

ผลของการกำจัดวัชพืชเมื่อใช้ร่วมกับน้ำส้มควันไม้ต่อการควบคุมวัชพืช และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพนาหว่านข้าวแห้ง

Effect of wood vinegar mixed with herbicide on weed control and yield of rice cv.KDML 105 under dry-direct seeded condition

ดร.ณิ ทัพชัย¹, กนกทิพย์ ตอเสนา¹, บรรยง ทูมแสน¹, ดร.ณิ โชติธัญญากูร¹
และ สันติไมตรี ก้อนคำดี^{1,2,3*}

Darunee Thapsai¹, Kanoktip Torsana¹, Banyong Toomsan¹, Darunee Jothityangkoon¹
and Santimaitree Gonkhamdee^{1,2,3*}

บทคัดย่อ: การใช้สารกำจัดวัชพืชในนาหว่านข้าวแห้งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมาก ปัจจุบันมุ่งเน้นการผลิตข้าวให้ปลอดภัยต่อผู้บริโภคการใช้น้ำส้มควันไม้ร่วมกับสารกำจัดวัชพืชอาจช่วยลดปริมาณการใช้สาร ส่งเสริมให้การผลิตข้าวมีความปลอดภัยมากขึ้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาผลของการใช้สารกำจัดวัชพืชในอัตราครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ ร่วมกับน้ำส้มควันไม้ต่อประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช และผลผลิตข้าวในสภาพนาหว่านข้าวแห้ง ดำเนินการวิจัยที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2556 วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยศึกษาการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับน้ำส้มควันไม้ มีวิธีการกำจัดวัชพืช 11 กรรมวิธี คือกรรมวิธีการใช้สาร 1) oxadiazon อัตรา 120 กรัม(ai)/ไร่ (อัตราแนะนำ), 2) oxadiazon อัตรา 60 กรัม(ai)/ไร่, 3) oxadiazon อัตรา 60 กรัม(ai)/ไร่+ น้ำส้มควันไม้ (1 มล./น้ำ 500 มล.), 4) oxyfluorfen อัตรา 28.2 กรัม(ai)/ไร่ (อัตราแนะนำ), 5) oxyfluorfen อัตรา 14.1 กรัม(ai)/ไร่, 6) oxyfluorfen อัตรา 14.1 กรัม(ai)/ไร่+น้ำส้มควันไม้, 7) butachlor+propanil อัตรา 87.5 กรัม(ai)/ไร่(อัตราแนะนำ), 8) butachlor+propanil อัตรา 43.8 กรัม(ai)/ไร่, 9) butachlor+propanil อัตรา 43.8 กรัม(ai)/ไร่+น้ำส้มควันไม้ 10) กำจัดวัชพืชด้วยมือ และ 11) ไม่กำจัดวัชพืช ผลการทดลองพบว่า น้ำส้มควันไม้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช ให้กับสาร oxadiazon อัตรา 60 กรัม(ai)/ไร่ หรือที่ความเข้มข้นครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และยังเพิ่มผลผลิตข้าวจาก 358 เป็น 798 กก./ไร่ งานทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้น้ำส้มควันไม้สามารถช่วยลดอัตราการใช้ oxadiazon ได้ครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ

คำสำคัญ: ออกซาไดอะซอน, ออกซีฟลูออรีเฟน, บิวทาคลอร์+โพรพานิล, ข้าวหอมมะลิ, ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช

ABSTRACT: Herbicide using is an effective way to control weeds in dry-direct seeded rice production. Currently, the focus of rice production is to produce safe rice for consumers. Therefore, using wood vinegar (WV) in combinations with herbicides may reduce the amount of herbicide usage, encourage rice production and thus increase rice

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University 40002

² ศูนย์วิจัยอ้อยและน้ำตาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Northeast Thailand Cane and Sugar Research Center, Khon Kaen University 40002

³ กลุ่มวิจัยยางพารา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Knowledge Development of Rubber Tree in Northeastern Group, Khon Kaen University 40002

* Corresponding author: gsanti@kku.ac.th

production security. The objective of this research was to assess the effects of herbicide usage at half of the recommended rate in combinations with WV on weed control efficiency and rice yield in dry-direct seeded rice condition. The experiment was conducted at KhonKaen University, during June to November 2012, using a randomized complete block design with four replications. The rice variety was KDML 105 and there were eleven treatments i.e. 1) oxadiazon at the rate 120 g(ai)/rai (recommended application rate), 2) oxadiazon at the rate 60 g(ai)/rai, 3) oxadiazon at the rate 60 g(ai)/rai+wood vinegar (WV)(1 ml in 500 ml water), 4) oxyfluorfen at the rate 28.2 g(ai)/rai (recommended application rate), 5) oxyfluorfen at the rate 14.1 g(ai)/rai, 6) oxyfluorfen at the rate 14.1 g(ai)/rai+WV, 7) butachlor+propanil at the rate 85.7 g(ai)/rai (recommended application rate), 8) butachlor+propanil at the rate 43.8 g(ai)/rai, 9) butachlor+propanil at the rate 43.8 g(ai)/rai+WV 10) hand weeding and 11) no weeding. The results revealed that WV increased weed control percentage (WCP) and weed control efficiency (WCE) of oxadiazon at the rate 60 g(ai)/rai or the half recommended application rate, it also significantly increased rice seed yield over the oxadiazon 1/2x treatment i.e. 358vs798 kg/rai. This indicates that WV had a beneficial effect by reducing the rate of oxadiazon application by half.

Keywords: oxadiazon, oxyfluorfen, butachlor+propanil, Thai jasmine rice, weed control efficiency

บทนำ

ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งสำหรับการผลิตข้าวคือปัญหาวัชพืช โดยเฉพาะในการทำนาหว่านข้าวแห้งเนื่องจากวัชพืชจะงอกขึ้นมาพร้อมเมล็ดข้าว ทำให้เกิดการแข่งขันกัน ส่งผลกระทบทำให้ผลผลิตข้าวลดลงตั้งแต่ 21-91% (รณชัย และคณะ, 2551; Rao et al., 2007) ดังนั้นการกำจัดวัชพืชจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง วิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ในการควบคุมวัชพืชมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ซึ่งการกำจัดวัชพืชโดยใช้สารกำจัดวัชพืชพบว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดวิธีหนึ่ง สามารถควบคุมวัชพืชได้ประมาณ 70-90% (Akbar et al., 2011; Chauhan and Opena, 2013) สารกำจัดวัชพืชที่เกษตรกรนิยมใช้ในนาหว่านข้าวแห้ง มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การใช้สาร oxadiazon อัตรา 120 กรัม(ai)/ไร่ สาร oxyfluorfen อัตรา 28.2 กรัม(ai)/ไร่ เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ก่อนวัชพืชงอกและสาร butachlor+propanil เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้หลังวัชพืชงอก สามารถควบคุมวัชพืชทุกประเภทได้ในระดับดีและทำให้ผลผลิตข้าวสูง ไม่แตกต่างกับการกำจัดวัชพืชด้วยมือ (ปัญญา, 2548; เย่ง และคณะ, 2556) แต่สารกำจัดวัชพืชส่วนใหญ่เป็นสารเคมี ถ้าใช้ในปริมาณสูงเป็นเวลานาน อาจเกิดการตกค้างและสะสมอยู่ในธรรมชาติ ส่งผลต่อมนุษย์ พืช ปศุสัตว์ และสัตว์อาจจะได้รับอันตราย (Bernard et al.,

