

# การใช้น้ำสกัดชีวภาพจากน้ำมะพร้าวแต่ละระดับเป็นอาหารเสริมสำหรับการปลูกถั่วเหลือง

UTILIZING BIO — EXTRACTED WATER FROM COCONUT WATER IN EACH LEVEL AS PLANT SUPPLEMENT FOR SOYBEAN PLANTATION

อภิญญ์ คุ่ยชูชีพ<sup>1</sup> ดร.ธวัชชัย ศุภดิษฐ์<sup>2</sup>

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบของถั่วเหลือง รวมทั้งศึกษาลักษณะทางเคมี ปริมาณธาตุอาหาร และการสะสมโลหะหนักในดินโดยพืชทดลองที่ใช้ คือ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ทำการปลูกในพื้นที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2553 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ หน่วยการทดลองใช้น้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 0 : 100, 25.0 : 75.0, 50.0 : 50.0, 75.0 : 25.0, 100 : 0 ปุ๋ยเคมีสำหรับพืชไร่สูตร (12.0 – 24.0 – 12.0) และหน่วยการทดลองควบคุม รวม 7 หน่วยการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ

ผลการศึกษา พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีอัตราส่วนของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดา 100 : 0 มีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ ผลผลิตและองค์ประกอบโดยรวมของผลผลิตดีกว่าน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนอื่น ๆ แต่ผลก็ยังต่ำกว่าเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยเคมีตอบสนองต่อความต้องการของพืชในทันทีและดีกว่าน้ำสกัดชีวภาพ อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์ในระยะยาวน้ำสกัดชีวภาพจะสามารถปรับปรุงโครงสร้างดินและลดการสะสมโลหะหนักในดินได้ดีกว่าปุ๋ยเคมี สรุปได้ว่า น้ำสกัดชีวภาพจากที่มีอัตราส่วนของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดา 100 : 0 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับการปลูกถั่วเหลือง

คำสำคัญ : ถั่วเหลือง น้ำมะพร้าว น้ำสกัดชีวภาพ สารอาหาร อาหารเสริม

<sup>1</sup>นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

<sup>2</sup>รองศาสตราจารย์ คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษา

## Abstract

Utilizing bio – extracted water from coconut water in each level as plant supplement for soybean plantation was aimed at investigating and comparing growth, yield and yield components of the soybean. The bio – extracted water was use as plant supplements and also investigating chemical characteristics of soil nutrient quantity in soil and heavy metals contaminated in soil that were lead, cadmium and mercury. The soybean of C.M. 60 cultivar was used as a sample and was experimented from August to December, 2010 in Mae-Sod district, Tak province. A completely randomized design was used in this study as seven treatments with 4 replications. The seven treatment included the bio –extracted water and water of 0 : 100, 25.0 : 75.0, 50.0 : 50.0, 75.0 : 25.0, 100 : 0, chemical fertilizer formula 12.0 – 24.0 – 12.0 and control group.

The results showed that the bio – extracted water in ratio between coconut water and water of 100 : 0 gave the highest production in terms of stem and leave growth, yield and yield component as compared with other treatments. Although a chemical fertilizer gave better production of the soybean than the bio-extracted water, but the bio-extracted was capable of improving soil structure and decreasing heavy metal accumulated in contaminated soil in a long-term.

**Keywords:** Soybean, Coconut water, Bio – extracted water, Nutrient, Plant supplement

## ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ของความต้องการอาหารที่เพิ่มขึ้น ภาคอุตสาหกรรมจึงได้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหาร ประเทศไทยมีการส่งออกอาหารแช่แข็งและผลผลิตทางการเกษตรสู่ต่างประเทศจำนวนมาก ดังนั้น ภาคเกษตรกรรมจึงต้องมีความพร้อมในการป้อนวัตถุดิบและผลผลิตทางการเกษตรให้เพียงพอต่อปริมาณความต้องการเหล่านี้ รวมถึงจะต้องผลิตให้เพียงพอสำหรับการบริโภคของคนภายในประเทศด้วย ด้วยเหตุนี้ทำให้เกษตรกรมีความจำเป็นที่จะต้องทำให้ผลผลิตมีปริมาณเพิ่มขึ้นและเพียงพอต่อความต้องการในภาคส่วนต่าง ๆ ทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรคือ การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตให้มีปริมาณเพียงพอต่อประชากรในประเทศและการส่งออก ทำให้ประเทศไทยต้องมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีจำนวนมาก จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ระบุว่าปี พ.ศ. 2552

ประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีจำนวน 3,867,187 ตัน คิดเป็นมูลค่า 42,413 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ซึ่งปัญหาที่ตามมาของการใช้ปุ๋ยเคมีคือ เกิดการสะสมและตกค้างในดิน ทำให้ดินมีสภาพที่เสื่อมโทรม ไม่มีความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้ผลผลิตมีคุณภาพลดลงในระยะยาว นอกจากนี้ต้นทุนการผลิตยังเพิ่มขึ้น จากปัญหาสิ่งแวดล้อม และเรื่องของสุขภาพและโรคร้าย ทำให้หลายฝ่ายหันมาให้ความสำคัญต่อการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติมากขึ้น ทางด้านการเกษตร ทุกภาคส่วนได้มีการสนับสนุนการทำเกษตรแบบอินทรีย์ หรือการเกษตรแบบธรรมชาติ โดยลดการใช้สารเคมี แต่จะใช้วิธีการนำธรรมชาติบำบัดธรรมชาติ เช่น การนำน้ำสกัดชีวภาพมาใช้ในการบำรุงดินและพืช ซึ่งน้ำสกัดชีวภาพ มีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่มาจาก การหมักวัสดุอินทรีย์ เช่น ชากพืช ชากสัตว์ โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาพที่ไม่ต้องการออกซิเจน ผลที่ได้คือ ธาตุอาหาร และสารควบคุมการเจริญเติบโต

