Science and Technology
RMUTT Journal
Vol.8 No.1 (2018): 152-164
www.sci.rmutt.ac.th/stj
Online ISSN2229-1547

ผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดข้าวเหนียวเขี้ยวงู

Effects of bio-extract on the germination of rice seed (Kiaw Ngu Glutinous Rice)

กรองกาญจน์ จันต๊ะ[1*] สโรชา ป๊อกยะดา[1] และ นันภัทร บัวเย็น[1]

[1]สาขาวิชาชีววิทยา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100

*E-mail: krongkan_jan@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญของเมล็ดข้าวเหนียวเขี้ยวงู โดยใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำกลั่นที่ต่างกัน 6 อัตราส่วน ดังนี้ 0:1 (น้ำกลั่น) 1:250 1:500 1:750 และ 1:1000 v/v และใช้ระยะเวลาในการแช่เมล็ดแตกต่างกัน คือ 6 9 และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ นำเมล็ดข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำหมักชีวภาพไปทำการทดสอบการงอกของเมล็ดด้วยวิธี Top of paper โดยในแต่ละอัตราส่วนได้ทำการเพาะเมล็ด 3 ชุด ๆ ละ 3 ซ้ำ ซึ่งผลที่ได้พบว่า เมล็ดที่แช่ในน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำในอัตราส่วนที่ 1:250 v/v แช่เมล็ดในระยะเวลา 12 ชั่วโมง และอัตราส่วน 1:750 v/v แช่เมล็ดในระยะเวลา 9 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดเท่ากันคือ 97.78% และค่าดัชนีการงอกสูงสุดเท่ากับ 9.77 และ 10.42 ตามลำดับ ดังนั้นจึงนำทั้ง 2 อัตราส่วนนี้ไปทำการศึกษาการงอกของเมล็ดในสภาพแปลง ผลที่ได้พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพต่อน้ำในอัตราส่วน 1:750 v/v (9 ชั่วโมง) ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การงอก และดัชนีการงอกสูงที่สุดคือ 85.57% และ 6.13 ตามลำดับ และยังให้ต้นกล้าที่มีค่าความสูงของต้น ค่าน้ำหนักเปียก และน้ำหนักแห้งสูงสุด

คำสำคัญ: น้ำหมักชีวภาพ ข้าวเหนียวเขี้ยวงู การงอกของเมล็ด วิธี Top of paper และการงอกในสภาพแปลง

Received: December 07, 2017
Revised: June 27, 2018
Accepted: June 28, 2018

Abstract

This study focused on effects of bio-extract on germination and growth of rice seed (Kiaw Ngu Glutinous Rice). Six ratios of the bio-extracts : distilled water were used as 0:1 (water control), 1:250, 1:500, 1:750 and 1:1000 v/v and the soaking length of 6, 9 and 12 hours were investigated. The germination test of the soaked rice seeds was carried out on three replicates from each treatment by Top of paper method. The result was found that the 1:250 v/v of the bio-extracts : distilled water (12 hours) and 1:750 v/v of the bio-extracts : distilled water (9 hours) showed the same highest germination percentage of 97.78%. And both ratios gave the germination index value of 9.77 and 10.42, respectively. Therefore, the two ratios were optimum for field emergence, germination test. The 1:750 v/v of the bio-extracts : distilled water (9 hours) represented both the high value of the germination percentage and germination index on field emergence (85.57% and 6.13 respectively). In addition, it gave the highest in the height, total fresh and dry weight of seedling.

Keywords : bio-extract, Kiaw Ngu Glutinous Rice**,** seed germination**,** Top of paper method, field emergence germination

1. บทนำ

ข้าวเหนียวเขี้ยวงูเป็นข้าวเหนียวสายพันธุ์หนึ่งที่ได้รับความนิยมในการบริโภคอย่างมาก เนื่องจากเมล็ดข้าวมีลักษณะเรียวยาว และเมื่อเมล็ดสุกจะมีความมันวาว แกร่งในใสกว่าข้าวเหนียวทั่วไป นอกจากนี้ยังมีความต้านทานต่อโรคใบไหม้และขอบใบแห้งได้เป็นอย่างดี [1] ข้าวเหนียวชนิดนี้มีองค์ประกอบของวิตามินอีชนิดเด่นในกลุ่ม Mixed tocopherols ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ประกอบด้วย 3 ไอโซเมอร์ ได้แก่ α- t

ocopherol ที่มีส่วนช่วยลดปริมาณคลอเรสเตอรอลในร่างกายและยังพบในปริมาณสูงกว่าข้าวเหนียวสายพันธุ์ กข6 ทั่วไปถึง 39% ส่วน tocopherol ชนิด Y- tocopherol และ δ- tocopherol ก็พบสูงกว่าสายพันธุ์ กข6 เช่นกัน โดยมีประมาณร้อยละ 33.2 และ 18 ตามลำดับนอกจากนี้ยังพบสาร g–oryzanol ที่ช่วยลดการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของคลเรสเตอรอล ประมาณ 188.2 มิลลิกรัมต่อรำ 100 กรัม คุณค่าทางโภชนาการทั่วไปในข้าว 100 กรัม ประกอบด้วยส่วนของใยอาหาร และโปรตีนที่สูงกว่าสายพันธุ์ กข6 10.6 และ 0.4 % ตามลำดับ [2] โดยมากมักมีการเพาะปลูกบริเวณภาคเหนือของประเทศ ซึ่งแต่ละปีจะมีการส่งผลผลิตให้กับพื้นที่ทางภาคกลางปีละประมาณ 250-350 ล้านตัน โดยมีราคาเฉลี่ยประมาณตันละ 40,000 บาท ทำให้สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ได้เป็นอย่างมาก [3] แต่ในปัจจุบันพื้นที่เพาะปลูกข้าวเหนียวเขี้ยวงูมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากในปี 2520 รัฐบาลได้นำข้าวเหนียวสายพันธุ์ใหม่ กข 6 เข้ามาพัฒนาสายพันธุ์และมีนโยบายให้เกษตรกรนำข้าวเหนียวพันธุ์เก่ามาแลก จึงทำให้ช่วงระยะหนึ่งข้าวเหนียวเขี้ยวงูกลายเป็นสายพันธุ์ที่หายากที่สุดและแทบจะไม่มีการเพาะปลูกหลงเหลือในพื้นที่เลย แต่อย่างไรก็ตามทางศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าว

