

ความหลากหลายของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่สัมพันธ์กับข้าวไร่ ในจังหวัดพิษณุโลก

Species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi as bioindicator in
rhizosphere soil of upland rice in Phitsanulok province

สุพัตรา เจริญภักดี^{1*}, ทักษพร ปันการี

Supattra Charoenpakdee^{1*}, Thaksaporn Pankawee

Abstract

The survey of species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) associated with upland rice (*Oryza sativa* L) was used to determine soil health as bioindicator. Samples were collected in rhizosphere soil of upland rice in 7 villages including Ban Yeng, Huay Nam Say at Nakornthai District and Cham Nan Jui, Nuchtean, Rom Klao, Kun Nam Kub and Nam Juay at Chat Trakarn District, Phitsanulok province. Spore assessment using wet sieving technique and species classification according to spore morphology. A total spores was found seventy-two and classified in 11 morphotaxa including Genus *Acaulospora* (9 morphotaxa), *Gigaspora* (1 morphotaxa) and *Glomus* (1 morphotaxa). The occurrences of AMF are very low same as a total nitrogen level. It may cause a long term use of chemical fertilizer affect on lack of soil fertility.

Keywords : arbuscular mycorrhizal fungi, bioindicator, *Oryza sativa* L

บทคัดย่อ

การสำรวจความหลากหลายของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่สัมพันธ์กับข้าวไร่ (*Oryza sativa* L) เพื่อศึกษาจำนวนและชนิดของราที่สามารถอยู่รอดสำหรับใช้เป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ปลูกข้าวไร่ โดยเก็บตัวอย่างดินบริเวณรอบรากและรากต้นข้าวไร่ จำนวน 21 ตัวอย่าง ใน 7 หมู่บ้าน ได้แก่ ตำบลบ้านแยง และตำบลห้วยน้ำไซ อำเภอนครไทย ตำบลชำนานูญชัย, ตำบลนุชเหียน, ตำบลร่มเกล้า, ตำบลขุนน้ำคืบ และตำบลน้ำจวง อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก ตรวจสอบสปอร์ราโดยวิธีการร่อนเปียก และใช้ฐานฐานวิทยาของสปอร์บ่งชี้ชนิดของรา พบจำนวนสปอร์ทั้งหมด 72 สปอร์ อยู่ในสกุล *Acaulospora* (9 morphotaxa), *Gigaspora* (1 morphotaxa) และ *Glomus* (1 morphotaxa) การเข้าอยู่อาศัยของราในรากพบร้อยละ 20.8-29.4 ซึ่งการปรากฏของราอยู่ในระดับต่ำมากสอดคล้องกับค่าไนโตรเจนที่พบว่ามีอยู่ในระดับต่ำมาก (ร้อยละ 2.2-6.6) อาจเนื่องจากดินในพื้นที่ปลูกข้าวไร่มีการใช้ปุ๋ยเคมีมายาวนาน ทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ และมีความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่ำ

คำสำคัญ: ข้าวไร่, ตัวบ่งชี้ชีวภาพ, ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

¹ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

* Corresponding author : ansupattra@gmail.com

บทนำ

กิจกรรมของมนุษย์ เช่น การบริโภคทรัพยากร การจัดการสิ่งแวดล้อม และการใช้สารเคมีจำนวนมากส่งผลทำให้ระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก โดยเฉพาะคุณภาพของดินที่เสื่อมสภาพจนทำให้มีประสิทธิภาพในการเพาะปลูกลดน้อยลง ปัจจุบันมีการใช้สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน เนื่องจากมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์ที่เรียกว่า ราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซา (arbuscular mycorrhizal fungi; AMF) (สมจิตร์, 2550ก; Johnson, 1993; Kahiluoto et al., 2001; Wang et al., 2009) ซึ่งช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตให้กับพืชอาศัย อีกทั้งยังสามารถป้องกันสาเหตุของโรคพืชได้ โดยช่วยเปลี่ยนธาตุอาหารพืชในรูปที่ถูกตรึงหรือไม่ละลายน้ำในดินให้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำหรือรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (available form) แล้วดูดซับธาตุอาหารในรูปดังกล่าวส่งให้พืชอาศัยนำไปใช้ ทำให้พืชแข็งแรง สามารถทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ ส่วนราได้ที่อยู่อาศัยและได้รับสารประกอบคาร์บอนที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงจากพืชอาศัย เรียกความสัมพันธ์ระหว่างรากับพืชแบบนี้ว่า การได้ประโยชน์ร่วมกัน (mutualistic symbiosis) (Brundrett et al., 1996; Freberg, 2001; Yeasmin et al., 2007)

