทำการศึกษาถึงการเอาดอกออกของถั่วเขียว มีผลทำให้จำนวนกิ่ง ใบ และผลผลิตน้ำหนักแห้งมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเอาดอกออกจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากสำหรับหญ้าหวาน อย่างไรก็ตามการศึกษาถึงการเอาดอกออกยังมีการศึกษากันน้อยมากว่าจะมีผลกระทบต่อหญ้าหวานอย่างไรบ้าง และจำนวนครั้งในการเอาดอกยังเป็นเท่าใดในประเทศไทยก็ยังไม่เคยมีการศึกษาเช่นกัน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ขึ้น

2.5 จิบเบอเรลลินที่มีต่อการยับยั้งการออกดอกของพืช

จิบเบอเรลลิน (Gibberellins, GA_s) ค้นพบครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี ค.ศ. 1926 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นที่ศึกษาโรคของข้าวที่มีเชื้อสาเหตุมาจากเชื้อ *Gibberlla fujikuroi* ข้าวที่มีเชื้อนี้จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และผิดปกติ เมื่อสกัดเอาส่วนของข้าวที่เป็นโรคนี้ไปใส่ในพืชอื่นที่ปกติ ก็เกิดอาการเช่นเดียวกัน จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1939 จึงได้ผลิตสารนี้จากพืชที่เป็นโรคในรูปของผลึกขึ้นในชื่อว่า Gibberellin สาร GA_3 มีประสิทธิภาพอย่างมากในการกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์ และการแบ่งตัวของเซลล์ นอกจากนี้ GA_3 ยังมีผลยับยั้งการเกิดดอกของพืชอีกหลายชนิด โดยเฉพาะพืชที่ต้องการอากาศเย็นในการออกดอก เช่น มะม่วง ส้ม และแอปเปิล เป็นต้น การออกดอกจะถูกยับยั้งด้วย GA เนื่องจาก GA มีผลในการ promote vegetative growth เราสามารถยับยั้งการออกดอกของพืชหลายชนิดในช่วงฤดูที่ไม่ต้องการ เพื่อให้มีโอกาสที่จะออกดอกในนอกฤดูได้ (อนุชา จันทรบูรณ์, 2555) Lindberg *et al*. (2014) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการฉีดพ่น GA ในบลูเบอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รี่ พบว่า GA มีผลทำให้การออกดอกของบลูเบอร์รี่ลดลง โดยการฉีดพ่น GA_3 และ GA_{4+7} ในอัตรา 150-400 mg L^{-1} การยับยั้งการออกดอกอยู่ในช่วง 0-98 เปอร์เซ็นต์ และจะแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ของบลูเบอร์รี่ (Black and Ehlenfeldt, 2007; Ratamale *et al*., 2000) Kim *et al*.(2003) ทำการศึกษาถึงการฉีดพ่น GA_3 ในส้มแมนดาริน อัตรา 0, 25, 50 และ 100 ppm พบว่า จำนวนดอกของส้มแมนดารินลดลง และมีการเจริญเติบทางลำต้นที่เพิ่มขึ้น Bhujbal *et al*. (2012) ได้ทำการศึกษาถึงการฉีดพ่น GA_3 ในละมุด อัตรา 50, 100 และ 150 ppm. พบว่า การฉีดพ่น GA_3 อัตรา 150 ppm. จะทำให้ละมุดมีการแตกกิ่งใหม่ขึ้น ความยาวของลำต้นเพิ่มขึ้น และน้ำหนักใบต่อต้นมีค่ามากที่สุด อย่างไรก็ตาม การยับยั้งการออกดอกของ GA ก็ขึ้นอยู่กับช่วงของการเจริญเติบโต ระบบการลำเลียงอาหารของพืช การปฏิบัติดูแลรักษา และลักษณะประจำพันธุ์ของพืชนั้นๆ ด้วย (Martínez-Fuentes *et al*., 2004)

2.6 พาโคลบิวทราโซลที่มีต่อการยับยั้งการออกดอกของพืช

พาโคลบิวทราโซล (Paclobutrazol, PBZ) เป็นสารที่นักวิทยาศาสตร์กำลังให้ความสนใจในการวิจัยเพื่อประโยชน์ในการผลิตพืช สารนี้มีประสิทธิภาพสูงมาก และมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในอนาคต ผลของสารนี้มีผลทำให้พืชมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ลดความยาวของข้อปล้อง โดยวิธีการให้สาร PBZ ที่เหมาะสมคือ การรดลงดินเนื่องจากรากพืชสามารถดูดซึมสารนี้ได้ดี และการส่งผ่านท่อน้ำขึ้นไปยังส่วนต่างๆ ของพืช หรือการให้สารโดยการฉีดพ่นที่ลำต้นโดยตรง PBZ มีผลทั้งการเร่ง และยับยั้งการออกดอกของพืชได้ ซึ่งสาร PBZ สามารถกระตุ้นการออกดอกของไม้ผลบางชนิด เช่น ทุเรียน มะม่วง แอปเปิล และมะนาว เป็นต้น นอกจากนี้ PBZ ยังมีผลต่อสมดุลของฮอร์โมนต่างๆ ภายในพืช โดยเฉพาะ GA ที่ทำหน้าที่ในการกระตุ้น และยับยั้งการออกดอกของพืช ดังนั้น เมื่อการสังเคราะห์ GA ในพืชถูก PBZ ขัดขวาง จึงมีผลทำให้มีการยับยั้งการแทงช่อดอกได้ในพืชบางชนิด เช่น ผักกาดหอม และพืชที่เป็นทรงพุ่มเตี้ย ซึ่งการแทงช่อดอกของพืชเหล่านี้จะถูกควบคุมโดย GA (อนุชา จันทรบูรณ์, 2555) Cunha *et al*. (2003) ได้ทำการฉีดพ่น 2-(3-chlorophenoxy)-propinic acid (CPA) และ PBZ ในสับปะรด พบว่า CPA และ PBZ มีผลต่อการยับยั้งการออกดอกของสับปะรด ในอัตรา 90 และ 240 mg L^{-1} ตามลำดับ Yadava (2012) ได้ทำการฉีดพ่น PBZ ในโทงเทงฝรั่ง อัตรา 12.5, 25, 50 และ 100 ppm พบว่า การฉีดพ่น PBZ ในอัตรา 100 ppm มีผลทำให้ การออกดอกของโทงเทงฝรั่งช้ากว่า การฉีดพ่น PBZ ในอัตรา 12.5 ppm

