



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
หมวดเงินอุดหนุนทั่วไป มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ปีงบประมาณ 2554

เรื่อง

การเพิ่มผลผลิตข้าวหอมอินทรีในสภาพนาหว่าน โดยการใช้ไม้ส้มคว้นไม้
เป็นสารแช่เมล็ด และปุ๋ยทางใบ: การทดสอบเทคโนโลยีโดยเกษตรกร
Increasing productivity of direct seeding aromatic rice using wood vinegar
as seed priming agent and foliar fertilizer: Technology tested by farmers

คณะผู้วิจัย

ดร.ณิ โชติษฐียงกูร จาวภา มะนาวนอก สดุดี วรรณพัฒน์ และ อนันต์ พลธานี

มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2555

การเพิ่มผลผลิตข้าวหอมอินทรีในสภาพนาหว่านโดยการใช้น้ำส้มควันไม้
เป็นสารแช่เมล็ด และปุ๋ยทางใบ: การทดสอบเทคโนโลยีโดยเกษตรกร
Increasing productivity of direct seeding aromatic rice
using wood vinegar as seed priming agent and foliar fertilizer:
Technology tested by farmers

คณะผู้วิจัย

ดร.ณิ โชติษฐยางกูร จาวภา มะนาวนอก สดุดี วรรณพัฒน์ และ อนันต์ พลธานี

**การเพิ่มผลผลิตข้าวหอมอินทรีในสภาพนาหว่านโดยการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด
และปุ๋ยทางใบ: การทดสอบเทคโนโลยีโดยเกษตรกร**
**Increasing productivity of direct seeding aromatic rice using wood vinegar as seed
priming agent and foliar fertilizer: Technology tested by farmers**

ดร.ณิ โชติชูธยากร จาวภา มะนาวนอก สดุดี วรรณพัฒน์ และ อนันต์ พลธานี

บทคัดย่อ

น้ำส้มควันไม้ เป็นของเหลวสีที่ได้จากการควบแน่นของควันจากการเผาถ่านในสภาพอับอากาศ มีองค์ประกอบทางเคมีหลายร้อยชนิด จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร งานทดลองนี้ ประกอบด้วย 3 การทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ที่แช่เมล็ดพันธุ์ข้าวใน น้ำ 24 ชั่วโมง และบ่มเมล็ดอีก 48 ชั่วโมงก่อนหว่าน กับการแช่เมล็ดในน้ำส้มควันไม้ อัตราเจือจาง 300 เท่า 48 ชั่วโมงก่อนหว่าน ร่วมกับการฉีดพ่นทางใบทุก 14 วัน ตลอดฤดูปลูก และอีก 1 การทดลอง เพื่อ ศึกษาเปรียบเทียบใช้ถ่านชีวภาพ (biochar) เป็นวัสดุบำรุงดิน และน้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อการ พัฒนาของต้นกล้าข้าว

การทดลองที่ 1 ทำการทดสอบในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 โดยเกษตรกร 5 ราย ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ในฤดูนาปรัง ระหว่างเดือนมกราคม – เมษายน 2553 พบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าว ใน น้ำส้มควันไม้ก่อนหว่าน และฉีดพ่นทางใบด้วยน้ำส้มควันไม้ ทำให้ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีความสูงต้น พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น ความยาวราก พื้นที่ผิวราก จำนวนรวง จำนวนเมล็ด และผลผลิต สูงกว่าการแช่ เมล็ดพันธุ์ข้าวในน้ำเปล่าก่อนหว่านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ ทำให้ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีจำนวน รวงต่อต้นโดยเฉลี่ย 3.00 รวง และผลผลิต 465 กิโลกรัมต่อไร่ (2906 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) ส่วนเมล็ด พันธุ์ที่ผ่านการแช่ในน้ำเปล่าก่อนหว่านให้รวงโดยเฉลี่ย 2.08 รวงต่อต้น ผลผลิต 428 กิโลกรัมต่อไร่ (2675 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์)

การทดลองที่ 2 ทำการทดสอบในฤดูนาปรัง ปี 2553/2554 ในเขตชลประทาน อ.เมือง จังหวัด ขอนแก่น ในพันธุ์ชัยนาท 1 โดยเกษตรกรจำนวน 3 ราย และ ในพันธุ์พิษณุโลก 2 จำนวน 2 ราย ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ยกเว้น ไม่มีการฉีดพ่นทางใบ ผลการทดลองพบว่า การ แช่เมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยน้ำส้มควันไม้ทำให้ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีเปอร์เซ็นต์การออกที่ดีขึ้น ส่งผลให้มี จำนวนต้นต่อพื้นที่ ความสูง การสะสมน้ำหนักแห้ง จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดต่อรวง เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในการสะสมน้ำหนักแห้งราก โดยพบการ ตอบสนองเช่นเดียวกันในข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2

การทดลองที่ 3 การทดสอบในฤดูนาปรัง ปี 2554/2555 ในเขตชลประทาน โดยเกษตรกร 4 ราย ในพันธุ์ชัยนาท 1 และ 4 รายในพันธุ์พิษณุโลก 2 พบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยน้ำส้มควันไม้ ก่อนหว่าน ทำให้ข้าวมีความสูง การสะสมน้ำหนักแห้งต้น และ น้ำหนักแห้งราก ของข้าวทั้งสองพันธุ์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนผลผลิต พบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำส้มควันไม้ก่อนหว่าน มี

แนวโน้มทำให้ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และไม่แตกต่างในทางสถิติ แต่ทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทดลองที่ 4 ทำการศึกษาการใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดิน และน้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อการพัฒนาของต้นกล้าข้าว โดยทำการศึกษาในแปลงนาเกษตรกร บ้านยางหย่อง ตำบลโคกสี อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น ในฤดูนาปี 2554 ใช้แผนการทดลองแบบ split-split plot in RCB จำนวน 4 ซ้ำ โดย main plot ได้แก่ ข้าว 3 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 ปทุมธานี 1 และชัยนาท 1, sub-plot ได้แก่ อัตราการใช้ถ่าน 2 อัตรา คือ 0 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ และ sub-sub plot ได้แก่ วิธีการแช่เมล็ดก่อนหว่าน 2 วิธี คือ เมล็ดที่ผ่านแช่น้ำ 24 ชั่วโมง แล้วบ่ม 48 ชั่วโมง และวิธีการแช่เมล็ดในสารละลายน้ำส้มควันไม้เจือจาง 300 เท่า 48 ชั่วโมงก่อนหว่าน ผลการทดลอง พบว่า ข้าวทั้งพันธุ์มีการพัฒนาของต้นกล้าที่ระยะ 30 วันหลังออกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ถ่านชีวภาพทำให้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ ชัยนาท 1 มีพื้นที่ใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เพิ่มขึ้นในพันธุ์ปทุมธานี 1 การแช่เมล็ดด้วยน้ำส้มควันไม้ก่อนหว่าน ในแปลงที่ไม่มีการใส่ถ่านชีวภาพทำให้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1 มีความยาวรากรวมต่อต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใส่ถ่านชีวภาพรวมกับการแช่เมล็ดในน้ำส้มควันไม้ทำให้ข้าวมีความยาวรากรวมต่อต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และที่ระยะ 45 วันหลังการหว่าน การใส่ถ่านชีวภาพทำให้น้ำหนักแห้งรากต่อต้นของพันธุ์ปทุมธานี 1 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ ชัยนาท 1

Increasing productivity of direct seeding aromatic rice using wood vinegar as seed priming agent and foliar fertilizer: Technology tested by farmers

Darunee Jothityangkoon, Jaowapa Manownok

Sadudee Wanapat and Anan Polthanee

Department of Plant Sciences and Agricultural Resources,
Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Thailand

ABSTRACT

Wood vinegar (WV) is a transparent liquid that produced by condensation of the smoke from charcoal burning in airless condition. WV contains numerous chemicals and has been used in agriculture. Three experiments were conducted to compare the farmer practice, soaked rice seed in water for 24 hour and subsequently incubated for 48 hour before seeding, with treatment that soaked rice seed in WV at 300 times dilution for 48 hour before seeding, together with foliar application at two-week interval throughout the growing season. One experiment was carried out to investigate the effect of biochar used as soil amendment and wood vinegar used as priming agent on rice seedling development.

