รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพดิน ปุ๋ยและน้ำทางการเกษตรอย่างสมดุลและยั่งยืน

2. โครงการวิจัย : โครงการวิจัยและพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพและจุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

กิจกรรม : การพัฒนาศักยภาพของปุ๋ยชีวภาพ และหัวเชื้อจุลินทรีย์ในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน

3.ชื่อการทดลอง(ภาษาไทย) : การใช้สารสกัดจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและแหนแดงเพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพการผลิตพืช

(ภาษาอังกฤษ) : The use of extracts from blue-green algae and azolla to promote plant production efficiency

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นางสาวศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต สังกัดกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมงาน : นางประไพ ทองระอา สังกัดกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

5. บทคัดย่อ

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น กรดอะมิโน สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ฯลฯ ซึ่งมีผลต่อสรีรวิทยาของพืชสามารถช่วยปรับปรุงระบบราก เพิ่มการเจริญเติบโต และเพิ่มการดูดใช้ธาตุอาหารแก่พืช จึงได้ศึกษาผลของสารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (สารสกัด BGA) ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโต การดูดใช้ธาตุอาหารและผลผลิตของผักกวางตุ้ง ในปี 2560-2561 ได้ทำการทดลองในสภาพกระถางและแปลงทดลอง โดยฉีดพ่นสารสกัดจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Hapalosiphon* sp. DASH05101 ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบ 3 อัตรา (25 37.5 และ 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร) ให้แก่ผักกวางตุ้ง ผลการทดลองพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ผักกวางตุ้งมีการเจริญเติบโตสูงสุด โดยมีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง จำนวนใบ และพื้นที่ใบ เท่ากับ 111 กรัมต่อต้น 10.4 กรัมต่อต้น16 ใบต่อต้น และ 166 ตารางเซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับ แตกต่างจากการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยทางใบที่อัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีควบคุม (ฉีดพ่นน้ำกลั่น) อย่างมีนัยสำคัญ ด้านการดูดใช้ธาตุอาหารพืชพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 และ 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ผักกวางตุ้งมีการดูดใช้โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมสูงกว่าการใช้ปุ๋ยทางใบอย่างเดียว นอกจากนี้ยังพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ผักกวางตุ้งมีผลผลิตสูงสุดและมีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุมถึง 66 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางดินอัตรา 0 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า พบว่า กรรมวิธีที่ฉีดพ่นสารสกัด BGA การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ยทางดินทุกอัตรา ให้ผลการเจริญเติบโตของคะน้าสูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดินอย่างเดียวที่อัตราเดียวกัน โดยการฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ย NPK 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้น้ำหนักสดรวมสูงใกล้เคียงกันไม่ต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 43.4 และ 46.3 กรัมต่อต้น ตามลำดับ แต่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ย NPK 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ เพียงอย่างเดียว ที่มีน้ำหนักสดรวมต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เท่ากับ 26.0 27.2 และ 24.2 กรัมต่อต้น ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงปริมาณผลผลิตพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณผลผลิตของเท่ากับ 1,362 1,568 และ 1,520 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ หรือมีผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่ปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำถึง 58.5 82.5 และ 76.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ย NPK 75 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ ให้ผลผลิตคะน้าเพิ่มขึ้นสูงกว่าการใช้ร่วมกับปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราแนะนำสามารถลดการใช้ปุ๋ย NPK ทางดินลงได้ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกันกับผักสลัดคอส พบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ย NPK ทางดิน 50 75 และ100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ และการใส่ปุ๋ย NPK ทางดิน 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลการเจริญเติบโตของสลัดคอสสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักสดรวมเท่ากับ 123 124 134 และ 128 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนผลผลิต พบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 4,853 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ย NPK 75 และ 50 เปอร์เซ็นต์ และการใส่ปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างเดียว ซึ่งไม่ต่างกันทางสถิติ โดยมีผลผลิตเท่ากับ 4,496 3,988 และ 3,612 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลผลิตที่เพิ่มจากการใช้สารสกัด BGA ในผักสลัดคอส พบว่า การใช้สารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ มีแนวโน้มให้ผลผลิตผักสลัดคอส เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างเดียว 34.3 เปอร์เซ็นต์
คำหลัก : สารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน กรดอะมิโน ไนโตรเจน สารส่งเสริมการเจริญเติบโต

กรมวิชาการเกษตร

ABSTRACT :

Blue-green algae are microorganisms that can produce bioactive substances such as amino acids, plant growth regulators, etc., which affect the physiology of plants, can improve root system, increase plant growth and nutrients uptake. Therefore, to studied the effect of blue-green algae extract (BGA extract) together with foliar fertilizer on growth, nutrients uptake and yield of Pak Choi. In 2017 to 2018, the experiments were conducted in pot and field conditions by spraying 20 percent concentration of blue-green algae's extracts *Hapalosiphon* sp. DASH05101 with 3 foliar fertilizers rate (25 37.5 and 50 g/20 L of water). The results revealed that 20% BGA extract supplemented with foliar fertilizer 25 g/20 L of water enhanced the highest plant growth (111 g/plant fresh weight, 10.4 g/plant dry weight, 16 leaves/plant leaf number and 166 cm^2/plant leaf areas) which was different from 25 g/20 L of foliar fertilizer spraying. Furthermore, it was

found that spraying 20% BGA extract with foliar fertilizer at a rate of 25 and 37.5 grams per 20 liters, increased potassium, calcium and magnesium uptakes of Pak Choi than using foliar fertilizer alone. In addition, spraying 20% BGA extract with 25 grams of foliar fertilizer per 20 liters of water could produce the highest yield and increased yield of Pak Choi from control by 66 percent.

To investigate the effect of BGA extract combined with chemical fertilizer at 50 75 and 100 percent of chemical recommendation, plant growth and yield of kale and cos lettuce were studied. The result revealed that spraying BGA extract combined with 100% chemical fertilizer yielded the kale total weight of 46.3 g/plant. It was similar to the 75% chemical fertilizer yielding of 43.4 g/plant, significantly higher than the no spraying BGA extract treatments. The plant sprayed with BGA extract incorporated with 50 75 and 100 percent of chemical fertilizer were great in yield (1,362 1,568 and 1,520 kg/rai, respectively). The plant sprayed with BGA extract together with the chemical fertilizer treatments could increase the higher yield of the Kale from 100% of chemical fertilizer by 58.5 82.5 and 76.9 %, respectively. In case of cos lettuce growth and yield, the result showed that sprayed BGA extract combined with 100% chemical fertilizer improved 34.3 percent of cos lettuce yield higher than applied 100% chemical fertilizer.

Key - word : Blue-green algae extract, amino acid, nitrogen, plant growth regulator

6. คำนำ

ในการผลิตพืชผักนั้น เกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่สูงอย่างต่อเนื่องเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมากเกินความต้องการโดยเฉพาะการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไปในคราวเดียวกัน ส่งผลให้ธาตุอาหารในดินขาดความสมดุลมีการสะสมธาตุอาหารบางชนิดในปริมาณที่มากเกินความต้องการของพืช โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสส่งผลให้ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมบางชนิดขาดความสมดุลและอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์แก่พืชทำให้พืชเจริญเติบโตช้า แคระแกร็น (ประภาศรี, 2549) นอกจากนี้ในดินที่เป็นแหล่งปลูกพืชผักที่เป็นดินทรายที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายหรือดินทรายปนดินร่วน มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารต่ำ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีลงดินทำให้มีโอกาสสูญเสียได้ง่าย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่างๆ ได้ เช่น วิตามิน เอนไซม์ เปปไทด์ กรดอะมิโนและสารคล้ายฮอร์โมนพืช ซึ่งมีผลต่อสรีรวิทยาของพืช สามารถช่วยปรับปรุงระบบราก เพิ่มการเจริญเติบโต และการดูดใช้ธาตุอาหารแก่พืช (Zulpa *et al*., 2003; Teale *et al*., 2006; Stirk *et al*., 2002; ประไพ และคณะ, 2560) ส่วนแหนแดงที่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วที่ภายในโพรงใบมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้อาศัยอยู่แบบพึ่งพาอาศัยกัน (Singh, 1979; Watanabe *et al*., 1980) สามารถใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพไนโตรเจนในนาข้าวเพื่อช่วยยกระดับไนโตรเจนให้เพียงพอแก่ข้าว และยังปลดปล่อยธาตุอาหารอื่นๆ รวมถึงวิตามินและฮอร์โมน เช่น ออกซิน ไซโตไคนิน และจิบเบอเรลลินซึ่งให้ผลดีต่อข้าวอีกด้วย (Pedurand and Reynaud, 1987; Wagner, 1997; ศิริลักษณ์

