



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การศึกษาการแก้ไขปัญหามลภาวะทางอากาศของชุมชนบ้านแม่จ๊ะ
โดยการผลิตน้ำส้มควันไม้เพื่อการเกษตรอินทรีย์

THE STUDY OF AIR POLLUTION TREATMENT OF MAE-JAO
PEOPLE BY WOOD VINEGAR PRODUCTION FOR
ORGANIC FARM

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย

ประจำปี 2552

จำนวน 110,000 บาท

หัวหน้าโครงการ

ณัฐพร จันทรน้อย

ผู้ร่วมโครงการ

ดุจดาว คนยัง

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

...1.../...ต.ค.../...53....

การศึกษาการแก้ไขปัญหามลภาวะทางอากาศของชุมชนบ้านแม่จ๊ะ
โดยการผลิตน้ำส้มควันไม้เพื่อการเกษตรอินทรีย์

THE STUDY OF AIR POLLUTION TREATMENT OF MAE-JAO
PEOPLE BY WOOD VINEGAR PRODUCTION FOR
ORGANIC FARM

ณัฐพร จันทรฉาย และดุจดาว คนยัง

Nuttaporn Chanchay and Dujdaow Konyoung

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

บทคัดย่อ

จากปัญหามลภาวะทางอากาศของชุมชนบ้านแม่จ๊ะที่มีอาชีพเผาถ่านในระบบเปิดทำให้มีควันไฟปกคลุมพื้นที่เกือบทั้งชุมชน หลังจากได้ส่งเสริมให้ใช้เตาเผาถ่านแบบระบบปิดและสามารถเก็บน้ำส้มควันไม้มาใช้ประโยชน์ในด้านเกษตรอินทรีย์นั้นโดยใช้น้ำส้มควันไม้ที่บริสุทธิ์ 3 แหล่ง คือ น้ำส้มควันไม้จากไม้ผลไม้ น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ และน้ำส้มควันไม้จากไม้เนื้อแข็ง โดยการปล่อยให้ตกตะกอนเองตามธรรมชาติแล้วนำมาศึกษาปริมาณและคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และทางชีวภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตรพบว่าน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ผลไม้มีคุณภาพดีที่สุด รองลงมาคือน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้เนื้อแข็ง และน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ ตามลำดับ การศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อลดปัญหาการเกิดกลิ่นในฟาร์มสุกรพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีแนวโน้มค่าแอมโมเนียเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการทดลองซึ่งไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาดังนั้นจึงไม่สามารถใช้น้ำส้มควันไม้ลดการเกิดกลิ่นที่ได้จากการเลี้ยงสุกร และผลการศึกษาการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในสุกร (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae* และ *Salmonella choleraesuis*) พบว่าน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ไผ่ที่ระดับความเข้มข้น 100% สามารถยับยั้งการเจริญได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และเชื้อที่น้ำส้มควันไม้สามารถยับยั้งได้ดีที่สุด

คือเชื้อ *Vibrio cholerae* แต่เชื้อ *Bacillus cereus* ไม่มีน้ำส้มควันไม้สูตรใดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้

ABSTRACT

Air pollution problems of the community in occupation Mae-jao charcoal in the open system with smoke cover almost all communities. After promoting the use of a charcoal burner to keep the system off and wood vinegar to use in organic farming by using the wood vinegar 3 fresh sources of wood vinegar from fruit trees. Wood vinegar from bamboo and wood vinegar from hardwood. Simply by the availability of natural precipitation and the amount for the study of physical and chemical properties and biological few days of vinegar affecting agriculture were of wood vinegar from fruit trees, the best quality. Followed by the vinegar from hardwood and vinegar Tai Bamboo. The study comparing the amount of wood vinegar to reduce odor in swine found that the difference is statistically significant with the trend of ammonia increased as experimental period, which does not meet the objectives of the study and therefore can not use wood vinegar reduction of odors from swine. And the study of the growth of bacterial pathogens in pigs (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae* and *Salmonella choleraesuis*) found that wood vinegar from bamboo, the concentrations of 100% inhibition of growth most effective. And the infection that wood vinegar is best able to inhibit infection of *Vibrio cholerae*, but not *Bacillus cereus* infection of wood vinegar formula, which can inhibit growth.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานผลการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีตามความมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ เนื่องจากได้รับความกรุณาในด้านการเงินที่ได้รับการสนับสนุนจาก สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการ การเกษตรมหาวิทยาลัยแม่โจ้ พร้อมทั้งคณาจารย์ที่ให้คำปรึกษาในด้านผลการวิจัย คำแนะนำ ทางด้านวิชาการ และการทดลอง ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่อง ให้ถูกต้อง และเสร็จสมบูรณ์เป็น อย่างดี จนทำให้ผลงานวิจัยที่ได้สามารถนำมาใช้ในการศึกษา และเป็นข้อมูลในการทดลองต่อไป ได้เป็นอย่างดี

ณัฐพร จันทรน้อย

ดุจดาว คนยัง

ธันวาคม 2553

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
1. การเผาถ่าน	5
2. มลพิษทางอากาศ	6
3. น้ำส้มควันไม้	8
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36
อุปกรณ์	40
1. วัสดุดิบ	40
2. อุปกรณ์	40
3. เครื่องมือ	40
4. สารเคมี	41
5. เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการทดลอง	42
วิธีดำเนินการ	43
1. ศึกษาการออกแบบเตาเผาถ่านที่สามารถลดการเกิดควัน	43
2. ศึกษาปริมาณและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อ	
การเกษตร	44
3. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร	51
4. ศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร	53
ผลการทดลอง	55
1. ศึกษาการออกแบบเตาเผาถ่านที่สามารถลดการเกิดควัน	55
2. ศึกษาปริมาณและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อ	
การเกษตร	56
3. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร	72
4. ศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร	75

สารบัญเรื่อง(ต่อ)

	หน้า
สรุปผลการทดลอง	89
1. ศึกษาการออกแบบเตาเผาถ่านที่สามารถลดการเกิดควัน	89
2. ศึกษาปริมาณและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร	89
3. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร	95
4. ศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร	96
เอกสารอ้างอิง	98
ภาคผนวก	100

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1. แสดงรูปของธาตุอาหารที่พืชใช้ประโยชน์ได้	26
ตารางที่ 2. แสดงสารประกอบอินทรีย์ในพืชที่มีธาตุต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบ	27
ตารางที่ 3. แสดงลักษณะอาการขาดธาตุอาหารพืช	28
ตารางที่ 4. แสดงลักษณะอาการเมื่อพืชได้รับธาตุอาหาร	29
ตารางที่ 5. แสดงวิธีวิเคราะห์สารเคมีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน	35
ตารางที่ 6. การเตรียมสารละลายแอลกอฮอล์มาตรฐานที่ความเข้มข้นต่าง ๆ จากแอลกอฮอล์เกรดบริสุทธิ์	49
ตารางที่ 7. แสดงการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย NaOH	56
ตารางที่ 8. แสดงการวิเคราะห์หาปริมาณ Acetic acid ในน้ำส้มควันไม้	56
ตารางที่ 9. แสดงค่าที่ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อทำกราฟมาตรฐานของแอมโมเนียมไนโตรเจน	58
ตารางที่ 10. แสดงค่าการดูดกลืนแสงของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำส้มควันไม้	60
ตารางที่ 11. แสดงค่าที่ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อทำกราฟมาตรฐานของฟอสฟอรัส	61
ตารางที่ 12. แสดงค่าการดูดกลืนแสงของฟอสฟอรัสในน้ำส้มควันไม้	63
ตารางที่ 13. แสดงค่าที่ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อทำกราฟมาตรฐานของแอลกอฮอล์	65
ตารางที่ 14. แสดงค่าการดูดกลืนแสงของแอลกอฮอล์ในน้ำส้มควันไม้	67
ตารางที่ 15. แสดงค่าที่ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อทำกราฟมาตรฐานของเหล็ก	69
ตารางที่ 16. แสดงค่าการดูดกลืนแสงของเหล็กในน้ำส้มควันไม้	70
ตารางที่ 17. แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำส้มควันไม้	72
ตารางที่ 18. ผลการเปรียบเทียบการทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์ โดยการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบต่างกัน	73
ตารางที่ 19. เปรียบเทียบขนาดของวงปฏิกิริยาที่เกิดจากน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	76
ตารางที่ 20. เปรียบเทียบขนาดของวงปฏิกิริยาที่เกิดจากน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>Salmonella choleraesuis</i>	79

สารบัญตาราง(ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 21. เปรียบเทียบขนาดของวงปฏิกิริยาที่เกิดจากน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>Vibrio cholera</i>	82
ตารางที่ 22. เปรียบเทียบขนาดของวงปฏิกิริยาที่เกิดจากน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>Escherichia coli</i>	85
ตารางที่ 23. เปรียบเทียบขนาดของวงปฏิกิริยาที่เกิดจากน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 5 ชนิด	89

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 แสดงน้ำส้มควันไม้เมื่อผสมน้ำตามอัตราส่วนต่าง ๆ	10
ภาพที่ 2 แสดงส่วนประกอบของน้ำส้มควันไม้ในแต่ละชั้น	11
ภาพที่ 3. แสดงการผลิตน้ำส้มควันไม้จากการเผาถ่านด้วยเตาเผา 200 ลิตร	13
ภาพที่ 4. แสดงวิธีเก็บน้ำส้มควันไม้	16
ภาพที่ 5 แสดงเตาเผาถ่านแบบระบบปิดเพื่อลดการปล่อยควันและสามารถเก็บน้ำส้มควันไม้	55
ภาพที่ 6. แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Acetic acid ในน้ำส้มควันไม้	57
ภาพที่ 7. แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียม	59
ภาพที่ 8. แสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำส้มควันไม้	61
ภาพที่ 9. แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส	62
ภาพที่ 10. แสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของฟอสฟอรัสในน้ำส้มควันไม้	64
ภาพที่ 11. แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแอลกอฮอล์	65
ภาพที่ 12. แสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของแอลกอฮอล์ในน้ำส้มควันไม้	67
ภาพที่ 13 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานเหล็ก	69
ภาพที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของเหล็กในน้ำส้มควันไม้	70
ภาพที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำส้มควันไม้	71
ภาพที่ 16 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้แดงไม้ในการยับยั้งเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	76
ภาพที่ 17 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ในการยับยั้งเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	77
ภาพที่ 18 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากผลไม้ในการยับยั้งเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	78
ภาพที่ 19 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้เนื้อแข็งในการยับยั้งเชื้อ <i>Salmonella choleraesuis</i>	79
ภาพที่ 20 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ในการยับยั้งเชื้อ <i>Salmonella choleraesuis</i>	79

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ 21 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ผลไม้ในการยับยั้งเชื้อ <i>Salmonella choleraesui</i>	80
ภาพที่ 22. แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้แดงในการยับยั้งเชื้อ <i>Vibrio cholera</i>	82
ภาพที่ 23 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ในการยับยั้งเชื้อ <i>Vibrio cholera</i>	82
ภาพที่ 24 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ผลไม้ในการยับยั้งเชื้อ <i>Vibrio cholera</i>	83
ภาพที่ 25 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้เนื้อแข็งในการยับยั้งเชื้อ <i>Escherichia coli</i>	85
ภาพที่ 26 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ในการยับยั้งเชื้อ <i>Escherichia coli</i>	85
ภาพที่ 27 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ผลไม้ในการยับยั้งเชื้อ <i>Escherichia coli</i>	86
ภาพที่ 28 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้เนื้อแข็งในการยับยั้งเชื้อ <i>Bacillus cereus</i>	87
ภาพที่ 29 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ในการยับยั้งเชื้อ <i>Bacillus cereus</i>	87
ภาพที่ 30 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ผลไม้ในการยับยั้งเชื้อ <i>Bacillus cereus</i>	88

บทนำ

ในปฏิกิริยาการเผาไหม้ทุกครั้งจะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเสมอ ซึ่งก๊าซนี้จะส่งผลต่อสภาพแวดล้อม คือ ทำให้โลกร้อนขึ้น จะทำให้ เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ปัญหาสุขภาพชุมชน ประชาชนหรือบุคคลที่ทำงานอยู่ในบริเวณนั้น และ บริเวณใกล้เคียง จะได้รับควันจากการเผาไหม้ ทำให้หายใจลำบากทำงานไม่สะดวก ซึ่งจะส่งผลเสียต่อสุขภาพในระยะยาว ซึ่งเป็นผลมาจากการเผาไหม้ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นของชุมชนบ้านแม่จ๊ะจากการที่ชาวบ้านส่วนใหญ่ในชุมชนประกอบอาชีพในการเผาไหม้ในระบบเปิดเป็นหลักจึงทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวตามมา ซึ่งการแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้โดยการดักเก็บควันที่ได้จากการเผาไหม้ไม่ให้ฟุ้งกระจายไปสู่สิ่งแวดล้อมซึ่งสามารถทำได้โดยการออกแบบเตาเผาไหม้ที่สามารถดักเก็บควันได้มากที่สุด และ ผลพลอยได้จากการควันก็คือน้ำส้มควันไม้ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้มากมาย และสามารถนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้ต่อไปในอนาคต

สารประกอบสำคัญในน้ำส้มควันไม้ ได้แก่ น้ำ กรดอินทรีย์ และสารอินทรีย์อื่นๆ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม เช่น ใช้ผลิตสารดับกลิ่นตัว ผลิตสารปรับผิวนุ่ม ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารรมควัน ย้อมผ้า ผลิตสารป้องกันเนื้อไม้จากเชื้อราและแมลง ผลิตยารักษาโรคผิวหนัง ยาช่วยย่อย น้ำส้มควันไม้เป็นน้ำส้มสารพัดประโยชน์เหมาะสมที่จะมีไว้ติดบ้าน สามารถใช้ทดแทนสารเคมีด้วยความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ใช้รักษาแผลสด น้ำร้อนลวกและไฟลวก รักษาโรคน้ำกัดเท้าและเชื้อราที่ผิวหนัง ผสมน้ำ 20 เท่า ริดทำลายปลวกและมด ผ่าเชื้อจุลินทรีย์และแมลงในดิน เทียบได้กับการอบฆ่าเชื้อด้วยการรมควัน ผสมน้ำ 50 เท่า ผ่าเชื้อด้วยระบบรมควัน ผสมน้ำ 50 เท่า ผ่าเชื้อจุลินทรีย์ ที่เข้าไปทำลายพื้นแล้ว ผสมน้ำ 100 เท่า ริดโคนต้นไม้มรักษาโรครา และโรคเน่า รวมทั้งป้องกันแมลงไม่ให้วางไข่ ผสมน้ำ 200 เท่าฉีดพ่นใบไม้เพื่อขับไล่แมลงและป้องกันเชื้อรา ริดโคนต้นไม้มเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากสารประกอบอะซีทิลโคเอนไธม์ ซึ่งสร้างขึ้นโดยพืชและจุลินทรีย์ที่ได้รับสารโดยกรดน้ำส้ม เปลี่ยนเป็นสารประกอบต่างๆ กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ผสมน้ำ 500 เท่า ฉีดพ่นผลอ่อนของพืชช่วยให้ผลโตขึ้น หลังจากติดผลแล้ว 15 วัน และฉีดพ่นอีกครั้งก่อนเก็บเกี่ยว 20 วัน เพื่อเพิ่มน้ำตาลในผลไม้ ผสมน้ำ 1,000 เท่า เป็นสารจับใบ ช่วยลดการใช้สารเคมี ที่ทำให้เกิดพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อม

เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาผลกระทบทางอากาศที่เกิดจากควันจากการเผาถ่านเมื่อปฏิกิริยาการเผาไหม้ทุกครั้งจะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเสมอ ซึ่งก๊าซนี้จะส่งผลต่อสภาพแวดล้อมคือ ทำให้โลกร้อนขึ้น จะทำให้ เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ปัญหาสุขภาพชุมชน ประชาชนหรือบุคคลที่ทำงานอยู่ในบริเวณนั้น และ บริเวณใกล้เคียง จะได้รับควันจากการเผาถ่าน ทำให้หายใจลำบากทำงานไม่สะดวก ซึ่งจะส่งผลเสียต่อสุขภาพในระยะยาวรวมทั้งปัญหาสภาพแวดล้อมทางกายภาพ คือดินบริเวณที่เผาถ่านจะมีความแห้งแล้ง เนื่องจากการเผาแต่ละครั้ง จะนำความชื้นจากดินระเหย น้ำในแหล่งน้ำจะมีตะกอนสูง สัตว์จะมีให้เห็นน้อย เพราะทัศนียภาพแห่งนี้ ไม่เหมาะสมที่จะอยู่เพราะอากาศร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของปัญหา จึงได้ทำงานวิจัยในครั้งนี้ขึ้นเพื่อที่จะออกแบบเตาเผาถ่านที่มีคุณภาพสูงต่อการกักเก็บควัน เพื่อให้ได้น้ำส้มควันไม้ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรสืบต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการแก้ปัญหามลพิษทางอากาศของชุมชนที่เกิดจากควันที่ได้จากการเผาถ่าน
2. เพื่อศึกษาการออกแบบเตาเผาถ่านที่สามารถลดการเกิดควันได้
3. เพื่อศึกษาปริมาณและวิธีเก็บรักษาน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาถ่าน
4. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร
5. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร
6. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ผลที่คาดว่าจะได้รับคือ

1. ทราบถึงวิธีการแก้ปัญหาหมพิษทางอากาศของชุมชนที่เกิดจากควันที่ได้จากการเผาถ่าน
2. ได้เตาเผาถ่านที่สามารถลดการเกิดควันได้
3. ทราบถึงปริมาณและวิธีเก็บรักษาน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาถ่าน
4. ทราบถึงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร
5. ทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร
6. ทราบถึงคุณสมบัติทางชีวภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร

ข้อมูลที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อชุมชนอื่น หรือนำผลผลิตที่ได้ไปใช้ในการเกษตรหรือประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การเผาถ่าน



การเผาถ่านโดยใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตร เป็นวิธีการเผาที่ง่ายที่สุดวิธีหนึ่ง และได้ผลเป็นที่น่าพอใจ การเผาถ่านในแบบดังแดงในแต่ละครั้งจะได้ถ่านประมาณ 15 กก. และเก็บน้ำควนไม้ได้ถึง 5 ลิตร การติดตั้งสามารถทำได้ดังนี้

1.1 ตัดฝาด้านบน เพื่อใช้เป็นส่วนของฝาเตาที่สามารถเปิดปิดได้ เพื่อนำไม้เข้าในเตา และนำถ่านออกมาจากเตา

1.2 เจาะรูในส่วนที่เป็นฝาดัง ขนาดประมาณ 20x25 cm. เพื่อทำหน้าที่เป็นปากเตา ใช้สำหรับปล่อยให้อากาศเข้า และเจาะรูด้านกันถึงใหม่ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 12 ซม. เพื่อที่จะสามารถติดตั้งสามทางปูนขนาด 4 นิ้ว ซึ่งจะใช้ต่อกับท่อโยหินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 1 เมตร

1.3 ขุดหลุมลึกขนาด 1/3 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของถัง เพื่อติดตั้งถังลงในหลุมตามแนวนอน และติดตั้งปล่องควัน และกลบตัวถังด้วยดินหรือทรายเพื่อทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อน

1.4 ตัดไม้ที่จะใช้เผาถ่าน มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 ซม. ยาวประมาณ 80 ซม. บรรจุใส่ถังในแนวนอนตามยาวของถังไม้ที่มีขนาดใหญ่ก็ควรจะผ่าเสียก่อน

1.5 ปิดฝาดังให้แน่นหนาอุดรอยต่าง ๆ ด้วยดินเหนียวไม่ให้เป็นช่องทางให้อากาศเข้าได้ นอกจากทางปากเตา

1.6 จุดไฟที่ปากเตาเพื่อเริ่มต้นเผาถ่าน ระวังตำแหน่งของกองไฟหน้าเตาไม่ให้เข้าใกล้เตาจนเกินไป ตำแหน่งที่เหมาะสมคือประมาณ 1 ฟุต ปล่อยให้ไอร้อนเท่านั้นที่ไหลเข้าไปในเตา

1.7 ดักเก็บน้ำส้มควันไม้ทางปล่องที่ควันออก โดยสังเกตจากสีของควัน

1.8 ควันที่เกิดจากการเผาถ่าน จะแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะได้แก่

- ควันสีขาว จะเป็นช่วงการระเหยของไอน้ำจากภายในเนื้อไม้
- อุณหภูมิที่ปากปล่องช่วงนี้อยู่ระหว่าง 82–120 องศาเซลเซียส แต่การดักเก็บน้ำส้มควันไม้
- กำหนดให้เก็บในช่วงอุณหภูมิ 82–120 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยจากสารทาร์ (Tar)

1.9 เมื่อเวลาผ่านไปให้สังเกตว่าไม่มีควัน ออกมาจากปากปล่องอีก ให้ทำการอุดปากเตาและปากปล่องด้วยดินเหนียวรวมทั้งรอยรั่วอื่น ๆ จนควันไม่สามารถเล็ดลอดออกมาได้โดยเด็ดขาด

1.10 ทิ้งเตาไว้ 1 คืน เตาจะเย็นลงจนสามารถเปิดเตานำถ่านออกมาได้ในเช้าของวันถัดไป

1.11 ปกติการเผาถ่านด้วยเตาถั้งแดงนี้จะใช้เวลาประมาณ 6–8 ชั่วโมง

2. มลพิษทางอากาศ

โลกของเรามีชั้นของบรรยากาศห่อหุ้มอยู่โดยรอบหนาประมาณ 15 กิโลเมตร ชั้นของบรรยากาศดังกล่าวนี้ประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน ออกซิเจน ฝุ่นละอองไอน้ำ และเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในจำนวนก๊าซเหล่านี้ ก๊าซที่สำคัญที่สุดต่อการดำรงอยู่ของ สิ่งมีชีวิตในโลก คือ ก๊าซออกซิเจน และชั้นของบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนเพียงพอ ต่อการดำรงชีวิตมีความหนาเพียง 5-6 กิโลเมตรเท่านั้น ซึ่งปกติจะมีส่วนประกอบ ของก๊าซต่าง ๆ ค่อนข้างคงที่ คือ ก๊าซไนโตรเจน 78.09% ก๊าซออกซิเจน 20.94% ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเฉื่อย 0.97% ในปริมาณคงที่ของก๊าซดังกล่าวนี้ เราถือว่าเป็นอากาศบริสุทธิ์แต่เมื่อใดก็ตามที่ส่วนประกอบของอากาศเปลี่ยนแปลงไปมีปริมาณ

ของฝุ่นละออง ก๊าซ กลิ่น หมอกควัน ไอ ควันน้ำ เชื้อมาและกัมมันตภาพรังสีอยู่ในบรรยากาศมากเกินไป เราเรียกกสภาวะดังกล่าวว่า "อากาศเสีย" หรือ "มลพิษทางอากาศ"

2.1 ความหมาย ของ มลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ หมายถึง ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลา นานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่าง ๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า ก๊าซธรรมชาติ อากาศเสียที่เกิดขึ้น โดยธรรมชาติเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมาก เพราะแหล่งกำเนิดอยู่ไกลและปริมาณที่เข้าสู่สภาพแวดล้อมของมนุษย์และสัตว์มีน้อย กรณีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ มลพิษจากท่อไอเสีย ของรถยนต์จากโรงงานอุตสาหกรรมจากกระบวนการผลิตจากกิจกรรมด้านการเกษตรจากการระเหย ของก๊าซบางชนิด ซึ่งเกิดจากขยะมูลฝอยและของเสีย เป็นต้น แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญของประเทศไทย แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้ ยานพาหนะ และโรงงานอุตสาหกรรม

2.1.1 มลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดยานพาหนะ ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศจำกัดเฉพาะในเขตชุมชนขนาดใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานครและปริมณฑล แต่ปัญหามลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นปัญหาเฉพาะพื้นที่กระจายอยู่ทั่วประเทศทั้งในเขตชนบทและเขตเมือง การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วของประเทศจากภาคเกษตรกรรม มาเป็นภาคอุตสาหกรรมทำให้กรุงเทพมหานครซึ่งเป็นศูนย์กลางของแหล่งธุรกิจและความเจริญมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดความต้องการในการเดินทางและการขนส่งมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาจราจรติดขัดเข้าขั้นวิกฤต และนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ การจราจรที่ติดขัดทำให้รถเคลื่อนตัวได้ด้วยความเร็วต่ำ มีการหยุดและออกตัวบ่อยครั้ง ขึ้นน้ำมันถูกเผาผลาญมากขึ้น การสันดาปของน้ำมันเชื้อเพลิงไม่สมบูรณ์ และมีการระบายสารมลพิษทางท่อไอเสียในสัดส่วนที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นบริเวณที่ใกล้ถนนที่มีการจราจรติดขัด จะมีปัญหามลพิษทางอากาศที่รุนแรงกว่า ในบริเวณที่มีการจราจรคล่องตัว สารมลพิษที่ระบายเข้าสู่บรรยากาศที่เกิดจาก การคมนาคมขนส่ง ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน สารตะกั่วและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

2.1.2 มลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดผล กระทบต่อคุณภาพอากาศในบรรยากาศและอาจส่งผล กระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในชุมชน โดยทั่วไปหรือก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมมีอยู่ 3 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำมันเตา และน้ำมันดีเซล สารมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ซึ่งพบว่ามีปริมาณการระบายออกสู่บรรยากาศเพิ่มมากขึ้นทุกปีตามปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น สารมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ซึ่งพบว่ามีปริมาณการระบายออกสู่บรรยากาศเพิ่มมากขึ้นทุกปีตามปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น การที่เมื่อไม่ได้รับความร้อนจนกระทั่งมีอุณหภูมิสูงถึง 300 °C จะลุกไหม้จนเกิดก๊าซ เกิดถ่าน ซึ่งถ้าเป็นการเผาไหม้ในอากาศเปิดการเผาไหม้จะดำเนินไปจนถึงที่สุด กล่าวคือ จนกระทั่งเหลือแต่ขี้เถ้า แต่ถ้าถูกเผาในสภาพอากาศปิดหรือจำกัดอากาศ ไม้จะเปลี่ยนสภาพกลายเป็นถ่าน ในปฏิกิริยาการเผาไหม้ทุกครั้งจะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเสมอ ซึ่งก๊าซนี้จะส่งผลต่อสภาพแวดล้อม คือ ทำให้โลกร้อนขึ้น จะทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ปัญหามลพิษทางชุมชน ประชาชนหรือบุคคลที่ทำงานอยู่ในบริเวณนั้น และ บริเวณใกล้เคียงจะได้รับควันจากการเผาถ่าน ทำให้หายใจลำบากทำงานไม่สะดวก ซึ่งจะส่งผลเสียต่อสุขภาพในระยะยาว

3 น้ำส้มควันไม้

3.1 ความรู้เกี่ยวกับน้ำส้มควันไม้

"น้ำส้มควันไม้" (Wood vinegar) หรือมีชื่อทางเคมีว่า Pyroligneous acid เป็นของเหลวสีน้ำตาลใส มีกลิ่นควันไฟ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย และเป็นกรดอ่อนที่มีค่าพีเอช (pH) ประมาณ 3.0 และมีค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ประมาณ 1.015 น้ำส้มควันไม้ เป็นของเหลวผลิตได้จากการควบแน่นของควันไฟที่เกิดขึ้น ในขณะที่ฟืนไม้กำลังเปลี่ยนเป็นถ่านในเตาเผา(ขั้นตอนที่เรียกว่า "Carbonization") โดยอุณหภูมิที่เตาอยู่ระหว่าง 300-400 องศาเซลเซียสในสภาวะอุณหภูมิดังกล่าวสารประกอบต่างๆ ในไม้ฟืนจะถูกความร้อนสลายตัวทำให้เกิดเป็นสารประกอบ

ใหม่ อันเป็นประโยชน์ในหลายๆ ด้านไม่ว่า จะเป็นการปลูกพืช การเลี้ยงปลา เลี้ยงสัตว์ หรือการนำไปใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมอื่น (ประพันธ์, 2547) น้ำส้มไม่มีสารประกอบทางเคมีมากกว่า 200 ชนิด และมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือกรดอะซิติก (Acetic acid) ฟอรัลดีไฮด์ (Formaldehyde) เมทานอล (Methanol) และน้ำมันทาร์ (Tar) เป็นต้น (อานัฐ, 2549)

น้ำส้มควันไม้ สามารถเก็บได้ง่ายโดยอาศัยการถ่ายทอดความร้อนจากปล่องดักควันสู่อากาศรอบปล่องดักควันความชื้นในควันจะควบแน่นเป็นหยดน้ำ ซึ่งมีปริมาณเพียง 8% ของน้ำหนักพืน หากต้องการปริมาณเพิ่มขึ้น โดยการนำท่อหล่อน้ำเย็นติดตั้งในปล่องดักควัน ซึ่งจะได้ถึง 15% น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเก็บจากเตาผลิตถ่าน ยังไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที เนื่องจากการเปลี่ยนเป็นถ่านไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมทั้งเตา แต่จะเริ่มก่อนที่หน้าเตาด้านบนแล้วแผ่กระจายไปยังหลังเตาด้านล่าง ควันที่ออกมาจากปล่องจึงเป็นควันที่ผสมระหว่างควันอุณหภูมิต่ำและสูง เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 310 องศาเซลเซียส ลิกนินจะสลายตัว เกิดน้ำมันดินและสารระเหยง่ายปนออกมาด้วย จึงต้องทำให้น้ำส้มควันไม้บริสุทธิ์เสียก่อน โดยการปล่อยให้ตกตะกอนประมาณ 90 วัน โดยจะแบ่งเป็น 3 ชั้น ชั้นบนสุดเป็นน้ำมันใส ชั้นกลางเป็นของเหลวใสสีขาวคือน้ำส้มควันไม้ และชั้นล่างเป็นของเหลวข้นสีดำคือน้ำมันดิน หากนำผงถ่านมาผสมประมาณ 5% โดยน้ำหนัก จะตกตะกอนเร็วขึ้นประมาณ 45 วัน น้ำส้มควันไม้ที่ได้นี้นำมากรองซ้ำอีกครั้งจึงนำไปใช้ประโยชน์ได้

สารประกอบสำคัญในน้ำส้มควันไม้ ได้แก่ น้ำ กรดอินทรีย์ และสารอินทรีย์อื่นๆ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม เช่น ใช้ผลิตสารดับกลิ่นตัว ผลิตสารปรับผิวนุ่ม ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารรมควัน ย้อมผ้า ผลิตสารป้องกันเนื้อไม้จากเชื้อราและแมลง ผลิตยารักษาโรคผิวหนัง ยาช่วยย่อย น้ำส้มควันไม้เป็นน้ำส้มสารพัดประโยชน์เหมาะสมที่จะมีไว้ติดบ้าน สามารถใช้ทดแทนสารเคมีด้วยความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ใช้รักษาแผลสด น้ำร้อนลวกและไฟลวก รักษาโรคน้ำกัดเท้าและเชื้อราที่ผิวหนัง ผสมน้ำ 20 เท่า ราดทำลายปลวกและมด ผ่าเชื้อจุลินทรีย์และแมลงในดิน เทียบได้กับการอบฆ่าเชื้อด้วยการรมควัน ผสมน้ำ 50 เท่า ผ่าเชื้อด้วยระบบรมควัน ผสมน้ำ 50 เท่า ผ่าเชื้อจุลินทรีย์ ที่เข้าไปทำลายพื้นแล้ว ผสมน้ำ 100 เท่า ราดโคนต้นไม้รักษาโรค รา และโรคเน่า รวมทั้งป้องกันแมลงไม่ให้วางไข่ ผสมน้ำ 200 เท่า ฉีดพ่นใบไม้เพื่อขับไล่แมลงและป้องกันเชื้อรา รดโคนต้นไม้เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากสารประกอบอะซีทิลโคเอนไทม์ ซึ่งสร้างขึ้นโดยพืชและจุลินทรีย์ที่ได้รับสารโดยกรดน้ำส้ม เปลี่ยนเป็นสารประกอบต่างๆ กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ผสมน้ำ 500 เท่า ฉีดพ่นผลอ่อนของพืชช่วยให้ผลโตขึ้น หลังจาก