แห่งชาติ ยังคงมีการเก็บเมล็ดพันธุ์แท้ไว้บางส่วน ซึ่งศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดเชียงรายได้เสนอขอเมล็ดพันธุ์แท้ดังกล่าวมาทั้งหมด 28 สายพันธุ์เพื่อมาศึกษาและคัดเลือกจนได้พันธุ์บริสุทธิ์ 3 สายพันธุ์ คือ G.S. No. 3504, 8974 และ1224 [4] จากนั้นนำไปให้เกษตรกรในพื้นที่ทดลองปลูกในแปลงปลูกจำนวน 5 แปลง จาก 3 สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ GS. No. 8974 เป็นสายพันธุ์ดีที่สุด ดังนั้นสายพันธุ์นี้จึงเป็นสายพันธุ์ที่เพาะปลูกมากในพื้นที่จังหวัดเชียงราย

อย่างไรก็ตามในการปลูกข้าวโดยทั่วไป นอกจากการคัดเลือกเมล็ดที่ดีแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความสามารถในการงอกของเมล็ดข้าวและการเจริญเติบโตของต้นข้าวด้วย ซึ่งโดยทั่วไปก่อนนำไปปลูกจะมีการนำเมล็ดข้าวไปแช่น้ำก่อนระยะเวลาประมาณ 12-24 ชม. จากนั้นนำมาผึ่งให้แห้งแล้วนำกระสอบป่านที่ชุ่มน้ำมาคลุมทับอีก 30-48 ชม. เมล็ดข้าวจึงจะมีการงอก จากวิธีการดังกล่าวจะเห็นได้ว่าใช้เวลาค่อนข้างนาน ดังนั้นหากมีการนำเมล็ดไปผ่านการกระตุ้นการงอกเสียก่อนอาจทำให้เมล็ดงอกได้ดีและเร็วขึ้น [5] งานวิจัยครั้งนี้จึงเล็งเห็นถึงผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพชนิดหนึ่งที่จะนำมาช่วยในการกระตุ้นการงอกเมล็ด คือ น้ำหมักชีวภาพ ซึ่งมีการนำไปใช้ประโยชน์หลายด้านทางการเกษตร โดยเฉพาะการนำไปส่งเสริมการเจริญของพืช เนื่องจากในน้ำหมักชีวภาพมีส่วนประกอบของสารสำคัญต่างๆที่ถูกปลดปล่อยออกมาระหว่างกระบวนการหมัก ซึ่งจะเกิดการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในน้ำหมักจากกลุ่มจุลินทรีย์จนได้สารประกอบและธาตุอาหารสำคัญที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น วิตามินและกลุ่มฮอร์โมนพืชต่าง ๆ เป็นต้น [6-8] และจากการศึกษาในบางงานวิจัยได้มีการนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดข้าว รวมถึงการส่งเสริมการเจริญของข้าวด้วย เช่น กนก อุไรสกุล และกฤษณพงศ์ ศรีพงษ์พันธุ์กุลได้ทำการทดสอบความงอกของเมล็ดข้าวเปลือก 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และพันธุ์ชัยนาท 1 ด้วยน้ำหมักจากพืชสมุนไพร ได้แก่ สะเดา ยูคาลิปตัส พริก กาฝาก สาบเสือ ขิง น้อยหน่า และสะเดากลั่น โดยใช้น้ำหมักของพืชแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 500 ppm พบว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 งอกเร็วที่สุดเมื่อแช่ในน้ำหมักชีวภาพยูคาลิปตัสและสะเดากลั่น ส่วนข้าวเปลือกพันธุ์ชัยนาท 1 งอกได้ดีที่สุดจากการแช่ในน้ำหมักชีวภาพยูคาลิปตัส สะเดากลั่นและสาบเสือ [9] และในการศึกษาผลการศึกษาการแช่เมล็ดข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในน้ำหมักชีวภาพจากรกหมูกับน้ำส้มควันไม้ 24 ชม. พบว่าอัตราการงอกสูงถึง 95.08 % และการแช่เมล็ดที่อัตราส่วน 1:100 (24 ชม.) ให้ค่าดัชนีการงอกของเมล็ดสูงที่สุด 13.05 ต้นต่อวันและให้น้ำหนักแห้งต้นกล้า 5.20 มิลลิกรัมต่อต้น [10] นอกจากนี้แล้วยังมีการรายงานถึงผลการสำรวจการใช้ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพต่อผลผลิตข้าวของเกษตรกรในอำเภอบางประกง จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ 3 สูตรที่มีการทดลองนำไปใช้ ได้แก่ โดย 1 ใน 3 สูตร พบว่าปุ๋ยน้ำหมักหน่อกล้วยสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวให้เกษตรกรในพื้นที่ได้ดี [11] อย่างไรก็ตามการศึกษาสูตรน้ำหมักชีวภาพจากพืชต่อการงอกของเมล็ดข้าวยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อย ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงสนใจทำการ ศึกษาผลของน้ำหมักชีวภาพจากพืชบางชนิดต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดข้าวเหนียวเขี้ยวงู โดยทำการทดสอบการงอกของเมล็ดด้วยวิธี Top of paper และการงอกในสภาพแปลงดิน

ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้คาดว่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะสามารถเผยแพร่ความรู้ให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และเพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตของข้าวเหนียวเขี้ยวงูในพื้นที่ให้เพิ่มขึ้นซึ่งจะนำไปสู่การขยายพันธุ์ข้าวชนิดนี้ต่อไป

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำหมักชีวภาพ

เตรียมวัตถุดิบในการผลิต ได้แก่ น้ำมะพร้าว หัวปลีกล้วยน้ำว้าสับละเอียด และเปลือกสับปะรดพันธุ์นางแลสับละเอียดอย่างละ 1 กิโลกรัม ผสมกับกากน้ำตาล ในอัตราส่วนของเศษวัสดุจากพืชต่อกากน้ำตาล 3:1 ส่วนในถังหมักปิดฝาสนิทและทำการหมักเป็นระยะเวลา 14 วัน [12-13] ระหว่างการหมักทำการวัดค่า pH และบันทึกลักษณะของน้ำหมักทุก ๆ 2 วัน เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก นำน้ำหมักที่ได้มากรองกากพืชออก จะได้น้ำหมักชีวภาพสำหรับการทดสอบการงอกของเมล็ดในขั้นตอนถัดไป

2.2 การทดสอบความงอกของเมล็ดด้วยวิธี Top of paper [14]

คัดเลือกเมล็ดข้าวสำหรับทดสอบโดยการนำเมล็ดมาแช่น้ำเป็นเวลา 5 นาทีและเลือกเฉพาะเมล็ดที่จมน้ำมาทำการทดสอบ เจือจางน้ำหมักชีวภาพให้อัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำหมักต่อน้ำต่างกัน 5 ระดับคือ 1:100, 1:250, 1:500, 1:750 และ 1:1000 v/v ตามลำดับ โดยให้อัตราส่วน 0:1 v/v (น้ำกลั่น) เป็นชุดควบคุม แช่เมล็ดข้าวในน้ำหมักแต่ละความเข้มข้นซ้ำละ 100 เมล็ดจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละความเข้มข้นใช้ระยะเวลาในการแช่เมล็ดแตกต่างกันคือ 6 9 และ 12 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดมาผึ่งไว้ให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 3 ชั่วโมงและนำไปทดสอบการงอกโดยวิธี Top of paper โดยวางเมล็ดที่ผ่านการแช่น้ำหมักที่ความเข้มข้นต่าง ๆ บนกระดาษทิชชูที่พับซ้อนกัน 3-5 ชั้นรดน้ำให้ชุ่ม สังเกตการงอกของเมล็ดเป็นระยะเวลา 7 วัน และบันทึกจำนวนเมล็ดที่งอก คำนวนค่าเปอร์เซ็นต์การงอก ดัชนีการงอกของเมล็ด จำนวนเมล็ดที่งอกสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ ทำการคัดเลือกความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพที่เหมาะสมและช่วงระยะเวลาที่เกิดการงอกของเมล็ดสูงสุดเพื่อนำไปทดสอบความงอกในสภาพแปลงขั้นต่อไป

2.3 การทดสอบความงอกในสภาพแปลง

นำเมล็ดข้าวมาแช่ในน้ำหมักชีวภาพที่มีความเข้มข้นเหมาะสมในช่วงระยะเวลาที่เกิดการงอกของเมล็ดสูงสุดที่ได้จากวิธีการ Top of paper เปรียบเทียบกับชุดควบคุม 0:1 v/v (น้ำกลั่น) ในระยะเวลาเท่ากัน ซึ่งเพาะเมล็ดในแปลงดินจำลองโดยใช้ดินนามาเตรียมแปลงเพาะในกระถางยาว (ขนาด 18 x 75 ซม.) แต่ละชุดการทดลองใช้เมล็ดข้าวซ้ำละ 100 เมล็ดจำนวน 3 ซ้ำ นำไปวางไว้ในที่แสงส่องถึงรดน้ำช่วงเช้าและเย็น สังเกตการงอกของเมล็ดเป็นระยะเวลา 7 วัน และบันทึกจำนวนเมล็ดที่งอก คำนวนค่าเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดและค่าดัชนีการงอกของเมล็ด [15] จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การงอก} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอก}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100$$

$$\text{ดัชนีการงอก} = \text{ผลรวมของ} \left[\frac{\text{จำนวนต้นที่งอกแต่ละวัน}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}}\right]$$

นอกจากนี้ทำการนับจำนวนเมล็ดที่งอกสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์ (เมล็ดที่มีลักษณะการงอกเฉพาะส่วนของรากหรือใบเพียงอย่างเดียวหรือมีลักษณะของลำต้นแคระแกรนไม่สมบูรณ์) เมื่อครบระยะ 7 วันหลังการ

เพาะ นำต้นกล้าทำการชั่งเพื่อหาค่าน้ำหนักเปียกและแห้งของต้นกล้า และวัดความสูงของต้นกล้าข้าวที่เพาะในแต่ละซ้ำของชุดการทดลอง

2.4 การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดย $p < 0.05$

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

3.1 ผลการหมักน้ำหมักชีวภาพ

จากการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากวัตถุดิบได้แก่ น้ำมะพร้าว เศษหัวปลีกล้วยน้ำว้า และเปลือกสับปะรดนางแลผสมกับกากน้ำตาลแล้วทำการหมักเป็นระยะเวลา 14 วัน ระหว่างกระบวน การหมักและหลังการหมัก ลักษณะของน้ำหมักชีวภาพที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงและมีค่า pH ที่วัดได้ดังตารางที่

ตารางที่ 1 ผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการในการหมักน้ำหมักชีวภาพ