และคณะ, 2558; ศิริลักษณ์ และคณะ, 2563) การนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและแหนแดงซึ่งเป็นจุลินทรีย์ปุ๋ยชีวภาพไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบสารสกัดเซลล์สำหรับฉีดพ่นทางใบแก่พืช เพื่อเป็นสารส่งเสริมการเจริญเติบโตแก่พืชนอกเหนือจากการใช้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวจะส่งเสริมให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดีและมีผลผลิตเพิ่มขึ้นเนื่องจากสารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และแหนแดงมีองค์ประกอบของสารคล้ายฮอร์โมนพืช ธาตุอาหารต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ และมีกรดอะมิโนอิสระ (free amino acid) ซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบจึงช่วยให้พืชได้รับไนโตรเจนได้เพิ่มขึ้น (ประไพ และคณะ, 2554; Yamagato *et al*., 2001; Nasholm *et al*., 2009; Shehata *et al*., 2011) นอกจากนี้กรดอะมิโนยังทำหน้าที่คล้ายเป็นสารคีเลตทำให้ธาตุอาหารไม่ตกตะกอน ละลายน้ำได้ดีพืชสามารถดูดใช้ผ่านทางรากหรือใบได้สะดวกมากขึ้น(El-Fouly *et al*., 1997; Lindsay, 1974; Cakmak *et al*., 1994) ประกอบกับคีเลตกรดอะมิโนเป็นคีเลตธรรมชาติมีโมเลกุลขนาดเล็กและมีค่าคงตัวด้านเสถียรสภาพค่อนข้างต่ำเมื่อซึมผ่านช่องเปิดของใบหรือรากเข้าไปในเซลล์พืชจะแตกตัวให้พืชดูดซึมธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีทำให้การใช้ธาตุอาหารของพืชมีประสิทธิภาพมากขึ้น การศึกษาวิธีการใช้สารสกัดจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและแหนแดงเพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพการผลิตพืชโดยเฉพาะในพืชผักรับประทานใบ จะเป็นแนวทางหนึ่งในการนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและแหนแดงไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชผักอย่างยั่งยืน

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ผัก ได้แก่ ผักกวางตุ้ง (พันธุ์เขียวกวางตุ้ง) ผักคะน้า และ ผักสลัดคอส

2. ปุ๋ยเคมีได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูปเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) และปุ๋ยทางใบ (20-20-20)

3. สารจับใบ

4. ถังฉีดพ่นยา

5. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินและพืช ได้แก่ H_2SO_4 98%, $HClO_4$ 70%, HNO_3 65%, HCl 37%, Se powder, K_2SO_4, $CuSO_4.5H_2O$, NaOH, H_3BO_3, $K_2Cr_2O_7$, H_3PO_4, $FeSO_4.7H_2O$, $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$, NH_4F และ $(NH_4)_6 Mo_7 O_{24}.4H_2O$

6. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินและพืช

อุปกรณ์ ได้แก่ บิวเร็ต หลอดแก้วย่อยตัวอย่างดินและพืช บีกเกอร์ ขวดปรับปริมาตร ไปเปต ขวดแก้วรูปชมพู่ กระดาษกรอง และขวดพลาสติกเครื่องมือ ได้แก่ เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง เครื่องชั่งไฟฟ้า เตาย่อยไฟฟ้า เครื่องกลั่นไนโตรเจนเครื่อง spectrophotometerและเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

7.สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Hapalosiphon* sp.DASH05101 จากแหล่งรวบรวมและเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

8. แหนแดง *Azolla microphylla* จากแหล่งเก็บรักษาสายพันธุ์แหนแดง กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

วิธีการ

1. การเตรียมสารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (สารสกัด BGA)

เพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Hapalosiphon* sp.DASH05101ในอาหารเพาะเลี้ยงที่ปราศจากไนโตรเจนสูตร BG-11 (Allen and Arnon, 1955) ในขวดพลาสติกขนาด 18.9 ลิตร เมื่อสาหร่ายเจริญเติบโตที่ระยะเวลา 30 วัน เก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายและนำเซลล์มาสกัดหยาบด้วยน้ำ (อัตราส่วนเซลล์สด:น้ำ 1:10 น้ำหนักต่อปริมาตร) โดยวิธีการเยือกแข็ง ทำการละลายน้ำแข็ง และนำสารสกัดเซลล์สาหร่ายเข้มข้นที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนอิสระโดยวิธี High Performance Liquid Chromatography (HPLC) วิเคราะห์ปริมาณสารคล้ายฮอร์โมนพืช ได้แก่ ปริมาณ Free IAA และ Free CKs (Cytokinins) โดยวิธี HPLC และวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ วัดโดยวิธี Steam distillation ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยวิธี กรดแอสคอร์บิก (กรรณิการ์, 2525) โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และแมงกานีส ที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี Atomic Absorption Spectroscope

2. การทดสอบการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตการดูดใช้ธาตุอาหารและผลผลิตของผักกวางตุ้ง

2.1 ทดสอบการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารของผักกวางตุ้งในกระถางทดลอง

2.1.1 เก็บตัวอย่างดินที่สถานีวิจัยปากช่อง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีประวัติการใช้ปุ๋ยสำหรับไม้ผลในปริมาณมากและต่อเนื่อง มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(กองปฐพีวิทยา, 2544) ผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูก พบว่าดินมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.7 มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง 2.0 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก เท่ากับ 1,036 และ 639 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูง เท่ากับ 2,136 และ 236 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และนำดินที่ได้มาทำการทดลองปลูกผักกวางตุ้งในกระถางทดลอง

2.1.2 เพาะเมล็ดผักกวางตุ้งในถาดเพาะกล้าเมื่อต้นกล้าอายุ 15 วัน ย้ายกล้าลงปลูกในกระถางที่บรรจุดิน 5 กิโลกรัมเมื่อต้นกล้าอายุ 23 วัน ฉีดพ่นสารสกัด BGA เข้มข้น 20เปอร์เซ็นต์ร่วมกับปุ๋ยทางใบ20-20-20 เปรียบเทียบกับกรรมวิธีต่างๆ วางแผนการทดลองแบบRandomized Complete Block จำนวน 8 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ฉีดพ่นน้ำกลั่น(Control)

กรรมวิธีที่ 2 ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร(25g Foliar fert.)

กรรมวิธีที่ 3 ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร(37.5g Foliar fert.)

กรรมวิธีที่ 4 ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (50g Foliar fert.)

กรรมวิธีที่ 5 ฉีดพ่นสารสกัด BGA (20%BGA)

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 6 ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ20 ลิตร(20%BGA+25g Foliar fert.)

กรรมวิธีที่ 7 ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (20%BGA+37.5g Foliar fert.)

กรรมวิธีที่ 8 ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (20%BGA+50g Foliar fert.)

โดยฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบ เมื่อผักกวางตุ้งอายุ 23 วันวันละ 1 ครั้ง ห่างกันทุก 3 วัน จำนวน 6 ครั้ง ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยไนโตรเจน จำนวน 0.24 กรัมต่อต้นโดยแบ่งใส่จำนวน 2 ครั้ง ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม และเมื่อผักกวางตุ้งอายุ 42 วัน บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง จำนวนใบ และพื้นที่ใบ (การเก็บข้อมูลพื้นที่ใบใน 1 ต้น วัดจำนวน 4 ใบ คือ ใบที่ 4, 5, 6 และ 7 จากใบยอด)

และจากผลการทดลองการทดสอบผลการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ทำการคัดเลือกกรรมวิธีที่ให้ผลดีมาทำการทดสอบผลการดูดใช้ปริมาณธาตุอาหารพืชในกระถางทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มีจำนวน 6 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ฉีดพ่นน้ำกลั่น (Control)

กรรมวิธีที่ 2 ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (25g Foliar fert.)

