

การศึกษาการผลิตน้ำส้มควันไม้ด้วยเตาไพโรไลซิสที่ใช้แก๊สหมุนวนปิด

Study on Wood Vinegar Production Using Closed Gas Circulation Pyrolysis Kiln

ศรีสุวรรณค์ ทองดี¹, ดิณกร ภูวสิน¹, วิวัฒน์ อภิสิทธิ์ภิญโญ¹, ไมตรี พลสงคราม¹, ปรีชา ชันติโกมล^{1*}

¹ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน (RTER) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
744 ถ.สุรนารายณ์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
*ติดต่อ: E-mail: Preecha@rmuti.ac.th, โทรศัพท์ 080-4705287

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการผลิตน้ำส้มควันไม้ด้วยเตาไพโรไลซิสที่ใช้แก๊สหมุนวนปิด การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของอัตราการไหลของแก๊สหมุนวนและอุณหภูมิในเตาต่อปริมาณของน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตได้ เตาไพโรไลซิสชนิดแก๊สหมุนวนปิด ประกอบด้วย ชุดทำความร้อน ห้องไพโรไลซิส คอนเดนเซอร์ และพัดลมอัดอากาศ ใช้แก๊สที่ผลิตได้ในระบบวนกลับมาใช้เป็นของไหลที่ให้ความร้อนแก่ชีวมวลแบบปิด แก๊สส่วนเกินจะทำการบรรจุในถุงแก๊ส โดยใช้ไม้กระถินไทยแห้งจำนวน 2 kg เป็นชีวมวลตัวอย่าง ทำการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิเตาไพโรไลซิส 250 300 และ 350 °C ใช้หลักการสลายโครงสร้างของชีวมวลด้วยวิธีการไพโรไลซิสโดยใช้แก๊สร้อน ซึ่งไม่ได้มีการเผาไหม้โดยตรง อัตราการป้อนแก๊สร้อนจะทำการปรับเปลี่ยน 3 ระดับ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอัตราการไหลของแก๊สร้อนในระบบและอุณหภูมิเตามีผลต่อปริมาณการผลิตน้ำส้มควันไม้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากมีอัตราการสลายตัวโครงสร้างของชีวมวลได้เร็วขึ้นและสามารถกลั่นตัวของแก๊สเป็นน้ำส้มควันไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำหลัก: น้ำส้มควันไม้; ชีวมวล; แก๊สหมุนวนปิด; ไม้กระถินไทย

Abstract

The present research article aims to propose the wood vinegar production by the closed gas recirculation pyrolysis kiln. The influence of the recirculation gas flow rate and the pyrolysis kiln temperature to the amount of the wood vinegar production were investigated. The closed gas recirculation pyrolysis kiln consists of heater, pyrolysis chamber, condenser and blower. The producer gas in the system was employed as working fluid which was recirculated in the system. The excess gas was filled into the gas bag. 2 kg of dry Thai acacia was examined as biomass. The kiln temperature was varied at 250, 300, and 350 °C. The present pyrolysis was used the principle structural decomposition of biomass using hot gas, which does not burn directly. Hot gas recirculate flow rate will be adjusted 3 levels. The results indicated that the gas recirculation flow rate and the kiln temperature affect to produce to wood vinegar significantly due to the rate of decomposition of the biomass leading to faster condensation of producer gas to be the wood vinegar.

Keywords: Biomass gas; High pressure gas stove; KB-5 gas stove; Thermal efficiency.