ติดผลแล้ว 15 วัน และฉีดพ่นอีกครั้งก่อนเก็บเกี่ยว 20 วัน เพื่อเพิ่มน้ำตาลในผลไม้ ผลสมน้ำ 1,000 เท่า เป็นสารจับใบ ช่วยลดการใช้สารเคมี ที่ทำให้เกิดพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อม



ภาพที่ 1 : แสดงน้ำส้มควันไม้เมื่อผสมน้ำตามอัตราส่วนต่าง ๆ

ที่มา : www.fisheries.go.th/cf-kung_krabaen/agricul1.htm, 1 ตุลาคม 2551

3.2 ส่วนประกอบของน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบต่าง ๆ มากกว่า 200 ชนิด สารประกอบที่สำคัญ ได้แก่ น้ำ 85 % กรดอินทรีย์ประมาณ 3 % และสารอินทรีย์อื่นๆอีกประมาณ 12 % ซึ่งกรดอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำส้มควันไม้มีหลายชนิด ที่สำคัญ คือ กรดอะซิติก (Acetic acid), กรดฟอร์มิก (กรดมด), ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde), เอทิล เอ็น วาเลอเรต (ethyl-n-valerate), เมทานอล (methanol), น้ำมันทาร์ (Tar) อะซีโตน (Acetone) และฟีนอล (Phenol) ฯลฯ สารประกอบที่สำคัญในน้ำส้มควันไม้ (Wood Vinegar) มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 กรดอะซิติก(กรดน้ำส้ม) เป็นสารกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อไวรัส

3.2.2 สารประกอบฟีนอล เป็นสารในกลุ่มควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและสารฆ่าแมลง ใช้ล้างแผล ทำยาจำพวกแอลกอฮอล์และทำวัตถุหลอมเหลว

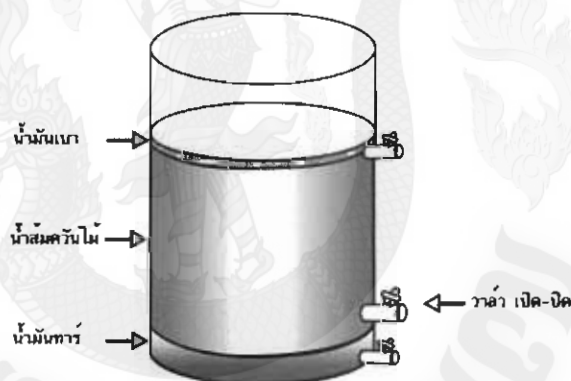
3.2.3 ฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสารในกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคและแมลงศัตรูพืช

3.2.4 เอธิลเอ็นวาลอเรตเป็นสารในกลุ่มเร่งการเจริญเติบโตของพืช

3.2.5 เมธานอล แอลกอฮอล์ที่ดื่มกินไม่ได้ (หากเข้าตาจะทำให้ตาบอด) เร่งการงอกของเมล็ดและราก ใช้ฆ่าเชื้อโรคได้และเป็นสารในกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อไวรัส

3.2.6 อะซีโตน สารละลายวัตถุ ใช้ทำน้ำยาทาเล็บและเป็นสารเสพติด

3.2.7 น้ำมันทาร์ เป็นสารจับใบช่วยลดการใช้สารเคมี



ภาพที่ 2 : แสดงส่วนประกอบของน้ำส้มควันไม้ในแต่ละชั้น

ที่มา : www.ata.or.th/projects/ashram/ashram-vinegar.htm, 1 ตุลาคม 2551

3.3 การผลิตน้ำส้มควันไม้จากการเผาถ่านด้วยเตาเผา 200 ลิตร

การดักเก็บควันอยู่ในช่วงของการเผาถ่านอุณหภูมิปากปล่องประมาณ 80-150 องศาเซลเซียส หรือสังเกตจากควันที่ปากปล่องจะมีสีขาวขุ่น กลิ่นฉุน หรือใช้กระเบื้องแผ่นเรียบสีขาวอังบนปากปล่อง ทิ้งไว้สักครู่ แล้วนำแผ่นกระเบื้องมาดูหยดน้ำที่เกาะบนกระเบื้องจะใส และมีสีเหลืองปนน้ำตาล การเผาถ่านมีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

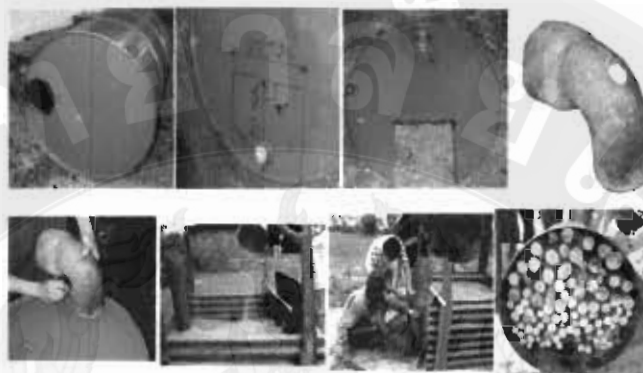
3.3.1 เมื่อเริ่มจุดไฟหน้าเตาเป็นช่วงไล่ความชื้น อุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่ออุณหภูมิปากปล่องประมาณ 55-60 องศาเซลเซียส และในเตาประมาณ 150 องศาเซลเซียส ควันจะเริ่มมีกลิ่น

เหม็น และเมื่อใส่พืชน้ำเตาไปเรื่อย ๆ อุณหภูมิที่ปากปล่องจะสูงขึ้นไปอีกประมาณ 70-75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในเตาประมาณ 200-250 องศาเซลเซียส ควันจะมีกลิ่นเหม็นฉุน ในช่วงที่ 1 นี้ ถือเป็นช่วงของการไล่ความชื้น หรือคายความชื้น ใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง นับจากเมื่อพืชน้ำเตาติดแล้ว

3.3.2 เมื่อปล่อยให้พืชน้ำเตาติดต่อไปอีกเรื่อย ๆ อุณหภูมิปากปล่องก็จะสูงเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 80-85 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 300-400 องศาเซลเซียส ควันจะรวมตัวกันหนาแน่น พุงขึ้นมีสีขาวขุ่นและมีกลิ่นเหม็นฉุนอย่างรุนแรง เรียกว่า “ควันบ้า” ซึ่งช่วงนี้ไม่เริ่มกลายเป็นถ่านหรือเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน ซึ่งอุณหภูมิในเตาจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ สามารถลดเชื้อเพลิงพืชน้ำเตาหรือไม่ต้องเติมพืชน้ำเตาได้ หากใช้กระบะเบี่ยงแผ่นเรียบสีขาวอังบนปากปล่อง ควันแล้วสังเกตดูหยดน้ำที่เกาะมีสีเหลืองปนน้ำตาล ถือว่าเป็นช่วงที่เริ่มเก็บน้ำส้มควันไม้ได้ โดยนำท่อไม้ผ่า (ท่อทะลุปล่องยาวประมาณ 3-5 เมตร) หรือวัสดุทนกรด นำไปวางเหนือปากปล่องเพื่อดักเก็บควันซึ่งเมื่อควันถูกความเย็นก็จะเกิดการควบแน่นรวมกันเป็นหยดน้ำ ทั้งนี้การเก็บน้ำส้มควันไม้จะนับระยะเวลาการเก็บจากที่เริ่มต้นเก็บออกไปประมาณ 4 ชั่วโมง หรืออุณหภูมิปากปล่องประมาณ 80-150 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในเตาประมาณ 300-450 องศาเซลเซียส หรือสังเกตสีควันที่ปากปล่องเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินก็ให้หยุดเก็บน้ำส้มควันไม้ได้

3.3.3 เป็นช่วงที่ทำให้ถ่านบริสุทธิ์ โดยเปิดพืชน้ำเตาให้อากาศไหลเข้าไปได้เพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มความร้อนให้สูงขึ้นสำหรับเผาไล่ไขมันดินให้ออกไปจากถ่าน ซึ่งไขมันดินที่อยู่ในถ่านนี้ หากไม่กำจัดถูกกำจัดออกไปแล้ว เมื่อนำถ่านไปใช้ก็จะได้ถ่านที่มีคุณภาพต่ำ และเมื่อนำไปประกอบอาหารปิ้งย่าง ไขมันดินที่ค้างอยู่ในถ่านเมื่อถูกเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิสูงกว่า 425 องศาเซลเซียสแล้ว จะเกิดเป็นสารประกอบใหม่ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค อุณหภูมิที่ปากปล่องในช่วงนี้จะสูงขึ้นมากกว่า 150 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่ควรเก็บน้ำส้มควันไม้ในช่วงนี้ ด้วยเนื่องจากมีสารประกอบที่เป็นโทษต่อการนำไปใช้ ในช่วงนี้เมื่อสังเกตควันจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นควันใส ให้ทำการปิดพืชน้ำเตารวมทั้งปากปล่องควัน

3.3.4 เป็นช่วงที่ปล่อยให้เตาเย็นลง ก่อนที่นำถ่านไม้ออกจากเตามาใช้งาน ซึ่งก่อนเปิดเตาต้องให้อุณหภูมิในเตาดำกว่า 50 องศาเซลเซียส เพราะหากสูงกว่านั้นจะทำให้ถ่านลุกติดได้ ในที่นี้อาจจะทดลองเอามือแตะที่ปล่องควันเมื่อปล่องควันเย็นตัวจนเอามือสัมผัสได้ แสดงว่าสามารถเปิดเตาได้ และการเปิดเตาต้องเปิดที่ปล่องก่อน เพื่อระบายความร้อนและแก๊สที่ยังคงค้างอยู่ในเตาให้หมด หลังจากนั้นจึงเปิดพืชน้ำเตา



ภาพที่ 3 : แสดงการผลิตน้ำส้มควันไม้จากการเผาถ่านด้วยเตาเผา 200 ลิตร

ที่มา : www.energy.go.th/moen/ActivityDetail.aspx?id=154, 1 ตุลาคม 2551

3.4 คุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้

3.4.1 น้ำส้มควันไม้แตกต่างจากน้ำส้มสายชูหรือน้ำส้มอื่นๆ ที่ได้จากการหมักหรือสังเคราะห์อื่นๆ คือ มีสารประกอบหลากหลายกว่า โดยเฉพาะฟีนอล ซึ่งได้จากการสลายตัวของลิกนิน

3.4.2 น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ต่างชนิดก็จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันด้วย เช่น น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสจะมีความเป็นกรดต่ำ และมีสีใส แต่มีเมททานอลสูงกว่าไม้กระถินยักษ์หรือไม้สะเดา

3.4.3 น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบต่างๆ มากกว่า 200 ชนิด ซึ่งได้จากการสลายตัวของไม้ด้วยความร้อน เกิดเป็นสารประกอบใหม่หลายชนิด เช่น กรดอินทรีย์ และแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ ที่ได้จากการสลายตัวของเฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส ส่วนฟีนอลได้จากการสลายตัวของลิกนิน

3.4.4 น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบที่สำคัญ ได้แก่ น้ำ 85% กรดอินทรีย์ ประมาณ 3 % และสารอินทรีย์อื่นๆ อีกประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรด ประมาณ 3 ความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.012 - 1.024 แตกต่างกันไปตามชนิดของเนื้อไม้ (ปรีชา, 2547)

3.5 การทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์

น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเก็บจากเตาผลิตถ่าน ยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที เนื่องจากการเปลี่ยนเป็นถ่านไม้ได้เกิดขึ้นพร้อมกันทั้งเตา แต่จะเริ่มก่อนที่หน้าเตาด้านบน แล้วแผ่

กระจายมายังหลังเตาด้านล่าง ดังนั้นควันที่ออกมาจากปล่องควัน จึงเป็นควันที่ผสมกันระหว่าง ควันอุณหภูมิต่ำและควันอุณหภูมิสูง และเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 310 องศาเซลเซียส ลิกนินก็จะเริ่มสลายตัว โดยจะมีน้ำมันดิน และสารระเหยง่ายปนออกมาด้วย น้ำมันดินที่ละลายน้ำไม่ได้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการเกษตรไม่ได้ เพราะจะไปปิดปากใบพืช และเกาะติดรากพืช ทำให้พืชเจริญเติบโตช้าหรือตายได้ ดังนั้น (เทคโนโลยีเกษตรแนวใหม่, 2546)

วิธีการให้น้ำส้มควันไม้บริสุทธิ์ สามารถทำได้ 3 วิธีการ คือ

3.5.1 ปลอ่ยให้ตกตะกอน โดยนำน้ำส้มควันไม้มาเก็บในถังทรงสูง ซึ่งมีความสูงมากกว่าความกว้าง ประมาณ 3 เท่า โดยทิ้งให้ตกตะกอนนานประมาณ 90 วัน น้ำส้มควันไม้ก็จะตกตะกอนแบ่งเป็น 3 ชั้น โดยชั้นบนสุดเป็นน้ำมันใส ชั้นกลางเป็นของเหลวใสสีขาว คือ น้ำส้มควันไม้ และชั้นล่างสุดจะเป็นของเหลวชั้นสีดำคือน้ำมันดิน หากนำผงดำนมาผสม ประมาณ 5% โดยน้ำหนัก ผงดำนก็จะดูดซับทั้งน้ำมันใสและน้ำมันดินให้ตกตะกอนลงสู่ชั้น 3609 .ล่างสุดในเวลาที่รวดเร็วขึ้นประมาณ 45 วัน เท่านั้นระหว่างการปลอ่ยให้ตกตะกอนสารประกอบในน้ำส้มควันไม้จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนและทำปฏิกิริยากัน เปลี่ยนสารประกอบใหม่ที่มีโมเลกุลยาวขึ้น เช่น ฟอร์มาลดีไฮด์ ทำปฏิกิริยากับฟีนอลเปลี่ยนเป็นน้ำมันดินแล้วตกตะกอน หรือจับตัวติดแน่นกับผนังของถังเก็บ ดังนั้นหากนำน้ำส้มควันไม้มากรองโดยไม่ให้ตกตะกอนเสียก่อนก็จะเกิดน้ำมันดิบใหม่ได้ทั้งๆ ที่ได้ผ่านการกรองแล้ว 15 ถึงเก็บควรมีวาล์ว 3 ระดับคือ ระดับบนมีไว้สำหรับแยกน้ำมันใส ระดับกลางมีไว้สำหรับเก็บน้ำส้มควันไม้ และก้นถังสำหรับถายน้ำมันดิน แต่ถ้าใช้ถ่านช่วยตกตะกอนมีเพียงระดับกลาง ก็พอ เมื่อแยกน้ำส้มควันไม้เสร็จแล้วต้องยกถังเพื่อเทผงดำนผสมน้ำมันดินออก เพราะผงดำนผสมน้ำมันดินไม่สามารถไหลผ่านวาล์วได้ ผงดำนผสมน้ำมันดินสามารถนำไปใช้โรยรอบอาคารเพื่อป้องกันสัตว์ต่างๆ เช่น มด ปลวก ตะขาบ ฯลฯ และจะสลายตัวได้เองภายในเวลาไม่นานนัก แต่ห้ามทิ้งลงแหล่งน้ำเด็ดขาดหลังจากตกตะกอนจนครบกำหนดแล้ว นำน้ำส้มควันไม้มากรองซ้ำอีกครั้งด้วยผ้ากรองแล้วจึงนำไปใช้ประโยชน์ได้ น้ำส้มควันไม้ที่บริสุทธิ์ต้องมีน้ำมันดินไม่เกิน 1% ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ง่าย โดยการดูความใสหากมีน้ำมันดินเกิน 1% น้ำส้มควันไม้จะขุ่น และมีสีดำน้ำส้มควันไม้ที่ดีจะมีลักษณะใสสีขาว หรือน้ำตาลแดง แตกต่างกันไปตามชนิดของไม้

3.5.2 การกรอง โดยใช้ผ้ากรองหรือถังกรองที่ใช้ผงดำนกัมมันต์ ซึ่งจะได้คุณสมบัติแตกต่างกันไป เพราะถ่านกัมมันต์ จะลดความเป็นกรดของน้ำส้มควันไม้ และจะใช้วิธีการนี้เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในการทำอุตสาหกรรม

3.5.3 การกลั่น โดยกลั่นได้ทั้งในความดันบรรยากาศ และกลั่นแบบลดความดันรวมทั้งกลั่นแบบลำดับส่วนเพื่อแยกเฉพาะสารหนึ่งสารใดในน้ำส้มควันไม้ มาใช้ประโยชน์ มักใช้ในอุตสาหกรรมผลิตยาอย่างใดก็ตามทั้งการกรอง และการกลั่น ต้องทำหลังจากตกตะกอนก่อนเท่านั้นเนื่องจากต้องรอให้เกิดปฏิกิริยาในน้ำส้มควันไม้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์เสียก่อน

3.6 วิธีเก็บน้ำส้มควันไม้

เก็บน้ำส้มควันไม้ที่อุณหภูมิปากปล่องที่ 80 องศาเซลเซียส และหยุดเก็บที่ 150 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิดังกล่าวจะไม่มีสารก่อมะเร็ง ใช้เวลาเผา 10 ชั่วโมง จะได้ถ่าน 15 กิโลกรัม น้ำส้มควันไม้ที่เก็บจากการกลั่นตัวที่ปล่องควันยังไม่สามารถนำมาใช้งานได้ทันทีเนื่องจากยังมีส่วนประกอบบางอย่างที่อาจเป็นอันตรายต่อพืชหรือสิ่งมีชีวิตได้ เช่น น้ำมันดิน (ทาร์) ที่อาจจะไปปิดปากใบและเกาะติดรากในพืชทำให้พืชเหี่ยวเฉา หรือตายได้ ดังนั้น การนำน้ำส้มควันไม้มาใช้ประโยชน์จริงจะต้องผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์เสียก่อน ซึ่งมีวิธีการ 3 วิธี คือ

3.6.1 ปลอ่ยให้ตกตะกอน โดยนำน้ำส้มควันไม้ดิบที่กลั่นได้มาเก็บในถังทรงสูงมากกว่าความกว้างประมาณ 3 เท่า ทิ้งให้ตกตะกอนใน 90 วัน จะทำให้น้ำส้มควันไม้แยกตัวเป็น 3 ระดับ ชั้นบนจะเป็นน้ำมันใสชั้นกลางจะเป็นของเหลวสีชา ซึ่งคือน้ำส้มควันไม้ที่จะนำไปใช้ได้ ส่วนชั้นล่างสุดนั้นเป็นของเหลวชั้นสีดำ เราสามารถลดเวลาการตกตะกอนโดยการผสมผงถ่านประมาณ 5% ของน้ำหนักรวมของน้ำส้มควันไม้ทั้งหมด โดยผงถ่านจะดูดซับทั้งน้ำมันใสชั้นบนและน้ำมันดินลงสู่ชั้นล่างสุดในเวลา 45 วันเท่านั้น

3.6.2 หลังจากตกตะกอนในถังจนครบกำหนดแล้วจึงนำของเหลวสีชาในชั้นกลางมากรองซ้ำอีกครั้งด้วยผ้ากรองจึงจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยน้ำส้มควันไม้ที่บริสุทธิ์ควรจะมีน้ำมันดินไม่เกิน 1% พิจารณาด้วยสายตา น้ำส้มควันไม้ที่ดีควรมีสีใสจนถึงขาว หากมีลักษณะขุ่นดำแสดงถึงความหนาแน่นของน้ำมันดิน อาศัยการกรองและกลั่น แต่จะยุ่งยากนิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณสมบัติเฉพาะในอุตสาหกรรมนั้น ๆ

3.6.3 น้ำส้มควันไม้ที่สกัดได้มาใหม่จะมีสารแขวนลอย ซึ่งก่อให้เกิดมะเร็ง หากนำไปใช้ทันที จะทำให้สารดังกล่าวไปจับที่ปากใบพืช ดังนั้นจึงต้องทำให้เกิดการตกตะกอน โดยนำเศษถ่านล้างน้ำให้สะอาด ตากให้แห้งบดให้เป็นผง จากนั้นใส่น้ำส้มควันไม้ 100 ลิตร โรยผงถ่านบด 5 กิโลกรัม ห้ามกวนน้ำ ทิ้งไว้ 45 วัน จะเกิดการตกตะกอน สารที่ก่อมะเร็งจะตกตะกอนอยู่ด้านล่าง ต้องตักน้ำส่วนกลางใส่ภาชนะที่ปิดเรียบร้อยไม่สัมผัสเทียน ทิ้งอีก 45 วัน น้ำที่ได้จะสามารถนำไปฉีดพ่นได้ หรือถ้าต้องการทำปุ๋ยให้น้ำเฉพาะไม้ ผงถ่านและเศษถ่านที่เหลือไปแช่น้ำส้มควัน

ไม้ นำไปโรยในสวนจะเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ ส่วนล่างที่เป็นตะกอนนำไปเทหลุมเสา เพื่อใช้ไล่และป้องกันปลวก



ภาพที่ 4 : แสดงวิธีเก็บน้ำส้มคว้นไม้

ที่มา : <http://gotoknow.org/blog/bansuanporpeang>, 1 ตุลาคม 2551

3.7 การเก็บรักษาน้ำส้มคว้นไม้

น้ำส้มคว้นไม้ที่ได้จากการดักเก็บจะไม่นำไปใช้ประโยชน์ทันที เนื่องจากการเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่านไม้ได้เกิดขึ้นพร้อมกันทั้งเตา ดังนั้นควันที่เกิดขึ้นจึงเป็นควันที่ผสมกันระหว่างควันที่อุณหภูมิต่ำและสูง ดังนั้นจะมีน้ำมันดิน และสารระเหยง่ายปนออกมาด้วย น้ำมันดินที่ละลายน้ำไม่ได้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการเกษตรไม่ได้เพราะจะไปปิดปากใบของพืช และเกาะติดรากพืชทำให้พืชเหี่ยวเฉาหรือตายได้ นอกจากนั้นหากเพลิงพื้นดินจะทำให้ดินแข็งเป็นดาน รากพืชไม่สามารถไชลงดินได้ ดังนั้นเมื่อเก็บน้ำส้มคว้นไม้แล้วต้องทิ้งช่วงและมีการทำให้น้ำส้มคว้นไม้บริสุทธิ์ก่อนนำไปใช้ประโยชน์อย่างน้อย 3 เดือน โดยต้องเก็บในที่เย็นร่มหรือเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดแสงและไม่มีสิ่งรบกวน หากเก็บไว้ที่โล่งแจ้งน้ำส้มคว้นไม้จะทำปฏิกิริยากับอากาศและรังสีอุลตราไวโอเลตในแสงอาทิตย์กลายเป็นน้ำมันดินซึ่งในน้ำมันดินก็จะมีสารก่อมะเร็งด้วยและหากนำไปใช้กับพืช น้ำมันจะจับกับใบไม้ ทำให้ต้นไม้ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ดีเก็บน้ำส้มที่อุณหภูมิปากปล่องที่ 80 องศา และหยุดเก็บที่ 150 องศา และอุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 300-400 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิ ดังกล่าวจะไม่มีสารก่อมะเร็ง ใช้เวลาเผา 10 ชม. จะได้ถ่าน 15 กก. น้ำส้มคว้นไม้ 2 ลิตร น้ำส้มคว้นไม้ดินที่เก็บจากการกลั่นตัวที่ปล่องคว้นยังไม่สามารถนำมาใช้งานได้ทันที เนื่องจากยังมีส่วนประกอบบางอย่างที่อาจเป็นอันตรายต่อพืชหรือสิ่งมีชีวิตได้

เช่น น้ำมันดิน (ทาร์) ที่อาจจะไปปิดปากใบและเกาะติดรากในพืชทำให้พืชเติบโตช้า หรือตายได้ ดังนั้นการนำน้ำส้มควันไม้มาใช้ให้เกิดประโยชน์จริงจะต้องผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์เสียก่อน ซึ่งมีวิธีการ 3 วิธี คือ

3.7.1 ปลอຍให้ตกตะกอน โดยนำน้ำส้มควันไม้ดิบที่กลั่นได้มาเก็บในถังทรงสูงมากกว่า ความกว้างประมาณ 3 เท่า ปล่อยให้ตกตะกอนใน 90 วัน จะทำให้น้ำส้มควันไม้แยกตัวเป็น 3 ระดับ ชั้นบนจะเป็นน้ำมันใสชั้นกลางจะเป็นของเหลวสีชา ซึ่งคือน้ำส้มควันไม้ที่จะนำไปใช้ได้ ส่วนชั้น ล่างสุดนั้นเป็นของเหลวข้นสีดำ เราสามารถลดเวลาการตกตะกอนโดยการผสมผงถ่านประมาณ 5 % ของน้ำหนักรวมของน้ำส้มควันไม้ทั้งหมด โดยผงถ่านจะดูดซับทั้งน้ำมันใสชั้นบนและน้ำมัน ดินลงสู่ชั้นล่างสุดในเวลา 45 วันเท่านั้น

3.7.2 หลังจากตกตะกอนในถังจนครบกำหนดแล้วจึงนำของเหลวสีชาในชั้นกลางมากรอง ซ้ำอีกครั้งด้วยผ้ากรองจึงจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยน้ำส้มควันไม้ที่บริสุทธิ์ควรจะมีน้ำมัน ดินไม่เกิน 1 % พิจารณาด้วยสายตาน้ำส้มควันไม้ที่ดีควรจะมีสีใสจนถึงชา หากมีลักษณะขุ่นดำ แสดงถึงความหนาแน่นของน้ำมันดิน อาศัยการกรองและกลั่น แต่จะยุ่งยากนิยมใช้ในโรงงาน อุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณสมบัติเฉพาะในอุตสาหกรรมนั้น ๆ

3.7.3 น้ำส้มควันไม้ที่สกัดได้มาใหม่จะมีสารแขวนลอย ซึ่งก่อให้เกิดมะเร็ง หากนำไปใช้ ทันที จะทำให้สารดังกล่าวไปจับที่ปากใบพืช ดังนั้นจึงต้องทำให้เกิดการตกตะกอน โดยนำเศษถ่าน ล้างน้ำให้สะอาด ตากให้แห้งบดให้เป็นผง จากนั้นใส่น้ำส้มควันไม้ 100 ลิตร โรยผงถ่านบด 5 กก. ห้ามกวนน้ำ ทิ้งไว้ 45 วัน จะเกิดการตกตะกอน สารที่ก่อมะเร็งจะตกตะกอนอยู่ด้านล่าง ต้องตักน้ำ ส่วนกลางใส่ภาชนะที่ปิดเรียบร้อยไม่สัมผัสอากาศ ทิ้งอีก 45 วัน น้ำที่ได้จะสามารถนำไปฉีดพ่น สวนได้ หรือถ้าต้องการทำปุ๋ยให้น้ำเศษไม้ ผงถ่านเศษถ่านที่เหลือไปแช่น้ำส้มควันไม้ นำไปโรยใน สวนจะเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ ส่วนล่างที่เป็นตะกอนนำไปเทหลุมเสา เพื่อใช้ไล่และป้องกันปลวก

3.8 การใช้ประโยชน์จากน้ำส้มควันไม้

อานัฐ, 2549 กล่าวว่า น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบต่างๆ มากมายหลายชนิด จึงสามารถ นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย คือ

3.8.1 อุตสาหกรรม เช่น

- ใช้ผลิตรายดับกลิ่นตัว เฉพาะu3651ญี่ปุ่นมีการนำน้ำส้มคว้นไม้มาผลิตรายดับกลิ่นตัวมากกว่าปีละ 1 ล้านลิตร
- ใช้ผลิตรายปรับผิวนุ่ม ใช้ทั้งแบบโดยตรงทางผิวหนังหรือผสมน้ำอาบ
- ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารรมควัน
- ใช้ในอุตสาหกรรมย้อมผ้า
- ใช้ผลิตรายป้องกันเนื้อไม้จากเชื้อราและแมลง
- ใช้ผลิตรายรักษาโรคผิวหนัง ยาฆ่าเชื้อไทฟอยด์ อาหารเสริมเพิ่มภูมิคุ้มกันต้านทาน อาหารเสริมการทำงานของตับ 16
- ใช้ผลิตรายช่วยย่อย

3.8.2 ใช้ในครัวเรือน น้ำส้มคว้นไม้จัดได้ว่าเป็นน้ำส้มสารพัดประโยชน์ ที่เหมาะสมจะมีไว้ติดบ้าน สามารถทดแทนการใช้สารเคมีได้ ดังนี้

- ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ใช้รักษาแผลสด แผลถูกน้ำร้อนลวก และไฟลวก รักษาโรค น้ำกัดเท้าและเชื้อราที่ผิวหนัง
- ผสมน้ำ 20 เท่า ราดทำลายปลวก และมด
- ผสมน้ำ 50 เท่า ป้องกันปลวก มด และสัตว์ต่างๆ เช่น ตะขาบ ตะเข็บ แมงป่อง กิ้งกือ
- ผสมน้ำ 100 เท่า ราดโคนต้นไม้รักษาโรครา และโรคเน่า รวมทั้งป้องกันแมลงไม่ให้วางไข่ ชีดพ่นถึงขยะเพื่อป้องกันกลิ่น และแมลงวัน ใช้ดับกลิ่นในห้องน้ำ ครัว และบริเวณขึ้นแฉะ ใช้ดับกลิ่นกรงสัตว์เลี้ยง ใช้หมักขยะสด และเศษอาหารเป็นปุ๋ยสำหรับไม้ประดับรอบบ้าน โดยต้องผสมน้ำอีก 5 เท่า หลังจากหมักแล้ว 1 เดือน
- ผสมน้ำ 200 เท่า ชีดพ่นใบไม้เพื่อขับไล่แมลง ป้องกันเชื้อรา และรดโคนต้นไม้เพื่อเร่งการเจริญเติบโต

3.8.3 ใช้ในการเกษตร น้ำส้มคว้นไม้ที่มีความเข้มข้นสูง มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อที่รุนแรงเนื่องจากมีความเป็นกรดสูง และมีสารประกอบ เช่น เมรแทนอล และฟีนอล ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อได้ดี เมื่อเจือจาง 200 เท่า จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ และต่อต้านเชื้อแบคทีเรียจะเพิ่มปริมาณมากขึ้น เนื่องจากได้รับสารอาหารจากกรดน้ำส้ม น้ำส้มคว้นไม้จึงสามารถนำมาใช้ในการเกษตรได้ดี เช่น

- ใช้ผสมน้ำ 20 เท่า พ่นลงดินเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และแมลงในดิน เช่น โรคเน่าและจากเชื้อแบคทีเรีย โรคโคนเน่าจากเชื้อรา ไล่เดือนฝอย ฯลฯ ประสิทธิภาพของน้ำส้มคว้นไม้ที่มีความเข้มข้น