ระยะเวลา (วัน)	ค่า pH	ลักษณะ
0	4.63	สีน้ำตาลดำ มีความหนืดมากกลิ่นคล้ายซีอิ้วดำ
2	4.17	สีน้ำตาลดำ มีความหนืดมากกลิ่นคล้ายซีอิ้วดำ
4	3.98	สีน้ำตาลดำ มีความหนืดลดลงคล้ายซีอิ้วดำ
6	3.96	สีน้ำตาลดำ มีความหนืดลดลงกลิ่นคล้ายแอลกอฮอล์
8	3.89	สีน้ำตาลดำ มีความหนืดลดลงกลิ่นคล้ายแอลกอฮอล์
10	3.86	สีน้ำตาลดำ ความหนืดและกลิ่นแอลกอฮอล์ลดลงมีกลิ่นหอมอมเปรี้ยวของผลไม้เข้ามาแทน
12	3.80	สีน้ำตาลดำ หนืดเล็กน้อยมีกลิ่นหอมเปรี้ยว
14	3.80	สีน้ำตาลดำ หนืดเล็กน้อยกลิ่นหอมเปรี้ยว

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่า pH ของน้ำหมักชีวภาพมีค่าลดลงระหว่างกระบวนการหมัก เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักค่า pH มีค่าเท่ากับ 3.80 ซึ่งค่าความเป็นกรดของน้ำหมักจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก [16] โดยเกิดจากกลุ่มจุลินทรีย์ Lactic acid bacteria ที่อยู่ในน้ำหมักมีการใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและมีการสร้างกรดอินทรีย์ขึ้นมา จึงทำให้น้ำหมักมีค่า pH ลดลง ซึ่งถ้าเป็นลักษณะของน้ำหมักจากพืชหรือผลไม้จะได้น้ำหมักที่มีกลิ่นหอมอมเปรี้ยว แต่ถ้ามีกลิ่นบูดเปรี้ยวแสดงว่าน้ำหมักเสีย [17] โดยลักษณะของน้ำหมักชีวภาพที่ได้ในการหมักครั้งนี้คือมีสีน้ำตาลดำมีกลิ่นหอมอมเปรี้ยวหนืดเล็กน้อย

3.2 ผลของการงอกของเมล็ดด้วยวิธี Top of paper

จากการทดสอบการงอกของเมล็ดข้าวเหนียวเขี้ยวงูด้วยวิธี Top of paper โดยแช่เมล็ดข้าวในน้ำหมักที่ความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ (1:100, 1:250, 1:500, 1:750 และ 1:1000 v/v) ซึ่งแต่ละความเข้มข้นมีค่า pH คือ 4.56, 5.17, 6.29, 6.57 และ 6.88 ตามลำดับ โดยใช้แช่เมล็ดในระยะเวลา 6, 9 และ 12 ชั่วโมง ผลที่ได้จากการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการงอกของเมล็ดข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยวงูด้วยวิธี Top of paper

อัตราส่วนน้ำหมัก:น้ำ v/v	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์การงอก (%)	เปอร์เซ็นต์ต้นสมบูรณ์ (%)	เปอร์เซ็นต์ต้นไม่สมบูรณ์ (%)	เปอร์เซ็นต์เมล็ดไม่งอก (%)	ดัชนีการงอก
0:1	6	73.33 g	10.00 h	63.33 e	26.67 b	3.87 d
1:100		86.67 c	3.33 i	83.33 a	13.33 f	6.17 c
1:250		83.33 d	8.90 h	74.43 c	16.67 e	7.81 bc
1:500		86.67 c	22.23 g	64.43 e	13.33 f	5.37 c
1:750		93.33 b	42.23 e	51.10 f	6.67 h	8.78 a
1:1000		68.89 h	30.00 f	38.90 gh	31.10 a	4.57 d
0:1	9	80.00 e	1.10 j	78.90 b	20.00 d	4.67 d
1:100		93.33 b	38.90 f	54.43 f	6.67 h	7.33 bc
1:250		94.44 ab	52.23 d	42.23 g	5.56 hi	9.04 ab
1:500		95. 56 ab	55.33 c	40.23 g	4.44 i	9.24 ab
1:750		97.78 a	65.67 a	32.23 i	2.22 j	10.42 a
1:1000		87.78 c	38.90 f	48.90 f	12.22 g	6.38 c
0:1	12	75.56 f	4.43 i	71.10 d	24.44 c	4.03 d
1:100		94.44 ab	54.34 c	40.10 g	5.56 hi	8.22 b
1:250		97.78 a	64.00 a	34.00 hi	2.00 j	9.77 a
1:500		96.67 a	58.00 b	38.67 gh	3.33 ij	8.61 b
1:750		93.33 b	56.67 bc	36.67 h	6.67 h	8.91 b
1:1000		87.77 c	55.57 c	32.23 i	12.23 g	6.13 c

หมายเหตุ: a - j: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการแช่เมล็ดข้าวเหนียวเขี้ยวงูในน้ำหมักชีวภาพที่มีความเข้มข้นต่างกัน และในระยะเวลาที่ต่างกันให้ผลต่อการงอกของเมล็ดข้าวที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการงอกของเมล็ด พบว่า การแช่เมล็ดข้าวในระยะเวลา 6 ชั่วโมง ที่อัตราส่วนของน้ำหมักต่อน้ำ 1:750 v/v ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การงอกและดัชนีการงอกสูงสุด โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 93.33% และ 8.78 ตามลำดับ ส่วนเมล็ดข้าวที่ผ่านการแช่น้ำหมักเป็นเวลา 9 ชั่วโมง อัตราส่วนของน้ำหมักต่อน้ำที่ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การงอกสูงคือ 1:750 v/v โดยให้เปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 97.78% และให้ค่าดัชนีการงอกสูงสุด เท่ากับ 10.42% สำหรับการแช่เมล็ดในระยะเวลา 12 ชั่วโมง พบว่าอัตราส่วนของน้ำหมักต่อน้ำที่ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสูงสุด คืออัตราส่วน 1:250 v/v และ 1:500 v/v โดยมีค่าเท่ากับ 97.78% และ 96.67% ตามลำดับ โดยค่าที่ได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ค่าดัชนีการงอกสูงที่สุดที่อัตราส่วน 1:250 v/v ดังนั้นจากการพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์การงอกร่วมกับค่าเปอร์เซ็นต์ของต้นสมบูรณ์ที่งอก และค่าดัชนีการงอกสูงสุดจะเห็นว่าเมล็ดที่แช่ในน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำที่อัตราส่วน 1:750 v/v และ 1:250 v/v ที่ใช้ระยะเวลาในการแช่เมล็ดที่ต่างกันในระยะเวลา 9 และ 12 ชั่วโมง ให้ผลของค่าเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสูงสุดเท่ากัน คือ 97.78% และยังให้ค่าเปอร์เซ็นต์ของการงอกเมล็ดแบบสมบูรณ์ใกล้เคียงกันด้วย คือ 65.67% (1:750 v/v, 9 ชม.) และ 64.00% (1:250 v/v, 12 ชม.) ตามลำดับ อีกทั้งยังให้ค่าดัชนีการงอกของเมล็ดเป็นค่าสูงสุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นทั้ง 2 อัตราส่วนนี้เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการนำไปทดสอบการงอกของเมล็ดข้าวเหนียวเขี้ยวงูในสภาพแปลงต่อไป

