ผลความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว (*Brassica pekinensis*)

Effect of Enzyme Ionic Plasma Concentration on Growth of *Brassica pekinensis*

ปรากรม ประยูรรัตน์* และ ยุพา แดงหนองแปน
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน ชลบุรี 20131

Pragrom Prayoonrat* and Yupa Dangnongpan
Department of Biology, Faculty of Science, Burapha University, Bangsaen, Chonburi 20131

บทคัดย่อ

การศึกษาผลความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว (*Brassica pekinensis*) โดยใช้ความเข้มข้นน้ำหมักชีวภาพ 5 ระดับ คือ น้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำปริมาณ 50, 100, 500, 1,000 และ 5,000 มิลลิลิตร (1: 50, 1:100, 1: 500, 1: 1,000 และ 1:5,000) เพื่อใช้ในการฉีดพ่นผักกาดขาวทุกวัน 3 วัน และ 6 วันต่อครั้งและทำการบันทึกผลหลังจากปลูกลงแปลงและฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพแล้ว โดยการวัดความสูงทุกๆ 5 วันต่อครั้งจนถึง 25 วัน หลังจากผักกาดขาวมีอายุ 45 วัน วัดความสูงและชั่งน้ำหนักสดหลังการเก็บเกี่ยว ผลการทดลองปรากฏว่า น้ำหมักชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวคือ ระดับความเข้มข้นทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งมีความสูงและน้ำหนักสดเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุม แต่ระดับที่เหมาะสมที่สุดคือ การใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 500 มิลลิลิตร เนื่องจากว่ามีความสูงและน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความถี่ที่ใช้ในการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพ พบว่าการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุกๆ วันมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยดีที่สุด

คำสำคัญ : น้ำหมักชีวภาพ ผักกาดขาว

Abstract

A study of the effects of enzyme ionic plasma concentration on growth of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) was conducted by applying enzyme ionic plasma at concentration ratios 1:50, 1:100, 1:500, 1:1,000, 1:5,000 and control. Those were sprayed once everyday, every three and six days. The data was collected by height every five days until 25 days growth. Collecting the data had for fresh weight and height after 45 days growth too. The results showed that there was the effect on height and fresh weight of every ionic plasma concentration on growth of Chinese cabbage when the concentration was higher than the control. The concentration of 1:500 gave the best height and fresh weight. Compared among applying frequencies, spraying the enzyme ionic plasma everyday gave the best growth (height and fresh weight).

Keywords : enzyme ionic plasma, Chinese cabbage

*** Corresponding author.** E-mail : pragrom@buu.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันนี้การปลูกผักกาดขาวนิยมใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ปุ๋ยเคมี ทำให้สมดุลสภาพแวดล้อมสูญเสียไป เกิดปัญหาต่างๆ มากมาย เช่น ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ โรคและแมลงศัตรูพืชระบาดมากขึ้น ก่อเกิดปัญหาสารเคมีตกค้างในระบบนิเวศน์ มีการตกค้างสะสมในดิน น้ำและอากาศและพืชอาหาร ในด้านเศรษฐกิจพบว่าเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิต รายได้ไม่แน่นอนก่อให้เกิดปัญหาหนี้สิน ในด้านสุขภาพเกษตรกรรวมทั้งผู้บริโภคมีการรับสารพิษต่างๆ เข้าไปสะสมในร่างกาย เกิดอันตรายต่อชีวิต ดังนั้น นักวิชาการ เกษตรกรรวมทั้งผู้บริโภคโดยทั่วไปได้หันมาให้ความสนใจต่อการทำการเกษตรแบบยั่งยืน นั่นคือ การทำการเกษตรที่สามารถจัดการทรัพยากรธรรมชาติและการพัฒนาเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม สามารถนำมาใช้ต่อไปได้ทั้งในปัจจุบันและอนาคต ไม่ทำลายสภาพแวดล้อมและไม่ก่อให้เกิดผลเสียทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสุขภาพมนุษย์

รูปแบบหนึ่งในการผลิตพืชที่ได้รับความสนใจในระบบเกษตรยั่งยืน คือ เกษตรอินทรีย์ (organic farming) เป็นระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม รักษาสมดุลธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ที่อาจก่อให้เกิดมลพิษโดยใช้วัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ และน้ำหมักชีวภาพในการผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษและไม่ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากในปัจจุบันตลาดมีความต้องการบริโภคสินค้าเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 20 ต่อปี ทำให้ประเทศไทยจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาขีดความสามารถและศักยภาพในการผลิตพืชอินทรีย์ (organic crop) เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งหันมาสนใจด้านสุขภาพมากขึ้น

น้ำหมักชีวภาพ หรือที่เรียกกันว่า “น้ำสกัดชีวภาพ” หรือ “ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ” คือ น้ำที่ได้จากการหมักพวกพืช ผัก ผลไม้ วัชพืช สัตว์ และเศษอาหาร นำมาหมักกับน้ำตาลและน้ำ โดยมีปริมาณที่พอเหมาะ และใช้เวลาในการหมักที่เหมาะสม ซึ่งหมักอย่างน้อย 3 เดือน ในสภาพที่ไม่มีอากาศ (anaerobic condition) (สุริยา, 2542a) โดยทำให้เกิดจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์จำนวนมากซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะทำหน้าที่ในการย่อยสลายเศษซากพืช และซากสัตว์เหล่านั้นให้กลายเป็นสารละลาย หรือที่เรียกว่า “น้ำหมักชีวภาพ” เป็นของเหลวสีน้ำตาล ซึ่งประกอบด้วยธาตุอาหารพืชโปรตีน กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ จุลธาตุ ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต เอนไซม์ วิตามิน และอื่นๆ นอกจากนี้น้ำหมักชีวภาพที่ได้ยังเกิดก๊าซโอโซน (O_3) อีกด้วย (ชมภูศักดิ์, 2539)