1. บทนำ

น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) [1] เป็นของเหลวที่ได้จากการควบแน่นของควันจากการเผาไหม้ช่วงที่ไม่กำลังเปลี่ยนเป็นถ่าน (wood carbonization) ในสภาวะจำกัดอากาศ เป็นสารเกษตรอินทรีย์ธรรมชาติ ซึ่งมี

กระบวนการผลิตที่ได้มาจากเตาผลิตน้ำส้มควันไม้หลากหลายชนิด เช่น เตาดินเหนียวก่อ เตาอิฐก่อ เตาอิฐเตะ และเตาที่ทำจากถังน้ำมัน 200 ลิตร แบบตั้ง และแบบนอน เป็นต้น [2] ซึ่งเตาทั้งหมดที่กล่าวมาเป็นเตาระบบเปิด มีข้อดีคือกระบวนการผลิตง่าย แต่ใช้เวลาเผา

นาน มีปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิเตา และการเผาไหม้ ทุกครั้งจะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นจำนวนมาก ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดมลพิษ ส่งผลต่อสภาพแวดล้อม คือ ทำให้โลกร้อนขึ้น เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก และส่งผลเสียต่อสุขภาพเป็นต้น ส่วนการเก็บน้ำส้มควันไม้ จะทำการเก็บในช่วงอุณหภูมิในเตาประมาณ 300 – 400 องศาเซลเซียส จะเป็นช่วงที่สารประกอบต่างๆ ในไม้ถูกสลายตัวด้วยความร้อนเกิดเป็นสารประกอบใหม่ๆ มากมายโดยกระบวนการไพโรไลซิส (pyrolysis) แต่ถ้าเก็บน้ำส้มควันไม้ในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 300 °C เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) จะเริ่มสลายตัว แต่ก็มีสารประกอบที่มีประโยชน์น้อยมากไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และถ้าเก็บในช่วงอุณหภูมิเกิน 425 °C น้ำมันดินจะสลายตัวเป็นสารก่อมะเร็งได้แก่ (Benzopyrene and Dibenzanthracenementyl Cholinrene) แม้ว่าสารดังกล่าวสามารถกำจัดออกไปได้ง่ายเมื่อนำมากลั่นซ้ำที่อุณหภูมิ 60 – 70 °C แต่การนำมากลั่นซ้ำก็จะสูญเสียสารประกอบบางอย่างที่เป็นประโยชน์ต่อการเกษตร [3]

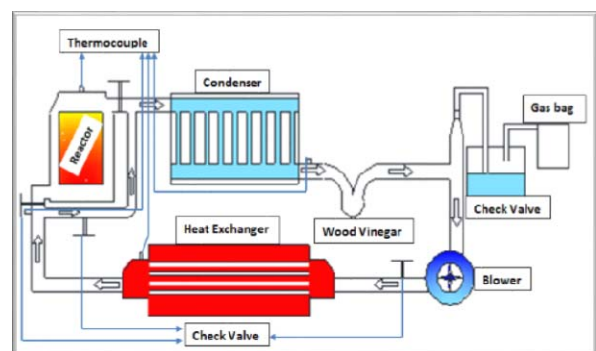
น้ำส้มควันไม้ ประกอบด้วยกรดอินทรีย์ ฟีนอล แอ กอฮอลล์ คาร์บอนิล และสารอื่นๆ อีกมากกว่า 200 ชนิด [4] ทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายเช่น ใช้เป็นสารปรับปรุงดิน เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช เป็นสารป้องกันแมลง และเชื้อรา [5] น้ำส้มควันไม้ ใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ยังใช้เป็นสารช่วยดับกลิ่น ฆ่าเชื้อโรคต่างๆ และเป็นสารไล่แมลง [6] โดยเฉพาะเสี้ยนดิน เพลี้ยไฟ เพลี้ยจักจั่น [7] เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยแป้ง ปลวก [8] และแมลงวันบ้าน [9] เป็นต้น นอกจากนี้เกษตรกรยังใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารฆ่าแมลง และเป็นปุ๋ยทางใบ เพื่อยกระดับการพัฒนาของต้นกล้า การเจริญเติบโต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว ขาวดอกมะลิ 105 [10, 11] ยังพบอีกว่าน้ำส้มควันไม้ยังนำไปใช้ในการปลูกพืช การเลี้ยงปลา เลี้ยงสัตว์ หรือนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรม [12] สำหรับด้านอุตสาหกรรม น้ำส้มควันไม้ยังถูกนำไปใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง 2 รูปแบบคือ เจล และโทนเนอร์ [13] เนื่องจากน้ำส้มควันไม้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติจึงช่วยให้ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคปลอดภัยจากสารพิษ จึงนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ใช้ในครัวเรือน ใช้ทางการแพทย์ ปศุสัตว์ อุตสาหกรรม และการเกษตรต่างๆ น้ำส้มควันไม้ นับว่าเป็นอาหารชั้นดีของจุลินทรีย์ในดินทำให้สร้างความหนาแน่นของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ [14] โดยไม่