ของพืช ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการเกษตรได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) โดยใส่ลงในดินที่จะเพาะปลูกพืช เพื่อให้จุลินทรีย์ที่ต้องการเหล่านี้ เจริญเติบโต เพิ่มปริมาณ และสร้างสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อดิน ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ นอกจากนี้ น้ำสกัดชีวภาพยังมีต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากวัตถุดิบสามารถหาได้ง่ายภายในท้องถิ่น สามารถลดต้นทุนแก่เกษตรกร พื้นฟูสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น และที่สำคัญไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค

น้ำมะพร้าวอ่อนประกอบด้วยสารที่มีผลกระตุ้นการแบ่งเซลล์ของพืช เรียกว่า ไซโตไคนิน (Cytokinin) ซึ่งเป็นสารหนึ่งในกลุ่มของสารควบคุมการเจริญของพืช หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฮอรโมนพืช มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการขยายตัวและเปลี่ยนแปลงของเซลล์พืช และควบคุมกระบวนการสำคัญในการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช โดยได้มีการนำน้ำมะพร้าวอ่อนใส่ลงไปในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร้อยละ 10.0 – 15.0 (คำณูณ กาญจนภูมิ, 2542) ดังนั้น การทำน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าว อาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตของพืช อาทิ ถั่วเหลือง ได้ หากผลการทดลองใช้น้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมจากน้ำมะพร้าวกับต้นถั่วเหลือง สามารถให้ประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองได้เป็นอย่างดี ก็สามารถใช้เป็นแนวทางในการเผยแพร่ความรู้แก่เกษตรกรเพื่อให้นำไปประยุกต์ใช้ในการเสริมสร้างผลผลิตทางการเกษตรอื่นได้ต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพจากน้ำมะพร้าวแต่ละระดับเป็นอาหารเสริมสำหรับการปลูกถั่วเหลือง

## ขอบเขตของการศึกษา

1. การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการนำน้ำสกัดชีวภาพจากน้ำมะพร้าวแต่ละระดับมาเป็นอาหารเสริมสำหรับการปลูกถั่วเหลือง (อัตราการใช้น้ำ

สกัดชีวภาพ: น้ำธรรมดาที่อัตราส่วน 1.00 : 500) เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 12.0 – 24.0 – 12.0 โดยเริ่มทำการหมักน้ำสกัดชีวภาพจากน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในแต่ละระดับที่แตกต่างกันในช่วงวันที่ 1 – 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2553

2. พันธุ์ถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลอง คือ พันธุ์เชียงใหม่ 60 ทำการปลูกระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2553

3. สถานที่ทำการทดลองปลูกถั่วเหลือง คือ บริเวณพื้นที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

## ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงระดับที่เหมาะสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในการผลิตน้ำสกัดชีวภาพเพื่อใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับการปลูกถั่วเหลือง

2. ทราบถึงประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากน้ำมะพร้าวแต่ละระดับในการใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับการปลูกถั่วเหลือง

## วิธีการทดลอง

เตรียมน้ำสกัดชีวภาพ โดยหมักน้ำสกัดชีวภาพจำนวน 5 ถัง ในแต่ละถังจะมีส่วนผสมของปลาและกากน้ำตาลเหมือนกัน แต่จะมีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในระดับที่แตกต่างกัน คือ ถังที่ 1 ใส่ น้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 0 : 100 ถังที่ 2 ใส่ น้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 75.0 : 25.0 ถังที่ 3 ใส่ น้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 50.0 : 50.0 ถังที่ 4 ใส่ น้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 25.0 : 75.0 และถังที่ 5 ใส่ น้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 หมักในสภาพไร้อากาศเป็นเวลา 30 วัน

ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินร่วนสีดําในพื้นที่อำเภอแม่สอด จำนวน 2,200 กิโลกรัม โดยนำดินมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารและโลหะหนัก โดยนำส่งกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง และนำส่งภาควิชาปฐพีวิทยา คณะ

เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อทำการวิเคราะห์ โลหะหนัก ซึ่งได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท

ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 กระถางละ 4 ต้น ในถุงปลูกสีดำขนาด  $8.00 \times 16.0$  นิ้ว นำมาจัดวางในพื้นที่โล่งขนาด กว้าง 6.00 เมตร ยาว 7.00 เมตร ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยแบ่งเป็น 7 หน่วยการทดลอง โดยหน่วยการทดลองที่ 1 ไม่ใส่น้ำสกัดชีวภาพ ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี เป็นหน่วยทดลองควบคุม ( $T_0$ ) โดยให้น้ำธรรมดาวันเว้นวัน, หน่วยการทดลองที่ 2 รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 0 : 100 ( $T_1$ ), หน่วยการทดลองที่ 3 รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 75.0 : 25.0 ( $T_2$ ) หน่วยการทดลองที่ 4 รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 50.0 : 50.0 ( $T_3$ ), หน่วยการทดลองที่ 5 รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 25.0 : 75.0 ( $T_4$ ), หน่วยการทดลองที่ 6 รดด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 ( $T_5$ ) โดยเจือจางกับน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1.00 : 500 รดถั่วเหลืองทุก 7 วัน และรดน้ำธรรมดาวันเว้นวัน และหน่วยการทดลองที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับพืชไร่สูตร 12.0 - 24.0 - 12.0 ( $T_6$ ) หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน โดยให้น้ำธรรมดาวันเว้นวันเช่นกัน และเมื่อถั่วเหลืองเริ่มออกดอกจึงให้น้ำทุก 3 วัน แก่ทุกหน่วยทดลอง และหยุดการให้น้ำเมื่อถั่วเหลืองเริ่มสุกแก่

