

คุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุก

PROPERTIES OF SEE-SUK BAMBOO VINEGAR

พรรณี เด่นรุ่งเรือง¹ (PANNEE DENRUNGRUANG)

มยุรี จิตต์แก้ว¹ (MAYUREE JITKAEW)

ศศิธร สุขสบาย² (SASITHON SUKSABAI)

ปัทมา สีดาทอง² (PATTAMA SEEDATONG)

บทคัดย่อ

การศึกษาน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุก (*Bambusa blumeana* Schult. f.) จากเตาเผาถ่านอิฐก่อพบว่า มีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ มพช. 659/2547 และ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้กลั่น มพช. 660/2547 น้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกประกอบด้วยธาตุอาหาร N 0.070%, P 0.004%, K 0.299%, Mg 0.006% และ S 0.010% วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัด เอทิลอะซิเตทจากน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ /แมสสเปคโตรมิเตอร์ (GC/MS) พบว่าส่วนใหญ่เป็นสารประกอบฟีนอลและอนุพันธ์ของฟีนอล ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกมีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) และผักกาดหัว (*Raphanus sativus* L.) ที่ความเข้มข้น 1% แสดงผลการยับยั้งความยาวรากและความยาวต้นของผักกาดหอม และผักกาดหัว และมีคุณสมบัติยับยั้งการงอกของผักกาดหอม ที่ความเข้มข้น 0.5% แสดงผลการยับยั้งความยาวรากและความยาวต้นของ ผักกาดหอม ส่วนที่ความเข้มข้น 0.5%, 0.1%, 0.05% และ 0.01% มีผลในการยับยั้งการงอกเมล็ดผักกาดหอมน้อยกว่า 50%.

คำหลัก: น้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุก ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุก

¹ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : pdenrungruang@hotmail.com

² ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

ABSTRACT

Studying See-Suk bamboo (*Bambusa blumeana* Schult. f.) vinegar from brick beehive kiln was found that chemical and physical property has passed the community product standards. Minerals in See-Suk bamboo vinegar consists of N 0.070%, P 0.004%, K 0.299%, Mg 0.006% and S 0.01%. The crude ethyl acetate of the bamboo vinegar was determined by Gas Chromatograph / Mass spectrometer (GC/MS). The main constituents are phenol and phenol derivatives compounds. The germination and growth-regulation effects of See-Suk bamboo vinegar on seeds of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and radish (*Raphanus sativus* L.) have been studies. The results indicated that at concentration of 1% showed growth inhibitory effects on lettuce and radish seedlings and showed inhibitory effects on germination of lettuce seeds. At a concentration of 0.5% showed growth-inhibition effects of lettuce seedling. And at a concentration of 0.5%, 0.1%, 0.05% and 0.01% showed germination-inhibition effects on lettuce seeds less than 50%.

Keywords : See-Suk Bamboo Vinegar, The components of See-Suk Bamboo Vinegar

คำนำ

น้ำส้มควันไม้ (Wood Vinegar) เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการควบคุมควันที่เกิดจากการเผาถ่าน ในช่วงที่ไม้กำลังจะเปลี่ยนเป็นถ่านโดยอุณหภูมิในเตาอยู่ระหว่าง 300-400 องศาเซลเซียส กลิ่นตัวจาก ควันไม้กลายเป็นของเหลว ตั้งทิ้งให้ตกตะกอนในที่ร่มอย่างน้อย 90 วัน เพื่อให้ของเหลวที่ได้แยกชั้นเป็น 3 ระดับ ชั้นบนสุดเป็นน้ำมันใส ชั้นกลางจะเป็นของเหลวใสสีน้ำตาลแดงถึงน้ำตาลเข้มแตกต่างกันไป ตามชนิดของไม้ ส่วนนี้เป็นน้ำส้มควันไม้ที่จะนำไปใช้ได้ ส่วนชั้นล่างสุดนั้นเป็นของเหลวข้นสีดำคือน้ำมันดินหรือน้ำมันทาร์ (wood tar) น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบต่างๆมากกว่า 200 ชนิด มีกลิ่นควันไม้ มีรสเปรี้ยวเนื่องจากสภาพความเป็นกรด

