# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar หรือ pyroligneous acid) เป็นสารอินทรีย์ประเภทหนึ่ง มีลักษณะเป็นของเหลวใสสีน้ำตาลอ่อนปนแดงและมีกลิ่นควันไฟ เป็นผลพลอยได้มาจากการเผาถ่านในสภาพอับอากาศ (airless condition) ซึ่งมีอุณหภูมิภายในเตาอยู่ระหว่าง 300-400 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิปากปล่องควันอยู่ระหว่าง 80-150 องศาเซลเซียส (พุฒินันท์, 2545) น้ำส้มควันไม้มีส่วนประกอบของน้ำอยู่ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ และมีสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ กว่า 200 ชนิด ซึ่งมีอยู่หลายกลุ่มประกอบด้วย กลุ่มของสารประกอบที่เป็นกรด (acidic components) สารประกอบจำพวกฟีนอล (phenolic components) และสารประกอบที่เป็นกลาง (neutral components) เป็นต้น

อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าสัดส่วนของสารประกอบของน้ำส้มควันไม้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ที่ใช้ในการเผา อุณหภูมิที่ใช้เผา การดักเก็บและระยะเวลาในการเก็บรักษา (Mokusaku, 2012) ซึ่งจากการศึกษาของ Jun et al. (2006) สารประกอบอินทรีย์ที่พบในน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตจากไม้ไผ่ จะมีองค์ประกอบของกลุ่มที่เป็นกรด, กลุ่มพวกฟีนอล และกลุ่มพวกที่เป็นกลาง เท่ากับ 42.32, 23.32 และ 5.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่ามีปริมาณของกรดอะซิติกมากที่สุด ซึ่งเป็นกรดที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคได้ สอดคล้องกับสุชาดา (2549) รายงานว่าน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตมาจากกะลามะพร้าวและไม้กระท้อน จะมีสัดส่วนของสารประกอบแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป และพบว่าทั้งสองชนิดจะมีเปอร์เซ็นต์ของกรดอะซิติกสูงที่สุด และจากการศึกษาองค์ประกอบของสารอินทรีย์ในน้ำส้มควันไม้ 3 ชนิดของ Yatagai et al. (2002) โดยชนิดที่ 1 ผลิตมาจาก *Cryptpmeria japonica* และ *Pseudotsga menziesii* ชนิดที่ 2 ผลิตมาจาก *Quercus serrata* และชนิดที่ 3 ผลิตมาจาก *Pinus densiflora* พบว่าทั้ง 3 ชนิดมีสัดส่วนของกรดอะซิติกในปริมาณสูงที่สุด เท่ากับ 45.19, 48.90 และ 27.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีสัดส่วนของสารประกอบกลุ่มฟีนอล เท่ากับ 16.24, 12.77 และ 23.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในปัจจุบันน้ำส้มควันไม้ได้มีการนำไปใช้ประโยชน์ในการเกษตรหลายแนวทาง เช่น ใช้เป็นสารปรับปรุงดิน สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารเร่งการเจริญเติบโต (plant growth accelerating substances) และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulator) หรือเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช (growth inhibiting) เป็นต้น (มงคล, 2549)

น้ำส้มควันไม้นำไปใช้ร่วมกับวัสดุปรับปรุงดิน โดยการผสมกับถ่านและปุ๋ยคอกเพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกสำหรับปลูกไม้ดอก หลายชนิด พบว่าต้นกล้าของ Scarlet sage และ Zinnia มีเปอร์เซ็นต์รอดชีวิตสูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยยกระดับคุณภาพของ Melampodium และ Scarlet sage ให้ดี

ขึ้น แต่วัสดุนี้ไม่เหมาะสมกับการปลูก Scarlet sage เพราะมีผลทำให้ต้นเตี้ยลง (Kadota and Niimi, 2004) สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของน้ำส้มควันไม้ต่อการป้องกันกำจัดศัตรูพืช พบว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ในอัตราเจือจาง 300 เท่า ฉีดพ่นทางใบให้กับถั่วลิสงเมล็ดโตมีผลทำให้จำนวนของเสี้ยนดิน เพลี้ยไฟ และปริมาณการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินที่เข้าทำลายถั่วลิสงมีแนวโน้มลดลง (ดรุณี และคณะ, 2550ข) ในขณะที่ Jun et al. (2006) พบว่าการใช้น้ำส้มควันที่ผลิตจากไม้ไผ่ในอัตราเจือจาง 500-800 เท่า มีผลทำให้การเจริญเติบโตของแตงกวา ผักสลัด และกะหล่ำ เพิ่มขึ้น 18.8 - 20.2 เปอร์เซ็นต์ ดรุณี และคณะ (2550ก) ฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ให้กับถั่วลิสงชนิดเมล็ดโตในอัตราเจือจาง 200 เท่า พบว่ามีผลทำให้น้ำหนักแห้งของถั่วลิสงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และหากฉีดพ่นในอัตรา 300 เท่า ถั่วลิสงมีแนวโน้มที่มีผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตดีขึ้น และมีดัชนีการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ชญานิษฐ์ (2550) ทดลองในข้าวพบว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ในอัตราเจือจาง 300-350 เท่า มีแนวโน้มทำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีการเจริญเติบโตทางลำต้น จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อกอดีขึ้น

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าจะมีการนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรด้านต่าง ๆ แต่ข้อมูลทางวิชาการยังถือว่ามีการศึกษาวิจัยอยู่ในวงจำกัด อีกทั้งยังมีอีกหลายประเด็นที่น่าสนใจ และจากการตรวจเอกสารข้างต้นชี้ให้เห็นว่าน้ำส้มควันไม้นั้นมีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชหลาย ๆ ชนิด มีแนวโน้มไปในทิศทางที่ดีขึ้น แต่จากการศึกษาส่วนใหญ่ไม่มีการระบุชนิดของไม้ จึงทำให้ขาดข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างอิทธิพลของน้ำส้มควันไม้ต่างชนิดกันต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช ทั้งนี้เนื่องจากน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตมาจากไม้แต่ละชนิดจะมีสารประกอบอินทรีย์แต่ละชนิดในเปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างกันไปดังที่กล่าวข้างต้น และยังไม่มีการศึกษาอิทธิพลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวนาปรัง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง

**1.3 ขอบเขตของการวิจัย**

การศึกษาภายใต้โครงการนี้ เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบผลของน้ำส้มควันไม้ต่างชนิด ดังนั้นขั้นตอนแรกจึง จำเป็นต้องผลิตน้ำส้มควันไม้จากพืชหลาย ๆ ชนิดก่อน เพื่อนำมาทดสอบดูแนวโน้มต่อการเจริญเติบโตของรากข้าว โดยการแช่เมล็ดข้าวในน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดเป็นระยะเวลา 1 คืน และหุ้มเมล็ดทิ้งไว้อีก 1-2 คืน ตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร จากนั้นวัดความยาวรากของข้าวที่แช่ในน้ำส้มควันไม้ชนิดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบและคัดเลือกเฉพาะที่น่าสนใจ 2 ชนิด เพื่อนำมาใช้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวจำนวน 3 พันธุ์ โดยทำการทดสอบ 1 ฤดูปลูก

**1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

ได้ข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับผลของน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว เพื่อเป็นประโยชน์ในการหาแนวทางสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในระบบการผลิตข้าว และเผยแพร่สู่เกษตรกรต่อไปในอนาคต

# บทที่ 2
# การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 น้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar หรือ pyroligneous acid) เป็นผลพลอยได้มาจากการเผาถ่าน มีลักษณะเป็นของเหลวใสสีน้ำตาลอ่อนปนแดงและมีกลิ่นควันไฟ ที่ได้มาจากการควบแน่น (condensed) ของควันไฟที่เกิดจากการเผาถ่านไม้ในช่วงที่กำลังเปลี่ยนเป็นถ่าน (carbonization) ในสภาพอับอากาศ ซึ่งมีอุณหภูมิภายในเตาอยู่ระหว่าง 300-400 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ปากปล่องควันอยู่ระหว่าง 80-150 องศาเซลเซียส (พุฒินันท์, 2545) การผลิตน้ำส้มควันไม้จากการเผาถ่านมี 4 ขั้นตอน (จิระพงษ์, 2550) ดังนี้

1) การไล่ความชื้น (dehydration) ช่วงนี้จะมีอุณหภูมิระหว่าง 20-270 องศาเซลเซียส เป็นขั้นตอนของการไล่ความชื้นโดยอาศัยความร้อนจากภายนอก เพื่อให้ไม้ฟืนเกิดปฏิกิริยาดูดความร้อน โดยอาจจะใช้การจุดไม้ฟืนบางส่วนในเตาให้บางส่วนของไม้ที่จะทำถ่านลุกไหม้ หรือโดยการจุดเชื้อเพลิงหน้าเตาและนำเพียงลมร้อนเข้าไปไล่ความชื้นภายในเตา การไล่ความชื้นแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง คือช่วงแรกที่อุณหภูมิระหว่าง 20-180 องศาเซลเซียส ไม้จะคายน้ำที่ดูดซับอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ (free water) และน้ำที่อยู่ในผนังเซลล์ (bound water) จะทำให้มองเห็นควันเป็นสีน้ำเงินอ่อนและจะมีแต่ไอน้ำเท่านั้น สำหรับช่วงที่ 2 ที่อุณหภูมิระหว่าง 180-270 องศาเซลเซียส จะเริ่มมีการสลายตัวของ hemicellulose และสลายจนหมดที่อุณหภูมิประมาณ 260 องศาเซลเซียส ควรรักษาอุณหภูมิในช่วงนี้ให้นานพอที่จะทำให้ไม้ฟืนได้สะสมความร้อนได้ใกล้เคียงกันทั่วทุกจุดของเตา ในช่วงนี้จะทำให้มองเห็นควันมีลักษณะเป็นสีเหลืองจาง ๆ และมีก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) กรดน้ำส้ม (acitic acid และ methanol) เจือปนออกมากับควันแต่จะมีปริมาณต่ำจึงไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

2) การเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่าน (carbonization) แบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง โดยช่วงแรกเกิดขึ้นที่อุณหภูมิช่วง 270-300 องศาเซลเซียส จะเกิดปฏิกิริยาการคายความร้อน (exothermic reaction) เนื่องจากไม้ในเตาเกิดการสะสมความร้อนจนทำให้ลุกไหม้และเกิดการสลายตัว ทำให้ cellulose สลายตัวออกมาอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 275 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้มองเห็นควันมีลักษณะสีขาวปนเหลืองและมีกลิ่นฉุนจัด จากนั้นเมื่อปริมาณควันลดลงจนเปลี่ยนเป็นสีเทา ต้องพยายามควบคุมอุณหภูมิช่วงนี้ไว้ให้นานพอสักระยะหนึ่ง เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอ เพราะหากปล่อยให้อุณหภูมิขึ้นสูงเร็วเกินไป จะทำให้ไม้ที่สะสมความร้อนไว้มากกว่ากลายเป็นเถ้าเสียก่อนที่ความร้อนจะถ่ายไปยังไม้ที่สะสมความร้อนไว้น้อยกว่า โดยเฉพาะหากเกิดไฟแลบออกมาที่หน้าเตาจะทำให้ไม้บริเวณหน้าเตาเกิดเป็นขี้เถ้า แต่ไม้ที่อยู่ข้างในหรือส่วนล่างจะกลายเป็นสันถ่าน ดังนั้นการควบคุมอุณหภูมิสามารถทำได้โดยการควบคุมอุณภูมิที่หน้าเตา โดยอาศัยเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

(thermometer) ร่วมกับการดูสีของควัน และนำวัสดุมาอังที่ปล่องควันเพื่อดูสีของหยดน้ำที่กลั่นตัวออกมาแล้วนำมาวัดอุณหภูมิซ้ำอีกครั้งหนึ่ง สำหรับช่วงที่ 2 เกิดขึ้นที่อุณหภูมิระหว่าง 300-400 องศาเซลเซียส ซึ่งในช่วงนี้ cellulose ก็ยังมีการสลายตัวอย่างต่อเนื่อง และเริ่มมีการสลายตัวของ lignin เกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 310 องศาเซลเซียส และการสลายตัวจะเสร็จสิ้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ในขั้นตอนของการเปลี่ยนจากไม้กลายเป็นถ่านนี้เนื่องจากมีการสายตัวของไม้ด้วยความร้อน (pyrolysis) จึงทำให้ควันที่ออกมาเจือปนไปด้วยสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ มากมาย และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายทางด้วยกัน

3) การทำถ่านให้บริสุทธิ์ ในขั้นตอนนี้จะต้องเพิ่มอุณหภูมิในเตาให้สูงขึ้นโดยการปรับให้อากาศไหลเข้าไปทางหน้าเตา อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จาก 400 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ให้น้ำมันดิน (tar) ออกไปจากถ่าน เพราะเนื่องจากในขั้นตอนของการเปลี่ยนจากไม้กลายเป็นถ่านถึงแม้จะเสร็จสิ้นที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส แต่คาร์บอนเสถียรภาพ (fixed carbon) ยังมีปริมาณต่ำ และมีน้ำมันดิน (tar) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งอยู่ในปริมาณที่สูง ทำให้ได้ถ่านที่มีคุณภาพต่ำ และการปรับอากาศให้ไหลเข้าไปในเตาควรควบคุมไม่ให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเร็วเกินไป เพราะจะทำให้ไม้กลายเป็นขี้เถ้าก่อน เมื่ออุณหภูมิภายในเตาเพิ่มขึ้นถึง 700 องศาเซลเซียส จะสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของควันจากสีน้ำเงินเป็นควันใส แล้วควรทำการปิดเตาทุกส่วน เพื่อไม่ให้อากาศจากภายนอกผ่านเข้าไปในเตาได้อีก