ทำการบันทึกระยะเวลาการเจริญเติบโตและระยะการเจริญพันธุ์ตามวิธีการของ Ferh and Caviness (1977) คือ วันที่ทำการปลูก วันที่ต้นถั่วเหลืองงอก การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (ระยะ  $V_1 - V_5$ ) อายุของถั่วเหลืองตั้งแต่วันปลูกถึงวันออกดอก (ระยะ  $R_1$ ) การพัฒนาฝัก (ระยะ  $R_3 - R_4$ ) การสะสมน้ำหนัก (ระยะ  $R_5 - R_6$ ) ระยะสุกแก่ (ระยะ  $R_7 - R_8$ ) น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลือง (ระยะ  $R_1, R_3, R_5, R_6$  และ  $R_7$ ) น้ำหนักฝักของถั่วเหลือง (ระยะ  $R_3, R_5, R_6$  และ  $R_7$ ) และพื้นที่ใบ

(ระยะ  $R_1, R_3$  และ  $R_5$ ) รวมทั้งทำการบันทึกจำนวนข้อ ความสูง จำนวนกิ่ง น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลือง น้ำหนักฝัก จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ผลผลิตต่อกระถาง ปริมาณธาตุอาหารในเมล็ด (โปรตีนและไขมัน) และทดสอบอัตราการงอก 100 เมล็ด ตามวิธีของ ISTA Rules (1985)

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS เวอร์ชัน 6.12 (SAS, 1996) ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา เพื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองโดยใช้สถิติ Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

## ผลและการอภิปรายผล

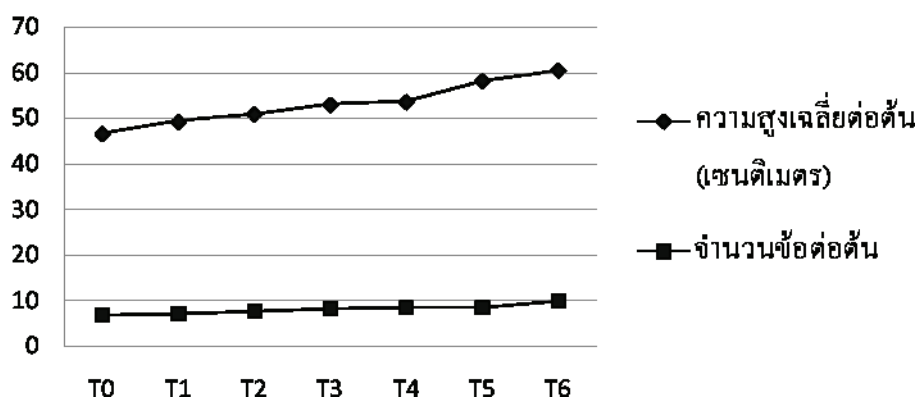
การเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูก โดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 0 : 100, 25.0 : 75.0, 50.0 : 50.0, 75.0 : 25.0, 100 : 0 หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม มีการเจริญเติบโตจากวันปลูกถึงระยะ  $V_6$  คือ 29, 28, 27, 27, 27, 26 และ 29 วัน ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนด้านจำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์มีการเจริญเติบโตจากวันปลูกถึงระยะ  $R_8$  คือ 87, 85, 85, 84, 83, 81 และ 88 วันตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เช่นกัน โดยในระยะ  $R_1 - R_5$  มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน เมื่อเข้าสู่ระยะ  $R_6$  พบว่า หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตสั้นที่สุด คือ 55 วัน เมื่อเข้าสู่ระยะ  $R_8$  หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ใช้ระยะเวลาการเจริญเติบโตจากวันปลูกจนถึงระยะ  $R_8$  สั้นที่สุด คือ 81 วัน และหน่วยการทดลองควบคุม ใช้ระยะเวลาการเจริญเติบโตจากวันปลูกจนถึงระยะ  $R_8$  นานที่สุด คือ 88 วัน

จำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้น ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีจำนวนข้อต่อต้นมากที่สุด คือ 10.0 ข้อ รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 8.70 ข้อ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 75.0 : 25.0, 50.0 : 50.0, 25.0 : 75 และ 0 : 100 มีจำนวนข้อต่อต้นเท่ากับ 8.57, 8.40, 7.75 และ 7.25 ข้อต่อต้น ตามลำดับ และหน่วยการทดลองควบคุมมีจำนวนข้อต่อต้นน้อยที่สุด คือ 6.94 ข้อ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี เมื่อพิจารณาหน่วยการทดลองควบคุมมีจำนวนข้อต่อต้นน้อยกว่าหน่วยทดลองอื่น ๆ อาจมีสาเหตุมาจากข้อจำกัดทางด้านปริมาณธาตุอาหารที่น้อยเกินไป