3.3 ผลการทดสอบการงอกของเมล็ดในสภาพแปลง

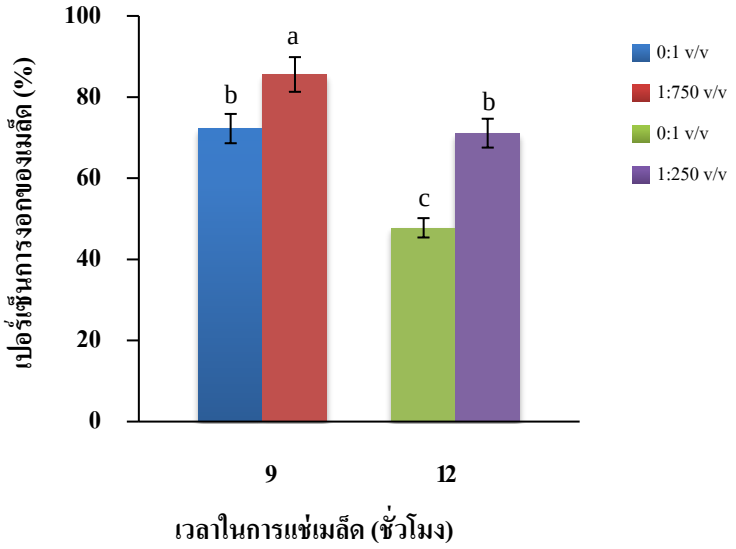
จากการทดสอบการงอกของเมล็ดข้าวในแปลงดินจำลอง โดยใช้อัตราส่วนของน้ำหมักต่อน้ำที่ให้ผลการงอกสูงสุดที่ได้จากวิธี Top of paper ได้แก่ อัตราส่วน 1:750 v/v (9 ชั่วโมง) และ 1:250 v/v (12 ชั่วโมง) นำเมล็ดที่ผ่านการแช่ในทั้ง 2 อัตราส่วนมาทดสอบการงอกเปรียบเทียบกับอัตราส่วน 0:1 v/v ในระยะเวลาเท่ากัน ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการงอกในสภาพแปลงของเมล็ดข้าวเหนียวเขี้ยวงู

อัตราส่วนน้ำหมัก:น้ำ v/v	ระยะการแช่เมล็ด (ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์การงอก (%)	เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่ไม่งอก (%)	เปอร์เซ็นต์ต้นสมบูรณ์ (%)	เปอร์เซ็นต์ต้นไม่สมบูรณ์ (%)	ดัชนีการงอก
0:1	9	72.23 b	27.78 b	72.23 b	0	5.21 a
1:750		85.57 a	14.43 c	85.57 a	0	6.13 a
0:1	12	47.77 c	52.23 a	47.77 c	0	3.10 b
1:250		71.10 b	28.90 b	71.10 b	0	4.82 ab

หมายเหตุ: a - c: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 3 พบว่าการแช่เมล็ดในระยะเวลา 9 ชั่วโมง ในอัตราส่วนของน้ำหมักต่อน้ำ 1:750 v/v ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดและค่าดัชนีการงอกสูงกว่าชุดควบคุม (0:1 v/v) ส่วนเมล็ดที่แช่ในน้ำหมักต่อน้ำที่อัตราส่วน 1:250 v/v (12 ชั่วโมง) ให้ผลอัตราการงอกสูงกว่าชุดควบคุม (น้ำกลั่น) ที่ใช้แช่เมล็ดในระยะเวลาเท่ากันเช่นเดียวกัน และจากการเปรียบเทียบผลของการงอกของเมล็ดข้าวที่แช่ในน้ำหมักต่อน้ำที่อัตราส่วนต่างกันระหว่างอัตราส่วน 1:250 v/v และอัตราส่วน 1:750 v/v ที่ระยะเวลาในการแช่แตกต่างกัน 12 และ 9 ชั่วโมง พบว่าเมล็ดข้าวที่แช่ในอัตราส่วน 1:750 v/v ระยะเวลา 9 ชั่วโมงให้ค่าเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด (รูปที่ 1) และค่าดัชนีการงอกสูงที่สุด คือ 85.57% และ 6.13 ตามลำดับและจากการเปรียบเทียบสภาพต้นกล้าที่งอกจากเมล็ด พบว่า การแช่เมล็ดที่อัตราส่วน 1:750 v/v ให้จำนวนของต้นกล้าที่มีลักษณะความสมบูรณ์สูงกว่า



รูปที่ 1 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวเหนียวเขี้ยวงูในสภาพแปลง