4) การทำให้เย็น (cooling) หลังจากปิดเตาแล้ว ควรปล่อยให้เตาเย็นลงจนมีอุณหภูมิภายในเตาต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส จึงจะนำถ่านไม้ออกมาใช้งานได้ เพราะนำถ่านออกจากเตาในช่วงที่มีอุณหภูมิระหว่าง 60-70 องศาเซลเซียส จะได้ถ่านที่สามารถลุกติดไฟเองได้ (spontaneous combustion) ถ้าได้รับออกซิเจนจากอากาศ

จากขั้นตอนของการเผาถ่านไม้ที่กล่าวมาข้างต้น ช่วงที่เหมาะสมสำหรับเก็บน้ำส้มควันไม้ คือ ช่วงของการเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่าน (carbonization) อย่างไรก็ตามถ้าดักเก็บน้ำส้มควันไม้ในช่วงที่มีอุณหภูมิในเตาต่ำกว่า 300 องศาเซลเซียส ถึงแม้ว่าจะมี hemicellulose สลายตัวแล้วก็ตามแต่ cellulose ยังแค่เริ่มสลายตัว จึงทำให้สารประกอบที่ได้ยังไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ แต่หากดักเก็บน้ำส้มควันไม้ที่อุณหภูมิสูงเกิน 425 องศาเซลเซียส ก็จะทำให้น้ำมันดิน (tar) สลายตัวเกิดสารประกอบหลายชนิดที่เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น benzopyrene, dibenzanthracenementyl และ cholnisrene เป็นต้น ดังนั้นการดักเก็บน้ำส้มควันไม้ควรทำในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 300-400 องศาเซลเซียส เพราะช่วงนี้ทำให้เกิดการสลายตัวของสารประกอบต่าง ๆ หลายชนิดเจือปนออกมากับควัน เมื่อกระทบความเย็นก็จะกลั่นตัวเป็นของเหลวสีน้ำตาลและมีกลิ่นควันไฟ โดยการดักเก็บอาจใช้เครื่องมือง่าย ๆ อาศัยการถ่ายเทความร้อนจากปล่องดักควันที่มีอุณหภูมิสูงสู่อากาศรอบปล่องดักควันที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ความชื้นในควันก็จะควบแน่นเป็นหยดน้ำ และควรจะให้ปล่องดักควันอยู่ห่างจากปากปล่องควันของเตาเผาถ่านประมาณ 20-30 เซนติเมตร เพราะหากอยู่

ใกล้กันมากเกินไปจะทำให้มีปัญหาเรื่องการไหลเวียนของอากาศภายในเตา ซึ่งจะส่งผลถึงคุณภาพและผลผลิตของถ่านไม้ด้วย สารประกอบหลาย ๆ ชนิดที่เกิดการสลายตัวในช่วงนี้สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายทาง น้ำส้มควันไม้ที่ดักเก็บได้จากขั้นตอนดังกล่าวยังไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เลย แต่ต้องทำให้ตกตะกอนแยกชั้นเสียก่อน โดยทิ้งไว้ประมาณ 3-4 เดือน จะเกิดของเหลว 3 ชั้น คือ ชั้นบนสุด จะเป็นน้ำมันเบา (light oil) ชั้นกลางจะเป็นน้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) และชั้นล่างสุดจะเป็นน้ำมันดิน (tar) จากนั้นแยกเอาเฉพาะชั้นกลางที่เป็นส่วนของน้ำส้มควันไม้ที่มีลักษณะเป็นของเหลวใสสีน้ำตาลอ่อนปนแดงมีกลิ่นของไม้ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

**2.2 องค์ประกอบทางเคมี**

น้ำส้มควันไม้จะมีส่วนประกอบของน้ำอยู่ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ และมีสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ กว่า 200 ชนิด ที่ได้มาจากการย่อยสลายของสารประกอบพวก hemicellulose, cellulose และ lignin ในระหว่างกระบวนการเผา โดยคุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ อุณหภูมิที่ใช้เผา การดักเก็บและระยะเวลาในการเก็บรักษา (Mokusaku, 2012) สารประกอบในน้ำส้มควันไม้มีอยู่หลายกลุ่มประกอบด้วย กลุ่มของสารประกอบที่เป็นกรด (acidic components) สารประกอบจำพวกฟีนอล (phenolic components) และสารประกอบกลุ่มที่เป็นกลาง (neutral components) เป็นต้น Jun et al. (2006) รายงานว่าสารประกอบอินทรีย์ที่พบในน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตจากไม้ไผ่ จะมีองค์ประกอบของกลุ่มที่เป็นกรด, กลุ่มพวกฟีนอล และกลุ่มพวกที่เป็นกลางเท่ากับ 42.32, 23.32 และ 5.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่ามีปริมาณของกรดอะซิติกมากที่สุด ซึ่งกรดอะซิติกมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคได้ สอดคล้องกับ Akakabe et al. (2006) พบปริมาณของกรดอะซิติกในน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตจากไม้ไผ่ในสัดส่วนที่มากที่สุดเท่ากับ 77.75, 84.78 และ 81.39 สำหรับตัวอย่างน้ำส้มควันไม้จากตัวอย่างที่ 1-3 ตามลำดับ สุชาดา (2549) พบว่าน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตมาจากกะลามะพร้าวและไม้กระท้อนจะมีสัดส่วนของสารประกอบแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป และทั้งสองชนิดจะมีเปอร์เซ็นต์ของกรดอะซิติกสูงที่สุดเช่นเดียวกับที่พบในน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตจากไม้ไผ่ Yatagai et al. (2002) ศึกษาองค์ประกอบของสารอินทรีย์ในน้ำส้มควันไม้ 3 ชนิด โดยชนิดที่ 1 ผลิตมาจาก *Cryptpmeria japonica* และ *Pseudotsga menziesii* ชนิดที่ 2 ผลิตมาจาก *Quercus serrata* และชนิดที่ 3 ผลิตมาจาก *Pinus densiflora* พบว่าน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิดมีสัดส่วนของกรดอะซิติกในปริมาณ 45.19, 48.90 และ 27.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสัดส่วนของสารประกอบกลุ่มฟีนอลเท่ากับ 16.24, 12.77 และ 23.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Nakai et al. (2007) อุณหภูมิในการเผาที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้ปริมาณของ phenolic compound เพิ่มขึ้น และปริมาณของ organic acid ลดลง Mu et al. (2004) รายงานว่าการเก็บน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ในช่วงที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน นอกจากจะมีองค์ประกอบของสารอินทรีย์ในสัดส่วนที่แตกต่างกันแล้ว ยังพบว่าน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตได้จากแต่ละช่วงอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของรากพืชแตกต่างกันด้วย เช่น น้ำส้มควันไม้เก็บที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส จะมีผลช่วยส่งเสริมทำให้รากของ chrysanthemum มีการเจริญเติบโตดีขึ้น ในขณะที่น้ำส้มควันไม้เก็บที่อุณหภูมิระหว่าง 250-400 องศาเซลเซียส เมื่อใช้ที่อัตราเจือจาง 1,000 เท่า จะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของราก watercress และ chrysanthemum

**2.3 การนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร**

ด้วยคุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ที่มีสารประกอบหลากหลายชนิด จึงมีการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรหลายด้าน

2.3.1 ใช้ร่วมกับวัสดุปรับปรุงดิน โดยการผสมน้ำส้มควันไม้กับถ่านและปุ๋ยคอกเพื่อเป็นวัสดุปลูก พบว่าต้นกล้าของ Scarlet sage และ Zinnia มีเปอร์เซ็นต์รอดชีวิตสูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยยกระดับคุณภาพของ Melampodium และ Scarlet sage ให้ดีขึ้น แต่วัสดุนี้ไม่เหมาะสมกับการปลูก Scarlet sage เพราะมีผลทำให้ต้นเตี้ยลง (Kadota and Niimi, 2004)

2.3.2 ใช้เป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช จากการศึกษาของ ดรุณี และคณะ (2550ข) ได้ทำการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ให้กับถั่วลิสงเมล็ดโตทางใบ พบว่าการฉีดพ่นในอัตราเจือจาง 300 เท่า มีผลทำให้จำนวนของเสี้ยนดิน เพลี้ยไฟ และปริมาณการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินที่เข้าทำลายถั่วลิสงมีแนวโน้มลดลง Kartal et al. (2004) ใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อราที่เข้าทำลายเนื้อไม้และปลวก พบว่าเมื่อใช้น้ำส้มควันไม้ที่ผลิตมาจาก Sugi (*Cryptomeria japonica*) และ Acacia (*Acacia mangium*) เคลือบไม้สามารถต้านทานการเข้าทำลายของเชื้อรา brow-rot (*Fomitopsis palustris*) อย่างไรก็ตามน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตมาจาก Sugi ที่อุณหภูมิ 270 องศาเซลเซียส ซึ่งมีสัดส่วนของ สารประกอบฟีนอลต่ำกว่าแต่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา white-rot (*Trametes versicolor*) โดย Kartal et al. (2004) เชื่อว่าสารประกอบฟีนอลมีบทบาทสำคัญในการควบคุมการทำลายของเชื้อรา แต่ความสามารถในการควบคุมปลวกไม่ได้ผลเท่าที่ควร ซึ่งอัตราความเข้มข้นที่ใช้นั้นอาจมีผลต่อความสามารถในการควบคุม ซึ่งงานทดลองขัดแย้งกับ Yatagai et al. (2002) ที่รายงานไว้ว่าน้ำส้มควันไม้สามารถใช้ในการควบคุมปลวกได้

2.3.3 ใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช จากการศึกษาของ Jun et al. (2006) พบว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ผลิตจากไม้ไผ่ในอัตราเจือจาง 500-800 เท่า มีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชผักเพิ่มขึ้น 18.8 - 20.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้น้ำส้มควันไม้ Mu et al. (2003) พบว่า

การใช้น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ในอัตราที่เหมาะสมมีผลส่งเสริมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของราก lettuce, watercress, honewort และ chrysanthemum

2.3.4 ใช้เพื่อกระตุ้นการงอกของเมล็ด ชญานิษฐ์ (2550) นำเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 มาทำการเร่งอายุที่ 42 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 0, 48 และ 84 ชั่วโมง เพื่อให้ได้เมล็ดที่มีระดับการเสื่อมคุณภาพที่แตกต่างกัน หลังจากนั้นนำมาแช่ในน้ำส้มควันไม้ (ไม่ระบุชนิด) ที่อัตราเจือจาง 300, 600 และ 1,000 เท่า เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าการแช่น้ำส้มควันไม้ที่อัตราเจือจาง 300 เท่า สามารถยกระดับความงอกของเมล็ดที่มีระดับการเสื่อมคุณภาพได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้า เมื่อวัดจากความยาวราก และลำต้น พบว่าการแช่น้ำส้มควันไม้ในอัตราเจือจาง 300 เท่า มีผลทำให้ต้นกล้ามีความยาวต้นละรากมากกว่าข้าวที่ไม่มีการแช่น้ำส้มควันไม้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3.5 ใช้เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช จากการศึกษาของ ดรุณี และคณะ (2550ก) การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ (ไม่ระบุชนิดของไม้) ทำให้ถั่วลิสงเมล็ดโต มีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ดีขึ้น การใช้ในอัตราเจือจาง 200 เท่า มีผลทำให้ถั่วลิสงมีการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใช้ในอัตราเจือจาง 300 เท่า มีผลทำให้ถั่วลิสงมีแนวโน้มที่มีผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตที่ดีขึ้น และทำให้ถั่วลิสงมีดัชนีการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รัตนาภรณ์ และคณะ (2551) ศึกษาผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงชนิดเมล็ดโตและเมล็ดเล็ก พบว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ (ไม่ระบุชนิดของไม้) ที่อัตราเจือจาง 500 และ 200 เท่า มีผลทำให้ถั่วลิสงชนิดเมล็ดโตพันธุ์ขอนแก่น 6 ที่ปลูกในช่วงต้นฝนมีแนวโน้มการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น แต่ชนิดเมล็ดเล็กพันธุ์ไทนาน 9 มีแนวโน้มสะสมน้ำหนักแห้งลดลง และสำหรับการปลูกในช่วงปลายฝน การใช้น้ำส้มควันไม้ในอัตราเจือจาง 500 เท่า มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตฝักและผลผลิตเมล็ดเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะชนิดเมล็ดโตพันธุ์ขอนแก่น 6 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงขึ้น

ศิริวรรณ และคณะ (2550) ศึกษาผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ (ไม่ระบุชนิดของไม้) ร่วมกับปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตข้าวอินทรีย์ พบว่าที่ระยะแตกกอสูงสุด การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ในอัตราเจือจาง 300 เท่า ให้แก่ข้าวร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 300 และ 600 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้ข้าวมีจำนวนหน่อต่อกอเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในระยะออกดอก 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่าน้ำส้มควันไม้และปุ๋ยคอกไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มสูงกว่าการไม่ฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้และไม่ใส่ปุ๋ย การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้ผลผลิต เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ชญานิษฐ์ (2550) พบว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ (ไม่ระบุชนิดของไม้) ในอัตราเจือจาง 300 เท่า ทุก 7 และ 15 วัน มีแนวโน้มที่ทำให้ข้าวมีจำนวนหน่อต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ และน้ำหนักเมล็ดต่อกอสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น

จากงานวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นว่ามีการนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรหลายทางด้วยกัน เช่น ใช้ร่วมกับวัสดุปรับปรุงดิน ใช้เพื่อเป็นสารป้องกันศัตรูพืช ใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโต ใช้เพื่อกระตุ้นการงอกของเมล็ด และใช้เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของเมล็ด เป็นต้น แต่ยังไม่พบว่ามีงานวิจัยที่ศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของน้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช จึงควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการทดลอง

## 3.1 การผลิตน้ำส้มควันไม้

โดยใช้เตาเผาถ่าน สจล.51 ซึ่งมีห้องเผาไหม้ทำจากถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร มีช่องเติมวัสดุอยู่ด้านบน มีช่องเติมฟืนเชื้อไฟอยู่ด้านหน้า และมีทางออกของควันอยู่ด้านหลังทำด้วยท่อใยหิน ผนังด้านนอกของเตาก่อด้วยอิฐบล็อกสำหรับบรรจุทรายเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนขณะทำการเผาถ่านเพื่อผลผลิตควันไม้

น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่จะใช้ส่วนของลำต้น และน้ำส้มควันไม้จากมังคุดจะใช้ส่วนเปลือกของผลมาเป็นวัสดุในการเผา โดยการผลิตน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดจะทำแยกกัน ดังนั้นการเผาถ่านไม้ 1 ครั้ง จะใส่ฟืนของไม้เพียงชนิดเดียวเท่านั้น สำหรับขั้นตอนการเผาไม้ไผ่เริ่มโดยการเตรียมไม้มาตัดให้เป็นท่อนฟืนขนาดที่พอเหมาะ นำไปใส่ในเตาด้านบนจนเต็มเตาพร้อมปิดฝาเตา และเตรียมไม้สำหรับจุดเชื้อไฟที่หน้าเตา จากนั้นเติมเชื้อไฟอบไล่ความชื้นของฟืนจนกว่าควันปากปล่องพุ่งแรงและมองเห็นเป็นมีสีเหลืองปนเทาหนา แล้วเริ่มดักเก็บน้ำส้มควันไม้จากฟืนชนิดที่เผาซึ่งจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำให้หาภาชนะสำหรับรองรับจนกว่าจะมองไม่เห็นสีของควันแล้วจึงปิดเตาเผาถ่าน

น้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดที่ผลิตได้ควรปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอนแยกชั้นประมาณ 3 เดือน จะทำให้ได้ของเหลว 3 ชั้น ซึ่งชั้นที่ 1 จะเป็นน้ำมันเบา (light oil) ชั้นที่ 2 เป็นน้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) และชั้นที่ 3 เป็นน้ำมันดิน (tar) จากนั้นทำการแยกเอาเฉพาะชั้นที่ 2 (ชั้นกลาง) ที่มีลักษณะเป็นสีเหลืองปนน้ำตาลมีกลิ่นไม้ออกมาซึ่งเป็นชั้นของน้ำส้มควันไม้ ที่จะนำมาใช้ในการฉีดพ่นเป็นปุ๋ยทางใบให้กับข้าว

## 3.2 วิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองบริเวณแปลงทดลองสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 Factorial in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

ปัจจัยที่ A คือ ข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง 3 พันธุ์ได้แก่

1. ชัยนาท 1
2. ปทุมธานี 1
3. พิษณุโลก 2

ปัจจัยที่ B คือ น้ำส้มควันไม้ 3 ชนิด ได้แก่

1. น้ำเปล่า
2. น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่
3. น้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด

เตรียมต้นกล้าของข้าว โดยก่อนการเพาะกล้านำเมล็ดข้าวทั้ง 3 พันธุ์ ไปแช่ในน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดตามกรรมวิธีที่กำหนด เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปหุ้มทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง ตรวจดูหากมีรากสีขาวยาว 3-5 มิลลิเมตร จึงนำเมล็ดข้าวไปหว่าน ในกระถางเพาะกล้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 31 เซนติเมตร ซึ่งบรรจุดินกระถางละ 23 กิโลกรัม โดยก่อนหว่านเมล็ด 1 วัน จะใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ และหว่านเมล็ดแยกตามชนิดของน้ำส้มควันไม้ที่ใช้ในการศึกษา ส่วนการดูแลกระถางตกกล้า หลังจากหว่านเมล็ด 1-2 วัน รักษาระดับน้ำให้อยู่ระดับเดียวกับเมล็ด หลังจากนั้นค่อยๆ เพิ่มระดับน้ำให้อยู่ระหว่าง 2-3 เซนติเมตร

หลังจากต้นกล้าของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ อายุประมาณ 25-30 วัน ทำการย้ายกล้าไปปักดำในบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร ลึก 35 เซนติเมตร ที่บรรจุดินจากแปลงนา 250 กิโลกรัมต่อบ่อซีเมนต์ ทำการปักดำกล้าจำนวน 3 ต้นต่อกอ ปักดำ 16 กอต่อบ่อ ระยะห่างระหว่างกอ 20 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร โดยก่อนปักดำ 1 วันใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ระยะกำเนิดช่อดอก หากมีต้นตายจะทำการปลูกซ่อมภายใน 7 วัน การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จะดำเนินการทุก ๆ 15 วัน ตามกรรมวิธีที่กำหนดจนถึงระยะ 7 วันก่อนเก็บเกี่ยว พยายามรักษาระดับน้ำ ในบ่อซีเมนต์ให้อยู่ในระดับ 5-10 เซนติเมตร เหนือผิวดินตลอดฤดูปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว กำจัดวัชพืชโดยวิธีการถอนด้วยมือ

**3.3 การบันทึกข้อมูล**

1) ข้อมูลด้านการเจริญเติบโตจะเก็บข้อมูลที่ 3 ระยะ ได้แก่ ระยะแตกกอสูงสุด ระยะออกดอก และระยะเก็บเกี่ยว รายละเอียดของการเก็บข้อมูลมีดังนี้

ระยะแตกกอสูงสุด และระยะออกดอก โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวจำนวน 2 กอต่อบ่อซีเมนต์ แต่ละกอนำมาวัดความสูงของต้นจากระดับผิวดินจนถึงปลายสุดของใบ นับจำนวนหน่อต่อกอ ทำการเจาะใบเพื่อนำไปวัดพื้นที่ใบ จากนั้นตัดแยกส่วนของ ต้นและใบของแต่ละกอ และนำส่วนของใบไปชั่งน้ำหนักสด จากนั้นนำส่วนของต้นและใบ ไปอบในตู้อบที่มีอุณภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้ง

ระยะเก็บเกี่ยว จะทำการสุ่มเก็บข้อมูลจำนวน 2 กอต่อบ่อซีเมนต์ แต่ละกอนำมาวัดความสูงของต้นจากระดับผิวดินจนถึงปลายสุดของใบ นับจำนวนหน่อต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ ทำการเจาะใบเพื่อนำไปวัดพื้นที่ใบ และตัดแยกส่วนของต้น ใบและรวง ของแต่ละกอ โดยส่วนของรวงนำมาแยกเมล็ดดีและเมล็ดลีบออกจากกันพร้อมนับจำนวน จากนั้นนำส่วนของต้น ใบ เมล็ดดี และเมล็ดลีบ ไปอบแยกกันในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้ง

2) คำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตของข้าว (crop growth rate; CGR) ที่ระยะปักดำถึงแตกกอสูงสุด ระยะแตกกอสูงสุดถึงออกดอก และออกดอกถึงเก็บเกี่ยวและคำนวณโดยใช้สูตรของ Radford (1967)

$$\text{Crop growth rate} = \frac{1}{GA} \times \frac{(W_2 - W_1)}{(T_2 - T_1)}$$

เมื่อ GA = พื้นที่ดิน (ground area)

$W_1$ = น้ำหนักแห้งทั้งหมดที่ระยะเวลา $T_1$

$W_2$ = น้ำหนักแห้งทั้งหมดที่ระยะเวลา $T_2$

$T_1$ = ระยะเวลาในการวัดน้ำหนักแห้งทั้งหมด ครั้งที่ 1

$T_2$ = ระยะเวลาในการวัดน้ำหนักแห้งทั้งหมด ครั้งที่ 2

3) ตรวจวัดหาค่าดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI) ที่ระยะแตกกอสูงสุด ระยะออกดอก และระยะเก็บเกี่ยว โดยทำการเจาะใบเพื่อหาพื้นที่ใบ และคำนวณหาค่าดัชนีพื้นที่ใบ โดยใช้สูตร

$$\text{Leaf area index} = \frac{LA}{GA}$$

เมื่อ LA = พื้นที่ใบทั้งหมด (total leaf area)

GA = พื้นที่ดิน (ground area)

4) ตรวจวัดค่าพื้นที่ใบเฉพาะ (specific leaf area; SLA) โดยใช้สูตร

$$\text{Specific leaf area} = \frac{LA}{LW}$$

เมื่อ LA = พื้นที่ใบ

LW = น้ำหนักใบแห้ง

5) ตรวจวัดค่าดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index; HI) ได้ตามสมการต่อไปนี้

$$HI = \frac{\text{economic yield}}{\text{biological yield}} = \frac{\text{ผลผลิต (น.น. เมล็ด)}}{\text{น.น.แห้ง (ทั้งหมด)}}$$

**3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล**

1) การวิเคราะห์ดินก่อนและหลังปลูก โดยการเก็บดินก่อนปลูก จะเก็บตัวอย่างดินจากทุกบ่อซีเมนต์ บ่อละประมาณ 200 กรัม นำมาคลุกเคล้ารวมกันก่อนนำไปวิเคราะห์ ส่วนดินหลังปลูกจะเก็บตัวอย่างดินจากแต่ละบ่อซีเมนต์ที่ได้รับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิด บ่อละประมาณ 200 กรัม แล้วนำมาคลุกคล้ารวมกันก่อนนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ sand, silt และ clay ส่วนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน ประกอบด้วย ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ค่าระดับความเค็มของดิน (ECe) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchangeable capacity; CEC) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter; OM) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) และปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca)

2) การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิด โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

3) การวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว โดยนำข้อมูลที่ทำการบันทึกได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial in RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกรรมวิธี โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

## 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน

ผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกข้าวพบว่า มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง (Silty Clay) มีความเป็นกรดจัดมากโดยมีค่า pH เท่ากับ 4.69 มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง มีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 3.76 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเท่ากับ 21.01 me/100g มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) เท่ากับ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 11.73 mg/kg ปริมาณโพแทสเซียมและแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเท่ากับ 178.53 และ 1,633.71 mg/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

เมื่อมีการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ชนิดต่าง ๆ ตลอดอายุการเก็บเกี่ยวของข้าว โดยทำการฉีดพ่นทุก 15 วัน จนกระทั่งเก็บเกี่ยว ผลการวิเคราะห์ดินหลังปลูก พบว่าแต่ละกรรมวิธีมีผลทำให้ดินมีคุณสมบัติทางเคมีแตกต่างกัน โดยดินที่ได้รับการฉีดพ่นน้ำเปล่ามีความเป็นกรดอยู่ในระดับรุนแรงมาก มีค่า pH เท่ากับ 3.96 ในขณะที่การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่และเปลือกมังคุดดินมีความเป็นกรดอยู่ในระดับจัดมาก มีค่า pH เท่ากับ 4.88 และ 5.03 ตามลำดับ ภายหลังการปลูกข้าวดินมีความอุดมสมบูรณ์ลดลงเหลืออยู่ในระดับค่อนข้างต่ำมีค่าอินทรียวัตถุระหว่าง 1.31-1.39 เปอร์เซ็นต์ การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดมีผลทำให้ดินมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกลดลงเล็กน้อย โดยมีค่าเท่ากับ 20.7 me/100g หลังการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ทุกชนิดดินมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ลดลงเหลืออยู่ระหว่าง 0.11-0.12 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลงเหลืออยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ มีค่าระหว่าง 6.85-8.04 mg/kg ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าระหว่าง 157.69-166.59 mg/kg และมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลางมีค่าระหว่าง 1,490.53-1,530.90 mg/kg (ตารางที่ 4.1)

**ตารางที่ 4.1** คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินก่อนและหลังปลูกข้าว

| คุณสมบัติ | ดินก่อนปลูก | ดินหลังปลูกเมื่อฉีดพ่น | | |
|---|---|---|---|---|
| | | น้ำเปล่า | น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ | น้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด |
| 1. ลักษณะเนื้อดิน | | | | |
| % Sand | 5.68 | 3.92 | 3.85 | 3.73 |
| % Silt | 44.56 | 45.21 | 45.32 | 45.38 |
| % Clay | 49.75 | 50.87 | 50.82 | 50.89 |
| Textural class | Silty Clay | Silty Clay | Silty Clay | Silty Clay |
| 2. คุณสมบัติทางเคมี | | | | |
| pH (1:1) | 4.69 | 3.96 | 4.88 | 5.03 |
| CEC (me/100g) | 21.01 | 21.33 | 21.01 | 20.7 |
| ECe (dS/m) | 2.60 | 2.39 | 2.30 | 2.17 |
| Organic matter (%) | 3.76 | 1.35 | 1.31 | 1.39 |
| Total N (%) | 0.21 | 0.12 | 0.12 | 0.11 |
| Available P (mg/kg) | 11.73 | 6.85 | 8.04 | 7.92 |
| Exchangeable K (mg/kg) | 178.53 | 164.87 | 166.59 | 157.69 |
| Exchangeable Ca (mg/kg) | 1,633.71 | 1,510.95 | 1,530.90 | 1,490.53 |

หมายเหตุ

| | |
|---|---|
| pH, ECe | โดยวิธี Std. Glass electrode |
| Organic mater | โดยวิธี Walkley and Black |
| Total N | โดยวิธี Microkjeldahl |
| Available P | โดยวิธี Bray II extraction, Spectroscopy |
| Exchangeable K, Ca | โดยวิธี $NH_4OAc$ extraction, Atomic spectroscopy |
| CEC | โดยวิธี $NH_4OAc$ pH 7.0 |
| Soil texture | โดยวิธี Pipette method |