ความสูงเฉลี่ยต่อต้น ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีความสูงต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 60.5 เซนติเมตร รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 58.3 เซนติเมตร หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 75.0 : 25.0, 50.0 : 50.0, 25.0 : 75 และ 0 : 100 มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 53.6, 53.0, 50.9 และ 49.3 เซนติเมตร ตามลำดับ และหน่วยทดลองควบคุมมีความสูงเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 46.6 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับทุกหน่วยการทดลอง อาจมีสาเหตุมาจากข้อจำกัดทางการปลูก สภาพแวดล้อม คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินที่แตกต่างกัน (ภาพ 1)

จำนวนข้อและความสูงเฉลี่ยต่อต้น



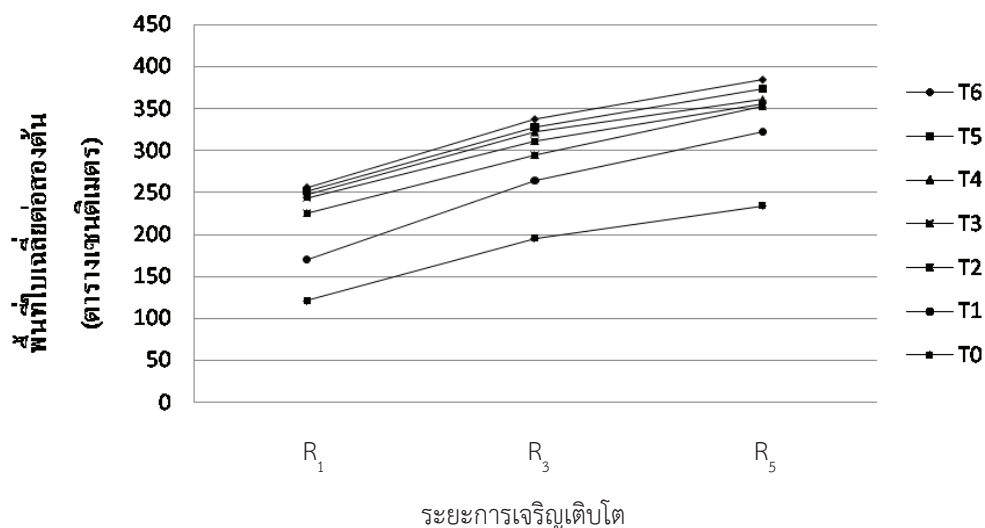
ภาพ 1 จำนวนข้อและความสูงต่อต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพจากน้ำมะพร้าวแต่ละระดับ ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

ด้านพื้นที่ใบต่อสองต้น มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในการวัดทั้ง 3 ครั้ง ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีจะมีพื้นที่ใบมากที่สุด อาจมีสาเหตุมาจากคุณสมบัติของปุ๋ยเคมีทำให้พืชมีการพัฒนาทางด้านพื้นที่ใบอย่างรวดเร็วและมากที่สุดอย่างต่อเนื่อง โดยในระยะ  $R_1$  (เริ่มออกดอก) ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีจะมีพื้นที่ใบมากที่สุดเท่ากับ 256

ตารางเซนติเมตร รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 มีพื้นที่ใบเท่ากับ 252 ตารางเซนติเมตร หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 75.0 : 25.0, 50.0 : 50.0, 25.0 : 75 และ

0 : 100 มีพื้นที่ใบต่อสองต้นเท่ากับ 248, 244, 225 และ 170 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และหน่วยการทดลองควบคุมมีพื้นที่ใบน้อยที่สุดเท่ากับ 121 ตารางเซนติเมตร เมื่อเข้าสู่ระยะ  $R_3$  (เริ่มติดฝัก) ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีพื้นที่ใบมากที่สุดเท่ากับ 337 ตารางเซนติเมตร รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 มีพื้นที่ใบเท่ากับ 328 ตารางเซนติเมตร หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 75.0 : 25.0, 50.0 : 50.0, 25.0 : 75 และ 0 : 100 มีพื้นที่ใบต่อสองต้นเท่ากับ 322, 311, 294 และ 264 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และหน่วย

การทดลองควบคุมมีพื้นที่ใบน้อยที่สุดเท่ากับ 195 ตารางเซนติเมตร เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ  $R_5$  (เริ่มติดเมล็ด) ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมียังคงมีน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 384 ตารางเซนติเมตร รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 มีพื้นที่ใบเท่ากับ 373 ตารางเซนติเมตร หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 75.0 : 25.0, 50.0 : 50.0, 25.0 : 75 และ 0 : 100 มีพื้นที่ใบต่อสองต้นเท่ากับ 361, 355, 352 และ 322 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และหน่วยการทดลองควบคุมยังคงมีพื้นที่ใบน้อยที่สุดเท่ากับ 234 ตารางเซนติเมตร (ภาพ 2)



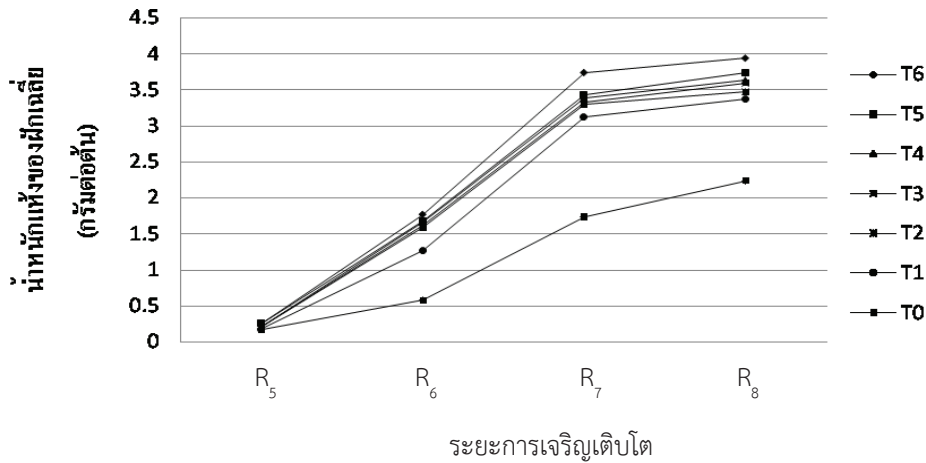
ภาพ 2 พื้นที่ใบเฉลี่ยต่อสองต้น (ตารางเซนติเมตร) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพจากน้ำมะพร้าวแต่ละระดับ ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