Experiment I: Chainat 1 rice variety was used. The comparisons were made by five farmers in Amphur Maung, Khon Kaen province, during 2009/2010 dry growing season, from January to April 2010. Results showed that WV, using as priming agent, significantly increased height, total root length per plant and at harvest, it enhanced total dry weight, total root length, root surface, panicle numbers, seed numbers and total seed yield. Chainat 1 rice variety when soaked with WV before seeding possessed average of 3.00 panicles per plant, and gave the average seed yield of 465 kg per rai (2906 kg per ha), compared to 2.08 panicles per plant and 428 kg per rai (2675 kg per ha) of seed yield when soaked seed in water

Experiment was repeated in Chainat 1 rice variety by three farmers and in Phitsanulok 2 rice variety by two farmers, during 2010/2011 dry growing season. Foliar application was not applied in this experiment. Results revealed that Chainat 1 rice seed soaked with WV had higher seed germination and resulted in significantly increased in plant population, height, dry weight accumulation, seed per panicle, seed weight per panicle except root dry weight. Similar responses were found in Phitsanulok 2 rice variety.

Experiment III was conducted in similar way to Experiment II during 2011/2012 dry growing season in Chainat 1 rice variety by four farmers and in Phitsanulok 2 rice variety by four farmers. Results showed that WV used as priming agent significantly increased height, above ground- and root dry weight accumulation of both varieties. However, yield was slightly increased in Phitsanulok 2 but significantly increased in Chainat 1

Experiment IV was carried out to investigate the effect of biochar used as soil amendment and wood vinegar used as priming agent on rice seedling development. Experiment was conducted in farmer's field at Ban Yangyong Tumbon Koksri, Amphur Muang, Khon Kaen Province during rainy season 2011. Split-split plot in RCBD was employed with four replicates. Main plots were varieties, KDML 105, Phatum Thani 1 and Chainat 1, sub-plots were two biochar application rates, 0 and 300 kg/rai and sub-sub plots were soaking methods, soaked seed 24 hours in water and subsequently incubated for 48 hours and soaked seed in wood vinegar (WV) at 300 times dilution for 48 hour before seeding. Results revealed that growth of three varieties, at 30 days after seeding, was significantly different. Biochar application significantly reduced leaf area of KDML 105 and Chainat 1, but significantly increased in Phatum Thani 1. Soaking seed in WV significantly increased total root length/plant of KDML 105, Phatum Thani 1 when grown in plot without biochar application but decreased in total root length was evident when biochar and WV were applied together. At 45 days after seeding, biochar enhanced total root dry weight of Phatum Thani 1 but decreased those of KDML 105 and Chainat 1

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนงบประมาณโครงการวิจัย หมดเงินทุนอุดหนุน
ทั่วไป ปีงบประมาณ 2554 และโครงการบ่มเพาะนักวิจัยเพื่อให้สร้างผลงานวิจัยในระดับนานาชาติ

ดร.ณิ โขติษฐียงกูร
พฤศจิกายน 2555

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	iii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	v
กิตติกรรมประกาศ	vii
สารบัญตาราง	viii
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 การใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารฆ่าแมลง และปุ๋ยทางใบ: การทดสอบเทคโนโลยีโดยเกษตรกร	8
บทที่ 4 การใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารฆ่าแมลง และการใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดิน กับการพัฒนาของต้นกล้าข้าว	32

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด และปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ระยะ 30 วันหลังหว่าน เมื่อปลูกในฤดูนาปรังปี 2552/2553 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร	13
ตารางที่ 3.2	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด และปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ระยะแตกกอสูงสุด เมื่อปลูกในฤดูนาปรังปี 2552/2553 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร	14
ตารางที่ 3.3	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด และปุ๋ยทางใบต่อความสูง น้ำหนักแห้งต้น ความยาวราก และพื้นที่ผิวรากของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ระยะเก็บเกี่ยว เมื่อปลูกในฤดูนาปรังปี 2552/2553 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร	15
ตารางที่ 3.4	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด และปุ๋ยทางใบต่อผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตบางประการของข้าวพันธุ์ชัยนาท เมื่อปลูกในฤดูนาปรังปี 2552/2553 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร	16
ตารางที่ 3.5	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อผลผลิตของข้าว เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ฤดูนาปรังปี 2553/2554	18
ตารางที่ 3.6	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ในสภาพการผลิต ฤดูนาปรังปี 2553/2554	19
ตารางที่ 3.7	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ฤดูนาปรังปี 2553/2554	20
ตารางที่ 3.8	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และชัยนาท 1 ที่ระยะ 60 วันหลังหว่าน เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ในสภาพการผลิตฤดูนาปรังปี 2554/2555	22
ตารางที่ 3.9	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เมื่อเปรียบเทียบกับ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ระยะ 60 วันหลังหว่าน ในสภาพการผลิตฤดูนาปรังปี 2554/2555	23

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้าที่

ตารางที่ 3.10	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อผลผลิตข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และชัยนาท 1 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ในสภาพการผลิตฤดูนาปรังปี 2554/2555	24
ตารางที่ 3.11	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อผลผลิต เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และน้ำหนักเมล็ด ของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เมื่อเปรียบเทียบกับ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เมื่อปลูกในฤดูนาปรังปี 2554/2555	25
ตารางที่ 3.12	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ในสภาพการผลิตฤดูนาปรังปี 2554/2555	26
ตารางที่ 3.13	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด ต่อองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ในสภาพการผลิตฤดูนาปรังปี 2554/2555	27
ตารางที่ 3.14	ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่ต่อองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เมื่อปลูกในฤดูนาปรังปี 2554/2555	28
ตารางที่ 4.1	การใช้อ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดิน น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดกับการพัฒนาของต้นกล้าข้าวที่ระยะ 30 วันหลังการหว่าน ในสภาพฤดูการผลิตฤดูฝน ปี 2554.	37
ตารางที่ 4.2	ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าว การใช้อ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดิน และ น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อการพัฒนาของต้นกล้าข้าวที่ระยะ 30 วันหลังการหว่าน ในสภาพฤดูการผลิตฤดูฝน ปี 2554.	38
ตารางที่ 4.3	การใช้อ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดิน น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดกับการพัฒนาของต้นกล้าข้าวที่ระยะ 45 วันหลังการหว่าน ในสภาพฤดูการผลิตฤดูฝน ปี 2554.	39
ตารางที่ 4.4	ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าว การใช้อ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดิน และ น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อการพัฒนาของต้นกล้าข้าวที่ระยะ 45 วันหลังการหว่าน ในสภาพฤดูการผลิตฤดูฝน ปี 2554.	40