ข้าว (*Oryza sativa* L) เป็นพืชเศรษฐกิจและเป็นอาหารของคนของคนไทยมานาน ประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายชนิดของข้าวจำนวนมาก พบว่าเกษตรกรในพื้นที่สูงบนภูเขาที่มีความลาดชันนิยมปลูกข้าวไร่ (upland rice) เป็นพืชยังชีพ (subsistence agriculture) เนื่องจากต้องการน้ำน้อย อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ทนแล้งได้ดีในการเจริญเติบโต คุณภาพของผลผลิตขึ้นกับสายพันธุ์ และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ข้าวไร่มีคุณสมบัติที่เป็นเอกลักษณ์เหมาะสำหรับใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว (บุญหงส์, 2549; ณรงค์, 2549) พื้นที่ปลูกข้าวไร่มีการปลูกต่อเนื่องทุกปี ปัจจุบันมีการใช้สารเคมี ทั้งปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวไร่ ในประเทศไทยมีรายงานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซากับพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น สัก (กิตติมา, 2541), ทุเรียน (ศรีธญา, 2545.), อ้อย (เมธาวิการณ, 2549), ส้มเขียวหวาน (สมจิตร์, 2550ข), สับปะรด (สุพัตรา, 2552) เป็นต้น แต่ยังไม่มียางานในข้าวไร่ งานวิจัยนี้ศึกษาความหลากหลายชนิดของราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาที่มีความสัมพันธ์กับข้าวไร่ เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของดินในพื้นที่ปลูกข้าวไร่ในจังหวัดพิษณุโลก และเป็นฐานข้อมูลชีวภาพของราที่พบในประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บตัวอย่างราก และดินบริเวณรอบต้นข้าวไร่

เก็บตัวอย่างราก และดินบริเวณรอบรากข้าวไร่ในจังหวัดพิษณุโลก 2 อำเภอ คือ อำเภอนครไทย จำนวน 2 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านแยง และห้วยน้ำไซ และอำเภอชาติตระการ จำนวน 4 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านร่มเกล้า, ชำนาญชัย, ขุนน้ำคับ, น้ำจวง จำนวน 21 ตัวอย่าง ระหว่างเดือนกันยายน 2556 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 โดยเก็บตัวอย่างรากข้าวไร่ และดินบริเวณรอบรากข้าวไร่ หมู่บ้านละ 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 4 จุด โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินและรากข้าวที่ความลึกประมาณ 0-30 เซนติเมตร และนำตัวอย่างทั้ง 4 จุดนั้นมารวมกัน (composite sample) เก็บตัวอย่างใส่ถุงพลาสติก เพื่อนำมาศึกษาธาตุอาหารในดิน ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม แล้วส่งวิเคราะห์ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เก็บตัวอย่างไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และตรวจหาราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาต่อไป ซึ่งมีรหัส

ตัวอย่างดังนี้ บ้านห้วยน้ำไขพันธุ์จุดที่ 1 (HS001), บ้านห้วยน้ำไขจุดที่ 2 (HS002), บ้านขุนน้ำค้ำจุดที่ 1 (NK001), บ้านขุนน้ำค้ำจุดที่ 2 (NK002), บ้านขุนน้ำค้ำจุดที่ 3 (NK003), บ้านร่มเกล้าจุดที่ 1 (RK001), บ้านร่มเกล้าจุดที่ 2 (RK002), บ้านน้ำจวงจุดที่ 1 (NJ001), บ้านน้ำจวงจุดที่ 2 (NJ002), บ้านน้ำจวงจุดที่ 3 (NJ003), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 1 (CJ001), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 2 (CJ002), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 3 (CJ003), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 4 (CJ004), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 5 (CJ005), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 6 (CJ006), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 7 (CJ007), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 8 (CJ008), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 9 (CJ009), บ้านแยงจุดที่ 1 (BY001), บ้านแยงจุดที่ 2 (BY002)

การเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาในรากข้าวไร่

ส้อมตัดรากข้าวไร่แต่ละตัวอย่างขนาด 1 เซนติเมตร ล้างรากด้วยน้ำสะอาด นำรากไปต้มในสารละลาย 10% KOH ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จากนั้นย้อมรากด้วยสารละลาย 0.05% trypan blue ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (modified Brundrett et al., 1996) แล้วนำไปคำนวณหาร้อยละการตรึงรากตามสูตรของ Brundrett et al. (1996)

การตรวจสอบสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาในดินบริเวณรอบราก

นำดินแต่ละตัวอย่างมาผึ่งให้แห้ง แล้วชั่งตัวอย่างละ 100 กรัม เพื่อนำมาร่อนเปียก (wet sieving technique) ตามวิธีการของ Brundrett et al. (1996) ทำซ้ำตัวอย่างละ 2 ครั้ง ตรวจสอบลักษณะ จำนวน และความหนาแน่นของสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาในดินแต่ละตัวอย่าง สังเกตและบันทึกลักษณะของสปอร์ เช่น สี ผนัง และขนาด เป็นต้น (Brundrett et al., 1996) โดยเทียบจากการรายงานในวารสารที่ตีพิมพ์ทางวิชาการต่าง ๆ เพื่อจัดจำแนกและบ่งชี้ในระดับสกุลของราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซา

การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณความแปรปรวนของจำนวนสปอร์ ลักษณะของสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาที่พบในดินรอบรากข้าวไร่ ร้อยละการเข้าสู่รากของราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาในข้าวไร่ และปริมาณธาตุอาหารในดินโดยใช้ ANOVA และ Post Hoc ตามวิธีการของ Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากโปรแกรมสถิติ SPSS version 11.5 (SPSS Inc., Wacker Drive, Chicago, IL)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความหลากหลายชนิดของราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาในดินบริเวณรอบรากข้าวไร่ที่เก็บมาจากแปลงปลูกข้าวไร่ในจังหวัดพิษณุโลก ระหว่างเดือนกันยายน 2556 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 จำนวน 21 ตัวอย่าง ใน 6 หมู่บ้าน ได้แก่ ตำบลบ้านแยง และตำบลห้วยน้ำไข อำเภอนครไทย ตำบลชำนาญจ้อย, ตำบลร่มเกล้า, ตำบลขุนน้ำค้ำ และตำบลน้ำจวง อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก พบจำนวนสปอร์ทั้งหมด 72 สปอร์ จำแนกออกเป็น 11 morphotaxa อยู่ในสกุล *Acaulospora* (9 morphotaxa), *Gigaspora* (1 morphotaxon) และ *Glomus* (1 morphotaxon) จัดแบ่งประเภทตัวอย่างข้าวไร่ตามลักษณะของเนื้อสัมผัสได้ 3 ชนิด คือ ข้าวเหนียวดำ, ข้าวเหนียวขาว และข้าวเจ้าขาว โดยพบว่าข้าวเจ้าขาวและข้าวเหนียวดำ พบจำนวนราไม่แตกต่างกัน คือ 4 และ 5 สปอร์ ต่อดิน 100 กรัม ส่วนข้าวเหนียวขาวพบ 3 สปอร์ ต่อดิน 100 กรัม โดยข้าวเจ้าขาวตัวอย่างบ้านห้วยน้ำไขพันธุ์จุดที่ 1 (HS001) มีจำนวนสปอร์มากที่สุด แต่ก