ปัจจุบันมีการผลิตน้ำส้มควันไม้อย่างแพร่หลาย ควรศึกษาให้แน่ใจว่าน้ำส้มควันไม้ที่ได้มานั้นมี คุณภาพได้มาตรฐาน มีการนำน้ำส้มควันไม้ ไปใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรโดยใช้เป็นสารป้องกัน กำจัดโรคพืชและแมลงในแปลงปลูกพืช ใช้พ่นลงดินเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และแมลงในดิน รักษาโรคเน่า และจากเชื้อแบคทีเรีย โรคโคนเน่าจากเชื้อรา ไล่เดือนฝอย ใช้ฉีดพ่นใบพืชรวมทั้งพื้นดินรอบต้นพืชทุก

7-15 วัน เพื่อขับไล่แมลง ป้องกันและกำจัดเชื้อรา กระตุ้นความต้านทานและการเจริญเติบโตของพืช เร่งการเจริญเติบโตของรากพืช ช่วยฟื้นฟูและปรับสภาพดินให้ร่วนซุย ช่วยในการหมักปุ๋ย ในปศุสัตว์ใช้ลดกลิ่นและแมลงในฟาร์ม ใช้ผสมอาหารสัตว์ เพื่อช่วยการย่อยอาหารและป้องกันโรคท้องเสีย เป็นต้น ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม เช่น ใช้ผลิตสารดับกลิ่นตัว ผลิตสารปรับผิวนุ่ม ผลิตสารป้องกันเนื้อไม้จากเชื้อราและแมลง ผลิตยารักษาโรคผิวหนัง ยาฆ่าเชื้อไทฟอยด์ เป็นต้น ในครัวเรือนใช้รักษาแผลสด แผลไฟไหม้และน้ำร้อนลวก รักษาโรคน้ำกัดเท้าและเชื้อราที่ผิวหนัง ใช้ดับกลิ่นในห้องน้ำ ในครัวและบริเวณชั้นและ ถังขยะ กรงสัตว์เลี้ยง เป็นต้น ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารรมควัน ใช้ผลิตยารักษาโรคผิวหนัง (จิระพงษ์, 2550; นิคมและอัจฉริยะ, 2550; อรุณ, 2550 ; www.chuansin.co.th/woodvinegars/; www.thaiwoodvinegar.com/blog/) ดังนั้นการศึกษาวิจัยคุณสมบัติ น้ำส้มควันไม้จากไผ่สีสุก ซึ่งเป็นสารจากธรรมชาติมาใช้แทนสารสังเคราะห์จากวัสดุเคมีอื่นๆ เพื่อช่วยลดการใช้สารเคมีที่ทำให้เกิดมลภาวะเป็นพิษและมีสารเคมีตกค้าง ทำให้เกิดพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อม มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและผู้ผลิต นอกจากนี้ยังเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอีกด้วย การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยการผลิตและใช้ประโยชน์ไม้โตเร็วเพื่อการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้ กิจกรรมย่อยที่ 2 แผนงานพัฒนาศักยภาพทางด้านป่าไม้สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำส้มควันไม้และน้ำส้มควันไม้กลั่นจากไผ่สีสุก
2. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัด เอทิลอะซิเตท (EtOAc) จากน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุก
3. ศึกษาธาตุอาหารของน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุก
4. ศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกว่ามีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักกาดหอม และผักกาดหัวในระดับความเข้มข้นต่างๆ

วิธีการศึกษา

วัตถุดิบ

น้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกได้จากการเผาถ่านไม้ไผ่สีสุกแบบเตาอิฐก่อ (Brick Beehive kiln) ซึ่งเป็นเตาที่สร้างตามหลักวิชาการที่ถูกต้อง จากศูนย์วิจัยพลังงานจากไม้ จังหวัดสระบุรี

เมล็ดผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L. หรือ lettuce) และ ผักกาดหัว (*Raphanus sativus* L. หรือ radish) จากร้านขายเมล็ดพันธุ์ไม้