กรรมวิธีที่ 3 ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (37.5g Foliar fert.)

กรรมวิธีที่ 4 ฉีดพ่นสารสกัด BGA (20%BGA)

กรรมวิธีที่ 5 ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (20%BGA+25g Foliar fert.)

กรรมวิธีที่ 6 ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (20%BGA+37.5g Foliar fert.)

ทุกกรรมวิธีปฏิบัติการทดลองเช่นเดียวกันกับการทดสอบผลการเจริญเติบโตข้างต้น เมื่อผักกวางตุ้งอายุ 42 วัน บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำหนักแห้งของพืช (dry matter) วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม(K)) และธาตุอาหารรอง (แคลเซียม(Ca) และแมกนีเซียม(Mg)) ในส่วนของใบ ลำต้น และราก คำนวณปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดใช้แต่ละชนิดโดยใช้สูตร

ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดใช้ =[น้ำหนักแห้งของพืช×ความเข้มข้นของธาตุอาหาร] /100

2.2 ทดสอบการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อผลผลิตผักกวางตุ้งในแปลงทดลอง

คัดเลือกแปลงทดลองที่สถานีวิจัยปากช่อง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ดินมีสภาพความอุดมสมบูรณ์สม่ำเสมอใกล้เคียงกัน สุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกเพื่อประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูก พบว่า ดินมีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.1 มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง 2.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก เท่ากับ 1,736 และ 568 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูง และปานกลาง เท่ากับ 2,092 และ 240 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ทดสอบการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อผลผลิตของผักกวางตุ้ง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 6 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ได้แก่

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 1 ฉีดพ่นน้ำกลั่น (Control)

กรรมวิธีที่ 2 ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (25g Foliar fert.)

กรรมวิธีที่ 3 ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (37.5g Foliar fert.)

กรรมวิธีที่ 4 ฉีดพ่นสารสกัด BGA (20%BGA)

กรรมวิธีที่ 5 ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (20%BGA+25g Foliar fert.)

กรรมวิธีที่ 6 ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (20%BGA+37.5g Foliar fert.)

โดยปลูกผักกวางตุ้งในพื้นที่แปลงย่อย ขนาด 1.5×3 เมตร ระยะปลูก25×25 เซนติเมตรหลังจากย้ายกล้าลงปลูกในแปลง 10 วันใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่โดยแบ่งใส่จำนวน 2 ครั้งไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม (ใส่ตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร) และเมื่อผักกวางตุ้งอายุ 23 วันฉีดพ่นสารสกัด BGA เข้มข้น 20เปอร์เซ็นต์ร่วมกับปุ๋ยทางใบ 20-20-20 ตามกรรมวิธีที่กำหนด จำนวน 6 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันทุก 3 วัน เมื่อผักกวางตุ้งมีอายุ 42 วัน เก็บข้อมูลน้ำหนักสดของผลผลิต

3.**การเตรียมสารสกัดแหนแดง**

นำแหนแดงสดมาสกัดหยาบโดยวิธีต่างๆ ได้แก่ การสกัดหยาบด้วยน้ำ การสกัดหยาบด้วยแอลกอฮอล์ การสกัดโดยใช้ความร้อน การสกัดโดยวิธีทำให้เซลล์แตกโดยการแช่เยือกแข็ง และการสกัดโดยใช้แบคทีเรียช่วยย่อย จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาทดสอบแช่เมล็ดผักกวางตุ้ง เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น คัดเลือกสารสกัดแหนแดงที่ให้ผลการส่งเสริมการเจริญเติบโตแก่ผักกวางตุ้งที่ดีเพื่อใช้ในการทดสอบร่วมกับสารสกัด BGA ต่อไป

4. การทดสอบการใช้สารสกัดแหนแดงและสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้าและผักสลัดคอส

4.1 ทดสอบการใช้สารสกัดแหนแดงและสารสกัด BGA ต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้าในกระถางทดลอง

4.1.1 นำตัวอย่างดินจากแปลงเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ ที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มาทดลองปลูกผักคะน้าในกระถางทดลอง ผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูก พบว่า ดินมีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.1 มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ 1.1 เปอร์เซ็นต์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลาง เท่ากับ 12.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง คือ 212 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.1.2 เพาะเมล็ดผักคะน้าในถาดเพาะกล้าเมื่อต้นกล้าอายุ 20 วัน ย้ายกล้าลงปลูกในกระถางที่บรรจุดิน 7 กิโลกรัม เมื่อต้นกล้าอายุ 25 วัน ฉีดพ่นสารสกัดแหนแดงและสารสกัด BGA ทางใบให้แก่ผักคะน้า เพื่อทดสอบการส่งเสริมการเจริญเติบโตแก่พืช

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 4 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ฉีดพ่นน้ำกลั่น(Control)

กรรมวิธีที่ 2 ฉีดพ่นสารสกัด BGA (20% BGA)

กรรมวิธีที่ 3 ฉีดพ่นสารสกัดแหนแดง (Azolla ext.)

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 4 ฉีดพ่นสารสกัดแหนแดงร่วมกับสารสกัด BGA (Azolla ext.+20% BGA)

โดยฉีดพ่นสารสกัดแหนแดงและสารสกัด BGA จำนวน 6 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันทุก 3 วัน ทุกกรรมวิธีใส่แหนแดงแห้งทางดินอัตรา 35 กรัม เมื่อผักคะน้ามีอายุ 55 วัน เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตได้แก่ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งและคัดเลือกกรรมวิธีที่ให้ผลดีไปทดสอบในแปลงทดลองร่วมกับการใช้ปุ๋ยทางดินต่อไป

4.2 ทดสอบการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้าและสลัดคอสในแปลงทดลอง

คัดเลือกแปลงทดลองของเกษตรกร จังหวัดชัยภูมิที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกเพื่อประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูก พบว่า ดินมีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.8 มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง 1.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง เท่ากับ 280 และ 267 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ทดสอบการใช้สารสกัด BGA ฉีดพ่นร่วมกับปุ๋ยทางดินอัตราต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้าและสลัดคอส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 8 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยและไม่ฉีดพ่น (Control)
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ย NPK 50% ของอัตราแนะนำ (50%Soil fert.)
กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย NPK 75% ของอัตราแนะนำ (75%Soil fert.)
กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย NPK 100% ของอัตราแนะนำ (100%Soil fert.)
กรรมวิธีที่ 5 ฉีดพ่นสารสกัด BGA (20%BGA)
กรรมวิธีที่ 6 ฉีดพ่นสารสกัด BGA+ใส่ปุ๋ย NPK 50% ของอัตราแนะนำ (20%BGA+50%Soil fert.)
กรรมวิธีที่ 7 ฉีดพ่นสารสกัด BGA+ใส่ปุ๋ย NPK 75% ของอัตราแนะนำ (20%BGA+75%Soil fert.)
กรรมวิธีที่ 8 ฉีดพ่นสารสกัด BGA+ใส่ปุ๋ย NPK 100% ของอัตราแนะนำ (20%BGA+100%Soil fert.)