**4.2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้**

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุด พบว่ามีสารประกอบอินทรีย์ทั้งหมด 38 ชนิด แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สารประกอบกลุ่มที่เป็นกรด (acidic components) ซึ่งพบมากที่สุดคิดเป็นสัดส่วน 53.39 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ สารประกอบกลุ่มฟีนอล (phenolic components) คิดเป็นสัดส่วน 32.89 เปอร์เซ็นต์ และสารประกอบกลุ่มที่เป็นกลาง (neutral components) คิดเป็นสัดส่วน 13.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุด มีสารประกอบอินทรีย์ชนิดที่พบมากที่สุด คือ กรดอะซิติกมีสัดส่วนสูงถึง 50.40 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ที่พบในน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่ มีทั้งหมด 22 ชนิด โดยพบว่ามีสัดส่วนของสารประกอบกลุ่มที่เป็นกรดมากที่สุด รองลงมา คือ สารประกอบกลุ่มฟีนอล และ สารประกอบกลุ่มที่เป็นกลาง คิดเป็นสัดส่วนเท่ากับ 49.65, 41.42 และ 8.93 ตามลำดับ โดยชนิดสารประกอบที่พบมากที่สุดในน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่ คือ กรดอะซิติก มีปริมาณสูงคิดเป็นเท่ากับ 49.01 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตามยังมีปริมาณน้อยกว่ากรดอะซิติกที่พบในน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุด

**ตารางที่ 4.2** สารประกอบอินทรีย์ในน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุด

| | สารประกอบ [1/] | สัดส่วน (%) |
|---|---|---|
| 1 | Acetic acid | 50.40 |
| 2 | 5-Hydroxy-2-decenoic acid Lactone | 0.78 |
| 3 | 3-Hydroxy-4-methoxybenzoic acid | 0.65 |
| 4 | 2-Furancarboxaldehyde 5-methyl | 1.56 |
| | **Total (acidic components)** | **53.39** |
| 5 | Phenol | 5.91 |
| 6 | Phenol, 2-methyl | 2.72 |
| 7 | Phenol, 3-methyl | 5.98 |
| 8 | Phenol, 2-methoxy | 4.48 |
| 9 | Phenol, 2,4-dimethyl | 3.84 |
| 10 | Phenol, 4-ethyl | 0.94 |
| 11 | Phenol, 2,3-dimethyl | 1.27 |
| 12 | Phenol, 2-methoxy-4-methyl | 1.10 |
| 13 | Phenol, 3,4-dimethyl | 0.75 |
| 14 | Phenol, 4-ethyl-2-methoxy | 1.85 |
| 15 | Phenol, 4-(2-propenyl) | 1.49 |
| 16 | Phenol, 2,4-bis (1,1-dimethylethyl) | 0.83 |
| 17 | Phenol, (1,1,3,3-tetramethylbutyl) | 1.28 |
| 18 | Phenol, 2,6-bis (1-methylethyl) | 0.45 |
| | **Total (phenolic components)** | **32.89** |
| 19 | 1H-Inden-1-one,2,3-dihydro | 0.92 |
| 20 | 1-5(Methyl-2-furanyl)-1-buten-3-one | 1.23 |
| 21 | 2,4,6-Trimethyl-1,3-benzenediamine | 1.69 |
| 22 | 2-Hydroxy-3,6-dimethylbenzaldehyde | 0.80 |
| 23 | Benzene,2-propenyl | 0.50 |
| 24 | 4-Methyl-1-Indanone | 0.46 |
| 25 | 2-Hydroxy-4,5-dimethyl acetophenone | 0.47 |
| 26 | Benzaldehyde,2,3,4,5-tetramethyl | 0.37 |
| 27 | 7-Methylindon-1-one | 0.41 |
| 28 | Naphthalenamine | 0.84 |

**ตารางที่ 4.2** (ต่อ)

| | สารประกอบ [1/] | สัดส่วน (%) |
|---|---|---|
| 29 | 2,5-Dimethyl-para-anisaldehyde | 0.49 |
| 30 | 1H-2Benzopyran-1one,3,4-dihydro-8 hydroxy-3-methyl | 0.94 |
| 31 | 1,2-Benzenedicarboxylic acid diethyl ester | 0.77 |
| 32 | 5-Acetyl-6-methyl-Benzimidazolone | 1.25 |
| 33 | Dimethyl-2-3-(dimethyl-1,3-butene-2-yl)-5-pyrazine | 0.38 |
| 34 | 4-Methylenespiro[Cyclohexane-1,2-dithiazole | 0.39 |
| 35 | 1,4-dihydro-3,5-dimethoxy-2-methylnaphthalene | 0.49 |
| 36 | 2-Methyl-5-nitrobenzimidazole | 0.55 |
| 37 | Phenanthrene | 0.35 |
| 38 | 1,2-Benzenedicarboxylic acid buthyl 2-methylpropyl ester | 0.45 |
| | **Total (neutral components)** | **13.75** |

[1/] วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS)

**ตารางที่ 4.3** สารประกอบอินทรีย์ในน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่

| | สารประกอบ [1/] | สัดส่วน (%) |
|---|---|---|
| 1 | Acetic acid | 49.01 |
| 2 | Phthalic acid | 0.64 |
| | **Total (acidic components)** | **49.65** |
| 3 | Phenol | 7.81 |
| 4 | Phenol, 2-methyl | 2.54 |
| 5 | Phenol, 4-methyl | 4.42 |
| 6 | Phenol, 2-methoxy | 8.64 |
| 7 | Phenol, 3,5-dimethyl | 2.03 |
| 8 | Phenol, 4-ethyl | 6.12 |
| 9 | Phenol, 2-methoxy-4-methyl | 5.28 |
| 10 | Phenol, 3-ethyl-5-methyl | 0.45 |
| 11 | Phenol, 2,6-dimethyl | 1.54 |
| 12 | Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl) | 0.64 |
| 13 | Phenol, 2-methoxy-4-propyl | 1.06 |
| 14 | Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl) | 0.89 |
| | **Total (phenolic components)** | **41.42** |
| 15 | 1,2-Dimethoxy-4-methylbenzene | 0.39 |
| 16 | Pyrrolidine 1-(1-cyclopenten) | 0.77 |
| 17 | 1H-Inden-1-one,2,3-dihydro | 0.89 |
| 18 | Benzeneethanol,2-methoxy | 5.62 |
| 19 | Benzoic acid 4-hydroxy-3-methoxy | 0.55 |
| 20 | Dibutyl phthalate | 0.38 |
| 21 | 9-Octadecenoic acid methylester | 0.15 |
| 22 | Phytol Isomer | 0.18 |
| | **Total (neutral components)** | **8.93** |

[1/] วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS)

**4.3 ผลของน้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อการเจริญเติบโตของข้าว**

**4.3.1 ความสูง**

เมื่อเปรียบเทียบความสูงของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ พบว่าข้าวแต่ละพันธุ์มีความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ที่ทุกระยะการเจริญเติบโต โดยพบว่าที่ระยะเก็บเกี่ยวพบว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีความสูงมากที่สุด เท่ากับ 125.9 เซนติเมตร รองลงมา คือ พันธุ์ปทุมธานี 1 มีความสูงเท่ากับ 107.7 เซนติเมตร และพันธุ์พิษณุโลก 2 มีความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 94.6 เซนติเมตร และเมื่อมีการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ชนิดต่าง ๆ ให้กับข้าวทั้ง 3 พันธุ์ พบว่าแม้ว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จะไม่มีผลทำให้ข้าวมีความสูงแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้น้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่มีแนวโน้มทำให้ข้าวมีความสูงเฉลี่ยมากกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุดและน้ำเปล่า ซึ่งข้าวมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 111.1, 108.7 และ 108.6 เซนติเมตร สำหรับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ เปลือกมังคุด และน้ำเปล่า ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ต่อการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิด พบว่าข้าวแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีแนวโน้มว่าข้าวทุกพันธุ์มีการตอบสนองทางด้านความสูงต่อการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่มากกว่าน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดและการฉีดพ่นน้ำเปล่า (ตารางที่ 4.4)

**4.3.2 จำนวนหน่อต่อกอ**

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนหน่อต่อกอของข้าว พบว่าที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะเก็บเกี่ยวข้าวทุกพันธุ์ มีจำนวนหน่อไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ที่ระยะออกดอกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 มีจำนวนหน่อสูงที่สุด เท่ากับ 32.21 หน่อต่อกอ รองลงมา คือ พันธุ์ชัยนาท 1 และปทุมธานี 1 เท่ากับ 29.71 และ 27.08 หน่อต่อกอ ตามลำดับ และการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดไม่มีผลทำให้ข้าวแต่ละพันธุ์ มีจำนวนหน่อต่อกอแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบที่ระยะเก็บเกี่ยวพบแนวโน้มว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่จะทำให้ข้าวมีการแตกกอได้ดีกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดและน้ำเปล่า โดยข้าวมีจำนวนหน่อต่อกอเฉลี่ยเท่ากับ 26.50, 25.08 และ 25.00 หน่อต่อกอ สำหรับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ เปลือกมังคุด และน้ำเปล่า ตามลำดับ

แม้ผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะแสดงให้เห็นว่าการตอบสนองของข้าวต่อการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการตอบสนองแต่ละพันธุ์พบว่า ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีการตอบสนองต่อการใช้น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่มากกว่าการใช้น้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด โดยมีจำนวนหน่อต่อกอเท่ากับ 27.00 และ 23.88 หน่อต่อกอ ตามลำดับ ในขณะที่ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และพิษณุโลก 2 มีการตอบสนองต่อน้ำส้มควันไม้ทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกันมากนัก (ตารางที่ 4.5)

**ตารางที่ 4.4** ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อความสูงที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของข้าว

| กรรมวิธี | ความสูง (เซนติเมตร) ที่ระยะ [1/] | | |
|---|---|---|---|
| | แตกกอสูงสุด | ออกดอก | เก็บเกี่ยว |
| พันธุ์ (A) | | | |
| ชัยนาท 1 | 104.5a | 123.4a | 125.9a |
| ปทุมธานี 1 | 95.2b | 111.7b | 107.7b |
| พิษณุโลก 2 | 86.8c | 100.5c | 94.6c |
| ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (B) | | | |
| น้ำเปล่า | 94.0 | 111.2 | 108.6 |
| ไม้ไผ่ | 99.1 | 112.9 | 111.1 |
| เปลือกมังคุด | 93.4 | 111.4 | 108.7 |
| พันธุ์ x ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (A x B) | | | |
| ชัยนาท 1 x น้ำเปล่า | 104.0 | 122.4 | 124.0 |
| ชัยนาท 1 x ไม้ไผ่ | 109.3 | 125.9 | 127.2 |
| ชัยนาท 1 x เปลือกมังคุด | 100.4 | 121.8 | 126.7 |
| ปทุมธานี 1 x น้ำเปล่า | 90.4 | 112.6 | 110.1 |
| ปทุมธานี 1 x ไม้ไผ่ | 100.0 | 112.9 | 105.9 |
| ปทุมธานี 1 x เปลือกมังคุด | 95.1 | 109.5 | 107.3 |
| พิษณุโลก 2 x น้ำเปล่า | 87.8 | 98.5 | 91.8 |
| พิษณุโลก 2 x ไม้ไผ่ | 88.1 | 100.0 | 100.2 |
| พิษณุโลก 2 x เปลือกมังคุด | 84.6 | 102.9 | 92.0 |
| F-test | | | |
| A | ** | ** | ** |
| B | ns | ns | ns |
| A x B | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 6.47 | 7.37 | 7.55 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 4.5** ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อจำนวนหน่อต่อกอ ที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของข้าว

| กรรมวิธี | จำนวนหน่อต่อกอ [1/] ที่ระยะ | | |
|---|---|---|---|
| | แตกกอสูงสุด | ออกดอก | เก็บเกี่ยว |
| พันธุ์ (A) | | | |
| ชัยนาท 1 | 24.88 | 29.71ab | 24.92 |
| ปทุมธานี 1 | 26.04 | 27.08b | 26.58 |
| พิษณุโลก 2 | 24.08 | 32.21a | 25.08 |
| ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (B) | | | |
| น้ำเปล่า | 24.92 | 30.21 | 25.00 |
| ไม้ไผ่ | 24.54 | 29.17 | 26.50 |
| เปลือกมังคุด | 25.54 | 29.63 | 25.08 |
| พันธุ์ x ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (A x B) | | | |
| ชัยนาท 1 x น้ำเปล่า | 26.75 | 31.38 | 23.88 |
| ชัยนาท 1 x ไม้ไผ่ | 24.25 | 28.13 | 27.00 |
| ชัยนาท 1 x เปลือกมังคุด | 23.63 | 29.63 | 23.88 |
| ปทุมธานี 1 x น้ำเปล่า | 25.75 | 26.00 | 26.88 |
| ปทุมธานี 1 x ไม้ไผ่ | 25.13 | 27.75 | 26.63 |
| ปทุมธานี 1 x เปลือกมังคุด | 27.25 | 27.50 | 26.25 |
| พิษณุโลก 2 x น้ำเปล่า | 22.25 | 33.25 | 24.25 |
| พิษณุโลก 2 x ไม้ไผ่ | 24.25 | 31.63 | 25.88 |
| พิษณุโลก 2 x เปลือกมังคุด | 25.75 | 31.75 | 25.13 |
| F-test | | | |
| A | ns | ** | ns |
| B | ns | ns | ns |
| A x B | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 12.20 | 11.86 | 11.39 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

**4.3.3 พื้นที่ใบ**

ตารางที่ 4.6 แสดงพื้นที่ใบที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของข้าว พบว่าที่ระยะออกดอกและระยะเก็บเกี่ยวข้าวแต่ละพันธุ์มีพื้นที่ใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ระยะแตกกอสูงสุดไม่มีความแตกต่างกัน โดยพบว่า ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีพื้นที่ใบที่ระยะออกดอกสูงที่สุดเท่ากับ 33,106 ตารางมิลลิเมตร รองลงมาคือ พิษณุโลก 2 เท่ากับ 28,481 ตารางมิลลิเมตร และปทุมธานี 1 เท่ากับ 23,662 ตารางมิลลิเมตร สำหรับที่ระยะเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีพื้นที่ใบเท่ากับ 35,778 ตารางมิลลิเมตร รองลงมาคือ พันธุ์ปทุมธานี 1 และพิษณุโลก 2 มีพื้นที่ใบเท่ากับ 27,205 และ 24,783 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ

เมื่อมีการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ชนิดต่าง ๆ ให้กับข้าวทั้ง 3 พันธุ์ พบแนวโน้มว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่จะทำให้ข้าวมีการพัฒนาพื้นที่ใบมากกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดและน้ำเปล่า โดยข้าวมีพื้นที่ใบเฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยวเมื่อได้รับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่เท่ากับ 32,459 ตารางมิลลิเมตร น้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุดเท่ากับ 26,017 ตารางมิลลิเมตร และน้ำเปล่า 29,290 ตารางมิลลิเมตร (ตารางที่ 4.6)

การตอบสนองของพื้นที่ใบของข้าวแต่ละพันธุ์ต่อการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพิษณุโลก 2 มีแนวโน้มการตอบสนองต่อการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่มากกว่าน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุดและน้ำเปล่า ในขณะที่ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 นั้นมีการตอบสนองต่อการฉีดพ่นน้ำเปล่ามากกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ทั้ง 2 ชนิด (ตารางที่ 4.6)

**4.3.4 ดัชนีพื้นที่ใบ**

ผลการวิเคราะห์ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) ที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของข้าว พบว่าที่ระยะออกดอกและระยะเก็บเกี่ยวข้าวแต่ละพันธุ์มีค่า LAI แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ระยะแตกกอสูงสุดไม่มีความแตกต่างกัน โดยพบว่าที่ระยะออกดอก ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีค่า LAI สูงที่สุดเท่ากับ 5.30 รองลงมาคือ พิษณุโลก 2 และ ปทุมธานี 1 มีค่าเท่ากับ 4.56 และ 3.79 ตามลำดับ ส่วนค่า LAI ที่ระยะเก็บเกี่ยวพบว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ยังคงมีค่า LAI สูงที่สุดเท่ากับ 5.73 รองลงมาคือ พันธุ์ปทุมธานี 1 และพิษณุโลก 2 มีค่าเท่ากับ 4.35 และ 3.97 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7)

การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ชนิดต่าง ๆ ให้กับข้าวทั้ง 3 พันธุ์ พบว่าน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่มีผลทำให้ข้าวมีค่า LAI สูงกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดและน้ำเปล่า โดยข้าวมีค่า LAI เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยวเท่ากับ 5.19, 4.16 และ 4.69 เมื่อได้รับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ เปลือกมังคุด และน้ำเปล่า ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7)

การตอบสนองของค่า LAI ของข้าวแต่ละพันธุ์ต่อการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิด พบว่าแม้จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพิษณุโลก 2 มีการตอบสนองต่อการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่มากกว่าน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุดและน้ำเปล่า ในขณะที่ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 นั้นมีการตอบสนองต่อการฉีดพ่นน้ำเปล่ามากกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ทั้ง 2 ชนิด (ตารางที่ 4.7)

**4.3.5 พื้นที่ใบเฉพาะ**

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะพื้นที่ใบเฉพาะ (SLA) ที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของข้าว พบว่าที่ระยะแตกกอสูงสุดและระยะออกดอกข้าวแต่ละพันธุ์มีค่า SLA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าที่ระยะแตกกอสูงสุด ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีค่า SLA สูงที่สุดเท่ากับ 407.60 $cm^2\ g^{-1}$ รองลงมาคือ พิษณุโลก 2 และ ปทุมธานี 1 มีค่าเท่ากับ 380.09 และ 362.89 $cm^2\ g^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนที่ระยะออกดอกพบว่าข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 มีค่า SLA สูงที่สุดเท่ากับ 177.69 $cm^2\ g^{-1}$ รองลงมาคือ พันธุ์ชัยนาท 1 และปทุมธานี 1 มีค่าเท่ากับ 172.86 และ 154.00 $cm^2\ g^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่ระยะเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อมีการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ชนิดต่าง ๆ ให้กับข้าวทั้ง 3 พันธุ์ พบว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่มีผลทำให้ข้าวมีค่า SLA สูงกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดและน้ำเปล่า โดยข้าวมีค่า SLA เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยวเท่ากับ 212.47, 185.96 และ 201.88 $cm^2\ g^{-1}$ เมื่อได้รับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ เปลือกมังคุด และน้ำเปล่า ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้รับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิด พบว่าการตอบสนองของค่า SLA ของข้าวแต่ละพันธุ์ต่อการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งข้าวทุกพันธุ์มีแนวโน้มการตอบสนองต่อการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่มากกว่าน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุดและน้ำเปล่า (ตารางที่ 4.8)

**ตารางที่ 4.6** ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อพื้นที่ใบ ที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของข้าว

| กรรมวิธี | พื้นที่ใบ (ตารางมิลลิเมตร) [1/] | | |
|---|---|---|---|
| | แตกกอสูงสุด | ออกดอก | เก็บเกี่ยว |
| พันธุ์ (A) | | | |
| ชัยนาท 1 | 60,971 | 33,106a | 35,778a |
| ปทุมธานี 1 | 53,019 | 23,662b | 27,205b |
| พิษณุโลก 2 | 55,630 | 28,481ab | 24,783b |
| ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (B) | | | |
| น้ำเปล่า | 54,963 | 30,629 | 29,290 |
| ไม้ไผ่ | 59,540 | 26,958 | 32,459 |
| เปลือกมังคุด | 55,118 | 27,661 | 26,017 |
| พันธุ์ x ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (A x B) | | | |
| ชัยนาท 1 x น้ำเปล่า | 64,345 | 36,788 | 34,101 |
| ชัยนาท 1 x ไม้ไผ่ | 59,866 | 30,031 | 40,421 |
| ชัยนาท 1 x เปลือกมังคุด | 58,703 | 32,498 | 32,811 |
| ปทุมธานี 1 x น้ำเปล่า | 47,482 | 23,356 | 30,004 |
| ปทุมธานี 1 x ไม้ไผ่ | 57,304 | 22,842 | 26,524 |
| ปทุมธานี 1 x เปลือกมังคุด | 54,272 | 24,787 | 25,088 |
| พิษณุโลก 2 x น้ำเปล่า | 53,062 | 31,742 | 23,764 |
| พิษณุโลก 2 x ไม้ไผ่ | 61,449 | 28,001 | 30,434 |
| พิษณุโลก 2 x เปลือกมังคุด | 52,380 | 25,699 | 20,152 |
| F-test | | | |
| A | ns | ** | * |
| B | ns | ns | ns |
| A x B | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 19.04 | 17.45 | 30.18 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*, ** = มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 4.7** ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) ที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของข้าว

| กรรมวิธี | ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) ที่ระยะ [1/] | | |
|---|---|---|---|
| | แตกกอสูงสุด | ออกดอก | เก็บเกี่ยว |
| พันธุ์ (A) | | | |
| ชัยนาท 1 | 9.76 | 5.30a | 5.73a |
| ปทุมธานี 1 | 8.48 | 3.79b | 4.35b |
| พิษณุโลก 2 | 8.90 | 4.56ab | 3.97b |
| ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (B) | | | |
| น้ำเปล่า | 8.79 | 4.90 | 4.69 |
| ไม้ไผ่ | 9.53 | 4.31 | 5.19 |
| เปลือกมังคุด | 8.82 | 4.43 | 4.16 |
| พันธุ์ x ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (A x B) | | | |
| ชัยนาท 1 x น้ำเปล่า | 10.30 | 5.89 | 5.45 |
| ชัยนาท 1 x ไม้ไผ่ | 9.58 | 4.81 | 6.47 |
| ชัยนาท 1 x เปลือกมังคุด | 9.39 | 5.20 | 5.25 |
| ปทุมธานี 1 x น้ำเปล่า | 7.60 | 3.74 | 4.80 |
| ปทุมธานี 1 x ไม้ไผ่ | 9.17 | 3.66 | 4.25 |
| ปทุมธานี 1 x เปลือกมังคุด | 8.68 | 3.97 | 4.01 |
| พิษณุโลก 2 x น้ำเปล่า | 8.49 | 5.08 | 3.81 |
| พิษณุโลก 2 x ไม้ไผ่ | 9.83 | 4.49 | 4.87 |
| พิษณุโลก 2 x เปลือกมังคุด | 8.38 | 4.11 | 3.23 |
| F-test | | | |
| A | ns | ** | * |
| B | ns | ns | ns |
| A x B | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 19.03 | 17.45 | 30.20 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*, ** = มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 4.8** ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อพื้นที่ใบเฉพาะ (SLA) ที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของข้าว

| กรรมวิธี | SLA ($cm^2\ g^{-1}$) ที่ระยะ [1/] | | |
|---|---|---|---|
| | แตกกอสูงสุด | ออกดอก | เก็บเกี่ยว |
| พันธุ์ (A) | | | |
| ชัยนาท 1 | 407.60a | 172.86a | 204.86 |
| ปทุมธานี 1 | 362.89b | 154.00b | 185.02 |
| พิษณุโลก 2 | 380.09ab | 177.69a | 210.43 |
| ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (B) | | | |
| น้ำเปล่า | 383.16 | 172.21 | 201.88 |
| ไม้ไผ่ | 383.58 | 165.11 | 212.47 |
| เปลือกมังคุด | 383.84 | 167.23 | 185.96 |
| พันธุ์ x ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (A x B) | | | |
| ชัยนาท 1 x น้ำเปล่า | 414.88 | 174.11 | 209.02 |
| ชัยนาท 1 x ไม้ไผ่ | 385.17 | 164.38 | 223.55 |
| ชัยนาท 1 x เปลือกมังคุด | 422.74 | 180.08 | 182.00 |
| ปทุมธานี 1 x น้ำเปล่า | 356.81 | 155.39 | 182.94 |
| ปทุมธานี 1 x ไม้ไผ่ | 369.25 | 153.20 | 192.63 |
| ปทุมธานี 1 x เปลือกมังคุด | 362.62 | 153.41 | 179.50 |
| พิษณุโลก 2 x น้ำเปล่า | 377.79 | 187.13 | 213.68 |
| พิษณุโลก 2 x ไม้ไผ่ | 396.31 | 177.74 | 221.25 |
| พิษณุโลก 2 x เปลือกมังคุด | 366.17 | 168.19 | 196.38 |
| F-test | | | |
| A | ** | * | ns |
| B | ns | ns | ns |
| A x B | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 6.65 | 12.34 | 18.04 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*, ** = มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

**4.3.6 อัตราการเจริญเติบโต**

ข้าวแต่ละพันธุ์มีอัตราการเจริญเติบโต (CGR) แตกต่างกันทางสถิติที่ระยะออกดอกถึงเก็บเกี่ยว แต่สำหรับระยะแรก ๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน โดยข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มี CGR ที่ระยะออกดอกถึงเก็บเกี่ยวสูงที่สุดเท่ากับ 23.49 g $m^{-2}$ $d^{-1}$ รองลงมาคือพันธุ์ชัยนาท 1 และ พิษณุโลก 2 มีค่าเท่ากับ 21.55 และ 14.23 g $m^{-2}$ $d^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9) แต่เมื่อมีการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ชนิดต่าง ๆ ให้กับข้าวทั้ง 3 พันธุ์ พบว่าแม้ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่มีผลทำให้ข้าวมีค่า CGR สูงกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดและน้ำเปล่า โดยข้าวมีค่า CGR เฉลี่ยที่ระยะเก็บเกี่ยวเท่ากับ 21.30, 19.22 และ 18.75 g $m^{-2}$ $d^{-1}$ เมื่อได้รับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ เปลือกมังคุด และน้ำเปล่า ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าที่ระยะออกดอกถึงเก็บเกี่ยว ข้าวแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองของค่า CGR ต่อการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพิษณุโลก 2 มีการตอบสนองต่อการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่ดีกว่าน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุด แต่ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีการตอบสนองต่อการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุดได้ดีกว่า

**4.3.7 น้ำหนักแห้งรวม**

ตารางที่ 4.10 แสดงน้ำหนักแห้งรวมที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของข้าว พบว่าที่ระยะแตกกอสูงสุด และระยะออกดอกข้าวทั้ง 3 พันธุ์ ข้าวมีน้ำหนักแห้งรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าที่ระยะเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีน้ำหนักแห้งรวมสูงที่สุด เท่ากับ 98.87 กรัมต่อกอ รองลงมา คือ พันธุ์ปทุมธานี 1 และพิษณุโลก 2 มีค่าเท่ากับ 97.72 และ 80.38 กรัมต่อกอ ตามลำดับ และการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิด ไม่มีผลทำให้ข้าวทั้ง 3 พันธุ์ มีจำนวนหน่อต่อกอแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบที่ระยะเก็บเกี่ยวพบแนวโน้มว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่จะทำให้ข้าวมีการแตกกอได้ดีกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุดและการฉีดพ่นน้ำเปล่า โดยข้าวมีน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ยเท่ากับ 94.58, 91.33และ 91.07 กรัมต่อกอ สำหรับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ เปลือกมังคุด และน้ำเปล่า ตามลำดับ

แม้ผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะแสดงให้เห็นว่าข้าวมีการตอบสนองต่อการใช้น้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์พิษณุโลก 2 มีการตอบสนองต่อการใช้น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่มากกว่าการใช้น้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด โดยมีน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 104.39 และ 84.97 กรัมต่อกอ ตามลำดับ ในขณะที่ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีการตอบสนองต่อน้ำส้มควันไม้ทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกันมากนัก และตอบสนองต่อการใช้น้ำเปล่าดีกว่าน้ำส้มควันไม้ (ตารางที่ 4.10)