บทที่ 1

คำนำ (Introduction)

1.1 หลักการและเหตุผล

น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar หรือ pyroligneous acid) เป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่านไม้ ภายใต้สภาพอับอากาศ (airless condition) โดยเมื่อผ่านควันที่เกิดจากการเผาไหม้ไม้สดกับสภาพอากาศเย็นจะทำให้ควันเกิดการควบแน่น และเปลี่ยนเป็นของเหลว (raw wood pyroligneous liquor) และเมื่อทิ้งไว้ประมาณ 3-6 เดือน ของเหลวดังกล่าวจะแยกชั้นโดยส่วนบนจะเป็นส่วนของเหลวสีน้ำตาลใส ซึ่งเรียกว่าน้ำส้มควันไม้ น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบทางเคมีมากกว่า 200 ชนิด จากการย่อยสลายของสารประกอบพวก cellulose และ lignin ในระหว่างขบวนการเผา โดยคุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้นั้นจะแตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ อุณหภูมิที่ใช้เผา การดักเก็บน้ำส้มควันไม้และระยะเวลาในการเก็บรักษา (Mokusakueki, 2003) องค์ประกอบหลักของน้ำส้มควันไม้ คือสารประกอบในกลุ่มที่เป็นกรด (acidic components) สารประกอบพวกฟีนอล (phenolic components) และ สารประกอบกลุ่มที่เป็นกลาง (neutral components) น้ำส้มควันไม้ที่ผลิตจากไม้ไผ่ มีองค์ประกอบในกลุ่มที่เป็นกรด สารประกอบพวกฟีนอล และ สารประกอบกลุ่มที่เป็นกลาง 42.32, 23.22 และ 5.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยในสัดส่วนดังกล่าว มีปริมาณของกรดอะซิติกมากที่สุด (ชมรมสวนป่า ผลิตภัณฑ์และพลังงานจากไม้, 2546; จิระพงษ์, 2548)

จากการที่น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบที่มากกว่า 200 ชนิด จึงมีการนำไปใช้ประโยชน์หลายด้านด้วยกัน เช่น การใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม โดยผลิตเป็นสารดับกลิ่นตัว สารปรับผิวนุ่ม ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารรมควัน ใช้ผลิตสารป้องกันเนื้อไม้จากเชื้อราและแมลง ใช้ผลิตยารักษาโรคผิวหนัง ใช้ผลิตสารช่วยย่อย ใช้ร่วมกับกรดฟอร์มิกผสมในยางแผ่น เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น (พิมพ์ภัสรา และ สุชินันท์, 2550) ส่วนการใช้ประโยชน์ในด้านปศุสัตว์ นั้น มีการใช้น้ำส้มควันไม้ในการใช้ลดกลิ่นและแมลง ในฟาร์มปศุสัตว์ (สุชาติ, 2549) ใช้ผสมอาหารสัตว์ เพื่อช่วยการย่อยอาหาร และ ป้องกันโรคท้องเสีย (Watarai and Tana, 2005) ส่วนการใช้ในทางการเกษตรนั้นมีการใช้ประโยชน์ในหลายลักษณะ เช่น การใช้น้ำส้มควันไม้ ผสมในวัสดุปลูก ทำให้บานขึ้นมีเปอร์เซ็นต์รอดของต้นกล้าสูงขึ้น และมีความสูง และการแตกกิ่งก้านเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kadota and Niimi, 2004) การใช้น้ำส้มควันไม้ในอัตราความเข้มข้น 0.1-6 เปอร์เซ็นต์ในขี้เลื่อยที่ทำก้อนเห็ดในการเพาะเห็ด Hiratake (*Pleurotus ostreatus*) พบว่าเห็ดมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 21-42 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการไม่ใส่น้ำส้มควันไม้ (Yoshimura et al., 1995) การใช้น้ำส้มควันไม้ ในลักษณะพ่นทางใบกับถั่วเหลือง มีแนวโน้มที่มีการเจริญเติบโต และผลผลิตที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ใช้ และให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวใหม่มีความงอกในสภาพไร่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดรุณี และ คณะ, 2547) ส่วนการใช้ในข้าวในลักษณะของการให้เป็นปุ๋ยทางใบ โดยการฉีดพ่นที่อัตราการเจือจาง 300-400 เท่า มีแนวโน้มที่ทำให้องค์ประกอบของผลผลิต และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพิ่มขึ้น (ชญาธิษฐ์ และ คณะ, 2547) และ การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่อัตราการเจือจาง 300 เท่า ร่วมกับการใส่ปุ๋ยซีไค 300 กิโลกรัม/ไร่ หรือ ปุ๋ยซี

รว 600 กิโลกรัม/ไร่ มีผลทำให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย (ศิริวรรณ และ คณะ, 2550; Jothityangkoon et al., 2007a)

ในปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกข้าวหันมาปลูกข้าวนาหว่านมากยิ่งขึ้น เนื่องจากภาวะการขาดแรงงาน ตลอดจนค่าจ้างแรงงานมีราคาแพง มีรายงานการใช้น้ำส้มควันไม้ในการแช่เมล็ดเพื่อกระตุ้นการงอก โดยเมล็ดข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำส้มควันไม้ที่อัตราการใช้ 300 เท่า มีเปอร์เซ็นต์การงอก ความยาวราก และลำต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Jothityangkoon et al., 2007b) ทั้งนี้ เนื่องจากในควันที่ได้จากการเผาไหม้ต้นพืชมี butenolide เป็นส่วนประกอบ ซึ่ง butenolide 3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้ของเซลลูโลส มีผลส่งเสริมการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Flematti et al., 2004) การใช้น้ำส้มควันไม้ซึ่งกลิ่นมีคุณสมบัติไล่แมลง และมีองค์ประกอบหลายชนิดที่สามารถกระตุ้นการงอก และเร่งการเจริญเติบโตได้ โดยการแช่เมล็ดก่อนปลูก และ การใช้ในรูปการฉีดพ่นทางใบ ร่วมกับการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตข้าวอินทรีย์ภายใต้สภาพนาหว่านได้ โครงการวิจัยดังกล่าวนี้เป็นโครงการวิจัยต่อเนื่อง 3 ปี โดยรายงานฉบับนี้ เป็นรายงานผลการศึกษานี้เป็นการศึกษาในปีที่ 3 ซึ่ง ของโครงการซึ่งเป็นการศึกษาผลของการใช้น้ำส้มควันไม้แช่เมล็ดก่อนหว่าน และการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ทาง ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และ คุณภาพพันธุ์ข้าว โดยเป็นการทดสอบโดยเกษตรกร

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย :

1.2.1 เพื่อศึกษาการใช้น้ำส้มควันไม้แช่เมล็ดก่อนปลูก และฉีดพ่นทางใบ ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตข้าว และเป็นการทดสอบเทคโนโลยีโดยเกษตรกร

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร (Review of Literature)