พบเพียง 9 สปอร์ ต่อดิน 100 กรัม (ตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2) ส่วนร้อยละการเข้ารากของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบจากการปรากฏของโครงสร้างราก ได้แก่ อาร์บัสคูล เวสซิกเคิล และเส้นใยรา นั้นพบว่ามีปริมาณน้อย คือ ร้อยละ 20.8-29.4 และเมื่อศึกษาถึงปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า ดินมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่ำมาก ส่วนโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลาง โดยไม่มีความสัมพันธ์กับชนิดและจำนวนสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบในดินบริเวณรอบรากข้าวไร่แต่ละตัวอย่าง (ตารางที่ 2) การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในดินที่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีความสัมพันธ์โดยตรง ได้แก่ ธาตุฟอสฟอรัส เนื่องราในกลุ่มนี้สามารถผลิตกรดอินทรีย์ และเอนไซม์ฟอสฟาเทส (phosphatase) ซึ่งสามารถปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงอยู่ในดินให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ รากลุ่มนี้แม้ว่าจะมีพืชอาศัยได้หลากหลายชนิด และมีความจำเพาะเจาะจงน้อย หากแต่ชนิดของราส่งผลต่อประสิทธิภาพในการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัส และการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชอย่างมากด้วย ดังนั้นปัจจุบันจึงมีการศึกษาการใช้ชนิดของราให้เหมาะสมกับพืชอาศัย และสภาพแวดล้อม เนื่องจากสามารถพบราชนิดที่มีประสิทธิภาพในการปรับตัวและมีศักยภาพในการเข้าอยู่อาศัยในพื้นที่นั้น ๆ ได้ดี (Jakobsen et al., 1992; สุพัตรา, 2552; Charoenpakdee et al., 2010; Charoenpakdee et al., 2012) จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกข้าวไร่ จำนวนมากกว่า 50 ครอบครัว (ไม่ได้แสดงข้อมูล) พบว่าในพื้นที่ปลูกข้าวไร่ในจังหวัดพิษณุโลกมีการใช้พื้นที่ปลูกข้าวไร่มาอย่างต่อเนื่องยาวนานกว่า 20 ปี ซึ่งส่วนใหญ่อพยพย้ายถิ่นฐานมาจากจังหวัดเพชรบูรณ์ ในช่วง 1-5 ปี แรก ผลผลิตข้าวไร่มีมาก แต่ต่อมาเมื่อผลผลิตลดลงเกษตรกรมีการใช้สารเคมี ทั้งปุ๋ยและสารกำจัดศัตรูพืช เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิต โดยไม่มีการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน เป็นสาเหตุให้ดินเสื่อมโทรม เมื่อดินจับตัวแน่น และไม่อุ้มน้ำ

ผลการวิจัยพบจำนวนราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาน้อยทั้งในดินและในรากข้าวไร่ สามารถชี้ได้ว่าดินในบริเวณปลูกข้าวไร่ทั้ง 21 ตัวอย่าง ขาดความอุดมสมบูรณ์ การปรากฏของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณรอบรากพืชและในรากพืช สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของดินในบริเวณนั้นได้ (Bernactchez et al., 2008; Kahiluoto et al., 2009; Pagano et al., 2011) โดยหากพบรากลุ่มนี้จำนวนมากแสดงว่าดินอุดมสมบูรณ์ เนื่องจากราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยปรับปรุงสภาพแวดล้อมของดินให้ดีขึ้น เช่น โครงสร้างของดิน ปลดปล่อยธาตุอาหารให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ได้ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม สังกะสี และคอปเปอร์ได้ โดยขับสารอินทรีย์สู่ดิน เช่น citric acid succinic acid และสารอินทรีย์อื่น ๆ ลงสู่ดิน เช่น สารคีเลตของเหล็ก (iron chelate) หรือ siderophore ซึ่งเป็นสารที่มีประจุลบมาก สามารถดูดซับประจุบวกของโลหะบางชนิดได้ดี เช่น เหล็ก ทำให้ธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น โดยช่วยลดโอกาสที่เหล็กจะไปจับกับฟอสฟอรัสแล้วตกตะกอนอยู่ในดิน (Parfitt, 1979; Jayachandran et al., 1989) และยังสามารถสร้างสารอินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น glomalin หรือเอนไซม์ต่างๆ เช่น protease phosphatase เป็นต้น อีกทั้งเส้นใยของรายังช่วยอุ้มน้ำ ยึดเกาะสารอินทรีย์และเม็ดดิน ธาตุอาหารที่ชะล้างได้ดีด้วยน้ำ เช่น ไนโตรเจน จึงมีปริมาณมากในดินที่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอาศัยอยู่ร่วมกับพืชอาศัยจำนวนมาก (van der Heijden and Sanders, 2003; Koide and Mosse, 2004)

ตารางที่ 1 จำนวนสปอร์ของแต่ละลักษณะของสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาที่พบในดินบริเวณรอบรากข้าวไร่แต่ละตัวอย่าง