2.7 เอทธิลีนที่มีต่อการยับยั้งการออกดอกของพืช

เอทธิลีน (Ethylene) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว มีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติ ในปี ค.ศ. 1900 Neljibow เป็นคนแรกที่พบว่า Ethylene มีคุณสมบัติเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต และอีก 50 ปีต่อมา Denny ได้พบว่า Ethylene เร่งการเปลี่ยนสีเขียวเป็นสีเหลืองของผลส้มได้ ทำให้ทราบว่า Ethylene เร่งการสุกของผลไม้ และเป็นสารที่ถูกปล่อยมาจากผลไม้ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังสุก Ethylene จึงถูกจัดเป็นฮอร์โมนพืชที่ทำให้เกิดการสุกของผลไม้ Ethylene เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโต การพัฒนา การแก่ การสุก และการเสื่อมสภาพ ในดอกไม้ และผลไม้ ในช่วงของการแบ่งเซลล์จะมีการสังเคราะห์ Ethylene สูงมาก หลังจากนั้นจะเป็นช่วงของการเพิ่มขนาดของเซลล์ และเริ่มแก่ อัตราการสังเคราะห์ Ethylene จะค่อยๆ ลดลง เมื่อมีการเจริญเติบโตอีกครั้งหนึ่ง (half grown stage) จะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีขึ้น เช่น การเปลี่ยนสีของผิว และเมื่อมีระยะแก่เต็มที่ จะมีอัตราการสังเคราะห์ Ethylene เพิ่มขึ้นอีกครั้ง ทำให้ผลไม้เกิดการสุกขึ้น Ethylene มีประโยชน์อย่างมากในทางการเกษตร แต่เนื่องจากสารนี้อยู่ในรูปของก๊าซทำให้การใช้ประโยชน์ค่อนข้างจำกัด จึงทำให้มีการค้นคว้า Ethylene ในรูปของของเหลวขึ้น จนในที่สุดก็พบสาร Ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) ซึ่งมีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขางจนถึงปัจจุบัน Ethylene มีผลต่อการหลุดร่วงของใบ ดอก และผล ดังนั้นจึงใช้ Ethylene มาช่วยในการปลิดผลของผลไม้บางชนิดในกรณีที่ติดผลมากเกินไป โดยใช้สาร Ethephon พ่นไปยังต้น ในขณะที่ดอกและผลยังอ่อนอยู่ (อนุชา จันทรบูรณ์, 2555) Rabie *et al*. (2011) รายงานว่า การฉีดพ่นสาร Aviglycine ในสับปะรด ฉีดพ่นในอัตรา 100 mg L^{-1} มีผลทำให้การออกดอกของสับปะรดลดลง 33.5 เปอร์เซ็นต์ การควบคุมการออกดอกของสับปะรด จะช่วยลดความเครียด และการเจริญเติบโตทางลำต้นของสับปะรด สามารถทำได้โดยการฉีดพ่นสาร Ethylene หรือ Ethephon (Barthomew *et al*., 2003) Kuan *et al*. (2005) รายงานว่า Aviglycine สามารถป้องกันการออกดอกของสับปะรดพันธุ์ Tainon 18 ได้เช่นเดียวกัน Rosli *et al*. (2012) ได้ทำการศึกษาถึง การฉีดพ่นสารอีทีฟอน ในสบู่ดำ อัตรา 0, 150, 300 และ 600 mg L^{-1} พบว่า การฉีดพ่นอีทีฟอน ในอัตรา 600 mg L^{-1} มีผลทำให้ดอกของสบู่ดำลดลงถึง 26.95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการฉีดพ่นอีทีฟอน 0 mg L^{-1} Moghadam and Mokhtarian (2006) รายงานว่า การฉีดพ่นอีทีฟอน 100 mg L^{-1} มีผลทำให้การออกดอกล่าช้าออกไป 3 วัน ในปี 2000 และ 7 วัน ในปี 2001 Coneve and Cline (2009) รายงานว่า Ethel มีผลทำให้ ลูกพืชพันธุ์ Baby Gold 5 มีการออกดอกที่ล่าช้าลง จำนวนผลในช่อลดลง และมีขนาดของผลใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 พืชทดลอง

หญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni.)

3.1.2 อุปกรณ์

1) ตู้อบความร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ WTB binder รุ่น 7200 Tuttlingen
2) เครื่องชั่งไฟฟ้า 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Adam รุ่น AFP-3100L
3) เครื่องวัดพื้นที่ใบ (Leaf area meter) ยี่ห้อ Li-COR รุ่น Model 3100
4) โพโรมิเตอร์ (Porometer) ยี่ห้อ Li-COR รุ่น LI-1600 Steady state
5) เครื่องมือวัดข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ยี่ห้อ Delta-T Logger รุ่น DL2e
6) กระป๋องเก็บตัวอย่างดิน (Soil moisture can)
7) ถาดวัดการระเหยของน้ำ (American class A pan)
8) เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ (Vernier caliper)
9) ถุงกระดาษสำหรับเก็บและอบตัวอย่างพืช
10) มีดคัตเตอร์
11) ปากกาเคมี
12) ป้ายชื่อสิ่งทดลอง
13) ถุงพลาสติก
14) ตลับเมตร
15) ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15

3.2 แบบการวิจัย (Research design)

3.2.1 เป็นการศึกษาถึงชนิดของฮอร์โมนพืช และระดับความเข้มข้นในการฉีดพ่นที่แตกต่างกันที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าหวาน

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in randomized complete block design มีจำนวน 3 ซ้ำ สิ่งทดลอง มีดังต่อไปนี้

Main plot ได้แก่ การฉีดพ่นฮอร์โมนพืชที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Gibberellic acid (GA_3)

2. Paclobutrazol (PBZ)

3. Ethylene (Ethephon)

Sub plot ได้แก่ ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนพืชที่ใช้ในการฉีดพ่น คือ 0, 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 ppm.

ปลูกหญ้าหวานลงในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร รวมทั้งหมด 252 กระถาง โดยใช้ต้นหญ้าหวานที่มีอายุประมาณ 15 วัน มีความยาวสม่ำเสมอยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 3 ต้นต่อกระถาง มีการให้น้ำแก่หญ้าหวานทุกวันในปริมาณเทียบเท่ากับปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 5 มิลลิเมตร ทำการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชเมื่อหญ้าหวานมีอายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก สำหรับการดูแลรักษามีการกำจัดวัชพืช จำนวน 3 ครั้ง เมื่อหญ้าหวานมีอายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก ส่วนการป้องกันกำจัดโรคและแมลงพบว่าในหญ้าหวานมีแมลงศัตรูพืชมารบกวนน้อยมาก จึงไม่มีการป้องกันกำจัด ทำการเก็บต้นสดได้เมื่อหญ้าหวานมีอายุ 30, 60, 90 และ 120 วันหลังปลูก

การเก็บข้อมูล

1. ตรวจวัดความสูงของลำต้น จากนั้นนำต้นหญ้าหวานมาแยกส่วนต่างๆ ของลำต้น เช่น ลำต้น ใบ ช่อดอก และราก หลังจากนั้นนำไปอบแห้งในตู้อบโดยใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักแห้งคงที่ แล้วจึงนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ และราก ซึ่งในการตรวจวัดหาน้ำหนักสดและแห้งนี้ตรวจวัดเมื่อหญ้าหวานมีอายุ 30, 60, 90 และ 120 วันหลังปลูก ตามลำดับ

2. ตรวจวัดพื้นที่ใบ โดยใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ใบ (Leaf area meter) รุ่น Model 3100 ของบริษัท Li-cor ผลิตที่ประเทศสหรัฐอเมริกา

3. หาค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว (Harvest index) ในช่วงเก็บเกี่ยวโดยใช้สูตร

$$\text{Harvest Index} = \frac{\text{Economic Yield}}{\text{Biological Yield}}$$

Economic Yield = ผลผลิตทางเศรษฐกิจ ได้แก่ น้ำหนักต้นและใบแห้งของหญ้าหวาน

Biological Yield = ผลผลิตทางชีวภาพ ซึ่งได้แก่ น้ำหนักแห้งทั้งหมดของหญ้าหวาน

ขั้นตอนและวิธีการในการวิเคราะห์

วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้ทางสถิติ ตามแผนการทดลอง Split plot in randomized complete block design และ หาค่า LSD เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละสิ่งทดลอง จากนั้นทำกราฟ และตาราง รวมทั้งรายงานผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

โรงเรือนทดลอง และห้องปฏิบัติการพืชไร่ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาถึงชนิดของฮอร์โมนพืช และระดับความเข้มข้นในการฉีดพ่นที่แตกต่างกัน ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าหวาน

4.1.1 ความสูงของลำต้น

ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด คือ จิบเบอเรลลิน พาโคลบิวทราโซล และเอทธิลีน พบว่า ความสูงของลำต้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลมีความสูงของลำต้นสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 74.09 เซนติเมตร รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลิน มีค่าเท่ากับ 58.75 เซนติเมตร ส่วนหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารเอทธิลีนจะมีความสูงต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่า 40.37 เซนติเมตร

สำหรับความสูงของลำต้นของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแตกต่างกัน 7 อัตรา พบว่า ความสูงของลำต้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช มีค่าความสูงของลำต้นสูงที่สุด เท่ากับ 67.71 เซนติเมตร รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 50, 100, 150, 200 และ 250 ppm ตามลำดับ ส่วนหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 300 ppm จะมีความสูงของลำต้นต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 47.21 เซนติเมตร