2.1 ข้าว

ข้าวเป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจของไทย เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ของประเทศยังประกอบอาชีพทำนา นอกจากนี้ประเทศไทยยังเป็นประเทศผู้ส่งออกข้าวเป็นอันดับหนึ่งของโลกมาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา กว่า 20 ปี แม้ว่าผลผลิตส่วนใหญ่จะใช้บริโภคภายในประเทศ ในฤดูการผลิต 2551/2552 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 67.50 ล้านไร่ โดยมีผลผลิตประมาณ 19.85 ล้านตันข้าวสาร ซึ่งมากกว่าปีการผลิต 2250/2551 ร้อยละ 2.77 และมีผลผลิตข้าวเปลือกเฉลี่ย 445 กิโลกรัมต่อไร่ โดยในปี 2552 (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2553) อย่างไรก็ตาม ผลผลิตโดยเฉลี่ยของข้าวไทยยังต่ำมาก และในปัจจุบันประเทศไทยต้องประสบปัญหาเกี่ยวกับการใช้สารเคมีในนาข้าวมาก เนื่องจากความต้องการเร่งผลผลิต ทำให้เกิดปัญหาการเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมตามมา และผู้บริโภคเริ่มที่จะรักษาสุขภาพมากขึ้น การบริโภคผลผลิตจากเกษตรอินทรีย์รวมทั้งข้าวจึงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งพบว่าพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์มีอัตราการขยายตัวสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2535 ซึ่งเป็นปีแรกที่มีการปลูกข้าวอินทรีย์

2.2 เมล็ดพันธุ์พืช

2.2.1 คุณภาพเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์เป็นหน่วยขยายพันธุ์ที่รวบรวมลักษณะต่างๆ ทางพันธุกรรมไว้ และการใช้เมล็ดพันธุ์ดี ถือเป็นปัจจัยการผลิตเบื้องต้นที่จะทำให้การผลิตพืชประสบความสำเร็จหรือไม่ ดังนั้นการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง คุณภาพเมล็ดพันธุ์ หมายถึง ผลรวมของลักษณะต่างๆ ของเมล็ดพันธุ์ทั้งกอง และแต่ละเมล็ดที่แสดงออกมารวมกัน ได้แก่ ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ (physical purity) เป็นองค์ประกอบทางกายภาพของเมล็ด ได้แก่ เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ (pure seed) เมล็ดพืชชนิดอื่นๆ (other crop seed) เมล็ดวัชพืช (weed seed) และสิ่งเจือปน (inert materials) มีความงอก (germination) หรือ ความมีชีวิตของเมล็ด (seed viability) และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (seed vigor) สูง มีความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์ (varietal purity) โดยเมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องมีลักษณะตรงตามพันธุ์ (true to variety) ปราศจากโรค และแมลงที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ มีความสม่ำเสมอของเมล็ดพันธุ์ (homogeneity) และไม่มีการแตกหักเสียหายเนื่องจากเครื่องจักรกล (mechanical damage) ในระหว่างขบวนการผลิต (Bewley and Black, 1982; Copeland and McDonald, 1995)

2.2.2 การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (seed deterioration)

โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์พืชมีคุณภาพสูงสุด ที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity, PM) ซึ่ง เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดสูงสุด มีความงอก และความแข็งแรง สูงที่สุด (Bewley and Black, 1982; Copeland and McDonald, 1995) หลังจากระยะ PM เมล็ดจะเริ่มเสื่อมคุณภาพ ซึ่งเมล็ดพันธุ์เมื่อเก็บเกี่ยว และถูกเก็บรักษานานขึ้น จะปรากฏออกมาเป็นอาการต่างๆ ให้เห็น เช่น งอกช้าลง อ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมในระหว่างการงอก ต้นกล้าที่งอกออกมามีอาการผิดปกติ และเมล็ดตายในที่สุด

2.3 การแช่เมล็ด (seed hydration)

2.3.1 ความหมาย และหลักการของการแช่เมล็ด

การแช่เมล็ด (seed hydration) เป็น วิธีการแช่เมล็ดในน้ำ หรือสารเคมีบางชนิดที่อุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมหลังจากนั้นแล้วลดระดับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ลงให้เท่ากับความชื้นตั้งต้นก่อนการแช่เมล็ด การแช่เมล็ดมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอก ความเร็ว และความสม่ำเสมอในการออก การแช่เมล็ดนั้นจะต้องสัมพันธ์กับรูปแบบการดูดน้ำของเมล็ด (water imbibition) ซึ่งในเมล็ดพืชทุกชนิด จะเป็น 3 ระยะ (triphasic phase) ระยะที่ 1 เมล็ดพืชมีการดูดน้ำอย่างรวดเร็ว ลักษณะการดูดน้ำแบบนี้สามารถเกิดได้กับเมล็ดทั่วไป ทั้งในเมล็ดที่ตายแล้วหรือเมล็ดที่มีการพักตัว ในระยะนี้จะมีการจัดเรียงตัวและซ่อมแซมผนังเมมเบรนของอวัยวะต่างๆ ในเมล็ด จากนั้น ที่ปลายระยะจะมีการกระตุ้นเอนไซม์ต่างๆให้ทำงาน ส่วนระยะที่ 2 (lag phase) เป็นระยะที่เมล็ดจะดูดน้ำอย่างช้าๆ ใช้เวลานานกว่าระยะที่ 1 รวมทั้งมีกระบวนการเมตาบอลิซึมเกิดขึ้น โดยส่วนใหญ่จะเป็นการสังเคราะห์ กรดนิวคลีอิกและเอนไซม์ต่างๆ มีการย่อยสลายของสารโมเลกุลใหญ่และสังเคราะห์ organelle ต่างๆ เพื่อเตรียมการงอก ปลายระยะจะมีการเคลื่อนย้ายสารไปยังจุดเจริญ คือ เตรียมพร้อมให้คัพภะงอกทะลุผ่านเปลือกหุ้มเมล็ดได้ ซึ่งเมื่อรากอ่อนแทงทะลุเยื่อหุ้มเมล็ดออกมา จะถือว่าขบวนการงอกได้สิ้นสุดลง ส่วน ระยะที่ 3 ของการดูดน้ำ ถือเป็น ระยะการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยในการแช่เมล็ดนั้น จะทำให้เมล็ดมีการดูดน้ำเพียงระยะที่ 1 และ 2 เท่านั้น (Copeland and McDonald, 1995)

2.3.2 ชนิดของการแช่เมล็ด

Copeland and McDonald (1995) ได้จำแนกเทคนิคการแช่เมล็ดไว้เป็น 3 กลุ่มได้แก่

2.3.2.1 prehydration

เป็นการแช่เมล็ดในน้ำก่อนปลูก ซึ่งการแช่เมล็ดในบางกรณีจะแช่นานจนเมล็ดงอก และมองเห็นรากอ่อนโผล่พ้นเยื่อหุ้มเมล็ดออกมา แล้วนำเมล็ดไปปลูก หรือในบางกรณี อาจแช่เมล็ดในน้ำ แต่ยังไม่เห็นการงอกของเมล็ด ก็ทำการลดความชื้น และเก็บรักษาเมล็ดไว้ได้โดยไม่ต้องปลูกทันที

2.3.2.2 priming

Seed priming (Heydecker and Coolbear, 1977) และ osmoconditioning (Khan et al., 1979) เป็นคำที่ใช้เรียก การแช่เมล็ดในสารละลาย เพื่อควบคุมการดูดซึม น้ำของเมล็ด โดยสารที่ใช้ในการควบคุมการดูดน้ำของเมล็ด มี 2 ประเภท คือ พวก inorganic salt เช่น CaCl_2 , KNO_3 , KH_2PO_4 , Na_2SO_4 และพวก organic salt เช่น polyethylene glycol (PEG), mannitol, sorbitol เป็นต้น (Frett et al., 1991) ซึ่งสารเหล่านี้จัดว่าเป็น osmoticum เนื่องจากเมื่อละลายในน้ำแล้วจะทำให้ค่า osmotic potential และ water potential เปลี่ยนไป ซึ่งจะส่งผลให้ความเป็นประโยชน์ของน้ำ (water availability) ลดลง สารละลายดังกล่าวจะควบคุมการดูดน้ำในช่วงระยะแรกของการงอก ทำให้เมล็ดมีเวลาสำหรับการซ่อมแซมเมมเบรนที่เสื่อมคุณภาพมากขึ้น (Stuart and Kevin, 1986; Parera and Cantiffe, 1994)