จะเทียบเท่ากับการอบฆ่าเชื้อด้วยการรมควัน แต่ควรทำก่อนการเพาะปลูก 10 วันเพราะน้ำส้มควันไม้ที่รดลงดิน จะไปทำปฏิกิริยากับสารที่มีฤทธิ์เป็นด่าง เกิดคาร์บอนโมโนออกไซด์ (CO) ขึ้นซึ่งเป็นพิษต่อพืช แต่เมื่อก๊าซคาร์บอนโมโนออกไซด์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จึงสามารถปลูกพืชได้รวมทั้งพืชจะได้รับประโยชน์จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย

- ใช้ผสมน้ำ 50 เท่า พ่นลงดิน เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าทำลายพืช หากใช้ความเข้มข้นมากกว่านี้ รากพืชอาจได้รับอันตรายได้

- ใช้ผสมน้ำ 200 เท่า ความเข้มข้นระดับนี้สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ใช้ฉีดพ่นใบพืชรวมทั้งพ่นดินรอบต้นพืชทุก 7-15 วัน เพื่อขับไล่แมลงป้องกัน และกำจัดเชื้อราและกระตุ้นความต้านทาน และการเจริญเติบโตของพืช อีกทั้งฉีดพ่นกองปุ๋ยหมักเพื่อเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ช่วยย่อยให้เป็นปุ๋ยหมักได้เร็วขึ้น 17

- ใช้ผสมน้ำ 500 เท่า ฉีดพ่นผลอ่อนของพืชเพื่อช่วยขยายให้ผลโตขึ้น หลังจากติดผล แล้ว 15 วัน และฉีดพ่นอีกครั้งก่อนเก็บเกี่ยว 20 วัน เพื่อเพิ่มน้ำตาลในผลไม้อีกด้วย

- ใช้ผสมน้ำ 1,000 เท่า เป็นสารจับใบช่วยลดการใช้สารเคมี เนื่องจากสารเคมีสามารถออกฤทธิ์ได้ดีในสารละลายที่เป็นกรดอ่อน ๆ และสามารถลดการใช้สารเคมีมากกว่าครึ่งจากที่เคยใช้

- ใช้ทำปุ๋ยคุณภาพสูง โดยใช้น้ำส้มควันไม้เข้มข้น 100% หมักกับหอยเชอร์รี่บด เศษปลาสด เนื้อ หรือกากถั่วเหลือง โดยใช้โปรตีนต่างๆ 1 กิโลกรัม ต่อน้ำส้มควันไม้ 2 ลิตร หมักนาน 1 เดือน แล้วกรองกากออก เวลาใช้ผสมน้ำ 200 เท่า

- ใช้หมักกับสมุนไพร เช่น เมล็ด และใบสะเดา หางไหลแดง ข่าแก่ ตะไคร้หอม ฯลฯ เพื่อเพิ่มฤทธิ์ของน้ำส้มควันไม้ในการไล่แมลง ป้องกันโรค และสามารถเก็บสารละลายนี้ไว้ได้นานโดยไม่บูดเน่า

3.8.4. ใช้ในด้านปศุสัตว์

- ใช้ลดกลิ่น และแมลงในฟาร์มปศุสัตว์ โดยการใช้ครั้งแรกควรผสมน้ำ 100 เท่าหลังจากนั้นเพิ่มเป็นผสมน้ำ 200 เท่า จะกำจัดกลิ่น และลดจำนวนแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- ใช้ผสมอาหารสัตว์ เพื่อช่วยการย่อยอาหาร และป้องกันโรคท้องเสีย แต่การให้โดยตรงโดยการผสมน้ำสัตว์จะรังเกียจกลิ่นควันไฟ ควรนำไปผสมกับผงถ่านเสียก่อน โดยนำน้ำส้มควันไม้

2 ลิตร ผสมกับผงถ่าน 8 กิโลกรัม แล้วนำผงถ่านที่ชุ่มด้วยน้ำส้มควันไม้ไปผสมอาหารสัตว์ 990 กิโลกรัม ก็จะได้อาหารสัตว์ 1 ตัน พอดี ถ่านผสมอาหารสัตว์ จะมีคุณสมบัติ และประโยชน์ดังนี้

1. ช่วยทำให้การย่อย และการใช้ประโยชน์จากอาหารดีขึ้น ทำให้สัตว์โตเร็วกว่าปกติโดยใช้อาหารเท่าเดิม หรือใช้อาหารน้อยลง 5 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาเท่าเดิม

2. ช่วยยับยั้งการเกิดแก๊ส และดูดซึมโลหะหนักในกระเพาะอาหาร ทำให้สัตว์สุขภาพดีการผลิตน้ำส้มควันไม้จากการเผาถ่านด้วยเตาเผาถ่าน 200 ลิตร การดักเก็บควันอยู่ในช่วงของการเผาถ่านอุณหภูมิปากปล่องประมาณ 80-150 องศาเซลเซียส หรือสังเกตจากควันที่ปากปล่องจะมีสีขาวขุ่น กลิ่นขุ่น หรือใช้กระเบื้องแผ่นเรียบสีขาวอังบนปากปล่องทิ้งไว้สักครู่ แล้วนำแผ่นกระเบื้องมาดูหยดน้ำที่เกาะบนกระเบื้องจะใสและมีสีเหลืองปนน้ำตาล การเผาถ่านมีอยู่ 4 ขั้นตอนคือ

1. เมื่อเริ่มจุดไฟหน้าเตาเป็นช่วงไล่ความชื้น อุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่ออุณหภูมิปากปล่องประมาณ 55-60 องศาเซลเซียส และในเตาประมาณ 150 องศาเซลเซียส ควันจะเริ่มมีกลิ่นเหม็น และเมื่อใส่ฟืนหน้าเตาไปเรื่อยๆ อุณหภูมิที่ปากปล่องจะสูงขึ้นไปอีกประมาณ 70-75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในเตาประมาณ 200-250 องศาเซลเซียส ควันจะมีกลิ่นเหม็นฉุนซึ่งในช่วงที่ 1 นี้ ถือเป็นช่วงของการไล่ความชื้น หรือคายความชื้น ใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมงนับจากเมื่อไฟหน้าเตาติดแล้ว

2. เมื่อปล่อยให้ไฟหน้าเตาติดต่อไปอีกเรื่อยๆ อุณหภูมิปากปล่องก็จะสูงเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 80-85 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 300-400 องศาเซลเซียส ควันจะรวมตัวกันหนาแน่น พุ่งขึ้นมีสีขาวขุ่นและมีกลิ่นเหม็นฉุนอย่างรุนแรง เรียกว่า ควันบ้า ซึ่งช่วงนี้ไม้เริ่มกลายเป็นถ่านหรือเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน ซึ่งอุณหภูมิในเตาจะสูงขึ้นเรื่อยๆ สามารถลดเชื้อเพลิงหน้าเตาหรือไม่ต้องเติมฟืนหน้าเตาได้ หากใช้กระเบื้องแผ่นเรียบสีขาวอังบนปากปล่อง ควันแล้วสังเกตดูหยดน้ำที่เกาะจะมีสีเหลืองปนน้ำตาล ถือว่าเป็นช่วงที่เริ่มเก็บน้ำส้มควันไม้ได้ โดยนำท่อไม้ผ่า (ท่อทะลุปล่องยาวประมาณ 3-5 เมตร) หรือวัสดุทนกรด นำไปวางเหนือปากปล่องเพื่อดักเก็บควันซึ่งเมื่อควันถูกความเย็นก็จะเกิดการควบแน่นรวมกันเป็นหยดน้ำ ทั้งนี้การเก็บน้ำส้มควันไม้จะนับระยะเวลาการเก็บจากที่เริ่มต้นเก็บออกไปประมาณ 4 ชั่วโมง หรืออุณหภูมิปากปล่องประมาณ 80-150 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในเตาประมาณ 300-450 องศาเซลเซียส หรือสังเกตสีควันที่ปากปล่องเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินก็ให้หยุดเก็บน้ำส้มควันไม้ได้

3. เป็นช่วงที่ทำให้ถ่านบริสุทธิ์ โดยเปิดหน้าเตาให้อากาศไหลเข้าไปได้เพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มความร้อนให้สูงขึ้นสำหรับเผาไล่น้ำมันดินให้ออกไปจากถ่าน ซึ่งน้ำมันดินที่อยู่ในถ่านนี้หากไม่ถูกกำจัดออกไปแล้วนำถ่านไปใช้ก็จะได้ถ่านที่มีคุณภาพต่ำ และเมื่อนำไปประกอบอาหารปิ้งย่าง น้ำมันดินที่ค้างอยู่ในถ่านเมื่อถูกเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิสูงกว่า 425 องศาเซลเซียสแล้ว จะเกิดเป็นสารประกอบใหม่ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค อุณหภูมิที่ปากปล่องในช่วงนี้จะสูงขึ้นมากกว่า 150 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่ควรเก็บน้ำส้มควันไม้ในช่วงนี้ด้วยเนื่องจากมีสารประกอบที่เป็นโทษต่อการนำไปใช้ ในช่วงนี้เมื่อสังเกตควันจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นควันใส ให้ทำการปิดหน้าเตารวมทั้งปากปล่องควัน

4. เป็นช่วงที่ปล่อยให้เตาเย็นลง ก่อนที่จะนำถ่านไม้ออกจากเตามาใช้งานซึ่งก่อนเปิดเตาต้องให้อุณหภูมิในเตาดำกว่า 50 องศาเซลเซียส เพราะหากสูงกว่านั้นจะทำให้ถ่านลุกติดได้ ในที่นี้อาจจะทดลองเอามือแตะที่ปล่องควันเมื่อปล่องควันเย็นตัวจนเอามือสัมผัสได้แสดงว่าสามารถเปิดเตาได้ และการเปิดเตาต้องเปิดที่ปล่องก่อนเพื่อระบายความร้อนและแก๊สที่ยังคงค้างอยู่ในเตาให้หมด หลังจากนั้นจึงเปิดหน้าเตา

3.9 ประโยชน์ทางการเกษตร

3.9.1 ประโยชน์ทางการเกษตร

น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบต่างๆมากมาย เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร จะมีคุณสมบัติต่างๆดังนี้คือ เป็นสารปรับปรุงดิน สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และสารเร่งการเติบโตของพืชบริเวณ ส่วนราก ลำต้น หัว ใบ ดอก และผลของพืชบางชนิด การใช้น้ำส้มควันไม้ราดในดินปลูกพืช จะช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชและควบคุมโรคพืชที่มีสาเหตุมาจากไส้เดือนฝอย เชื้อรา นอกจากนี้ น้ำส้มควันไม้ยังมีคุณสมบัติเป็นฮอร์โมนพืชและในบางกรณีเป็นตัวยับยั้งการเจริญเติบโตส่วนต่าง ๆ ของพืชเมื่อนำน้ำส้มควันไม้ในอัตราส่วนที่ต่างกันไป น้ำส้มควันไม้จะมีพิษต่อพืชสูงเมื่อราดลงดินในปริมาณมาก หรือนำไปใช้กับพืชโดยไม่ผสมน้ำให้เจือจางจะเกิดผลเสีย เช่นกัน

ประโยชน์ในทางเกษตร เช่น ใช้ผลิตสารระงับกลิ่นตัว, ผลิตสารปรับผิวนุ่ม, ผลิตสารป้องกันเนื้อไม้จากเชื้อราและแมลง, ใช้เป็นสารไล่แมลง, ช่วยย่อยสลายปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก, ถ่านที่ใช้แช่ในน้ำน้ำควันไม้จะเป็นตัวปรับปรุงดินอย่างดีโดยการเพิ่มจำนวนแบคทีเรียในดินที่มีประโยชน์ต่อต้น

พืช, ถ่านที่เผาไม้พรวน และมีแร่ธาตุ สารอาหารอยู่ด้วยทำให้เหมาะจะเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ ในดินที่เป็นประโยชน์ต่อดันพืช, ช่วยติดดอก ผลดก, ช่วยเพิ่มผลผลิต ผลโตสีสดใส รสหวาน ลด โรคพืช เชื้อรา แผลเน่า นอกจากนี้ยังฟื้นฟูดินเสื่อมได้อีกด้วย

สมปอง และวิทยา, 2545 ได้รายงานผลการค้นคว้าวิจัยที่เกี่ยวกับน้ำส้มควันไม้ดังนี้ คือ จากภูมิปัญญาชาวบ้านและการประสานความร่วมมือจากศูนย์สังคมพัฒนาและสำนักเลขาธิการ คณะกรรมการสภาคหกรเพื่อการพัฒนา ดำเนินการศึกษารวมวิธีในการผลิตน้ำส้มควันไม้ (Wood vinegar) ในประเทศไทยโดยการเผาถ่านไม้ (Charcoal kiln) ด้วยเตาเผาถ่านแบบถัง น้ำมัน (Oil drum kiln) ขนาดความจุถังละ 200 ลิตร ความยาวปล่องควันสูง 120 เซนติเมตร ทำด้วยท่อปูนเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว มีความจุไม้สดน้ำหนัก 63-83 กิโลกรัมต่อ 1 ถังน้ำมัน เกษตรกรใช้ไม้พินจากไม้มะขามเทศ (Madras thorn, Monila tamarind) จัดอยู่ใน Family Leguminosae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pithecellobium dulce* (Roxb) Benth. และใช้ มะขามโคก (Malacca tree) ใน Family Euphorbiaceae ใช้เวลาในการบ่ม ไม้พินนาน 2-5 วัน เเผาไหม้จน อุณหภูมิปากปล่องควันไฟเพิ่มขึ้น 80 องศาเซลเซียส เเผนานประมาณ 12-15 ชั่วโมง จะ ได้น้ำส้มควันไม้ปริมาณ 2-7 ลิตร ต่อ 1 ถังน้ำมัน ซึ่งในขั้นตอนนี้เรียกว่า "น้ำส้มควันไม้ดิบ" (Raw wood vinegar) มีสถานะเป็นของเหลว (Liquor) สีน้ำตาลอ่อน หรือ สีน้ำตาลปนแดง ลักษณะใส โปร่งแสง กลิ่นฉุนเล็กน้อยเป็นกรดอ่อนมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย สามารถกัดกร่อนโลหะหรือหินแร่บาง ชนิดมีค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) อยู่ระหว่าง 1.002-1.014 และค่า pH อยู่ ระหว่าง 3.51-4.46

3.10 อัตราการใช้

ควรใช้เวลา เฝ้าหรือเฝ้าจะเกิดประโยชน์ต่อพืชมาก ใช้กับมะเขือเทศ 1 :200 ถั่วฝักยาว 1 :300 ทำนุบำรุงดิน 1 :500 ใช้กำจัดไส้เดือนฝอย 1 :30 ราบลงดิน 6 ตารางเมตร ไปใส่ในน้ำหมัก จะช่วยทำให้น้ำหมักเกิดการหมักได้เร็ว เวลาราบลงดินทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโต ใช้ผสมน้ำใน อัตรา 1 : 500 -1000 (น้ำส้มควันไม้ 10 ซีซี ต่อ น้ำ 20 ลิตร) ฉีดพ่นหรือรดไม้ผล จะช่วยไล่แมลง ศัตรูพืชเร่งการติดดอก การเจริญเติบโตและเพิ่มความหวาน ใช้น้ำส้มควันไม้ผสมน้ำ 20 เท่า

ใช้พ่นลงดิน เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และแมลงในดิน ป้องกันโรครากและเน่าจากเชื้อรา ไส้เดือนฝอย และสาเหตุอื่น ๆ แต่เมื่อใช้ในปริมาณเข้มข้นควรใช้ด้วยความระมัดระวัง เช่น กรณีนี้

ให้ดำเนินการก่อนเพาะปลูก 10 วัน เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบ จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO₂) ซึ่งเป็นพิษต่อพืชได้ หากไม่เว้นช่วงระยะเวลา หรือหากจะใช้ในปริมาณเจือจางลงโดยการผสมน้ำ 50 เท่า ก็สามารถพ่นลงดินแก้ปัญหาเรื่องรากได้โดยตรง ผสมอัตราส่วน น้ำ 50 เท่า ใช้พ่นลงดิน เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำลายพืช หากใช้ความเข้มข้น มากกว่านี้ รากพืชอาจได้รับอันตรายได้ ผสม น้ำ 100 เท่าใช้ราดโคนต้นไม้รักษาโรครา และโรคเน่า รวมทั้งป้องกันไม่ให้แมลงวางไข่ผสมน้ำ 200 เท่าใช้ฉีดพ่นที่ใบพืช และพื้นดินรอบๆ ต้น ทุก ๆ 7 - 15 วัน เพื่อป้องกันและขับไล่แมลง หรือสามารถทำลายไข่แมลงได้ดี รวมถึงเป็นการสนับสนุนการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดที่มีประโยชน์ ให้ทำงานได้ดี ส่งผลให้การเจริญเติบโตของพืชดีขึ้น ในหลาย ๆ ด้าน ผสมน้ำ 500 เท่า ฉีดพ่นผลอ่อนของพืช หลังจากติดผลแล้ว 15 วัน และพ่นอีกครั้งก่อนเก็บเกี่ยว 20 วัน เพื่อช่วยในการสังเคราะห์น้ำตาลของพืชผล หรือหากผสมน้ำ 1,000 เท่าใช้ผสมกับสารเคมีที่ใช้กับต้นพืช เพื่อประสิทธิภาพในการจับใบ จึงสามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีให้น้อยลงได้ ใช้น้ำส้มคว้นไม้อัตราเข้มข้น 100 %

หมักกับหอยเชอร์รี่บดเศษปลา หรือกากคั่วเหลืองในอัตราส่วน น้ำส้มคว้นไม้ 2 ต่อ 1 ส่วน กับแหล่งโปรตีนเหลือใช้ต่าง ๆหมักไว้นาน 1 เดือน แล้วกรองกากออก ใช้เจือจาง 200 ส่วน เป็นปุ๋ยเคมีคุณภาพสูง

3.10.1 ในด้านงานปศุสัตว์

จะช่วยในการลดกลิ่นและแมลง โดยการใช้ครั้งแรกควรผสมน้ำ 100 เท่า หลังจากนั้นเพิ่มเป็น 200 เท่าจะกำจัดกลิ่นและลดจำนวนแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ น้ำส้มคว้นไม้ผสมน้ำ 200 เท่า ใช้ฉีดพ่นคอกสัตว์เพื่อลดกลิ่นและแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยอาจจะใช้ในความเข้มข้นมากขึ้นในครั้งแรก ๆ

3.10.2 ใช้ในการผสมอาหารสัตว์

เพื่อช่วยย่อยอาหารและป้องกันโรคท้องเสีย โดยการผสมกับผงถ่านเสียก่อน ให้ใช้น้ำส้มคว้นไม้ 2 ลิตร คลุกกับผงถ่าน 8 กก. แล้วจึงนำผงถ่านชุ่มน้ำส้มคว้นไม้ไปผสมอาหารสัตว์อีก 990 กก. คลุกคล้าให้เข้ากันอีกครั้ง จะได้อาหารสัตว์ 1 ตันพอดี ซึ่งถ่านผสมอาหารสัตว์นั้นจะช่วยให้สุขภาพสัตว์ โดยเฉพาะระบบทางเดินอาหารทำงานได้ดี และมีผลผลิตที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ช่วย

ทำให้การย่อยและการใช้ประโยชน์จากอาหารดีขึ้นทำให้สัตว์โตเร็วกว่าปกติ โดยใช้อาหารเท่าเดิม หรือใช้อาหารน้อยลง 5 % ในเวลาเท่าเดิม

3.10.3 ใช้ทางยา&เครื่องสำอาง

ผลิตภัณฑ์รักษาโรคผิวหนัง เป็นยาช่วยย่อยแบบ Prebiotic ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ใช้รักษาแผลสด แผลถูกน้ำร้อน รักษาโรคน้ำกัดเท้าและเชื้อราที่ผิวหนัง และใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องสำอาง

3.10.4 ใช้ในด้านอื่น ๆ

ความเข้มข้น 100% ใช้รักษาแผลสด แผลถูกน้ำร้อน รักษาโรคน้ำกัดเท้าและเชื้อราที่ผิวหนัง, น้ำส้มคว้นไม้ผสมน้ำ 20 เท่า ราดทำลายปลวกและมด, น้ำส้มคว้นไม้ผสมน้ำ 50 เท่า ใช้ป้องกันปลวก มด และสัตว์ต่างๆ เช่น ตะขาบ แมงป่อง, น้ำส้มคว้นไม้ผสมน้ำ 100 เท่า ใช้ฉีดพ่นถึงขยะเพื่อป้องกันกลิ่น และแมลงวัน ใช้ดับกลิ่นในห้องน้ำ ห้องครัวและบริเวณขึ้นแฉะ, ใช้ผลิตสารระงับกลิ่นตัว, ผลิตสารปรับผิวนุ่ม, ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารรมควัน ย้อมผ้า และ ผลิตสารป้องกันเนื้อไม้จากเชื้อราและแมลง (สำนักงานคณะกรรมการวิจัย, 2550)

3.11 สมบัติทางเคมีของน้ำส้มคว้นไม้

ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชเมื่อวิเคราะห์พืชทางเคมีจะพบธาตุต่าง ๆ หลายชนิด แต่ไม่ได้หมายความว่าทุกธาตุที่มีอยู่ในพืช จะเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช จะมีเพียงบางบางธาตุเท่านั้นที่เป็นธาตุอาหารที่จำเป็น (Essential element) ซึ่ง Arnon และ Stout, 1993 ได้กำหนดเกณฑ์ของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชดังนี้คือ เมื่อพืชขาดธาตุอาหารนั้น พืชจะมีการเจริญเติบโตผิดปกติ ไม่สามารถเจริญเติบโตจนครบวัฏจักร หรือตายก่อนที่จะมีการเจริญเติบโตเต็มที่, ความต้องการธาตุนั้นของพืชเป็นความต้องการที่เฉพาะไม่สามารถทดแทนด้วยธาตุอื่น ๆ ได้ เช่น ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ เป็นต้น และธาตุนั้นต้องมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตหรือกระบวนการเมแทบอลิซึมของพืช เช่น ธาตุซิลิเนียมซึ่งแต่เดิมคิดว่าเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชธาตุหนึ่ง แต่ภายหลังพบว่าการที่ซิลิเนียมส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

นั้นเกิดขึ้นเนื่องจากซีลีเนียมไปยับยั้งการดูดฟอสฟอรัส ซึ่งในบางครั้งพืชอาจจะดูดฟอสฟอรัสในปริมาณที่มากจนเป็นพิษกับพืช (ศรีสม, 2550)

จากเกณฑ์ดังกล่าว พบว่า ธาตุที่จัดเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมีทั้งหมด 17 ธาตุ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามปริมาณความต้องการของพืช คือ ธาตุที่พืชต้องการในปริมาณมาก (Macronutrient element) ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน และธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อย (Micronutrient element) ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม คลอรีน และนิเกิล (ศรีสม, 2550)

นิเกิล เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นที่พบเป็นธาตุสุดท้ายโดย Dalton, 1998 รายงานว่านิเกิล (Ni) น่าจะจัดเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช เพราะนิเกิลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ยูรีเอส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่กระตุ้นปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสยูเรีย ให้เป็นแอมโมเนียม และคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้นิเกิลยังทำหน้าที่สำคัญในการสร้างสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน (ศรีสม, 2550)

ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นธาตุที่พืชได้มาจากอากาศและน้ำ ธาตุ อื่น ๆ นอกจากนั้นพืชได้รับจากดิน รูปของธาตุอาหารที่อยู่ในดินจะมีทั้งรูปที่มีประโยชน์ (Available form) และรูปที่ไม่มีประโยชน์ (Unavailable form) (ศรีสม, 2550)

รูปของธาตุที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ สารประกอบที่มีโครงสร้างง่าย ๆ โมเลกุลสามารถแตกเป็นอนุมูลหรือไอออนได้ง่ายซึ่งทำให้ละลายน้ำได้ หรืออาจจะอยู่ในรูปของไอออนในสารละลายดิน (Soil solution) ดังนั้นพืชจะสามารถดูดไปใช้ได้ทันที (ศรีสม, 2550)

รูปของธาตุอาหารที่ไม่เป็นประโยชน์ ได้แก่ สารประกอบที่มีโมเลกุลใหญ่ ประกอบด้วยธาตุหลายธาตุ โครงสร้างของโมเลกุลสลับซับซ้อน โมเลกุลของธาตุต่าง ๆ จับกันแน่น ไม่สามารถละลายน้ำได้ง่าย เช่น หิน แร่ และอินทรีย์วัตถุ สารประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ต้องผ่านการย่อยสลายให้มีโมเลกุลเล็กลง และอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ก่อน พืชจึงจะดูดไปใช้ได้ (ศรีสม, 2550)

ตาราง 1 แสดงรูปของธาตุอาหารที่พืชใช้ประโยชน์ได้

ธาตุ	สัญลักษณ์	รูปที่เป็นประโยชน์
คาร์บอน	C	CO_2
ไฮโดรเจน	H	H_2O
ออกซิเจน	O	$\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}$
ไนโตรเจน	N	NO_3^- และ NH_4^+
ฟอสฟอรัส	P	H_2PO_4^- และ HPO_4^{2-}
โพแทสเซียม	K	K^+
แคลเซียม	Ca	Ca^{2+}
แมกนีเซียม	Mg	Mg^{2+}
กำมะถัน	S	SO_4^{2-} และ SO_2
เหล็ก	Fe	Fe^{2+}
แมงกานีส	Mn	Mn^{2+}
สังกะสี	Zn	Zn^{2+}
ทองแดง	Cu	Cu^{2+}
โบรอน	B	BO_3^{3-}
โมลิบดีนัม	Mo	MoO_4^{2-}
คลอรีน	Cl	Cl^-
นิเกิล	Ni	Ni^{2+}

ที่มา : ศรีสุม, 2550

เมื่อพืชดูดไอออนของธาตุอาหารที่จำเป็นเหล่านี้เข้าไปแล้ว กระบวนการเมแทบอลิซึมในพืชจะเปลี่ยนรูปไอออนต่าง ๆ เหล่านี้ให้เป็นสารประกอบอินทรีย์ (Assimilation of nutrient) ซึ่งอินทรีย์สารต่าง ๆ เหล่านี้ก็จะทำหน้าที่ในการเจริญเติบโตของพืชต่อไป อย่างไรก็ตาม ธาตุบางธาตุนอกจากจะเปลี่ยนรูปเป็นสารประกอบอินทรีย์แล้วอาจจะคงอยู่ในรูปของไอออนและทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี ทองแดง คลอรีน นอกจากนี้ ธาตุบางธาตุก็ยังคงอยู่ในรูปไอออนเพื่อทำหน้าที่เป็นออสโมเรกูเลเตอร์

(Osmoregulator) เช่น โพแทสเซียม และคลอรีน ดังนั้นธาตุเหล่านี้จะอยู่ในรูปของไอออนอิสระในเซลล์พืช (ศรีสม, 2550)

ตาราง 2 แสดงสารประกอบอินทรีย์ในพืชที่มีธาตุต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบ

ธาตุ	สารประกอบอินทรีย์ในพืช
คาร์บอน	คาร์โบไฮเดรต ลิพิด และสารประกอบอินทรีย์อื่น ๆ
ไฮโดรเจน	คาร์โบไฮเดรต ลิพิด และสารประกอบอินทรีย์อื่น ๆ
ออกซิเจน	คาร์โบไฮเดรต ลิพิด และสารประกอบอินทรีย์อื่น ๆ
ไนโตรเจน	กรดนิวคลีอิก นิวคลีโอไทด์ กรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ อัลคาลอยด์ โคเอนไซม์ ฮอร์โมน เอทีพี
ฟอสฟอรัส	กรดนิวคลีอิก นิวคลีโอไทด์ โคเอนไซม์ กรดไฟติก เอทีพี น้ำตาลฟอสเฟต ฟอสโฟลิพิด
โพแทสเซียม	โพแทสเซียมมาเลต
แคลเซียม	มิดเดิลลามาเลลาของผนังเซลล์ (แคลเซียมเพคเตต)
แมกนีเซียม	คลอโรฟิลล์
กำมะถัน	โคเอนไซม์ เอ กรดอะมิโน (ซิสเตอีน และเมไทโอนีน) โปรตีน ไทอะมิน ไพโรฟอสเฟต กลูตาไทออน ไบโอติน อะดีโนซีน-5-ฟอสโฟซัลเฟต 3-ฟอสโฟอะดีโนซีน กรดลิโปอิก เอสเซนเชียลออยล์
เหล็ก	ไซโตโครม เพอร์รีดอกซิน เหล็กพอร์ไฟริน
แมงกานีส	เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของเยื่อหุ้มคลอโรพลาสต์
สังกะสี	เอนไซม์แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส กลูตามิกดีไฮโดรจีเนส คาร์บอนิกแอนไฮเดรส และเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสอื่น ๆ
ทองแดง	พลาสโตไซยานิน เอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ดีสมิวเตส แอสคอร์บิกแอซิด ออกซิเดส ไซโตโครมออกซิเดส โมโมอะมีนออกซิเดส ฟีนอกซี ไทโรซิเนส
โบรอน	สารประกอบเชิงซ้อนของโบรอนกับคาร์โบไฮเดรต
โมลิบดีนัม	ไนเตรต รีดักเตส ไนโตรจีเนส แชนทินดีไฮโดรจีเนส ออกซิเดส
คลอรีน	4-คลอรีนโดลอะซิดิกแอซิด (ออกซินชนิดหนึ่ง)
นิเกิล	เอนไซม์ยูรีเอส

ที่มา : ศรีสม, 2550

3.12 ลักษณะอาการเมื่อพืชได้รับธาตุอาหารน้อยหรือมากเกินไป

เมื่อพืชได้รับธาตุอาหารน้อยกว่าปริมาณที่ต้องการ พืชจะแสดงลักษณะอาการผิดปกติ ซึ่งลักษณะอาการดังกล่าวนี้จะเป็นลักษณะที่เฉพาะของธาตุนั้น ๆ พืชจะได้รับคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจนจากอากาศและน้ำในปริมาณที่มากเกินไปพอสมควร ดังนั้น เราจะไม่เคยพบลักษณะอาการขาดธาตุทั้ง 3 ชนิดนี้ นอกจากนี้ คลอรีนก็เป็นอีกธาตุหนึ่งที่พืชมักจะไม่ได้ขาดเนื่องจากคลอรีนมักจะเป็นอยู่ในสิ่งแวดล้อมในสภาพธรรมชาติพืชอาจจะขาดธาตุอาหารต่าง ๆ หลายธาตุพร้อมกัน หรือในบางครั้งอาจจะมีลักษณะอาการได้รับธาตุบางธาตุมากเกินไปร่วมด้วย ดังนั้น ในการประเมินการขาดธาตุโดยดูจากลักษณะอาการจะต้องอาศัยความชำนาญ มิฉะนั้นอาจผิดพลาดได้ (ศรีสม, 2550)