4.1.2 น้ำหนักลำต้นแห้ง

น้ำหนักลำต้นแห้ง (กรัมต่อต้น) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด คือ จิบเบอเรลลิน พาโคลบิวทราโซล และเอทธิลีน พบว่า น้ำหนักลำต้นแห้งมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารเอทธิลีนมีน้ำหนักลำต้นแห้งสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 20.89 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลิน มีค่าน้ำหนักลำต้นแห้งเท่ากับ 16.97 กรัมต่อต้น ส่วนหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลจะมีน้ำหนักลำต้นแห้งต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่า 11.53 กรัมต่อต้น

สำหรับน้ำหนักลำต้นแห้งของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแตกต่างกัน 7 อัตรา พบว่า น้ำหนักลำต้นแห้งของลำต้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 200 ppm มีค่าน้ำหนักลำต้นแห้งสูงที่สุด เท่ากับ 20.75 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 250, 300, 150, 100 และ 50 ppm ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนหญ้าหวานที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชจะมีน้ำหนักลำต้นแห้งของลำต้นต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.08 กรัมต่อต้น

ตารางที่ 1 ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) และน้ำหนักลำต้นแห้ง ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด ในอัตราที่แตกต่างกัน ที่อายุ 120 วันหลังปลูก

สิ่งทดลอง	ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร)	น้ำหนักลำต้นแห้ง (กรัมต่อต้น)
ชนิดของฮอร์โมน		
จิบเบอเรลลิน	58.75	16.97
พาโคลบิวทราโซล	74.09	11.53
เอทธิลีน	40.37	20.89
อัตราของฮอร์โมน		
0 ppm	67.71	12.08
50 ppm	62.77	13.01
100 ppm	59.74	14.90
150 ppm	59.11	17.17
200 ppm	54.60	20.75
250 ppm	53.03	19.45
300 ppm	47.21	17.84
ค่าเฉลี่ย	57.74	16.46
LSD (0.05)	9.41	2.38
LSD (0.05)	10.75	2.75
C.V. (%)	19.04	16.92
C.V. (%)	19.48	17.48

4.1.3 น้ำหนักใบแห้ง

น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด คือ จิบเบอเรลลิน พาโคลบิวทราโซล และเอทธิลีน พบว่า น้ำหนักใบแห้งมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารเอทธิลีนมีน้ำหนักใบแห้งสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 12.81 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลิน มีค่าน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 10.10 กรัมต่อต้น ส่วนหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลจะมีน้ำหนักใบแห้งต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่า 7.74 กรัมต่อต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับน้ำหนักใบแห้งของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแตกต่างกัน 7 อัตรา พบว่า น้ำหนักใบแห้งของลำต้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 200 ppm มีค่าน้ำหนักใบแห้งสูงที่สุด เท่ากับ 13.06 กรัมต่อต้น รองลงมาคือหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 250, 300, 150, 100 และ 50 ppm ตามลำดับ ส่วนหญ้าหวานที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชจะมีน้ำหนักใบแห้งของลำต้นต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.49 กรัมต่อต้น

4.1.4 พื้นที่ใบ

พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด

ตารางที่ 2 น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น) และพื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด ในอัตราที่แตกต่างกัน ที่อายุ 120 วันหลังปลูก

สิ่งทดลอง	น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น)	พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร)
ชนิดของฮอร์โมน		
จิบเบอเรลลิน	10.10	939.50
พาโคลบิวทราโซล	7.74	511.80
เอทธิลีน	12.81	1,188.20
อัตราของฮอร์โมน		
0 ppm	7.49	633.50
50 ppm	8.55	735.50
100 ppm	9.21	791.80
150 ppm	10.56	911.00
200 ppm	13.06	1,143.40
250 ppm	11.84	1,020.10
300 ppm	10.80	923.60
ค่าเฉลี่ย	10.22	879.85
LSD (0.05)	1.38	142.83
LSD (0.05)	1.57	145.78
C.V. (%)	15.83	18.95
C.V. (%)	16.14	17.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ จิบเบอเรลลิน พาโคลบิวทราโซล และเอทธิลีน พบว่า พื้นที่ใบมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารเอทธิลีนมีพื้นที่ใบสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 1,188.20 ตารางเซนติเมตร รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลิน มีค่าพื้นที่ใบเท่ากับ 939.50 ตารางเซนติเมตร ส่วนหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลจะมีพื้นที่ใบต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่า 511.80 ตารางเซนติเมตร

สำหรับพื้นที่ใบของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแตกต่างกัน 7 อัตรา พบว่า พื้นที่ใบของลำต้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 200 ppm มีค่าพื้นที่ใบสูงที่สุด เท่ากับ 1,143.40 ตารางเซนติเมตร รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 250, 300, 150, 100 และ 50 ppm ตามลำดับ ส่วนหญ้าหวานที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชจะมีพื้นที่ใบของลำต้นต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 633.50 ตารางเซนติเมตร

4.1.5 น้ำหนักช่อดอกแห้ง

น้ำหนักช่อดอกแห้ง (กรัมต่อต้น) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด คือ จิบเบอเรลลิน พาโคลบิวทราโซล และเอทธิลีน พบว่า น้ำหนักช่อดอกแห้งมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลมีน้ำหนักช่อดอกแห้งสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 1.72 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลิน มีค่าน้ำหนักช่อดอกแห้งเท่ากับ 1.48 กรัมต่อต้น ส่วนหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารเอทธิลีนจะมีน้ำหนักช่อดอกแห้งต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่า 1.05 กรัมต่อต้น

สำหรับน้ำหนักช่อดอกแห้งของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแตกต่างกัน 7 อัตรา พบว่า น้ำหนักช่อดอกแห้งของลำต้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช มีค่าน้ำหนักช่อดอกแห้งสูงที่สุด เท่ากับ 1.80 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 50, 100, 150, 200 และ 250 ppm ตามลำดับ ส่วนหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 300 ppm จะมีน้ำหนักช่อดอกแห้งของลำต้นต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.98 กรัมต่อต้น

4.1.6 น้ำหนักรากแห้ง

น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อต้น) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด คือ จิบเบอเรลลิน พาโคลบิวทราโซล และเอทธิลีน พบว่า น้ำหนักรากแห้งมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารเอทธิลีนมีน้ำหนักรากแห้งสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.98 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลิน มีค่าน้ำหนักรากแห้งเท่ากับ 0.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัมต่อต้น ส่วนหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลจะมีน้ำหนักรากแห้งต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่า 0.40 กรัมต่อต้น

สำหรับน้ำหนักรากแห้งของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแตกต่างกัน 7 อัตรา พบว่า น้ำหนักรากแห้งของลำต้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 200 ppm มีค่าน้ำหนักรากแห้งสูงที่สุด เท่ากับ 0.89 กรัมต่อต้น รองลงมาคือหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 250, 300, 150, 100 และ 50 ppm ตามลำดับ ส่วนหญ้าหวานที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชจะมีน้ำหนักรากแห้งของลำต้นต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.53 กรัมต่อต้น

ตารางที่ 3 น้ำหนักช่อดอกแห้ง (กรัมต่อต้น) และน้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อต้น) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด ในอัตราที่แตกต่างกัน ที่อายุ 120 วันหลังปลูก

สิ่งทดลอง	น้ำหนักช่อดอกแห้ง (กรัมต่อต้น)	น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อต้น)
ชนิดของฮอร์โมน		
จิบเบอเรลลิน	1.48	0.79
พาโคลบิวทราโซล	1.72	0.40
เอทธิลีน	1.05	0.98
อัตราของฮอร์โมน		
0 ppm	1.80	0.53
50 ppm	1.66	0.58
100 ppm	1.56	0.67
150 ppm	1.48	0.76
200 ppm	1.27	0.89
250 ppm	1.16	0.86
300 ppm	0.98	0.78
ค่าเฉลี่ย	1.42	0.72
LSD (0.05)	0.14	0.08
LSD (0.05)	0.23	0.10
C.V. (%)	11.51	13.80
C.V. (%)	17.58	15.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 ดัชนีพื้นที่ใบ