ก่อให้เกิดสารพิษตกค้างในดิน และสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญเกษตรกรสามารถผลิตใช้ได้เองในครัวเรือนอีกด้วย

จากข้อมูลข้างต้นจึงเห็นได้ว่า น้ำส้มควันไม้มีประโยชน์มากมาย แต่อย่างไรก็ตามกระบวนการผลิตโดยส่วนมากยังเป็นแบบเปิด ซึ่งมีแก๊สไอเสียประกอบออกมาทำให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงนำเสนอการผลิตน้ำส้มควันไม้ด้วยระบบไพโรไลซิสแบบแก๊สหมุนวนปิด โดยใช้ไม้กระถินไทยแห้งเป็นวัสดุในการทดลอง และผ่านการควบคุมอุณหภูมิเตาที่เหมาะสม จากนั้นจึงนำน้ำส้มควันไม้ดิบที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพ

2. อุปกรณ์การทดลอง

รูปที่ 1 แสดงแผนผังอุปกรณ์ไพโรไลซิสระบบแก๊สหมุนวนปิด โดยการทำงานของระบบจะเริ่มจากการใส่ชีวมวลเข้าไปที่ Reactor แล้วทำการให้ความร้อนแก่ชุด Heat exchanger ใช้เครื่องเป่าลม Blower เพื่อสร้างอัตราการไหลแก่ระบบ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ Heat exchanger ส่งผลให้อากาศในระบบจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และหมุนวนในระบบ เมื่ออากาศร้อนไหลเข้าไปใน Reactor ทำให้เกิดการไล่ความชื้นและเกิดกระบวนการไพโรไลซิสขึ้นใน Reactor ความชื้นและแก๊สจะถูกกลั่นสลายออกมา เมื่อเข้าไปใน Condenser ซึ่งทำหน้าที่ลดอุณหภูมิให้ต่ำจนเกิดการควบแน่นของความชื้นและแก๊สที่ออกมากลายเป็นของเหลวคือน้ำส้มควันไม้ แก๊สที่เหลือจากการควบแน่นที่ Condenser จะเป็นแก๊สส่วนเกินอยู่ในระบบทำให้มีความดันเกิดขึ้นในระบบ และจะถูกดันออกจาก Check valve แล้วเก็บไว้ในถุงเก็บแก๊ส (Gas bag) ระบบจะหมุนวนจนสิ้นสุดกระบวนการไพโรไลซิส คือไม่เกิดการกลั่นสลายอีกต่อไป น้ำส้มควันไม้ไปทำการวิเคราะห์ผลต่อไป



รูปที่ 1 แผนผังอุปกรณ์ไพโรไลซิสระบบแก๊สหมุนวนปิด

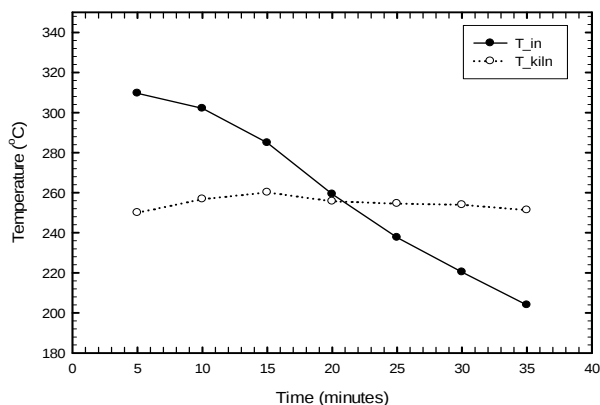
รูปที่ 2 แสดงวัสดุชีวมวลตัวอย่าง ซึ่งในการศึกษาการผลิตน้ำส้มควันไม้ด้วยเตาไพโรไลซิสแบบแก๊สหมุนวน ปัดนี้ใช้ไม้กระถินไทยแห้ง ทำการผ่าให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 3 cm ยาว 7-10 cm ในปริมาณ 2 kg เป็นวัสดุชีวมวลในการทดลอง