อุปกรณ์และสารเคมี

1. สารเคมีทุกชนิดใช้ AR grade และน้ำกลั่น
2. เครื่อง GC-MS [Gas chromatography รุ่น Agilent 122-5532 คอลัมน์ DB-5ms (0.25mm x 30m x 0.25µm) ต่อเข้ากับ Mass spectrometer เป็น detector]
3. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter)
4. เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ (Hydrometer) ชุดกลั่นแก้ว และเทอร์โมมิเตอร์
5. กระดาษกรอง (Whatman, เบอร์ 2) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร จานแก้ว (petri dishes) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 95 มม. เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็น

วิธีการทดลอง

1. นำน้ำส้มควันไม้ไฟสีสุกมาวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่างโดยใช้ pH-meter และหาค่าความถ่วงจำเพาะโดยใช้ hydrometer
2. นำน้ำส้มควันไม้ไฟสีสุกมากลั่นด้วยชุดกลั่นแก้วที่อุณหภูมิ $90\pm 5^{\circ}\text{C}$ จะได้น้ำส้มควันไม้ที่เรียกว่าน้ำส้มควันไม้กลั่น (distilled wood vinegar) แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่างโดยใช้ pH-meter และหาค่าความถ่วงจำเพาะโดยใช้ hydrometer
3. สกัดน้ำส้มควันไม้ไฟสีสุก 60 มล. ด้วยเอทิลอะซิเตทโดยใช้กรวยแยก 3 ครั้งๆละ 50 มล. แยกเก็บชั้นเอทิลอะซิเตท แล้วทำให้เข้มข้นภายใต้ความดันต่ำโดยใช้เครื่องระเหยสูญญากาศจนเหลือสารสกัดเข้มข้นจำนวน 3 มล. นำไปหาองค์ประกอบทางเคมีโดยจะทำการเจือจาง 10 เท่าก่อนจะฉีดสารตัวอย่างเข้าเครื่อง GC-MS ของบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดกรุงเทพฯ
4. ศึกษาธาตุอาหารในน้ำส้มควันไม้ไฟสีสุกโดยสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน จังหวัดกรุงเทพฯ
5. ทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำส้มควันไม้ไฟสีสุก ว่ามีผลต่อการงอกของผักกาดหอม และผักกาดหัวในระดับความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้
 - 5.1 เตรียมน้ำส้มควันไม้ไฟสีสุกให้มีความเข้มข้น 1%, 0.5%, 0.1%, 0.05% และ 0.01% โดยใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลาย
 - 5.2 เติมสารตัวอย่างที่เตรียมความเข้มข้นไว้แล้ว (ในข้อ 5.1) 5 มล. ลงใน จานแก้วที่มีกระดาษกรอง ซึ่งแต่ละการทดลองจะทำซ้ำ 3 ครั้ง และทำชุดควบคุมด้วย
 - 5.3 วางเมล็ดผักกาดหอมและผักกาดหัวที่ทำลายการพักตัวโดยการแช่น้ำอุ่นแล้ว นับใส่จานแก้ว (ในข้อ 5.2) จานละ 50 เม็ด ปิดฝา เก็บที่อุณหภูมิห้อง นับจำนวนเมล็ดงอก หลังทดลอง 5 วัน คำนวณเปอร์เซ็นต์การงอกโดยเทียบกับชุดควบคุม
6. ทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำส้มควันไม้ไฟสีสุก ว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม และผักกาดหัวในระดับความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้

6.1 นำเมล็ดผักกาดหอมและผักกาดหัวแช่ด้วยน้ำกลั่นพอปริ่ม แล้วเก็บที่อุณหภูมิห้องในที่
ไม่มีแสง ค้างคืน 1 คืน เพื่อให้เมล็ดงอกมีความยาวรากประมาณ 1–2 มม.