ดัชนีพื้นที่ใบของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด คือ จิบเบอเรลลิน พาโคลบิวทราโซล และเอทธิลีน พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารพาเอทธิลีนมีดัชนีพื้นที่ใบสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 1.63 รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลิน มีค่าดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 1.28 ส่วนหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารพาโคลบิว ทราโซลจะมีดัชนีพื้นที่ใบต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่า 0.70

สำหรับดัชนีพื้นที่ใบของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแตกต่างกัน 7 อัตรา พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบของลำต้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 200 ppm มีค่าดัชนีพื้นที่ใบที่สุด เท่ากับ 1.56 รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 250, 300, 150,100 และ 50 ppm ตามลำดับ ส่วนหญ้าหวานที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช จะมีดัชนีพื้นที่ใบของลำต้นต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87

ตารางที่ 4 ดัชนีพื้นที่ใบ และ ดัชนีเก็บเกี่ยว ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด ในอัตราที่แตกต่างกัน ที่อายุ 120 วันหลังปลูก

สิ่งทดลอง	ดัชนีพื้นที่ใบ	ดัชนีเก็บเกี่ยว
ชนิดของฮอร์โมน		
จิบเบอเรลลิน	1.28	0.62
พาโคลบิวทราโซล	0.70	0.60
เอทธิลีน	1.63	0.62
อัตราของฮอร์โมน		
0 ppm	0.87	0.62
50 ppm	1.00	0.60
100 ppm	1.08	0.62
150 ppm	1.24	0.62
200 ppm	1.56	0.61
250 ppm	1.39	0.62
300 ppm	1.26	0.62
ค่าเฉลี่ย	1.20	0.61
LSD (0.05)	0.19	0.02
LSD (0.05)	0.19	0.02
C.V. (%)	19.16	5.51
C.V. (%)	17.27	5.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.8 ดัชนีเก็บเกี่ยว

ดัชนีเก็บเกี่ยวของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด คือ จิบเบอเรลลิน พาโคลบิวทราโซล และเอทธิลีน พบว่า ดัชนีเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

สำหรับดัชนีเก็บเกี่ยวของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแตกต่างกัน 7 อัตรา ก็พบเช่นเดียวกันว่า ดัชนีเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

4.1.9 น้ำหนักแห้งรวม

น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด คือ จิบเบอเรลลิน พาโคลบิวทราโซล และเอทธิลีน พบว่า น้ำหนักแห้งรวมมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารพาเอทธิลีนมีน้ำหนักแห้งรวมสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 35.74 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลิน มีค่าน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 29.35 กรัมต่อต้น ส่วนหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารพาโคลบิว ทราโซลจะมีน้ำหนักแห้งรวมต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่า 21.40 กรัมต่อต้น

สำหรับน้ำหนักแห้งรวมของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแตกต่างกัน 7 อัตรา พบว่า น้ำหนักแห้งรวมของลำต้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 200 ppm มีค่าน้ำหนักแห้งรวมที่สุด เท่ากับ 35.98 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 250, 300, 150,100 และ 50 ppm ตามลำดับ ส่วนหญ้าหวานที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช จะมีน้ำหนักแห้งรวมต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 21.93 กรัมต่อต้น

4.1.10 ผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง

ผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด คือ จิบเบอเรลลิน พาโคลบิวทราโซล และเอทธิลีน พบว่า ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารพาเอทธิลีนมีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 175.76 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลิน มีค่าผลผลิตน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 138.49 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารพาโคลบิว ทราโซลจะมีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่า 106.16 กรัมต่อตารางเมตร

สำหรับน้ำหนักแห้งรวมของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชแตกต่างกัน 7 อัตรา พบว่า ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งของลำต้นมีความแตกต่างกันในทางสถิติ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 200 ppm มีค่าผลผลิตน้ำหนักใบแห้งที่สุด เท่ากับ 179.09 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 250, 300, 150,100 และ 50 ppm ตามลำดับ ส่วนหญ้าหวานที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช จะมีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 102.76 กรัมต่อตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น) และ ผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของหญ้าหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืช 3 ชนิด ในอัตราที่แตกต่างกัน ที่อายุ 120 วันหลังปลูก

สิ่งทดลอง	น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น)	ผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร)
ชนิดของฮอร์โมน		
จิบเบอเรลลิน	29.35	138.49
พาโคลบิวทราโซล	21.40	106.16
เอทธิลีน	35.74	175.76
อัตราของฮอร์โมน		
0 ppm	21.93	102.76
50 ppm	23.82	117.28
100 ppm	26.36	126.36
150 ppm	29.99	144.82
200 ppm	35.98	179.09
250 ppm	33.33	162.41
300 ppm	30.42	148.21
ค่าเฉลี่ย	28.83	140.14
LSD (0.05)	2.82	19.00
LSD (0.05)	3.58	21.62
C.V. (%)	11.42	15.83
C.V. (%)	13.00	16.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการทดลองนี้ได้ทำการศึกษาถึงการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชเพื่อยับยั้งการออกดอกของหญ้าหวาน เนื่องจากการออกดอกของหญ้าหวานเป็นปัญหาที่มีผลทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตใบแห้งลดลง โดยเป็นการต่อยอดจากการทดลองของ Chumthong and Detpiratmongkol (2018) ที่ได้ทำการศึกษาการตัดช่อดอกของหญ้าหวาน พบว่า การตัดช่อดอกของหญ้าหวานมีผลทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตใบเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับการทดลองของ Masinde and Agong (2011) ที่ได้ทำการศึกษา การตัดช่อดอกของผักเสี้ยน พบว่า เมื่อได้ทำการตัดช่อดอกของผักเสี้ยนก็มีผลทำให้ผักเสี้ยนมีการเจริญเติบโตทางลำต้นเพิ่มขึ้น แต่ข้อเสียของการตัดช่อดอกด้วยมือคือ ต้องใช้แรงงานคนจำนวนมาก และมีค่าใช้จ่ายที่สูง ดังนั้นจึงมีแนวคิดโดยการใช้ฮอร์โมนพืชฉีดพ่นเพื่อยับยั้งการออกดอกแทน เนื่องจากมีความสะดวก ใช้แรงงานน้อย และประหยัดค่าใช้จ่าย ซึ่งสามารถลดต้นทุนการผลิต และยังเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกรได้อีกด้วย (Joshi *et al*., 2011)

ผลจากการทดลอง พบว่า หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชทั้ง 3 สาร มีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น และการสะสมน้ำหนักแห้งรวม มีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ โดยหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นเอทธิลีน มีการเจริญเติบโตทางลำต้นค่อนข้างมาก และมีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมมีค่ามากที่สุด จึงทำให้มีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นจิบเบอเรลลิน ส่วนหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นพาโคลบิวทราโซล มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมน้อยที่สุด จึงมีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีค่าน้อยที่สุด (ตารางที่ 4) จากการที่หญ้าหวานได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชต่างชนิดกัน ซึ่งมีผลทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตน้ำหนักใบแห้งแตกต่างกัน อาจเป็นไปได้ว่า หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่น เอทธิลีน โดยที่เอทธิลีนอาจมีผลต่อการยับยั้งการออกดอกของหญ้าหวาน ซึ่งดอกของหญ้าหวานเป็นแหล่งสะสมอาหารที่สำคัญ เมื่อการออกดอกถูกยับยั้งการสะสมอาหารก็จะไปเก็บสะสมที่ลำต้น และใบแทน สำหรับลำต้น และใบที่มีอยู่ได้รับอาหารอย่างเพียงพอแล้ว แต่ยังมีอาหารที่สร้างขึ้นเหลืออยู่ พืชจึงต้องสร้างแหล่งรับอาหารที่เพิ่มขึ้น (Prashanth *et al*., 2006; Di Benedetto and Molinari, 2007) เป็นผลทำให้ค่าวิเคราะห์การเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตใบเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hashim (2014) and Shekoat and Emam (2008)

สำหรับหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน มีการตอบสนองต่ออัตราการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชที่แตกต่างกัน มีการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง กล่าวคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 200 ppm มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวม และผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชในอัตรา 250, 300, 150, 100 และ 50 ppm ส่วนหญ้าหวานที่ไม่ได้รับการฉีดพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮอร์โมนพืช มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวม และผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Deepa *et al*. (2016) และ Zeboon *et al*. (2017) การที่หญ้าหวานได้รับการฉีดพ่นฮฮร์โมนพืชในอัตรามากเกินไป คือ 250 และ 300 ppm มีผลทำให้น้ำหนักใบแห้งและพื้นที่ใบลดลง เนื่องจากเกิดอาการไหม้ของใบหญ้าหวาน ซึ่งเห็นได้ชัดที่บริเวณขอบใบ โดยลักษณะของใบหญ้าหวานจะเกิดการบิดเบี้ยว และโค้งงอ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตน้ำหนักใบแห้งลดลง ดังนั้น การฉีดพ่นฉีดพ่นฮอร์โมนพืชเพื่อการเจริญเติบโต และผลผลิตใบแห้งของหญ้าหวาน อัตราที่เหมาะสมคือ ที่อัตรา 200 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

การปลูกหญ้าหวานเพื่อศึกษาถึงชนิดของฮอร์โมนพืช และระดับความเข้มข้นในการฉีดพ่นที่แตกต่างกัน ที่มีต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตของหญ้าหวาน พอที่สรุปได้ว่า หญ้าหวานมีการตอบสนองต่อฮอร์โมนเอทธิลีนดีที่สุด หญ้าหวานมีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ดี และให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมากที่สุด รองลงมาคือ หญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ส่วนหญ้าหวานที่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพาโคลบิวทราโซล หญ้าหวานมีการเจริญเติบโตทางลำต้นน้อย จึงมีทำให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งน้อยลงตามไปด้วย สำหรับระดับความเข้มข้นในการฉีดพ่นที่แตกต่างกัน พบว่า ควรฉีดพ่นฮอร์โมนพืชที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm จะดีที่สุด หญ้าหวานมีการเจริญเติบโตทางลำต้น และให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมากที่สุด รองลงมาคือ หารฉีดพ่นฮอร์โมนพืชที่ระดับความเข้มข้น 250, 300, 150, 100 และ 50 ppm ส่วนหญ้าหวานที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นฮอร์โมนพืชมีการเจริญเติบโตทางลำต้น และให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งน้อยที่สุด ไม่พบสหสัมพันธ์ระหว่างชนิดของฮอร์โมนพืช และระดับความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

อนุชา จันทรบูรณ์. 2555. **สารทางการเกษตรเพื่อการผลิตพืช**. น่าน: สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

Bartholomew, D. P., Paull, R. E. and Rohrbach, K. G. 2003. **The pineapple: botany, production and uses.** Wallingford, UK: CABI Publishing.

Bhujbal, D. S., Naik, D. M. and Kale, S. A. 2012. "Effect of growth regulators on growth and yield of sapota [*Manilkara achras* (Mill.) Forsberg]". **Asian. J. Hort.** 7(2) :351-353.

Bian, Y. M. 1981. "Studies on *Stevia rebaudiana*, a new sweet-tasting plant: refining stevioside and determination of its concentration". **Plant. Physiol. Commun.** 3(2): 15-17.

Black, B. L. and Ehlenfeldt, M. K. 2007. "Foliar applications of GA_{4+7} reduce flowering in highbush blueberry". **Hort. Sci.** 42(3): 555-558.

Brandle, L.E., Starratt, A.N. and Gijzen, M. 1998. "*Stevia rebaudiana*: its agriculture, biological, and chemical properties". **Can. J. Plant. SCI.** 78(4): 527-536.

Chumthong, B. and Detpiratmonkol, S. (2018). Response of biomass and yield of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni.) to flower removal. International Journal of Agricultural Technology. 14: 1141-1146.

Cunha, G. A. P., Costa, J. T. A. and Reinhardt, D. H. 2003. "Natural flowering in pineapple: Inhibition by growth regulators". **Fruits**. 58(1): 27–37.

Deepa, M.R., Sheema, D.P. and Udayan, P.S. (2016). Floristic diversities and medicinal importance of selected sacred groves in Thrissur district, Kerala. Tropical Plant Research. 3: 230–242.

Di Benedetto A. and Molinari J. (2007). Influence of river waste-based media on efficacy of paclobutrazol in inhibiting growth of *Petunia* × *hybrida*. International Journal of Agricultural Research. 2: 289-295.

Geuns, J.M. (2010). Stevia and steviol glycosides. Heverlee, Belgium: Euprint.

Hashim, M.A. (2014). Response of wheat "*Triticum aestivum*,L". to the ethephon and boron. Ph. Dissertation. In: Field Crops Dept, College of Agriculture, Baghdad Univ, pp. 143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hobson, D.W., Hammermeister, A., Pruski, K. and Lynch, D. 2013. "Flower removal of organic blackcurrant to increase bush growth and yield durring establishment". **Proceedings of the CSA-CSHS-CCA-AIA Conference 2012**. Saskatoon, SK. 16-19 July 2012.

Joshi, B., Sah, G., Basnet, B. and Bhatt, M. (2011). Phytochemical extraction and antimicrobial properties of different medicinal plants: *Ocimum sanctum* (Tulsi), *Eugenia caryophyllata* (Clove), *Achyranthes*. Journal of Microbiol Antimicrob 3: 1–7.

Kim, M. Y., Kim, Y., Kho, C. M. and Sang, O. 2003. "Effects of foliar application of GA_3 on flowering and fruit quality of very early-maturing satsuma mandarin". **Korean. J. Hortic. Sci.** 21(2): 110-113.

Kuan, C. S., Yu, C. W., Lin, M. L., Hsu, H. T., Bartholomew, D. P. and Lin, C. H. 2005. "Foliar application of aviglycine reduces natural flowering in pineapple". **Hort. Sci.** 40(1):123-126.

Lindberg, W., Hanson, E. and Lobos, G. A. 2014. "Partial inhibition of flowering in young highbush blueberries with gibberellins". **Cien. Inv. Agr.** 41(3): 349-356.

Martínez-Fuentes, A., Mesejo, C., Juan, M., Almela, V. and Agustí, M. 2004. "Restrictions on the exogenous control of flowering in citrus". **Acta. Hort.** 632(2): 91–98.

Maruyama, K., Otsuki, T. and Mitsui, K. 1980. "Facile photochemical synthesis of polycyclic aromatic compounds". **J. Org. Chem**. 45(8): 1424-1428.

Masinde, P.W. and Agong, S.G. (2011). Plant growth and leaf N of spider plant (*Cleome gynadra* L.) genotypes under varying nitrogen supply. African Journal of Horticultural Science. 5:36-49.

Metivier, J. and Viana, A. M. 1979. "The Effect of long and short day length upon the growth of whole plants and the level of soluble proteins, sugars, and stevioside in leaves of *Stevia rebaudiana* Bert.". **J. Exp. Bot.** 30(6): 1211-1222.

Moghadam, E. G. and Mokhtarian, A. 2006. "Delaying Apricot (cv. 'Shahroudi') flower induction by growth regulators application". **J. Applied. Sci.** 6(2): 266-269.

Mondal, M. M. A., Fakir, M. S. A., Puteh, A. B. and Malek, M. A. 2013. "Deflowering effect on morpho-physiological features and yield in mungbean". **J. Food. Agric. Environ.** 11(2): 557-562.