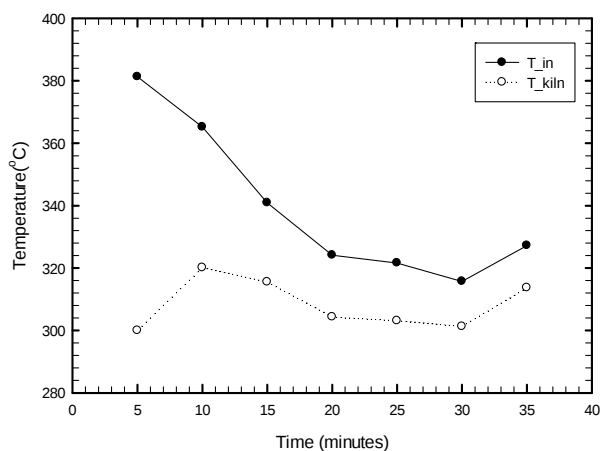
รูปที่ 2 วัสดุชีวมวลตัวอย่าง ไม้กระถินไทยแห้ง

3. ผลและการวิเคราะห์ผล

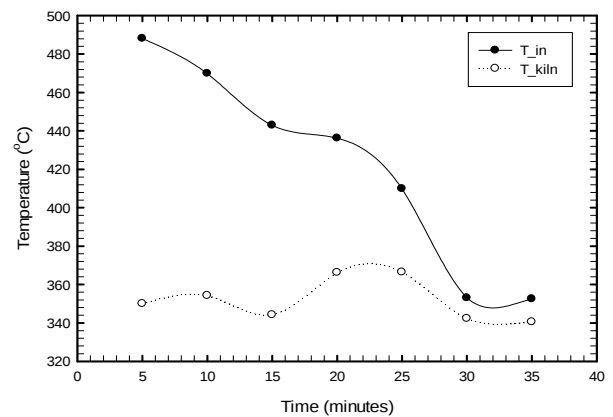
3.1 อุณหภูมิ



รูปที่ 3 อุณหภูมิเตา 250 °C ใช้เวลา 30 นาที



รูปที่ 4 อุณหภูมิเตา 300 °C ใช้เวลา 30 นาที



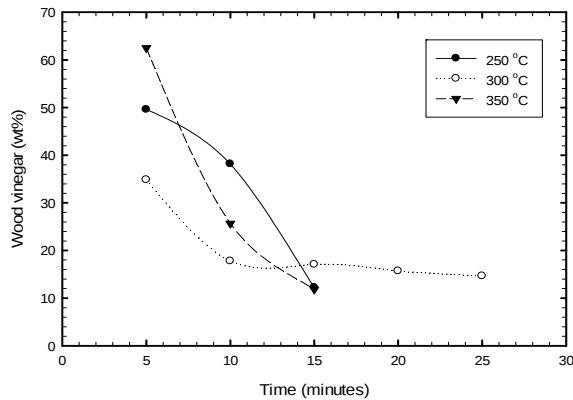
รูปที่ 5 อุณหภูมิเตา 350 °C ใช้เวลา 30 นาที