ตาราง 3 แสดงลักษณะอาการขาดธาตุอาหารพืช

ธาตุ	ลักษณะอาการขาดธาตุอาหาร
ไนโตรเจน	ใบเหลือง (Chlorosis) ทั้งใบ เกิดที่ใบแก่ก่อน อาจจะมีสีแดงที่ก้านใบ หรือเกิดใบเหลืองทั้งต้น แคระแกร็น
ฟอสฟอรัส	ใบมีสีเขียวเข้ม อาจจะมีสีแดง หรือสีม่วงที่ใบหรือก้านใบ ต้นแคระแกร็น เกิดที่ใบแก่ก่อน
โพแทสเซียม	ใบเหลือง ขอบใบ-ปลายใบไหม้ เนื้อเยื่อใบตายเป็นจุด ๆ (Necrotic spot) เกิดที่ใบแก่ก่อน
แคลเซียม	เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด-ปลายรากตาย ใบอ่อนหงิกงอ ปลายใบ-ขอบใบเหี่ยว ทำให้ผลมีลักษณะผิดปกติ เช่น ทำให้ผลมะเขือเทศเกิดอาการ Blossom-end rot
แมกนีเซียม	ใบเหลืองระหว่างเส้นใบ-เส้นใบสีเขียว (Intervinal chlorosis) เนื้อเยื่อใบตายเป็นจุด ๆ ในไม้ยืนต้นบริเวณของใบที่ยังคงมีสีเขียวอาจจะเป็นรูปตัววี (V-shape หรือ Arrowhead) มาเกิดที่ใบแก่ก่อน
กำมะถัน	ใบเหลืองทั้งใบ เกิดที่ใบอ่อนก่อน หรือเกิดใบเหลืองทั้งต้น
เหล็ก	ใบเหลืองระหว่างเส้นใบ-เส้นใบเขียว (Intervinal chlorosis) เกิดที่ใบแก่ก่อน ถ้าอาการรุนแรง ใบอ่อนอาจจะมีสีขาว และแห้งตาย (Necrosis)
แมงกานีส	ใบเหลืองระหว่างเส้นใบ-เส้นใบเขียว เนื้อเยื่อใบตายเป็นจุด ๆ

ที่มา : ศรีสม, 2550

ตาราง 4 แสดงลักษณะอาการเมื่อพืชได้รับธาตุอาหารมากเกินไป

ธาตุ	ลักษณะอาการที่พืชได้รับธาตุอาหารพืชมากเกินไป
ไนโตรเจน-ไนโตรเจน	ขอบใบไหม้ อาจเกิดใบเหลืองระหว่างเส้นใบ-เส้นใบเขียว (Interveinal chlorosis)
แอมโมเนียม-ไนโตรเจน	เนื้อเยื่อใบตาย (Necrosis) ปลายใบ-ขอบใบมีสีดำ อาจพบรากตาย
ฟอสฟอรัส	ใบอ่อนเหลืองระหว่างเส้นใบ-เส้นใบเขียว (Interveinal chlorosis) เนื้อเยื่อใบตาย (Necrosis) ขอบใบไหม้
แมกนีเซียม	ใบเหลืองโดยเริ่มจากเส้นใบของใบแก่
โบรอน	ใบอ่อนเหลืองระหว่างเส้นใบ-เส้นใบเขียว (Interveinal chlorosis) ลักษณะอาการที่ปรากฏระยะแรกจะเป็นจุด ๆ
คลอรีน	ใบเหลือง ขอบใบไหม้ ขอบใบม้วนขึ้น ใบเป็นมันวาว ใบร่วง

ที่มา : (ศรีสม, 2550)

3.13 วิธีการต่าง ๆ ในการวิเคราะห์สารเคมีในน้ำส้มควันไม้

วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์สารเคมีในน้ำส้มควันไม้มีหลายวิธี แต่ละวิธีจะมีความใส ความถูกต้องแม่นยำ ความรวดเร็ว สารเคมี อุปกรณ์ และเครื่องมือแตกต่างกัน สารบางสารอาจจะมีวิธีวิเคราะห์ได้หลายวิธี ดังนั้นการเลือกวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมจะทำให้ได้ค่าที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตาม วิธีที่ถูกต้องและแม่นยำที่สุดอาจจะต้องใช้เครื่องมือหรือสารเคมีที่มีราคาแพง หาได้ยาก ดังนั้นในทางปฏิบัติอาจจะต้องเลือกใช้วิธีที่มีความถูกต้องและแม่นยำน้อยกว่า (ศรีสม, 2550)

3.13.1 การวิเคราะห์ปริมาณโดยการวัดปริมาตรสารละลาย (Titrimetric solution) หรือ (Volumetric method)

เป็นวิธีการหาปริมาณสารเคมีในน้ำส้มควันไม้โดยการวัดปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน (Standard solution) ที่ทราบความเข้มข้น ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับน้ำส้มควันไม้ที่ต้องการทราบปริมาณ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานนี้สามารถนำมาคำนวณหาปริมาณสารเคมีในน้ำส้มควันไม้ที่ต้องการวิเคราะห์ได้ (ศรีสม, 2550)

หลักการของวิธีนี้คือ ปฏิกริยาต้องเกิดอย่างรวดเร็ว และต้องเป็นไปตามสมมูลของสมการ จุดที่ปฏิกริยาเกิดขึ้นสมบูรณ์พอดี คือ จุดสมมูล (Equivalent point) ซึ่งจะสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงนี้อาจเกิดจากสารละลายมาตรฐานหรืออินดิเคเตอร์ (Indicator) ที่เติมลงไป จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่าจุดยุติของการไทเทรต (End point) ในการไทเทรตนี้ปฏิกริยาต้องเกิดเลยจุดสมมูล เพื่อให้เห็นจุดยุติของการไทเทรตชัดเจน และที่จุดยุติของการไทเทรตต้องวัดปริมาตรของสารที่ใช้ในการไทเทรตได้ใกล้เคียงกับที่จุดสมมูล (ศรีสม, 2550)การวิเคราะห์ปริมาณโดยการวัดปริมาตรสารละลาย มีหลายวิธี ได้แก่

3.13.1 การไทเทรตโดยอาศัยปฏิกริยาสะเทิน (Neutralization Titration หรือ Acid-base Titration)

เป็นวิธีการหาปริมาณสารเคมีโดยการไทเทรตด้วยกรดหรือด่างมาตรฐานซึ่งจะทำปฏิกริยากับไฮดรอกซิลไอออน (OH^-) หรือไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในสารละลายจนถึงจุดสมมูล จุดยุติของการไทเทรตสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ (Acid-base indicator) คุณสมบัติที่ดีของอินดิเคเตอร์ที่ใช้ในการไทเทรตวิธีนี้คือ ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีชัดเจนเมื่อความเป็นกรด-เบสของสารละลายเปลี่ยนไปซึ่งการไทเทรตโดยอาศัยปฏิกริยาสะเทินมีหลายชนิด เช่น การไทเทรตโดยอาศัยปฏิกริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ กรดแก่กับเบสอ่อน และกรดอ่อนกับเบสแก่ ปฏิกริยาเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการรวมตัวของไฮโดรเจนไอออนกับ ไฮดรอกซิลไอออนเกิดเป็นน้ำ, การไทเทรตโดยอาศัยปฏิกริยาระหว่างกรดแก่กับเกลือของกรดอ่อน และการไทเทรตโดยอาศัยปฏิกริยาระหว่างเบสแก่กับเกลือของเบสแก่ ส่วนปฏิกริยาระหว่างกรดอ่อนกับเบสอ่อนไม่นิยมนำมาใช้ในการไทเทรต เพราะการเปลี่ยนแปลงที่จุดสมมูลไม่ชัดเจน (ศรีสม, 2550)

3.13.1 การไทเทรตโดยอาศัยปฏิกริยารีดอกซ์ (Oxidation-reduction titration หรือ Redox titration)

เป็นวิธีการหาปริมาณสารเคมีโดยการไทเทรตโดยนำปฏิกริยารีดอกซ์มาใช้ในการไทเทรตโดยใช้สารละลายมาตรฐานของรีเอเจนต์ (Reagent) ที่เป็นตัวออกซิไดส์ (Oxidizing agent) หรือตัวรีดิวซ์ (Reducing agent) ซึ่งจะทำปฏิกริยากับตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ในสารละลายจนถึงจุดสมมูล จุดยุติของการไทเทรตสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของรีดอกซ์ อินดิเคเตอร์ (Redox indicator) (ศรีสม, 2550)

คุณสมบัติที่ดีของรีดอกซ์อินดิเคเตอร์ คือ ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีชัดเจนเมื่อถึงจุดยุติของการไทเทรต สีที่เกิดขึ้นคงตัว (Stable) เป็นเวลานานพอสมควร และไม่มีส่วนในการทำให้สีของสารละลายเปลี่ยน

3.13.2 การไทเทรตโดยอาศัยปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน (Complex-formation titration หรือ Compleximetric titration)

เป็นวิธีการหาปริมาณสารเคมีในสารละลายด้วยการไทเทรตด้วยสารประกอบอินทรีย์ที่เรียกว่า ลิแกนด์หรือคีเลติงเอเจนต์ (Ligand หรือ Chelating agent) ซึ่งสามารถเกิดพันธะโควาเลนต์ (Covalent bond) กับไอออนของสารเคมีในน้ำส้มคว้นไม้เป็นสารประกอบเชิงซ้อน (Complex) ของลิแกนด์กับไอออนของสารเคมีที่เรียกว่า คีเลต (Chelate) ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่แตกตัวและละลายน้ำได้ดี (ศรีสม, 2550)

อินดิเคเตอร์ที่ใช้ต้องเป็นอินดิเคเตอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงสีที่เห็นได้ชัดเจน อินดิเคเตอร์จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับไอออนของสารเคมีและทำให้เกิดสีที่ชัดเจนและแตกต่างจากสีของอินดิเคเตอร์ สารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นนี้มีความเสถียรมาก แต่น้อยกว่าความเสถียรของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างไอออนของสารเคมีกับลิแกนด์ ซึ่งจะให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสีได้อย่างชัดเจนเมื่อถึงจุดยุติของการไทเทรต ซึ่งไอออนของสารเคมีจะหลุดจากสารประกอบเชิงซ้อนของไอออนของสารเคมีกับอินดิเคเตอร์ และไอออนของสารเคมีนี้จะไปจับกับลิแกนด์เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนชนิดใหม่ที่มีความเสถียรมากกว่า (ศรีสม, 2550)

3.13.3 การไทเทรตโดยอาศัยการเกิดปฏิกิริยาการเกิดตะกอน (Precipitation titration)

เป็นการไทเทรตโดยการทำให้เกิดตะกอนรวมกันของไอออนของสารเคมีใน น้ำส้มคว้นไม้ เกิดเป็นตะกอนโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสถานะออกซิเดชัน การตกตะกอนต้องเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและตะกอนที่ได้นี้ต้องมีการละลายต่ำ

อินดิเคเตอร์ที่ใช้ในการไทเทรตแบบนี้มี 2 ชนิด คือ อินดิเคเตอร์ที่ใช้ต้องเป็นอินดิเคเตอร์ที่ทำปฏิกิริยากับไทแทนต์ส่วนเกินแล้วได้สารประกอบที่มีสี ซึ่งจะช่วยให้สามารถสังเกตเห็นจุดยุติของการไทเทรตได้ อินดิเคเตอร์นี้ต้องไม่ทำปฏิกิริยากับไทแทนต์และเกิดสีก่อนที่จะเกิดตะกอน และอินดิเคเตอร์แบบดูดซับ ตะกอนที่เกิดขึ้นจะดูดซับอินดิเคเตอร์และทำให้เกิดสีที่เห็นได้ชัดเจนที่จุดยุติของการไทเทรต (ศรีสม, 2550)

3.13.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีในน้ำส้มคว้นไม้โดยการวัดการดูดกลืนแสงของสารที่มีสี (Colorimetric method/colorimetry)

เป็นวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีในน้ำส้มคว้นไม้โดยการวัดการดูดกลืนแสงของสารที่มีสี (Absorption spectrophotometry) แล้วเปรียบเทียบความเข้มของสีของสารละลายตัวอย่างกับความเข้มสีของสารละลายมาตรฐานโดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) (ศรีสม, 2550)

หลักการของวิธีนี้คือ ธาตุหรือไอออนที่ต้องการวิเคราะห์ปริมาณต้องมีสี หรือสามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วทำให้เกิดสารที่มีสี ความเข้มของสีต้องมากพอที่จะวัดการดูดกลืนแสงได้ ถึงแม้สารนั้นจะประกอบด้วยสารเคมีที่ต้องการวิเคราะห์เพียงเล็กน้อย ความเข้มของสีที่เกิดขึ้นต้องแปรผันตามปริมาณสารเคมี ความเข้มของสีที่เกิดขึ้นต้องคงตัวไม่เปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิหรือความเป็นกรด-ด่าง (PH) ของสารละลายเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับธาตุหรือไอออนที่ต้องการวิเคราะห์ต้องมีสีหรือไม่ดูดกลืนแสงที่มีช่วงคลื่นเดียวกับสารที่มีสีที่เกิดขึ้นเมื่อธาตุหรือไอออนที่ต้องการวิเคราะห์ทำปฏิกิริยากับสารเคมีที่ทำให้เกิดสีต้องให้สารที่มีสีชนิดเดียวเท่านั้น และต้องไม่มีสารอื่นที่ทำให้เกิดสีเดียวกัน หรือสีอื่นที่จะทำให้การเกิดสีหรือการคงตัวของสีผิดไป (ศรีสม, 2550)

3.13.5 การวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีในน้ำส้มคว้นไม้โดยการวัดการดูดกลืนแสงของแสงตะกอน (Turbidimetric method/turbidimetry)

เป็นวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีโดยการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นกับปริมาณตะกอนมาตรฐาน โดยใช้เครื่อง Spectrophotometry (Spectrophotometer)

หลักการของวิธีนี้คือ ธาตุหรือไอออนที่ต้องการวิเคราะห์ปริมาณต้องสามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วทำให้เกิดตะกอนของสารประกอบที่ธาตุหรือไอออนที่ต้องการวิเคราะห์ปริมาณนั้นปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นต้องมากพอที่จะวัดการดูดกลืนแสงได้ ถึงแม้ว่าตะกอนนั้นจะประกอบด้วยสารเคมีที่ต้องการวิเคราะห์เพียงเล็กน้อย ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นต้องแปรผันตามปริมาณสารเคมี ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นต้องคงตัวไม่เปลี่ยนแปลง เมื่ออุณหภูมิหรือความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ตะกอนที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในรูปสารแขวนลอยเป็นเวลานานพอสมควร สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับธาตุหรือไอออนที่ต้องการวิเคราะห์ต้องไม่ทำให้เกิดตะกอนอื่นที่ดูดกลืนแสงที่มีช่วงคลื่นเดียวกับตะกอนที่เกิดขึ้น (ศรีสม, 2550)

3.13.6 การวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีในน้ำส้มควันไม้โดยการวัดการดูดกลืนแสงของอะตอม (Atomic absorption spectrophotometry)

เป็นการวัดปริมาณของสารเคมีโดยอาศัยหลักการการดูดกลืนแสงของอะตอมที่อยู่ในสภาพก๊าซโดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Atomic absorption spectrophotometer) (ศรีสม, 2550)

หลักการของวิธีนี้คือ เมื่อเป่าพ่นตัวอย่างสารละลายให้เป็นละอองเล็ก ๆ ในเปลวไฟ ตัวทำละลายจะถูกระเหยหรือถูกเผาไหม้หมดไป พลังงานความร้อนของเปลวไฟจะทำให้สารประกอบแยกตัวออกเป็นอะตอมในสภาพก๊าซ และอะตอมเหล่านี้จะดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะของธาตุนั้นๆ ปริมาณของพลังงานแสงที่ถูกดูดกลืนจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับจำนวนอะตอมของธาตุที่อยู่ในสภาพก๊าซนั้น ดังนั้นจึงสามารถวัดปริมาณของธาตุได้ วิธีการนี้มีค่าความไว (Sensitivity) ในการวัด ≤ 1 พีพีเอ็ม (ppm) และมีความถูกต้องประมาณ $\pm 2\%$ ดังนั้นจึงสามารถวัดตัวอย่างที่มีปริมาณน้อย ๆ ได้ แต่ไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีปริมาณสูงมาก ๆ (ศรีสม, 2550)

วิธีการนี้สามารถวัดปริมาณโลหะได้อย่างน้อย 68 ธาตุ ธาตุอาหารที่นิยมนหาปริมาณด้วยวิธีนี้ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง (ศรีสม, 2550)

3.13.7 การวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีในน้ำส้มควันไม้โดยการวัดการเปล่งแสงของอะตอม (Flame emission spectrophotometer)

เป็นวิธีการวัดปริมาณของสารเคมีโดยอาศัยหลักการวัดสเปกตรัม (Spectrum) ของอะตอมที่อยู่ในสภาพก๊าซโดยใช้เครื่องวัดสเปกตรัม (Flame emission spectrophotometer)

หลักการของวิธีนี้คือ เมื่อเป่าพ่นตัวอย่างของสารละลายให้เป็นละอองเล็ก ๆ ในเปลวไฟ ตัวทำละลายจะระเหยหรือถูกเผาไหม้หมดไป พลังงานความร้อนของเปลวไฟจะทำให้สารประกอบแยกตัวออกเป็นอะตอมในสภาพก๊าซ และอะตอมเหล่านี้จะปลดปล่อยสเปกตรัม ซึ่งอาจจะเป็นอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) หรือวิสิเบิลสเปกตรัม (Visible spectrum) ออกมา ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของแต่ละธาตุ ปริมาณของพลังงานแสงที่ปลดปล่อยออกมาจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับจำนวนของธาตุที่อยู่ในสภาพก๊าซนั้น ดังนั้นจึงสามารถวัดปริมาณของธาตุได้ ความเข้มข้นต่ำสุดที่วัดได้คือ 0.001–100 ppm และมีความถูกต้องประมาณ $\pm 2-5\%$ ดังนั้นจึงสามารถวัดตัวอย่างที่มีปริมาณน้อย ๆ ได้ แต่ไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีปริมาณสูงมาก ๆ (ศรีสม, 2550)

วิธีการนั้นสามารถวัดปริมาณโลหะได้เกือบทุกชนิด กลุ่มธาตุที่เหมาะสมที่สุดในการวัดด้วยวิธีการนี้ คือ โลหะอัลคาไล (ลิเทียม, โซเดียม, โพแทสเซียม, รูบิเดียม, ซีเซียม และฟรานเซียมสารเคมีที่นิยมหาปริมาณด้วยวิธีนี้ ได้แก่ โพแทสเซียม (ศรีสม, 2550)

3.13.8 พลาสมาอิมิซชันสเปกโตรเมทรี (Plasma emission spectrometry)

เป็นวิธีการวัดปริมาณธาตุโดยการทำให้ธาตุอยู่ในรูปอะตอม โดยใช้เครื่องมืออินดักทีฟคัปเปิลพลาสมา (Inductively couple plasma ; ICP)

หลักการของวิธีนี้คือ เมื่อเป่าพ่นตัวอย่างสารละลายให้เป็นละอองเล็ก ๆ ในเปลวไฟ ตัวทำละลายจะระเหยหรือถูกเผาไหม้หมดไป พลังงานความร้อนของเปลวไฟจะทำให้สารประกอบแยกตัวออกเป็นอะตอมในสภาพก๊าซ และอะตอมเหล่านี้จะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับพลาสมา (Plasma) ซึ่งเป็นก๊าซที่เป็นตัวพาไอออนที่มีประจุบวก (Cation) และอิเล็กตรอน เช่น ก๊าซอาร์กอน เพื่อไปวัดปริมาณอะตอมที่เกิดขึ้น อะตอมเหล่านี้จะปลดปล่อยสเปกตรัมออกมา ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของแต่ละธาตุ ปริมาณของพลังงานแสงที่ปลดปล่อยออกมาจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับจำนวนอะตอมของธาตุ ดังนั้นจึงสามารถวัดปริมาณธาตุอาหารได้ วิธีการนี้สามารถวัดปริมาณธาตุอาหารได้ในระดับความเข้มข้นที่มีหน่วยเป็นพีพีบี (Parts per billion ; ppb) และช่วงความเข้มข้นที่วัดได้กว้างมาก ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องเจือจางสารละลายตัวอย่าง (ศรีสม, 2550)

3.13.9 การวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีในน้ำส้มคว้นไม้โดยการวัดด้วยอิเล็กโทรดเฉพาะ (Potentionmetry)

เป็นวิธีการวัดปริมาณของไอออน โดยอาศัยหลักการวัดปริมาณไอออนที่ละลายอยู่ในสารละลาย โดยใช้อิเล็กโทรดเฉพาะสำหรับไอออนนั้น ๆ (Specific-ion electrode) เช่น ไนเตรต (NO_3^-) แอมโมเนียม (NH_4^+) และคลอไรด์ (Cl^-) (ศรีสม, 2550)

ตาราง 5 แสดงวิธีวิเคราะห์สารเคมีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

ธาตุ	วิธีการ	เครื่องมือ
Total N	Kjeldhal method	Distillator
	Colorimetry	Spectrophotometer
$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	Colorimetry	Spectrophotometer
	Potentionmetry	Ammonium-specific ion meter (Specific-ion electrode)
$\text{NO}_3^- \text{-N}$	Potentionmetry	Nitrate-specific ion meter (Specific-ion electrode)
P	Colorimetry	Spectrophotometer
K	Flame emission spectrophotometry	Flame emission spectrophotometer
Ca	Atomic absorption spectrophotometry	Atomic absorption spectrophotometer
Mg	Atomic absorption spectrophotometry	Atomic absorption spectrophotometer
S	Turbidimetry	Spectrophotometer
Fe	Atomic absorption spectrophotometry	Atomic absorption spectrophotometer
	Colorimetry	Spectrophotometer

ที่มา : (ศรีสม, 2550)

4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำส้มควันไม้ (Wood vinegar หรือ Pyroligneous acid) เป็นของเหลวสี สีเหลืองปนน้ำตาล ซึ่งได้จากการสลายตัวของไม้ ด้วยความร้อนอย่างเดี่ยว หรือการเผาไหม้ไม้พืนในสภาพอับอากาศหรือการไพโรไลซิสของไม้ (Wood pyrolysis) ซึ่งของเหลวดังกล่าวเกิดจากการดักเก็บควัน อาศัยหลักการควบแน่น (Condensed) คือเมื่อควันถูกความเย็นจะรวมตัวกันเป็นของเหลว เกษตรกรนิยมใช้เป็นสารปรับปรุงดิน สารไล่แมลงและสารควบคุมการเจริญเติบโต แต่ทั้งนี้ยังขาดการศึกษารวบรวมข้อมูล วิธีการปริมาณการใช้และผลที่ได้ ด้วยขบวนการที่ตรวจสอบและอ้างอิงได้ในเชิงวิทยาศาสตร์

สำหรับประสบการณ์การใช้น้ำส้มควันไม้ที่มีก่อนหน้านี้ มีตั้งแต่การนำไปใช้กับข้าว พืชที่ปลูก ก่อนหรือหลังทำนา เช่น มันเทศ ข้าวโพด แตงโม การนำไปใช้ในแปลงผัก การใช้กับไม้ผลเช่น มะม่วง ฝรั่ง มะนาว พุทรา ขึ้นอยู่กับฤดูกาล สถานการณ์ ปัญหาและปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่มี

ในการใช้น้ำส้มควันไม้ในพืชบางชนิด เกษตรกรในกลุ่มเป้าหมายให้ความคิดเห็นไว้ เช่น ข้าวช่วยให้ลำต้นแข็งแรง ใบเขียวเข้ม ใบธง (วี) รวงใหญ่เมล็ดเต็ม นอกจากนั้นพบว่าแก้ ปัญหาโรคใบหยิกงอได้ และหนอนทำลายน้อยลง

ฝรั่ง ช่วยให้เปลือกดลง ผลกรอบหวาน

มะม่วง ผลดีดี ผิวสวย

มะนาว ใบเขียว ป้องกันราสนิมกับโรคโคนเน่าได้ ใช้กับการตอนกิ่งพันธุ์รากงอกภายใน 20 วัน

พริก แก้โรคดอกร่วง ลูกดกผลโต ต้นไม้สูงแต่แผ่กิ่งก้านสาขามาก

ผักกินใบ เช่น คะน้า กะหล่ำปลี ต้นเขียวอวบ แมลงทำลายน้อยลง

แตงโม ผลกรอบเก็บไว้ได้นาน

จากตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากน้ำส้มควันไม้ก็จะสามารถเห็นได้ว่า น้ำส้มควันไม้มีน้ำจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถใช้ในการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดที่ยังเป็นปัญหาการขาดแคลนในประเทศที่มีอยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากมีหลักฐานการวิจัยถึงประโยชน์ที่หลากหลายของน้ำส้มควันไม้ก่อนหน้านี้เป็นจำนวนมาก ดังตัวอย่าง เช่น

4.1 การวิจัยเรื่องผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์ มข.25ทำการทดลองในแปลงทดลอง อาศรมพลังงาน สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม ใน

ระหว่างเดือน พฤษภาคม-กันยายน 2547 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 น้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีที่ 2 น้ำส้มควันไม้ 40 มิลลิลิตร + น้ำหมักชีวภาพ 300 มิลลิลิตร ต่อ น้ำ 20 ลิตร (1: 7.5:500) กรรมวิธีที่ 3 น้ำส้มควันไม้ 20 มิลลิลิตร + น้ำหมักชีวภาพ 300 มิลลิลิตร ต่อ น้ำ 20 ลิตร (1 : 15:1000) กรรมวิธีที่ 4 น้ำส้มควันไม้ 40 มิลลิลิตร + น้ำหมักชีวภาพ 300 มิลลิลิตร + น้ำหมักสะเดา 300 มิลลิลิตรต่อ น้ำ 20 ลิตร (1: 7.5:7.5:500) และกรรมวิธีที่ 5 น้ำส้มควันไม้ 20 มิลลิลิตร + น้ำหมักชีวภาพ 300 มิลลิลิตร + น้ำหมักสะเดา 300 มิลลิลิตร ต่อ น้ำ 20 ลิตร (1:15:15: 1000) ผลการทดลองพบว่า น้ำส้มควันไม้ไม่มีผลทำให้ความสูง ขนาดทรงพุ่ม ความยาวฝัก จำนวนฝัก น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัย สลาดันทางสถิติ การใช้น้ำส้มควันไม้ มีแนวโน้ม จะช่วยเร่งการเจริญเติบโต ทำให้ ความยาว จำนวนใบ ความยาวฝัก จำนวนฝัก น้ำหนักสดของถั่วฝักยาวไว้ค้างเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเปล่า ในทางตรงกันข้ามจะยับยั้งการเจริญเติบโตทำให้ทรงพุ่มลดลงและความยาวระหว่างข้อสั้นลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเปล่า

4.2 ผลการใช้น้ำส้มควันไม้ในกระเจี๊ยบเขียวเพื่อการส่งออก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้กำจัดเพลี้ยแป้งและแมลงต่างๆที่หลงเหลือจากกระบวนการล้างกระเจี๊ยบเขียวก่อนการส่งออกและเพื่อเป็นการลดความสูญเสียของผู้ประกอบการเนื่องมาจากปัญหาด้านเพลี้ยแป้งและแมลง ได้ผลการทดลอง คือ ในกลุ่มทดลองที่ไม่ใช้น้ำส้มควันไม้พบว่ามียอดการรอดตายของเพลี้ยแป้ง 100% ส่วนในกลุ่มที่ใช้ น้ำส้มควันไม้จะพบว่ามียอดการตายของเพลี้ยแป้งในสวนหนึ่ง โดยอัตราส่วนของน้ำส้มควันไม้ที่ใช้กำจัดเพลี้ยแป้งได้ 80% คือ 1:400 และ 1:600 ส่วนการใช้น้ำส้มควันไม้ในอัตราส่วน 100% จะทำให้กระเจี๊ยบเกิดรอยสีน้ำตาลทั่วฝัก ทำให้ไม่สามารถที่จะนำไปบริโภคได้

4.3 ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วฝักยาวไว้ค้างพันธุ์ มข.25 โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อเปรียบเทียบการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ใช้ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพและน้ำหมักสะเดาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วฝักยาวไว้ค้างพันธุ์ มข.25 ได้ผลการทดลอง คือ จากการทดลองใช้น้ำส้มควันไม้ที่ใช้ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพและน้ำหมักสะเดา มีแนวโน้มช่วยเร่งการเจริญเติบโต ทำให้จำนวนใบเพิ่มขึ้นและทำให้ดอกและฝักเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเปล่า แต่จะให้ความสูงลดลง ทรงพุ่มเตี้ย และความยาวระหว่างข้อสั้นลง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเปล่า สุภาณี, 2549 ได้ทำการวิจัยการใช้สารสกัดจากพืช และน้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว พบว่าน้ำส้มควันควันไม้สามารถลดประชากรของเพลี้ยกระโดดสี

น้ำตาลได้ต่ำกว่าสารฆ่าแมลงอิมิดาคลอพริด และพบแนวโน้มว่า น้ำส้มควันไม้ส่งเสริมให้แมลงแตนเบียนซึ่งเป็นแมลงที่มีประโยชน์ เข้าทำลายไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยจะควบคุมไม่ให้ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มปริมาณมากขึ้นจนเกิดการระบาด ซึ่งในปัจจุบันน้ำส้มควันไม้ได้มีการผลิตเพื่อจำหน่ายทั้งที่เป็นของกลุ่มเกษตรกร และของบริษัทออกมาหลายยี่ห้อ สำหรับน้ำส้มควันไม้ (Wood vinegar) เป็นผลิตผลที่ได้จากการเผาถ่านแบบอัดอากาศ เมื่อทำให้ควันในช่วงที่ไม้กำลังจะเป็นถ่านเย็นลงจนควบแน่นเป็นหยดน้ำ มีสีน้ำตาลแกมแดง มีกลิ่นไหม้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นสารปรับปรุงดิน สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารเร่งการเติบโตของพืช สามารถไล่แมลงที่มารบกวนพืช นอกจากนี้ยังนำไปผลิตสารดับกลิ่นตัว สารปรับผิวนุ่ม และยารักษาโรคผิวหนัง เป็นต้น

ดร.ณิ, สนั่น และ โสภณ, 2548 ได้ทำการวิจัยถึงผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่อการทำลายของเสียนดิน เพลี้ยไฟ และปริมาณการปนเปื้อนของสารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงเมล็ดโต ซึ่งเป็นการทดลองในฤดูแล้ง ระหว่างเดือน มกราคม-มิถุนายน 2548 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Split plot in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ โดย Main plot ประกอบด้วย การปลูกเชื้อรา *Aspergillus flavus* ในแปลงปลูก ถั่วลิสง และไม่มีการปลูกเชื้อราในแปลง ส่วน Sub plot เป็นระดับความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ที่ใช้ (น้ำส้มควันไม้ : น้ำ โดยปริมาตร) จืดพ่นทางใบ 4 ระดับ ใช้น้ำส้มควันไม้ (วิธีควบคุม), 1 : 500 ; 1 : 300 ; และ 1 : 200 โดยในทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ 1 ทำการราดน้ำส้มควันไม้ทางดิน ในอัตรา 1 : 20 (450 ลิตร/ไร่) 3 วันก่อนปลูก และการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ทางใบทุก 15 วันตั้งแต่ 20 วันหลังออกจนถึง 15 วันก่อนการเก็บเกี่ยว (100-170 ลิตร/ไร่ ขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโต) ผลการทดลองพบว่า การใช้ น้ำส้มควันไม้ในอัตรา 1 : 200 จืดพ่นทางใบมีผลทำให้ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 60-3 มีการสะสมน้ำหนักรวม (กรัม/ต้น) ที่ระยะเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ไม่มีผลทำให้ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 60-3 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่อัตรา 1 : 300 มีแนวโน้มที่ทำให้ จำนวนฝัก/ต้น เปอร์เซ็นต์กะเทาะ และผลผลิตถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 60-3 สูงขึ้น โดยถั่วลิสงมีผลผลิตฝักแห้งเฉลี่ย 143 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่ถั่วลิสงที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้มีผลผลิตเฉลี่ย 117 กิโลกรัม/ไร่ อย่างไรก็ตามการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ในความเข้มข้นที่สูงขึ้นเป็น 1 : 200 แม้จะมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นที่ดี แต่ผลผลิตมีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำส้มควันไม้ที่ 1 : 300 โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 124 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนถั่วลิสงจากแปลงที่มีการปลูกเชื้อราและไม่ปลูกเชื้อรา *A. flavus* มี

ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ทำการทดลองซ้ำในฤดูฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2548 โดยมีแผนการทดลองและวิธีการทดลอง เช่นเดิมยกเว้น Main plot ประกอบด้วยพันธุ์ถั่วลิสงชนิดเมล็ดโต 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ ขอนแก่น 60-3 และพันธุ์ มข.60 และปลูกเชื้อ *A. flavus* ในทุกแปลงในช่วงเตรียมดิน ราดน้ำส้มควันไม้ทางดิน ในอัตรา 1 : 20 (450 ลิตร/ไร่) ตามกรรมวิธีหลังการปลูกเชื้อ 3 วัน ปลูก ถั่วลิสงในวันที่ 25 กรกฎาคม 2548 ซึ่งเป็นระยะ 7 วันหลังการราดน้ำส้มควันไม้ ผลการทดลองพบว่า การใช้น้ำส้มควันไม้ในอัตราส่วนต่าง ๆ ไม่มีผลทำให้การสะสมน้ำหนักรวม (กรัม/ต้น) ของถั่วลิสงที่อายุ 60 วัน และที่ระยะเก็บเกี่ยว ภายใต้สภาพการผลิตฤดูฝน แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใช้น้ำส้มควันไม้มีผลทำให้ถั่วลิสงมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นดีขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น โดยถั่วลิสงที่พันธุ์ขอนแก่น 60-3 มีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงกว่าพันธุ์ มข.60 การใช้น้ำส้มควันไม้ไม่มีผลทำให้จำนวนฝัก/ต้น ผลผลิตฝักแห้ง เปอร์เซ็นต์กะเทาะ และ น้ำหนัก 100 เมล็ด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในพันธุ์ขอนแก่น 60-3 และ พันธุ์ มข.60 แต่อย่างไรก็ตาม การใช้น้ำส้มควันไม้ในอัตรา 1 : 300 มีแนวโน้มที่ทำให้จำนวนฝักทั้งหมดของถั่วลิสง ผลผลิตฝักแห้ง เปอร์เซ็นต์กะเทาะเพิ่มขึ้น การใช้น้ำส้มควันไม้ในอัตรา 1 : 300 ทำให้ถั่วลิสงมีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์ที่ได้รับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ในอัตรา 1 : 200 และไม่ฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวต่ำที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่าพันธุ์ มข. 60 มี ผลผลิตฝักแห้ง และดัชนีการเก็บเกี่ยว สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 60-3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยทำให้เห็นได้ว่า การใช้น้ำส้มควันไม้ฉีดพ่นและราดลงดินแต่ละอัตราส่วน ทำให้ผลการทดลอง เช่น การสะสมของน้ำหนักรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใช้น้ำส้มควันไม้มีผลทำให้ถั่วลิสงมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นดีขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

- 1.1 น้ำส้มควันไม้บริสุทธิ์ 3 แหล่ง จากศูนย์การเรียนรู้การเกษตรพอเพียงจังหวัดแพร่
- 1.2 น้ำส้มควันไม้ผลไม้
- 1.3 น้ำส้มควันไม้ไม้ไผ่
- 1.4 น้ำส้มควันไม้เนื้อแข็ง
- 1.5 น้ำหมักชีวภาพ

2. อุปกรณ์

- 2.1 ช้อนตักสารเคมี (Spatula)
- 2.2 ถุงพลาสติก (Plastic bag)
- 2.3 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
- 2.4 บีกเกอร์ (Beaker)
- 2.5 หลอดทดลอง (Test tube)
- 2.6 ปิเปต (Pipette)
- 2.7 แท่งแก้วคนสาร (Stirring rod)
- 2.8 กระบอกตวง (Cylinder)
- 2.9 ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)
- 2.10 ชุดเครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์
- 2.11 ถังหมัก
- 2.12 เครื่องคิดเลข

3. เครื่องมือ

- 3.1 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย (pH meter)
- 3.2 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance)
- 3.3 ตู้อบแห้ง (Hot air oven)
- 3.4 เครื่องไทเทรตอัตโนมัติ (Auto titrate)
- 3.5 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)
- 3.6 แท่นให้ความร้อน (Hotplate)

3.7 เครื่องผสมสารในหลอดทดลอง (Vortex mixer)

3.8 ตู้ระบายควัน (Hood)

3.9 เครื่องกลั่นโปรตีน

3.10 เครื่องหมุนเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

6. สารเคมี

6.1 กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid : H_2SO_4)

6.2 กรดบอริก (H_3BO_3)

6.3 สารละลายเมิลเรดอินดิเคเตอร์ (Methyl red indicator)

6.4 สารละลายเมทิลีนบลู

6.5 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

(Sodiumhydroxide solution: $NaOH$) 40%

6.6 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid: HCl) 0.1 นอร์มอล

6.7 โซเดียมไฮดรอกไซด์เตตราโบเรต ($Na_2B_4O_7$)

6.8 โซเดียมเตรตราโบเรต

6.9 เอทิลแอลกอฮอล์

6.10 น้ำกลั่น (Distilled water)

6.11 วานาเดต

6.12 โมลิบเดต

6.13 โซเดียมไนโตรพรัสไซด์

6.14 แอมโมเนียมคลอไรด์

6.15 โพแทสเซียม ไฮโดรเจน พทาเลต

6.16 แอลกอฮอล์ 95%

6.17 โพแทสเซียมไดโครเมท

6.18 ไฮดรอกซีลาไมด์ ไฮโดรคลอไรด์

6.19 โซเดียมซิเตรต

6.20 โบรโมครีซอล บลู

ยี่ห้อ

LAB-SCAN

Ajax Finechem

J.T.Baker

7. เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการทดลอง

7.1 *Staphylococcus aureus*

7.2 *Salmonella choleraesuis*

7.3 *Vibrio cholerae*

7.4 *Bacillus cereus*

7.5 *Escherichia coli*

วิธีดำเนินการ

1. ศึกษาการออกแบบเตาเผาถ่านที่สามารถลดการเกิดควัน

1.1 ขั้นตอนการติดตั้งเตาเผาถ่าน

1.1.1 ตัดฝาดังด้านบน เพื่อใช้เป็นส่วนของฝาเตาที่สามารถเปิดปิดได้ เพื่อนำไม้เข้าไปในเตาและนำถ่านออกมาจากเตา

1.1.2 เจาะรูในส่วนที่เป็นฝาดัง ขนาดประมาณ 20x25 ซม. เพื่อทำหน้าที่เป็นปากเตา ใช้สำหรับปล่อยให้อากาศเข้า และเจาะรูด้านกันถึงใหม่ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 12 ซม. เพื่อที่จะสามารถติดตั้งสามทางปูนขนาด 4 นิ้ว ซึ่งจะใช้ต่อกับท่อโยหินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 1 เมตร

1.1.3 ขุดหลุมลึกขนาด 1/3 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของถัง เพื่อติดตั้งถังลงในหลุมตามแนวนอนและติดตั้งปล่องควัน และกลับตัวถังด้วยดินหรือทรายเพื่อทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อน

1.2 ขั้นตอนการใช้งาน

1.2.1 ตัดไม้ที่จะใช้เผาถ่าน มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 ซม. ยาวประมาณ 80 ซม. บรรจุใส่ถังในแนวนอนตามยาวของถังไม้ที่มีขนาดใหญ่ก็ควรจะผ่าเสียก่อน

1.2.2 ปิดฝาดังให้แน่นหนาอุดรอยต่าง ๆ ด้วยดินเหนียวไม่ให้เป็นช่องทางให้อากาศเข้าได้ นอกจากทางปากเตา

1.2.3 จุดไฟที่ปากเตาเพื่อเริ่มต้นเผาถ่าน ระวังระวังตำแหน่งของกองไฟหน้าเตาไม่ให้เข้าใกล้เตาจนเกินไป ตำแหน่งที่เหมาะสมคือประมาณ 1 ฟุต ปล่อยให้ไอร้อนเท่านั้นที่ไหลเข้าไปในเตา

1.2.4 ดักเก็บน้ำส้มควันไม้ทางปล่องที่ควันออก โดยสังเกตจากสีของควัน

1.2.5 ควันที่เกิดจากการเผาถ่าน จะแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะได้แก่

- ควันสีขาว จะเป็นช่วงการระเหยของไอน้ำจากภายในเนื้อไม้
- อุณหภูมิที่ปากปล่องช่วงนี้อยู่ระหว่าง 82 – 120 องศาเซลเซียส แต่การดักเก็บน้ำส้มควันไม้
- กำหนดให้เก็บในช่วงอุณหภูมิ 82 – 120 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยจากสารทาร์ (Tar)

1.2.6 เมื่อเวลาถ่านสุกให้สังเกตว่าไม่มีควัน ออกมาจากปากปล่องอีก ให้ทำการอุดปากเตาและปากปล่องด้วยดินเหนียวรวมทั้งรอยรั่วอื่น ๆ จนควันไม่สามารถเล็ดลอดออกมาได้โดยเด็ดขาด

1.2.7 ทั้งเตาไว้ 1 คืน เตาจะเย็นลงจนสามารถเปิดเตานำถ่านออกมาได้ในเช้าของวันถัดไป

1.2.8 ปกติการเผาถ่านด้วยเตาดังเดงนี้จะใช้เวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมง

2. ศึกษาปริมาณและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำส้มควันไม้

ในน้ำส้มควันไม้ มีกรดเป็นส่วนประกอบ ดังนั้น เราสามารถหาปริมาณกรดในน้ำส้มควันไม้ได้ โดยไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานเบส

ปฏิกิริยาการไทเทรตระหว่าง Acetic acid กับ เบสเป็นดังนี้



2.1.1 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย NaOH

ปิเปตสารละลายมาตรฐาน KHP 10.00 ml ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 ml เติม Phenolphthalein 2-3 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ แล้วไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH ที่เตรียมไว้ข้างต้นจนถึงจุดยุติ สารละลายจะเปลี่ยนจากสารละลายใส ไม่มีสีเป็น

สีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตร NaOH ที่ใช้ ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย NaOH

2.1.2 การไทเทรตหาปริมาณ Acetic acid ในน้ำส้มควันไม้

เนื่องจากน้ำส้มควันไม้ที่มีขายตามท้องตลาด จะมีปริมาณของ Acetic acid อยู่ค่อนข้างเข้มข้น ดังนั้นก่อนนำตัวอย่างน้ำส้มควันไม้มาไทเทรต จึงมีการเจือจางสารตัวอย่างก่อน โดยปิเปิดน้ำส้มควันไม้ตัวอย่างมา 10.00 ml ใส่ลงใน Volumetric flask ขนาด 100.00 ml แล้วปรับปริมาตรให้ถึงขีดด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

ปิเปิดสารละลายตัวอย่างมา 10.00 ml ใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 ml เติมอินดิเคเตอร์ Phenolphthalein 3-5 หยด นำมาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนถึงจุดยุติ สารละลายจะเปลี่ยนจากใส ไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วคำนวณหาปริมาณของ CH_3COOH ในสารตัวอย่างในหน่วย %(w/v)

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำส้มควันไม้โดย Colorimetry

รูปของไนโตรเจนที่ตัวอย่างสามารถดูด (Absorb) ได้ ได้แก่ อนุมูลไนเตรต (NO_3^-) และอนุมูลแอมโมเนียม (NH_4^+) และเมื่อพืชดูดเข้าไปแล้วทั้งไนเตรตและแอมโมเนียมจะเปลี่ยนรูปไปเป็นสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนรูปต่าง ๆ เช่น กรดอะมิโน โปรตีน ฯลฯ การวิเคราะห์วิธีนี้เป็นวิธีการวิเคราะห์ไนโตรเจนเฉพาะรูปของอนุมูลแอมโมเนียมหรือแอมโมเนียที่สะสมอยู่ในเซลล์พืช และนอกจากนี้ในบางกรณีอาจจะมีการสะสมแอมโมเนียมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการการเมแทบอลิซึมได้ เช่น เกิดจากมีการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์กลูตามีนซินเทส (Glutamine synthetase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ช่วยกระตุ้นกระบวนการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียมไปเป็นกลูตามีนซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน (Ammonia assimilation)

นอกจากนี้ การวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธีนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดได้ ดังนั้น ปริมาณแอมโมเนียมที่วิเคราะห์ได้ก็คือปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมดนั่นเอง

ในสภาพที่เป็นเบส ฟีนอล (Phenol) จะทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียม และไฮโปคลอไรต์ (Hypochlorite) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน โดยมีโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ (Sodium nitroprusside) เป็นสารเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ความเข้มของสีที่เกิดขึ้นจะสัมพันธ์กับปริมาณแอมโมเนียมและความเข้มของสีนี้สามารถวัดได้โดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร (nm) ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบความเข้ม

ของสีที่เกิดขึ้นกับกราฟมาตรฐาน (Standard curve) ก็จะทราบปริมาณแอมโมเนียมในตัวอย่างพืชได้

2.2.1 การทำกราฟมาตรฐาน

2.2.1.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียมความเข้มข้น 25 และ 50 พีพีเอ็ม จากสารละลายมาตรฐานที่มีแอมโมเนียมความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม

2.2.1.2 ใส่สารละลาย A (สารละลายฟีนอล 1 กรัม และโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ 5 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร) ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่ 1, 2, 3 และ 4

2.2.1.3 ปิเปตสารละลายมาตรฐาน ความเข้มข้น 0 (น้ำกลั่น), 25, 50 และ 100 พีพีเอ็ม ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ลงในหลอดที่ 1, 2, 3 และ 4 เขย่าให้เข้ากัน

2.2.1.4 เติมสารละลาย B (สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 กรัม และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.84 มิลลิลิตร) ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

2.2.1.5 ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที

2.2.1.6 วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร

3.3.2.1.7 ทำกราฟมาตรฐาน จากค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน กับค่าดูดกลืนแสง

2.2.2 วิธีการวิเคราะห์แอมโมเนียม-ไนโตรเจน

2.2.2.1 ใส่สารละลาย A (สารละลายฟีนอล 1 กรัม และโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ 5 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร) ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง

2.2.2.2 เติมสารละลายตัวอย่าง ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง เขย่าให้เข้ากัน

2.2.2.3 เติมสารละลาย B (สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 กรัม และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.84 มิลลิลิตร) ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เขย่าให้เข้ากัน

2.2.2.4 ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที

2.2.2.5 วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร

2.2.2.6 หาความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐานโดยนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

2.2.2.7 คำนวณหาปริมาณแอมโมเนียมในสารตัวอย่าง

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำส้มควันไม้โดย Colorimetry

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphate) ในระดับที่เพียงพอคือ 0.2-0.5 % สามารถดูดฟอสฟอรัสได้ในรูปของอนุมูลไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (H_2PO_4^-) และ โมโนไฮโดรเจนฟอสเฟต (HPO_4^{2-}) ส่วนอนุมูลออร์โทฟอสเฟต (PO_4^{3-}) นั้นสารไม่สามารถดูดได้ และมักจะตกตะกอนเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ เช่น แคลเซียมฟอสเฟต แมกนีเซียมฟอสเฟต หรือ อลูมินัมฟอสเฟต

เมื่อสารดูดอนุมูลไดไฮโดรเจนฟอสเฟตและโมโนไฮโดรเจนฟอสเฟตเข้าไปแล้วจะเปลี่ยนรูปเป็นสารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัสหลายชนิด เช่น ฟอสโฟไลปิด (Phospholipid), อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (Adenosinetriphosphate ; ATP), น้ำตาลฟอสเฟต (Nucleotide) โคเอนไซม์ (Coenzyme), และกรดไฟติก (Phytic acid) เป็นต้น

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสวิธีนี้เป็นวิธีการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphate) โดยวิธีการวัดการดูดกลืนแสงของสารที่มีสี (Colorimetry) ซึ่งเป็นวิธีการทำให้เกิดสี และนำไปวัดความเข้มของสีที่เกิดขึ้นด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เมื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน ก็จะทำให้สามารถทราบปริมาณฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในตัวอย่างได้

ในสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรด อนุมูลออร์โทฟอสเฟต อนุมูลวานาเดต (Vanadate) และอนุมูลโมลิบเดต (Molybdate) จะทำปฏิกิริยาและได้สารประกอบเชิงซ้อนสีเหลือง สีที่เกิดขึ้นนี้จะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ดังนั้นเพื่อให้การเกิดสีเป็นไปอย่างสมบูรณ์ หลังจากที่ได้ผสมสารเคมีต่าง ๆ ต้องตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

2.3.1 การทำกราฟมาตรฐาน

2.3.1.1 บีบเปิดสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม ปริมาตร 0.75, 1.5 และ 2.25 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 2, 3 และ 4

2.3.1.2 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 5, 4.25, 3.5 และ 2.75 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

2.3.1.3 เติมสารละลายวานาเดต ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

2.3.1.4 เติมสารละลายโมลิบเดต ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

2.3.1.5 วางหลอดทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที

2.3.1.6 วัดความเข้มของสีด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร

2.3.1.7 ทำกราฟมาตรฐาน จากค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกับค่าการดูดกลืนแสง

2.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส

2.3.2.1 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง

2.3.2.2 เติมสารละลายวานาเดต ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

2.3.2.3 เติมสารละลายโมลิบเดต ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

2.3.2.4 วางหลอดทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที

2.3.2.5 วัดความเข้มของสีด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร

2.3.2.6 หาความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน โดยนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

2.3.2.7 คำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่างสาร

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำส้มควันไม้โดยวิธีการกลั่นอย่างรวดเร็ว (Flush distillation)

น้ำส้มควันไม้บางสูตร อาจมีส่วนประกอบของแอลกอฮอล์อยู่ เนื่องจากได้ใช้ไม้ในการทำให้เกิดน้ำส้มควันไม้ ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ โดยวิธีการกลั่นอย่างรวดเร็ว โดยทำการเปรียบเทียบปริมาณแอลกอฮอล์ที่หาได้จากตัวอย่างน้ำส้มควันไม้จากกราฟมาตรฐานโดยการวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ค่าความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร

2.4.1 การทำกราฟมาตรฐาน

2.4.1.1 เตรียมสารละลายแอลกอฮอล์มาตรฐานโดยการเจือจางแอลกอฮอล์เกรดบริสุทธิ์ ตามตาราง โดยปรับปริมาตรให้เป็น 50 ml ด้วยน้ำกลั่นของทุกความเข้มข้นที่เตรียมด้วยขวดวัดปริมาตรขนาด 50 ml

2.4.1.2 ตูต 1 ml ของสารละลายแอลกอฮอล์มาตรฐานแต่ละความเข้มข้นลงในหลอดฝาเกลียวขนาด 50 ml

2.4.1.3 เติมสารละลาย $K_2Cr_4O_7$ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ในสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล

2.4.1.4 ปิดฝาเกลียว นำไปต้มในน้ำเดือด 5 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันที

2.4.1.5 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 nm โดยใช้ น้ำกลั่นแทนสารละลายเพื่อใช้เป็นสารละลายไร้ตัวอย่าง (Blank) เพื่อปรับเป็นศูนย์

2.4.1.6 เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์กับค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้

2.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์

2.4.2.1 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

2.4.2.2 เติมสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ในสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล

2.4.2.3 ปิดฝาเกลียว นำไปต้มในน้ำเดือด 5 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันที

2.4.2.4 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 nm โดยใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายเพื่อใช้เป็นสารละลายไร้ตัวอย่าง (Blank) เพื่อปรับเป็นศูนย์

2.4.2.5 นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน แล้วคำนวณปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้

ตาราง 6 การเตรียมสารละลายแอลกอฮอล์มาตรฐานที่ความเข้มข้นต่าง ๆ จากแอลกอฮอล์เกรดบริสุทธิ์

ปริมาตรของแอลกอฮอล์บริสุทธิ์	ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ %V/V
4.0	8
3.5	7
3.0	6
2.5	5
2.0	4
1.5	3
1.0	2
0.5	1
0	0

2.5 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำส้มคว้นไม้โดยวิธีสเปกโตรโฟโตเมทรี

การดูดกลืนแสงของสารในช่วงแสงวิสิเบิล (Visible spectrophotometry) สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative analysis) ได้ โดยมีหลักที่สำคัญคือ สารที่ต้องการหาปริมาณจะต้องมีสีหรือสามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วทำให้เกิดสารที่มีสี ในทางทฤษฎี สารละลายที่มีสีที่ใช้ในการวิเคราะห์ ควรมีสถิติดังนี้ คือ สีของสารควรมีความเข้มมากพอที่จะวัดการดูดกลืนแสงได้ ถึงแม้สารนั้นจะประกอบด้วยสารที่ต้องการวิเคราะห์จำนวน

เล็กน้อย, สีของสารที่อยู่ในสารละลายจะต้องอยู่ตัว ไม่จางลงอย่างรวดเร็ว, สีของสารจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงหรือจางลง เมื่อ pH หรืออุณหภูมิของสารละลายเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย, สารรีเอเจนต์ ที่ทำให้เกิดสีกับสารที่เราต้องการวิเคราะห์ จะต้องไม่มีสีหรือไม่ดูดกลืนแสงที่มีช่วงคลื่นเดียวกับสารที่เกิดขึ้น และปฏิกิริยาของรีเอเจนต์ที่ทำให้เกิดสารที่มีสีกับสารที่ต้องการวิเคราะห์ จะต้องให้สารที่มีสีชนิดเดียวเท่านั้น

แสง UV มีความยาวคลื่นประมาณ 200-380 นาโนเมตร ส่วนแสง Visible มีความยาวคลื่นประมาณ 380-780 ซึ่งแสงวิสิเบิลในแต่ละช่วงคลื่นจะมีสีเฉพาะตัวและสามารถมองเห็นได้ด้วยตา

หลักทั่วไปของ Spectrophotometer เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดการดูดกลืนแสงของสารในช่วงคลื่นค่าหนึ่ง ๆ ในเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ แหล่งกำเนิดพลังงานแสง (Radiation source หรือ Light source) สำหรับ Visible spectrophotometer จะใช้หลอดทังสเตน (Tungsten filament lamp) เป็นแหล่งกำเนิดแสงในช่วงวิสิเบิล, หน่วยจำแนกช่วงคลื่นของแสง (Monochromator) ประกอบด้วย Prism หรือ Grating ในบางชนิดอาจใช้แผ่นแก้วกรองแสง (Glass filter), เซลล์สำหรับใส่สารละลาย (Absorption cell), หน่วยตรวจวัด (Detector) และ หน่วยบันทึกผล (Recorder)

2.5.1 การทำการมาตรฐาน

2.5.1.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐานของเหล็กมา 5 ml ลงใน Beaker ขนาด 50 ml เติมสารละลาย Bromophenol blue indicator 1 หยด แล้วค่อย ๆ เติมสารละลาย โซเดียมซิติเรตจาก Graduated pipette ลงไปจนสารละลายที่ได้เปลี่ยนเป็นสีเขียว (สีระหว่างเหลืองกับน้ำเงิน) บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมซิติเรตที่ใช้ สารละลายที่ได้ทิ้งเสีย

2.5.1.2 ปิเปตสารละลายมาตรฐานของเหล็ก (Fe^{2+}) มาใหม่ 0.00, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00 ml ใส่ลงใน Volumetric flask ขนาด 100 ml จำนวน 5 ใบ เติมสารละลาย Hydroxylamine hydrochloride ปริมาตร 1 ml และสารละลาย 1,10-phenanthroline 2 ml แล้วสารละลายโซเดียมซิติเรตปริมาตรเท่ากับในข้อ 1. ข้างบน เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 5 นาที

2.5.1.3 นำสารละลายมาตรฐานที่เตรียมได้ในข้อ 2. มาวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ขวดที่ 1 คือ สารละลายแบล็ก (ไม่มี Fe^{2+} อยู่) เราจะหา Absorbance ที่แท้จริงของสารละลาย Fe^{2+} ในแต่ละความเข้มข้น โดยนำค่า Absorbance ที่ได้จาก Blank solution

2.5.1.4 นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 3. มาสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ซึ่งพล็อตระหว่าง Absorbance กับความเข้มข้นของสารละลาย Fe^{2+} และใช้กราฟมาตรฐานที่ได้นี้ คำนวณหาความเข้มข้นของ Fe^{2+} ในสารตัวอย่างต่อไป

2.5.2 การหาปริมาณเหล็ก

2.5.2.1 ปิเปตตัวอย่างมา 10.00 ml ใส่ใน Beaker ขนาด 50 ml หยด สารละลาย Bromophenol blue indicator 1 หยด ควบคุม PH ของสารละลายให้อยู่ที่ 3.5 โดยใช้สารละลายโซเดียมซิติเรต หรือ 0.05 M H_2SO_4 จาก Graduated pipette ทำการทดลอง แบบตอนที่ 1 การทำกราฟมาตรฐาน จดปริมาณของสารที่ใช้ สารละลายที่ได้ทั้งเสีย

2.5.2.2 ปิเปตสารละลายตัวอย่างมาใหม่ 10.00 ml ใส่ลงใน Volumetric flask ขนาด 100 ml เติมสารละลาย Hydroxylamine hydrochloride ปริมาตร 1 ml และสารละลาย 1,10-Phenanthroline 2 ml แล้วเติมสารละลายโซเดียมซิติเรตหรือ 0.05 M H_2SO_4 ลงไปให้มี ปริมาตรเท่ากับข้อ 1. ข้างบน เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 5 นาที

2.5.2.3 นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ในข้อ 2. มาวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร

2.5.2.4 จากค่า Absorbance ของน้ำส้มควันไม้ตัวอย่าง นำมาหาความเข้มข้นของเหล็กในหน่วย Molarity (M) และในหน่วย ppm โดยนำไปเปรียบเทียบกับกราฟ มาตรฐาน (Calibration curve)

2.6 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำส้มควันไม้

นำน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่งมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยนำน้ำส้มควันไม้ที่ไม่ผ่านการเจือจาง มาวัดค่าที่เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง จนตัวเลขที่แสดงหยุดนิ่ง แล้วจึง อ่านค่า

3. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร

3.1 ขั้นตอนการ

ในการดำเนินการรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดกระบวนการศึกษา การรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1.1 กระบวนการทดลอง

3.1.1.1 การศึกษาการให้น้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์

โดยการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบที่แตกต่างกันคือ

- 1) ที่ความเร็วรอบ 1,200 รอบ/นาที นาน 10 นาที
- 2) ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที นาน 10 นาที
- 3) ที่ความเร็วรอบ 2,000 รอบ/นาที นาน 10 นาที
- 4) ที่ความเร็วรอบ 2,500 รอบ/นาที นาน 10 นาที
- 5) ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบ/นาที นาน 10 นาที
- 6) ที่ความเร็วรอบ 4,000 รอบ/นาที นาน 10 นาที

ทำการเปรียบเทียบอัตราเร็วที่ใช้ในแต่ละระดับ โดยดูจากปริมาณของน้ำส้มควันไม้ที่แยกได้ของตะกอน และส่วนใส รวมทั้งส่วนที่เป็นน้ำมันใสแล้วเลือกน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบที่ดีที่สุด โดยสามารถทำให้ได้ปริมาณของน้ำส้มควันไม้ส่วนใสออกมามากที่สุด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงช่วง 600 นาโนเมตร และนำมาใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

3.1.1.2 การวางแผนการทดลอง/ศึกษา/ค้นคว้า

การทดลองโดยเก็บน้ำเสียจากคอกสุกรในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 และ 30 นำมาวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ซึ่งในแต่ละหน่วยการทดลองมีการใช้น้ำส้มควันไม้ และน้ำหมักชีวภาพที่ระดับความเข้มข้นต่างกันทำการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่ม 21 ตลอดโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 6 กลุ่ม 3 ซ้ำ ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 เป็นสูตรควบคุม (0:0)
- กลุ่มที่ 2 ใช้น้ำส้มควันไม้ 1 ส่วนผสมน้ำ 20 ส่วน (1:20)
- กลุ่มที่ 3 ใช้น้ำส้มควันไม้ 1 ส่วนผสมน้ำ 15 ส่วน (1:15)
- กลุ่มที่ 4 ใช้น้ำส้มควันไม้ 1 ส่วนผสมน้ำ 10 ส่วน (1:10)
- กลุ่มที่ 5 ใช้น้ำส้มควันไม้ 1 ส่วนผสมน้ำ 5 ส่วน (1:5)
- กลุ่มที่ 6 ใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วนผสมน้ำ 1 ส่วน (1:1)

3.1.1.3 วิธีการทดลอง

1. เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากฟาร์มสุกรประมาณ 90 ลิตร และแบ่งใส่ถังจำนวน 18 ถัง ใส่ถังละ 5 ลิตร
2. ทำการเติมน้ำส้มควันไม้ที่ทำการเจือจางในแต่ละสูตรรวมทั้งน้ำหมักชีวภาพ สูตรละ 3 ถัง จะใส่ถังละ 100 มิลลิลิตร จะได้ทั้งหมด 15 ถัง อีก 3 ถัง เป็นสูตรควบคุม

3. ทำการทดสอบโดยการวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียในโตรเจน จากตัวอย่างน้ำเสียในฟาร์มสุกรที่เติมน้ำส้มควันไม้ และน้ำหมักชีวภาพ ในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25 และ 30

3.2 การรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้ศึกษาใช้วิธีการเก็บข้อมูล โดยวิธีและขั้นตอนดังต่อไปนี้ ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนในน้ำเสียที่เติมน้ำส้มควันไม้และน้ำหมักชีวภาพ ในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25 และ 30 ในระดับที่แตกต่างกัน ระดับใดมีประสิทธิภาพในการลดการเกิดแอมโมเนียในโตรเจนมากที่สุด

3.3. ขั้นตอนการจัดกระทำกับข้อมูล

เมื่อรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำให้เป็นระบบและวิเคราะห์โดยจัดกระทำกับข้อมูลดังนี้ 22

3.3.1. วิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง โดยวิธี The Least Significant Difference (รุ่งกานต์, 2545)

3.4. สถานที่ดำเนินการ

ทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการทางเทคโนโลยีชีวภาพ ST 208 และ ST 210, ห้องปฏิบัติการทางสัตวศาสตร์ อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และฟาร์มสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ตำบลแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

4. ศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร

4.1 การวางแผนการทดลอง

ผู้ทำการทดลองจะใช้แผนการทดลอง 3×4 ในการทดลองแบบสุ่มทดลอง (Completely Randomized Design) โดยมี 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือน้ำส้มควันไม้จากไม้ 3 ชนิด (a) ปัจจัยที่ 2 คือ ความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ที่มี 4 ระดับ (b) รวมเป็น 12 ทริทเมนต์ แต่ละทริทเมนต์ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ทำการทดสอบกับเชื้อแบคทีเรียก่อโรค 5 ชนิด

4.2 วิธีการทดลอง

4.2.1 เตรียมหัวเชื้อในอาหาร รวมกับเกลือ 1.5% ของอาหารในอัตราส่วนผสมในขวดรูปชมพู่ขวดละ 100 มิลลิลิตร ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน

15ปอนด์/ตารางนิ้วเป็นเวลา 15 นาที โดยนำไปเข้าเครื่องเขย่าให้อากาศที่ความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.2.2 นำอาหารเลี้ยงเชื้อ (NB) และ อาหารเลี้ยงเชื้อ Mac Conkey Agar ที่ประกอบด้วย กลีโกล 1.5% ของอาหารในอัตราส่วนผสม ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 15ปอนด์/ตารางนิ้วเป็นเวลา 15 นาที นำเข้าตู้ถ่ายเชื้อ

4.2.3 จากนั้นนำเชื้อที่ได้จากการเตรียมหัวเชื้อ มาทำการ Spread Plate ในจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหารอยู่ โดยเชื้อ *Salmonella choleraesuis* และ *Escherichia coli* เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Mac Conkey Agar เชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae*, และ *Bacillus cereus* ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ NA โดยใช้หัวเชื้อในปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร โดยวิธี Aseptic Technique

4.2.4 นำกระดาดตาไก่ที่ฆ่าเชื้อแล้วมาชุบน้ำส้มควันไม้แต่ละสูตรในความเข้มข้น 100%, 75%, 50% และ 25% ตามลำดับ

4.2.5 นำตาไก่ที่ชุบน้ำส้มควันไม้แล้วมาทำการทดสอบโดยนำไปวางในจานเลี้ยงเชื้อที่ถ่ายเชื้อแล้วจานละ 3 ขั้ว

4.2.6 นำจานเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

4.2.7 นำจานเพาะเชื้อออกมาวัดวงปฏิกิริยา ที่เกิดจากการทดสอบประสิทธิภาพของ น้ำส้มควันไม้สูตรต่างๆ โดยที่ขนาดของตาไก่เท่ากับ 0.5 เซนติเมตร หาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน และนำมาเปรียบเทียบด้วยวิธีการทางสถิติ

ผลการทดลอง

1. ศึกษาการออกแบบเตาเผาถ่านที่สามารถลดการเกิดควัน



ภาพที่ 5 : แสดงเตาเผาถ่านแบบระบบปิดเพื่อลดการปล่อยควันและสามารถเก็บน้ำส้มควันไม้

จากการศึกษาการออกแบบเตาเผาถ่านเพื่อลดการปล่อยควันออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยใช้การเผาแบบระบบปิดซึ่งสามารถทำได้โดย ตัดฝาถังด้านบน เพื่อใช้เป็นส่วนของฝาเตาที่สามารถเปิดปิดได้ เพื่อนำไม้เข้าในเตาและนำถ่านออกจากเตาเจาะรูในส่วนที่เป็นฝาดัง ขนาดประมาณ 20x25 cm. เพื่อทำหน้าที่เป็นปากเตา ใช้สำหรับปล่อยให้อากาศเข้า และเจาะรูด้านก้นถังใหม่ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 12 ซม. เพื่อที่จะสามารถติดตั้งสามทางปูนขนาด 4 นิ้ว ซึ่งจะใช้ต่อกับท่อไยหินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 1 เมตร ชุดหลุมลึกขนาด 1/3 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของถัง เพื่อติดตั้งถังลงในหลุมตามแนวนอนและติดตั้งปล่องควัน และกลบตัวถังด้วยดินหรือทรายเพื่อทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนแต่กำลังการผลิตอาจน้อยกว่าเตาเผาแบบระบบเปิด เพราะตัวถังมีขนาดเล็กกว่า

2. การศึกษาปริมาณและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร

2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำส้มควันไม้โดยวิธีการไทเทรต

2.1.1 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย NaOH

จากการทดลองทำการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย NaOH โดยใช้สารละลายมาตรฐานคือ KHP แล้วใช้ Phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ จากนั้นไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH จนถึงจุดยุติ จนสารละลายเปลี่ยนจากสารละลายใส ไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน แล้วบันทึกปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไป ดังผลการทดลอง

ตาราง 7 แสดงการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย NaOH

ปริมาตร KHP (cm ³)	ปริมาตร NaOH (cm ³)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
10.00	10.60	10.60	10.80	10.67

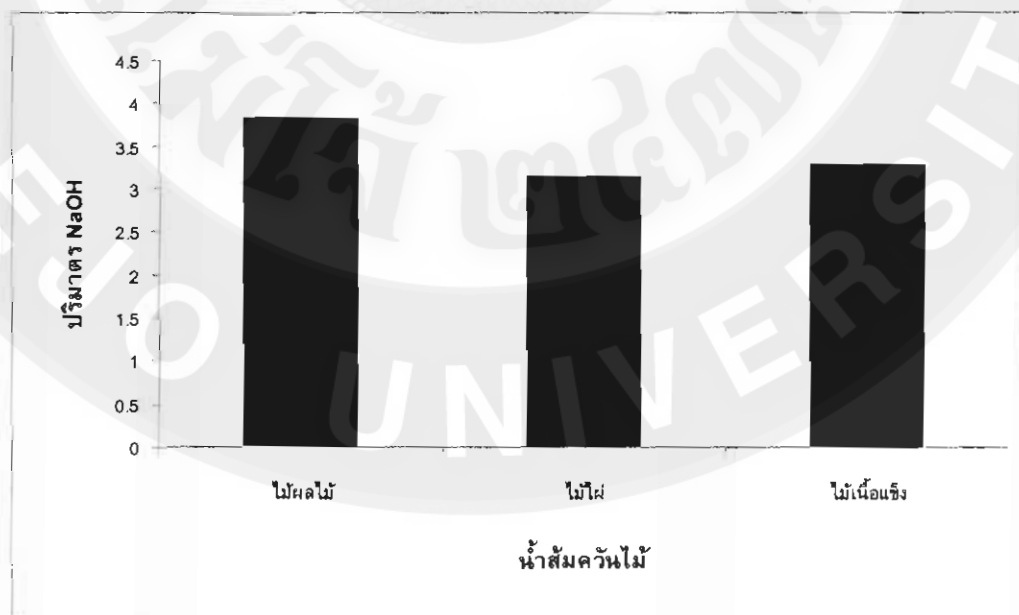
2.1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณ Acetic acid ในน้ำส้มควันไม้

จากการทดลองทำการหาปริมาณ Acetic acid ในน้ำส้มควันไม้ โดยใช้น้ำส้มควันไม้ 3 แหล่ง แล้วใช้ Phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ จากนั้นไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH จนถึงจุดยุติ จนสารละลายเปลี่ยนจากสารละลายใส ไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน แล้วบันทึกปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไป ดังผลการทดลอง

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์หาปริมาณ Acetic acid ในน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้	ปริมาตร NaOH (cm ³)				ปริมาณ Acetic acid % (w/v)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
ไม้ผลไม้	3.84	3.85	3.78	3.82	2.143
ไม้ไผ่	3.15	3.15	3.12	3.13	1.759
ไม้เนื้อแข็ง	3.33	3.29	3.26	3.29	1.849

ปริมาตร NaOH ที่ใช้ไปในการไทเทรตน้ำส้มควันไม้ผลไม้, ไม้ไผ่ และไม้เนื้อแข็ง เฉลี่ยเท่ากับ 3.82, 3.13 และ 3.29 cm^3 ตามลำดับ และมีปริมาณ Acetic acid ของน้ำส้มควันไม้จากผลไม้, ไม้ไผ่ และไม้เนื้อแข็ง เท่ากับ 2.143, 1.759 และ 1.849 % (w/v) ตามลำดับ



ภาพที่ 6 : แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Acetic acid ในน้ำส้มควันไม้

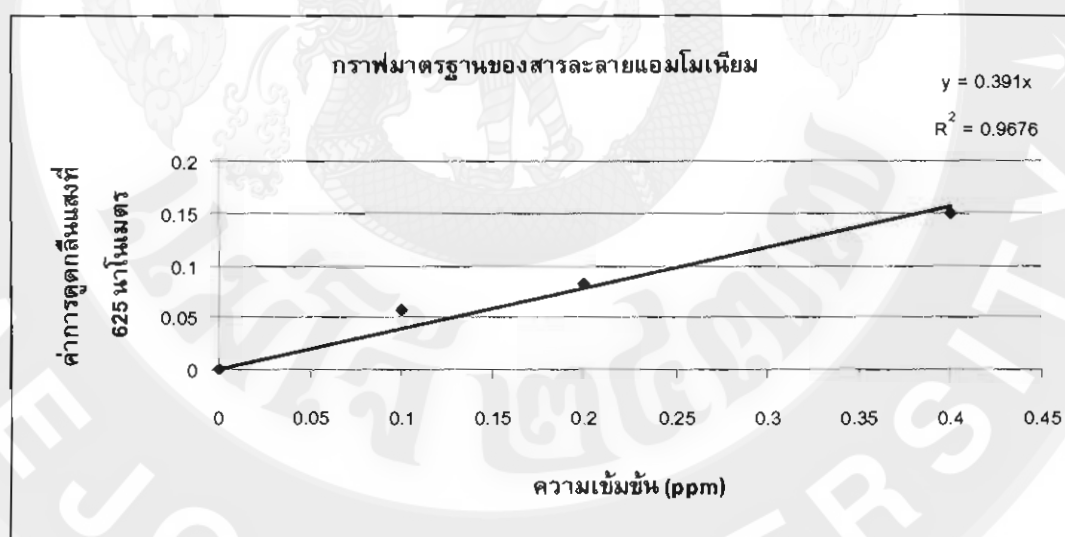
2.2 การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำส้มควันไม้โดย Colorimetry

2.2.1 การทำกราฟมาตรฐาน

ทำการทดลองจากการที่นำสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียมความเข้มข้น 25 และ 50 พีพีเอ็ม จากสารละลายมาตรฐานที่มีแอมโมเนียมความเข้มข้น 100 พีพีเอ็มที่เตรียมไว้ นำมาทำปฏิกิริยากับสารละลาย A (สารละลายฟีนอล 1 กรัม และโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ 5 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร) และสารละลาย B (สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 กรัม และโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 0.84 มิลลิลิตร) ทั้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาในอุณหภูมิห้อง 20 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร ได้ค่าของกราฟมาตรฐานดังนี้

ตาราง 9 แสดงค่าที่ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อทำกราฟมาตรฐานของแอมโมเนียม-ไนโตรเจน

ความเข้มข้น ของ แอมโมเนียม – ไนโตรเจนใน สารละลาย มาตรฐาน (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 625 นาโนเมตร			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
0.1	0.054	0.057	0.060	0.057
0.2	0.082	0.083	0.082	0.082
0.4	0.150	0.152	0.148	0.150



ภาพที่ 7 : แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียม

2.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำส้มควันไม้

จากการทดลองหาปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ในน้ำส้มควันไม้ โดยใช้ น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่ง มาทำปฏิกิริยากับสารละลาย A (สารละลายฟีนอล 1 กรัม และโซเดียม ไนโตรพรัสไซด์ 5 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร) และสารละลาย B (สารละลาย โซเดียม ไฮดรอกไซด์ 0.5 กรัม และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.84 มิลลิลิตร) ทั้งไว้ให้ทำปฏิกิริยา

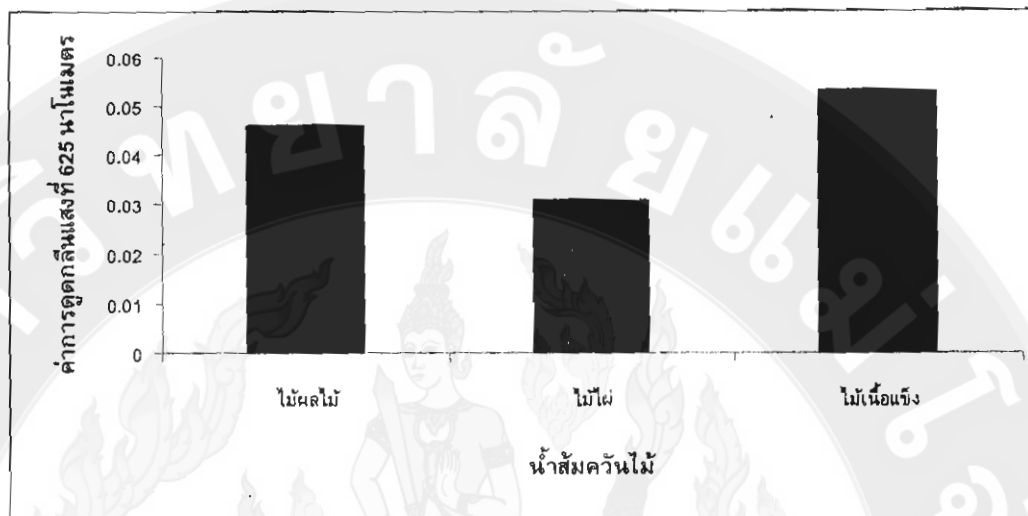
ในอุณหภูมิห้อง 20 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร ได้ผลการทดลองดังนี้

ตาราง 10 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 625 นาโนเมตร				ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (ppm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
ไม้ผลไม้	0.046	0.045	0.047	0.046	0.118
ไม้ไผ่	0.033	0.034	0.027	0.031	0.097
ไม้เนื้อแข็ง	0.051	0.056	0.053	0.053	0.136

ค่าการดูดกลืนแสงของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำส้มควันไม้ไม้ผลไม้, ไม้ไผ่ และไม้เนื้อแข็ง เฉลี่ยเท่ากับ 0.046, 0.097 และ 0.136 cm^3 ตามลำดับ และมีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำส้มควันไม้จากไม้ผลไม้, ไม้ไผ่ และไม้เนื้อแข็ง เท่ากับ 0.118, 0.097 และ 0.136 ppm ตามลำดับ





ภาพที่ 8 : แสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำส้มคว้นไม้

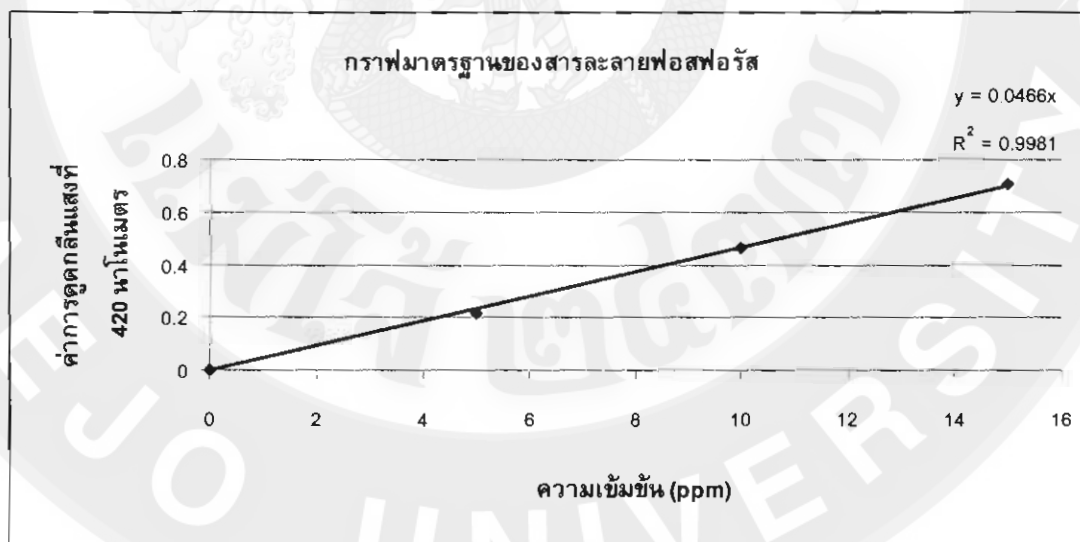
2.3 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำส้มคว้นไม้โดย Colorimetry

2.3.1 การทำกราฟมาตรฐาน

ทำการทดลองจากการที่นำสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม นำมาทำปฏิกิริยากับสารละลายโมลิบดีต และสารละลายวานาเดต ทั้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาในอุณหภูมิห้อง 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ได้ค่าของกราฟมาตรฐานดังนี้

ตาราง 11 แสดงค่าที่ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อทำกราฟมาตรฐานของฟอสฟอรัส

ความเข้มข้น ของฟอสฟอรัส ในสารละลาย มาตรฐาน (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
5	0.216	0.210	0.212	0.213
10	0.462	0.470	0.450	0.461
15	0.706	0.710	0.712	0.709



ภาพที่ 9 : แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส

2.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำส้มควันไม้

จากการทดลองหาปริมาณฟอสฟอรัส ในน้ำส้มควันไม้ โดยใช้ น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่ง มาทำปฏิกิริยากับสารละลายโมลิบเดต และสารละลายวานาเดต ทั้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาใน

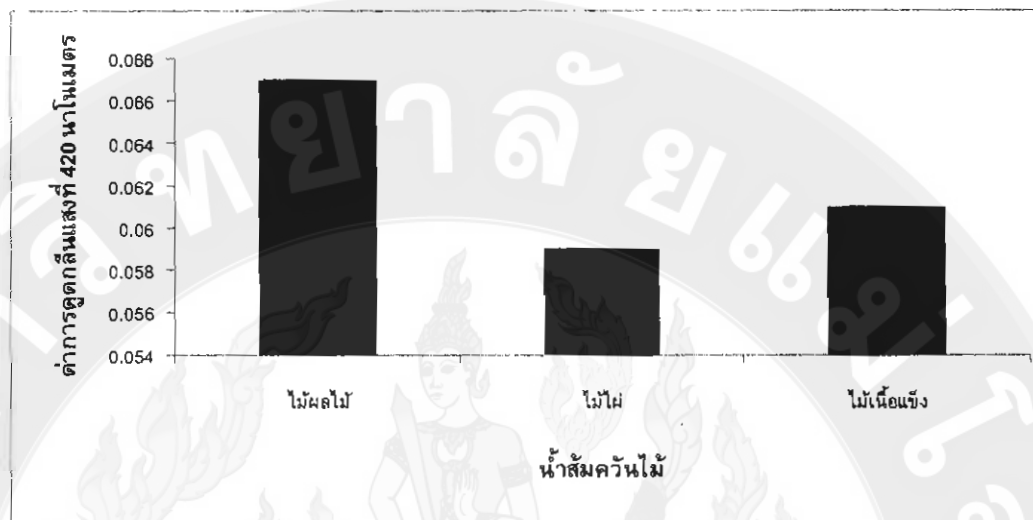
อุณหภูมิห้อง 30 °C นาที่ แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ได้ผลการทดลองดังนี้

ตาราง 12 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของฟอสฟอรัสในน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร				ปริมาณฟอสฟอรัส (ppm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
ไม้ผลไม้	0.067	0.067	0.068	0.067	1.438
ไม้ไผ่	0.056	0.059	0.062	0.059	1.266
ไม้เนื้อแข็ง	0.062	0.061	0.060	0.061	1.309

ค่าการดูดกลืนแสงของฟอสฟอรัสในน้ำส้มควันไม้ไม้ผลไม้, ไม้ไผ่ และไม้เนื้อแข็ง เฉลี่ยเท่ากับ 0.067, 0.059 และ 0.061 cm^3 ตามลำดับ และมีปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำส้มควันไม้จากไม้ผลไม้, ไม้ไผ่ และไม้เนื้อแข็ง เท่ากับ 1.438, 1.266 และ 1.309 ppm ตามลำดับ





ภาพที่ 10 : แสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของฟอสฟอรัสในน้ำส้มควันไม้

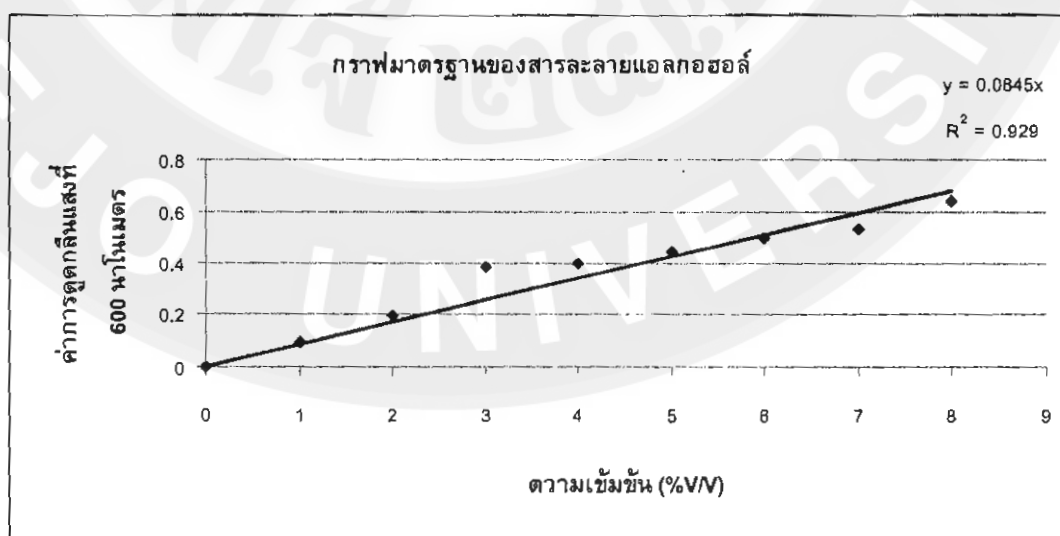
2.4 การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำส้มควันไม้โดยวิธีการกลั่นอย่างรวดเร็ว (Flash distillation)

2.4.1 การทำกราฟมาตรฐาน

ทำการทดลองจากการที่นำสารละลายมาตรฐานแอลกอฮอล์โดยการเจือจางแอลกอฮอล์เกรดบริสุทธิ์ นำมาทำปฏิกิริยากับสารละลาย $K_2Cr_4O_7$ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ในสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล ให้ทำปฏิกิริยาในน้ำเดือด 5 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ได้ค่าของกราฟมาตรฐานดังนี้

ตาราง 13 แสดงค่าที่ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อทำกราฟมาตรฐานของแอลกอฮอล์

ความเข้มข้น ของ แอลกอฮอล์ใน สารละลาย มาตรฐาน (%V/V)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1	0.089	0.096	0.097	0.094
2	0.191	0.196	0.199	0.195
3	0.380	0.375	0.384	0.380
4	0.401	0.398	0.390	0.396
5	0.447	0.441	0.444	0.444
6	0.506	0.488	0.497	0.497
7	0.530	0.533	0.533	0.532
8	0.657	0.612	0.645	0.638



ภาพที่ 11 : แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแอลกอฮอล์

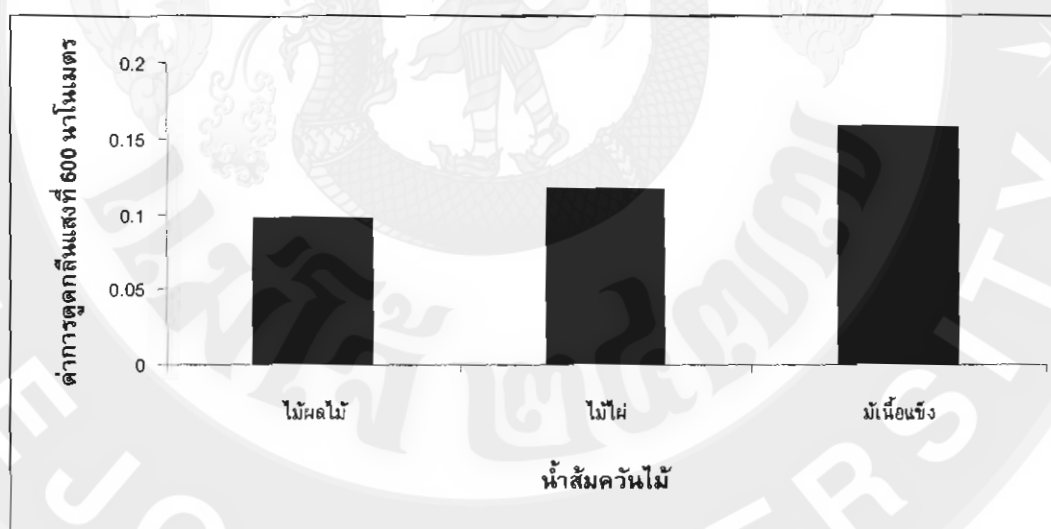
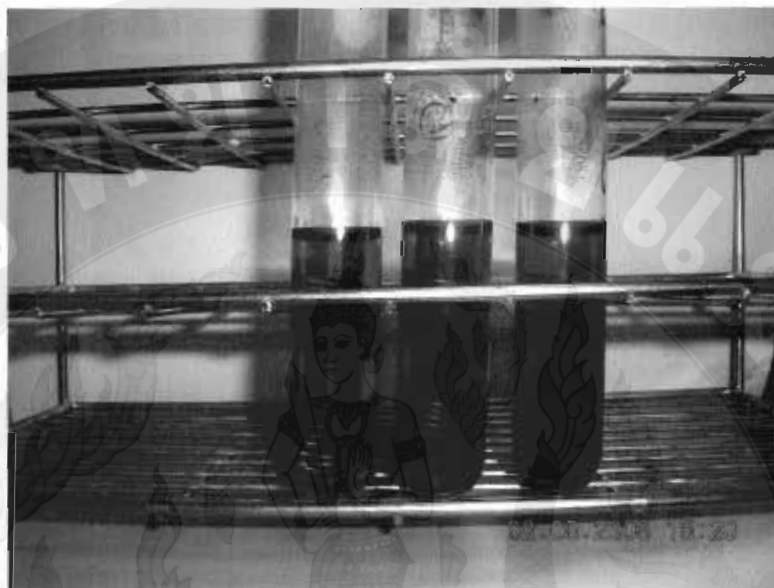
4.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำส้มควันไม้

จากการทดลองหาปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำส้มควันไม้ โดยใช้น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่ง มาทำปฏิกิริยากับสารละลายสารละลาย $K_2Cr_4O_7$ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ในสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล ให้ทำปฏิกิริยาในน้ำเดือด 5 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ได้ผลการทดลองดังนี้

ตาราง 14 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของแอลกอฮอล์ในน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควัน ไม้	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร				ปริมาณ แอลกอฮอล์ % (v/v)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
ไม้ผลไม้	0.093	0.098	0.097	0.096	1.136
ไม้ไผ่	0.113	0.121	0.117	0.117	1.385
ไม้เนื้อแข็ง	0.154	0.157	0.162	0.158	1.870

ค่าการดูดกลืนแสงของแอลกอฮอล์ในน้ำส้มควันไม้ไม้ผลไม้, ไม้ไผ่ และไม้เนื้อแข็ง เฉลี่ยเท่ากับ 0.096, 0.117 และ 0.158 cm^3 ตามลำดับ และมีปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำส้มควันไม้จากไม้ผลไม้, ไม้ไผ่ และไม้เนื้อแข็ง เท่ากับ 1.136, 1.385 และ 1.870 % (v/v) ตามลำดับ



ภาพที่ 12 : แสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของแอลกอฮอล์ในน้ำส้มคว้นไม้

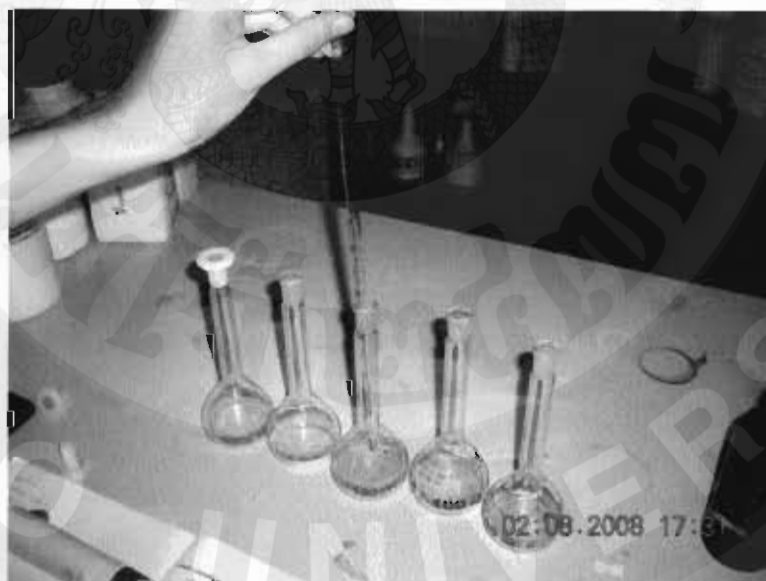
2.5 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำส้มคว้นไม้โดยวิธีสเปกโตรโฟโตเมทรี

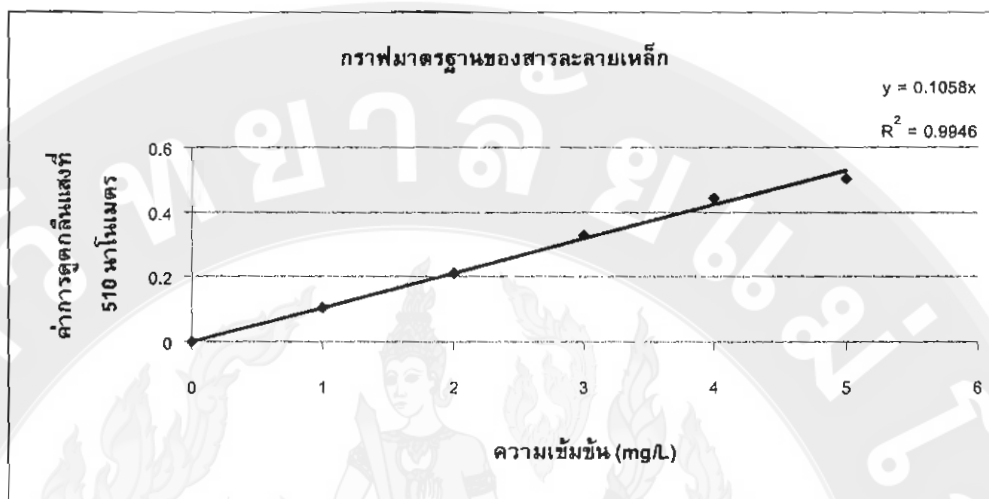
2.5.1 การทำกราฟมาตรฐาน

จากการทดลองหาปริมาณเหล็กในน้ำส้มคว้นไม้ โดยใช้ น้ำส้มคว้นไม้ทั้ง 3 แหล่ง นำมาทำปฏิกิริยากับ Bromophenol blue indicator แล้วเติมสารละลายโซเดียมซิติเรตจนสารละลายกลายเป็นสีเขียวไปไม้ วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ได้ค่าของกราฟมาตรฐานดังนี้

ตาราง 15 แสดงค่าที่ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อทำกราฟมาตรฐานของเหล็ก