2.3.2.3 solid matrix priming

วิธีการดังกล่าวนี้ เป็นการควบคุมอัตราการดูดน้ำของเมล็ด โดยการใช้สารที่เป็นของแข็งเป็นตัวกลางโดยสารดังกล่าวที่ใช้ในการ prime ควรเป็นสารที่มีค่า metric potential ต่ำ ไม่ละลายน้ำ

มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้มาก มีพื้นผิวสัมผัสมาก ไม่เป็นอันตรายต่อเมล็ด และสามารถติดกับเมล็ดได้ดี สารในกลุ่มนี้ได้แก่ vermiculite, peat moss หรือ ทราย เป็นต้น เทคนิคดังกล่าวนี้บางครั้งจะเรียกว่า metriconditioning

2.3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการแช่เมล็ด

การแช่เมล็ดจะสามารถปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับ

2.3.3.1 พันธุ์พืช

เมล็ดพืชแต่ละชนิดมีลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบภายในที่แตกต่างกัน จึงตอบสนองต่อการแช่เมล็ดได้แตกต่างกัน

2.3.3.2 อายุของเมล็ดพันธุ์

เมล็ดที่เก็บเกี่ยวใหม่ หรือเก่าเกินไปมักไม่ตอบสนองต่อการแช่เมล็ด โดย Aquila et al. (1978) พบว่าเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุจะตอบสนองต่อการทำ seed priming สูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Goldsworthy et al. (1982) ที่ศึกษาความใหม่-เก่าของเมล็ดข้าวสาลีที่แช่น้ำต่อความงอกและอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยนำเมล็ดไปเร่งอายุในระยะเวลาที่ต่างกัน พบว่า เมล็ดที่ไม่ได้เร่งอายุนั้น การแช่น้ำและไม่แช่น้ำไม่ทำให้ความงอกและอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าแตกต่างกัน แต่ในเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมล็ดที่ไม่แช่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง ขณะที่เมล็ดที่แช่น้ำกลับมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น

2.3.3.3 ชนิด ความเข้มข้นของสารเคมี และระยะเวลาในการแช่เมล็ด

เมล็ดพืชแต่ละชนิดต้องการเวลาในการแช่ที่แตกต่างกัน โดย Khalil et al. (2001) ได้ศึกษาผลกระทบของความเข้มข้น และระยะเวลาในการทำ seed priming ด้วย PEG-8000 โดยการแช่เมล็ดด้วย PEG-8000 เป็นเวลา 1, 2 และ 7 วัน ซึ่งมีค่าความต่างศักย์ของน้ำเท่ากับ 0, -0.1, -0.2, -0.4, -0.5, -0.7 และ -1.1 MPa และเมล็ดที่ไม่ใช้สารเคมีแช่ด้วยน้ำเป็นเวลา 1, 2 และ 7 วัน เช่นเดียวกัน พบว่า เมื่อแช่เมล็ดด้วย PEG 8000 เป็นเวลา 7 วัน เป็นอันตรายต่อเมล็ด และทำให้เมล็ดมีความงอกของเมล็ดลดลงต่ำที่สุด อย่างไรก็ตาม เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นเมื่อแช่เมล็ดด้วย PEG-8000 เป็นเวลา 1 และ 2 วัน ซึ่งทำให้ความงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ PEG-8000 ที่เพิ่มขึ้น โดยเมล็ดมีความงอกสูงสุดเมื่อใช้ PEG-8000 ที่มีค่าความต่างศักย์ของน้ำเท่ากับ -1.1 เป็นเวลา 2 วัน

2.3.3.4 อุณหภูมิในการแช่เมล็ด

อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการดูดน้ำของเมล็ด และมีผลต่อค่า water potential ของสารละลายด้วย (Bradford, 1986) การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดีย่อมเป็นผลดีในอุณหภูมิที่เหมาะสม โดย Joshua and Hebbe (1994) ได้ทำการทดลองโดยแช่เมล็ดมะเขือเทศในสารละลาย CaCl_2 ความเข้มข้น 0, 1 และ 3 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลาต่างๆ กันที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส แล้วนำมาเพาะทันทีหลังจากทำให้เมล็ดมีความชื้นเท่าเดิม เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ผ่านกรรมวิธีเดียวกันแต่เก็บไว้ 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า เมล็ดที่แช่ CaCl_2 ภายใต้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 15, 30, 60 นาที อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 5, 10, 15 นาที และอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 1, 2, 5 นาที ตามลำดับ เมื่อนำมาเพาะทันทีจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอก 100 เปอร์เซ็นต์ และการเก็บเมล็ดไว้ 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไม่ส่งผลดีต่อความงอกของเมล็ด

2.3.3.5 วิธีการให้สารเคมีแก่เมล็ด

จากการศึกษาวิธี priming กับเมล็ดข้าวในรูปแบบต่างๆ ของ Basu and Pal (1979) พบว่า การแช่เมล็ดในน้ำ การให้น้ำแบบหยด การพ่นเป็นละออง หรือการทำให้เมล็ดอืดตัวด้วยไอน้ำ แล้วทำให้เมล็ดแห้ง ทุกวิธีไม่มีผลทำให้ความงอก ความยาวรากและลำต้นแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าเมล็ดที่ผ่านการ priming แล้ว มีแนวโน้มที่ความงอก ความยาวราก และลำต้นสูงจะกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ priming

2.3.4 ผลของการแช่เมล็ดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว

การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในน้ำก่อนปลูก (prehydration) เป็นวิธีการปฏิบัติทั่วไปของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาสวน ซึ่งเทคนิคดังกล่าวนี้ได้มีการปรับใช้ในพืชหลายๆ ชนิด รวมทั้งการศึกษาหาสารต่างๆ ในการแช่เมล็ดเพื่อยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การแช่เมล็ด ไม่ว่าจะเป็นโดยเทคนิค prehydration priming หรือ solid matrix priming นั้น จะช่วยให้ขบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ที่จำเป็นต่อขบวนการงอกเกิดขึ้น โดยที่การงอกที่มองเห็น คือการแทงทะลุของรากอ่อนผ่านเปลือกหุ้มเมล็ดยังไม่เกิดขึ้น (Bradford, 1986). โดยทั่วไปการแช่จะทำให้เมล็ดพืชมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงขึ้นงอกได้เร็ว และสม่ำเสมอ เพราะในระหว่างการดูดน้ำของเมล็ด จะเกิดขบวนการซ่อมแซมเซลล์ที่เสียหาย (Bray et al., 1995) กระตุ้นขบวนการเมแทบอลิซึม (Brasra et al., 2006) หรือ อาจมีการปรับค่าออสโมติกในเซลล์ (osmotic adjustment) (Bradford, 1986).