2005) และปัญหาสุขภาพที่เกิดขึ้นเนื่องจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ถือเป็นปัญหาใหญ่และรุนแรงมากของสังคมไทย ซึ่งในปี พ.ศ. 2540 มีเกษตรกรที่ผลตรวจเลือดอยู่ในเกณฑ์ไม่ปลอดภัย อันเนื่องมาจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นจำนวนถึง 16.35% และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ.2550 ผลการสุ่มพบว่า มีเกษตรกรถึง 39% มีผลตรวจเลือดอยู่ในระดับไม่ปลอดภัยและมีความเสี่ยงทางสุขภาพ ผลกระทบนี้ยังก่อให้เกิดปัญหาที่มีผลระยะยาว เช่น ปัญหาโรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคอัมพฤกษ์ โรคอัมพาต และ โรคผิวหนังต่างๆ เป็นต้น (มูลนิธิชีวิต, 2554) การใช้สารจากธรรมชาติ อาจจะช่วยลดปริมาณการใช้สารกำจัดวัชพืชได้ ซึ่งจะส่งผลให้การผลิตข้าวมีความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น เพื่อรองรับการแข่งขัน และรองรับมาตรการกีดกันทางการค้าที่มีใช้ภาษี (non-tariff barriers) ของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนที่จะก่อตั้งขึ้นในปลายปี พ.ศ.2558 นี่จึงเป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาเพื่อที่จะผลิตข้าวให้ปลอดภัยต่อไป (ครรชิต, 2554)

น้ำส้มคว้นไม้ (wood vinegar หรือ pyroligneous acid) ได้จากการควบแน่นของคว้น ที่เกิดจากกระบวนการผลิตถ่าน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ มีสารประกอบต่างๆ มากกว่า 200 ชนิด เช่น acetic acid, methyl alcohol, acetone, aldehydes และ phenol (Wei et al., 2010) น้ำส้มคว้นไม้ยังถูกนำมา

ใช้ประโยชน์ได้หลากหลายด้าน เช่น อุตสาหกรรม ปศุสัตว์ในครัวเรือน และใช้ในการเกษตร เป็นต้น (จิระพงษ์, 2553)

ในด้านการเกษตรได้นำน้ำส้มควันไม้มาใช้เป็น สารเร่งการเจริญเติบโตของพืช สารป้องกันกำจัดศัตรู พืชควบคุมโรค และยังเป็นฮอร์โมนพืชด้วย (สมาคม เทคโนโลยีที่เหมาะสม, 2546) มีการใช้น้ำส้มควันไม้อยู่ 2 ลักษณะ คือ 1.) การใช้น้ำส้มควันไม้เข้มข้นที่มีความ เป็นกรดสูงมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อที่รุนแรงเมื่อนำไปเทราดหรือ พ่นลงบนดิน สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ดี (จิระพงษ์, 2553) และยังสามารถควบคุมวัชพืช เช่น giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier) ได้ดี (Tiilikkala et al., 2011) 2.) ก่อนที่จะนำน้ำส้ม ควันไม้ไปใช้ควรจะนำมาเจือจางให้เกิดความเหมาะ สมกับวัตถุประสงค์การใช้ก่อน เนื่องจากน้ำส้มควันไม้ มีความเป็นกรดสูงการใช้น้ำส้มควันไม้เจือจาง 1:500 ร่วมกับสารกำจัดวัชพืช bentazon+cyhalofop-butyl หรือ สาร butachlor+clomazone ซึ่งเป็นสารกำจัด วัชพืชที่ใช้หลังวัชพืชงอก ในอัตราครึ่งหนึ่งของอัตรา แนะนำ สามารถควบคุมหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) ในระยะสองและสามใบ ได้ ดีเท่ากับการใช้สารกำจัดวัชพืชทั้งสองชนิดตามอัตรา แนะนำ (Aenas et al., 2013) นอกจากนี้ Rico et al. (2007a, b) ยังรายงานว่าน้ำส้มควันไม้เจือจาง 1:500 หรือ 1:1000 ร่วมกับสารกำจัดวัชพืชที่ใช้หลังวัชพืชงอก ในข้าวนาดำ ได้แก่ สาร bensulfuron-methyl+ butachlor หรือ pyrazosulfuron-ethyl+molinat อัตราครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ พบว่า น้ำส้มควันไม้ เจือจางช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารดังกล่าว ได้ เท่ากับการใช้สารกำจัดวัชพืชทั้งสองชนิดตามอัตราแนะนำ

จากงานทดลองต่างๆ ที่ผ่านมานี้ชี้ให้เห็นว่าน้ำส้ม ควันไม้เจือจางช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับสารกำจัด วัชพืชที่ใช้ในข้าวนาดำ ดังนั้น การใช้น้ำส้มควันไม้ เจือจางร่วมกับสารกำจัดวัชพืช น่าจะเป็นอีกทางเลือก หนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรลดปริมาณการใช้สารกำจัด วัชพืชเกิดความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม แต่ อย่างไรก็ดี ยังไม่มีการศึกษาการใช้สารกำจัดวัชพืช

ในนาหว่านข้าวแห้งร่วมกับน้ำส้มควันไม้เจือจางมา ก่อนการทดลองในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมิน ผลของการใช้สารกำจัดวัชพืชในนาหว่านข้าวแห้งร่วม กับน้ำส้มควันไม้เจือจาง 1:500 ต่อประสิทธิภาพการ ควบคุมวัชพืช และผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพนาหว่านข้าวแห้ง