นอกจากการเปรียบเทียบถึงอัตราการงอกของเมล็ดแล้ว ยังทำการเปรียบเทียบอัตราการเจริญของต้นกล้าในสภาพแปลงด้วย โดยสังเกตลักษณะของต้นกล้าเป็นระยะเวลา 7 วัน จากนั้นทำการวัดความสูงของต้นกล้าเมื่อเจริญครบ 7 วัน รวมถึงการหาค่าน้ำหนักเปียก และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าด้วย ซึ่งจากการวัดค่าต่าง ๆ พบว่า เมล็ดข้าวที่แช่ในน้ำหมักต่อน้ำที่อัตราส่วน 1:750 v/v (9 ชั่วโมง) และที่อัตราส่วน 1:250 v/v (12 ชั่วโมง) ความสูงของต้นกล้ามีค่าเท่ากับ13.30 และ 10.18 ซม. ตามลำดับ ค่าน้ำหนักเปียกของต้นกล้าจากเมล็ดที่แช่ในน้ำหมักต่อน้ำที่อัตราส่วน 1: 750 v/v (9 ชั่วโมง) และที่อัตราส่วน 1:250 v/v (12 ชั่วโมง) ให้ค่าน้ำหนักเปียกเท่ากับ 0.3364 และ 0.2540 กรัม/ต้น ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำหนักแห้งที่ได้เท่ากับ 0.0760 และ 0.0671 กรัม/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การวัดค่าการเจริญของต้นกล้าข้าวเหนียวเขี้ยวงูในแปลงเพาะ

อัตราส่วนน้ำหมัก:น้ำ v/v	ระยะการแช่เมล็ด (ชั่วโมง)	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเปียก (กรัม/ต้น)	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น)	ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นกล้า (ซม.)
0:1	9	0.2958 a	0.0743 a	11.8621 a
1:750		0.3364 b	0.0760 a	13.3041 b
0:1	12	0.2295 a	0.0633 a	9.6790 a
1:250		0.2540 a	0.0671 a	10.1875 b

หมายเหตุ: a และ b : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากผลของการทดสอบการงอกของเมล็ดด้วยโดยวิธีการ Top of paper และการทดสอบการงอกในสภาพแปลงจะเห็นได้ว่าน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำที่อัตราส่วน 1:750 v/v เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดของการงอกของเมล็ดข้าวเหนียวเงี้ยวงู โดยใช้ระยะเวลาในการแช่ 9 ชั่วโมง ซึ่งสามารถช่วยกระตุ้นอัตราการงอกของเมล็ดข้าวเหนียวเขี้ยวงูได้ดีที่สุด ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าน้ำหมักชีวภาพมีผลต่อการเร่งการงอกของเมล็ดได้ดี เนื่องจากในผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพมีส่วนประกอบของสารอาหาร หรือสารกลุ่มฮอร์โมนพืชที่สำคัญที่อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนแล้วแต่ช่วยส่งเสริมการเจริญของพืชได้ทั้งสิ้น และในบางชนิดสามารถเร่งการงอกของเมล็ดได้ด้วย เช่น ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน เป็นต้น [6] โดยเฉพาะฮอร์โมนจิบเบอเรลลินมีผลต่อการกระตุ้นการงอกโดยตรงคือช่วยให้เกิดกระบวนการงอกของเมล็ดเกิดขึ้น [7, 18-19] นอกจากนี้ยังมีฮอร์โมนอีกชนิดที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์ การขยายของเซลล์ และส่งเสริมการงอกของเมล็ดได้เช่นเดียวกัน คือ ฮอร์โมนไซโตไคนิน [20] ซึ่งฮอร์โมนต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกปลดปล่อยออกมาระหว่างกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพ โดยชนิดของฮอร์โมนที่พบนั้นขึ้นอยู่กับพืชวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการหมักด้วย [16, 21] โดยชนิดของเศษวัสดุจากพืชที่ใช้ในการหมักครั้งนี้บางชนิดมีส่วนประกอบของฮอร์โมนพืชรวมอยู่ด้วย เช่น ส่วนของหัวปลีกล้วยมีองค์ประกอบของฮอร์โมนจิบเบอเรลลินในปริมาณสูง ซึ่งจากการศึกษาทางการเกษตร พบว่ามีการใช้น้ำหมักจากหัวปลีแทนการใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินแบบสังเคราะห์ด้วย โดยการนำสารจิบเบอเรลลินจากปลีกล้วยมาช่วยกระตุ้นการออกดอกและยืดช่อของต้นแก้วมังกร ชะลอการเก็บเกี่ยวในไม้ผล ซึ่งพบว่าสามารถช่วยกระตุ้นการติดดอกยืดช่อผลแทนการใช้สารจิบเบอเรลลินเป็นอย่างดี [22] นอกจากนี้ส่วนของน้ำมะพร้าวที่ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการหมักครั้งนี้ก็มีรายงานว่ามีส่วนของฮอร์โมนไซโตไคนินเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยเช่นกัน [23] ซึ่งจะช่วยกระตุ้นในการเกิดรากในเมล็ดพืชได้ดี โดยจากงานวิจัยอื่นได้มีการนำน้ำมะพร้าวมาเป็นส่วนผสมในน้ำหมักชีวภาพในการส่งเสริมการเจริญของพืชเช่นเดียวกัน เช่น การใช้น้ำมะพร้าวเป็นส่วนผสมของน้ำสกัดชีวภาพเพื่อเป็นอาหารเสริมในการผลิต

ถั่วเหลือง ผลที่ได้พบว่าถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวต่อน้ำในอัตราส่วน 100:0 มีการเจริญของลำต้นและใบ และให้ผลผลิตสูง [24]