6.2 เตรียมน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกให้มีความเข้มข้น 1%, 0.5%, 0.1%, 0.05% และ 0.01%
โดยใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลาย

6.3 เติมสารตัวอย่างที่เตรียมความเข้มข้นไว้แล้ว (ในข้อ 6.2) 5 มล. ลงใน จานแก้วที่มี
กระดาษกรอง ซึ่งแต่ละการทดลองจะทำซ้ำ 3 ครั้ง และทำชุดควบคุมด้วย

6.4 วางเมล็ดผักกาดหอมและผักกาดหัวที่มีความยาวรากประมาณ 1–2 มม. (เตรียมจาก
ข้อ 6.1) 20 เมล็ดลงในจานแก้วที่มีสารตัวอย่าง (ในข้อ 6.3)

6.5 นำแต่ละชุดที่เตรียมจาก ข้อ 6.4 ไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน ทำการวัด
ความยาวต้นและความยาวรากของกล้าผักกาดหอมและผักกาดหัว คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเจริญของ
พืชทดสอบที่เพาะในน้ำส้มควันไม้ในแต่ละความเข้มข้นเทียบกับพืชทดสอบที่เพาะในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม)
แล้วนำมา plot กราฟระหว่างเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตของพืชทดสอบกับความเข้มข้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเจริญของต้น} = \frac{\text{ความยาวต้นของพืชทดสอบที่เพาะในสารสกัด} \times 100}{\text{ความยาวต้นของพืชทดสอบที่เพาะในน้ำกลั่น}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเจริญของราก} = \frac{\text{ความยาวรากของพืชทดสอบที่เพาะในสารสกัด} \times 100}{\text{ความยาวรากของพืชทดสอบที่เพาะในน้ำกลั่น}}$$

ผลการศึกษา

1. น้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกดิบ มีคุณสมบัติเป็นของเหลวใสสีน้ำตาลแดง กลิ่นเหมือนควันไฟ ไม่มี
สิ่งเจือปน ค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.03 และค่าความถ่วงจำเพาะ ที่ 25 °C 1.010 และน้ำส้มควันไม้
ไผ่สีสุกกลั่น มีคุณสมบัติเป็นของเหลวใสไม่มีสี แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือนจะเป็นของเหลวใสสี
เหลืองอ่อน กลิ่นเหมือนควันไฟ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 2.78 และค่าความถ่วงจำเพาะ ที่ 25 °C
1.003 นำผลวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ มพช. 659/2547
และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้กลั่น มพช. 660/2547 สำนักงานมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

2. องค์ประกอบทางเคมีในสารสกัดทิลลอะซิเตทของน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกวิเคราะห์โดยบริษัท
ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดกรุงเทพฯ ดังแสดงในตารางที่ 1

3. ธาตุอาหารในน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกประกอบด้วย N 0.070%, P 0.004%, K 0.299%,
Mg 0.006% และ S 0.010%

4. ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำส้มควันไม้ไฟสีสุกว่ามีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตความเข้มข้น 1%, 0.5%, 0.1%, 0.05% และ 0.01% ของผักกาดหอม(รูปที่ 1) และผักกาดหัว (รูปที่ 2)

Table 1 Chemical compounds from crude ethyl acetate of See-Suk bamboo vinegar.

Chemical compounds	Result		
	RT	%Area*	%Match
Silanol, trimethyl-propanoate	3.13	1.94	83
N-ethyl-1,3-dithioisindoline	3.30	0.06	83
Butanoic acid	3.47	0.62	86
Butanoic acid, trimethylsilyl ester	4.66	0.24	72
Gamma. Valerolactone	6.73	0.56	80
2-cyclopenten-1-one, 3-methyl-	7.09	3.14	90
Phenol	7.90	7.05	91
Ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)-	8.62	0.51	72
2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-	9.83	7.66	95
Phenol, 2-methyl-	11.26	0.59	98
Phenol, 2-methoxy-	12.40	11.80	95
Maltol	14.10	1.03	94
Phenol, 2-methoxy-4-methyl-	18.14	3.0	97
1,2-Benzenediol	20.71	0.30	83
Phenol, 2,6-dimethoxy-	27.32	47.61	87
Phenol, 4-methoxy-3-(methoxymethyl)-	33.36	0.87	68
Other		13.02	

* The percentage of each compound was calculated as the ratio of the peak area to the total chromatographic area. The GC-MS peaks were identified by comparison with library search.