น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักเศษพืชหรือสัตว์นั้น ถึงแม้ไม่ได้ใส่กากน้ำตาล พืชหรือสัตว์ที่เป็นอินทรียวัตถุก็จะถูกย่อยสลาย โดยกระบวนการธรรมชาติอยู่แล้ว แต่การที่ใส่กากน้ำตาลลงไปก็เพื่อเป็นแหล่งพลังงานหรืออาหารของจุลินทรีย์ จึงทำให้การย่อยสลายเร็วขึ้นกว่าการย่อยสลายตามสภาพธรรมชาติทั่วไป กระบวนการสลายอินทรีย์สารนั้นมีจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องหลายกลุ่มและหลังขบวนการเสร็จสิ้นก็ยังคงมีจุลินทรีย์อยู่ ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมว่าเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดใด (คิม, 2542) ในการหมักพวกพืชผักจะมีจุลินทรีย์หลายชนิด โดยเริ่มจากยีสต์จะย่อยส่วนที่เป็นสารละลายของพืช แบคทีเรียและราจะย่อยส่วนประกอบพวกเซลลูโลส ลิกนิน และอื่นๆ (Khan, 1997) ชมรมอนุรักษ์ภูมิปัญญาไทย ได้ทดลองหมักพืชชนิดต่างๆ โดยใช้แนวทางของสมาคมเกษตรธรรมชาติประเทศเกาหลี สรุปไว้ว่าพืชทุกชนิดสามารถนำมาทำน้ำหมักชีวภาพได้ (อรรถ, 2541)

พวกแบคทีเรียจะใช้น้ำตาลแล้วสร้างเป็นกรดอินทรีย์ต่างๆ ตัวอย่างเช่น กรดแลกติค ทำให้ จุลินทรีย์อื่นไม่สามารถเจริญได้ดี เพราะน้ำหมักชีวภาพที่ได้ มีความเป็นกรดสูงวัดค่า pH ได้ 3-4 นอกจากนี้ สุริยา (2542b) ได้ศึกษาจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในน้ำหมักชีวภาพ พบว่าน้ำหมักชีวภาพมีทั้งจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ จุลินทรีย์ต้องการอากาศ และจุลินทรีย์ที่สร้างกรดได้ ซึ่งพบในปริมาณที่แตกต่างกัน ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพด้านการเกษตรช่วยปรับสภาพความเป็นกรด - ด่าง ในดินและน้ำ ช่วยปรับสภาพโครงสร้างของดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำและอากาศได้ดียิ่งขึ้น ช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินให้เป็นธาตุอาหารแก่พืช พืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้เลย โดยไม่ต้องใช้พลังงานมากเหมือนการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชให้สมบูรณ์ แข็งแรงตามธรรมชาติ ต้านทานโรคและแมลง ช่วยสร้างฮอร์โมนพืช ทำให้ผลผลิตสูง และคุณภาพของผลผลิตดีขึ้น และช่วยให้ผลผลิตคงทน เก็บรักษาไว้ได้นาน นอกจากนี้เมื่อมารวมกับดินแต่ละชนิดก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ (Sena et al., 2002) เมื่อศึกษาจากกระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากพืชหรือสัตว์ มีขบวนการแตกต่างจากปุ๋ยชีวภาพ เพราะฉะนั้นน้ำหมักชีวภาพจึงไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพแต่เป็นน้ำหมักชีวภาพจากสิ่งมีชีวิตที่มีจุลินทรีย์เข้ามาเกี่ยวข้องในการย่อยสลายเท่านั้น ประโยชน์

ที่ได้จากการใช้น้ำหมักชีวภาพจึงอยู่ในรูปของสารหลากหลายชนิดที่พืชสามารถดูดซึมได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามการใช้น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียวจะไม่เป็นผลให้พืชเพิ่มผลผลิตได้ จึงควรมีการผสมผสานวิธีการจัดการหลายวิธีมากกว่าที่จะมุ่งมาใช้น้ำหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียว (ยงยุทธ, 2542) ในน้ำหมักชีวภาพมีจุลินทรีย์หลายกลุ่มที่จะช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้เกิดสารอนินทรีย์ขึ้นด้วย สารเหล่านี้จะมีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืช และถ้าราดน้ำหมักชีวภาพลงดิน จุลินทรีย์จะเข้าไปอยู่ในบริเวณรากพืชและทำการย่อยสารอินทรีย์ในบริเวณนั้นช่วยให้พืชได้รับประโยชน์จากธาตุอาหารได้ นอกจากนี้ในระหว่างเกิดกระบวนการย่อยสลายนั้นอาจจะมีสารประเภทฮอร์โมนหรือเอ็นไซม์เกิดขึ้นและเป็นประโยชน์กับพืช (วรรลดา, 2543) Abdul Khaliq et.al, 2005 ได้ศึกษาการใช้สาร E.M. กับต้นฝ้ายพบว่า การใช้สาร E.M. และสารอินทรีย์เพียงอย่างเดียวไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นฝ้าย แต่ถ้าใช้ร่วมกับสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ จะเพิ่มผลผลิตฝ้ายได้อย่างมาก นอกจากนี้ อรพิน และกิตติภัฏ (2545) ศึกษาผลของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากหอยเชอรี่ต่อการเพิ่มผลผลิตข้าว จากการทดลองใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากหอยเชอรี่ ความเข้มข้น 0, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พบว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จึงควรทดลองประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพกับผักกาดขาวเพื่อผลิตพืชอินทรีย์เป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรได้ใช้ต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การวางแผนการทดลอง