Nakamura, S. and Tamura, Y. 1985. "Variation in the main glycosides of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni)". **Jpn. J. Trop. Agric**. 29(1): 109-115.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Prashanth, P., Reddy, S.A. and Srihari, D. (2006). Studies on the effect of certain plant growth regulators on growth of Floribunda Roses (*Rosa hybrida* L.). The Orissa Journal Of Horticulture. 34: 78-82.

Rabie, E. C., Mbatha, B. W. and Tustin, H. A. 2011. "The effect of aviglycine application rate and frequency on the inhibition of natural flowering of 'Queen' pineapple in South Africa". **Acta. Hort.** 902(2): 281-290.

Retamales, J. B., Hanson, E. J. and Bukovac, M. J. 2000. "GA_3 as a flowering inhibitor in blueberries". **Acta. Hort.** 527(3): 147-151.

Rosli, R., Asghar, A. R. S. and Sabri, N. F. 2012. "Effect of ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) on leaves, flowering, fruiting and seed of local *Jatropha curcas* L.". **Jurnal Intelek.** 7(2): 33-38.

Shekoaf, A. and Emam, Y. (2008). Plant growth regulator (Ethephon) alters Maize (*Zea mays*, L.) growth, water use and grain yield under water stress. Journal of Agronomy. 7: 41-48.

Starrat, A.N., Kirby, C.W., Pocs, R. and Brandle, J.E. 2002. "Rebaudioside F, a diterpene glycoside from *Stevia rebaudiana*". **Phytochemistry**. 59(2): 367–370.

Sumide, T. 1980. "Studies on *Stevia rebaudiana* Bertoni as a new possible crop for sweetening resource in Japan". **J. Cent. Agric. Exp**. 31(2): 1-71.

Xiang, Y. 1983. "Relationship between pollen and embryo sac development in wheat, *Triticum aestivum* L". **Bot. Gaz.** 144(2): 191-200.

Yadava, L. P. 2012. "Effect of growth retardants on floral biology, fruit set and fruit quality of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.)". **Am. J. Plant. Physiol.** 7(1): 1-6.

Zeboon, N.H., Hassan, S. A. Al. and Bager, H. A. (2017). Response of two wheat varieties to irrigation blocking and ethephon foliar application. Alexandria Journal of Agricultural Sciences. 62: 111-118.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology XXXX Vol. X(X):XXXX-XXXX
Available online http://www.ijat-aatsea.com
ISSN 2630-0192 (Online)

Influence of ethephon spraying on the growth and yield of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni.)

Chumthong B.[1*] and Detpiratmongkol S.[1]

[1]Plant Production Technology Department, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand.

B. Chumthong and S. Detpiratmongkol (2019) Influence of ethephon spraying on growth and yield of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni.). Journal of Agricultural Technology x(x):xxx

Abstract A pot experiment was conducted to investigate the effects of variations in ethephon spraying doses and the number of times of spraying on the growth and yield of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni.) at the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok. The treatments consisted of three different times of ethephon spraying (such as 1): spraying at 30 days after transplanting stevia (DAT); spraying two times at 30 and 60 DAT; and spraying three times at 30, 60 and 90 DAT. They also consisted of seven different doses of ethephon (0, 50, 100, 150, 200, 250 and 300 ppm). A split plot, randomized, complete block design with three replications was employed, where variations in the number of times of ethephon spraying and doses of ethephon were the main plot and sub plot, respectively. The results indicate that spraying ethephon for three times gave stevia the highest growth (of stem, leaf, root dry weight and total dry weight) and leaf dry weight yield, followed by spraying for two times and one time. Spraying stevia with 200 ppm of ethephon gave the highest total dry weight and leaf dry weight yield. It can be concluded that application of ethephon (200 ppm) for three times at 30, 60 and 90 DAT gave the highest vegetative growth and yield of stevia.

Keywords: ethephon, growth, yield, stevia.

Introduction

Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni.) is an abiding herb of the Asteracceae family. It is aboriginal of South America, particularly Paraquay and Brazil. Its leaves have a great potential for significant economic gain mainly due to their high content of natural non-caloric sweeteners known as steviol glycosides (Koubaa *et al.*, 2015, Wölwer - Rieck, 2012). Among the known steviol glycosides, the most substantial glycoside in stevia leaf is stevioside, which is about 300 times sweeter than sucrose, that does not generate any energy and has a glycemic index of zero (Puri *et al.*, 2011). Generally, the content of steviol glycosides may vary from 4-20 % of leaf dry matter (Starrat *et al.*, 2002). Stevioside is the main steviol glycoside. It has been reported that this compound can lower the postcibal blood glucose level in Type II diabetic patients and the blood pressure in mildly

* **Corresponding author:** Chumthong, B.; **E-mail:** bunyarit1251@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

hypertensive patients (Gregersen *et al.*, 2004). The stems and leaves of the plant often stop growing when flowering occurs, resulting in reduced leaf yield. The solution to this problem is to remove the flowers which will also delay its senescence as well as boost its leaf productivity. A stevia plant that has been deflowered will have a higher number of branches and more vegetative growth. Flower removal increased leaf yield from 21% to 62% (Chumthong and Detpiratmongkol, 2018). That study also reported that removing flowers by hand for four times (at 30, 60, 75 and 85 days after transplanting) gave the highest number of leaves, total biomass dry weight and leaf dry weight yield compared to the control (no flower removal). However, manual deflowering or cutting flowers by hands requires a lot of time and costs. Therefore, we had an idea to spray ethephon hormone on stevia to deflower it instead of manual deflowering. Ethephon hormone is a plant growth regulator (PGR) that can help inhibit flowering. It has been shown to promote growth and yield with significant benefits (Joshi *et al.*, 2011). However, to the best of our knowledge, there has not been no report on how much should the dose be and how many times ethephon should be sprayed on stevia to achieve the desired deflowering effect with no harmful side effects. Therefore, the objective of this study was to investigate the effects on the growth and yield of stevia of various ethephon doses and the number of times it was sprayed on stevia.

Materials and methods

In this experimental research, several stevia plants of about the same size were transplanted in pots (3 plants in a pot) and maintained well under glass-house conditions during July, 2018 to November, 2018, at the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand (at an elevation of 50 m above mean sea level, 13° 43' 36.21" N latitude and 100° 46' 48.45" E longitude). The soil that they were planted in was Bangkok series, clay in texture, and slightly acidic with pH 6.12. The experiment was a split plot, randomized, complete block design with three replications. Treatments comprised of three different number of times of ethephon spraying as the main plot: 1) spraying for one time at 30 days after transplanting (DAT); 2) spraying for two times 30 and 60 DAT; and 3) spraying for three times at 30, 60 and 90 DAT. Seven doses of ethephon (0, 50, 100, 150, 200, 250 and 300 ppm) were used as a sub plot. Crop harvesting was done at 120 days of transplanting by cutting the plant at 5 cm above the ground level. Plant height, number of branches, stem dry weight, leaf dry weight, flower dry weight and root dry weight were recorded. The stems, leaves, flowers, and roots were dried at 50°c in a hot air oven. The leaf area was measured by using a LI-3100 leaf area meter (Licor Inc., Lincoln, USA), and the LAI (leaf area index) was calculated by Chen and Black (1991) the following equation.

$$LAI = \frac{\text{Leaf area}}{\text{area}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Results

Growth parameters

Plant height

Plant heights (cm) of different treatments were significantly different ($P \leq 0.05$) at harvesting time (Table 1). The maximum plant height (68.79 cm) was observed in the treatment that sprayed ethephon on the plant for one time at 30 DAT, and the minimum plant height (42.77 cm) was observed in the treatment that sprayed ethephon for three times at 30, 60, and 90 days DAT. The ethephon dose that gave the highest plant height (73.13 cm) was 0 ppm, followed by 50, 100, 150, 200 and 250 ppm, while the lowest plant height (37.38 cm) was provided by application of 300 ppm ethephon foliar spraying.