การศึกษาการแช่เมล็ดข้าว โดยวิธีการต่างๆ ในความพยายามเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต พบว่าการแช่เมล็ดข้าวในน้ำ (0 MPa) เป็นระยะเวลา 4 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ให้ผลเช่นเดียวกันกับ การแช่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เวลา 1 วัน และ แช่เมล็ดในสารละลาย -0.6 MPa PEG เป็นเวลา 4 วัน (Lee et al., 1998a) และในงานต่อเนื่องดังกล่าวยังพบว่า การแช่เมล็ดในสารละลาย -0.6 MPa PEG ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน ทำให้เมล็ดข้าวงอกได้เร็วกว่าเมล็ดข้าวที่ไม่ผ่านการแช่ โดยมีระยะเวลาของการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ สั้นลงถึง 0.9-3.7 วัน ซึ่งการแช่เมล็ดจะทำให้เมล็ดงอกได้ดีมากยิ่งขึ้นในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Lee et al., 1998b).

2.4 น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar)

น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) หรือ น้ำส้มไม้ หรือ น้ำควันไม้ หรือ กรดไพโรลิกเนียส (pyroligneous acid) เป็นของเหลวที่เกิดจากการควบแน่นของควัน เป็นผลพลอยได้จากขบวนการเผาถ่านในสภาพอับอากาศ (airtight condition) น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบทางเคมีหลายร้อยชนิด ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารประกอบพวกเซลลูโลส และลิกนิน ในระหว่างขบวนการเผาไม้ การใช้ประโยชน์จากควัน ทั้งในรูปของควัน (plant derived smoke) หรือ น้ำควันไม้ (liquid smoke) เพื่อกระตุ้นการงอกของเมล็ดพืช ได้มีการปฏิบัติมาเป็นเวลานานในประเทศในสภาพแวดล้อมที่มีไฟป่า (fire-prone environment) หรือ ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ประโยชน์จากน้ำส้มควันไม้มานานกว่า 200 ปี โดยใช้เป็นสารฆ่าเชื้อ สารดับกลิ่น และใช้ในทางการแพทย์ ในช่วงปี ค.ศ. 1930 ได้เริ่มมีการนำเอาน้ำส้มควันไม้มาใช้ทางการเกษตร โดยใช้ในลักษณะของปุ๋ยและสารเร่งการเจริญเติบโต ส่วนในประเทศไทยการใช้ประโยชน์จากน้ำส้มเริ่มจากการที่ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา เมื่อภาครัฐ และภาคเอกชนได้เข้ามาร่วมส่งเสริมการปลูกป่า และได้ส่งเสริมให้มีการใช้เตาเผาที่มีประสิทธิภาพสูง เรียกว่าเตาอิวา

เตะ (iwate kiln) และมีการดัดแปลงเป็นเตาเผาที่ทำมาจากถังน้ำมัน 200 ลิตร ซึ่งผลจากการส่งเสริมดังกล่าวทำให้มีผลพลอยได้ที่เกิดจากการเผาถ่าน คือ น้ำส้มควันไม้ ซึ่งเกษตรกรจำนวนหนึ่งได้เริ่มมีการนำไปใช้ประโยชน์ในทางเกษตร (พุฒินันท์, 2545; ชมรมสวนป่า ผลิตภัณฑ์และพลังงานจากไม้, 2546)

2.4.1 คุณสมบัติและส่วนประกอบของน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบต่างๆ หลายร้อยชนิด ซึ่งได้จากการสลายตัวของไม้ด้วยความร้อนเกิดเป็นสารประกอบใหม่หลายชนิด เช่น กรดอินทรีย์และแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ ได้จากการสลายตัวของเฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส ส่วนฟีนอลได้จากการสลายตัวของลิกนิน คุณสมบัติ และองค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ และอุณหภูมิในการเผา องค์ประกอบโดยประมาณของน้ำส้มควันไม้ ได้แก่ น้ำ 85 เปอร์เซ็นต์ กรดอินทรีย์ ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ และสารอินทรีย์อื่นๆ อีกประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ โดยสัดส่วนของสารประกอบในกลุ่มที่เป็นกรด สารประกอบพวกฟีนอล และ สารประกอบกลุ่มที่เป็นกลาง ที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดไม้ อุณหภูมิในการเผา เช่น น้ำส้มควันไม้ที่ผลิตจากไม้ไผ่ มีองค์ประกอบในกลุ่มที่เป็นกรดประมาณ 42 เปอร์เซ็นต์ สารประกอบพวกฟีนอล 23 เปอร์เซ็นต์ และ สารประกอบกลุ่มที่เป็นกลาง 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในสัดส่วนดังกล่าว มีปริมาณของกรดอะซิติกมากที่สุด (Mokusakueki, 2003) องค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ นอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของไม้แล้ว ยังขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิการเก็บน้ำส้มควันไม้ และระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยอุณหภูมิที่ใช้เผา หรืออุณหภูมิในการเก็บน้ำส้มควันไม้ มีผลต่อสัดส่วนของสารประกอบในน้ำส้มควันไม้ อุณหภูมิของการเผาที่สูงขึ้น มีผลทำให้ปริมาณของสารประกอบพวกฟีนอลเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณกรดอินทรีย์ลดลง (Nakai et al., 2007) องค์ประกอบของน้ำส้มควันไม้จะแตกต่างกันในการผลิตแต่ละครั้ง แม้ว่าจะมาจากไม้ชนิดเดียวกัน ดักเก็บควันที่ระดับอุณหภูมิเดียวกันก็ตาม ซึ่งก็เป็นข้อจำกัดทั่วไปของผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติที่ผลิตให้มีมาตรฐานเดียวกันได้ยาก อย่างไรก็ตาม น้ำส้มควันไม้ ควรมีค่าความเป็นกรดประมาณ 3 มีความถ่วงจำเพาะ ประมาณ 1.012–1.024 ซึ่งค่าความถ่วงจำเพาะที่เหมาะสมของน้ำส้มควันไม้กับการนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร คือ 1.007–1.024 (พุฒินันท์, 2545; ชมรมสวนป่า ผลิตภัณฑ์และพลังงานจากไม้, 2546; จีรพงษ์, 2548)

2.4.2 การใช้ประโยชน์จากน้ำส้มควันไม้

เนื่องจากน้ำส้มควันไม้มีสารประกอบต่างๆ มากมาย จึงมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย

2.4.2.1 ด้านอุตสาหกรรม โดยการใช้ น้ำส้มควันไม้ร่วมกับกรดฟอรั่มิก ในอัตรา 0:15, 1:15, 3:15, 5:15 และ 10:15 ในการทำยางพาราแผ่น ทำให้ยางแผ่นสามารถรับแรงกระทำ และมีระยะยืดเพิ่มมากยิ่งขึ้น เมื่อเทียบกับการใช้กรดฟอรั่มิกอย่างเดียว (พิมพ์ภัตราและสุชินันท์, 2550) การใช้ น้ำส้มควันไม้ เคลือบเนื้อไม้สามารถต้านทานการเข้าทำลายของ เชื้อรา บางชนิดได้ โดยสารประกอบฟีนอล มีบทบาทที่สำคัญในการควบคุมการทำลายของเชื้อรา (Kartal et al., 2004)