ตัวอย่าง*	จำนวนสปอร์ของแต่ละลักษณะของสปอร์รา (สปอร์ ต่อดิน 100 กรัม)											รวม
	sp01	sp02	sp03	sp04	sp05	sp06	sp07	sp08	sp09	sp10	sp11	
ข้าวเหนียวดำ												
NK003	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	3
NJ003	1	-	-	-	2	-	-	-	1	-	1	5
CJ004	-	-	1	-	1	1	-	1	-	-	-	4
CJ009	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	3
BY002	1	2	1	-	1	-	1	-	1	1	-	7
ข้าวเหนียวขาว												
NK002	-	1	-	1	-	-	1	-	1	-	-	4
RK001	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	2
NJ001	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
NJ002	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2
CJ001	-	-	1	1	-	-	1	-	1	-	-	4
CJ002	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	3
CJ003	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	2
CJ005	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
CJ006	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	2
CJ007	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
CJ008	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	3
BY001	1	-	1	2	-	1	-	-	1	-	-	6
ข้าวเจ้าขาว												
HS001	1	-	-	-	-	2	1	1	1	1	2	9
HS002	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	1	4
NK001	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	2
RK002	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	3

หมายเหตุ * รหัสตัวอย่าง ได้แก่ บ้านห้วยน้ำไขพันธุ์จุดที่ 1 (HS001), บ้านห้วยน้ำไขจุดที่ 2 (HS002), บ้านขุนน้ำคับจุดที่ 1 (NK001), บ้านขุนน้ำคับจุดที่ 2 (NK002), บ้านขุนน้ำคับจุดที่ 3 (NK003), บ้านร่มเกล้าจุดที่ 1 (RK001), บ้านร่มเกล้าจุดที่ 2 (RK002), บ้านน้ำจวงจุดที่ 1 (NJ001), บ้านน้ำจวงจุดที่ 2 (NJ002), บ้านน้ำจวงจุดที่ 3 (NJ003), บ้านชำนาญชัยจุดที่ 1 (CJ001), บ้านชำนาญชัยจุดที่ 2 (CJ002), บ้านชำนาญชัยจุดที่ 3 (CJ003), บ้านชำนาญชัยจุดที่ 4 (CJ004), บ้านชำนาญชัยจุดที่ 5 (CJ005), บ้านชำนาญชัยจุดที่ 6 (CJ006), บ้านชำนาญชัยจุดที่ 7 (CJ007), บ้านชำนาญชัยจุดที่ 8 (CJ008), บ้านชำนาญชัยจุดที่ 9 (CJ009), บ้านแยงจุดที่ 1 (BY001), บ้านแยงจุดที่ 2 (BY002)

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหาร จำนวนสปอร์ในดินบริเวณรอบราก และการเข้ารากของราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาที่สัมพันธ์กับตัวอย่างข้าวไร่ในจังหวัดพิษณุโลก

ตัวอย่าง*	สมบัติทางเคมีของดิน			การปรากฏของรา	
	ไนโตรเจน (mg/kg)	ฟอสฟอรัส (mg/kg)	โพแทสเซียม (mg/kg)	จำนวนสปอร์ (สปอร์)	การเข้าราก (ร้อยละ)
ข้าวเหนียวดำ					

NK003	3.4±2.1g**	3.1±1.8d**	172.0±1.2n**	4bc**	23.9h**
NJ003	4.7±4.2n	8.5±2.5p	141.1±0.2h	5c	23.3g
CJ004	5.4±2.1q	18.7±1.8s	223.5±2.4r	4bc	21.7d
CJ009	4.2±2.9j	6.4±2.2o	194.1±3.2o	3b	23.1f
BY002	3.6±4.2i	3.7±1.1i	130.2±0.3g	7d	24.2i
ข้าวเหนียวขาว					
NK002	3.2±1.8f	2.9±4.7c	200.0±2.4q	4bc	20.6a
RK001	5.3±2.0p	48.3±3.2u	120.5±3.2c	2ab	22.8e
NJ001	2.8±1.4d	1.3±2.2a	110.2±1.8b	1a	21.7d
NJ002	6.3±0.3t	4.0±3.1j	233.8±1.5s	2ab	20.6a
CJ001	4.2±0.4k	6.0±4.2n	198.5±0.8p	4bc	20.8b
CJ002	4.8±4.2o	15.0±1.3r	142.6±2.4i	3b	25.3j
CJ003	6.3±2.8s	2.4±1.7b	154.4±1.7k	2ab	29.4l
CJ005	5.4±1.6r	5.6±2.1m	158.8±3.5l	1a	22.8e
CJ006	2.9±2.7e	8.9±2.5q	110.2±4.1b	2ab	25.6k
CJ007	1.7±3.2a	4.7±3.2k	120.5±2.0c	2ab	21.3c
CJ008	4.5±4.5m	3.7±2.5h	125.0±1.8f	3b	20.6a
BY001	2.4±3.2c	3.4±1.3f	122.0±0.6d	6cd	23.9h
ข้าวเจ้าขาว					
HS001	3.7±1.2h	3.6±1.3g	161.7±2.1m	9e	23.3g
HS002	2.2±2.2b	3.3±0.8e	77.9±2.2a	4bc	22.8e
NK001	6.9±2.6v	5.1±3.5l	123.5±3.1e	2ab	20.8b
RK002	6.6±0.5u	37.0±1.9t	152.9±2.1j	3b	25.6k