วิธีการศึกษา

สถานที่ทำการทดลอง และแผนการทดลอง

ทำการศึกษาในเรือนทดลองหมวดพืชไร่ ภาควิชา พืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร มหาวิทยาลัย ขอนแก่น อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ระหว่าง เดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2556 ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ สาร กำจัดวัชพืชที่ใช้มี 3 ชนิด คือ 1) สารออกซาไดอะซอน (oxadiazon; 25% EC) ชื่อทางการค้า รอนสตาร์ (Ronstar®) ของบริษัทไบเออร์ไทยครอปชาयน์ 2) สาร ออกซีฟลูออรีเฟน (oxyfluorfen; 23.5 % EC) ชื่อทางการค้า โกล 2อี (Goal 2E®) ของบริษัท ดาว อะโกรไซแอนส์ (ประเทศไทย) จำกัด สารทั้งสองชนิด เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ก่อนวัชพืชงอกพ้นต้นที่หลัง หว่านข้าว (pre-emergence) และ 3) สารบิวคลอร์ +โพรพานิล (butachlor+propanil; 70% EC) ชื่อ ทางการค้า ชาเลนจ์ 700 (Challenge700®) ของบริษัท เอ็มซี อะโกร-เคมีคัล จำกัด เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ แบบหลังงอก (early-post emergence) พ่นหลังข้าว งอก 7-14 วัน น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) ชนิดที่ใช้ สำหรับต้นไม้ ของบริษัทเคียงมูล (Kiengmool) โดยใช้ น้ำส้มควันไม้ (1 มล./น้ำ 500 มล.) ในอัตรา 160 มล./ไร่ กรรมวิธีการทดลองประกอบด้วยการใช้สารกำจัดวัชพืช ตามอัตราแนะนำ (recommended application rate :1x) การใช้สารกำจัดวัชพืชครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ (half-recommended application rate :1/2x) และ การใช้สารกำจัดวัชพืชครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำผสม กับน้ำส้มควันไม้ (1/2x+WV) รวมมีกรรมวิธีการกำจัด

วัชพืช 11กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธีการใช้สาร 1) oxadiazon อัตรา 120 กรัม(ai)/ไร่ (อัตราแนะนำ), 2) oxadiazon อัตรา 60 กรัม(ai)/ไร่, 3) oxadiazon อัตรา 60 กรัม(ai)/ไร่+ น้ำส้มควันไม้ (1 มล./น้ำ 500 มล.), 4) oxyfluorfen อัตรา 28.2 กรัม(ai)/ไร่ (อัตราแนะนำ), 5) oxyfluorfen อัตรา 14.1 กรัม(ai)/ไร่, 6) oxyfluorfen อัตรา 14.1 กรัม(ai)/ไร่+น้ำส้มควันไม้, 7) butachlor+propanil อัตรา 87.5 กรัม(ai)/ไร่(อัตราแนะนำ), 8) butachlor+propanil อัตรา 43.8 กรัม(ai)/ไร่, 9) butachlor+propanil อัตรา 43.8 กรัม(ai)/ไร่+น้ำส้มควันไม้ 10) กำจัดวัชพืชด้วยมือ และ 11) ไม่กำจัดวัชพืช ซึ่งกรรมวิธีที่ 1-6 เป็นการนำสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก และ กรรมวิธีที่ 7-9 เป็นการนำสารกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอก (Table 1)

การปลูกและดูแลรักษา

เริ่มจากการเตรียมดิน ใช้ดินที่นำมาจากแปลงเกษตรกร บ้านเหล่านางาม ตำบลบ้านหว้า อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น โดยใส่ลงในบ่อซีเมนต์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม.สูง 100 ซม.ใส่ดินสูงประมาณ 80 ซม.ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยวิธีหว่านข้าวแห้ง ในอัตรา 20 กก./ไร่ (6.28 ก./บ่อซีเมนต์) ปลูกข้าวเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน พ.ศ. 2556 หว่านโดยวิธีหยอดพร้อมคราดกลบเมล็ดข้าว แล้วพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี โดยใช้เครื่องพ่นแบบสะพายหลัง (knapsack sprayer) ขนาดความจุ 15 ล. ติดหัวพ่นแบบพัด (ยี่ห้อ Plasindo solo 425 บริษัท SOLO Kleinmoloren GmbH, ประเทศเยอรมันนี) โดยใช้ปริมาณน้ำ 80 ล./ไร่ ใส่ปุ๋ย 2 ครั้งครั้งที่ 1 ใส่หลังข้าวงอก 25 วัน โดยใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 ในอัตรา 25 กก./ไร่ (7.85 ก./บ่อซีเมนต์) เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม พ.ศ.2556 และครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในอัตรา 5 กก./ไร่ (1.57 ก./บ่อซีเมนต์) เมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2556 ซึ่งเป็นระยะที่ต้นข้าวเปลี่ยนตาใบเป็นตาดอก (panicle initiation) ให้น้ำในบ่อซีเมนต์โดยให้ดินมีความชื้นแต่ไม่ให้ถึงระดับน้ำท่วมขัง ป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความ

เหมาะสมที่พบในระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโตของข้าว (กรมการข้าว, ม.ป.ป.)

การบันทึกข้อมูล

ข้อมูลวัชพืช

บันทึกข้อมูลวัชพืช ชนิด และปริมาณของวัชพืชที่ระยะ 60 วันหลังหว่านข้าว และน้ำหนักแห้งของวัชพืชแต่ละชนิดที่ระยะเก็บเกี่ยวในแต่ละบ่อซีเมนต์ มีพื้นที่ 0.5 ตร.ม. แล้วคำนวณเป็นจำนวนต้นและน้ำหนักแห้ง/บ่อซีเมนต์ เมื่อเก็บวัชพืชมาจากบ่อซีเมนต์ นำวัชพืชมาล้างทำความสะอาด แยกชนิดของวัชพืชแล้วนับจำนวนวัชพืช หลังจากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งจะคงที่

ที่ระยะ 60 วัน คำนวณประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช (weed control percentage หรือ WCP) หาจากสูตร

$$WCP (\%) = \frac{NWC-NWT}{NWC} \times 100$$

NWC = จำนวนของวัชพืชในกรรมวิธีที่ไม่มี การกำจัดวัชพืช, NWT = จำนวนของวัชพืชในแต่ละกรรมวิธี

ที่ระยะเก็บเกี่ยว คำนวณประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช (weed control efficiency หรือ WCE) ตามวิธีของ Hasanuzzaman et al. (2008) หาจากสูตร

$$WCE (\%) = \frac{DWC-DWT}{DWC} \times 100$$

DWC = น้ำหนักแห้งของวัชพืชในกรรมวิธีที่ไม่มี การกำจัดวัชพืช, DWT = น้ำหนักแห้งของวัชพืชในแต่ละกรรมวิธี

ข้อมูลข้าว

บันทึกข้อมูลข้าว ที่ระยะเก็บเกี่ยว เก็บข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าวได้แก่ จำนวนรวง/พื้นที่เก็บเกี่ยว 0.25 ตร.ม.จำนวนเมล็ด/รวง (โดยนับแยกเป็น เมล็ดดี เมล็ดลีบ และเมล็ดเสีย) โดยสุ่มรวงข้าว 5 รวง/บ่อ แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จะสุ่มมาจากเมล็ดดี 1,000 เมล็ด