**ตารางที่ 4.9** ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่ออัตราการเจริญเติบโต (CGR) ที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของข้าว

| กรรมวิธี | CGR ($g\ m^{-2}\ d^{-1}$) ที่ระยะ [1/] | | |
|---|---|---|---|
| | ปักดำถึงแตกกอสูงสุด | แตกกอสูงสุดถึงออกดอก | ออกดอกถึงเก็บเกี่ยว |
| พันธุ์ (A) | | | |
| ชัยนาท 1 | 10.51 | 27.06 | 21.55a |
| ปทุมธานี 1 | 11.46 | 17.99 | 23.49a |
| พิษณุโลก 2 | 10.66 | 20.53 | 14.23b |
| ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (B) | | | |
| น้ำเปล่า | 10.56 | 23.73 | 18.75 |
| ไม้ไผ่ | 11.74 | 17.86 | 21.30 |
| เปลือกมังคุด | 10.33 | 23.99 | 19.22 |
| พันธุ์ x ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (A x B) | | | |
| ชัยนาท 1 x น้ำเปล่า | 10.75 | 31.81 | 15.34cd |
| ชัยนาท 1 x ไม้ไผ่ | 11.04 | 21.31 | 26.38ab |
| ชัยนาท 1 x เปลือกมังคุด | 9.75 | 28.08 | 22.93abc |
| ปทุมธานี 1 x น้ำเปล่า | 10.84 | 17.98 | 28.22a |
| ปทุมธานี 1 x ไม้ไผ่ | 12.54 | 17.13 | 20.01abcd |
| ปทุมธานี 1 x เปลือกมังคุด | 11.01 | 18.86 | 22.25abc |
| พิษณุโลก 2 x น้ำเปล่า | 10.10 | 21.43 | 12.69d |
| พิษณุโลก 2 x ไม้ไผ่ | 11.64 | 15.13 | 17.50bcd |
| พิษณุโลก 2 x เปลือกมังคุด | 10.23 | 25.03 | 12.49d |
| F-test | | | |
| A | ns | ns | ** |
| B | ns | ns | ns |
| A x B | ns | ns | * |
| C.V. (%) | 20.80 | 48.18 | 31.44 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*, ** = มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 4.10** ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อน้ำหนักแห้งรวม ที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของข้าว

| กรรมวิธี | น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อกอ) ที่ระยะ [1/] | | |
|---|---|---|---|
| | แตกกอสูงสุด | ออกดอก | เก็บเกี่ยว |
| พันธุ์ (A) | | | |
| ชัยนาท 1 | 36.14 | 59.82 | 98.87a |
| ปทุมธานี 1 | 39.41 | 55.15 | 97.72a |
| พิษณุโลก 2 | 36.63 | 54.60 | 80.38b |
| ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (B) | | | |
| น้ำเปล่า | 36.32 | 57.09 | 91.07 |
| ไม้ไผ่ | 40.36 | 55.97 | 94.58 |
| เปลือกมังคุด | 35.50 | 56.49 | 91.33 |
| พันธุ์ x ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (A x B) | | | |
| ชัยนาท 1 x น้ำเปล่า | 36.97 | 64.80 | 92.61 |
| ชัยนาท 1 x ไม้ไผ่ | 37.94 | 56.59 | 104.39 |
| ชัยนาท 1 x เปลือกมังคุด | 33.51 | 58.08 | 99.62 |
| ปทุมธานี 1 x น้ำเปล่า | 37.28 | 53.01 | 104.14 |
| ปทุมธานี 1 x ไม้ไผ่ | 43.12 | 58.10 | 94.37 |
| ปทุมธานี 1 x เปลือกมังคุด | 37.83 | 54.33 | 94.66 |
| พิษณุโลก 2 x น้ำเปล่า | 34.71 | 53.46 | 76.46 |
| พิษณุโลก 2 x ไม้ไผ่ | 40.02 | 53.25 | 84.97 |
| พิษณุโลก 2 x เปลือกมังคุด | 35.17 | 57.08 | 79.71 |
| F-test | | | |
| A | ns | ns | ** |
| B | ns | ns | ns |
| A x B | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 20.81 | 14.96 | 11.39 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

### 4.4 ผลของน้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว

#### 4.4.1 ผลผลิต

ผลการวิเคราะห์ผลผลิตที่ระยะเก็บเกี่ยวของข้าว พบว่าข้าวแต่ละพันธุ์มีผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ปทุมธานี 1 ให้ผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 49.87 กรัมต่อกอ รองลงมา คือ พันธุ์ชัยนาท 1 เท่ากับ 44.42 กรัมต่อกอ และพันธุ์พิษณุโลกให้ผลผลิตต่ำที่สุด เท่ากับ 43.02 กรัมต่อกอ (ตารางที่ 4.11)

การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ชนิดต่าง ๆ พบว่าไม่มีผลทำให้ข้าวทั้ง 3 พันธุ์ ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบแนวโน้มว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่จะทำให้ข้าวมีผลผลิตสูงกว่ากว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุดและการฉีดพ่นน้ำเปล่า โดยมีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 47.09, 45.64 และ 44.58 กรัมต่อกอ สำหรับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ เปลือกมังคุด และน้ำเปล่า ตามลำดับ (ตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้รับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิด แม้ว่าข้าวแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองด้านผลผลิตต่อการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพิษณุโลก 2 มีการตอบสนองต่อการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่มากกว่าน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุด ในขณะที่พันธุ์ปทุมธานี 1 ตอบสนองต่อการใช้เปล่ามากกว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ (ตารางที่ 4.11)

#### 4.4.2 องค์ประกอบผลผลิต

การวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิต พบว่าข้าวแต่ละพันธุ์มีจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรนั้นพันธุ์ปทุมธานี 1 มีจำนวนเมล็ดสูงที่สุด เท่ากับ 54,830 เมล็ดต่อตารางเมตร รองลงมา คือ พันธุ์ชัยนาท 1 และพิษณุโลก 2 เท่ากับ 48,504 และ 44,827 เมล็ดต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักเมล็ดพบว่า พันธุ์ที่มีน้ำหนักเมล็ดมากที่สุดคือ พิษณุโลก 2 รองลงมาคือ ชัยนาท 1 และปทุมธานี 1 มีค่าเท่ากับ 23.99, 22.97 และ 22.72 กรัม ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับดัชนีเก็บเกี่ยวพันธุ์พิษณุโลก 2 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 0.54 รองลงมา คือ ปทุมธานี 1 และชัยนาท 1 มีค่าเท่ากับ 0.51 และ 0.45 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.11)

การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ชนิดต่าง ๆ พบว่าไม่มีผลทำให้องค์ประกอบผลผลิตข้าวทั้ง 3 พันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบแนวโน้มว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่จะทำให้ข้าวมีจำนวนเมล็ดสูงกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุดและการฉีดพ่นน้ำเปล่า โดยมีจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรเฉลี่ยเท่ากับ 50,904 เมล็ด สำหรับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ 48,748 เมล็ดสำหรับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุด และ48,509 เมล็ด สำหรับการฉีดพ่นน้ำเปล่า สำหรับน้ำหนักเมล็ดและดัชนีเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันมาก (ตารางที่ 4.11)

แม้ว่าข้าวแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองขององค์ประกอบผลผลิตต่อการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพิษณุโลก 2 มีการตอบสนองต่อการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่มากกว่าน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุด ในขณะที่ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีการตอบสนองต่อการใช้เปล่ามากกว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ (ตารางที่ 4.11)

สำหรับเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี พบว่าข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงที่สุด เท่ากับ 95.95 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พิษณุโลก 2 และชัยนาท 1 เท่ากับ 95.89 และ 91.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ พบว่าพันธุ์ชัยนาท 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 9.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พิษณุโลก 2 และปทุมธานี 1 เท่ากับ 4.11 และ 4.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีแนวโน้มว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่จะทำให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงกว่าและมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่ำกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุดและการฉีดพ่นน้ำเปล่า (ตารางที่ 4.12)

**ตารางที่ 4.11** ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว

| กรรมวิธี | ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต [1/] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ผลผลิต (กรัม/กอ) | จำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร | น้ำหนัก 1,000 เมล็ด | ดัชนีเก็บเกี่ยว |
| พันธุ์ (A) | | | | |
| ชัยนาท 1 | 44.42ab | 48,504ab | 22.97b | 0.45b |
| ปทุมธานี 1 | 49.87a | 54,830a | 22.72b | 0.51a |
| พิษณุโลก 2 | 43.02b | 44,827b | 23.99a | 0.54a |
| ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (B) | | | | |
| น้ำเปล่า | 44.58 | 48,509 | 23.11 | 0.49 |
| ไม้ไผ่ | 47.09 | 50,904 | 23.15 | 0.50 |
| เปลือกมังคุด | 45.64 | 48,748 | 23.43 | 0.50 |
| พันธุ์ x ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (A x B) | | | | |
| ชัยนาท 1 x น้ำเปล่า | 40.13 | 43,888 | 23.14 | 0.43 |
| ชัยนาท 1 x ไม้ไผ่ | 48.62 | 53,013 | 22.93 | 0.47 |
| ชัยนาท 1 x เปลือกมังคุด | 44.50 | 48,613 | 22.86 | 0.44 |
| ปทุมธานี 1 x น้ำเปล่า | 51.88 | 57,784 | 22.43 | 0.50 |
| ปทุมธานี 1 x ไม้ไผ่ | 47.94 | 53,275 | 22.41 | 0.51 |
| ปทุมธานี 1 x เปลือกมังคุด | 49.81 | 53,431 | 23.32 | 0.53 |
| พิษณุโลก 2 x น้ำเปล่า | 41.74 | 43,856 | 23.76 | 0.55 |
| พิษณุโลก 2 x ไม้ไผ่ | 44.71 | 46,425 | 24.11 | 0.53 |
| พิษณุโลก 2 x เปลือกมังคุด | 42.62 | 44,200 | 24.10 | 0.54 |
| F-test | | | | |
| A | * | ** | ** | ** |
| B | ns | ns | ns | ns |
| A x B | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 14.61 | 14.54 | 3.51 | 8.17 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*, ** = มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 4.12** ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีและเมล็ดลีบของข้าว

| กรรมวิธี | เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี [1/] | เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ [1/] |
|---|---|---|
| พันธุ์ (A) | | |
| ชัยนาท 1 | 91.00b | 9.00a |
| ปทุมธานี 1 | 95.95a | 4.05b |
| พิษณุโลก 2 | 95.89a | 4.11b |
| ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (B) | | |
| น้ำเปล่า | 93.83 | 6.17 |
| ไม้ไผ่ | 95.32 | 4.68 |
| เปลือกมังคุด | 93.69 | 6.31 |
| พันธุ์ x ชนิดของน้ำส้มควันไม้ (A x B) | | |
| ชัยนาท 1 x น้ำเปล่า | 90.38 | 9.62 |
| ชัยนาท 1 x ไม้ไผ่ | 93.28 | 6.72 |
| ชัยนาท 1 x เปลือกมังคุด | 89.34 | 10.66 |
| ปทุมธานี 1 x น้ำเปล่า | 94.98 | 5.02 |
| ปทุมธานี 1 x ไม้ไผ่ | 96.42 | 3.58 |
| ปทุมธานี 1 x เปลือกมังคุด | 96.47 | 3.53 |
| พิษณุโลก 2 x น้ำเปล่า | 96.13 | 3.87 |
| พิษณุโลก 2 x ไม้ไผ่ | 96.26 | 3.74 |
| พิษณุโลก 2 x เปลือกมังคุด | 95.28 | 4.72 |
| F-test | | |
| A | * | * |
| B | ns | ns |
| A x B | ns | ns |
| C.V. (%) | 4.49 | 74.02 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

# บทที่ 5
# วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

## 5.1 วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ แสดงให้เห็นว่าน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุดนั้นมีสารประกอบอินทรีย์ทั้งหมด 38 ชนิด ซึ่งมากกว่าน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่ที่มีสารประกอบอินทรีย์เพียง 22 ชนิด เท่านั้น อย่างไรก็ตามสารประกอบที่พบในน้ำส้มควันไม้ทั้งสองชนิดนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย สารประกอบกลุ่มที่เป็นกรด (acidic compoments) สารประกอบกลุ่มฟีนอล (phenolic components) และ สารประกอบกลุ่มเป็นกลาง (neutral components) โดยพบปริมาณของสารประกอบกลุ่มที่เป็นกรดในสัดส่วนมากที่สุด โดยเฉพาะกรดอะซิติกพบว่าในน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุดและน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่มีปริมาณกรดอะซิติกสูงถึง 50.40 และ 49.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาอื่น ๆ ที่รายงานไว้ว่าองค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากกะลามะพร้าว ไม้กระท้อน (สุชาดา, 2549) น้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้จำพวก *Cryptpmeria japonica* ผสมกับ *Pseudotsga menziesii, Quercus serrata*, *Pinus densiflora* (Yatagai et al., 2002) และน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่ (Jun et al., 2006; Akakabe et al., 2006) ล้วนก็มีปริมาณของกรดอะซิติกในสัดส่วนที่สูงที่สุดเช่นกัน ซึ่งกรดอะซิติกมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรค (Jun et al., 2006) อย่างไรก็ตามพบว่าน้ำส้มควันไม้ทั้งสองชนิดที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีสารประกอบที่เหมือนกันอยู่ 7 ชนิด (ตารางที่ 4.2 และ 4.3)

มีรายงานว่าในขั้นตอนของการผลิตน้ำส้มควันไม้นั้นนอกจากชนิดของไม้ที่นำมาเผาถ่านจะมีผลต่อสัดส่วนของสารประกอบอินทรีย์กลุ่มต่าง ๆ แล้วก็ยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาถ่าน โดย Nakai et al. (2007) รายงานว่าการเผาถ่านในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงจะทำให้มีสารประกอบอินทรีย์กลุ่มของฟีนอลเพิ่มปริมาณขึ้น ในขณะที่สารประกอบกลุ่มที่เป็นกรดปริมาณจะลดลง นอกจากนี้ มีรายงานว่าการดักเก็บน้ำส้มควันไม้ในช่วงที่อุณหภูมิแตกต่างกัน จะมีผลต่อสัดส่วนของสารประกอบอินทรีย์กลุ่มต่าง ๆ และมีผลต่อการเจริญเติบโตของรากพืชแตกต่างกันด้วยเช่นกัน เช่น การดักเก็บน้ำส้มควันไม้ที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส จะมีผลช่วยส่งเสริมทำให้รากของ chrysanthemum มีการเจริญเติบโตดีขึ้น ในขณะที่การดักเก็บน้ำส้มควันที่อุณหภูมิระหว่าง 250-400 องศาเซลเซียส เมื่อใช้ที่อัตราเจือจาง 1,000 เท่า จะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของรากพืชพวก watercress และ chrysanthemum (Mu et al., 2004) เป็นต้น