ความเข้มข้น ของเหล็กใน สารละลาย มาตรฐาน (mg/L)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1.0	0.102	0.115	0.105	0.107
2.0	0.215	0.216	0.210	0.214
3.0	0.327	0.328	0.333	0.329
4.0	0.432	0.435	0.460	0.442
5.0	0.501	0.505	0.512	0.506





ภาพที่ 13 : แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานเหล็ก

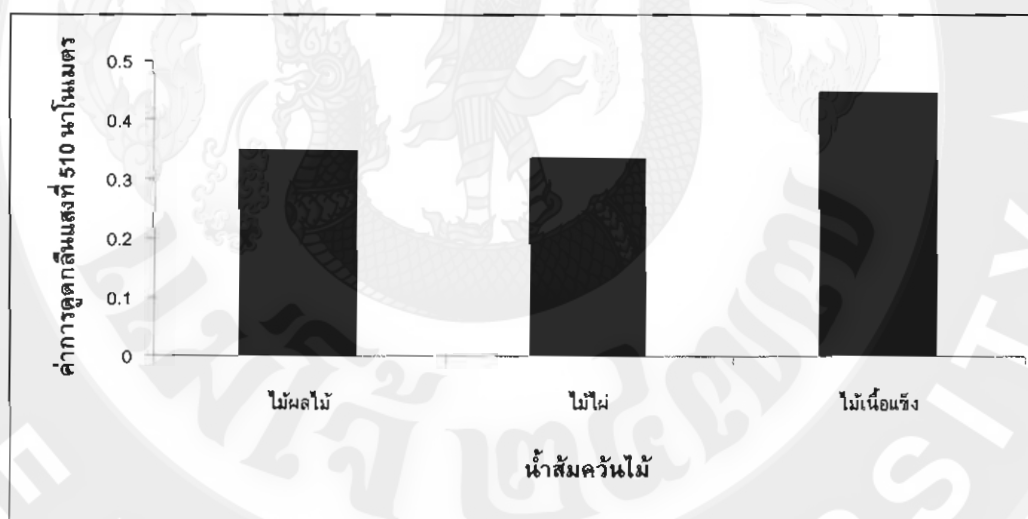
2.5.2 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำส้มคว้นไม้

ทำการทดลองจากการที่นำสารละลายมาตรฐานเหล็ก นำมาทำปฏิกิริยากับ Bromophenol blue indicator แล้วเติมสารละลายโซเดียมซัลเฟตจนสารละลายกลายเป็นสีเขียว ใส วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ได้ผลการทดลองดังนี้

ตาราง 16 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของเหล็กในน้ำส้มคว้นไม้

น้ำส้มคว้นไม้	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร				ปริมาณเหล็ก (mg/L)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
ไม้ผลไม้	0.347	0.348	0.352	0.349	3.266
ไม้ไผ่	0.336	0.337	0.333	0.335	3.166
ไม้เนื้อแข็ง	0.443	0.448	0.451	0.447	4.225

ค่าการดูดกลืนแสงของเหล็กในน้ำส้มคว้นไม้ไม้ผลไม้, ไม้ไผ่ และไม้เนื้อแข็ง เฉลี่ยเท่ากับ 0.349, 0.335 และ 0.447 cm^3 ตามลำดับ และมีปริมาณเหล็กในน้ำส้มคว้นไม้จากไม้ผลไม้, ไม้ไผ่ และไม้เนื้อแข็ง เท่ากับ 3.266, 3.166 และ 4.225 (mg/L) ตามลำดับ



ภาพที่ 14 : แสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของเหล็กในน้ำส้มคว้นไม้

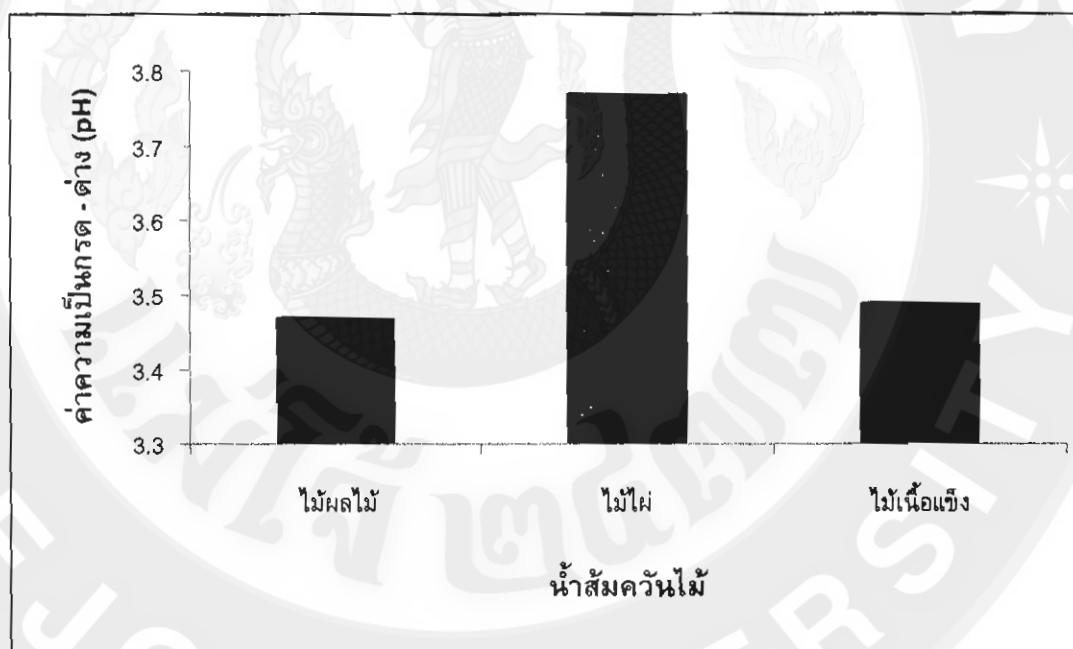
2.6 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำส้มคว้นไม้

ผลการทดลองการนำน้ำส้มคว้นไม้ทั้ง 3 แหล่งมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยนำน้ำส้มคว้นไม้ที่ไม่ผ่านการเจือจาง มาวัดค่าที่เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง จนตัวเลขที่แสดงหยุดนิ่ง จึงอ่านค่าและได้ผลการทดลองดังนี้

ตาราง 17 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้	ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม้ผลไม้	3.47	3.46	3.47	3.47
ไม้ไผ่	3.77	3.78	3.75	3.77
ไม้เนื้อแข็ง	3.49	3.49	3.48	3.49

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำส้มควันไม้ไม้ผลไม้, ไม้ไผ่ และไม้เนื้อแข็ง เฉลี่ยเท่ากับ 3.47, 3.77 และ 3.49 cm³ ตามลำดับ



ภาพที่ 15 : แสดงการเปรียบเทียบค่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำส้มควันไม้

3. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร

จากการศึกษาทดลองผลการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มควันไม้ เพื่อลดปัญหาการเกิดแอมโมเนียไนโตรเจนจากสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มสุกร เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบการทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์ โดยการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบต่างกัน

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	การดูดกลืนแสง
1,200	1.47E
1,500	0.61D
2,000	0.56CD
2,500	0.51ABC
3,000	0.50ABCD
4,000	0.49ABCD

A,B,C,D,E ตัวอักษรในแถวเดียวกันแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

3.1 ผลการทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์

ผลการทดลอง การทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์ ที่ความเร็วรอบ 4,000 รอบ/นาที สามารถทำให้น้ำควันไม้บริสุทธิ์ เนื่องจากนำไปวัดด้วยเครื่องการดูดกลืนแสง ช่วง 600 นาโนเมตร ให้ค่าดีที่สุดเท่ากับ 1.46 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) รองลงมาคือ ที่ความเร็วรอบ 3,000, 2,500, 2,000, 1,500 และ 1,200 รอบ/นาที มีค่าเท่ากับ 1.51, 1.52, 1.68, 1.83 และ 4.40 24

3.2 ผลการเกิดแอมโมเนียไนโตรเจน

ในวันที่ 0 ผลการทดลองการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มควันไม้และน้ำหมักชีวภาพ เพื่อลดปัญหาการเกิดแอมโมเนียไนโตรเจนจากสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มสุกรระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:15 การเกิดแอมโมเนียมีแนวโน้มต่ำที่สุดคือ 12.56 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความ

แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 0:0, 1:20, 1:5, 1:1 และ 1:10 การเกิดแอมโมเนียมีค่าเท่ากับ 13.27, 14.06, 14.47, 14.74 และ 15.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ในวันที่ 1 ผลการทดลองการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มคว้นไม้และน้ำหมักชีวภาพ เพื่อลดปัญหาการเกิดแอมโมเนียไนโตรเจนจากสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มสุกรระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 0:0 การเกิดแอมโมเนียมีแนวโน้มต่ำที่สุดคือ 15.04 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:10, 1:20, 1:15, 1:5 และ 1:1 การเกิดแอมโมเนียมีค่าเท่ากับ 15.96, 15.98, 16.84, 17.51 และ 19.45 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ

ในวันที่ 3 ผลการทดลองการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มคว้นไม้และน้ำหมักชีวภาพ เพื่อลดปัญหาการเกิดแอมโมเนียไนโตรเจนจากสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มสุกรระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:10 การเกิดแอมโมเนียมีแนวโน้มต่ำที่สุดคือ 28.21 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:20, 1:5, 0:0, 1:1 และ 1:15 การเกิดแอมโมเนียมีค่าเท่ากับ 29.29, 29.51, 30.71, 31.30 และ 31.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ในวันที่ 5 ผลการทดลองการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มคว้นไม้และน้ำหมักชีวภาพ เพื่อลดปัญหาการเกิดแอมโมเนียไนโตรเจนจากสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มสุกรระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:20 การเกิดแอมโมเนียมีแนวโน้มต่ำที่สุดคือ 56.88 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 0:0, 1:10, 1:15, 1:1 และ 1:5 การเกิดแอมโมเนียมีค่าเท่ากับ 65.38, 65.61, 68.49, 69.85 และ 70.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ในวันที่ 7 ผลการทดลองการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มคว้นไม้และน้ำหมักชีวภาพ เพื่อลดปัญหาการเกิดแอมโมเนียไนโตรเจนจากสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มสุกรระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:20 การเกิดแอมโมเนียมีแนวโน้มต่ำที่สุดคือ 135.35 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:15, 1:10, 0:0, 1:5 และ 1:1 การเกิดแอมโมเนียมีค่าเท่ากับ 137.72, 139.33, 142.37, 143.03 และ 151.42 มิลลิกรัมต่อลิตร

ในวันที่ 10 ผลการทดลองการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มคว้นไม้และน้ำหมักชีวภาพ เพื่อลดปัญหาการเกิดแอมโมเนียไนโตรเจนจากสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มสุกรระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:5 การเกิดแอมโมเนียมีแนวโน้มต่ำที่สุดคือ 247.33 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:20, 1:10, 1:15, 1:1 และ 0:0 การเกิดแอมโมเนียมีค่าเท่ากับ 248.75, 250.15, 251.91, 256.37 และ 258.35 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ในวันที่ 15 ผลการทดลองการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มคว้นไม้และน้ำหมักชีวภาพ เพื่อลดปัญหาการเกิดแอมโมเนียไนโตรเจนจากสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มสุกรระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:10 การเกิดแอมโมเนียมีแนวโน้มต่ำที่สุดคือ 379.96 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) รองลงมา คือ ระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:1, 1:15, 1:5, 1:20 และ 0:0 การเกิดแอมโมเนียมีค่าเท่ากับ 380.15, 380.18, 385.23, 389.84 และ 396.93 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ในวันที่ 20 ผลการทดลองการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มคว้นไม้และน้ำหมักชีวภาพ เพื่อลดปัญหาการเกิดแอมโมเนียไนโตรเจนจากสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มสุกรระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:5 การเกิดแอมโมเนียมีแนวโน้มต่ำที่สุดคือ 347.98 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:1, 1:10, 1:20, 1:15 และ 0:0 การเกิดแอมโมเนียมีค่าเท่ากับ 350.32, 368.05, 369.38, 374.99 และ 382.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ในวันที่ 25 ผลการทดลองการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มคว้นไม้และน้ำหมักชีวภาพ เพื่อลดปัญหาการเกิดแอมโมเนียไนโตรเจนจากสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มสุกรระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:5 การเกิดแอมโมเนียมีแนวโน้มต่ำที่สุดคือ 369.39 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:15, 1:20, 1:1, 1:10 และ 0:0 การเกิดแอมโมเนียมีค่าเท่ากับ 383.08, 383.49, 394.52, 399.41 และ 402.73 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ในวันที่ 30 ผลการทดลองการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มคว้นไม้และน้ำหมักชีวภาพ เพื่อลดปัญหาการเกิดแอมโมเนียไนโตรเจนจากสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มสุกรระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน 1:5 การเกิดแอมโมเนียมีแนวโน้มต่ำที่สุดคือ 347.05 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้นที่อัตราส่วน

1:20, 1:15, 1:1, 1:10 และ 0:0 การเกิดแอมโมเนียมีค่าเท่ากับ 356.34, 358.20, 368.22, 375.63 และ 391.79 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

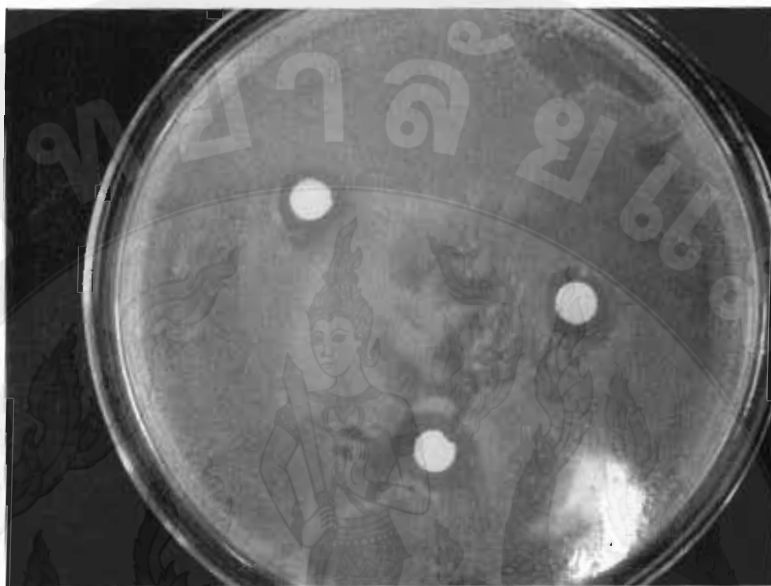
4. ศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร

4.1 ผลของน้ำส้มควันไม้แต่ละทรีทเมนต์ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ตารางที่ 19 เปรียบเทียบขนาดของวงปฏิกิริยาที่เกิดจากน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ทรีทเมนต์	ลักษณะที่ศึกษา
	ขนาดเฉลี่ยของวงปฏิกิริยา
ไม้แดง 100% (T1)	1.0700 ^a
ไม้ไผ่ 100% (T2)	1.1000 ^a
ผลไม้ 100% (T3)	0.6000 ^d
ไม้แดง 75% (T4)	1.0833 ^a
ไม้ไผ่ 75% (T5)	0.9833 ^{ab}
ผลไม้ 75% (T6)	0.9333 ^{abc}
ไม้แดง 50% (T7)	0.7667 ^d
ไม้ไผ่ 50% (T8)	0.8667 ^{bc}
ผลไม้ 50% (T9)	0.9333 ^{abc}
ไม้แดง 25% (T10)	0.6500 ^d
ไม้ไผ่ 25% (T11)	0.6333 ^d
ผลไม้ 25% (T12)	0.8833 ^{cd}

^{a-d} หมายถึงเครื่องหมายแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 16 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้เนื้อแข็งในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus*



ภาพที่ 17 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus*



ภาพที่ 18 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ผลไม้ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ผลของน้ำส้มควันไม้แต่ละทรีทเมนต์ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* พบว่า T2, T4 และ T1 มีขนาดของวงปฏิกริยามากกว่า T5, T9 และ T6 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีขนาดของวงปฏิกริยาแตกต่างจาก T12, T8, T7, T10, T11 และ T3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งทรีทเมนต์ที่มีขนาดของวงปฏิกริยามากที่สุดคือ T2 จากตารางที่

4.2 ผลของน้ำส้มควันไม้แต่ละทรีทเมนต์ในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella choleraesuis*

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบขนาดของวงปฏิกิริยาที่เกิดจากน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella choleraesuis*

ทรีทเมนต์	ลักษณะที่ศึกษา
	ขนาดเฉลี่ยของวงปฏิกิริยา
ไม้แดง 100% (T1)	0.883 ^b
ไม้ไผ่ 100% (T2)	1.183 ^a
ผลไม้ 100% (T3)	0.750 ^{cd}
ไม้แดง 75% (T4)	0.000 ^f
ไม้ไผ่ 75% (T5)	0.883 ^b
ผลไม้ 75% (T6)	0.733 ^{cd}
ไม้แดง 50% (T7)	0.767 ^{bcd}
ไม้ไผ่ 50% (T8)	0.833 ^{bc}
ผลไม้ 50% (T9)	0.800 ^{bc}
ไม้แดง 25% (T10)	0.675 ^{de}
ไม้ไผ่ 25% (T11)	0.617 ^e
ผลไม้ 25% (T12)	0.000 ^f

^{a-f} หมายถึงเครื่องหมายแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 19 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้เนื้อแข็งในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella choleraesuis*



ภาพที่ 20 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella choleraesuis*



ภาพที่ 21 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ผลไม้ในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella choleraesuis*

ผลของน้ำส้มควันไม้แต่ละทรีทเมนต์ในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella choleraesuis* พบว่า T2 มีขนาดของวงปฏิกริยามากกว่า T5, T1, T8, T9, T7, T3, T6, T10, T11, T12 และ T4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งทรีทเมนต์ที่มีขนาดของวงปฏิกริยามากที่สุดคือ T2 จากตารางที่

4.3 ผลของน้ำส้มควันไม้แต่ละทรีทเมนต์ในการยับยั้งเชื้อ *Vibrio cholerae*

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบขนาดของวงปฏิกิริยาที่เกิดจากน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Vibrio cholerae*

ทรีทเมนต์	ลักษณะที่ศึกษา
	ขนาดเฉลี่ยของวงปฏิกิริยา
ไม้แดง 100% (T1)	0.883 ^{cde}
ไม้ไผ่ 100% (T2)	1.350 ^a
ผลไม้ 100% (T3)	0.950 ^{bcd}
ไม้แดง 75% (T4)	0.783 ^{ef}
ไม้ไผ่ 75% (T5)	1.083 ^b
ผลไม้ 75% (T6)	1.017 ^{bc}
ไม้แดง 50% (T7)	0.817 ^{def}
ไม้ไผ่ 50% (T8)	0.850 ^{de}
ผลไม้ 50% (T9)	0.667 ^f
ไม้แดง 25% (T10)	0.000 ^g
ไม้ไผ่ 25% (T11)	0.000 ^g
ผลไม้ 25% (T12)	0.000 ^g

^{a-g} หมายถึงเครื่องหมายแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 22 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้เนื้อแข็งในการยับยั้งเชื้อ *Vibrio cholerae*



ภาพที่ 23 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ในการยับยั้งเชื้อ *Vibrio cholerae*



ภาพที่ 24 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ผลไม้ในการยับยั้งเชื้อ *Vibrio cholerae*

ผลของน้ำส้มควันไม้แต่ละทรีทเมนต์ในการยับยั้งเชื้อ *Vibrio cholerae* พบว่า T2 มีขนาดของวงปฏิกริยามากกว่า T5, T6, T3, T1, T8, T7, T4, T9, T12, T11 และ T10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งทรีทเมนต์ที่มีขนาดของวงปฏิกริยามากที่สุดคือ T2 จาก ตารางที่ 21

4.4 ผลของน้ำส้มควันไม้แต่ละทรีทเมนต์ในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli*

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบขนาดของวงปฏิกิริยาที่เกิดจากน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Escherichia coli*

ทรีทเมนต์	ลักษณะที่ศึกษา
	ขนาดเฉลี่ยของวงปฏิกิริยา
ไม้แดง 100% (T1)	1.0167 ^{abc}
ไม้ไผ่ 100% (T2)	1.2167 ^a
ผลไม้ 100% (T3)	1.2000 ^a
ไม้แดง 75% (T4)	0.8333 ^{cd}
ไม้ไผ่ 75% (T5)	0.9500 ^{abc}
ผลไม้ 75% (T6)	1.1667 ^{ab}
ไม้แดง 50% (T7)	0.6333 ^d
ไม้ไผ่ 50% (T8)	0.7667 ^{cd}
ผลไม้ 50% (T9)	0.8833 ^{bcd}
ไม้แดง 25% (T10)	0.7167 ^{cd}
ไม้ไผ่ 25% (T11)	0.7333 ^{cd}
ผลไม้ 25% (T12)	1.0167 ^{abc}

^{a-d} หมายถึงเครื่องหมายแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 25 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มคว้นไม้จากไม้เนื้อแข็งในการยับยั้งเชื้อ *E. coli*



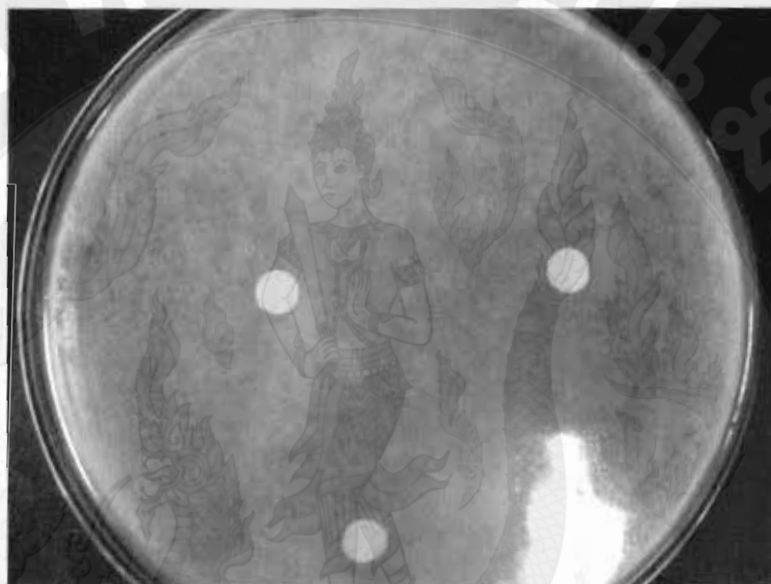
ภาพที่ 26 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มคว้นไม้จากไม้ไผ่ในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli*



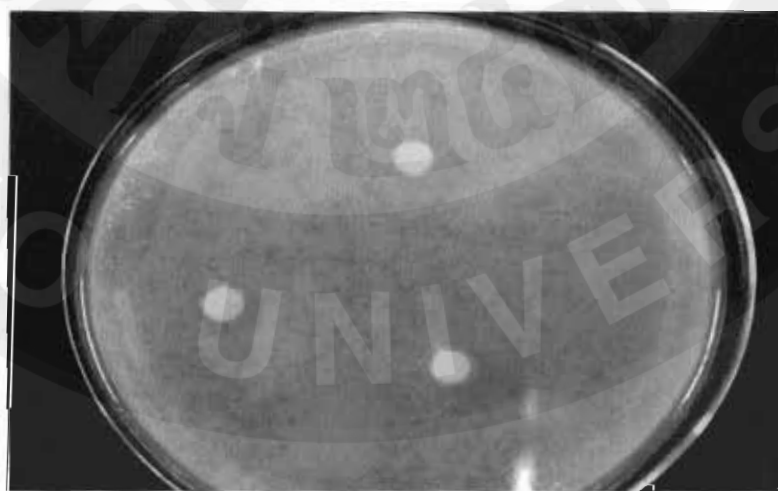
ภาพที่ 27 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ผลไม้ในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli*

ผลของน้ำส้มควันไม้แต่ละทรีทเมนต์ในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* พบว่า T2 และ T3 มีขนาดของวงปฏิกริยามากกว่า T6, T12, T1 และ T5 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แตกต่างจาก T19, T4, T8, T11, T10 และ T7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งทรีทเมนต์ที่มีขนาดของวงปฏิกริยามากที่สุดคือ T2 จากตารางที่ 22

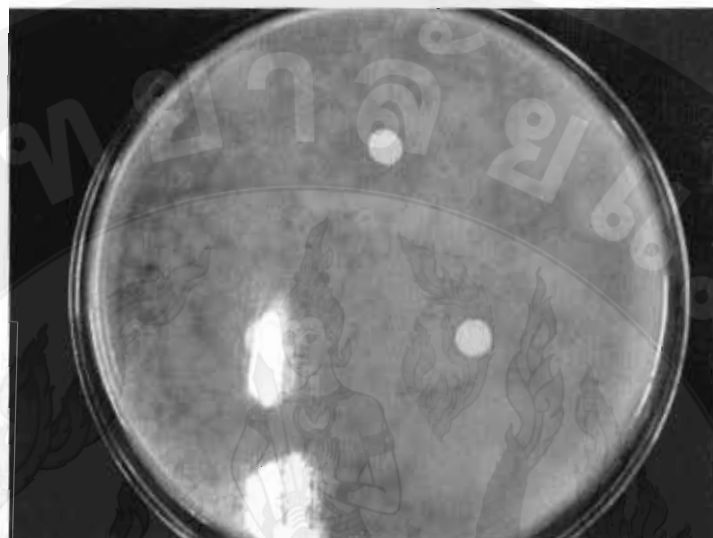
4.5 ผลของน้ำส้มควันไม้แต่ละทรีทเมนต์ในการยับยั้งเชื้อ เชื้อ *Bacillus cereus* ไม่เกิด วงเคลียร์โซน (ไม่เกิดการยับยั้ง)



ภาพที่ 28 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้เนื้อแข็งในการยับยั้งเชื้อ *B. cereus*



ภาพที่ 29 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus*



ภาพที่ 30 : แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากไม้ผลไม้ในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus*

ตารางที่ 23 เปรียบเทียบขนาดของวงปฏิริยาที่เกิดขึ้นจากน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 5 ชนิด

ทริทเมนต์	เชื้อแบคทีเรีย				
	A	B	C	D	E
T1	1.0700 ^a	1.0167 ^{abc}	0.883 ^{cde}	0.883 ^b	-
T2	1.1000 ^a	1.2167 ^a	1.350 ^a	1.183 ^a	-
T3	0.6000 ^d	1.2000 ^a	0.950 ^{bcd}	0.750 ^{cd}	-
T4	1.0833 ^a	0.8333 ^{cd}	0.783 ^{ef}	0.000 ^f	-
T5	0.9833 ^{ab}	0.9500 ^{abc}	1.083 ^b	0.883 ^b	-
T6	0.9333 ^{abc}	1.1667 ^{ab}	1.017 ^{bc}	0.733 ^{cd}	-
T7	0.7667 ^d	0.6333 ^d	0.817 ^{def}	0.767 ^{bcd}	-
T8	0.8667 ^{bc}	0.7667 ^{cd}	0.850 ^{de}	0.833 ^{bc}	-
T9	0.9333 ^{abc}	0.8833 ^{bcd}	0.667 ^f	0.800 ^{bc}	-
T10	0.6500 ^d	0.7167 ^{cd}	0.000 ^g	0.675 ^{de}	-
T11	0.6333 ^d	0.7333 ^{cd}	0.000 ^g	0.617 ^e	-
T12	0.8833 ^{cd}	1.0167 ^{abc}	0.000 ^g	0.000 ^f	-

^{a-g} หมายถึงเครื่องหมายแสดงความแตกต่างกันภายในแนวตั้งเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) A : *Staphylococcus aureus*, B : *Escherichia coli*, C : *Vibrio cholera*, D : *Salmonella choleraesuis*, E : *Bacillus cereus*

สรุปผลการทดลอง

1. ศึกษาการออกแบบเตาเผาถ่านที่สามารถลดการเกิดควัน

จากการศึกษาการออกแบบเตาเผาถ่านเพื่อลดการปล่อยควันออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยใช้การเผาแบบระบบปิด เพื่อติดตั้งถังลงในหลุมตามแนวนอนและติดตั้งปล่องควัน และกลบตัวถังด้วยดินหรือทรายเพื่อทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนแต่กำลังการผลิตอาจน้อยกว่าเตาเผาแบบระบบเปิด เพราะตัวถังมีขนาดเล็กกว่า แต่สามารถใช้งานได้ดี และเก็บรวบรวมน้ำส้มควันไม้ได้ดีกว่าระบบปิด

2. การศึกษาปริมาณและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร

เนื่องจากน้ำส้มควันไม้บริสุทธิ์ที่ผ่านการเผาจากเตาเผาแล้วปล่อยให้ตกตะกอนตามธรรมชาติแล้ว มีสารประกอบทางเคมีอยู่มาก จึงทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารต่าง ๆ ที่คาดว่าจะมีอยู่ในปริมาณที่สามารถยืนยันผลการทดลองได้ และมีความเกี่ยวข้องในการนำไปใช้ประโยชน์ จึงได้ทดลองหาสารเคมีในน้ำส้มควันไม้ได้ 5 สาร ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปริมาณกรดในน้ำส้มควันไม้
2. การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียม - ไนโตรเจนในน้ำส้มควันไม้โดย Colorimetry
3. การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำส้มควันไม้โดย Colorimetry
4. การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำส้มควันไม้โดยวิธีการกลั่นอย่างรวดเร็ว (Flush distillation)
5. การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำส้มควันไม้โดยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี และวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่ง ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำส้มควันไม้

2.1.1 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย NaOH

จากการทดลองทำการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย NaOH โดยใช้สารละลายมาตรฐานคือ KHP แล้วใช้ Phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ จากนั้นไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH จนถึงจุดยุติ จนสารละลายเปลี่ยนจากสารละลายใส ไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อนแล้วบันทึกปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไป

จากการทดลองทำการหาปริมาณ Acetic acid ในน้ำส้มควันไม้โดยใช้น้ำส้มควันไม้ 3 แหล่ง แล้วใช้ Phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ จากนั้นไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH จนถึงจุดยุติ จนสารละลายเปลี่ยนจากสารละลายใส ไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน แล้วบันทึกปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไป พบว่าความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย NaOH เมื่อใช้ KHP เป็นสารละลายมาตรฐาน ได้ค่าความเข้มข้นที่แน่นอนคือ 10.67 ดังตาราง 8 จากการทดลองสังเกตได้ว่า เมื่อไทเทรต KHP กับ สารละลาย NaOH แล้ว จะเกิดจุดยุติคือ จากสารละลายที่ใสไม่มีสี กลายเป็นสีชมพูอ่อน แล้วบันทึกปริมาตรที่ใช้ไป ซึ่งสอดคล้องกับบทปฏิบัติการในคู่มือปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ของ วิทยาลัยเทคนิค, 2550 ในบทปฏิบัติการที่ 3 การหาปริมาณกรดในน้ำส้มสายชูและน้ำยาล้างห้องน้ำ