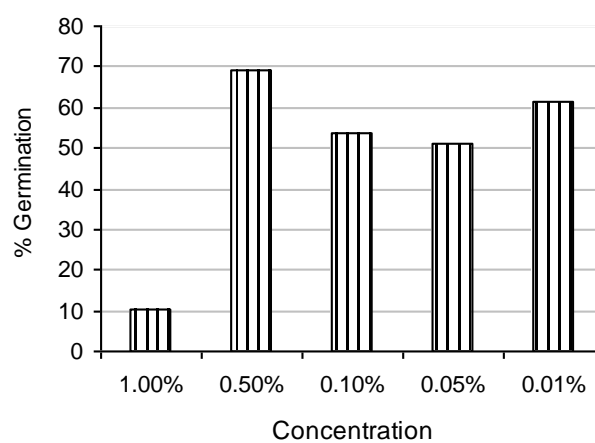
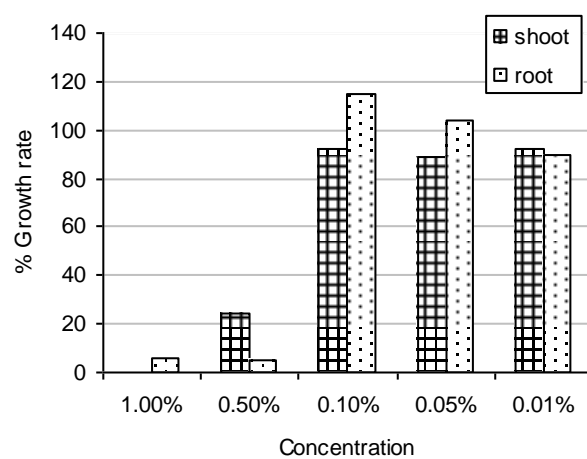


Figure 1 Growth and germination effect of See-Suk bamboo vinegar (A: control, B: 1%, C: 0.5%, D: 0.1%, E: 0.05%, F: 0.01%) on seed of lettuce. Graphs show the percentage based on the control.

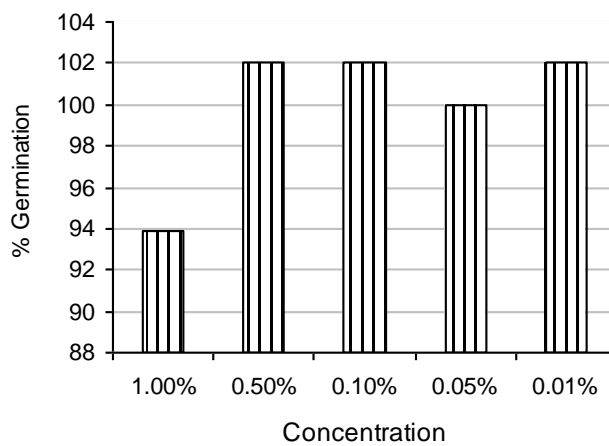
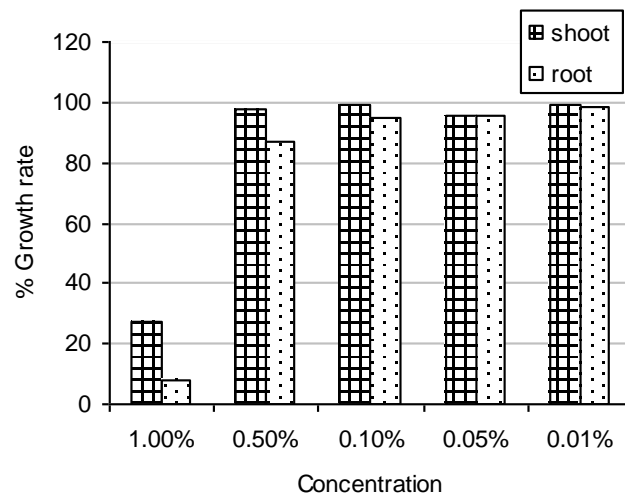


Figure 2 Growth and germination effect of See-Suk bamboo vinegar (A: control, B: 1%, C: 0.5%, D: 0.1%, E: 0.05%, F: 0.01%) on seed of radish. Graphs show the percentage based on the control.