สำหรับการศึกษาวิจัยในข้าวนั้นมีรายงานว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ในอัตราเจือจาง 1 ต่อ 300-350 เท่า มีแนวโน้มทำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีการเจริญเติบโตทางลำต้น จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อกอดีขึ้น โดยการใช้น้ำส้มควันไม้ที่อัตราเจือจาง 1 ต่อ 300 ฉีดพ่นทุก 15 วัน น่าจะเป็นทางเลือกที่ประหยัดต้นทุนสำหรับเกษตรกรผู้

ปลูกข้าว (ชญานิษฐ์, 2550) แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวไม่ได้ระบุไว้ว่าน้ำส้มควันไม้ที่นำมาใช้ในการฉีดพ่นทำมาจากไม้ชนิดใด ดังนั้นสมมติฐานของการศึกษาครั้งนี้ คือ หากน้ำส้มควันไม้ผลิตมาจากไม้ต่างชนิดกันจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าวแตกต่างกันหรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้น้ำส้มควันไม้ที่ทำจากส่วนลำต้นของไม้ไผ่กับน้ำส้มควันไม้ที่ทำมาจากเปลือกผลมังคุด ซึ่งนอกจากจะเป็นไม้ต่างชนิดกันแล้ว ยังได้จากการเผาถ่านจากคนละส่วนของพืชอีกด้วย โดยในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้น้ำส้มควันไม้ในอัตราเจือจางเท่ากับ 1 ต่อ 300 และฉีดพ่นทุก ๆ 15 วัน ตามคำแนะนำของชญานิษฐ์ (2550) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดให้กับข้าวพันธุ์ไม่ไวแสงทั้ง 3 พันธุ์ แม้ว่าจะไม่มีผลทำให้ข้าวมีผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ แต่ก็มีแนวโน้มว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้มีผลทำให้ข้าวให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ฉีดพ่น และการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่จะทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูงกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกผลมังคุดค่อนข้างชัดเจน

โดยการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่จะทำให้ข้าวมีการพัฒนาพื้นที่ใบในระยะแตกกอสูงสุดอย่างรวดเร็ว ข้าวมีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงและมีอัตราการเจริญเติบโตดี โดยเฉพาะอัตราการเจริญเติบโตในช่วงหลังออกดอกถึงเก็บเกี่ยว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพรเพ็ญและนิตยา (2554) ที่รายงานว่า CGR ที่ระยะ 45 วันหลังปักดำถึงระยะเก็บเกี่ยวมีความสำคัญต่อการให้ผลผลิตของข้าวไม่ไวแสงมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากถ้าข้าวมีอัตราการเจริญเติบโตในช่วงนี้สูง ก็จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งได้มาก และมีจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรสูงอีกด้วย (Takai et al., 2006) นอกจากนี้ยังพบว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่จะทำให้ข้าวมีจำนวนเมล็ดลีบน้อยกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดและน้ำเปล่า

ในการศึกษาครั้งนี้ก่อนปลูกได้มีการนำเมล็ดข้าวไปแช่ในน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปหุ้มทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง ตรวจดูหากมีรากสีขาวยาว 3-5 มิลลิเมตร แล้วจึงนำเมล็ดข้าวไปหว่าน ซึ่งการแช่เมล็ดข้าวด้วยน้ำส้มควันไม้ก่อนนำไปหว่านน่าจะส่งผลต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์และต้นกล้าข้าว โดยเฉพาะในช่วงแรก ๆ ของการเจริญเติบโต ซึ่งศิรยา (2552) รายงานว่าการใช้น้ำส้มควันไม้แช่เมล็ดข้าวหรือเป็นปุ๋ยทางใบนั้น มีแนวโน้มที่จะทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวมีความแข็งแรง และการฉีดพ่นทางใบจะทำให้ข้าวเขียวนานและมีระยะเวลาในการสะสมอาหารมากขึ้น ทำให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ ซึ่งก็จะส่งผลให้ได้เมล็ดพันธุ์คุณภาพดีเพื่อนำไปใช้ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่า การใช้น้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่ฉีดพ่นเป็นปุ๋ยทางใบให้กับข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสงทั้ง 3 พันธุ์นั้น จะช่วยทำให้ข้างคงใบเขียวได้นานขึ้นกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกมังคุด ซึ่งน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่จะไปส่งเสริมทำให้ข้าวมีความสามารถในการพัฒนาพื้นที่ใบมาก ซึ่งหมายถึงข้าวจะมีพื้นที่ในการรับแสงมากขึ้น ส่งผลให้ข้าวมีการเจริญเติบโตดีและสะสมน้ำหนักแห้งได้มาก โดยเฉพาะถ้าข้าวมีอัตราการเจริญเติบโตในระยะออกดอกถึงเก็บเกี่ยวสูง ก็จะทำให้ข้าวมีผลผลิตสูงขึ้นด้วย

นอกจากนี้ ศิริวรรณและคณะ (2550) รายงานว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ในอัตราเจือจาง 300 เท่า ให้แก่ข้าวร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 300 และ 600 กิโลกรัมต่อไร่ จะทำให้ข้าวมีจำนวนหน่อต่อกอเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในระยะออกดอก 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่าน้ำส้มควันไม้และปุ๋ยคอกไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็มีแนวโน้มสูงกว่าการไม่ฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้และไม่ใส่ปุ๋ย การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**5.2 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ**

การศึกษาผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง สรุปได้ว่าแม้ว่าผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ทั้งสองชนิดให้กับข้าวพันธุ์ไม่ไวแสงทั้ง 3 พันธุ์ จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ก็มีแนวโน้มให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้มีผลทำให้ข้าวมีผลผลิตสูงกว่าการไม่ฉีดพ่น และการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่จะทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูงกว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากเปลือกผลมังคุด ทั้งนี้เนื่องจากการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ทำจากไม้ไผ่จะทำให้ข้าวมีการพัฒนาพื้นที่ใบในระยะแตกกอสูงสุดอย่างรวดเร็ว มีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงและมีอัตราการเจริญเติบโตดี โดยเฉพาะอัตราการเจริญเติบโตในช่วงหลังออกดอกถึงเก็บเกี่ยว ซึ่งจะทำให้ข้าวสามารถสะสมน้ำหนักแห้งได้มากและให้ผลผลิตสูง

สำหรับข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ คือ เนื่องจากขั้นตอนการผลิตน้ำส้มควันไม้นั้น ชนิดของไม้ที่นำมาใช้ในการเผา อุณหภูมิและระยะเวลาในการดักเก็บน้ำส้มควันไม้ ล้วนแล้วแต่มีส่วนสำคัญต่อชนิดและปริมาณของสารประกอบอินทรีย์ในน้ำส้มควันไม้ทั้งสิ้น ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไป ควรแน่ใจว่ากระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้นั้นมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้อย่างรอบคอบ ทั้งนี้เนื่องจากเพื่อให้แน่ใจว่าสารประกอบอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำส้มควันไม้มีความแตกต่างกันเนื่องวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการเผาจริง ๆ ไม่ใช่เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ที่เราสามารถควบคุมได้ เช่น อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเผา เป็นต้น

**เอกสารอ้างอิง**


จิระพงษ์ คูหากาญน์. 2550. คู่มือการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้. สำนักพิมพ์เกษตรธรรมชาติ กรุงเทพฯ. 80 หน้า

ชญานิษฐ์ รวมตะคุ. 2550. ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ดรุณี โชติษฐยางกูร, สนั่น จอกลอย และโสภณ วงศ์แก้ว. 2550ก. อิทธิพลของน้ำส้มควันไม้ต่อ: I. การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์เมล็ดโต. แก่นเกษตร 35 (ฉบับพิเศษ): 17-31.

ดรุณี โชติษฐยางกูร, สนั่น จอกลอย และโสภณ วงศ์แก้ว. 2550ข. อิทธิพลของน้ำส้มควันไม้ต่อ: II. การทำลายของเสี้ยน ดิน เพลี้ยไฟ และปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อราและสารอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงเมล็ดโต. แก่นเกษตร 35 (ฉบับพิเศษ): 32-46.

พุฒินันท์ พึ่งวงศ์ญาติ. 2545. น้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่าน. วารสารมติชนบท ฉบับเทคโนโลยีชาวบ้าน 15 (301): 25-27.

พรเพ็ญ สมจิตร์ และนิตยา ผกามาศ. 2554. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตที่ระยะต่าง ๆ และผลผลิตในข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 29 (3-1): 51-57.

มงคล ต๊ะอุ่น. 2549. การประยุกต์ใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อการผลิตพืช. วารสารศูนย์บริการวิชาการ 14 (3): 6-10.

รัตนาภรณ์ กุลชาติ, ดรุณี โชติษฐยางกูร, สนั่น จอกลอย, สดุดี วรรณพัฒน์ และโสภณ วงศ์แก้ว. 2551. ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตถั่วลิสงชนิดเมล็ดโตพันธุ์ขอนแก่น 6 และชนิดเมล็ดเล็กพันธุ์ไทนาน 9. แก่นเกษตร 36 (ฉบับพิเศษ): 125-132.

ศิรษา สังวาลย์ 2552. การใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด และปุ๋ยทางใบ เพื่อยกระดับการพัฒนาต้นกล้า การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศิริวรรณ ทิพรักษ์, ดรุณี โชติษฐยางกูร และอนันต์ พลธานี. 2550. ผลของน้ำส้มควันไม้และปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105. แก่นเกษตร 35 (ฉบับพิเศษ): 9-16.

สุชาดา อินทะศรี. 2549. การศึกษาการใช้น้ำส้มควันไม้ในระบบเกษตรกรรมอินทรีย์. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการส่งเสริมการผลิตถ่านและการจัดการทรัพยากรไม้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้การสนับสนุน: กองทุนเพื่อการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานสำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.

Akakabe, Y., Y. Tamura, S. Iwamoto, M. Takabayashi and T. Nyuugaku. 2006. Volatile organic compounds with characteristic odor in bamboo vinegar. Biosci. Biotechnol. Biochem 70:2797-2799.

Jun, Zhi-ming, Wen-qiang and Qing-li Wu. 2006. Preliminary study of application effect of bamboo vinegar on vegetable growth. Forest. Study of China 8 (3): 43-47.

Kadota, Masanori and Yoshiji Niimi. 2004. Effect of charcoal with pyroligneous acid and barnyard manure on bedding plants. Scientia Horticulturae 101: 327-332.

Kartal, S.N., Y. Imamura, F. Tsuchiya and K. Ohsato. 2004. Preliminary evaluation of fungicidal and termiticidal activities of filtrates from biomass slurry fuel production. Bioresource Technology 95: 41-47.

Mokusaku. 2012. Wood vinegar. (Cited November 12, 2012) Available at: http://www.doishouten.co.jp/english/page_english1/e_wood.html

Mu, J., T. Uehara and T. Furuno. 2003. Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants. Journal of Wood Science 49: 262-270.

Mu, J., T. Uehara and T. Furuno. 2004. Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants II: composition of moso bamboo vinegar at different collection temperature and its effects. Journal of Wood Science 50: 470-476.

Nakai, T., N. Kartal, T. Hata and Y. Imamura. 2007. Chemical characterization of pyrolysis liquids of wood-based composites and evaluation of their bio-efficiency. Building and Environment 42: 1236-1241.

Radford, P.J. 1967. Growth analusis formulae their use and abuse. Crop Sci. 7 :171-175.

Takai, T., S. Matsuura, T. Nishio, A. Ohsumi, T. Shiraiwa, and T. Horie. 2006. Rice yield potential is closely related to crop growth rate during late reproductive period. Field Crops Res. 96: 328-335.

Yatagai, M., M. Nishimoto, K. Hori, T. Ohira and A. Shibata. 2002. Termiticidal activity of wood vinegar, its components and their homologues. Journal of Wood Science 48: 338-342.