2.4.2.2 ด้านปศุสัตว์ ใช้ผสมกับอาหารสัตว์ เพื่อช่วยในการย่อย ช่วยยับยั้งการเกิดแก๊ส และดูดซึมโลหะหนักในกระเพาะอาหาร ช่วยป้องกัน และรักษาอาการท้องเสียของสัตว์ การผสมถ่านกัมมันต์ (activated charcoal) ที่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้ในอาหารไก่ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *Samonella enterica* ในลำไส้ที่เป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหาร แต่กระตุ้นการเจริญเติบโตของ เชื้อแบคทีเรียในลำไส้พวก *Enterococcus faecium* และ *Bifidobacterium*

thermophilum (Watarai and Tana, 2005) มีการใช้น้ำส้มควันไม้ในการกำจัดกลิ่น และขับไล่แมลง ในคอกสัตว์ป้องกันไม่ให้แมลงวางไข่ ขับไล่เห็บ หมัด และรักษาโรคเรื้อนของสัตว์ (จิระพงษ์, 2553)

2.4.2.3 ด้านการเกษตร

การใช้น้ำส้มควันไม้ในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พืช

การใช้น้ำส้มควันไม้ หรือควันในรูปอื่นๆ เช่น สารละลายจากควัน กับกระบวนการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพืชได้รับความสนใจศึกษามาเป็นเวลานาน โดยเฉพาะในแถบประเทศที่มีไฟไหม้ป่า เช่น ประเทศออสเตรเลีย ประเทศเซาท์แอฟริกา มลรัฐแคลิฟอร์เนีย มลรัฐออริโซนา ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีรายงานการศึกษาว่าควันสามารถกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พืชพื้นเมือง ของทวีปแอฟริกา 26 ชนิด จาก 40 ชนิดที่ทดสอบ เมื่อแช่เมล็ดในสารละลายจากควันในอัตรา 1 ต่อ 20 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่ง ควัน หรือสารละลายจากควัน นอกจากจะทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้น ยังทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น ด้วย (Brown et al., 1993; Brown et al., 1998; Sparg et al., 2005) นอกจากนี้ควันยังสามารถ กระตุ้นการงอกของเมล็ดพืชปลูก เช่น ข้าวโพด (Staden et al., 2006) โดยเมล็ดข้าวโพดแช่ สารละลายจากควันเจือจาง 500 เท่า เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้ความยาวราก ความสูงของลำต้น และ น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น หรือกระตุ้นการงอกของเมล็ดผักกาดหอม (Noble, 2001) ข้าว (Kulkarni et al., 2006; Jothityangkoon et al., 2007a) และในพืชอื่นๆ (Mu et al., 2003, 2004)

การใช้เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของพืช

มีการใช้น้ำส้มควันไม้ในลักษณะของปุ๋ยทางใบกับพืชหลายชนิด เช่น ไม้ผล พืชไร่ พืชผัก การใช้ ในแตงกวา ผักกาดหอม กะหล่ำ ในอัตราเจือจาง (น้ำส้มควันไม้:น้ำ, โดยปริมาตร) 300, 500, และ 800 เท่า พบว่า ผลผลิตของแตงกวา ผักสลัด และกะหล่ำ เพิ่มขึ้น 19, 20 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Jun et al., 2006) การใช้ในถั่วเหลือง (ดรุณีและคณะ, 2547) และถั่วลิสง (ดรุณีและคณะ, 2550ก) พบว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 300 ทำให้ถั่วเหลือง และถั่วลิสงมีแนวโน้มที่มีการ เจริญเติบโต และผลผลิตที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ใช้ และทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวใหม่มี ความงอกในสภาพไร่เพิ่มขึ้น (ดรุณีและคณะ, 2547)

การใช้น้ำหมักชีวภาพ และน้ำส้มควันไม้สำหรับมะเขือเทศ คือ อัตรา 1:500 และ อัตรา 1:800 ตามลำดับ ทำให้มะเขือเทศมีน้ำหนักผลสด และน้ำหนักผลแห้งสูงที่สุด การใช้น้ำหมักชีวภาพ หรือ การ ใช้น้ำส้มควันไม้ หรือ การใช้น้ำหมักชีวภาพร่วมกับน้ำส้มควันไม้ ช่วยทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิต ของมะเขือเทศเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มมวลชีวภาพจุลินทรีย์ในโตรเจน และมวลชีวภาพจุลินทรีย์ คาร์บอนให้สูงขึ้นด้วย แต่มีผลน้อยต่อการสะสมปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในพืช และมีผลน้อยต่อความ งอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ (ทัศนิกา และคณะ, 2553; ทัศนิกา, 2554) นอกจากนี้การใช้น้ำส้มควันไม้ ผสมในวัสดุปลูก ทำให้บานขึ้นมีเปอร์เซ็นต์รอดของต้นกล้าสูงขึ้น และมี ความสูง และการแตกกิ่งก้านเพิ่มขึ้น (Kadota et al., 2004)

การใช้เพื่อควบคุมศัตรูพืช

น้ำส้มควันไม้มีคุณสมบัติเป็นสารไล่แมลงเนื่องจากกลิ่นควัน การฉีดพ่นให้กับพืชทางใบมักจะใช้ ในความเข้มข้นที่ต่ำมากซึ่งไม่สามารถฆ่าแมลงได้ อย่างไรก็ตาม การที่กลิ่นสามารถไล่แมลงได้ การใช้ น้ำส้มควันไม้ในอัตรา 1:200 ฉีดพ่นทุก 5 วัน มีประสิทธิภาพ ในการลดประชากรของเพลี้ยกระโดดสี น้ำตาลในข้าว ให้ต่ำกว่าสารฆ่าแมลงอิมิดาโคลพริด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ แต่การใช้น้ำส้มควันไม้

ส่งเสริมให้เกิดการเปื้อน ของแทนเปื้อนไข่เพื้อยกระโดตสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น 1-1.5 เท่า ทำให้ประชากรของเพื้อยกระโดตสีน้ำตาลในแปลงที่พ่นด้วยน้ำส้มไม้มีปริมาณที่ต่ำไปด้วย โดยไข่ของเพื้อยกระโดตสีน้ำตาลที่ถูกเปื้อนจะไม่สามารถฟักออกเป็นตัวอ่อนได้ (สุภาณี, 2551) การใช้น้ำส้มคว้นไม้ร่วมกับสารกำจัดแมลง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงได้ดีขึ้น ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีได้ การใช้ น้ำส้มคว้นไม้ในอัตราเจือจาง 300 เท่าผสมกับสารฆ่าแมลงพวก คาร์โบฟูแรนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมเพื้อยกระโดตสีน้ำตาล (Kim et al., 2008) และนักวิจัยกลุ่มนี้ ก็ได้มีการศึกษาการใช้ น้ำส้มคว้นไม้ร่วมกับการสารกำจัดวัชพืช พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชได้ดีขึ้น

ส่วนการใช้น้ำส้มคว้นไม้ในอัตราความเข้มข้นสูงๆ โดยใช้ทางดินก่อนการปลูกพืช จะช่วยควบคุมการเชื้อราในดิน การใช้น้ำส้มคว้นไม้ในอัตรา เจือจาง 40 เท่า ราวดินก่อนปลูก 10 วัน และการฉีดพ่นน้ำส้มคว้นไม้ทางใบในอัตราเจือจาง 200-500 เท่า ตลอดฤดูปลูก ช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ซึ่งสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน ในดิน และในฝักถั่วลิสง (ดรุณี และคณะ, 2550ช; Jothityangkoon et al., 2008)