จากผลผลิต ข้อมูลผลผลิตข้าวจะเก็บในพื้นที่ 0.25 ตร.ม. แล้วคำนวณเป็นน้ำหนักผลผลิต/ไร่และข้อมูลดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest index: HI) คำนวณจากน้ำหนักผลผลิต (น้ำหนักเมล็ดแห้ง)/น้ำหนักแห้ง (ทั้งหมด)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของลักษณะที่ศึกษาตามแผนการทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีโดยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P < 0.05$) ข้อมูล

ปริมาณ และน้ำหนักแห้งของวัชพืชใช้การแปลงข้อมูลโดยใช้รากที่ 2 (Square root transformation) จากสูตร $\sqrt{x+0.5}$ (Gomez and Gomez, 1984) และมีการแยกวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ก่อนและหลังวัชพืชงอก เนื่องจากเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลของกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืชทั้งประเภทก่อนและหลังวัชพืชงอกร่วมกัน ทำให้ error mean square มีค่าสูงและค่า F-ratio มีค่าต่ำ ทำให้ไม่สามารถแยกความแตกต่างของแต่ละกรรมวิธีได้อย่างชัดเจน ดังนั้นงานทดลองนี้ผู้วิจัยจึงดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลแยกกันระหว่างกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืชทั้งสองประเภทออกจากกัน

Table 1 The experimental treatments

Treatment	Application rate (g (ai)/ rai)	Wood vinegar (ml/rai)	Application time
1. oxadiazon 1x ^{1/}	120.0	-	1 DAS**(6 July, 2013)
2. oxadiazon 1/2x ^{2/}	60.0	-	1 DAS
3. oxadiazon 1/2x+WV*	60.0	160	1 DAS
4. oxyfluorfen 1x	28.2	-	1 DAS
5. oxyfluorfen 1/2x	14.1	-	1 DAS
6. oxyfluorfen 1/2x+WV	14.1	160	1 DAS
7. butachlor+propanil 1x	87.5	-	7 DAS (12 July, 2013)
8. butachlor+propanil 1/2x	43.8	-	7 DAS
9. butachlor+propanil 1/2x+WV	43.8	160	7 DAS
10. hand weeding	-	-	30 DAS (4 August, 2013)
11. no weeding	-	-	

^{1/}1X = recommended application rate, ^{2/}1/2x= half recommended application rate

*WV = 1 ml wood vinegar/ 500 ml water, ** DAS = days after sowing

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ชนิดและปริมาณของวัชพืช

วัชพืชหลักที่พบ อาทิ วัชพืชใบกว้าง เช่น เช้งใบมน (*Melochia corchorifolia* Linn.) ผักปลาบนา (*Cyanotis axillaris* Roem.&Schult.) ถั่วลิสงนา

(*Alysicarpus vaginalis* (L.) DC.) โสนหางไก่ (*Aeschynomene aspera* L.) วัชพืชใบแคบ ได้แก่ หญ้าตีนนก (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel.) หญ้าดอกขาว (*Leptochloa chinensis* (Linn.) Nees) หญ้าแดง (*Ischaemum rugosum* Salisb.) หญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colanum* (Linn.) และวัชพืชประเภทกก

ได้แก่ หนวดปลาชุก (*Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl.) กกทราย (*Cyperus iria* Linn.) เป็นต้น ซึ่งชนิดของวัชพืชที่พบส่วนใหญ่คล้ายคลึงกับงานทดลองการใช้สารกำจัดวัชพืชในนาหว่านข้าวแห้งที่ผ่านมา (รณชัย, 2545; เียง และคณะ, 2556) แต่อาจจะมีความแตกต่างเล็กน้อย เช่น ผักแขยง (*Limnophila geoffrayi* Bonati.) หญ้าชะกาดน้ำเค็ม (*Paspalum distichum* L.) และกกสามเหลี่ยมเล็ก (*Cyperus imbricatus* Retz.) (รณชัย, 2545; เียง และคณะ, 2556) เนื่องจากความแตกต่างของสภาพแวดล้อม ซึ่งอาจส่งผลต่อชนิดของวัชพืชในแต่ละพื้นที่

กรรมวิธีที่ใช้สาร oxadiazon และ oxyfluorfen ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ก่อนวัชพืชงอกพร้อมกับน้ำสัมน้ำไม่ต่อปริมาณวัชพืชที่ระยะ 60 วันหลังหว่านข้าว (Table 2) พบว่า ปริมาณของวัชพืชใบแคบ กก และวัชพืชรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนปริมาณวัชพืชใบกว้างมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สาร oxadiazon 1x และกรรมวิธีที่ใช้สาร oxyfluorfen 1x อัตรา 120 และ 24.8 กรัม(ai)/ไร่ ตามลำดับ พบปริมาณของวัชพืชใบแคบน้อยที่สุด ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ใช้สาร oxadiazon 1/2x+WV และกรรมวิธีที่ใช้สาร oxyfluorfen 1/2x+WV มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชอยู่ระหว่าง 89-97% ส่วนปริมาณของวัชพืชใบกว้างพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สาร oxadiazon 1x ส่งผลให้ปริมาณของกกน้อยที่สุด ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ใช้สาร oxyfluorfen 1x และกรรมวิธีที่ใช้สาร oxadiazon 1/2x+WV ซึ่งมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชอยู่ระหว่าง 90-99% ปริมาณวัชพืชรวมนั้นพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สาร oxadiazon 1x ส่งผลให้ปริมาณวัชพืชรวมน้อยที่สุด ไม่แตกต่างทางสถิติ กับกรรมวิธีที่ใช้สาร oxyfluorfen 1x กรรมวิธีที่ใช้สาร oxadiazon 1/2x+WV และการกำจัดวัชพืชด้วยมือ

มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชอยู่ระหว่าง 87-97% ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ เียง และคณะ (2556) ซึ่งพบว่าที่ระยะ 60 วันหลังหว่านข้าว การใช้สาร oxyfluorfen ทำให้ปริมาณวัชพืชน้อยไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีในการกำจัดวัชพืชด้วยมือ ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า น้ำสัมน้ำไม่เจือจางช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชใบแคบ กก และวัชพืชรวมให้กับสาร oxadiazon 1/2x จาก 8% เป็น 94%, จาก 12% เป็น 90% และ จาก 13% เป็น 87% ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อใช้น้ำสัมน้ำไม่เจือจาง ร่วมกับกรรมวิธีการใช้สาร oxyfluorfen 1/2x พบว่าน้ำสัมน้ำไม่เจือจางไม่ได้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมปริมาณของวัชพืช

กรรมวิธีที่ใช้สาร butachlor+propanil ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้หลังวัชพืชงอกพร้อมกับน้ำสัมน้ำไม่เจือจางต่อปริมาณวัชพืชที่ระยะ 60 วันหลังหว่านข้าว (Table 2) พบว่าปริมาณของวัชพืชใบแคบ วัชพืชใบกว้าง กก และปริมาณวัชพืชรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) กรรมวิธีที่ใช้สาร butachlor+propanil 1x ส่งผลให้ปริมาณของวัชพืชใบแคบน้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใช้สาร butachlor+propanil 1/2x และการกำจัดวัชพืชด้วยมือมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชอยู่ระหว่าง 81-97% ในกรณีของปริมาณของวัชพืชใบกว้างพบว่า กรรมวิธีที่ใช้สาร butachlor+propanil 1x และกรรมวิธีที่ใช้สาร butachlor+propanil 1/2x ไม่ได้ทำให้ปริมาณวัชพืชใบกว้างแตกต่างทางสถิติกับการไม่กำจัดวัชพืช ในส่วนปริมาณของกก และวัชพืชรวมนั้น พบว่า กรรมวิธีที่ใช้สาร butachlor+propanil ทุกอัตรา ไม่ได้ทำให้ปริมาณของกก และวัชพืชรวมแตกต่างกันทางสถิติมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชอยู่ระหว่าง 73-83% จากการทดลองจะเห็นได้ว่า น้ำสัมน้ำไม่เจือจางไม่ได้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชให้กับกรรมวิธีสาร butachlor+propanil 1/2x

Table 2 Effect of weed control methods on weed density and weed control percentage of different types of weeds at 60 days after sowing under dry-direct seeded rice condition in 2013 pot experiment

Treatment	Grasses		Broad- leaved weeds		Sedges		Total weeds	
	No. of weed ^{1/}	WCP ^{2/} (%)	No. of weed	WCP (%)	No. of weed	WCP (%)	No. of weed	WCP (%)
	(no. pot ⁻¹)		(no. pot ⁻¹)		(no. pot ⁻¹)		(no. pot ⁻¹)	
Pre-emergence								
oxadiazon 1x ^{4/}	0.5 c ^{3/}	97	0.5 bc	92	0.5 c	99	1.5 c	97
oxadiazon 1/2x ^{5/}	16.5 a	8	4.0 ab	33	29.5 ab	12	50.0 a	13
oxadiazon 1/2x+WV ^{6/}	1.0 c	94	3.0 abc	50	3.5 c	90	7.5 c	87
oxyfluorfen 1x	0.5 c	97	2.0 bc	67	3.0 c	91	5.5 c	90
oxyfluorfen 1/2x	4.0 b	78	3.5 abc	42	20.0 ab	40	27.5 b	52
oxyfluorfen 1/2x+WV	2.0 bc	89	3.0 abc	50	16.0 b	52	21.0 b	63
hand weeding	0.5 c	97	0.5 c	92	1.0 c	97	2.0 c	97
no weeding	18.0 a	0	6.0 a	0	33.5 a	0	57.5 a	0
F-test	** ^{7/}		* ^{8/}		**		**	
C.V. (%)	28.46		38.00		34.72		25.54	
Post-emergence								
butachlor+propanil 1x	2.5 c	86	7.0 ab	-17	0.5 b	99	10.0 b	83
butachlor+propanil 1/2x	3.5 bc	81	9.0 a	-50	2.5 b	93	15.5 b	73
butachlor+propanil 1/2x+WV	7.0 b	61	3.5 bc	42	0.5 b	99	11.0 b	81
hand weeding	0.5 c	97	0.5 c	92	1.0 b	97	2.0 c	97
no weeding	18.0 a	0	6.0 ab	0	33.5 a	0	57.5 a	0
F-test	**		**		**		**	
C.V. (%)	28.58		28.24		43.57		27.03	

^{1/}Number of weed (no. pot⁻¹, pot area = 0.5 m²), ^{2/}WCP = Weed control percentage(%), ^{3/}Means in the same column with the same letters are not significantly different by LSD at P < 0.05, ^{4/}1x = recommended application rate, ^{5/}1/2x= half recommended application rate, ^{6/}1/2x+WV = half recommended application rate mixed with diluted wood vinegar, ^{7/}**= significant at P < 0.01, ^{8/}*= significant at P < 0.05, Weed density data were subjected to square-root transformation ($\sqrt{x+0.5}$) before analysis.

น้ำหนักแห้งวัชพืช

กรรมวิธีของการใช้สาร oxadiazon และ oxyfluorfen ร่วมกับน้ำส้มควันไม้เจือจางต่อน้ำหนักแห้งของวัชพืชที่ระยะเก็บเกี่ยว (Table 3) พบว่ากรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon 1x มีน้ำหนักแห้งของวัชพืชใบแคบน้อยที่สุด 0.24 กรัม/บ่อซีเมนต์ มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช 100% รองลงมาคือกรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon 1/2x+WV ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของวัชพืชใบแคบไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการใช้สาร oxyfluorfen 1/2x, oxyfluorfen 1/2x+WV และ oxyfluorfen 1x มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชอยู่ระหว่าง 76-86 % ในส่วนน้ำหนักแห้งของวัชพืชใบกว้าง พบว่า กรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยมือน้ำหนัก

แห้งของวัชพืชใบกว้างน้อยที่สุด มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช 100% รองลงมาคือ กรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon 1x มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช 97% ในส่วนน้ำหนักแห้งของกนกนั้น พบว่ากรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon และ กรรมวิธีการใช้สาร oxyfluorfen ทุกอัตรา มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช 100% มีน้ำหนักแห้งของวัชพืชเป็นศูนย์ส่วนน้ำหนักแห้งของวัชพืชรวม พบว่ากรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon 1x ส่งผลให้น้ำหนักแห้งของวัชพืชรวมน้อยที่สุด ไม่แตกต่างกับการกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชอยู่ระหว่าง 96-98%

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า น้ำส้มควันไม้เจือจางเมื่อใช้ร่วมกับสาร oxadiazon 1/2x ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืช

ประเภทก่อนวัชพืชงอก สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช (WCE) ประเภทวัชพืชใบแคบ วัชพืชใบกว้าง และวัชพืชรวมจาก 55% เป็น 86%, จาก ติดลบ 17% เป็น 32% และ จาก 11% เป็น 53% ตามลำดับ ในขณะที่ Acenas et al. (2013) รายงานว่าเมื่อใช้น้ำส้มคว้นไม้ 1:500 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชให้กับ สาร bentazone+cyhalofop-butly เป็นสารกำจัดวัชพืชหลังงอกในอัตราครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำส่งผลให้น้ำหนักแห้งของหญ้าข้าวนกที่ระยะ 2 ใบไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีการใช้สาร bentazone+cyhalofop-butly ตามอัตราแนะนำ นอกจากนี้ Rico et al. (2007a, b) รายงานว่าน้ำส้มคว้นไม้อัตรา 1:500 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอก ได้แก่ bensulfuron-methyl+butachlor หรือ butachlor+clomazone ที่ใช้ครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำได้เท่ากับการใช้สารกำจัด