หมายเหตุ * รหัสตัวอย่าง ได้แก่ บ้านห้วยน้ำไขพันธุ์จุดที่ 1 (HS001), บ้านห้วยน้ำไขจุดที่ 2 (HS002), บ้านขุนน้ำค้ำจุดที่ 1 (NK001), บ้านขุนน้ำค้ำจุดที่ 2 (NK002), บ้านขุนน้ำค้ำจุดที่ 3 (NK003), บ้านร่มเกล้าจุดที่ 1 (RK001), บ้านร่มเกล้าจุดที่ 2 (RK002), บ้านน้ำจวงจุดที่ 1 (NJ001), บ้านน้ำจวงจุดที่ 2 (NJ002), บ้านน้ำจวงจุดที่ 3 (NJ003), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 1 (CJ001), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 2 (CJ002), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 3 (CJ003), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 4 (CJ004), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 5 (CJ005), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 6 (CJ006), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 7 (CJ007), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 8 (CJ008), บ้านชำนาญจ้อยจุดที่ 9 (CJ009), บ้านแยงจุดที่ 1 (BY001), บ้านแยงจุดที่ 2 (BY002)

** ในแต่ละคอลัมน์ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันแสดงว่ามีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อใช้ Duncan test

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยชี้ให้เห็นว่าในพื้นที่ปลูกข้าวไร่จำนวน 21 ตัวอย่าง พบอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซ่าน้อยมาก สามารถบ่งชี้ได้ว่าดินบริเวณนั้นมีความอุดมสมบูรณ์น้อยมาก หรือธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และมีราเพียง 11 morphotaxa ที่สามารถมีชีวิตรอดอยู่รอดได้ ดังนั้นควรบ่งชี้ชนิดของราในระดับสปีชีส์ แล้วทดสอบเพิ่มจำนวนสปอร์ราทั้ง 11 morphotaxa เพื่อใช้ศึกษาผลต่อการส่งเสริมการเติบโตของข้าวไร่ต่อไป ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการเติบโตของข้าวไร่และช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (HERP57) ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย และเกษตรกรโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านนุขเทียนสำหรับข้อมูล และการเก็บตัวอย่างข้าวไรในแปลงเกษตรกร