รูปที่ 3 - 5 แสดงแนวโน้มของอุณหภูมิการไพโรไลซิส โดยทำการวัดอุณหภูมิแก๊สร้อนจาก Heat Exchanger ก่อนเข้าเตา (T_{in}) โดยทำการปิดวาล์วก่อนเข้าเตา (T_{kiln}) และให้แก๊สร้อนไหลหมุนวนในระบบที่ไม่ได้ผ่านเตา (T_{kiln}) เมื่ออุณหภูมิก่อนเข้าเตาเริ่มสูงขึ้นจึงเปิดวาล์วทางเข้าเตา และปิดวาล์วทางลัด เพื่อพิจารณาอุณหภูมิในเตาเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่กำหนด ซึ่งการทดลองจะดำเนินการให้ความร้อนแก๊สในระบบแก๊สหมุนวน ให้อุณหภูมิของแก๊สเพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิเตาที่กำหนด แล้วทำการควบคุมให้อุณหภูมิในเตาเตาให้คงที่ตามระยะเวลาที่ต้องการศึกษาได้แก่ 30 นาที นาที แล้วปิดระบบ รอให้อุณหภูมิกลับเข้าสู่อุณหภูมิบรรยากาศ จากนั้นศึกษาผลผลิตที่ได้ สังเกตเห็นว่า อุณหภูมิของแก๊สร้อนก่อนเข้าเตาไพโรไลซิสมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิเตาตลอดระยะเวลาการป้อนแก๊สร้อน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพลังงานความร้อนได้ถูกถ่ายโอนให้กับชีวมวลในเตา ทำให้อุณหภูมิในเตามีค่าลดลง

3.2 ผลผลิตน้ำส้มควันไม้

รูปที่ 6 แสดงอิทธิพลของเวลาในการไพโรไลซิส และอุณหภูมิในเตาไพโรไลซิสที่มีผลต่อน้ำส้มควันไม้ จากการศึกษาเชิงทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณผลผลิตน้ำส้มควันไม้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิเตาในระยะเวลา 5 นาทีแรก เวลาต่อมาจะมีแนวโน้มลดลง เห็นได้ชัดว่าปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่อุณหภูมิ 250 300 และ 350 °C อยู่ที่ 262 287 และ 304 cm³ ที่ใช้เวลาการไพโรไลซิส 30 นาที เนื่องจากว่าอุณหภูมิ 250 °C และ 300 °C มีปริมาณน้ำส้มควันไม้ลดลง โครงสร้างของชีวมวลยังไม่ถูกกลั่นสลาย และอุณหภูมียังไม่สูงพอที่จะไปทำลาย

โครงสร้างของชีวมวลให้เกิดการคลายแก๊สชีวมวลออกมาได้ จึงทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำส้มควันไม้ไม่มากนัก แม้จะใช้เวลาในการไพโรไลซิสนาน และปริมาณผลผลิตน้ำส้มควันไม้มีแนวโน้มที่จะไม่ขึ้นอยู่กัเวลา



รูปที่ 6 อิทธิพลของเวลาในการไพโรไลซิสต่อผลผลิตน้ำส้มควันไม้

รูปที่ 7- 9 แสดงผลการผลิตน้ำส้มควันไม้ด้วยระบบไพโรไลซิสแบบแก๊สหมุนวนปิดจากไม้กระถินไทยแห้ง ผลจากการวิเคราะห์เชิงกายภาพของน้ำส้มควันไม้ พบว่าที่อุณหภูมิเตาเฉลี่ยที่ 250 300 และ 350 °C เป็นเวลา 30 นาที มีลักษณะสีดาปนน้ำตาล ส่วนทางด้านปริมาณน้ำส้มควันไม้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิเตาที่กำหนด



รูปที่ 7 ผลการผลิตน้ำส้มควันไม้ ที่อุณหภูมิเตา 250 °C เป็นเวลา 30 นาที



รูปที่ 8 ผลการผลิตน้ำส้มควันไม้ ที่อุณหภูมิเตา 300 °C เป็นเวลา 30 นาที



รูปที่ 8 ผลการผลิตน้ำส้มควันไม้ ที่อุณหภูมิเตา 350 °C เป็นเวลา 30 นาที

4. สรุป

การศึกษาทดลอง การผลิตน้ำส้มควันไม้ด้วยเตาไพโรไลซิสแบบแก๊สหมุนวนปิด โดยใช้ไม้กระถินไทยแห้งเป็นวัสดุชีวมวลในการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 อุณหภูมิของแก๊สร้อนสำหรับการไพโรไลซิสมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิในเตา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของแก๊สร้อนมีค่าสูงเพียงพอในการทำการไพโรไลซิสสลายโครงสร้างของชีวมวลได้ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าอุณหภูมิภายในเตาค่อนข้างต่ำเนื่องจากพลังงานได้ถูกนำไปสลายโครงสร้างของชีวมวล