วัชพืชดังกล่าวตามอัตราแนะนำ

ในส่วนกรรมวิธีการใช้สาร butachlor+propanil 1x (Table 3) ส่งผลให้น้ำหนักแห้งของวัชพืชใบแคบน้อยที่สุด 62.20 กรัม/บ่อซีเมนต์ ไม่แตกต่างกับการใช้สาร butachlor+propanil 1/2x+WV (90.85 กรัม/บ่อซีเมนต์) มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชอยู่ระหว่าง 29-51% เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่กำจัดวัชพืช ในส่วนน้ำหนักแห้งวัชพืชใบกว้าง พบว่าการใช้สาร butachlor+propanil ทุกอัตราไม่ทำให้น้ำหนักแห้งของวัชพืชใบกว้างแตกต่างกัน น้ำหนักแห้งของกก พบว่าการใช้สาร butachlor+propanil ทุกอัตรา มีประสิทธิภาพในการควบคุมได้ 100% ในส่วนวัชพืชรวมนั้น การใช้สาร butachlor+propanil ทุกอัตราไม่ได้ทำให้น้ำหนักแห้งของวัชพืชรวมแตกต่างกัน แต่แตกต่างจากกรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยมือ

Table 3 Effect of weed control methods on weed dry weight and weed control efficiency of different types at harvest under dry-direct seeded rice condition in 2013 pot experiment

Treatment	Grasses		Broad- leaved weeds		Sedges		Total weeds	
	Dry weight	WCE ^{2/}	Dry weight	WCE	Dry weight	WCE	Dry weight	WCE
	(g. pot ⁻¹) ^{1/}	(%)	(g. pot ⁻¹)	(%)	(g. pot ⁻¹)	(%)	(g. pot ⁻¹)	(%)
Pre-emergence								
oxadiazon 1x ^{4/}	0.24 e ^{3/}	100	5.56 d	97	0.00 b	100	5.80 d	98
oxadiazon 1/2x ^{5/}	56.84 b	55	238.91 a	-17	0.00 b	100	295.75 a	11
oxadiazon 1/2x+WV ^{6/}	17.58 cd	86	139.89 b	32	0.00 b	100	157.47 b	53
oxyfluorfen 1x	30.83 c	76	66.26 c	68	0.00 b	100	97.09 bc	71
oxyfluorfen 1/2x	24.01 cd	81	61.16 c	70	0.00 b	100	85.17 c	74
oxyfluorfen 1/2x+WV	25.97 c	80	73.19 c	64	0.00 b	100	99.16bc	70
hand weeding	11.81 d	91	0.56 e	100	0.00 b	100	12.37 d	96
no weeding	127.41 a	0	204.66 ab	0	0.02 a	0	332.09 a	0
F-test	** ^{7/}		**		** ^{8/}		**	
C.V. (%)	24.42		25.13		0.02		22.71	
Post-emergence								
butachlor+propanil 1x	62.20 b	51	134.23 ab	34	0.00 b	100	196.43 b	41
butachlor+propanil 1/2x	109.59 a	14	117.42 b	43	0.00 b	100	227.01 ab	32
butachlor+propanil 1/2x+WV	90.85 ab	29	90.05 b	56	0.00 b	100	180.90 b	46
hand weeding	11.81 c	91	0.56 c	100	0.00 b	100	12.37 c	96
no weeding	127.41 a	0	204.66 a	0	0.02 a	0	332.09 a	0
F-test	**		**		**		**	
C.V. (%)	16.05		22.88		0.28		16.18	

^{1/}Dry weight of weed (g. pot⁻¹, pot area = 0.5 m²), ^{2/}WCE= weed control efficiency (%), ^{3/}Means in the same column with the same letters are not significantly different by LSD at P < 0.05, ^{4/}1X = recommended application rate, ^{5/}1/2x= half recommended application rate, ^{6/}1/2x+WV = half recommended application rate mixed with diluted wood vinegar, ^{7/}** = significant at P < 0.01, ^{8/}*= Significant at P < 0.05

Weed density data were subjected to square-root transformation ($\sqrt{x+0.5}$) before analysis.

ผลผลิต

กรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon และ oxyfluorfen ร่วมกับน้ำส้มควันไม้เจือจางต่อผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าว คือ รวงข้าว/พื้นที่เก็บเกี่ยว เมล็ด/รวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี น้ำหนัก 1,000 ผลผลิต/ไร่ และดัชนีเก็บเกี่ยวข้าว (Table 4) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$ ทั้ง 6 ลักษณะ) ในกรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีจำนวนรวงข้าวมากที่สุด 116 รวง/พื้นที่เก็บเกี่ยว ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการใช้สาร oxyfluorfen1/2x+WV และ กรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon1/2x+WV (107 และ 101 รวง/พื้นที่เก็บเกี่ยวตามลำดับ) เมล็ด/รวง พบว่ากรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon1x มีเมล็ด/รวง มากที่สุด 57 เมล็ด/รวง ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีการใช้ สาร oxyfluorfen1/2x เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี พบว่ากรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงที่สุด 80% ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon1x, oxyfluorfen1x และกรรมวิธีการใช้สาร oxyfluorfen1/2x+WV น้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่า กรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon1/2x+WV มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูง 29.31 กรัม ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยมือ (29.76 กรัม) ส่วนผลผลิต/ไร่ พบว่า กรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon1x มีผลผลิต/ไร่ สูงที่สุด 915 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยมือ เนื่องจากจำนวนรวงข้าว/พื้นที่เก็บเกี่ยว เมล็ด/รวง และ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ค่อนข้างสูง ประกอบกับทั้งสองกรรมวิธีที่กล่าวมาข้างต้นมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชดีมาก (96-98%) สอดคล้องกับ Awan et al. (2015) รายงานว่า การใช้สาร oxadiazon อัตรา 80 กรัม(ai)/ไร่ ในนาหยอดข้าวแห้งมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ 96-100% และมีผลผลิตข้าวสูงส่วนดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่า กรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon1x มีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยมือ จากงานทดลองชี้ให้เห็นว่า น้ำส้มควันไม้เจือจางเมื่อใช้ร่วมกับกรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon1/2x สามารถเพิ่ม จำนวนรวง/พื้นที่เก็บ

เกี่ยว และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดได้ จึงส่งผลให้ผลผลิต/ไร่ เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon1/2x อย่างเดียว แต่ยังน้อยกว่ากรรมวิธีการใช้สาร oxadiazon1x ในขณะที่กรณีกรรมวิธีการใช้สาร oxyfluorfen1/2x เมื่อผสมน้ำส้มควันไม้เจือจางสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวให้เท่ากับกรรมวิธีการใช้สาร oxyfluorfen1x เนื่องจากมีจำนวนรวง/พื้นที่เก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น