โดยปลูกผักคะน้าและผักสลัดคอส ในพื้นที่แปลงย่อย ขนาด 1.2×6.0 เมตร ระยะปลูก 25×20 เซนติเมตรหลังจากย้ายกล้าลงปลูกในแปลง 7 วันฉีดพ่นสารสกัด BGA เข้มข้น 20เปอร์เซ็นต์ ตามกรรมวิธีที่กำหนด จำนวน 6 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันทุก 3 วันและใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม อัตรา 20-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ตามอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยปุ๋ยไนโตรเจนแบ่งใส่จำนวน 2 ครั้งครั้งแรกหลักจากย้ายกล้าปลูก 7 วันและครั้งที่สองหลังจากย้ายกล้าแล้ว 30 วันและเมื่อผักคะน้า มีอายุ 55 วัน และผักสลัดคอสมีอายุ 60 วัน เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตได้แก่ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง (เก็บจำนวน 20 ต้น) และปริมาณผลผลิต

กรมวิชาการเกษตร

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา : ตุลาคม 2559 - กันยายน 2563

สถานที่ดำเนินการ : กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

: สถานีวิจัยปากช่อง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

: แปลงเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัด BGA

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในสารสกัดBGA พบว่า สารสกัด BGA มีค่า pH เป็นกลาง มีปริมาณกรดอะมิโนในรูปของกรดอะมิโนอิสระ17 ชนิดรวมเท่ากับ 255.93 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 1) ซึ่งกรดอะมิโนอิสระ(free amino acid) นี้สามารถใช้เป็นแหล่งอินทรีย์ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์แก่พืชได้และกรดอะมิโนนี้ยังทำหน้าที่คล้ายเป็นสารคีเลต โดยสามารถรวมตัวกับธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวกต่างๆ ทำให้ธาตุอาหารไม่ตกตะกอน ละลายน้ำได้ดี พืชสามารถดูดใช้ผ่านทางรากหรือใบได้สะดวกมากขึ้น (El-Fouly *et al*., 1997; Lindsay, 1974; Cakmak *et al*., 1994) ซึ่งชนิดและปริมาณกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัดBGAพบว่ามีปริมาณและองค์ประกอบคล้ายกันกับสารสกัดเซลล์สาหร่ายสีเขียว *Chlorella vulgaris*และสารสกัดจากสาหร่ายทะเล (Shaaban, 2001; Sivasankari *et al*., 2005) ส่วนในด้านความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร พบว่ามีปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองอยู่เพียงเล็กน้อย ด้านปริมาณสารคล้ายฮอร์โมนพืช พบว่าในสารสกัดBGA มีปริมาณ Free IAAและ Free CKs(Cytokinins) เท่ากับ 0.025 และ 0.013 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งสารดังกล่าวมีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้หากมีการนำไปใช้ในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมอาจช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืชได้(ตารางที่ 2)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1 ปริมาณกรดอะมิโนอิสระ (free amino acid) ที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Hapalosiphon* sp. DASH05101 เข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์

กรดอะมิโน	กรดอะมิโนอิสระ (มก./ลิตร)	กรดอะมิโน	กรดอะมิโนอิสระ (มก./ลิตร)
Aspartic acid	6.28	Cysteine	ND
Serine	13.65	Tyrosine	16.23
Glutamic	45.13	Valine	13.55
Glycine	6.13	Methionine	10.48
Histidine	10.83	Lysine	13.85
Arginine	20.80	Isoleucine	19.03
Threonine	11.45	Leucine	23.75
Alanine	23.15	Phenylalanine	15.10
Proline	6.55		
		รวม	255.93

ND = non-detect data

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ สารคล้ายฮอร์โมนพืช และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในสารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน*Hapalosiphon* sp. DASH05101 เข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์

ธาตุอาหาร	(มก./ลิตร)	สารคล้ายฮอร์โมนพืช	(มก./ลิตร)
ไนโตรเจน	2.17	Free IAA	0.025
ฟอสฟอรัส	4.13	Free CKs	0.013
โพแทสเซียม	7.93		
แคลเซียม	3.11		
แมกนีเซียม	5.65	ความเป็นกรด-ด่าง	7.0
แมงกานีส	0.23		

IAA : Indole-3-acetic acid, CKs : Cytokinins

2. ผลของสารสกัด BGAร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตการดูดใช้ธาตุอาหาร และผลผลิตของผักกวางตุ้ง

2.1 การเจริญเติบโต

จากการทดลองฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตราต่างๆ ให้แก่ผักกวางตุ้งเมื่อผักกวางตุ้งเจริญเติบโตอายุ 42 วันพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA เข้มข้น 20เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ผักกวางตุ้งมีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง จำนวนใบ และพื้นที่ใบ สูงที่สุด เท่ากับ 111กรัมต่อต้น 10.4 กรัมต่อต้น 16 ใบต่อต้น และ 166 ตารางเซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับ และพบว่ากรรมวิธีดังกล่าวทำให้ผักกวางตุ้งมีการเจริญเติบโตสูงกว่าการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยทางใบอย่างเดียวที่อัตราเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีน้ำหนักสด 92.4 กรัมต่อต้น น้ำหนักแห้ง 9.85 กรัมต่อต้น จำนวนใบ 15 ใบต่อต้น และพื้นที่ใบ 128 ตารางเซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบให้แก่ต้นกล้ากล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตด้าน ความสูง ขนาดของลำต้น จำนวนใบ และพื้นที่ใบ ให้แก่ต้นกล้ากล้วยได้ (ประไพและคณะ, 2560) ส่วนการฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับ

กรมวิชาการเกษตร

ปุ๋ยทางใบที่อัตราสูงขึ้น (37.5 และ 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร) พบว่ามีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตลดลง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสมของสารสกัด BGA และปุ๋ยทางใบในอัตราส่วนดังกล่าวที่ส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชส่วนการฉีดพ่นสารสกัด BGA อย่างเดียวพบว่าให้ผลการเจริญเติบโตสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมและให้ผลเทียบเท่ากับการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยทางใบอย่างเดียวที่อัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (ตารางที่ 3 และภาพที่ 1) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่สารสกัด BGA มีองค์ประกอบของสารสำคัญต่างๆ ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชได้ จึงส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้เพิ่มขึ้น ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับ Mohsen *et al*. (2016) ที่พบว่า การใช้สารสกัด BGA 2 ชนิด คือ *Anabaena oryzae* SOS13 และ *Nostocmuscorum* SOS14 ฉีดพ่นทางใบให้แก่ผักกาดหอมที่ปลูกในดินทรายร่วมกับปุ๋ยทางดินช่วยเพิ่มความสูง จำนวนใบ และน้ำหนักหัว ให้แก่ผักกาดหอมได้และยังให้ผลสอดคล้องกับ Shaaban (2001) ที่ทดสอบการฉีดพ่นสารสกัดสาหร่ายสีเขียว (chlorella extract) ที่ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยทางดินในข้าวสาลีพบว่า ทำให้ข้าวสาลีมีน้ำหนักแห้งของต้นเพิ่มขึ้นจากการฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่าอย่างเดียวถึง 81.41 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 ผลการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง เมื่ออายุ 42 วัน

กรรมวิธี	จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	พื้นที่ใบ (ตร.ซม./ต้น)	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น)
T1: Control	14 b	119 b	90.5 cd	8.89
T2: 25g Foliar fert.	15 ab	128 b	92.4 bcd	9.85
T3: 37.5g Foliar fert.	15 ab	126 b	98.1 abc	9.06
T4: 50g Foliar fert.	15 ab	137 ab	105 ab	10.1
T5: 20%BGA	15 ab	164 a	99.3 abc	10.3
T6: 20%BGA+25g Foliar fert.	16 a	166 a	111 a	10.4
T7: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	15 ab	142 ab	92.8 bcd	9.12
T8: 20%BGA+50g Foliar fert.	15 ab	140 ab	83.2 d	9.05
เฉลี่ย	15	140	96.5	9.62
CV.(%)	11.0	15.9	14.6	21.1

ตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1 ผลการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง เมื่ออายุ 42 วัน

2.2 การดูดใช้ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง

2.2.1ปริมาณน้ำหนักแห้งทั้งหมด

เมื่อฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตราต่าง ๆ เปรียบเทียบกับการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอย่างเดียวและกรรมวิธีควบคุมพบว่า ผักกวางตุ้งมีการสะสมมวลชีวภาพแห้งไม่แตกต่างกัน โดยการฉีดพ่นสารสกัด BGA อย่างเดียว การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 และ 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีปริมาณน้ำหนักแห้งเท่ากับ 11.9, 12.2 และ 10.7 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อปริมาณน้ำหนักแห้งทั้งหมดของผักกวางตุ้ง เมื่ออายุ 42 วัน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งทั้งหมด (กรัม/ต้น)
T1: Control	10.6
T2: 25g Foliar fert.	11.3
T3: 37.5g Foliar fert.	10.5
T4: 20%BGA	11.9
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	12.2
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	10.7
เฉลี่ย	11.2
CV.(%)	18.1