การทดลองใช้วิธีการวางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design = CRD) โดยกำหนดให้มีความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพ 5 ความเข้มข้น (การทดลอง) ได้แก่ อัตราส่วน 1:50, 1:100, 1:500, 1:1,000, 1:5,000 โดยใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 50, 100, 500, 1,000, 5,000 มิลลิลิตรตามลำดับ แต่ละความเข้มข้นทำการฉีดพ่น 1 วันต่อครั้ง 3 วันต่อครั้ง และ 6 วันต่อครั้ง รวมจำนวนกรรมวิธี 15 การทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ (replication) รวม 45 หน่วยการทดลอง (แปลงย่อย) เพิ่มแปลงควบคุม (control) โดยฉีดพ่นน้ำธรรมดา 3 หน่วยการทดลอง รวมทั้งสิ้น 48 หน่วยการทดลอง

การเตรียมน้ำหมักชีวภาพ

นำเศษอาหาร ผัก ผลไม้และเศษวัชพืชรวม 3 กิโลกรัม สับให้ละเอียด ใส่ในถังพลาสติกขนาดบรรจุ 20 ลิตร ใส่กากน้ำตาลผสมกับน้ำ 10 ลิตร ใส่ลงไปในถัง คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน ปิดฝาให้สนิท คลุมด้วยถุงพลาสติกจากนั้นมัดด้วยเชือก เพื่อป้องกันการวางไข่ของแมลงหมักทิ้งไว้ครบ 3 เดือน จะได้หัวเชื้อน้ำหมักชีวภาพ จากนั้นนำมาสลายพิษด้วยการใส่กรด ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว คือ มะนาว (ทั้งผิว) ทิ้งไว้ประมาณ 10 วัน จึงนำไปใช้ต่อไป

การทดลอง

การเตรียมแปลงเพาะกล้า ผสมแกลบดำและขี้หมูแห้งในอัตราส่วน 3:1 ให้เป็นเนื้อเดียวกัน วัดค่า pH (pH=6) และค่าความชื้น (35 %) นำมาฉีดด้วยน้ำหมักชีวภาพ (pH= 6) ที่เจือจางด้วยน้ำ ในอัตราส่วน 1:100 เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของพืช ใส่ส่วนผสมดังกล่าวลงในถาดเพาะเมล็ด ปาดผิวหน้าถาดให้เรียบและสม่ำเสมอ ทำการเพาะเมล็ดผักกาดขาวที่มีอายุเก็บเกี่ยว 35 ถึง 45 วันลงในถาดดังกล่าว โดยใช้ไม้เจาะหลุม แล้วเพาะเมล็ดผักกาดขาวที่เตรียมไว้ หลุมละ 1 เมล็ด ปิดปากหลุมและกลบผิวหน้าด้วยส่วนผสมเดิม หนาประมาณ 0.5 ซม. ปาดผิวหน้าให้เรียบ ฉีดน้ำให้ชุ่มด้วยถังฉีดพ่นที่มีรูขนาดเล็ก เก็บไว้ในที่ร่ม และคลุมด้วยผ้า เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ แล้วรดน้ำทุกเช้าเย็น หลังจากปลูกได้ 3 วัน เมล็ดเริ่มงอก ให้เอาผ้าคลุมออก ย้ายต้นกล้าไปไว้กลางแดดที่มีแสลนสีดำคลุม รดน้ำปุ๋ยชีวภาพทุกเช้าและเย็น ส่วนตอนกลางวันรดด้วยน้ำ ดูแลกำจัดด้วยการฉีดด้วยสารไล่แมลง (น้ำหมักจากพืชสมุนไพร เช่น สะเดา ยาฉุน) อัตราส่วน 1:50 ทิ้งไว้ 6 วัน ย้ายมายังแสลนสีเขียวเพื่อให้ได้รับแสงแดดมากขึ้น ต้นกล้าจะมีความแข็งแรงจากนั้น 6 วัน ก็เอาแสลนออก เมื่อต้นกล้าอายุ 20 วัน จึงย้ายปลูกโดยคัดเลือกเฉพาะต้นผักกาดขาวที่แข็งแรงไปปลูกในแปลงต่อไป

การเตรียมแปลงสำหรับปลูก พรวนดินให้ละเอียดในพื้นที่ที่ใช้ทำแปลงด้วยรถไถเดินตาม ให้มีขนาดตามต้องการ ขุดร่องยกแปลงด้วยจอบให้มีความสูงประมาณ 30 เซนติเมตร และเกลี่ยให้พื้นดินสม่ำเสมอด้วยคราด ทำบล็อกให้มีขนาด 1X1 เมตร (กำหนดให้ 1 บล็อก = 1 หน่วยการทดลอง) ทำทั้งหมด 48 บล็อก ใส่ปุ๋ยหมักลงในแต่ละบล็อก บล็อกละ 1 กิโลกรัม พรวนดินด้วยคราด คลุมแปลงด้วยฟางให้สม่ำเสมอ ซึ่งฟาง 1 ก้อนหนัก 15 กิโลกรัม ใช้คลุม 12 บล็อก รดน้ำ