กรรมวิธีการใช้สาร butachlor+propanil ร่วมกับน้ำส้มควันไม้/จำนวนรวง เมล็ด/รวง ผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยว มีความแตกต่างกัน (Table 4) กรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีจำนวนรวง/พื้นที่เก็บเกี่ยวมากที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการใช้สาร butachlor+propanil1x และ กรรมวิธีการใช้สาร butachlor+propanil1/2x ส่วนเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี พบว่า กรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยมือมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงที่สุด รองลงมาคือ กรรมวิธีการใช้สาร butachlor+propanil1/2x+WV ส่วนผลผลิตข้าว พบว่า กรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยมือมีผลผลิตสูงสุด และกรรมวิธีที่ใช้สาร butachlor+propanil ทุกอัตรา มีผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันในกรณีของดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่ากรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยมือมีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงที่สุด

จากงานทดลองครั้งนี้ พบว่า น้ำส้มควันไม้เจือจางสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช ให้กับสารกำจัดวัชพืช pre-emergence บางชนิดเท่านั้น ได้แก่ สาร oxadiazon ซึ่งการที่น้ำส้มควันไม้เจือจางช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช และยังช่วยเพิ่มผลผลิตข้าว ให้กับสาร oxadiazon1/2x ในสภาพนาหว่านข้าวแห้งในเวือนทดลอง น่าจะเนื่องมาจากน้ำส้มควันไม้ มีสารประกอบอินทรีย์มากกว่า 200 ชนิด (Wei et al., 2010) ซึ่งจะมีกรดแอซิดิก (กรดน้ำส้ม) เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ โดยกรดแอซิดิกจะเข้าไปทำลายเซลล์เมมเบรนของเมล็ดพืชที่กำลังจะงอก (Mu et al., 2003) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้สาร oxadiazon ที่ใช้ สามารถเข้าสู่เมล็ดวัชพืชได้ง่ายขึ้นเกิดการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ protoporphyrinogen oxidase (PROTOX) ในขั้นตอนของกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นตัวชักนำให้มีการผลิตออกซิเจนในรูปที่เป็นพิษ

ต่อพืช (singlet oxygen) มีผลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลาย นอกจากนี้ ออกซิเจนที่เป็นพิษต่อพืชจะไปจับกับไขมันและโปรตีน ส่งผลทำให้คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ถูกทำลาย และในที่สุดวัชพืชก็จะตายในเวลาต่อมา (ทศพล, 2545) นอกจากนี้งานทดลองของ Gigliotti et al. (2005) พบว่า สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำในดิน (DOM: dissolved organic matter) จะมีผลต่อการดูดซับ (sorption) หรือปลดปล่อย (desorption) สารกำจัดวัชพืชในดินได้ ซึ่งสารประกอบบางตัวใน DOM มีคุณสมบัติคล้ายกันกับสารประกอบบางชนิดในน้ำส้มควันไม้เมื่อ DOM หรือ น้ำส้มควันไม้ทำปฏิกิริยากับสารกำจัดวัชพืชทำให้เกิดสารประกอบที่มี

ความเสถียรสูง นอกจากนี้ DOM หรือ น้ำส้มควันไม้จะแข่งขันกับสารกำจัดวัชพืชเพื่อจับกับอนุภาคของดิน ซึ่งสาเหตุทั้งสองประการนี้ สามารถลดการดูดซับสารกำจัดวัชพืชกับอนุภาคของดินได้ ทำให้สารกำจัดวัชพืชยังคงอยู่ในสารละลายดิน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการควบคุมวัชพืชต่อไป แต่ในบางกรณี DOM หรือ สารประกอบบางชนิดในน้ำส้มควันไม้เมื่อถูกดูดซับกับอนุภาคดิน จะมีตำแหน่งที่สามารถดูดซับสารกำจัดวัชพืชเพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชลดลงได้ จากเหตุผลที่กล่าวมานี้ อาจจะทำให้น้ำส้มควันไม้สามารถใช้ได้กับสารกำจัดวัชพืชบางชนิดเท่านั้น

Table 4 Effect of weed control methods on number of panicle, number of seed per panicle, percentage filled grain, 1,000- grain weight, yield and harvest index of rice under dry- direct seeded condition in 2013 pot experiment

Treatment	Panicle (no. per 0.25 m ²)	Seed per panicle (no. per panicle)	Percentage of filled grain(%)	1000-grain weight (g)	Yield (kg rai ⁻¹)	Harvest Index
Pre-emergence						
oxadiazon 1x ^{2/}	96 bcd ^{1/}	57 a	74 ab	27.24 bc	951 a	0.37 a
oxadiazon 1/2x ^{3/}	80 d	44 b	45 de	24.89 d	358 e	0.16 d
oxadiazon 1/2x+WV ^{4/}	101 abc	44 b	57 cd	29.31 ab	798 bc	0.29 bc
oxyfluorfen 1x	95 bcd	43 b	71 abc	27.34 bc	691 c	0.26 c
oxyfluorfen 1/2x	83 cd	48 ab	59 bcd	26.57 cd	544 d	0.24 c
oxyfluorfen 1/2x+WV	107 ab	39 b	68 abc	26.54 cd	757 c	0.30 bc
hand weeding	116 a	38 b	80 a	29.76 a	912 ab	0.34 ab
no weeding	56 e	28 c	39 e	25.86 cd	223 e	0.10 d
F-test	** ^{6/}	**	**	**	**	**
C.V. (%)	14.78	16.91	18.46	5.72	14.69	16.70
Post-emergence						
butachlor+propanil 1x	104 a	40	49 c	25.44	610 b	0.23 b
butachlor+propanil 1/2x	105 a	39	52 c	26.83	531 b	0.21 b
butachlor+propanil 1/2x+WV	73 b	38	65 b	27.63	677 b	0.30 a
hand weeding	116 a	38	80 a	28.79	912 a	0.34 a
no weeding	56 b	28	39 d	27.97	223 c	0.10 c
F-test	**	ns ^{5/}	**	ns	**	**
C.V. (%)	13.82	23.92	10.97	5.21	16.15	16.99

^{1/} Means in the same column with the same letters are not significantly different by LSD at P < 0.05, ^{2/}1X = recommended application rate, ^{3/}1/2x= half recommended application rate, ^{4/}1/2x+WV = half recommended application rate mixed with diluted wood vinegar,