Number of branches

Number of branches were significantly affected by the different number of times of ethephon spraying (Table 1). The highest number of branches (14.00 branches plant^{-1}) was obtained under three times of ethephon spraying, and the lowest (8.52 branches plant^{-1}) was obtained under one time of ethephon spraying. Application of ethephon at 300 ppm dose gave the highest of number of branches (13.22 branches plant^{-1}). The lowest number of branches (8.44 branches plant^{-1}) was obtained from application of ethephon at 0 ppm dose (control).

Stem and leaf dry weight

Significant variation was found in stem and leaf dry weight applied with different numbers of times of ethephon foliar application (Table 1). The highest stem and leaf dry weight (16.59 g plant^{-1} and 11.21 g plant^{-1}) were obtained under the condition of three times of ethephon foliar application. The lowest stem and leaf dry weight (10.93 g plant^{-1} and 6.34 g plant^{-1}) were obtained under the condition of one time of ethephon foliar application. There were significant ($P \leq 0.05$) differences in stem and leaf dry weight of stevia plant grown under seven different ethephon foliar spraying doses. Stevia plant grown under 200 ppm ethephon foliar spraying dose had the highest stem dry weight (18.02 g plant^{-1}) and leaf dry weight (11.79 g plant^{-1}), followed by those grown under 250, 300, 150, 100 and 50 ppm ethephon doses, whereas the lowest (9.35 g plant^{-1} and 6.22 g plant^{-1}) was observed under application of 0 ppm ethephon dose.

Flower and pod dry weight

Flower and pod dry weight was significant affected by different numbers of times of ethephon spraying (Table 1). The highest flower and pod dry weight was observed under one time of ethephon spraying. With regard to application of ethephon at different doses, the flower and pod dry weight decreased with increasing ethephon dose. The highest flower and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pod dry weight (1.95 g plant^{-1}) was obtained under 0 ppm ethephon dose, whereas the lowest (1.12 g plant^{-1}) was obtained under 300 ppm ethephon dose.

Table 1 Effects of ethephon spraying on plant height, number of branches, stem, leaf and flower and pod dry weights of *Stevia rebaudiana* Bertoni. at 120 days after transplanting.

Treatment	Plant height (cm)	No. of branches (branch plant^{-1})	Stem DW. (g plant^{-1})	Leaf DW. (g plant^{-1})	Flower and pod DW. (g plant^{-1})
Number of times of spraying					
one time	68.79	8.52	10.93	6.34	1.95
two times	55.05	11.04	13.67	9.30	1.61
three times	42.77	14.00	16.59	11.21	1.13
Ethephon dose					
0 ppm	73.13	8.44	9.35	6.22	1.95
50 ppm	65.65	9.33	10.28	7.28	1.81
100 ppm	60.75	10.66	12.17	7.94	1.71
150 ppm	57.54	11.55	14.44	9.29	1.63
200 ppm	48.32	12.44	18.02	11.79	1.42
250 ppm	45.98	12.66	16.72	10.57	1.31
300 ppm	37.38	13.22	15.11	9.54	1.12
Mean	55.54	11.19	13.73	8.95	1.56
LSD (0.05)	9.41	1.38	2.38	1.38	0.14
LSD (0.05)	10.75	1.66	2.75	1.57	0.23
C.V. (%)	19.79	14.46	20.29	18.07	10.43
C.V. (%)	20.25	15.57	20.96	18.42	15.94

Root dry weight

Significant variation was found in root dry weight of Stevia under different numbers of times of ethephon application (table 2). The highest (0.77 g plant^{-1}) was obtained under three times of ethephon application, and the lowest (0.52 g plant^{-1}) was obtained under one time of ethephon application. There were also significant differences ($P \leq 0.05$) in root dry weight of stevia plant grown under the conditions of different ethephon doses. The highest root dry weight (0.81 g plant^{-1}) was observed in stevia grown under 200 ppm ethephon dose, followed by 250, 300, 150, 100 and 50 ppm. The lowest root dry weight (0.45 g plant^{-1}) was observed in the control treatment (0 ppm ethephon dose).

Leaf area and leaf area index

Leaf area and leaf area index were significantly affected by different numbers of times of ethephon spraying (Table 2). The highest leaf area (1,030 cm^2) and leaf area index (1.41) were observed under three times of ethephon spraying, and the lowest (585 cm^2 and 0.80) were obtained at one time of ethephon spraying. With regard to application of different ethephon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

doses, the highest leaf area (1,084 cm^2) and leaf area index (1.48) were found in stevia grown under 250 ppm ethephon dose, followed by 250, 300, 150, 100 and 50 ppm doses, in that order, while the lowest (574 cm^2 and 0.78) were found in stevia grown under 0 ppm ethephon dose.

Total dry weight and leaf dry weight yield

The results presented in Table 2 showed that the total dry weight and leaf dry weight yield were significantly affected by different numbers of times of ethephon application. The highest total dry weight (29.71 g $plant^{-1}$) and leaf dry weight yield (153.82 g m^{-2}) was observed under the condition of three times of ethephon spraying, followed by two times and one time. Application of ethephon at 200 ppm dose gave the significantly highest total dry weight (32.05 g $plant^{-1}$) and leaf dry weight yield (161.73 g m^{-2}).

Table 2 Effects of ethephon treatments on root dry weight, leaf area, leaf area index (LAI), total dry weight and leaf dry weight yield of *Stevia rebaudiana* Bertoni. at 120 days after transplanting.

Treatment	Root DW. (g $plant^{-1}$)	Leaf area (cm^2)	LAI	Total DW. (g $plant^{-1}$)	LDW Yield (g m^{-2})
Numbers of times of spraying					
one time	0.52	585	0.80	19.75	86.96
two times	0.64	846	1.16	25.23	127.52
three times	0.77	1,030	1.41	29.71	153.82
Ethephon dose					
0 ppm	0.45	574	0.78	17.99	85.40
50 ppm	0.50	676	0.92	19.88	99.92
100 ppm	0.59	732	1.00	22.42	109.00
150 ppm	0.68	852	1.16	26.05	127.45
200 ppm	0.81	1,084	1.48	32.05	161.73
250 ppm	0.78	961	1.31	29.39	145.04
300 ppm	0.70	864	1.18	26.48	130.84
Mean	0.64	820	1.12	24.90	122.77
LSD (0.05)	0.08	142	0.19	2.82	19.00
LSD (0.05)	0.10	145	0.19	3.58	21.62
C.V. (%)	15.50	20.31	20.29	13.22	18.07
C.V. (%)	17.28	18.58	18.57	15.06	18.42

Discussion

One of our previous studies (Chumthong and Detpiratmongkol, 2018) showed that flower removal significantly affected the growth and yield of stevia. Flower removal treatment resulted in increased stem, leaf and root fresh weight, total biomass dry weight and leaf dry weight yield compared to control. Furthermore, Masinde and Agong (2011) indicated that removal of flower encourages vegetative growth of *C.gynandra*.

In this study, the biggest problem of stevia plant cultivation is early flowering which reduces vegetative growth and leaf dry weight yield.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

However, a lot of time and labor are needed to manually remove stevia flower; therefore, we used a plant growth regulator (PGR) instead. Using a PGR to alleviate the issue of early flowering has been successful with many plants. It has been suggested that application of PGR improved plant growth under stress, depending on application method and dose used (Joshi *et al.*, 2011). Not only inhibiting flowering, ethephon also plays other important roles in the growth and development of plants. For *J. curceus*, ethylene promotes growth and yield (Joshi *et al.*, 2011).