ทุกเช้า-เย็น หลังจากคลุมแปลงได้ 3 วัน ทำการหมักดินด้วยน้ำหมักชีวภาพทุกบล็อกในอัตราส่วน 1:100 มีทั้งหมด 48 บล็อก ใช้น้ำหมักชีวภาพทั้งหมด 340 มิลลิลิตร รดทุกเช้า-เย็น หมักแปลงด้วยน้ำหมักชีวภาพประมาณ 4 วัน จะได้ดินที่ใช้ทดลองมีค่า pH=8.83 และความชื้น 57.3% เพื่อใช้ในการปลูกต้นกล้าที่เตรียมไว้โดยการรดน้ำที่แปลงให้ชุ่มเพื่อง่ายต่อการขุดหลุม แล้วขุดหลุมด้วยมือให้มีขนาดพอเหมาะในการปลูกต้นกล้า แต่ละบล็อก ขุดหลุม 16 หลุม สำหรับปลูกต้นกล้า 16 ต้น แถวละ 4 ต้นจำนวน 4 แถว คัดเลือกต้นกล้าผักกาดขาวในถาดเพาะที่มีอายุ 20 วัน มีขนาดและลักษณะที่สมบูรณ์เท่าๆ กัน สุ่มต้นกล้าที่คัดเลือกแล้วปลูกตามหลุมที่ขุดหลุมเอาไว้ โดยกดโคนต้นกล้าผักให้ตั้งตรง หลังการย้ายต้นกล้าลงแปลงแล้วรดน้ำตามให้ชุ่ม ฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพตามระดับความเข้มข้นและความถี่ที่กำหนดไว้หลังจากย้ายปลูกแล้ว 3 วัน ช่วงตอนเย็น สำหรับช่วงเช้าและกลางวันจะฉีดพ่นด้วยน้ำ ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอจนถึงระยะการเก็บเกี่ยว (45 วัน) ระบายน้ำในแปลงผักเพื่อไม่ให้เกิดน้ำขัง ในระหว่างที่ปลูกในแปลง เมื่อมีแมลงต่างๆ รบกวน เช่น ตั๊กแตน หมัดกระโดด จิ้งหรีด และเพลี้ย เป็นต้น จะฉีดด้วยสารไล่แมลง (น้ำหมักชีวภาพจากสมุนไพร คือ สะเดา และยาฉุน) เป็นระยะๆ โดยนำเอาผลสะเดาบดละเอียด : น้ำหมักชีวภาพอัตราส่วน 1 กิโลกรัม : 10 ลิตร ยาฉุน : น้ำหมักชีวภาพ อัตราส่วน 1/2 กิโลกรัม : 10 ลิตร กำจัดต้นหญ้าหรือวัชพืชที่เป็นแหล่งของแมลงและโรคต่างๆ เกิดขึ้นบริเวณรอบๆ แปลงผัก หรือในแปลงผัก เพื่อไม่ให้เป็นที่อยู่อาศัยของโรคและแมลงศัตรู ทำความสะอาดเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการทำแปลงผักกาดขาวทุกครั้งหลังปฏิบัติงาน

การบันทึกผลการทดลอง

ระยะเมล็ดเริ่มงอก ตรวจสอบจำนวนการงอกของเมล็ดทุกวัน ตั้งแต่เมล็ดเริ่มงอกจนถึงงอกทุกเมล็ด ระยะต้นกล้า วัดความสูงของลำต้น ตั้งแต่ลำต้นเหนือดินถึงเรือนยอด เริ่มทำการวัดหลังจากเมล็ดงอกแล้ว 2 วัน จนกระทั่งต้นกล้ามีอายุ 20 วัน ทำการวัดวันเว้นวัน โดยการคัดเลือกต้นกล้าในถาดเพาะ ที่มีขนาดและลักษณะที่สมบูรณ์ใกล้เคียงกันมากที่สุด และถ่ายภาพแสดงการเจริญเติบโตทุกๆ 5 วัน สำหรับระยะย้ายปลูกในแปลง วัดอัตราการเจริญเติบโต โดยการวัดความสูงของต้นกล้าทุกๆ 5 วัน หลังจากปลูก โดยทำการสุ่มต้นกล้าในแต่ละหน่วยการทดลอง หน่วยการทดลองละ 4 ต้น วัดในแนวทแยงมุม ระยะการเก็บเกี่ยว เมื่อผักมีอายุครบ 45 วัน หลังย้ายปลูกดำเนินการทดลองโดยถ่ายภาพเพื่อเปรียบเทียบการเจริญของผักกาดขาวทุกหน่วยการทดลอง ใช้มีดตัดโคนต้นผักกาดขาวเหนือระดับดินเล็กน้อยวัดความสูงเริ่มตั้งแต่บริเวณที่ตัดถึงเรือนยอดนำต้นผักมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่มี 2 จุดทศนิยม วัดค่า pH และค่าความชื้นของแต่ละหน่วยการทดลอง หลังจากที่เก็บเกี่ยวเสร็จแล้วนำผลที่ได้ทั้งหมดไปหาค่าทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ด้วยการทดสอบสมมติฐานโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดี่ยว (one-way analysis of variation) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธี Duncan multiple ranges test