ด้านน้ำหนักแห้งของฝักของฝักเฉลี่ยเฉลี่ยใน ระยะ  $R_3$  ถึง  $R_8$  ในระยะ  $R_3$  ถั่วเหลืองมีการสะสม น้ำหนักแห้งน้อยเกินไปจนไม่สามารถวัดน้ำหนักแห้งของ ฝักได้ จึงได้ทำการเริ่มวัดน้ำหนักเมื่อเข้าสู่ระยะ  $R_5$  (เริ่ม ติดเมล็ด) ระยะ  $R_6$  (เมล็ดพัฒนาเต็มที่) ระยะ  $R_7$  (เริ่มสุก แก่) และระยะ  $R_8$  (สุกแก่เต็มที่) พบว่า หน่วยการทดลอง

ที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีการสะสมน้ำหนักแห้งมากที่สุด รองลง มา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มี ส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสม ของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 75.0 : 25.0, 50.0 : 50.0, 25.0 : 75 และ 0 : 100 ตามลำดับ ซึ่งมี

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับหน่วยการทดลองควบคุมที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักน้อยที่สุด โดยการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย

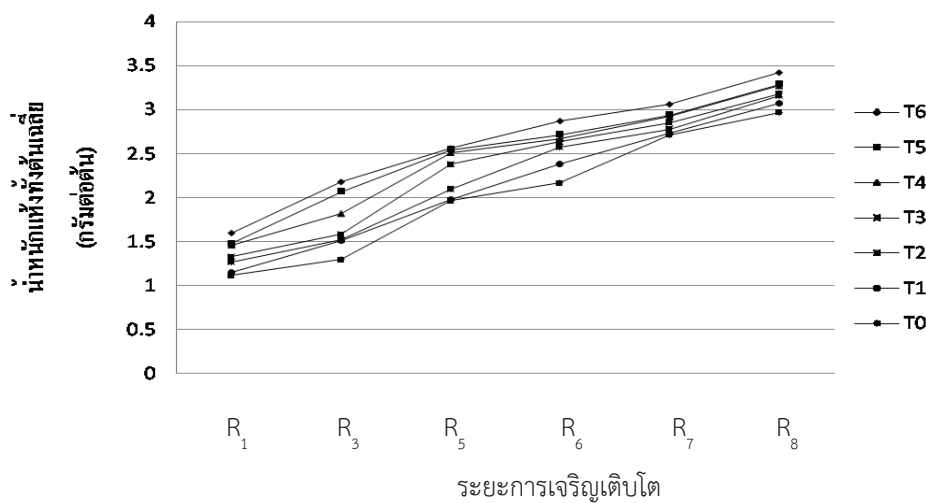
จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีความเด่นชัดมากขึ้นเมื่อเข้าสู่ระยะ  $R_7$  และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเข้าสู่ระยะ  $R_8$  (ภาพ 3)



ภาพ 3 น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพจากน้ำมะพร้าวแต่ละระดับ ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

ด้านน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยในระยะ  $R_1$  ถึง  $R_8$  ในทุกระยะการเจริญเติบโต หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 และ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของ

น้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 75.0 : 25.0, 50.0 : 50.0, 25.0 : 75 และ 0 : 100 ตามลำดับ และ หน่วยการทดลองควบคุมมีค่าน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย น้อยที่สุด โดยพบว่าถั่วเหลืองมีการสะสมน้ำหนักรวมทั้งต้นเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ภาพ 4)



ภาพ 4 น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพจากน้ำมะพร้าวแต่ละระดับ ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

## ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ด้านผลผลิตต่อกระถางของถั่วเหลืองในการทดลองครั้งนี้หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตต่อกระถางสูงที่สุด คือ 11.4 กรัมต่อกระถาง รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 ให้ผลผลิตต่อกระถางเท่ากับ 11.0 กรัมต่อต้น ซึ่งทั้งสองหน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับหน่วยการทดลองควบคุมที่ให้ผลผลิตต่อกระถางน้อยที่สุด คือ 6.44 กรัมต่อต้น เมื่อพิจารณาพร้อมกับน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย พบว่า น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองจะแปรผันในทิศทางเดียวกับผลผลิต (ตาราง 1)

ด้านจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองในการทดลองครั้งนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 9.94 ฝักต่อต้น รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 มีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 7.82 ฝักต่อต้น และหน่วยการทดลองที่มีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ หน่วยทดลองควบคุม มีจำนวนฝักต่อต้นเท่ากับ 5.94 ฝักต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของนงศันภา เกลี้ยงเกล้า (2551) พบว่า จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในช่วงเดือนสิงหาคม มีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 58.0 ฝักต่อต้น ซึ่งเป็นจำนวนที่มากกว่าการทดลองครั้งนี้ อาจเนื่องจากสภาพภูมิอากาศ สภาพแวดล้อม ปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับครั้งนี้เหมาะสมน้อยกว่า (ตาราง 1)