^{5/}ns = non- significant, ^{6/}**= significant at P < 0.01

สรุป

การใช้สาร oxadiazon, oxyfluorfen และ butachlor+propanil ตามอัตราแนะนำ พบว่าสามารถควบคุมวัชพืชได้ทุกชนิด มีประสิทธิภาพการควบคุมในระดับดีมาก (WCE: 98-100%) ดี (WCE: 68-100%) และ ปานกลาง (WCE: 34-51%) ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการไม่กำจัดวัชพืช น้ำส้มควันไม้เจือจางช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับสาร oxadiazon 1/2x ในการควบคุมวัชพืชทุกประเภทในขณะที่น้ำส้มควันไม้เจือจางที่ใช้ร่วมกับสาร oxyfluorfen 1/2x และสาร butachlor+propanil 1/2x ไม่ได้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมของวัชพืช แสดงให้เห็นว่า น้ำส้มควันไม้เจือจางสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและเพิ่มผลผลิตของข้าว ให้กับสารกำจัดวัชพืช pre-emergence บางชนิด ซึ่งได้แก่ สาร oxadiazon งานทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้น้ำส้มควันไม้สามารถช่วยลดอัตราการใช้ oxadiazon ได้ครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ ซึ่งช่วยให้เกษตรกรผลิตข้าวให้มีความปลอดภัยทั้งต่อเกษตรกรเอง ผู้บริโภค และยังเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาในหลายสภาพแปลงเพื่อยืนยันผลการลดการใช้สารกำจัดวัชพืชในการผลิตข้าว ในสภาพนาหว่านข้าวแห้ง ก่อนแนะนำเกษตรกรต่อไป

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี 2555-2556 และโครงการบ่มเพาะนักวิจัยเพื่อให้สร้างผลงานวิจัยในระดับนานาชาติ ประจำปี 2555-2557 ขอขอบคุณโครงการทุนพัฒนาศักยภาพการวิจัยเชิงสถาบันของภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับการสนับสนุนในการเตรียมต้นฉบับ และคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ หมอวัดพืชไร่ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ขอนแก่น สำหรับการสนับสนุนสถานที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ และการอำนวยความสะดวกในทุกด้าน

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. (ม.ป.ป). องค์ความรู้เรื่องข้าว. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งข้อมูล: <http://www.brrd.in.th/rkb/>. ค้นเมื่อ 17 ตุลาคม 2556.
- ครุฑทิศา พุทธิโกษา. 2554. กรอบประเด็นการวิจัยของประเทศไทย ให้พร้อมรับสถานการณ์การรวมกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- จิระพงษ์ คุณาภรณ์. 2553. การผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์เกษตรธรรมชาติ กรุงเทพฯ.
- ทศพล พรพรม. 2545. สารกำจัดวัชพืช: หลักการและกลไกการทำลาย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ปัญญา ร่มเย็น. 2548. การจัดการวัชพืชในนาหว่านข้าวแห้ง. เอกสารวิชาการ ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิต นครราชสีมา สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4, กรมวิชาการเกษตร.
- มูลนิธิชีววิถี. 2554. ผลกระทบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อสุขภาพคนไทย. แหล่งข้อมูล: <http://www.biothai.net/node/8691>. ค้นเมื่อ 27 เมษายน 2556.
- แย่ง ลี, สันติไมตรี ก้อนคำดี และพลัง สุริหาร. 2556. ผลของการใช้สารกำจัดวัชพืชต่อการควบคุมวัชพืชและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพนาหว่านข้าวแห้ง. เกษตร. 41(ฉบับพิเศษ): 237-243.
- รณชัย ช่างศรี. 2545. การแข่งขันของวัชพืชและประสิทธิภาพของสาร BISPYRIBAC SODIUM ในนาหว่านข้าวแห้งพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- รณชัย ช่างศรี กรรณิกา นากลาง Stephan Haefele และ David Johnson. 2551. การประเมินผลผลิตข้าวที่สูญเสียเนื่องจากวัชพืชในนาหว่านข้าวแห้ง จังหวัดสุรินทร์. หน้า 164-176. ใน: เอกสารประกอบการประชุมแสดงผลงานกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประจำปี 2551 วันที่ 10-11 มีนาคม 2552. ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร อำเภอมือเมือง จังหวัดสกลนคร.
- สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม. 2546. การผลิตและการใช้ประโยชน์น้ำส้มควันไม้. สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม. นครราชสีมา.
- Acenas, X.S., J.P.P. Nunez, P.D. Seo, V.U. Ultra, Jr, and S.C. Lee. 2013. Mixing pyroligneous acid with herbicide to control barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*). Weed Turf. Sci. 2: 1-6.

- Akbar, N., E. Ehsanullah, K. Jabran, and M.A. Ali. 2011. Weed management improves yield and quality of direct seeded rice. *Aust. J. Crop Sci.* 5: 688-694.
- Awan, T.H., P.C.S. Cruz, and B.S. Chauhan. 2015. Agronomic indices, growth, yield-contributing traits, and yield of dry-seeded rice under varying herbicides. *Field Crop. Res.* 177: 15-25.
- Bernard, H., P.F Chabalier, J.L Chopart, B. Leqube, and M. Vauclin. 2005. Assessment of herbicide leaching risk in two tropical soils of Reunion Island (France). *J. Environ. Qual.* 34: 534-543.
- Chauhan, B.S., and J. Opena. 2013. Weed management and yield of rice sown at low seeding rate in mechanized dry-seeded systems. *Field Crop. Res.* 141: 9-15.
- Gigliotti, G., A. Onofri, E. Pannacci, D. Businelli, and M. Trevisan. 2005. Influence of dissolved organic matter from waste material on the phytotoxicity and environmental fate of triflurosulfuron methyl. *Environ. Sci. Technol.* 39: 7446-7451.
- Gomez, K.A., and A.A. Gomez, 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd Edition. John Wiley and Sons Inc, New York.
- Hasanuzzaman, M., M.O. Islam, and M.S. Bapiri. 2008. Efficacy of different herbicide over manual weeding in controlling weeds in transplanted rice. *Aust. J. Crop Sci.* 2: 18-24.
- Mu J., T. Uehara, and T. Furuno. 2003. Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radical growth of seed plants. *J. Wood Sci.* 49: 262-270.
- Rao, A.N., D.E. Johnson, B. Sivaprasad, J.K. Ladha, and A.M. Mortimer. 2007. Weed management in direct-seeded rice. *Adv. Agron.* 93: 153-255.
- Rico, C.M., S. Souvandumane, L.O. Mintah, I.K. Chung, T.K. Son, and S.C. Lee. 2007a. Effect of mixed application of wood vinegar and herbicide on weed control, yield and quality of rice (*Oryza sativa* L.). *Korean J. Crop. Sci.* 52: 387-392.
- Rico, C.M., L.O. Mintah, M.K. Kim, I.K. Chung, T.K. Son, and S.C. Lee. 2007b. Effect of mixtures of wood vinegar and sulfonylurea-based herbicide on the control of mixed weed flora and the yield of transplanted rice (*Oryza sativa* L.). *Philippine Agr. Sci.* 90: 187-195.
- Tiilikkala, K., I. Lindqvist, M. Hagner, H. Setälä, and D. Perdakis. 2011. Use of botanical pesticides in modern plant protection. P. 259-272. In: M. Stoytcheva. *Pesticides in the Modern World- Pesticides Use and Management*. In Tech, Croatia.
- Wei, Q., X. Ma, and J. Dong. 2010. Preparation, chemical constituents and antimicrobial activity of pyroligneous acids from walnut tree branches. *J. Anal. Appl. Pyrol.* 87: 24-28.