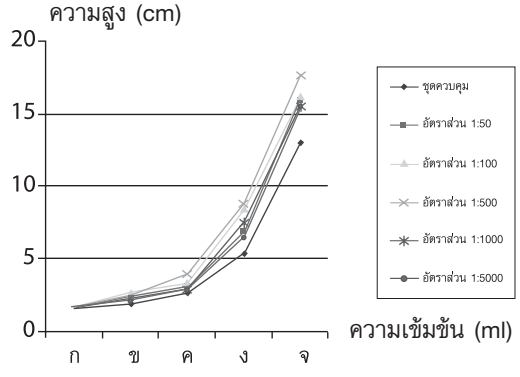
ผลการทดลอง

ผลของการทดลองค้นคว้าเกี่ยวกับผลความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวมีดังนี้

เปรียบเทียบความถี่ ข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

เปรียบเทียบระดับความเข้มข้น ข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

จากผลการทดลองพบว่า ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความสูงเฉลี่ยของผักกาดขาวต่างกันโดยที่ความเข้มข้นของชุดควบคุม 1:50, 1:100, 1:500, 1:1,000 และ 1:5,000 มีค่าเฉลี่ย 14.75, 15.93, 16.21, 17.64, 15.46 และ 15.36 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 1)



ก = 5 วัน ข = 10 วัน ค = 15 วัน
ง = 20 วัน จ = 25 วัน

ภาพที่ 1 อัตราการเจริญเติบโตของผักกาดขาวที่ใช้น้ำหมักชีวภาพในอัตราต่างๆ กัน โดยวัดความสูงตั้งแต่เหนือพื้นดินถึงเรือนยอด

ระดับความเข้มข้น 1:500 มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดคือมีความสูงเฉลี่ย 17.64 เซนติเมตร รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้น 1:100 มีค่าเฉลี่ย 16.21 เซนติเมตร ส่วนชุดควบคุมมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 14.75 เซนติเมตร

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความถี่ในการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพคือ การฉีดพ่นทุกวัน 3 วันต่อครั้ง และ 6 วันต่อครั้ง พบว่า ระดับความเข้มข้น 1 : 500 มีความสูงเฉลี่ยดีที่สุดทั้งสามช่วงระยะเวลาที่ฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพคือ 19.38, 16.88 และ 16.67 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

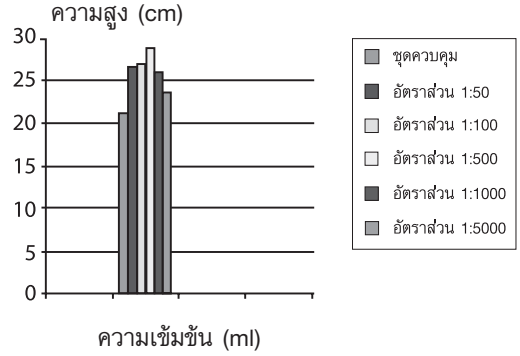
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของผักกาดขาว ที่ใช้น้ำหมักชีวภาพในอัตราต่างๆ กัน โดยวัดความสูงตั้งแต่เหนือพื้นดินถึงเรือนยอด (อายุ 45 วัน)

ระดับความเข้มข้น (ml)	ความสูงของผักกาดขาวเฉลี่ย (cm.)		
	ความถี่ในการพ่นน้ำหมักชีวภาพ		
	1 วัน/ครั้ง	3 วัน/ครั้ง	6 วัน/ครั้ง
ชุดควบคุม	14.75	14.75	14.75
1 : 50	14.58	16.54	16.67
1 : 100	18.83	16.08	13.71
1 : 500	19.38	16.88	16.67
1 : 1,000	16.38	14.96	15.04
1 : 5,000	16.00	15.29	14.79

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าปริมาณของน้ำหมักชีวภาพในอัตราต่างๆ กัน มีผลทำให้ความสูงเฉลี่ยของผักกาดขาวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

จากผลการทดลองพบว่า ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความสูงเฉลี่ยของผักกาดขาวต่างกัน โดยที่ความเข้มข้นของชุดควบคุม 1:50, 1:100, 1:500, 1:1,000 และ 1:5,000 มีค่าเฉลี่ย 21.04, 26.72, 27.03, 28.90, 26.02 และ 23.83 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

ระดับความเข้มข้น 1:500 มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดคือมีความสูงเฉลี่ย 28.90 เซนติเมตร รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้น 1:100 มีค่าเท่ากับ 27.03 เซนติเมตร ส่วนชุดควบคุมมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 21.04 เซนติเมตร



ภาพที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตของผักกาดขาวที่ใช้น้ำหมักชีวภาพในอัตราต่างๆ กัน โดยวัดความสูงตั้งแต่เหนือพื้นดินถึงปลายใบสูงสุด (อายุ 45 วัน)