ด้านจำนวนเมล็ดต่อฝัก พบว่า ถั่วเหลืองทุกหน่วยการทดลองมีจำนวนเมล็ดต่อฝักใกล้เคียงกัน โดย

หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีจะมีจำนวนเมล็ดต่อฝักมากที่สุด คือ 2.34 เมล็ดต่อฝัก รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 2.18 และหน่วยการทดลองควบคุมมีจำนวนเมล็ดต่อฝักน้อยที่สุดเท่ากับ 1.94 ซึ่งทุกหน่วยการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) อาจมีความเป็นไปได้ทั้งที่ อภิพรธม พุกภักดี (2546) กล่าวว่า จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองจะถูกควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรมมากกว่าสภาพแวดล้อมที่ปลูก (ตาราง 1)

ด้านการสะสมน้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 มีน้ำหนักมากที่สุดเท่ากัน คือ 19.7 กรัม ซึ่งทุกหน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับหน่วยการทดลองควบคุมที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด น้อยที่สุด คือ 16.4 กรัม (ตาราง 1)

ด้านการทดสอบอัตราการงอก 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีอัตราการงอกมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 98.0 รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 มีอัตราการงอกเท่ากับร้อยละ 97.0 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่จะมีความแตกต่างกับหน่วยการทดลองควบคุมที่มีอัตราการงอกน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 83.0 จะเห็นว่าทุกหน่วยการทดลองจะมีอัตราการงอกที่ใกล้เคียงกัน อาจมีสาเหตุมาจากอัตราการงอกของเมล็ดมีผลมาจากลักษณะทางพันธุกรรมมากกว่าสภาพแวดล้อม (ตาราง 1)



ตาราง 1

ผลผลิตต่อกระถาง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด และอัตราการงอก 100 เมล็ดของ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพจากน้ำมะพร้าวแต่ละระดับ เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

หน่วยทดลอง	ผลผลิตต่อ กระถาง (กรัม)	จำนวนฝักต่อต้น	จำนวนเมล็ด ต่อฝัก	น้ำหนัก (กรัมต่อ 100 เมล็ด)	อัตราการงอก 100 เมล็ด
T <sub>0</sub>	6.44 <sup>b</sup>	5.94 <sup>d</sup>	1.94 <sup>a</sup>	16.4 <sup>b</sup>	83.0 <sup>f</sup>
T <sub>1</sub>	9.68 <sup>a</sup>	6.28 <sup>cd</sup>	1.94 <sup>a</sup>	18.8 <sup>a</sup>	88.0 <sup>e</sup>
T <sub>2</sub>	9.74 <sup>a</sup>	7.42 <sup>bc</sup>	2.00 <sup>a</sup>	19.0 <sup>a</sup>	92.0 <sup>d</sup>
T <sub>3</sub>	9.98 <sup>a</sup>	7.50 <sup>bc</sup>	2.08 <sup>a</sup>	19.4 <sup>a</sup>	95.0 <sup>c</sup>
T <sub>4</sub>	10.6 <sup>a</sup>	7.69 <sup>bc</sup>	2.10 <sup>a</sup>	19.6 <sup>a</sup>	97.0 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	11.0 <sup>a</sup>	7.82 <sup>b</sup>	2.18 <sup>a</sup>	19.7 <sup>a</sup>	97.0 <sup>a</sup>
T <sub>6</sub>	11.44 <sup>a</sup>	9.94 <sup>a</sup>	2.34 <sup>a</sup>	19.7 <sup>a</sup>	98.0 <sup>a</sup>
CV (ร้อยละ)	11.5	12.4	15.7	5.33	0.942

หมายเหตุ: a, b, c, d, e, f ตัวอักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ด้านคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ความชื้นของ เมล็ดถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุมมีปริมาณ ความชื้นในเมล็ดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 9.05 และ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีความชื้นในเมล็ดน้อยที่สุด หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของ น้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0, 75.0 : 25.0, 50.0 : 50.0, 25.0 : 75 และ 0 : 100 มีความชื้น ของถั่วเหลืองเท่ากับร้อยละ 8.35, 8.57, 8.67, 8.71 และ 8.83 ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (ตาราง 2)

ปริมาณโปรตีน ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ถั่วเหลืองที่ได้รับ น้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำ ธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 และ 75 : 25 มีปริมาณ โปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองมากที่สุดเท่ากัน คือ ร้อยละ 18.4 รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มี ส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 50 : 50 และ 25 : 50 มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดร้อยละ 18.3 และถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำ มะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 0 : 100 และหน่วย ทดลองควบคุม มีปริมาณโปรตีนน้อยที่สุด คือ ร้อยละ

18.2 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (ตาราง 2)

ปริมาณไขมัน หน่วยการทดลองควบคุมมี ปริมาณไขมันในเมล็ดมากที่สุด คือ ร้อยละ 0.440 รอง ลงมาคือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มี ส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0 มีปริมาณไขมันในเมล็ดร้อยละ 0.380, 0.340, 0.270, 0.240 และ 0.200 ตามลำดับ หน่วยการทดลองที่ได้รับ ปุ๋ยเคมี มีปริมาณไขมันในเมล็ดน้อยที่สุดคือ ร้อยละ 0.150 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (ตาราง 2)

ปริมาณเยื่อใยในหน่วยการทดลองควบคุม และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสม ของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 0 : 100 มี ปริมาณเยื่อใยมากที่สุด คือ ร้อยละ 2.30 รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำ มะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 25 : 75 และ 50 : 50 มีปริมาณเยื่อใยร้อยละ 2.28 หน่วยการทดลองที่ได้รับ น้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำ

ธรรมดาในอัตราส่วน 75 : 25 และ 100 : 0 มีปริมาณเยื่อใยร้อยละ 2.27 และ 2.26 ตามลำดับ และหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณเยื่อใยในเมล็ดน้อยที่สุดคือ ร้อยละ 2.24 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (ตาราง 2)

ปริมาณเถ้าจากเมล็ดถั่วเหลืองพบว่า ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุมมีปริมาณเถ้าจากเมล็ดมากที่สุด คือ ร้อยละ 2.60 รองลงมา คือ ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่ออัตราส่วน 0 : 100 , 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 100 : 0 มีปริมาณเถ้าจากถั่วเหลืองเท่ากับร้อยละ 2.57, 2.56, 2.51, 2.50 และ 2.50 ตามลำดับ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณเถ้าจากเมล็ดน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 2.46 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (ตาราง 2)

จากการทดลอง ความชื้นในเมล็ดจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว โดยถั่วเหลืองที่มีระยะเวลาการเก็บเกี่ยวน้อยจะมีความชื้นในเมล็ดน้อย ในการทดลองครั้งนี้พบว่าถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีการเก็บเกี่ยวก่อนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองอื่น ๆ จึงทำให้มีความชื้นในเมล็ดน้อย และเมื่อเปรียบเทียบกับเอกสารพันธุ์ถั่วเหลืองแห่งประเทศไทย ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 48.8 และไขมันร้อยละ 20.0 (กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546) ซึ่งการทดลองครั้งนี้ มีค่าโปรตีนและไขมันน้อยกว่า อาจเนื่องมาจากถั่วเหลืองได้รับปริมาณสารอาหารที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เมื่อพิจารณาในการทดลองครั้งนี้ พบว่า ถั่วเหลืองที่มีปริมาณความชื้นในเมล็ดต่ำจะมีโปรตีนในเมล็ดสูง มีไขมันในเมล็ดต่ำ มีปริมาณเยื่อใยในเมล็ดสูง และมีเถ้าจากเมล็ดสูง

## ตาราง 2

คุณค่าทางโภชนาของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพจากน้ำมะพร้าวแต่ละระดับเปรียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

หน่วยทดลอง	คุณค่าทางโภชนา (กรัม/100 กรัม)				
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า
T <sub>0</sub>	9.05	18.2	0.440	2.30	2.60
T <sub>1</sub>	8.83	18.2	0.380	2.30	2.57
T <sub>2</sub>	8.71	18.3	0.340	2.28	2.56
T <sub>3</sub>	8.67	18.3	0.270	2.28	2.51
T <sub>4</sub>	8.57	18.4	0.240	2.27	2.50
T <sub>5</sub>	8.35	18.4	0.200	2.26	2.50
T <sub>6</sub>	8.20	18.4	0.150	2.24	2.46

## ปริมาณโลหะหนักในดิน

ปริมาณตะกั่วในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 10.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณตะกั่วที่เหลือในดินมีค่าระหว่าง 10.2 – 10.4 โดยดินในหน่วยการทดลองควบคุมมีปริมาณตะกั่วในดินหลังการทดลองน้อยที่สุด คือ 10.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน และดินในหน่วยการทดลองที่ได้

รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณตะกั่วในดินหลังการทดลองมากที่สุดคือ 10.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน

ปริมาณแคดเมียมในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณแคดเมียมที่เหลือในดินมีค่าระหว่าง 0.100 – 0.140 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน โดยดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีปริมาณ

แคดเมียมในดินหลังการทดลองสูงสุด คือ 0.140 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน และดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 0 : 100 และ 50 : 50 มีปริมาณแคดเมียมในดินหลังการทดลองน้อยที่สุด คือ 0.100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน

ปริมาณปรอทในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณปรอทที่เหลือในดินมีค่าระหว่าง 0 – 0.100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน โดยดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50 และ 25 : 75 มีปริมาณปรอทในดินหลังการทดลองเท่ากับ 0.100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน และดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 0 : 100 และ ดินในหน่วยการทดลองควบคุม มีปริมาณปรอทในดินหลังการทดลองเท่ากับ 0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน

โดยปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท มีปริมาณลดลงจากเดิม อาจมีสาเหตุมาจากการดูดซึมของถั่วเหลือง ประกอบกับเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปแบบโดยจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในดิน หรืออาจถูกชะล้างโดยน้ำที่ไช้รด หรือน้ำฝน จึงส่งผลให้โลหะหนักดังกล่าวมีปริมาณลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2539 อ้างถึงในอาทิตยา ไชโย, 2548) ที่รายงานถึงระดับปกติของโลหะหนักในดิน ระดับปกติของตะกั่วในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 0.100 ถึง 30.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน ระดับปกติของแคดเมียมในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 0.100 ถึง 2.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน ดิน ระดับปกติของปรอทในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 0.100 ถึง 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณโลหะหนักที่เหลือในดินหลังการทดลองทุกหน่วยการทดลองในครั้งนี้มีค่าไม่เกินระดับปกติ

## คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหาร

ค่าความนำไฟฟ้าของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.620 มิลลิโหม์ต่อเซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ทุกหน่วยการทดลองมีค่าความนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โดยดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีค่าความนำไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 0.900 มิลลิโหม์ต่อเซนติเมตร และดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 0 : 100 และดินในหน่วยการทดลองควบคุมมีค่าความนำไฟฟ้าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.630 มิลลิโหม์ต่อเซนติเมตร