2.2.2 การดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

ผลการดูดใช้ไนโตรเจนของผักกวางตุ้ง พบว่า ทุกกรรมวิธีมีปริมาณการสะสมไนโตรเจนไม่แตกต่างกัน โดยการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอย่างเดียวที่อัตรา 25 และ 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีปริมาณการสะสมไนโตรเจนเท่ากับ 253 และ 245 มิลลิกรัม N ต่อต้น ตามลำดับ และเมื่อฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบทั้งสองอัตราพบว่า มีปริมาณการสะสมไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีค่าเท่ากับ 275 และ 248 มิลลิกรัม N ต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ซึ่งการดูดใช้ไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นผลมาจากไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในสารสกัด BGA ที่มีปริมาณเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้อาจเป็นผลมาจากกรดอะมิโนอิสระบางชนิดที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัด BGA ที่อยู่ในรูป

กรมวิชาการเกษตร

ของอินทรีย์ไนโตรเจนซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Yamagato *et al.*, 2001; Tegeder and Rentsch, 2010) ด้านการดูดใช้ฟอสฟอรัสพบว่า ทุกกรรมวิธีมีการดูดใช้ฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกันกับไนโตรเจน โดยการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอย่างเดียวที่อัตรา 25 และ 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสเท่ากับ 56.4 และ 50.3 มิลลิกรัม P ต่อต้น ตามลำดับ และเมื่อฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบทั้งสองอัตราดังกล่าวพบว่า มีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีค่าเท่ากับ 62.0 และ 64.7 มิลลิกรัม P ต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ซึ่งปริมาณการสมสะที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยนั้น คาดว่าเป็นผลมาจากฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในสารสกัด BGA เช่นเดียวกันกับไนโตรเจน ส่วนการดูดใช้โพแทสเซียมพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA อย่างเดียว และการฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีผลทำให้การดูดใช้โพแทสเซียมในผักกวางตุ้งสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณการสะสมเท่ากับ 371 และ 344 มิลลิกรัม K ต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งการดูดใช้ส่วนใหญ่จะพบสะสมมากในส่วนของใบและลำต้นซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่นเช่นเดียวกัน ส่วนการฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบในอัตราที่สูงขึ้น (37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร) มีผลทำให้การดูดใช้โพแทสเซียมลดลง โดยมีปริมาณการสะสมเท่ากับ 294 มิลลิกรัม K ต่อต้น (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 5 ผลการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจนของผักกวางตุ้ง เมื่ออายุ 42 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในส่วนต่างๆ ของผักกวางตุ้ง (มก.N/ต้น)			
	ใบ	ลำต้น	ราก	รวม
T1: Control	174	40.7	32.1	246
T2: 25g Foliar fert.	182	43.5	28.3	253
T3: 37.5g Foliar fert.	167	47.2	31.8	245
T4: 20%BGA	170	46.9	31.2	247
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	195	44.2	36.0	275
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	179	41.7	28.3	248
เฉลี่ย	178	44.0	31.3	252
CV.(%)	13.5	21.9	22.4	13.2

ตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6 ผลการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสของผักกวางตุ้ง เมื่ออายุ 42 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสในส่วนต่างๆ ของผักกวางตุ้ง (มก.P/ต้น)			
	ใบ	ลำต้น	ราก	รวม
T1: Control	31.3	13.4	10.6	55.1
T2: 25g Foliar fert.	33.0	15.6	7.75	56.4
T3: 37.5g Foliar fert.	28.1	14.6	7.61	50.3
T4: 20%BGA	29.2	18.4	9.54	57.0
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	34.6	18.7	8.73	62.0
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	34.6	19.9	10.2	64.7
เฉลี่ย	31.8	16.8	9.08	57.6
CV.(%)	20.5	22.8	27.7	20.1

ตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 7 ผลการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อปริมาณการสะสมโพแทสเซียมของผักกวางตุ้งเมื่ออายุ 42 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณการสะสมโพแทสเซียมในส่วนต่างๆ ของผักกวางตุ้ง (มก.K/ต้น)			
	ใบ	ลำต้น	ราก	รวม
T1: Control	109 bc	82.0 d	43.5	235 c
T2: 25g Foliar fert.	121 abc	149 abc	28.9	300 bc
T3: 37.5g Foliar fert.	99.4 c	133 bc	26.1	259 c
T4: 20%BGA	148 a	185 a	38.5	371 a
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	144 ab	159 ab	39.8	344 ab
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	139 ab	114 cd	41.1	294 bc
เฉลี่ย	127	137	36.3	300
CV.(%)	20.3	21.1	29.1	17.1

ตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

2.2.3 การดูดใช้แคลเซียมและแมกนีเซียม

การดูดใช้แคลเซียมพบว่า ให้ผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกันกับการดูดใช้โพแทสเซียมโดยการฉีดพ่นสารสกัด BGA อย่างเดียว การฉีดพ่นสารสกัดBGAร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 และ 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ผักกวางตุ้งมีการดูดใช้แคลเซียมสูงใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (โดยมีการดูดใช้เท่ากับ 300 307 และ 289 มิลลิกรัม Ca ต่อต้น ตามลำดับ) แต่แตกต่างจากการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยทางใบอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญที่มีการดูดใช้แคลเซียมต่ำกว่า (ตารางที่ 8) ด้านผลการดูดใช้แมกนีเซียมพบว่า ทุกกรรมวิธีมีการดูดใช้ไม่แตกต่างกันแต่พบว่า มีการดูดใช้แมกนีเซียมสะสมในส่วนของลำต้นในกรรมวิธีที่ใช้สารสกัด BGA อย่างเดียว และการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตรสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 9)

จากผลการดูดใช้ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองของผักกวางตุ้งจะเห็นได้ว่า การใช้สารสกัด BGA และการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถช่วยเพิ่มการดูดใช้โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมให้แก่ผักกวางตุ้งได้ เนื่องจากสารสกัด BGA มีองค์ประกอบของกรดอะมิโนอิสระซึ่งทำหน้าที่คล้ายเป็นสารคีเลตธรรมชาติ เมื่อรวมกับธาตุอาหารที่มีประจุบวกจะมีคุณสมบัติเป็นคีเลตชนิดกรดอะมิโนที่มีน้ำหนักเบาและมีขนาดเล็กสามารถแทรกซึมผ่านช่องเปิดของใบได้ง่าย และเมื่อเข้าไปในเซลล์พืชจะแตกตัวให้พืชดูดซึม (absorption) ธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ทันที (Sekhon, 2003) อีกทั้งกรดอะมิโนอิสระดังกล่าวเมื่อเข้าไปในเซลล์พืชจะสามารถเคลื่อนย้ายไปยังรากและทำหน้าที่คล้ายกับเป็น phytosiderophores ที่จะช่วยดูดซึมธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมผ่านทางขนรากให้พืชนำไปใช้ได้สะดวกมากขึ้นจึงทำให้การดูดใช้ธาตุอาหารพืชมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Lindsay, 1974; Cakmak *et al*., 1994; Marschner and Roemheld, 1996; Shaaban and Mobarak, 2000)

ตารางที่ 8 ผลการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อปริมาณการสะสมแคลเซียมของผักกวางตุ้งเมื่ออายุ 42 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณการสะสมแคลเซียมในส่วนต่างๆ ของผักกวางตุ้ง (มก.Ca/ต้น)			
	ใบ	ลำต้น	ราก	รวม
T1: Control	139	73.0 c	16.0	228 b
T2: 25g Foliar fert.	131	86.5 c	13.4	231 b
T3: 37.5g Foliar fert.	136	85.0 c	14.4	235 b
T4: 20%BGA	174	107 b	17.6	300 a
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	167	123 a	16.2	307 a
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	164	108 b	16.2	289 a
เฉลี่ย	152	97.1	15.6	265
CV.(%)	17.3	10.3	21.1	11.2

ตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 9 ผลการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อปริมาณการสะสมแมกนีเซียมของผักกวางตุ้ง เมื่ออายุ 42 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณการสะสมแมกนีเซียมในส่วนต่างๆ ของผักกวางตุ้ง (มก.Mg/ต้น)			
	ใบ	ลำต้น	ราก	รวม
T1: Control	15.5	7.45 b	4.43	28.3
T2: 25g Foliar fert.	15.8	9.32 b	3.52	28.6
T3: 37.5g Foliar fert.	14.6	8.07 b	2.80	25.4
T4: 20%BGA	16.8	12.5 a	3.87	32.8
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	15.7	12.9 a	3.91	31.8
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	16.4	9.68 b	4.05	30.6
เฉลี่ย	15.8	9.99	3.76	29.6
CV.(%)	20.7	19.3	27.8	17.8

ตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2.3 ผลผลิตของผักกวางตุ้ง

ผลการทดสอบการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อปริมาณผลผลิตพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตรให้ผลผลิตของผักกวางตุ้งสูงที่สุด เท่ากับ 2,608 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การฉีดพ่นด้วยสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีผลผลิตเท่ากับ 2,512 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างจากการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยทางใบอย่างเดียวทั้งสองอัตราที่ให้ผลผลิตต่ำกว่า ส่วนการฉีดพ่นสารสกัด BGA อย่างเดียวพบว่าให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 10) และเมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นของผลผลิตจากกรรมวิธีควบคุมพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 และ 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตรให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุมเท่ากับ 66.0 และ 59.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของผลผลิตดังกล่าวสอดคล้องกันกับผลการทดลองของ Mohsen *et al*. (2016) ที่ใช้สารสกัด BGA 2 ชนิด คือ *Anabaena oryzae* SOS13 และ *Nostocmuscorum* SOS14 ฉีดพ่นทางใบให้แก่ผักกาดหอมที่ปลูกในดินทรายร่วมกับปุ๋ยทางดิน พบว่า ทำให้ผักกาดหอมมีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม(ฉีดพ่นด้วยน้ำ) เท่ากับ 58.5 และ 46.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 10 ผลการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อปริมาณผลผลิตของผักกวางตุ้งเมื่ออายุ 42 วัน

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่ม (%)
T1: Control	1,571 d	-
T2: 25g Foliar fert.	1,792 cd	14.1
T3: 37.5g Foliar fert.	2,156bc	37.3
T4: 20%BGA	1,670 d	6.3
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	2,608 a	66.0
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	2,512 ab	59.9
เฉลี่ย	2,051	-
CV.(%)	14.6	-

ตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ : ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม

3. ผลของการใช้สารสกัดแหนแดงและสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้าและผักสลัดคอส

3.1 ผลของสารสกัดแหนแดงต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าผัก

ผลการคัดเลือกสารสกัดแหนแดงที่ได้จากวิธีการสกัดต่างๆ ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้ง พบว่า สารสกัดแหนแดงที่ได้จากวิธีการใช้แบคทีเรียช่วยย่อยเมื่อนำไปแช่เมล็ดผักกวางตุ้งสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่ต้นกล้าผักกวางตุ้งได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆและน้ำกลั่น (ภาพที่ 2) ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากในแหนแดงมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่พอประมาณ อีกทั้งยังมีส่วนของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินซึ่งอยู่ในโพรงใบแหนแดงและนอกจากนี้ยังมีสารคล้ายฮอร์โมนพืชและกรดอะมิโนต่างๆ เป็นองค์ประกอบในแหนแดง จึงทำให้มีผลต่อการกระตุ้นให้ต้นกล้าเจริญเติบโตได้เพิ่มขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้งเมื่อแช่เมล็ดด้วยน้ำกลั่น(ก) และสารสกัดแหนแดงที่ใช้แบคทีเรียช่วยย่อย (ข)

3.2 ผลการทดสอบใช้สารสกัดแหนแดงและสารสกัด BGA ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักคะน้า

เมื่อนำสารสกัดแหนแดงที่ใช้แบคทีเรียช่วยย่อยและสารสกัด BGA ฉีดพ่นให้แก่คะน้าในกระถางทดลองที่ใส่แหนแดงแห้งอัตรา 35 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม พบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA ให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งคะน้าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเท่ากับ 69.3 และ 6.14 กรัมต่อต้น ส่วนการฉีดพ่นสารสกัดแหนแดงร่วมกับสารสกัด BGA ฉีดพ่นสารสกัดแหนแดง ให้น้ำหนักสดดีกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำ(กรรมวิธีควบคุมแต่) น้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11) ทั้งนี้อาจเนื่องจากโปรตีนที่มีในสารสกัด BGA มีปริมาณความเข้มข้นรวมสูงกว่า เนื่องจากมีองค์ประกอบของโปรตีนสูงกว่าสารสกัดแหนแดง ดังนั้นจึงได้คัดเลือกสารสกัด BGA เพื่อใช้ทดสอบการส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตแก่พืชผักร่วมกับปุ๋ยทางดิน

กรมวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 11 ผลของการฉีดพ่นสารสกัดแหนแดง และสารสกัดBGA ต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผักคะน้าในกระถางทดลอง

กรรมวิธี	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น)
Control	54.3 c	4.02 b
20%BGA	69.3 a	6.14 a
Azolla ext.	58.6 bc	4.91 b
Azolla ext.+20%BGA	64.9 ab	5.42 b
เฉลี่ย	61.7	5.12
CV (%)	17.9	28.6

3.3 ผลการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้าและผักสลัดคอส

3.3.1 การเจริญเติบโตและผลผลิตผักคะน้า

ผลการเจริญเติบโตของคะน้า พบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ยทางดินทุกอัตราให้ผลการเจริญเติบโตของคะน้าสูงกว่าการใส่ปุ๋ยทางดินอย่างเดียวที่อัตราเดียวกัน โดยการฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ย NPK 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้น้ำหนักสดรวมสูงใกล้เคียงกันไม่ต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 43.4 และ 46.3 กรัมต่อต้น ตามลำดับ แต่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ย NPK 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ เพียงอย่างเดียวที่มีน้ำหนักสดรวมต่ำกว่า เท่ากับ 26.0 27.2 และ 24.2 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนการฉีดพ่นสารสกัด BGA อย่างเดียวไม่ใส่ปุ๋ยทางดินพบว่า ให้น้ำหนักสดรวมไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยทางดินทุกอัตรา และจากข้อมูลการส่งเสริมการเจริญเติบโตของคะน้าเมื่อใช้สารสกัด BGA ฉีดพ่นทางใบ พบว่าสามารถช่วยเพิ่มขนาดของลำต้น น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น และน้ำหนักสดก้าน ได้ (ตารางที่ 12) ด้านผลผลิตคะน้าเมื่อปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พบว่าการฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ย NPK ทางดิน 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ ให้ผลผลิตคะน้าสูงเทียบเท่ากันไม่ต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยอย่างเดียวทุกอัตราซึ่งมีผลผลิตต่ำกว่า โดยมีปริมาณผลผลิตเท่ากับ 1,362 1,568 และ 1,520 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ หรือมีผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่ปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำถึง 58.5 82.5 และ 76.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากข้อมูลจะเห็นว่าการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ย NPK 75 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ ให้ผลผลิตคะน้าเพิ่มขึ้นสูงกว่าการใช้ร่วมกับปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราแนะนำ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารของสารสกัด BGA ที่ฉีดพ่นทางใบจึงช่วยให้พืชเจริญเติบโตและมีผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถลดการใช้ปุ๋ย NPK ทางดินลงได้ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13)