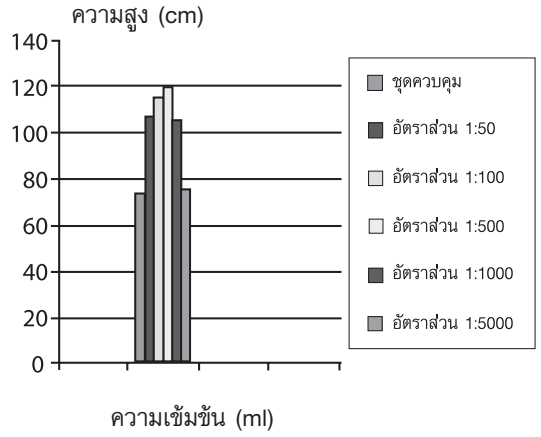
เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความถี่ในการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพคือ การฉีดพ่นทุกวัน 3 วันต่อครั้ง และ 6 วันต่อครั้ง พบว่า ระดับความเข้มข้น 1 : 500 มีความสูงเฉลี่ยดีที่สุดเมื่อฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพทุกวันและ 3 วันต่อครั้ง มีค่าเฉลี่ย 31.29 และ 28.75 เซนติเมตร ในขณะที่การฉีดพ่น 6 วันต่อครั้งดีที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 1: 50 มีค่าเฉลี่ย 30.21 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของผักกาดขาว ที่ใช้น้ำหมักชีวภาพในอัตราต่างๆ กัน โดยวัดความสูงตั้งแต่เหนือพื้นดินถึงปลายใบสูงสุด (อายุ 45 วัน)

ระดับความเข้มข้น (ml)	ความสูงของผักกาดขาวเฉลี่ย (cm.)		
	ความถี่ในการพ่นน้ำหมักชีวภาพ		
	1 วัน/ครั้ง	3 วัน/ครั้ง	6 วัน/ครั้ง
ชุดควบคุม	21.04	21.04	21.04
1 : 50	23.42	26.54	30.21
1 : 100	28.17	26.96	25.96
1 : 500	31.29	28.75	26.67
1 : 1,000	26.61	26.21	25.25
1 : 5,000	29.04	26.67	15.79

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าปริมาณของน้ำหมักชีวภาพในอัตราต่างๆ กัน มีผลทำให้ความสูงเฉลี่ยของผักกาดขาวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

จากผลการทดลองพบว่า ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันมีผลทำให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของผักกาดขาวต่างกัน โดยที่ความเข้มข้นของชุดควบคุม 1:50, 1:100, 1:500, 1:1,000 และ 1:5,000 มีค่าเฉลี่ย 73.63, 107.52, 113.33, 124.88, 105.77 และ 76.16 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 น้ำหนักสดหลังเก็บเกี่ยวของผักกาดขาวที่ใช้น้ำหมักชีวภาพในอัตราต่างๆ กัน (อายุ 45 วัน)

ระดับความเข้มข้น 1:500 มีน้ำหนักสดเฉลี่ยดีที่สุดคือ 124.88 กรัม รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้น 1:100 มีค่าเฉลี่ย 113.33 กรัม ส่วนชุดควบคุมมีน้ำหนักสดเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 73.63 กรัม

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความถี่ในการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพคือ การฉีดพ่นทุกวัน 3 วันต่อครั้ง และ 6 วันต่อครั้ง พบว่า ระดับความเข้มข้น 1 : 500 มีน้ำหนักสดเฉลี่ยดีที่สุดเมื่อฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพทุกวันและ 3 วันต่อครั้ง มีค่าเฉลี่ย 156.70 และ 121.68 กรัม ในขณะที่การฉีดพ่น 6 วันต่อครั้งดีที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 1: 50 มีค่าเฉลี่ย 118.44 กรัม (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบน้ำหนักสดหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดขาวที่ใช้น้ำหมักชีวภาพในอัตราต่างๆ กัน (อายุ 45 วัน)

ระดับความเข้มข้น (ml)	น้ำหนักสดของต้นผักกาดขาวเฉลี่ยต่อต้น (g)		
	ความถี่ในการพ่นน้ำหมักชีวภาพ		
	1 วัน/ครั้ง	3 วัน/ครั้ง	6 วัน/ครั้ง
ชุดควบคุม	73.63e	73.63d	73.63d
1 : 50	96.15c(c)	107.98b(b)	118.44a(a)
1 : 100	151.29a(a)	106.98bc(b)	81.71c(c)
1 : 500	156.70a(a)	121.68a(b)	96.25b(c)
1 : 1,000	139.63b(a)	102.69c(b)	75.00d(c)
1 : 5,000	80.48d(a)	75.44d(ab)	72.56d(a)

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ปริมาณของน้ำหมักชีวภาพในอัตราต่างๆ กัน มีผลทำให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของผักกาดขาวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การทดลองทำการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของผักกาดขาว 3 ลักษณะคือ วัดอัตราการเจริญเติบโตโดยวัดความสูงตั้งแต่เหนือพื้นดินถึงเรือนยอด วัดความสูงตั้งแต่เหนือพื้นดินถึงปลายใบสูงสุดหลังการเก็บเกี่ยว และน้ำหนักสดหลังการเก็บเกี่ยว ผลปรากฏว่า การใช้น้ำหมักชีวภาพต่อน้ำปริมาณต่างๆ กัน มีผลทำให้ความสูงเฉลี่ยของผักกาดขาวไม่เท่ากัน โดยที่การใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตร ต่อปริมาณน้ำ 500 มิลลิลิตร (1: 500) มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวดีที่สุด เพราะสามารถทำให้ผักกาดขาวมีความสูงและน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุด ซึ่งมากกว่าชุดควบคุม รองลงมาได้แก่ น้ำหมักชีวภาพที่ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำปริมาณ 100 มิลลิลิตร (1: 100) ขณะที่ชุดควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักสดเฉลี่ยน้อยที่สุด