สำหรับวัสดุหมักอีกชนิด ได้แก่ เปลือกสับปะรด เป็นวัตถุดิบที่ประกอบไปด้วยสารสำคัญที่ส่งเสริมการเจริญของพืชได้เช่นเดียวกัน โดยจากการศึกษาของ Herrera *et al.* องค์ประกอบของเศษเหลือทิ้งจากสับปะรด ทั้งชนิดที่เป็นเปลือกสับปะรดสดและเปลือกสับปะรดหมักกอง พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูงถึง 61.76 - 64.88 % ซึ่งธาตุกลุ่มไนโตรเจนเป็นกลุ่มธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญของพืช อีกทั้งยังสำคัญต่อในการส่งเสริมการเจริญของต้นกล้าหลังการงอกของเมล็ดพันธุ์พืชโดยทางตรง ดังนั้นในขณะที่มีการงอกของเมล็ดจึงจำเป็นต้องได้รับธาตุไนโตรเจนที่เพียงพอต่อการเจริญในช่วงระยะแรก [25]

ในส่วนของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักมีค่า pH ค่อนข้างต่ำแต่มีการนำมาเจือจางให้ได้ค่าที่เหมาะสม สภาพความเป็นกรดของน้ำหมักชีวภาพสามารถช่วยให้เกิดการย่อยสลายเปลือกของเมล็ดพืชได้ ทำให้สารสำคัญต่าง ๆ ในน้ำหมักสามารถซึมเข้าสู่เมล็ดพืชได้ดีและกระตุ้นให้เมล็ดเกิดการงอกได้ แต่อย่างไรก็ตามเมล็ดพืชบางชนิดมีเปลือกหุ้มบาง หากมีการนำไปแช่ในน้ำหมักชีวภาพที่มีค่าเป็นกรดสูงในระยะเวลานานอาจจะทำให้ถูกยับยั้งการเจริญได้ [26] ดังนั้นจึงควรคำนึงถึงชนิดของเมล็ดพืชที่นำมากระตุ้นการงอกร่วมด้วย ซึ่งจากการทดสอบการงอกในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการงอกของเมล็ดมากกว่าระยะเวลาในการแช่ น้ำหมักชีภาพที่มีความเข้มข้นที่สูงหรือต่ำเกินไปอาจจะมีผลไปยับยั้งกระบวนการเจริญเติบโตของพืชจนทำให้พืชไม่สามารถเติบโตได้อย่างปกติ จึงควรเลือกใช้ในความเข้มข้นที่เหมาะสม

จากการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนที่เหมาะสมมีผลส่งเสริมให้เมล็ดพันธุ์ข้าวนั้นงอกได้ดีขึ้นและเร็วขึ้นโดยให้ค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการแช่ในน้ำเปล่าปกติ ดังนั้นการใช้น้ำหมักชีวภาพจากพืชอาจเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ดได้เร็วขึ้นกว่าการแช่น้ำเพียงอย่างเดียว [27] จึงช่วยหย่นระยะเวลาในการงอกของเมล็ดลง อีกทั้งสามารถผลิตได้ง่ายรวมถึงวัสดุที่ใช้ในการหมักเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น บางวัสดุเป็นเศษวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น เปลือกสับปะรด เศษหัวปลี นอกจากนี้ในการประยุกต์ใช้จริงยังใช้ในปริมาณน้อยและสามารถเกษตรกรเก็บไว้ใช้ได้นาน

4. สรุปผลการวิจัย

จากการกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพที่ได้มีค่า pH เท่ากับ 3.80 ลักษณะของน้ำหมักที่ได้เป็นสีน้ำตาลดำมีกลิ่นหอมอมเปรี้ยวมีความหนืดเล็กน้อย เมื่อน้ำหมักชีวภาพที่ได้จะนำไปใช้ในการทดสอบการงอกของเมล็ดข้าว เหนียวเขี้ยวงูด้วยวิธี Top of paper พบว่าเมล็ดข้าวที่แช่น้ำหมักชีวภาพต่อน้ำที่อัตราส่วน 1:750 v/v (9 ชั่วโมง) และ 1:250 v/v (12 ชั่วโมง) ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสูงสุดเท่ากัน คือ 97.78% ซึ่งให้ค่าเปอร์เซ็นต์ของการงอกสมบูรณ์ใกล้เคียงกัน คือ 65.67% และ 64.00% ตามลำดับ แต่ที่อัตราส่วน 1:750 v/v (9 ชั่วโมง) ให้ค่าดัชนีการงอกของเมล็ดสูงสุด เท่ากับ 10.42 จึงเลือกทั้ง 2 อัตราส่วนนี้ไปทดสอบการงอกในสภาพแปลงจำลองผลที่ได้พบว่า น้ำหมักชีวภาพต่อน้ำในอัตราส่วน 1:750 v/v (9 ชั่วโมง) ให้ค่า

เปอร์เซ็นต์การงอกและดัชนีการงอกสูงที่สุดคือ 85.57% และ 6.13 ตามลำดับ และยังให้ต้นกล้าที่มีความสูงของต้น ค่าน้ำหนักเปียก และน้ำหนักแห้งเป็นค่าสูงสุดด้วย

จากองค์ความรู้ดังกล่าวที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปเผยแพร่แก่เกษตรกรทั้งในส่วนของวิธีการผลิตน้ำหมักชีวภาพและวิธีการกระตุ้นการงอกของเมล็ดข้าวด้วยน้ำหมักชีวภาพได้ต่อไป และยังสามารถต่อยอดพัฒนาการผลิตเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพจากวัสดุในชุมชนได้อีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาถึงปริมาณสารอาหารสำคัญในน้ำหมักชีวภาพที่มีผลต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดพืชในการศึกษาครั้งต่อไป

2. ควรมีการนำสูตรน้ำหมักชีวภาพที่ได้ไปทดสอบแช่เมล็ดข้าวเหนียวเขี้ยวงูและทดสอบการงอกจริงในสภาพแปลงนา เพื่อศึกษาถึงอัตราการงอกและการเจริญของเมล็ดในพื้นที่แปลงปลูก

5. เอกสารอ้างอิง

[1] พายัพภูเบศวร์ มากกูล. การพัฒนาพันธุ์ ข้าวเหนียวเขี้ยวงู:จากธนาคารเชื้อพันธุ์สู่นาเกษตรกร. บทความในงานสัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่างประจำปี 2555. โรงแรมท็อปแลนด์, พิษณุโลก. 25-26 เมษายน 2555. 257-277.