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 6.10 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินหลังการทดลองอยู่ระหว่าง 4.70 – 6.20 ซึ่งดินในหน่วยการทดลองควบคุม และดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 0 : 100 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากที่สุด คือ 6.20 และดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด คือ 4.70 เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองนี้ พบว่า ดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกถั่วเหลือง ควรมีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ไม่ควรต่ำกว่า 5.00 (อภิพรธ พุกภักดี, 2546) เมื่อเริ่มการทดลองดินมีสภาพเป็นกลาง เหมาะสำหรับการปลูกถั่วเหลือง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีฤทธิ์เป็นกลางถึงกรด โดยดินในหน่วยการทดลองควบคุม มีค่าเป็นกลาง อาจเนื่องจากการไม่มีการเติมปุ๋ยเคมีลงไป ส่วนดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากคุณสมบัติของปุ๋ยเคมีมีความเป็นกรดสูง ทำให้เกิดกรดตกค้างในดิน ส่งผลให้ดินมีความเป็นกรดสูงขึ้น

ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ดินก่อนการทดลองมีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 0.190 มีปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 60.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน มีปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 74.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ

8,342 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน มีปริมาณแมกนีเซียมเท่ากับ 643 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 3.43 เมื่อพิจารณาพบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณไนโตรเจนในดินมีค่าเพิ่มมากขึ้น ถึงแม้ว่าถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความต้องการไนโตรเจนค่อนข้างสูง เนื่องจากถั่วเหลืองสามารถตรึงไนโตรเจนจากกระบวนการตรึงไนโตรเจน (N – fixation) ได้พอเพียง และสะสมอยู่ในดินหากถั่วเหลืองนำไปใช้ไม่หมด สำหรับปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และอินทรีย์วัตถุ หลังการทดลองจะมีค่าลดลง อาจเนื่องมาจากถั่วเหลืองดึงธาตุอาหารต่าง ๆ ไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ จึงทำให้ดินหลังการทดลองมีปริมาณธาตุอาหารลดลงเช่นเดียวกับการศึกษาของ กฤษณา หงส์รัตน์ (2546)

### สรุปผลการทดลอง

ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 100 : 0 มีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ ผลผลิต และองค์ประกอบโดยรวมของผลผลิต เหมาะสำหรับการเป็นอาหารเสริมสำหรับพืช ได้ดีกว่าน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนอื่น ๆ แต่ผลก็ยังต่ำกว่าเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปุ๋ยเคมีสนองต่อความต้องการของพืชได้ดีกว่าน้ำสกัดชีวภาพ อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์ในระยะ

ยาวน้ำสกัดชีวภาพจะสามารถปรับปรุงโครงสร้างดินและลดการสะสมโลหะหนักในดินได้ดีกว่าปุ๋ยเคมี

### ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า มีข้อเสนอแนะที่สำคัญ ดังนี้

1. ควรมีการศึกษาเรื่องระยะเวลาของน้ำมะพร้าวที่นำมาเป็นส่วนผสมของน้ำสกัดชีวภาพ เนื่องจากน้ำมะพร้าวเมื่อมีอายุมากขึ้น เอนโดสเปิร์มจะดูดเอาน้ำมะพร้าวไปหมด จึงควรมีการศึกษาถึงช่วงเวลาที่น้ำมะพร้าวมีการสะสมธาตุอาหารมากที่สุด
2. ควรมีการศึกษาถึงอิทธิพลของรูปแบบ และวิธีการใช้น้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวแก่ถั่วเหลืองเปรียบเทียบกัน เช่น การราดรดโคนต้น การฉีดพ่นทางใบ และการฉีดอัดลงสู่ดิน ว่ามีผลต่อการพัฒนากระบวนการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในด้านสมรรถภาพ ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลืองอย่างไร เพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด
3. ควรมีการศึกษาในการนำน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวไปใช้กับพืชชนิดอื่น เนื่องจากในน้ำมะพร้าวมีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชประเภทไซโตไคนิน ป้องกันคลอโรฟิลล์ให้ถูกทำลายช้าลง ทำให้เขียวอยู่นานและร่วงหล่นช้าลง

## เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. (2551). *คู่มือการจัดการอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน*. กรุงเทพมหานคร: ผู้แต่ง.
- กฤษฎา หงส์รัตน์. (2546). *การศึกษาการใช้มูลกิ้งกวดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- คำคุณ กาญจนภูมิ. (2542). *การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- นงคันทา เกลี้ยงเกลา. (2551). *การใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเป็นปุ๋ยสำหรับการผลิตถั่วเหลือง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2553). *ตารางปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2547 – 2552*. ค้นเมื่อ 28 มกราคม 2553, จาก [http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae\\_web/ewt\\_news.php?nid=151&filename=index](http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_web/ewt_news.php?nid=151&filename=index)
- อภิพรรณ พุกภักดี. (2546). *ถั่วเหลือง: พืชทองของไทย*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อาทิตยา ไชโย. (2548). *การศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับผลิตถั่วเหลือง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- Ferh, W. R., & Caviness, C. E. (1977). *Stage of soybean development*. Iowa Coop. Ext. Service, Iowa Agric. Home. Exp. Stn. Spec. 80. Iowa State University, Ames. IA.
- ISTA Rules. (1985). *International seed testing association rules*. International seed testing association, Zurich, Switzerland.
- SAS Institute. (1996). *User's Guide Version 6.12*. SAS Institute, Cary. N.C., USA.