# ภาคผนวก

**ภาพผนวกที่ 1** การย่อยและการตากดิน

**ภาพผนวกที่ 2** การเตรียมบ่อซีเมนต์สำหรับการปักดำ

**ภาพผนวกที่ 3** การเตรียมกล้าและการปักดำ

**ภาพผนวกที่ 4** การเตรียมและการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้

**ภาพผนวกที่ 5** การสุ่มเก็บตัวอย่างข้าว

**ประวัตินักวิจัย**

**1. หัวหน้าโครงการวิจัย**

**ชื่อ** นางสาวนิตยา ผกามาศ

MISS NITTAYA PHAKAMAS

**ตำแหน่ง** อาจารย์ ระดับ 5

**หน่วยงาน** สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ 02-329-8512, โทรสาร 02-329-8512

E-mail : kpnittay@kmitl.ac.th

**ประวัติการศึกษา**

| ปีที่จบการศึกษา | ระดับปริญญา | อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม | สาขาวิชาเอก | ชื่อสถาบันการศึกษา |
|---|---|---|---|---|
| 2543 | ตรี | วท.บ. (วิทยาศาสตรบัณฑิต) | พืชไร่ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 2550 | เอก | ปร.ด. (ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต) | พืชไร่ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ

1. การปรับปรุงพันธุ์พืช
2. Crop simulation model

**รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ ที่ได้รับ**

| ปี พ.ศ. | ชื่อรางวัล | สถาบันที่ให้ |
|---|---|---|
| 2549 | การนำเสนอผลงานวิจัยดีเด่น | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 2551 | รางวัลวิทยานิพนธ์ดีเด่น ระดับดี | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |

**ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ**

| ปี พ.ศ. | ทุนการศึกษาและทุนวิจัย | สถาบันที่ให้ |
|---|---|---|
| 2542-2543 | ทุนการศึกษากองทุนพัฒโนทัย | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 2544-2551 | ทุนโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก | สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย |
| 2551 | โครงการวิจัย : การประเมินการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวภายใต้สภาพการจัดการที่แตกต่างกัน โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2552 | โครงการวิจัย : การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิตของข้าวโดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว : กรณีศึกษาภาคกลาง | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2553 | โครงการวิจัย : การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์รับรองเพื่อการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมสำหรับแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2554 | โครงการวิจัย : ผลของน้ำส้มควันไม้ต่างชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |

**ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ระดับชาติ**


1. **นิตยา ผกามาศ**. 2552. การพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชเพื่องานวิจัยทางการเกษตร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 27(3): 89-97.
2. **นิตยา ผกามาศ**. 2553. การประยุกต์ใช้แบบจำลอง CSM-CROPCGRO-Peanut สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงในประเทศไทย. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 28(3): 107-113.
3. พรเพ็ญ สมจิตร์ และ**นิตยา ผกามาศ.** 2554. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตที่ระยะต่าง ๆ และผลผลิตในข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 29 (3-1): 51-57.
4. พรเพ็ญ สมจิตร์ และ**นิตยา ผกามาศ.** 2555. ผลของวันปลูกต่ออัตราการเจริญเติบโตในระยะสืบพันธุ์และผลผลิตของข้าวพันธุ์ไม่ไวแสง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 30 (1): 62-70.

**ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ระดับนานาชาติ**

1. **Phakamas, N.**, A. Patanothai, K. Pannangpetch, S. Jogloy, and G. Hoogenboom. 2008. Dynamic pattern of components of genotype x environment interaction for pod yield of peanut over multiple years: A simulation approach. Field Crops Research. 106: 9-21.
2. **Phakamas, N.**, A. Patanothai, K. Pannangpetch, S. Jogloy, and G. Hoogenboom. 2008. Seasonal responses and genotype-by-environment interactions for the growth dynamic and development traits of peanut. Journal of Agricultural Science. 146: 311-323.
3. **Phakamas, N.**, A. Patanothai, S. Jogloy, K. Pannangpetch, and G. Hoogenboom. 2008. Physiological determinants for pod yield of peanut lines. Crop Science. 48: 2351-2360.
4. **Phakamas, N.**, A. Patanothai, K. Pannangpetch, S. Jogloy, and G. Hoogenboom. 2010. Determination of adaptive responses of peanut genotypes and patterns of genotype x location interaction using the CSM-CROPGRO-Peanut model. International Journal of Plant Production. 4(3): 223-234.

**การนำเสนอผลงานทางวิชาการระดับชาติ**

1. พรเพ็ญ สมจิตร์ และ**นิตยา ผกามาศ.** 2555. การประยุกต์ใช้แบบจำลอง CERES-Rice สำหรับการประเมินอัตราการเจริญเติบโตของข้าว หน้า 248-254. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 50 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เล่มที่ 2 สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, สาขาพืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
2. **นิตยา ผกามาศ**, อารันต์ พัฒโนทัย, เกริก ปั้นเหน่งเพ็ช, สนั่นจอกลอย. 2550. การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมของถั่วลิสงที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช. การสัมนาวิชาการ งานเกษตรแห่งชาติ, วันที่ 7-8 มีนาคม 2550, ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
3. **Phakamas, N.**, A. Patanothai, K. Pannangpetch, S. Jogloy, and G. Hoogenboom. Genotype by environment interactions for development and growth traits of peanut. 2005. The 2005 Technical Meeting of the Senior Research Scholars'

Projects in Field Crops, 26-27 October 2005, Hinsuay Namsai Hotel, Klang, Rayong, Thailand.

4. **Phakamas, N.**, A. Patanothai, K. Pannangpetch, S. Jogloy, and G. Hoogenboom. The use of CSM-CROPGRO-Peanut model in investigating the dynamic and patterns of G x E interaction in peanut. 2006. The 2006 Technical Meeting of the Senior Research Scholars' Projects in Field Crops, 3-4 December 2006, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.

**การนำเสนอผลงานทางวิชาการระดับนานาชาติ**

1. **Phakamas, N.**, A. Patanothai, S. Jogloy, K. Pannangpetch, and G. Hoogenboom. 2004. Genotype x Environment Interactions for Development and Growth Traits of Peanut. APRES annual Meeting, 13-17 July 2004, San antonio, Texas, USA.
2. **Phakamas, N.**, A. Patanothai, S. Jogloy, K. Pannangpetch, and G. Hoogenboom. 2007. The Use of CSM-CROPGRO-Peanut Model in Investigating the Dynamic of G x E Interactions in Peanut the Peanut. 2nd International Conference on Asian Simulation and Modeling 2007, 9-11 January 2007, Sheraton Hotel, Chiang Mai, Thailand.
3. KESARUK, P. and **N. PHAKAMAS.** 2010. Determination of Growth and Yield of Rice (*Oryza sativa* L.) Based on Farmers' Practice in Thailand, pp. 417-420. *In* The Proceeding of 16th Asian Agricultural Symposium and 1st International Symposium on Agricultural Technology "Sufficiency Agriculture", 25-27 August 2010, Bangkok, Thailand.

**2. ผู้ร่วมโครงการวิจัย**

**ชื่อ** นายลือพงษ์ ลือนาม

MR. LUEPONG LUENAM

**ตำแหน่ง** ผู้ช่วยศาสตรจารย์

**หน่วยงาน** **สาขาวิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร** คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทร. 0-2326-4105 โทรสาร 0-2326-4105

E-mail : klluepon@kmitl.ac.th

**ประวัติการศึกษา**

| ปีที่จบ | ระดับปริญญา | อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม | สาขาวิชาเอก | ชื่อสถาบัน |
|---|---|---|---|---|
| 2538 | ตรี | วท.บ. (เกษตรกลวิธาน) | เกษตรกลวิธาน | สถาบันฯ ราชมงคล คณะเกษตรศาสตร์บางพระ |
| 2544 | โท | วศ.ม. (เครื่องจักรกลเกษตร) | วิศวกรรมศาสตร์ | มหาวิทยาลัย ขอนแก่น |

**โครงการวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว : ที่ได้มีการเผยแพร่แล้ว**

1. โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ “การจัดการกระบวนการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังด้วยเครื่องขุดมันสำปะหลัง” ปี 2546. สถานภาพการวิจัย : ผู้ร่วมโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย “การวิจัยและพัฒนากระบวนการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังด้วยเครื่องขุดมันสำปะหลัง” ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น : เป็นผู้ร่วมโครงการ
3. โครงการวิจัย “การวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังสำหรับภาคตะวันออก” ทุนวิจัยประจำปี 2548 สนับสนุนโดย เครือข่ายการวิจัยภาคกลางฝั่งตะวันออก ม. บูรพา : เป็นหัวหน้าโครงการ
4. โครงการวิจัย “การวิจัยและพัฒนาเตาเผาถ่านและการผลิตถ่านซังข้าวโพดในระดับเกษตรกร” ทุนวิจัยประจำปี 2548 สนับสนุนโดย เครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบน มศว. : เป็นหัวหน้าโครงการ

5. โครงการวิจัย “การศึกษาและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังสำหรับภาคตะวันออก” ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดินปี 2549 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล. : เป็นหัวหน้าโครงการ
6. โครงการวิจัย “การวิจัยพัฒนาการผลิตน้ำส้มควันไม้ในเขตจังหวัดอ่างทอง” ได้รับทุนสนับสนุนจาก สกอ. โดยเครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบน ปี 2549 : เป็นหัวหน้าโครงการ
7. โครงการวิจัย “การวิจัยและพัฒนาการผลิตถ่านกะลามะพร้าวในระดับเกษตรกร” ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดินปี 2550 : เป็นหัวหน้าโครงการ
8. โครงการวิจัย “การวิจัยการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกทุเรียน” ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดินปี 2551 : เป็นหัวหน้าโครงการ

**บทความวิจัย : ที่ได้มีการเผยแพร่แล้ว**

1. **ลือพงษ์ ลือนาม** วินิต ชินสุวรรณ ธวัชชัย ทิวาวรรณวงศ์ และสมนึก ชูศิลป์. 2545 การศึกษาวิธีการชะลอการเสื่อมคุณภาพข้าวเปลือกความชื้นสูง โดยการดูดระบายอากาศออกจากกองข้าว. วารสารวิจัย มข.(ฉบับบัณฑิตศึกษา). หน้า 33-38.
2. วินิต ชินสุวรรณ และ **ลือพงษ์ ลือนาม.** 2545. การชะลอการเสื่อมคุณภาพข้าวเปลือกความชื้นสูง โดยการดูดระบายอากาศออกจากกองข้าว. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย. ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2545. หน้า 20-31.
3. วินิต ชินสุวรรณ และ **ลือพงษ์ ลือนาม.** 2545. การชะลอการเสื่อมคุณภาพข้าวเปลือกความชื้นสูง โดยการดูดระบายอากาศออกจากกองข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. ปีที่ 33 ฉบับที่ 6 (พิเศษ) พฤศจิกายน-ธันวาคม 2545. หน้า 254-260.
4. **ลือพงษ์ ลือนาม** และจรูญพงศ์ เทียมประทีป. 2549. การศึกษาต้นแบบเตาเผาถ่านกะลามะพร้าวโดยการเผาแบบกึ่งต่อเนื่อง.วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2549. หน้า 36-41.
5. **ลือพงษ์ ลือนาม.** 2549. การวิจัยพัฒนาเตาเผาถ่านและการผลิตถ่านชังข้าวโพดในระดับเกษตรกร. ในรายงาน การนำเสนอผลงานวิชาการที่ได้รับทุนสนับสนุนจากเครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบน ประจำปีงบประมาณ 2548 ระหว่างวันที่ 7-9 พฤศจิกายน 2549. ณ อาคารวิจัยและการศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. หน้า 165-169.

6. **ลือพงษ์ ลือนาม.** 2550. การวิจัยพัฒนาเตาต้นแบบเผาถ่านซังข้าวโพด. ในรายงาน การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8 ประจำปี 2550 ระหว่างวันที่ 21-24 มกราคม 2550. ณ โรงแรมโซฟิเทล ราชา ออคิด จังหวัดขอนแก่น. หน้า 199.
7. **ลือพงษ์ ลือนาม.** 2550. การพัฒนาเตาเผาถ่านซังข้าวโพดแบบกึ่งต่อเนื่อง.วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. ปีที่ 25 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2550. หน้า 24-29.
8. **ลือพงษ์ ลือนาม.** 2551. การศึกษาพัฒนาวิธีการผลิตน้ำส้มควันไม้จากไม้มะม่วง. ในรายงาน การประชุมวิชาการเทคโนโลยีสู่ชุมชนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน. ระหว่างวันที่ 17-19 มกราคม 2551. ณ โรงแรมโซฟิเทล ราชา ออคิด จังหวัดขอนแก่น. หน้า 515.

**บทความวิชาการ : ที่ได้มีการเผยแพร่แล้ว**

1. **ลือพงษ์ ลือนาม.** 2547. การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในประเทศไทย. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. ปีที่ 22 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2547. หน้า 66-72.
2. **ลือพงษ์ ลือนาม.** 2549. การใช้ประโยชน์น้ำส้มควันไม้ในการเกษตร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. ปีที่ 24 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2549. หน้า 106-115.

**เอกสารประกอบการอบรม/คู่มือ/รายงานวิจัย : ที่ได้มีการเผยแพร่แล้ว**

1. เสรี วงส์พิเชษฐ สมนึก ชูศิลป์ และ **ลือพงษ์ ลือนาม.** 2546. คู่มือการใช้งาน เครื่องขุดมันสำปะหลัง มข. 46. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 18 หน้า
2. **ลือพงษ์ ลือนาม** ณัฐกร สงคราม ศิระษา เจ็งสุขสวัสดิ์ และเสรี วงส์พิเชษฐ. 2548 รายงานวิจัยเรื่อง “การวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังสำหรับภาคตะวันออก” เสนอคณะกรรมการเครือข่ายการวิจัยภาคกลางฝั่งตะวันออก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.). 63 หน้า.
3. **ลือพงษ์ ลือนาม** ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมมาธิวัฒน์ และสุขุมาภรณ์ ขันธ์ศรี. 2548 รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ “การวิจัยพัฒนาเตาเผาถ่านและการผลิตถ่านซังข้าวโพดในระดับเกษตรกร” เสนอคณะกรรมการเครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.). 71 หน้า.
4. **ลือพงษ์ ลือนาม** ณัฐกร สงคราม พีรชัย กุลชัย และสุขุมาภรณ์ ขันธ์ศรี. 2550 รายงานวิจัยเรื่อง “การศึกษาและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังสำหรับภาคตะวันออก” งบประมาณปี 2549 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 79 หน้า.

5. **ลือพงษ์ ลือนาม** ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมมาธิวัฒน์ และสดศรี นกอยู่. 2550. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ “การวิจัยและพัฒนาการผลิตน้ำส้มควันไม้ในเขตจังหวัดอ่างทอง” เสนอคณะกรรมการเครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.). 79 หน้า.
6. **ลือพงษ์ ลือนาม** และสมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช 2551. รายงานวิจัย “การวิจัยการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกทุเรียน” งบประมาณปี 2550 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 45 หน้า.
7. **ลือพงษ์ ลือนาม** สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช และดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมมาธิวัฒน์ 2551. รายงานวิจัย “การวิจัยและพัฒนาการผลิตถ่านกะลามะพร้าวในระดับเกษตรกร” งบประมาณปี 2551 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 50 หน้า.