The results from this study show that ethephon application resulted in decreased flower and pod dry weight and shorter stems but more stem internodes. This is simply because of the effect of ethylene that is a product of ethephon degradation, blocking the growth of stem tissue and suppressing the elongation of meristem (Sachs and Hackelt, 1972, Thomas, 1980). Our flower and pod dry weight result agree well with the finding by Hashim (2014) and Shekoat and Emam (2008). In addition, the higher number of branches from various ethephon treatments than no treatment can be mainly attributed to the inhibitory effect of this PGR on cell division in the apical buds, which subsequently may have stopped the growth of the main axis and resulted in more lateral production (Prashanth *et al.*, 2006; Di Benedetto and Molinari, 2007). Furthermore, PGR activates lateral buds to grow well and produce more branches (Benjawan *et al.*, 2007). The increase in the number of branches could be due inhibition of auxin activity in the apical buds because PGR acts as an anti-auxin. A PGR treatment, in turn, suppresses the apical dominance there by diverting the polar transport of auxins towards the basal nodes leading to increase branching rate (Dole and Wilkins, 1999; Reddy, 2005). The promoting effect of ethephon on the number of branches of *Rosa damascena* has also been reported by Abbas *et al.* (2007).

Application of 200 ppm ethephon for three times at 30, 60, and 90 DAT gave the highest leaf dry weight, leaf area and leaf area index than the control and other treatments. No matter what dose and the number of times ethephon was applied, it caused the stems to be more dwarf compared to the control, reduced the plant's overall developmental rate, but extended the development of leaves, resulting in higher leaf dry weight, leaf area, and leaf area index. These results are in good agreement with the findings reported by Deepa *et al.* (2016) and Zeboon *et al.* (2017). Application of ethephon at a higher dose (higher than 200 ppm) also decreased leaf dry weight and leaf area because it caused necrosis of leaf tissue. This effect was clearly visible at the edge of the leaves. Most of the treated leaves shrank and bent upward after treatment. Approximately 20-30% of leaves were abscised after 72 hours of ethephon treatment, which is consistent with the results reported by Rosli *et al.* (2012).

Total dry weight and leaf dry weight yield were significantly affected by the dose of ethephon and the number of times that it was

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

applied. It was clearly observed that spraying 200 ppm ethephon for three times at 30, 60, and 90 DAT led to a significantly higher total dry weight and leaf dry weight yield compared to those of untreated plants. It also produced the highest number of leaves, leaf dry weight and number of branches per plant, which in turn, provided the highest total dry weight and leaf dry weight yield at harvest. In contrast, plants treated with ethephon at a higher dose of 250 to 300 ppm or a lower dose of 50 to 150 ppm tended to have reduced number of leaves and branches. These results are in harmony with the results obtained by Deepa *et al.* (2016). To conclude, treating a stevia plant with a moderate dose of ethephon (200 ppm) for three times DAT was good for producing its maximum total dry weight and leaf dry weight yield.

Conclusion

On the basis of plant growth and yield results from the present investigation, it may be concluded that spraying a moderate dose (200 ppm) of ethephon spraying for three times at 30, 60, and 90 DAT gave significantly higher stem, leaf, and root dry weights as well as higher leaf area, leaf area index, total dry weight and leaf dry weight yield, compared to other treatments. Therefore, it is recommended that 200 ppm ethephon should be sprayed for three times DAT to increase the leaf dry weight yield of stevia plant.

Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge the financial support from the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL) and the National Research Council of Thailand, Bangkok, Thailand. Additionally, they are grateful to the laboratory staff of the Plant Production Technology Section, KMITL, for their assistance in the analysis of plant growth.

References

Abbas, M.M, Ahmad, S. and Anwar, R. (2007). Effect of growth retardants to break apical dominance in *Rosa damascena*. Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 44:524-528.

Benjawan, C., Chutichudet, P. and Chanaboon, T. (2007). Effect of chemical paclobutrazol on growth, yield and quality of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) Har lium cultivar in northeast Thailand. Pakistan Journal of Biological Sciences10: 433-438.

Chen, J.M. and Black, T.A. (1991). Measuring leaf area index of plant canopy with branch architecture. Agricultural and Forest Meteorology. 57: 1-12.

Chumthong, B. and Detpiratmonkol, S. (2018). Response of biomass and yield of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni.) to flower removal. International Journal of Agricultural Technology. 14: 1141-1146.

Deepa, M.R., Sheema, D.P. and Udayan, P.S. (2016). Floristic diversities and medicinal importance of selected sacred groves in Thrissur district, Kerala. Tropical Plant Research. 3: 230–242.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Di Benedetto A. and Molinari J. (2007). Influence of river waste-based media on efficacy of paclobutrazol in inhibiting growth of *Petunia* × *hybrida*. International Journal of Agricultural Research. 2: 289-295.

Dole, J. and Wilkins H. (1999). Floriculture principles and species. In: Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, pp. 163.

Gregersen, S., Jeppesen, P.B., Holst, J.J. and Hermansen, K. (2004), Antihyperglycemic effects of stevioside in type 2 diabetic subjects. Metabolism, 53: 73-76.

Hashim, M.A. (2014). Response of wheat "*Triticum aestivum*,L". to the ethephon and boron. Ph. Dissertation. In: Field Crops Dept, College of Agriculture, Baghdad Univ, pp. 143

Joshi, B., Sah, G., Basnet, B. and Bhatt, M. (2011). Phytochemical extraction and antimicrobial properties of different medicinal plants: *Ocimum sanctum* (Tulsi), *Eugenia caryophyllata* (Clove), *Achyranthes*. Journal of Microbiol Antimicrob 3: 1–7.

Koubaa, M., Roselló-Soto, E., Šic Žlabur, J., Jambrak, A. R., Brnčić, M., Grimi, N., Boussetta, N. and Barba, F.J. (2015). Current and New Insights in the Sustainable and Green Recovery of Nutritionally Valuable Compounds from *Stevia rebaudiana* Bertoni. The Journal of Agricultural and Food Chemistry. 63: 6835-6846.

Masinde, P.W. and Agong, S.G. (2011). Plant growth and leaf N of spider plant (*Cleome gynadra* L.) genotypes under varying nitrogen supply. African Journal of Horticultural Science. 5:36-49.

Prashanth, P., Reddy, S.A. and Srihari, D. (2006). Studies on the effect of certain plant growth regulators on growth of Floribunda Roses (*Rosa hybrida* L.). The Orissa Journal Of Horticulture. 34: 78-82.

Puri, M., Sharma, D., Barrow, C.J. and Tiwary, A.K. (2011). Optimisation of novel method for the extraction of steviosides from *Stevia rebaudiana* leaves. Food Chemistry. 132: 1113–1120.

Reddy, P. (2005). Effect of growth retardants and nipping on growth and yield parameters in cowpea (*Vigna unguiculata* L.). (Master Thesis), University of Agricultural Sciences, Dharwad, India.

Rosli, R., Asghar, A.R.S. and Sabri N.F. (2012). Effect of Ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) on Leaves, Flowering, Fruiting and Seed of Local *Jatropha curcas* L. Jurnal Intelek. 7: 33-38.

Sachs, R.M. and Hackett, W.P. (1972). Chemical inhibition of plant height. HortScience, 72: 440-447.

Shekoaf, A. and Emam, Y. (2008). Plant growth regulator (Ethephon) alters Maize (*Zea mays*, L.) growth, water use and grain yield under water stress. Journal of Agronomy. 7: 41-48.

Starrat, A.N., Kirby, C.W., Pocs, R. and Brandle, J.E. (2002). Rebaudioside F, a diterpene glycoside from *Stevia rebaudiana*. Phytochemistry 59: 367–370.

Thomas, R.J. (1980). Cell elongation in hepatics: the seta system. Bulletin of the Torrey botanical club 107: 339-345.

Wölwer-Rieck, U. (2012). The leaves of *Stevia rebaudiana* Bertoni., their constituents and the analyses thereof: a review. The Journal of Agricultural and Food Chemistry. 60: 886–895.

Zeboon, N.H., Hassan, S. A. Al. and Bager, H. A. (2017). Response of two wheat varieties to irrigation blocking and ethephon foliar application. Alexandria Journal of Agricultural Sciences. 62: 111-118.

(Received xxxxxx, accepted xxxxxxx)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้