[2] กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู. กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://rakbankerd.com/agriculture/print.php?id=8183&s=tblplant. 2557.

[3] กรมการข้าว. *สถานการณ์การผลิตและการตลาดข้าวของโลก*. กรุงเทพฯ. 2548.

[4] พายับภูเบศวร์ มากกูล. วัฒนธรรมข้าวของเก่าหรือของใหม่อย่างไรดีกว่ากัน. *วารสารกสิกรปีที่ 7 ฉบับที่ 2 (มี.ค.- เม.ย.2547)*. 2547. 2 : 6-14.

[5] Bradford K.J. Manipulation of seed waterrelations via osmotic priming to improvegermination under stress conditions. *Hortic. Sci.* 1986. 21: 1105-1112.

[6] สมเกียรติ สุวรรณคีรี. *ปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพ และการประยุกต์ในกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (อีเอ็ม) (ด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม)*. สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทานศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่. 2547.

[7] อานัฐ ตันโช. *เกษตรธรรมชาติประยุกต์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2549.

[8] Copeland L.O. and McDonald M.B. *Principles of Seed Science and Technology*. 3rd Ed. Chapman and Hall, New York. 1995.

[9] กนก อุไรสกุล. การกระตุ้นเมล็ดข้าวให้งอกด้วยสมุนไพร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้ จาก https://www.gotoknow.org/posts/116031. 2555.

[10] มนฑนา รุจิระศักดิ์, พรศิลป์ สีเผือก และพิทยา เกิดนุ่น. การใช้น้ำหมักรกหมูในการเพิ่มคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าว. *รายงานการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ*

ครั้งที่ 7. โรงแรมท็อปแลนด์, พิษณุโลก. 2553 : 118-124.

[11] วนิดา สังข์ชื่น. *การศึกษากระบวนผลิตและประสิทธิภาพปุ๋ยน้ำหมักต่อการผลิตข้าวของเกษตรกรในอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช). คณะเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2554.

[12] ศูนย์ประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. น้ำหมักชีวภาพ. ศูนย์ประเมินผล สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www3.oae.go.th/rdpcc/images/filesdownload/km/Knowledge/productions/2.6.pdf. 2560.

[13] สำนักงานปศุสัตว์เขต 9 กรมปศุสัตว์. การทำน้ำสกัดชีวภาพ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://region9.dld.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=161:2011-02-11-22-17-38&catid=55:2011-02-01-23-09-45&Itemid=83. 2554.

[14] ISTA. *International Rules for Seed Testing Edition 2011.* International Seed Testing Assoication (ISTA). CH-Switzer land. 2011.

[15] ชื่นจิต แก้วกัญญา และ พนิดา หนูกลาง. ผลของวันปลูกที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วแลบแลบ. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 1. 2557. 395-402.

[16] เฉลิม เรืองวิริยะชัย. *การศึกษาฮอร์โมนพืชในน้ำหมักชีวภาพจากผลไม้เพื่อพริกอินทรีย์*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 2552.

[17] สุพรชัย มั่งมีสิทธิ์. *รายงานประสบการณ์การใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในวิถีการผลิตของชุมชนบางขุนไทร: กรณีทำนาโดยการใช้ปุ๋ยโบกาฉิ*.สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2547.

[18] ณัฐมณ ขวัญไชย. *การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากอัตราส่วนของวัสดุและวิธีการที่ต่างกัน*. ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม). มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2556.

[19] Karssen C.M., Zaorski S., Kepczynski J. and Groot S.P.C. Key role for endogenous gibberellins in the control of seed germination. *Ann Bot.* 1989. 63: 71-80.

[20] Kucera B., Cohn M.A., Leubner-Metzger G. Plant hormone interactions duringseed dormancy release and germination. *Seed Sci Res.* 2005. 15 : 281-307.

[21] ภิรมณ์ สุวรรณสม. *การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารและกรดจิบเบอเรลลิก (จีเอ3) ในน้ำหมักชีวภาพ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2551.

[22] ประยูร เจริญขุน. น้ำหมักปลีกล้วยใช้แทจิบเบอเรลลิน (Gibberellin) ช่วยกระตุ้นการออกดอก ยืดช่อ ชะลอการเก็บเกี่ยวในไม้ผล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://rakbankerd.com/agriculture/print.php?id=8183&s=tblplant. 2557.

[23] อภิญญ์ คุ่ยชูชีพ. *การใช้น้ำมะพร้าวเป็นส่วนผสมของน้ำสกัดชีวภาพเพื่อเป็นอาหารเสริมในการผลิตถั่วเหลือง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม). คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม. สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์.2554.

[24] อนันท์ เชาว์เครือ, ญาณิกา ไหละครบุรี, โชติรส คุณมี, ชวันรัส สันทอง และ สุภาวดี ฉิมทอง. การประเมินได้ของเศษเหลือจากสับปะรด. *แก่นเกษตร 42 (ฉบับพิเศษ)*. 2557. 1 : 304.

[25] Herrera C.M., Medrano M. and P. Bazaga. Comparative spatial genetics and epigenetics of plant populations: heuristic value and a proof of concept. *Mol. Ecol.* 2016. 25 : 1653-1664.

[26] วันชัย จันทร์ประเสริฐ. สีรรวิทยาเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่นา. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 2538.

[27] สุเทวี ศุขปราการ และประเสริฐ ประภานภสินธุ์. การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกด้วยวิธี hydropriming. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 2545. 33(4-5) : 141-148.