กรมวิชาการเกษตร

3.3.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตผักสลัดคอส

ผลการเจริญเติบโตของสลัดคอส พบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ย NPK ทางดิน 50 75 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ และการใส่ปุ๋ย NPK ทางดิน 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลการเจริญเติบโตของสลัดคอสสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักสดรวม เท่ากับ 123 124 134 และ 128 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของผักคะน้าข้างต้น (ตารางที่ 14) ส่วนผลผลิต พบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 4,853 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ย NPK 75 และ 50 เปอร์เซ็นต์ และการใส่ปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างเดียว ซึ่งไม่ต่างกันทางสถิติ โดยมีผลผลิตเท่ากับ 4,496 3,988 และ 3,612 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลผลิตที่เพิ่มจากการใช้สารสกัด BGA พบว่า การใช้สารสกัด BGA ร่วมกับการใส่ปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ มีแนวโน้มให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างเดียว 34.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการฉีดพ่นสารสกัด BGA อย่างเดียว ไม่ใส่ปุ๋ยทางดินให้ผลการเจริญเติบโตสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมเล็กน้อย แต่ต่ำกว่าการใช้ร่วมกับปุ๋ยทางดินทุกอัตรา (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 12 ผลของสารสกัด BGA เมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยทางดินต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้าเมื่ออายุ 55 วัน

กรรมวิธี	จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	ขนาดลำต้น (มม./ต้น)	น้ำหนักสดรวม (กรัม/ต้น)	น้ำหนักสดใบ (กรัม/ต้น)	น้ำหนักสดต้น (กรัม/ต้น)	น้ำหนักสดก้าน (กรัม/ต้น)
T1: Control	6.67 c	8.25 de	18.9 d	12.0 d	2.7 d	3.17d
T2: 50% Soil fert.	6.88 bc	9.18 cd	26.0 c	15.4 cd	3.8 bc	4.80 c
T3: 75% Soil fert.	7.21 abc	7.93 e	27.2 c	16.6 cd	4.5 b	5.05 c
T4: 100% Soil fert.	7.58 a	9.38 c	24.2 cd	15.0 cd	3.2 cd	4.03 cd
T5: 20%BGA	7.81 a	10.5 b	27.8 c	16.9 c	3.9 bc	4.73 c
T6: 20%BGA+50% Soil fert.	7.76 a	11.2 ab	39.6 b	25.5 b	5.5 a	7.11 b
T7: 20%BGA+75% Soil fert.	7.43 ab	11.9 a	43.4 ab	26.9 ab	5.8 a	7.54 ab
T8: 20%BGA+100% Soil fert.	7.29 abc	11.5 ab	46.3 a	30.1 a	6.2 a	8.49 a
เฉลี่ย	7.33	10.0	31.7	19.9	4.50	5.62
CV (%)	14.5	18.7	21.9	27.2	24.8	29.1

ตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ : ปุ๋ยอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (100% Soil fert.)= 20-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 13 ผลการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางดินต่อปริมาณผลผลิตของผักคะน้า

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่ม (%)
T1: Control	662 b	
T2: 50% Soil fert.	837 b	
T3: 75% Soil fert.	847 b	
T4: 100% Soil fert.	859 b	-
T5: 20%BGA	909 b	5.8
T6: 20%BGA +50% Soil fert.	1,362 a	58.5
T7: 20%BGA +75% Soil fert.	1,568 a	82.5
T8: 20%BGA +100% Soil fert.	1,520 a	76.9
เฉลี่ย	1,070	
CV.(%)	14.4	-

ตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ : ปุ๋ยอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (100% Soil fert.)= 20-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ตารางที่ 14 ผลของสารสกัด BGA เมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยทางดินอัตราต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดคอสเมื่ออายุ 60 วัน

กรรมวิธี	จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	ขนาดลำต้น (มม.)	น้ำหนักสดรวม (กรัม/ต้น)	น้ำหนักสดใบ (กรัม/ต้น)	น้ำหนักสดต้น (กรัม/ต้น)
T1: Control	26.5 b	13.4 c	61.9 c	63.1 cd	24.0 c
T2: 50% Soil fert.	26.2 b	14.0 bc	101 b	77.2 b	24.4 c
T3: 75% Soil fert.	26.7 b	14.1 bc	101 b	67.6 bc	37.7 a
T4: 100% Soil fert.	31.3 a	14.5 b	128 a	102 a	34.3 ab
T5: 20%BGA	22.5 c	11.8 d	96.5 b	51.1 d	14.3 d
T6: 20%BGA +50% Soilfert.	30.5 a	14.7 b	123 a	100 a	31.7 b
T7: 20%BGA +75% Soil fert.	31.9 a	14.7 b	124 a	105 a	33.4 ab
T8: 20%BGA +100% Soil fert.	32.5 a	15.5 a	134 a	107 a	33.5 ab
เฉลี่ย	28.5	14.1	109	84.4	29.2
CV(%)	14.3	11.3	22.9	30.3	29.1

ตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ : ปุ๋ยอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (100% Soil fert.)= 20-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 15 ผลการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณผลผลิตของผักสลัดคอส

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่ม (%)
T1: Control	1,233 c	
T2: 50% Soil fert.	3,588 b	
T3: 75% Soil fert.	3,458 b	
T4: 100% Soil fert.	3,612 ab	-
T5: 20%BGA	1,793 c	-50.3
T6: 20%BGA +50% Soil fert.	3,988 ab	10.4
T7: 20%BGA +75% Soil fert.	4,496 ab	24.4
T8: 20%BGA +100% Soil fert.	4,853 a	34.3
เฉลี่ย	3,377	
CV.(%)	18.7	-

ตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ : ปุ๋ยอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (100% Soil fert.) คือ 20-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ภาพที่ 3 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักสลัดคอสที่ได้รับการฉีดพ่นและใส่ปุ๋ยทางดินอัตราต่างๆ ในแต่ละกรรมวิธี (T1 = กรรมวิธีควบคุม, T2 = กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีทางดิน 50 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำตามค่าวิคราะห์ดิน, T3 = กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีทางดิน 75 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำตามค่าวิคราะห์ดิน, T4 = กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีทางดิน 100 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำตามค่าวิคราะห์ดิน, T5 = ฉีดพ่นสารสกัด BGA,

กรมวิชาการเกษตร

T6 = ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีทางดิน 50 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำตามค่าวิคราะห์ดิน, T7 = ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีทางดิน 75 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำตามค่าวิคราะห์ดิน, T8 = ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีทางดิน 100 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำตามค่าวิคราะห์ดิน)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. การใช้สารสกัด BGA ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ฉีดพ่นร่วมกับปุ๋ยทางใบ 20-20-20 อัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นอัตราที่เหมาะสมในการส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่ผักกวางตุ้งได้ดีที่สุด โดยจะช่วยเพิ่มจำนวนใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักสดได้สูงสุด และยังส่งเสริมให้ผักกวางตุ้งมีการดูดใช้ธาตุอาหารโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมสูงกว่าการไม่ใช้ร่วมกับสารสกัด BGA อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผักกวางตุ้งมีผลผลิตสูงสุดซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม (ฉีดพ่นน้ำกลั่น) ถึง 66 เปอร์เซ็นต์

2. การใช้สารสกัด BGA ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ฉีดพ่นทางใบเพียงอย่างเดียวทำให้ผลผลิตผักกวางตุ้งเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุมเพียงเล็กน้อย เท่ากับ 6.3 เปอร์เซ็นต์แต่พบว่า สามารถช่วยเพิ่มการดูดใช้ธาตุอาหารโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมให้แก่ผักกวางตุ้งได้เทียบเท่ากับการใช้สารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบ 20-20-20 อัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

3. การใช้สารสกัดแหนแดงร่วมกับสารสกัด BGA ฉีดพ่นทางใบให้แก่ผักคะน้า ให้ผลการส่งเสริมการเจริญเติบโตต่ำกว่าการใช้สารสกัด BGA อย่างเดียว ดังนั้นจึงควรเลือกใช้สารสกัด BGA เพื่อทดสอบผลการใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชผักร่วมกับปุ๋ยทางดิน