เอกสารอ้างอิง

- กิตติมา รามัญวงษ์. 2541. ความหลากหลายของราเวสสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาของสั๊กและผลที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้าสั๊ก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 113 หน้า.
- ณรงค์ บุญแก้ว, 2549. วิจัยรวบรวมพันธุ์ข้าวไรของชาวเขาในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง. รายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มูลนิธิโครงการหลวง. 99 หน้า.
- บุญหงษ์ จงคิด, 2549, ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 184 หน้า.
- เมธาวิการณ พรมผลา. 2554. ชนิดและผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตอ้อย. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 16-22.
- ศรัณยา จิวรากรานนท์. 2545. การสำรวจเชื้อราไมคอร์ไรซาของทุเรียนและการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราไมคอร์ไรซาในการส่งเสริมเจริญเติบโตของต้นกล้าทุเรียนในเรือนปลูกพืชทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- ศิวพร แสงภัทรเนตร. 2550. ศักยภาพการผลิตสปอร์อาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาในระบบไฮโดรโพนิค. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมจิตร อยู่เป็นสุข. 2550ก. มายคอร์ไรซา (Mycorrhizas). วารสารวิทยาศาสตร์. 61: หน้า 33-35.
- สมจิตร อยู่เป็นสุข สิทธิชัย ลอดแก้ว และเบญจวรรณ ฤกษ์เกษม. 2550ข. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ: การเพิ่มประสิทธิภาพของการดูดธาตุอาหารในต้นกล้าส้มเขียวหวาน. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 70 หน้า
- สุพัตรา เจริญภักดี. 2552. ความหลากหลายทางชีวภาพและผลที่เป็นประโยชน์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์มายคอร์ไรซาที่สัมพันธ์กับสบู่ดำ (*Jatropha curcas* L.) พืชชีวพลังงานที่มีศักยภาพในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 149 หน้า.
- Bernactchez, F.R., Jeannotte, C.B.M. Begg, C. Hamel and Whalen J.K. 2008. Soil fertility and arbuscular mycorrhizal fungi related to trees growing on smallholder farms in Senegal. Journal of Arid Environments, 72: 1247-1256.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T. and Malajczuk, N. 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR Monograph. Canberra, Australia.
- Charoenpakdee, S., Phosri, C., Dell, B. Choonluechanon, S. and Lumyong, S. 2010. Compatible arbuscular mycorrhizal fungi of *Jatropha curcas* and spore multiplication using cereal crop. Mtcosphere. 1 (3): 195-204.

- Charoenpakdee, S., Lumyong, S. and Dell, B. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi for *Jatropha* production. In: Carels, N., Sujatha, M. and Bahadur B. *Jatropha*, challenges for a new energy crop. Springer. p. 263-280.
- Clapp, J.P., Rodriguez, A. and Dodd, J.C. 2002. Glomales rRNA gene diversity – all that glistens is not necessarily glomalean? *Mycorrhiza*. 12: 269– 270.
- Clapp, J.P., Young, J.P.W., Merryweather, J.W. and Fitter, A.H. 1995. Diversity of fungal symbionts in arbuscular mycorrhizas from a natural community. *New Phytologist*. 130: 259-265.
- Dodd, J.C. 2000. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in agro- and natural ecosystem. *Outlook on Agriculture*. 29: 63-70.
- Friberg S. 2001. Distribution and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in traditional agriculture on the Niger inland delta, Mali, West Africa. *Skriftserie*. 3: 53-80.
- Habte, M. 2000. Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and subtropical Agriculture: Mycorrhizal Fungi and Plant Nutrition. College of Tropical Agriculture and Human Resource, University of Hawaii at Manoa.
- Jayachandran, K., Schwab, A.P. and Hetrick, B.A.D. 1989. Mycorrhizal mediation of phosphorus availability: synthetic iron chelate effects on phosphorus solubilization. *Soil Science Society of America Journal*, 53(6): 1701-1706.
- Johnson N.C. 1993. Can fertilization of soil select less mutualistic mycorrhizae? *Ecological Applications* 3: 749-757.
- Kahiluoto H., Ketoja E., Vestberg M. and Saarela I. 2001. Promotion of AM utilization through reduced P fertilization: 2. Field studies. *Plant and Soil*. 231: 65-79.
- Koide, R.T. and Mosse, B. 2004. A history of research on arbuscular mycorrhiza. *Mycorrhiza*, 14: 145-163.
- Pagano, M.C., Utida, M.K., Gomes, E.A., Marriel, I.E., Cabello, M.N. and Scotti M.R. 2011. Plant-type dependent changes in arbuscular mycorrhizal communities as soil quality indicator in semi-arid Brazil. *Ecological Indicators*, 11: 643-650.
- Parfitt, R.L. 1978. Anion adsorption by soils and soil materials. *Advance in Agronomy*, 30: 1-50.
- van der Heijden, M.G.A. and Sanders, I.R. 2003. *Mycorrhizal ecology*. Second Edition. Ecological studies, Springer, pp. 157-469.
- Wang M.Y., Hu L.B., Wang W.H., Liu S.T., Li M., Lui R.J. 2009. Influence of long-term fixed fertilization on diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. *Pedosphere* 19: 663-672.

Yeasmin T., Zaman P., Rahman A., Absar N. and Khanum N.S. 2007. Arbuscular mycorrhizal fungus inoculums production in rice plants. African Journal of Agricultural Research. 2(9): 463-467.