ความถี่ในการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพมีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวเช่นกัน พบว่า การฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพทุกๆ วัน มีความสูงและน้ำหนักสดเฉลี่ยดีกว่า 3 วันต่อครั้ง และ 6 วันต่อครั้ง

อภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลอง ใช้น้ำหมักชีวภาพที่มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลผสมกับน้ำเพื่อดูอัตราการเจริญเติบโตของผักกาดขาวโดยวัดความสูงและน้ำหนักสดหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งใช้ น้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำปริมาณ 50, 100, 500, 1,000 และ 5,000 มิลลิลิตร พบว่า ผักกาดขาวที่ใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำปริมาณ 500 มิลลิลิตร และ 100 มิลลิลิตร (1: 500 และ 1: 100) มีความสูงตลอดจนน้ำหนักสดหลังการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุม ซึ่งถือว่าระดับความเข้มข้นทั้งสองเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวที่สุด ในขณะที่การใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำปริมาณ 50, 1,000 และ 5,000 มิลลิลิตร มีความสูงและน้ำหนักสดเฉลี่ยดีกว่าชุดควบคุมเช่นกัน ถือว่าอัตราความ เข้มข้นทั้งสามระดับสามารถนำมาใช้ได้ และระยะเวลาการฉีดพ่นก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว พบว่า การฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุกๆ วันมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยดีกว่า 3 วันต่อครั้ง และ 6 วันต่อครั้ง สอดคล้องกับการ ทดลองของ อรพิน

และ กิตติภัฏ (2545) รายงานว่าต้นข้าวที่ฉีดพ่นด้วยปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน ให้ผลผลิตทั้งในด้านจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ด และจำนวนผลผลิตต่อไร่ กิโลกรัมต่อไร่ ในปริมาณที่ต่างกัน และความถี่ในการฉีดพ่นก็มีผลต่อความสูงของต้นข้าวเช่นกัน

การใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำปริมาณ 50 มิลลิลิตร (1: 50) เป็นระดับความเข้มข้นสูงที่สุดที่ใช้ทดสอบ แต่มีความสูงและน้ำหนักสดเฉลี่ยน้อยกว่า ระดับความเข้มข้น 1:500 และ 1:100 ทั้งที่ความเป็นจริงแล้วน่าจะมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด แต่เนื่องจากว่าน้ำหมักชีวภาพเป็นของเหลวที่มีจุลินทรีย์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการย่อยสลายสิ่งต่างๆ ภายในเซลล์ ทำให้มีความเข้มข้นของสารละลายอยู่มาก พืชแต่ละชนิดจะตอบสนองต่อน้ำหมักชีวภาพคล้ายกับได้ฮอร์โมนพืช ซึ่งน้ำหมักชีวภาพถ้าใช้ในปริมาณที่สูง ทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตหรือตายได้ (อรรถ, 2541)

การใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร และ 5,000 มิลลิลิตร (1:1,000 และ 1:5,000) มีความสูงและน้ำหนักสดเฉลี่ยน้อยกว่าอัตราความเข้มข้นอื่นๆ ที่ใช้ในการทดสอบ เพราะน้ำหมักชีวภาพมีความเจือจางมาก ทำให้ผักกาดขาวได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่น้อยจึงทำให้ผักกาดขาวมีการเจริญเติบโตช้า ถึงแม้ว่าอัตราความเข้มข้น 1:1,000 และ 1:5,000 มีความเจือจางมาก แต่เนื่องจากว่าพืชดูดรับสารอาหารอย่างช้าๆ การรดบ่อยครั้งแบบสม่ำเสมอและตรงเวลา ก็ถือว่าเพียงพอต่อความต้องการของพืช (คิม, 2542)

การใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำปริมาณ 500 มิลลิลิตร และ 100 มิลลิลิตร (1: 500 และ 1: 100) ให้ความสูงและน้ำหนักสดเฉลี่ยดีที่สุดตามลำดับ เนื่องจากว่าเป็นอัตราความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเจริญของผักกาดขาว เพราะน้ำหมักชีวภาพเป็นของเหลวสีน้ำตาลที่มีจุลินทรีย์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ สอดคล้องกับรายงานของ สุริยา (2542) พบว่า น้ำหมักชีวภาพมีทั้งจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ จุลินทรีย์ต้องการอากาศ และจุลินทรีย์ที่สร้างกรดได้ ซึ่งพบในปริมาณที่แตกต่างกัน จุลินทรีย์เหล่านี้ช่วยย่อยวัสดุเหลือใช้ต่างๆ ให้กลายเป็นสารละลายที่ประกอบด้วยธาตุอาหารพืช โปรตีน กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ จุลธาตุ ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต และเอนไซม์ เป็นต้น และเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดฮิวมัส ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชในช่วงต่างๆ เพราะจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพสามารถย่อยสลายเศษซากอินทรียวัตถุทุกชนิดในเนื้อดิน โดยเฉพาะดินเหนียวถึงเหนียวจัดจะกลายเป็นดินร่วนทันที ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์ได้แทรกตัวเข้าไประหว่างเม็ดดิน และช่วยปรับสภาพดินที่เป็นกรด - ด่าง ให้กลายเป็นกลางเพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จุลินทรีย์ถือว่าเป็นผู้ที่ช่วยปลดปล่อยสารอาหารสำหรับพืช ได้แก่ ควินนอยด์ อะมิโน อะโรเมติกส์ และโพลิทินอล ซึ่งเป็นสารอาหารสำเร็จรูปที่ต้นพืชสามารถดูดรับไปใช้ได้ทันที (วีระ, 2542) สอดคล้องกับการทดลองของ ยงยุทธ (2542) รายงานไว้ว่า น้ำหมักชีวภาพมีจุลินทรีย์เข้ามา เกี่ยวข้องในการย่อยสลาย และประโยชน์ที่ได้จากการใช้น้ำหมัก ชีวภาพจึงอยู่ในรูปของสารหลากหลายชนิดที่พืชสามารถดูดซึมได้ง่าย