4. การใช้สารสกัด BGA ฉีดพ่นทางใบร่วมกับปุ๋ย NPK 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตให้แก่ผักคะน้าได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ย NPK ทางดินที่อัตราเดียวกันอย่างเดียว โดยการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ย NPK 75 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตได้สูงสุด โดยมีผลผลิตเท่ากับ 1,568 กิโลกรัมต่อไร่ หรือมีผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงกว่าการใส่ปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราแนะนำ 82.5 เปอร์เซ็นต์

5. การใช้สารสกัด BGA ฉีดพ่นทางใบร่วมกับปุ๋ย NPK 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตให้แก่ผักสลัดคอสได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ย NPK ทางดินที่อัตราเดียวกันอย่างเดียว โดยการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตได้สูงสุด โดยมีผลผลิตเท่ากับ 4,853 กิโลกรัมต่อไร่ หรือมีผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงกว่าการใส่ปุ๋ย NPK 100 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราแนะนำ 34.3 เปอร์เซ็นต์

กรมวิทยาศาสตร์

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สารสกัด BGA สามารถนำไปใช้ร่วมกับปุ๋ยทางใบและปุ๋ยทางดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชผักรับประทานใบได้ แต่การขยายผลให้เกษตรกรสามารถนำไปผลิตและใช้ประโยชน์ได้เอง ยังขาดการวิจัยพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตมวลชีวภาพสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในระดับภาคสนามที่พร้อมให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในการผลิตพืชผักในฟาร์มของตนเองได้อย่างยั่งยืน

11. คำขอบคุณ -

12. เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ สิริสิงห. 2525. เคมีของน้ำโสโครกและการวิเคราะห์. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ. 387 น.

กองปฐพีวิทยา. 2544. *คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพฯ. 164 หน้า.

ประไพ ทองระอา สมปอง หมื่นแจ้ง ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต และกัลยกร โปร่งจันทึก. 2554. การผลิตปุ๋ยชีวภาพสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินโดยใช้ปุ๋ยหมักมูลไก่และการใช้ประโยชน์กับข้าวระยะต้นกล้า. หน้า 1-9 *ในเอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ ประจำปี 2554*. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

ประไพ ทองระอา ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต กานดา ฉัตรไชยศิริ กัลยาณี สุวิทวัส พิมพ์นิภา เพ็ญช่าง นิศารัตน์ ทวีนุต และภาสันต์ ศารทูลทัต. 2560. การใช้สารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากล้วยน้ำว้า ‘ปากช่อง 50’ จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. *ว. พืชศาสตร์สงขลานครินทร์*. 4(4): 16-21.

ประภาศรี จงประดิษฐนันท์. 2549. *สถานการณ์ตลาดและการเลือกใช้ปุ๋ยธาตุรองและจุลธาตุอย่างชาญฉลาด เรื่อง ปัญหาธาตุรอง-จุลธาตุในดินและการแก้ไข*. 29 หน้า.

ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต ประไพ ทองระอา กัลยาณี สุวิทวัส กานดา ฉัตรไชยศิรินิศารัตน์ ทวีนุต ภาสันต์ ศารทูลทัต และพิมพ์นิภา เพ็ญช่าง. 2558. การใช้แหนแดงเป็นวัสดุดินผสมเร่งการเติบโตของต้นอ่อนกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. *ว. เกษตรพระจอมเกล้า*. 33(ฉบับพิเศษ1):589-595.

ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต พัชรินทร์ นามวงษ์ ประไพ ทองระอา นิศารัตน์ ทวีนุต และกานดา ฉัตรไชยศิริ. 2563. การปลดปล่อยธาตุอาหารและการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีในดินที่ใส่แหนแดง. *ว.วิชาการเกษตร*. 38(2): 139-149.

Allen, M. B. and D. I. Arnon. 1955. Studies on nitrogen-fixing blue-green algae. Plant Physio. 30:366-372

Cakmak, I., K.Y. Gueluet, H. Marschnerand R.D. Graham. 1994. Effect of Zinc and Iron Deficiency on Phyto-siderophores Release in Wheat Genotypes Differing in Zinc Efficiency. *J. Plant Nutri*. 17:1-17.

El-Fouly, M.M., Z.M. Mobarak and M.M. Shaaban. 1997. Effect of Different Foliar Iron Chelates on Growth and Nutrient Contents of Cotton Plants. *Egypt.J. Physiol. Sci*. 3: 357-367.

สำนักวิชาการเกษตร

Lindsay, W.L. 1974. Role of Chelation in Micronutrient Availability. pp. 507-524. *In*: E.W. Carson, ed. *The plant root and its environment*. University Press of Virginia.

Marschner, H. and V. Roemheld. 1996. Root-induced Changes in the Availability of Micronutrients in Rhizosphere. pp. 557-579. *In*: Y. Waisel, A. Eshel and U. Kafkafi, eds. *Plant roots the hidden half*. Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, Hong Kong.

Mohsen, A.A.M., A.S.A. Salama and F.M.A. El-Saadony. 2016. The Effect of Foliar Spray with Cyanobacterial Extracts on Growth, Yield and Quality of Lettuce Plants (*Lactuca sativa* L.). *Mid. East J. Agri. Res*. 5(1): 90-96.

Nasholm, T., K. Kielland and U. Ganeteq. 2009. Uptake of Organic Nitrogen by Plants. *New Phytologist* 182: 31-48.

Pedurand, P. and P.A. Reynaud. 1987. Do cyanobacteria enhance germination and growth of rice?.*Plant Soil* 101: 235-240.

Sekhon, B.S. 2003. Chelates for Micronutrient Nutrition among Crops. *Resonance* 1: 44-53.

Shaaban, M.M. 2001. Green Micro Water Extract as Foliar Feeding to Wheat Plants. *Pak. J. Biol. Sci.* 4: 628-632.

Shaaban, M.M. and Z.A. Mobarak. 2000. Effect of Some Green Plant Material as Soil Additives on Soil Nutrient Availability, Growth, Yield and Yield Component of FabaBean Plants. *J. Agric. Sci.* 25: 2005-2016.

Shehata, S.M., H.S. Abdel-Azem, A.A. El-Yazied and A.M. El-Gizawy. 2011. Effect of Foliar Spraying with Amino Acids and Seaweed Extract on Growth, Chemical Constitutes, Yield and Its Quality of Celeriac Plant. *Eur. J. Sci. Res.* 58(2): 257-265.

Singh, P.K. 1979. Use of Azolla in rice production in India. pp. 407-418. In Nitrogen and Rice. IRRI Los Balios Laguna Philippines.

Sivasankari, S., V. Venkatesalu, M. Anantharaj and M. Chandrasekaran. 2005. Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vigna sinesis*. Bioresource Tech. 1745-1751

Stirk , W.A., V. Van Staden and K. Jager. 2002. Cytokinins and auxin-like activity in cyanophyta and microalgae. *J. Appl. Phycol*. 14:215-211.

Teale, W.D., I.A. Paponov and K. Palmo. 2006. Auxin in action : signaling, transport and the control of plant growth and development. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol*. 7:847-859.

Tegeder, M. and D. Rentsch. 2010. Uptake and Partitioning of Amino Acids and Peptides. *Mol. Pl.* 3: 997-1011.

Wagner, G.M. 1997. *Azolla* : a review of its biology and utilization. *Bot. Rev.* 63:1-26.

กรมวิชาการเกษตร

Watanabe, I., N.S. Berja and D.C. del Rosario. 1980. Growth of *Azolla* in paddy field as affected by phosphorus fertilizer. *Soil Sci. Plant Nutr*. 26:30-307.

Yamagato, M., S. Matsumoto and N.A.J. Arihara. 2001. Possibility of Direct Acquisition of Organic Nitrogen by Crops. pp. 399-420.*In:*N.A.J.Arihara, K. Okada and A. Srinivasan, eds. *Plant Nutrient Acquisition*. Springer-Verlag, Tokyo.

Zulpa, G., M.C. Zaccaro, F. Boccazzi, J.L. Parada and M. Storni. 2003. Bioactivity of intra and extracellular substances from cyanobacteria and lactic acid bacteria on “wood blue stain” *fungi Biol. Control* 27:345-358.

กรมวิชาการเกษตร