4.2 ผลการผลิตน้ำส้มควันไม้ มีลักษณะกายภาพเป็นสีดาปนน้ำตาล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการไพโรไลซิส ใช้ระยะเวลาในการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่ค่อนข้างเร็ว

4.3 ผลผลิตน้ำส้มควันไม้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิเตาไฟโรลชีส ในช่วงระยะเวลาสั้น 5 นาทีแรก เวลาต่อมาปริมาณน้ำส้มควันไม้มีแนวโน้มลดลงอย่างมาก

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่สนับสนุนทุนวิจัย พื้นที่ทำวิจัย และเครื่องมือสำหรับทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] เอกพงศ์ มุสิกเงาเจริญ. (2551). คลินิกเทคโนโลยี : การผลิตน้ำส้มควันไม้, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา www.clinictech.most.go.th, ค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2558 มิถุนายน 2551
- [2] นิคม แหลมลัก (2551). การพัฒนาการผลิต และการใช้ประโยชน์น้ำส้มควันไม้. ในการฝึกอบรมองค์การบริหารส่วนตำบลห้วยแร้ง จังหวัดตราด 22 สิงหาคม 2551
- [3] จิระพงษ์ คูหากาญจน์ (2553). คู่มือการผลิตถ่าน และน้ำส้มควันไม้. เกษตรกรรมธรรมชาติ, กรุงเทพฯ.
- [4] จิระพงษ์ คูหากาญจน์ (2550). คู่มือการผลิตถ่าน และน้ำส้มควันไม้. กรุงเทพมหานคร: ออฟเซ็ท ครีเอชั่น
- [5] มงคล ต๊ะอุ่น (2549). การประยุกต์ใช้น้ำส้มควันไม้ เพื่อการผลิตพืชอินทรีย์, *วารสารศูนย์บริการ*, ปีที่ 14 ฉบับที่ 3 หน้า 6-10.
- [6] วิทยา อภัย และ สมปอง ดีแท้ (2546). น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) สารอินทรีย์ใหม่เพื่อการเกษตรไทย, *การประชุมวิชาการกองวัตถุมีพิษครั้งที่ 4 กรมวิชาการเกษตร*, หน้า 166-169.
- [7] สุบรรณ ทุมมา (2551). อิทธิพลของน้ำส้มควันไม้ต่อปริมาณเพลี้ยจักจั่นทำลายช่อดอก อัตราส่วนคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนในใบ และคุณภาพผลผลิตมะม่วงโชคอนันต์, *วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น*.
- [8] สุนันท์ วิทิตสิริ (2551). การผลิตน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวรวมกับวัสดุอื่นเพื่อการกำจัดปลวก และเพลี้ยแป้ง. *มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*.
- [9] พวงชมพู ลุนจักร (2549). ผลการใช้น้ำส้มควันไม้ต่อการควบคุมไข่ ตัวอ่อน และดักแด้ของแมลงวันบ้าน สกลนคร *มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.
- [10] ศิริวรรณ ทิพรักษ์ (2551). ผลของน้ำส้มควันไม้ และปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพเมล็ด

พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[11] ศิรษา สังวาลย์ (2552). การใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารฆ่าแมลง และปุ๋ยทางใบ เพื่อยกระดับการพัฒนาของต้นกล้า การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[13] เจษฎา อารังพาณิชย์ (2553). ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำส้มควันไม้ในเครื่องสำอาง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

[14] นำชัย ทนุผล (2546). น้ำส้มควันไม้ อีกหนึ่งทางเลือกของการเกษตรยั่งยืน. *วารสารแม่โจ้ปริทัศน์* ปีที่ 4 ฉบับที่ 6 หน้า 28-31.