2.1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณ Acetic acid

จากการทดลองทำการหาปริมาณ Acetic acid ในน้ำส้มควันไม้โดยใช้น้ำส้มควันไม้ 3 แหล่ง แล้วใช้ Phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ จากนั้นไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH จนถึงจุดยุติ จนสารละลายเปลี่ยนจากสารละลายใส ไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน แล้วบันทึกปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไป พบว่า น้ำส้มควันไม้ไม่เนื้อแข็ง มีปริมาณกรดทั้งหมดมากที่สุด ดังตาราง 9 และภาพ 5 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ Acetic acid ในน้ำส้มควันไม้ และยังสังเกตได้อีกว่าน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่ง มีปริมาณ Acetic acid ใกล้เคียงกัน นั่นเป็นเพราะน้ำส้มควันไม้ส่วนมากมี Acetic acid เป็นส่วนประกอบสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐพร และ ดุจดาว, 2550 ที่แสดงให้เห็นว่า น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบที่สำคัญคือกรด ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค และเป็นสารประกอบสำคัญในน้ำส้มควันไม้

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในน้ำส้มควันไม้โดย Colorimetry

2.2.1 การทำกราฟมาตรฐาน

ทำการทดลองจากการที่นำสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียมความเข้มข้น 25 และ 50 พีพีเอ็ม จากสารละลายมาตรฐานที่มีแอมโมเนียมความเข้มข้น 100 พีพีเอ็มที่เตรียมไว้ นำมาทำปฏิกิริยากับสารละลาย A (สารละลายฟีนอล 1 กรัม และโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ 5 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร) และสารละลาย B (สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 กรัม และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.84 มิลลิลิตร) ทั้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาในอุณหภูมิห้อง 20 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร พบว่า เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาทำกราฟจากโปรแกรม Microsoft office EXCEL version 2003 ได้ผลเป็นค่าใกล้เคียงเส้นตรง คือค่าเข้าใกล้ 1 (R^2) คือ 0.9676

2.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน

จากการทดลองหาปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ในน้ำส้มควันไม้ โดยใช้ น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่ง มาทำปฏิกิริยากับสารละลาย A (สารละลายฟีนอล 1 กรัม และโซเดียม ไนโตรพรัสไซด์ 5 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร) และสารละลาย B (สารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ 0.5 กรัม และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.84 มิลลิลิตร) ทั้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาใน อุณหภูมิห้อง 20 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร พบว่า น้ำส้มควันไม้ไม่เนื้อแข็งมีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมากที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่ง ดังตาราง 11 และภาพ 7 ซึ่งแสดง การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนโดยวัดจากค่าความเข้มข้น

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำส้มควันไม้โดย Colorimetry

2.3.1 การทำกราฟมาตรฐาน

ทำการทดลองจากการที่นำสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม นำมาทำปฏิกิริยากับสารละลายโมลิบดีนัม และสารละลายวานาเดต ทั้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาใน อุณหภูมิห้อง 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร พบว่า เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ดังตารางที่ 4.3.1 นำมา ทำกราฟจากโปรแกรม Microsoft office EXEL version 2003 ได้ผลเป็นค่าใกล้เคียงเส้นตรง คือ ค่าเข้าใกล้ 1 (R^2) คือ 0.9981 ดังภาพ 8

2.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส

จากการทดลองหาปริมาณฟอสฟอรัส ในน้ำส้มควันไม้ โดยใช้ น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่ง มาทำปฏิกิริยากับสารละลายโมลิบดีนัม และสารละลายวานาเดต ทั้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาใน อุณหภูมิห้อง 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร พบว่า น้ำส้มควันไม้ไม่ผลไม่มีปริมาณของฟอสฟอรัสมากที่สุด ดังตาราง 13 และสามารถเปรียบเทียบในลักษณะกราฟแท่งดังภาพ 9 ได้

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำส้มควันโดยวิธีการกลั่นอย่างรวดเร็ว (Flash distillation)

2.4.1 การทำกราฟมาตรฐาน

ทำการทดลองจากการที่นำสารละลายมาตรฐานแอลกอฮอล์โดยการเจือจาง แอลกอฮอล์เกรดบริสุทธิ์ นำมาทำปฏิกิริยากับสารละลาย $K_2Cr_4O_7$ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

ในสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล ให้ทำปฏิกิริยาในน้ำเดือด 5 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร พบว่า เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ดังตารางที่ 4.4.1 นำมาทำกราฟจากโปรแกรม Microsoft office EXEL version 2003 ได้ผลเป็นค่าใกล้เคียงเส้นตรง คือค่าเข้าใกล้ 1 (R^2) คือ 0.9290 ดังภาพ 10

2.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์

จากการทดลองหาปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำส้มควันไม้ โดยใช้ น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่ง มาทำปฏิกิริยากับสารละลายสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ในสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล ให้ทำปฏิกิริยาในน้ำเดือด 5 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร พบว่า น้ำส้มควันไม้ไม่เนื้อแข็งมีปริมาณแอลกอฮอล์มากที่สุด ดังตาราง 15 และสามารถเปรียบเทียบในลักษณะกราฟแห่งดังภาพ 11 ได้

2.5 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำส้มควันไม้โดยวิธีสเปกโทรโฟโตเมตรี

2.5.1 การทำกราฟมาตรฐาน

จากการทดลองหาปริมาณเหล็กในน้ำส้มควันไม้ โดยใช้ น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่ง นำมาทำปฏิกิริยากับ Bromophenol blue indicator แล้วเติมสารละลายโซเดียมซัลเฟตจนสารละลายกลายเป็นสีเขียวใส วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร พบว่า เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ดังตาราง 16 นำมาทำกราฟจากโปรแกรม Microsoft office EXEL version 2003 ได้ผลเป็นค่าใกล้เคียงเส้นตรง คือค่าเข้าใกล้ 1 (R^2) คือ 0.9946 ดังภาพ 12

2.5.2 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก

ทำการทดลองจากการที่นำสารละลายมาตรฐานเหล็ก นำมาทำปฏิกิริยากับ Bromophenol blue indicator แล้วเติมสารละลายโซเดียมซัลเฟตจนสารละลายกลายเป็นสีเขียวใส วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร พบว่า น้ำส้มควันไม้ไม่เนื้อแข็งมีปริมาณเหล็กมากที่สุด ดังตาราง 17 และสามารถเปรียบเทียบในลักษณะกราฟแห่งดังภาพ 13 ได้

2.6 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำส้มควันไม้

การทดลองการนำน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่งมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยนำน้ำส้มควันไม้ที่ไม่ผ่านการเจือจาง มาวัดค่าที่เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง จนตัวเลขที่แสดง

หยุดนิ่ง จึงอ่านค่า พบว่า น้ำส้มควันไม้ไม่ผลไม้ มีค่าความเป็นกรดมากกว่าน้ำส้มควันไม้ทั้ง 2 ชนิด ดังตาราง 18 และสามารถเปรียบเทียบในลักษณะกราฟแท่งดังภาพ 14 ได้

2.7 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำส้มควันไม้ โดยใช้ น้ำส้มควันไม้ที่บริสุทธิ์ 3 แหล่งคือ น้ำส้มควันไม้ไม่ผลไม้, น้ำส้มควันไม้ไม่ไผ่ และน้ำส้มควันไม้ไม่เนื้อแข็ง ซึ่งใช้วัตถุดิบนี้ในการเผาถ่านเพื่อให้ได้น้ำส้มควันไม้มา โดยการปล่อยให้ตกตะกอนเองตามธรรมชาติ แล้วนำมาศึกษาพบว่า

การศึกษากการวิเคราะห์ปริมาณกรดในน้ำส้มควันไม้ พบว่าเมื่อนำน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่ง มาไทเทรตกับ NaOH เพื่อหาปริมาณกรดทั้งหมด พบว่า ปริมาตร NaOH ที่ใช้ไปในการไทเทรตกับน้ำส้มควันไม้ไม่ผลไม้ เท่ากับ 3.82 cm^3 , น้ำส้มควันไม้ไม่ไผ่ เท่ากับ 3.13 cm^3 และน้ำส้มควันไม้ไม่เนื้อแข็ง เท่ากับ 3.29 cm^3 ตามลำดับ และเมื่อนำมาหาปริมาณความเข้มข้นของกรดทั้งหมด โดยเฉพาะ Acetic acid พบว่า ปริมาณ Acetic acid ในน้ำส้มควันไม้ไม่ผลไม้ เท่ากับ $2.143 \% (\text{w/v})$, น้ำส้มควันไม้ไม่ไผ่ เท่ากับ $1.759 \% (\text{w/v})$ และน้ำส้มควันไม้ไม่เนื้อแข็ง เท่ากับ $1.849 \% (\text{w/v})$ ตามลำดับ นั้นแสดงว่า ในน้ำส้มควันไม้ไม่ผลไม้มีปริมาณ Acetic acid มากที่สุด คือ $2.143 \% (\text{w/v})$

การศึกษากการวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำส้มควันไม้ โดย Colorimetry พบว่าเมื่อนำน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่งมาทดลองเพื่อหาปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนดังกล่าว ทำให้ได้ผลการทดลองดังนี้คือ ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำส้มควันไม้ไม่ผลไม้ เท่ากับ 0.046, น้ำส้มควันไม้ไม่ไผ่ เท่ากับ 0.031 และน้ำส้มควันไม้ไม่เนื้อแข็ง เท่ากับ 0.053 ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานที่ได้จากสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียม ซึ่งมีค่า y (ความเข้มข้นหรือความเข้มข้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบในหน่วย ppm) คือ $y = 0.391x$ ได้ความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ในน้ำส้มควันไม้ไม่ผลไม้ เท่ากับ 0.118 ppm, น้ำส้มควันไม้ไม่ไผ่ เท่ากับ 0.097 ppm และน้ำส้มควันไม้ไม่เนื้อแข็ง เท่ากับ 0.136 ppm ตามลำดับ นั้นแสดงว่า น้ำส้มควันไม้ไม่ผลไม้ มีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมากที่สุด คือ 0.118 ppm

การศึกษากการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำส้มควันไม้โดย Colorimetry พบว่าเมื่อนำน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 แหล่งมาทดลองเพื่อหาปริมาณฟอสฟอรัสดังกล่าว ทำให้ได้ผลการทดลองดังนี้คือ ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำส้มควันไม้ไม่ผลไม้ เท่ากับ 0.067, น้ำส้มควันไม้ไม่ไผ่ เท่ากับ 0.059 และน้ำส้มควันไม้ไม่เนื้อแข็ง เท่ากับ 0.061ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานที่ได้จากสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส ซึ่งมีค่า y (ความเข้มข้นหรือความเข้มข้น

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับหน่วย ppm) คือ $y = 0.0466x$ ได้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในน้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 1.438 ppm, น้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 1.266 ppm และน้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 1.309 ppm ตามลำดับ นั้นแสดงว่า น้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่า มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด คือ 1.438 ppm

การศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำส้มคว้นไม้โดยวิธีการกลั่นอย่างรวดเร็ว (Flush distillation) พบว่าเมื่อนำน้ำส้มคว้นไม้ทั้ง 3 แหล่งมาทดลองเพื่อหาปริมาณแอลกอฮอล์ดังกล่าว ทำให้ได้ผลการทดลองดังนี้คือ ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 0.096, น้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 0.117 และน้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 0.158 ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานที่ได้จากสารละลายมาตรฐานแอลกอฮอล์ ซึ่งมีค่า y (ความเข้มข้นหรือความเข้มข้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับหน่วย % (v/v) คือ $y = 0.0845x$ ได้ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในน้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 1.136 % (v/v), น้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 1.385 % (v/v) และน้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 1.870 % (v/v) ตามลำดับ นั้นแสดงว่า น้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่ามีปริมาณแอลกอฮอล์มากที่สุด คือ 1.870 % (v/v)

การศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำส้มคว้นไม้โดยวิธีสเปกโตรโฟโตเมทรี พบว่าเมื่อนำน้ำส้มคว้นไม้ทั้ง 3 แหล่งมาทดลองเพื่อหาปริมาณเหล็กดังกล่าว ทำให้ได้ผลการทดลองดังนี้คือ ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 0.349, น้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 0.335 และน้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 0.447 ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานที่ได้จากสารละลายมาตรฐานเหล็ก ซึ่งมีค่า y (ความเข้มข้นหรือความเข้มข้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับหน่วย mg/L) คือ $y = 0.1058x$ ได้ความเข้มข้นของเหล็กในน้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 3.266 mg/L, น้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 3.166 mg/L และน้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 4.225 mg/L ตามลำดับ นั้นแสดงว่า น้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่ามีปริมาณเหล็กมากที่สุด คือ 4.225 mg/L

เมื่อนำน้ำส้มคว้นไม้ทั้ง 3 แหล่ง คือ น้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่า, น้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่า และน้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่า มาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยไม่ผ่านการเจือจาง ผลการวัดค่าความเป็นกรด (pH เป็นกรด) คือ น้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่ามีค่าความเป็นกรด เท่ากับ 3.47, น้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 3.77 และน้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่าเท่ากับ 3.49 ตามลำดับ นั้นแสดงว่า น้ำส้มคว้นไม้ไม่ผลไม้ม่า มีค่าความเป็นกรดมากที่สุด คือ 3.47 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำส้มคว้นไม้ดังกล่าว คือ 2.143 % (w/v)

ในการศึกษาสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำส้มคว้นไม้ครั้งนี้ ผู้ศึกษาไม่สามารถศึกษาสมบัติทางเคมีได้ทั้งหมด ซึ่งได้ทราบมาแล้วว่า น้ำส้มคว้นไม้ นั้นประกอบด้วยสารต่าง ๆ มากมาย ทั้งนี้

เป็นเพราะ สถานที่ทำการทดลองคือ อาคารปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ์นั้น มีข้อจำกัดในด้านอุปกรณ์, เครื่องมือ รวมทั้งสารเคมีที่มีไม่เพียงพอที่จะทำการทดลอง จึงได้ผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น

สารเคมีบางประการในน้ำส้มควันไม้ที่ทำการวิเคราะห์ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อใช้สอดคล้องกับงานวิจัยในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากน้ำส้มควันไม้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเกษตรได้ หรือสามารถนำไปเป็นสารกำจัดศัตรูพืชตามงานวิจัยได้ เช่น ในการวิจัยการใช้สารสกัดจากพืช และน้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว ของ สุภาณี พิมพ์สมาน, 2549 พบว่าน้ำส้มควันควันไม้สามารถลดประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ต่ำกว่าสารฆ่าแมลงอิมิดาโคลพริด และพบแนวโน้มว่า น้ำส้มควันไม้ส่งเสริมให้แมลงแตนเบียนซึ่งเป็นแมลงที่มีประโยชน์ เข้าทำลายไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยจะควบคุมไม่ให้ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มปริมาณมากขึ้นจนเกิดการระบาด นั้นแสดงว่า น้ำส้มควันไม้มีประโยชน์ในการเป็นสารกำจัดศัตรูพืช และในทางเดียวกันก็เป็นประโยชน์ในทางเกษตรด้วยเช่นกัน และ ในการวิจัยถึงผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่อการทำลายของเสี้ยนดิน เพลี้ยไฟ และปริมาณการปนเปื้อนของสารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงเมล็ดโต ของดรุณี, สนั่น และ โสภณ, 2548 พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบข้าวพันธุ์ขอนแก่น 60-3 กับอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่ามีผลการทดลองต่างกันตามผลการวิจัย และสอดคล้องกับผลการศึกษาของการศึกษาสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำส้มควันไม้

3. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร

1. จากการศึกษาการทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์ ที่ความเร็วรอบ 4,000 รอบ/นาที สามารถทำให้น้ำควันไม้บริสุทธิ์ เนื่องจากนำไปวัดด้วยเครื่องการดูดกลืนแสง ช่วง 600 นาโนเมตร ให้ค่าดีที่สุดเท่ากับ 1.46 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วรอบอื่นในการทดลอง

2. จากการศึกษาผลการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อลดปัญหาการเกิดกลิ่นในฟาร์มสุกร พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีแนวโน้มค่าการเกิดแอมโมเนียเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการทดลอง ซึ่งไม่เป็นตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ คือ ต้องการศึกษาดังผลของประสิทธิภาพ และปริมาณของน้ำส้มควันไม้ที่สามารถลดกลิ่นการ

เกิดแอมโมเนียที่ได้จากการผลิตสุกร จากผลการศึกษาไม่สามารถใช้น้ำส้มควันไม้ในระดับดังกล่าว ที่ช่วยลดการเกิดกลิ่นที่ได้จากการเลี้ยงสุกร

จากการศึกษาผลการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อลดปัญหาการเกิดกลิ่นในฟาร์มสุกร ผลการทดลองพบว่าน้ำส้มควันไม้ในการทดลองในครั้งนี้ไม่สามารถลดการเกิดกลิ่นแอมโมเนียได้ การเกิดแอมโมเนียเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการทดลอง อาจเป็นเพราะว่ามีสารประกอบ และคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสม ซึ่งไม่มีความสามารถในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุต่างๆ ให้กลายเป็นอินทรีย์สารที่ทำให้จุลินทรีย์ในการหมักนำไปใช้ประโยชน์ในระดับเซลล์ได้ จึงทำให้การเกิดแอมโมเนียในโตรเจนในน้ำเสีย และสิ่งขับถ่ายในฟาร์มสุกรเพิ่มขึ้น รวมทั้งสภาวะในการทดลองเปรียบเสมือนในการหมักจึงช่วยกระตุ้นให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียเกิดการทำงานจึงช่วยให้เกิดแอมโมเนียเพิ่มขึ้น และการทดลองในครั้งนี้มีการใช้น้ำส้มควันไม้ปริมาณที่น้อยเกินไป ซึ่งประสิทธิภาพยังไม่เพียงพอต่อการลดการเกิดแอมโมเนียได้

4. ศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพบางประการของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเกษตร

จากผลการทดลองการศึกษายับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรค พบว่าในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* เชื้อ *Staphylococcus aureus* เชื้อ *Vibrio cholerae* และเชื้อ *Salmonella choleraesuis* ทั้งสามเชื้อนี้ น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ในระดับความเข้มข้น 100% สามารถยับยั้งการเจริญได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และเชื้อที่น้ำส้มควันไม้สามารถยับยั้งได้ดีที่สุดคือเชื้อ *Vibrio cholerae* แต่เชื้อ *Bacillus cereus* ไม่มีน้ำส้มควันไม้สูตรใดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้เลย

จากผลการทดลอง สามารถใช้น้ำส้มควันไม้มาใช้ในการทดแทนสารเคมี ที่ใช้ในการควบคุมเชื้อโรคในฟาร์ม ซึ่งสามารถลดต้นทุนในการผลิต และมีแนวโน้มในการใช้น้ำส้มควันไม้ในการรักษาโรคที่เกิดจากเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Salmonella choleraesuis*, *Vibrio cholerae* และ *Escherichia coli* แต่ต้องมีการศึกษาถึงผลกระทบข้างเคียงที่เกิดจากน้ำส้มควันไม้ต่อสัตว์เลี้ยงให้แน่ใจเสียก่อน หรือใช้ในปริมาณที่มีการเจือจางให้เหมาะสมต่อสัตว์เลี้ยง

จากการทดลองในการใช้น้ำส้มควันไม้แต่ละสูตรในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* , *Salmonella choleraesuis* , *Vibrio cholerae* , *Bacillus cereus* และ *Escherichia coli* . ผลการทดลองพบว่า น้ำส้มควันไม้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Staphylococcus aureus* , *Salmonella choleraesuis* , *Vibrio cholerae* และ *Escherichia coli* เพราะเชื้อ

เหล่านี้ เป็นเชื้อที่ถูกทำลายได้ด้วยสารที่เป็นกรด และน้ำส้มคว้นไม่มีสารที่เป็นองค์ประกอบของกรด (กรดอะซิติก) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มที่ออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค, เชื้อรา, แบคทีเรีย และไวรัส (อานัฐ, 2549) จึงทำให้น้ำส้มคว้นไม่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อเหล่านี้ได้ และจะเห็นได้ว่า *Vibrio cholerae*. เป็นเชื้อที่น้ำส้มคว้นไม่ยับยั้งการเจริญได้ดีที่สุด เนื่องจาก *Vibrio cholerae*. เป็นเชื้อที่ถูกทำลายได้ดีด้วยสารที่เป็นกรด (นงลักษณ์, 2543) ส่วนเชื้อ *Bacillus cereus* เป็นเชื้อที่มีความสามารถในการทนต่อสารเคมี และกรด อีกทั้ง ยังเป็นแบคทีเรียชนิดที่สามารถสร้างสปอร์ ทำให้ทนต่อสารเคมี และความร้อนได้ดี (นงลักษณ์, 2543) เชื้อชนิดนี้จึงมีความทนทานต่อน้ำส้มคว้นและไม่มือน้ำส้มคว้นไม่สูตรไหนสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ และจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า น้ำส้มคว้นแต่ละสูตรให้ผลแตกต่างกัน เป็นเพราะว่า น้ำส้มคว้นไม้ที่ได้จากไม้แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน (ปรีชา, 2547) อย่างเช่น ปริมาณของสารเคมีในเนื้อไม้ ปริมาณน้ำ หรือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- ชฎานินทร์ รวมตะคุ, ดรุณี โชติษฐยางกูร และอนันต์ พลธานี. 2547. “ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวดอกมะลิ 105”. การสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2547. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ดรุณี โชติษฐยางกูร, สนั่น จอกลอย และโสภณ วงศ์แก้ว. 2547. “ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่อการทำลายของเสี้ยนดิน เพลี้ยไฟ และปริมาณการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงเมล็ดโต”. [ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล : http://ora.kku.ac.th/res_kku/Abstract/AbstractView.asp?Qid=-335470761 [2 ตุลาคม 2551].
- ณัฐพร จันทรฉาย และตุจดาว คนยัง. 2550. รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาการแก้ไขปัญหาผลกระทบทางอากาศของชุมชนบ้านแม่จ๊ะจะโดยการผลิตน้ำส้มควันไม้เพื่อการเกษตรอินทรีย์, แบบเสนอโครงการวิจัย ประกอบการเสนอของบประมาณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด. 2550. “คู่มือปฏิบัติการ คม 210 เคมีวิเคราะห์”. แพรว : มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพรว เฉลิมพระเกียรติ.
- รัชชชัย จิตจาง. 2550. “คู่มือการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์”. แพรว : มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพรว เฉลิมพระเกียรติ.
- พัชรภรณ์ สีสากิรมย์กุล. 2550. การยอมรับและการใช้ประโยชน์น้ำส้มควันไม้ในกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกลำไย ตำบลเหมืองง่า อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- พุดินันท์ พึ่งวงศ์ญาติ. 2546. “ถ่านไม้และน้ำส้มควันไม้”. กรมป่าไม้ กระทรวงการเกษตรและสหกรณ์
- มงคล ต๊ะอูน. 2550. “การประยุกต์ใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อการผลิตพืช”. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศิรินทร์ญา ภัคดี. 2548. “คู่มือปฏิบัติการวิชา คม 100 เคมีทั่วไป”. เชียงใหม่ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2550. “การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช”. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2549. "การใช้สารสกัดจากพืชและน้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันเพลี้ยกระโดด
สีน้ำตาลในนาข้าว". [ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล : [http://www.khonkaenlife.com/forum/
index.php?topic=3220.0](http://www.khonkaenlife.com/forum/index.php?topic=3220.0) [2 ตุลาคม 2551].

สมพงษ์ จันตะรังษี. 2550. "จุลสาหร่ายปรับปรุงคุณภาพน้ำได้จริงหรือ". รายงานสัมมนา
รายวิชา ชว 499. สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ.

ภาคผนวก
กรรมวิธีการผลิตน้ำส้มควันไม้โดยใช้
เตาเผาแบบถังน้ำมัน (Oil drum kiln)

รายการวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างเตาเผาถ่านแบบถังน้ำมัน

- | | |
|---|------------|
| 1. ถังน้ำมัน 200 ลิตร | 1 ชุด |
| 2. ท่อซีเมนต์ขนาด 4 นิ้ว 1 เมตร | 2 ท่อน |
| 3. ข้องอซีเมนต์ ขนาด 4 นิ้ว | 1 อัน |
| 4. เหล็กเส้นขนาด 4 หุน ยาว 40 เซนติเมตร | 4 ท่อน |
| 5. ดินเหนียวแม่น้ำ | 1 ถังน้ำ |
| 6. ทรายละเอียด | ½ ถังน้ำ |
| 7. ปูนซีเมนต์ | 1 กิโลกรัม |
| 8. ซีเมนต์บล็อก | 3 ก้อน |
| 9. ไขควงชนิดกระแทกและค้อน | 1 ด้าม |
| 10. กระเบื้องเก่าหรือสังกะสีเก่า | |
| 11. จอบและบั้งที่ตักดิน | |
| 12. ไม้สำหรับทำหลักยึดยาว 1 เมตร | |

การเลือกพื้นที่สร้างเตา ควรเป็นพื้นที่ดอนน้ำไม่ขัง อยู่เหนือลมและมีแหล่งดินเหนียวอยู่ใกล้ ๆ

ขั้นตอนการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านแบบถังน้ำมัน

1. เตรียมถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ตัดปากถัง กว้าง 20 เซนติเมตรและความยาว 30 เซนติเมตรให้ชิดขอบถัง เพื่อทำปากเตา
2. หลังตัดปากถังแล้วให้ตัดขอบถังด้านใน แยกฝาถังออกมา
3. เจาะกันถังเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สูงจากขอบถังประมาณ 5 เซนติเมตร
4. ตัดเหล็กเส้นยาวประมาณ 3 นิ้ว นำมาเชื่อมกับขอบถังด้านบนทำเป็นเชี้ยวสำหรับรองฝาถัง
5. นำเหล็กเส้นความยาว 9 นิ้ว 2 ท่อนมาเชื่อมติดกับด้านในของฝาถังที่ตัดไว้
6. ทำหูบริเวณขอบถังทั้ง 2 ด้านและบริเวณตรงกลางฝาถัง ตัดเหล็กความยาว 24 นิ้วมาสอดไว้เพื่อป้องกันฝาบิดหลุดร่วง

7. ปรับพื้นที่และนำถังไปวางโดยให้หันปากถังเข้าหาทิศทางลมประจำ จัดเหล็กยาวประมาณ 30 เซนติเมตร 3 ท่อนใส่ในถังเพื่อรองพื้น

8. นำท่อปูนข้ออโยหินมาสวมวงกลมกันถึงที่เจาะไว้และนำอิฐรองข้ออเพื่อป้องกันไม่ให้ข้ออขยับ (หรือใช้ท่อปูนข้ออ 3 ทางแทนการใช้ข้ออธรรมดา)

9. ทำคอกกันและถมดินเพื่อป้องกันไม่ให้ถังเคลื่อน จากนั้นนำดิน 6 ส่วน ทราบ 3 ส่วนและปูน 1 ส่วนมาผสมกัน เพื่อใช้พอกข้อต่อต่าง ๆ และหน้าปากถัง

10. นำดินที่ผสมแล้วพอกส่วนต่าง ๆ เช่น ข้ออยึดติดกับถัง ข้อต่อต่าง ๆ และหน้าปากถัง

11. นำท่อปูนข้อตรงมาประกอบกับข้ออและนำดินที่ผสมแล้วมาพอกเชื่อมรอยต่อให้สนิทไม่ให้โยก

12. ตัดไม้สำหรับใช้เผา (ยาวประมาณ 80 เซนติเมตร) วางไว้ในร่ม 3-5 วัน จึงมาเรียงใส่ในเตา

13. เมื่อเรียงพื้นเต็มแล้ว ปิดปากถังและนำดินเหนียวมาพอกขอบถังอีกครั้ง

14. นำอิฐมาเรียงทำปากเตา หลังจากจุดไฟหน้าเตาโดยให้เปลวไฟห่างจากหน้าเตา 1-2 ฟุต

15. ทะลวงปล้องไม้ไผ่เพื่อทำท่อชักควันหรือใช้ท่อโยหินแทนไม้ไผ่แล้วนำท่อไม้ไผ่ต่อกับข้อปูนข้อตรงเพื่อชักควัน

16. เเผาไหม้ไม้ที่อุณหภูมิ 120-430 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิปากปล้อง 80-120 องศาเซลเซียส เพื่อดักเก็บน้ำส้มควันไม้ หรือสังเกตสีของควันและความชื้นของไอน้ำที่จะกลั่นตัวเป็นน้ำส้มควันไม้)

17. นำภาชนะมารองน้ำส้มควันไม้ โดยน้ำส้มควันไม้ดิบ จะมีสีน้ำตาลอ่อน หรือสีเหลืองอ่อน และมีลักษณะใส โดยให้เบาความแรงของไฟขณะที่เริ่มดักเก็บน้ำส้มควันไม้ เพื่อยืดระยะเวลาการดักเก็บให้นานขึ้น

18. หลังจากเก็บน้ำส้มควันไม้แล้ว ทำการปิดเตาโดยใช้ดินเหนียวพอกไม่ให้อากาศเข้าไปได้

19. เมื่อปิดเตาไปได้ประมาณ 3-4 ชั่วโมงให้เกลี่ยทรายบนถังเพื่อระบายความร้อนในเตา

20. เมื่อเตาเย็นแล้วทำการเปิดเตาและนำถ่านออกมา โดยใช้เวลาในการเผานาน 12-14 ชั่วโมง

การปิดเตา

จะต้องปิดเตาในช่วงที่ควันเป็นสีฟ้าใส ควันขาวจริง ๆ และต้องปิดให้สนิทไม่ให้มีรอยรั่ว มิฉะนั้นไฟข้างในเตาจะดับไม่สนิท

กระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้

ระยะที่ 1 เริ่มต้นการเผา 1-2 ชั่วโมงแรก ควันจะมีสีขาว มีความชื้นจากเนื้อไม้ปนออกมา เรียกว่า ช่วงไล่ความชื้น ใช้มือสัมผัสควันได้

ระยะที่ 2 หลังจากเผา 2-3 ชั่วโมง ควันจะมีสีขาวขุ่น ความชื้นจะน้อยลง เป็นช่วงที่เนื้อไม้เริ่มไหม้ ใช้มือสัมผัสและดมกลิ่นจะแสบจมูก

ระยะที่ 3 หลังจากนั้น 3-4 ชั่วโมง ควันจะมีสีขาวปนเหลือง แสดงว่าไฟเริ่มไหม้แกนไหม้ เมื่อลองดมกลิ่นจะมีกลิ่นฉุนแสบจมูกมาก จากนั้นใช้ระยะเวลาอีก 30 นาที ควันจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้าใส หมายถึง กระบวนการเผาไหม้สิ้นสุดลงแล้ว หยุดใส่เชื้อเพลิงและปิดฝาด้านหน้าและท่อด้านหลัง โดยใช้ดินเหนียว ทิ้งไว้อย่างน้อย 6 ชั่วโมง ไฟภายในเตาจะดับเอง

เทคนิคการเก็บน้ำส้มควันไม้

1. ควรเก็บน้ำส้มควันไม้ช่วงอุณหภูมิ 80-120 องศาเซลเซียส โดยสังเกตจากควันมีสีขาวขุ่นปนเหลือง
2. การยืดเวลาเก็บ โดยชะลอไฟเมื่อเริ่มเก็บน้ำส้มควันไม้
3. ควรพักน้ำส้มควันไม้หลังเก็บได้ 3-6 เดือน ก่อนนำไปใช้
4. ไม่ควรใช้ภาชนะบรรจุที่การดสามารถกัดกร่อนได้ เช่น เหล็ก สังกะสี ฯลฯ ควรใช้ภาชนะบรรจุที่ทนต่อการกัดกร่อนของกรดได้ เช่น สแตนเลส พลาสติกแข็ง