ธาตุอาหารในน้ำหมักชีวภาพได้มาจากธาตุอาหารเดิมในต้นพืช ที่ต้นพืชดูดซึมมาจากดินแล้วนำไปสะสมไว้ตามส่วนต่างๆ ของพืช ทั้งนี้ปริมาณสารอาหารจะมากหรือน้อยเข้มข้นหรือเจือจางขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของพืช สอดคล้องกับการทดลองของ วรรลดา (2543) พบว่า วัสดุธรรมชาติที่นำมาใช้หมักจะเป็นส่วนที่ทำให้ธาตุอาหารที่ได้มีความแตกต่างกัน สำหรับพืชแต่ละชนิดจะให้ปริมาณธาตุอาหารไม่แตกต่างกันมากนักและส่วนใหญ่จะไม่ถึง 1% แต่ถ้าใช้วัสดุจากสัตว์จะมีธาตุอาหารแตกต่างไปจากพืชบ้าง ในน้ำหมักชีวภาพมีจุลินทรีย์หลายกลุ่มที่จะช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้เกิดสารอนินทรีย์ขึ้นด้วย สารเหล่านี้จะมีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืชและถ้าราดน้ำหมักชีวภาพลงดิน จุลินทรีย์จะเข้าไปอยู่ในบริเวณรากพืชและทำการย่อยสารอินทรีย์ในบริเวณนั้นช่วยให้พืชได้รับประโยชน์จากธาตุอาหารได้

การใช้น้ำหมักชีวภาพในอัตราต่างๆ กัน มีผลทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตไม่เท่ากันเนื่องมาจากว่าได้รับปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกัน พืชที่ได้รับธาตุอาหารที่เหมาะสมก็จะมีการเจริญเติบโตและสมบูรณ์ดีกว่าต้นพืชที่ได้รับธาตุอาหารน้อยหรือมากเกินไป

สรุปผลการทดลอง

1. ความเข้มข้นทุกระดับที่นำมาใช้ในการทดสอบเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาว เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าชุดควบคุม

2. ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวดีที่สุดคือ การใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 500 มิลลิลิตร (1: 500)

3. ช่วงความถี่ที่เหมาะสมในการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพคือ การฉีดพ่นทุกๆ วัน

เอกสารอ้างอิง

คิม ซา กัสส์. 2542. ปุ๋ยชีวภาพ ธรรมชาติที่แสนบริสุทธิ์. เกษตรใหม่สีสันชีวิตไทย. 21, 46-49.

ชมภูศักดิ์ พลูเกษ. 2539. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโอโซน. กรุงเทพฯ: ไบรท์ เอนเทค มาร์เก็ตติ้ง.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2542. ปุ๋ย ศัพท์บัญญัติ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์. 2543. น้ำสกัดชีวภาพ. 19 ตุลาคม, 2003, จาก http://www.science.rin.ac.th./clinictech/em/em.htm.

วีระ ใจหนักแน่น. 2542. ปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อเกษตรธรรมชาติ. เกษตรใหม่สีสันชีวิตไทย. 23, 4-10.

สุริยา ศาสนรักกิจ. 2542a. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ. เมืองเกษตร. 13, 87-91.

สุริยา ศาสนรักกิจ. 2542b. ปุ๋ยน้ำชีวภาพจากปลา: ธรรมชาติที่แสนบริสุทธิ์. เกษตรใหม่สีสันชีวิตไทย. 22, 9-12.

อรรถ บุญนิธิ. 2541. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ ปุ๋ยหมักชีวภาพเพื่อเกษตรธรรมชาติที่ไม่ควรมองข้าม. เกษตรใหม่สีสันชีวิตไทย. 17, 20-21.

อรพิน เสละคร และ กิตติภัฏ เฟื่องเพียร. 2545. การศึกษาผลของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจากหอยเชอรี่ต่อการเพิ่มผลผลิตข้าว. 25 ตุลาคม, 2003. จาก http://www.tencher. rink.ac.th/research/science/33-getarok.htm.

Abdul Khaliq, M. Kaleem Abbasi and Tahir Hussain, 2005. Effect of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective micro-organisms (E.M.) on seed cotton yield in Pakistan. Bioresource Technology, V. 97: 967-972.

Sena M. M., S.T.S. Frighetto; P. J. Valarini, H. Tokeshi and R. J. Poppi 2002. Discrimination of management effects on soil parameters by using principle component analysis a multivariate analysis case study. Soil and Tillage Research, V.67: 171-181.

Khan, A.W. 1997. Anaerobic degradation of cellulose by mixed culture. Can. J Microbial.23, 1700-1705.