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำส้มควันไม้และน้ำส้มกลิ่นไผ่สีสุกพบว่าได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ มพช. 659/2547 และน้ำส้มควันไม้กลิ่น มพช. 660/2547
2. จากการศึกษาธาตุอาหารของน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกพบว่าน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกไม่ มีคุณสมบัติในการใช้เป็นปุ๋ยน้ำ
3. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัด เอทิล อะซิเตทของน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกด้วย GC/MS โดยวิธี In house method พบว่ามีสารประกอบอัลกอฮอล์ประมาณ 1.33% สารอินทรีย์ประมาณ 0.06% สารประกอบเอลิตประมาณ 0.62% สารประกอบเอสเทอร์ประมาณ 2.18% สารประกอบคีโตนประมาณ 11.87% สารประกอบฟีนอลและอนุพันธ์ฟีนอลประมาณ 70.92% และอื่นๆ 13.02% (เปอร์เซ็นต์ของแต่ละสารประกอบคำนวณเป็นอัตราส่วนของพื้นที่ peak แต่ละสารประกอบกับพื้นที่ peak ทั้งหมดของโครมาโตแกรม)
4. จากรูปที่ 1 ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกต่อผักกาดหอมที่ความเข้มข้น 1% และ 0.5% มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตในด้านความยาวรากประมาณ 90% และด้านความยาวต้นมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 100% และ 75% ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นเท่ากับหรือน้อยกว่า 0.1% ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต ในด้านความยาวรากและต้น ส่วนที่ความเข้มข้น 1% มีผลในการยับยั้งการงอกประมาณ 90% และที่ความเข้มข้น 0.5%, 0.1%, 0.05% และ 0.01% มีผลในการยับยั้งการงอกเมล็ดผักกาดหอมน้อยกว่า 50%
5. จากรูปที่ 2 ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกต่อผักกาดหัว ที่ความเข้มข้น 1% มีการยับยั้งการเจริญเติบโตในด้านความยาวต้นประมาณ 70% และความยาวรากประมาณ 90% แต่ไม่มีผลยับยั้งการงอก ส่วนที่ความเข้มข้น 0.5%, 0.1%, 0.05% และ 0.01% ไม่มีผลยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตในด้านความยาวรากและต้น

ข้อเสนอแนะ

น้ำส้มควันไม้ไผ่สีสุกพบว่ามีสารประกอบต่างๆมากมาย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายประการ และจากการศึกษา พบว่า น้ำส้มควันไม้ ไผ่สีสุกมีผลยับยั้ง การเจริญของ พืช ซึ่งอาจนำไปประยุกต์ใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตหรือการงอกของวัชพืช ซึ่งต้องทำการศึกษาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ ในการให้ความอนุเคราะห์วิเคราะห์ธาตุอาหารในน้ำส้มควันไม้ไฟสีสุก

เอกสารอ้างอิง

จิระพงษ์ คูหากาญจน์ . 2550. คู่มือเศรษฐกิจพอเพียง ด้วยถ่านไม้และน้ำส้มควันไม้. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 25 หน้า.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ มพช. 659/2547 . และ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้กลั่น มพช. 660/2547. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี กทม. 10400.

นิคม แผลมลัก และ อัจฉริยะ โชติจันทร์ . 2550. การผลิตและสมบัติของน้ำส้มไม้และถ่านจากไม้ไฟและไม้ตัดขยายระยะที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง โดยใช้เตาเผาถ่านไทย-คิวาเตะ. วารสารวนศาสตร์ ปีที่ 26 ฉบับพิเศษ 2550. หน้า 75-82.

น้ำส้มควันไม้. (ออนไลน์) <http://www.chuansin.co.th/woodvinegars/> (วันที่ค้นข้อมูล10 มกราคม 2550).

วุดี้ก้าร์ Woodeegar น้ำส้มควันไม้เพื่อการเกษตร. (ออนไลน์) <http://www.thaiwoodvinegar.com/blog/> (วันที่ค้นข้อมูล15 เมษายน 2553).

อรุณ คงแก้ว น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) (ออนไลน์) http://www.dss.go.th/dssweb/st-articles/files/ct_11_2550_wood-vinegar.pdf (วันที่ค้นข้อมูล15 เมษายน 2550).