การใช้น้ำส้มคว้นไม้ในข้าว

การใช้น้ำส้มคว้นไม้ในนาข้าว เป็นการใช้น้ำส้มคว้นไม้ร่วมกับสารกำจัดวัชพืชอื่นๆ น้ำส้มคว้นไม้ช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวโดยทำให้ข้าวแตกกอได้ดีขึ้น ใบเขียวนานขึ้น ทำให้เมล็ดมีระยะของการสะสมอาหารนานขึ้น เมล็ดจึงมีขนาดโตขึ้น และเมล็ดมีคุณภาพดีมากยิ่งขึ้น การแช่เมล็ดด้วยสารละลายน้ำส้มคว้นไม้ จะทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกได้มากขึ้น รากพัฒนาได้ดีมากยิ่งขึ้น ตั้งตัว และเจริญเติบโตได้ดี ได้เร็ว การใช้ น้ำส้มคว้นไม้ในข้าวไวแสง เช่น ขาวดอกมะลิ 105 กข 6 หรือ ข้าวไม่วางแสงพันธุ์ต่างๆ ในฤดูนาปีสามารถใช้ทั้งการแช่เมล็ด และฉีดพ่นทางใบทุก 2 สัปดาห์ ส่วนข้าวไม่วางแสงในฤดูนาปรัง เนื่องจากมีน้ำ และ แสงแดด เต็มที่ พบว่า การปฏิบัติดังกล่าวทำให้ใบข้าวเขียวนานขึ้น อาจต้องยืดอายุการเก็บเกี่ยวออกไป หรือ อาจต้องลดจำนวนครั้งของการฉีดพ่นทางใบ ในส่วนของนาดำจะใช้ฉีดพ่นทางใบ หลังย้ายกล้า 2 สัปดาห์ จนกระทั่ง 2 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว โดยใช้ความเข้มข้น เช่นเดียวกับการใช้ในนาหว่าน (ชญาธิษฐ์และคณะ, 2547; ศิริวรรณและคณะ, 2550; ธีรยุทธภรณ์และคณะ, 2552; ศิริษาและคณะ, 2553; Jothityangkoon et al., 2007b; Hok et al., 2009)

2.5 สรุป

จากการตรวจสอบเอกสารข้างต้น และจากสถานการณ์ปัจจุบันที่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวหันมาปลูกข้าวนาหว่านมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการขาดแรงงาน ตลอดจนค่าจ้างแรงงานมีราคาแพง และการสนใจใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเป็นการลดการใช้ปุ๋ยเคมี หรือ ภายใต้สภาพการผลิตพืชแบบอินทรีย์ที่เพิ่มมากขึ้น จึงนำไปสู่ความสนใจในการศึกษาการใช้ น้ำส้มคว้นไม้ซึ่งมีองค์ประกอบหลายชนิดที่สามารถกระตุ้นการงอก และเร่งการเจริญเติบโตได้ โดยการแช่เมล็ดก่อนปลูก ร่วมกับการใช้ในรูปการฉีดพ่นทางใบที่มีรายงานว่า มีแนวโน้มที่จะทำให้ผลผลิตข้าวดีขึ้น และอาจเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตข้าวอินทรีย์ได้

บทที่ 3

การใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด และปุ๋ยทางใบ: การทดสอบเทคโนโลยีโดยเกษตรกร

3.1 คำนำ

น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar หรือ pyroligneous acid) เป็นของเหลวที่เกิดจากการควบแน่นของควันระหว่างการเผาถ่านภายใต้สภาพอ็อกซิเจน น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบทางเคมีมากกว่า 200 ชนิด (ชมรมสวนป่า ผลิตภัณฑ์และพลังงานจากไม้, 2546; จิระพงษ์, 2548) การใช้น้ำส้มควันไม้ในทางการเกษตรพบว่า การผสมในวัสดุปลูก ทำให้บ้านขึ้นมีเปอร์เซ็นต์รูดของต้นกล้า ความสูง และการแตกกิ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kadota and Niimi, 2004) เมื่อผสมในขี้เลื่อยทำก้อนเห็ดในการเพาะเห็ด Hiratake (*Pleurotus ostreatus*) ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 21-42 เปอร์เซ็นต์ (Yoshimura et al., 1995) เพิ่มผลผลิตในผัก (Jun et al., 2006) การใช้ฉีดทางใบ ทำให้ถั่วเหลืองมีแนวโน้มการเจริญเติบโต ผลผลิตที่ดีขึ้น และให้เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกในสภาพไร่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดรณี และ คณะ, 2547) การฉีดพ่นทางใบในอัตราการเจือจาง 300 เท่าทุก 14 วัน ทำให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพิ่มขึ้น (ชยานันท์ และ คณะ, 2547; ศิริวรรณ และ คณะ, 2550; Jothityangkoon et al., 2007a; Hok et al., 2009) นอกจากนี้ การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในสารละลายน้ำส้มควันไม้ อัตราการเจือจาง 300 เท่า ทำให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์การงอก ความยาวรากและลำต้น เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ศิรชา และคณะ, 2553; Jothityangkoon et al., 2007b) โดยในควันพืชมีสาร บิวทีโนไลด์ (butenolide 3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one) เป็นส่วนประกอบมีผลส่งเสริมการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Flematti et al., 2004) ในปัจจุบันชาวนาหันมาปลูกข้าวนาหว่านมากขึ้น เนื่องจากปัญหาด้านแรงงาน และจากการที่น้ำส้มควันไม้สามารถกระตุ้นการงอกได้ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการปฏิบัติของเกษตรกรในการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในน้ำก่อนหว่าน กับการแช่เมล็ดในสารละลายน้ำส้มควันไม้ก่อนหว่าน ร่วมกับการฉีดพ่นทางใบ โดยเป็นการทดสอบโดยเกษตรกร

3.2 วิธีการศึกษา

ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด ร่วมกับการฉีดพ่นทางใบ เปรียบเทียบกับวิธีการของเกษตรกร ทำการทดสอบในฤดูนาปรัง 3 ฤดู คือ ฤดูนาปรัง ปี 2552/2553, ปี 2553/2554 และ ปี 2554/2555 เป็นการทดสอบโดยเกษตรกร

3.2.1 การทดลองย่อยที่ 1 การทดสอบในฤดูนาปรัง ปี 2552/2553¹

ทดสอบโดยเกษตรกร 5 รายในเขตชลประทาน บ้านท่าพระทราย ตำบลโคกสี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ในฤดูนาปรัง ปี 2552/2553 ระหว่างเดือนธันวาคม 2553-พฤษภาคม 2554 โดยมีวิธีการปฏิบัติ ดังนี้

¹ ดรณี โชติขุขยางกูร* สดุดี วรรณพัฒน์ และ อนันต์ พลธานี. 2555. การใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด และฉีดพ่นทางใบในข้าวนาหว่าน: การทดสอบโดยเกษตรกร. แก่นเกษตร 40 (ฉบับพิเศษ):233-240.

วิธีที่ 1 วิธีปฏิบัติของเกษตรกร เกษตรกรโดยทั่วไปจะทำการแช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในกระสอบพลาสติกสาน (กระสอบปุ๋ย) แล้วนำขึ้นมาวางในที่ร่ม แล้วทำการบ่มอีก 2 วันก่อนทำการ หว่าน

วิธีที่ 2 วิธีแนะนำ โดยการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในสารละลายน้ำส้มคว้นไม้้อตราเจือจาง 300 เท่า เป็นเวลา 48 ชั่วโมงก่อนหว่าน และ ฉีดพ่นทางใบทุก 15 วัน จนถึง 15 วันก่อนเก็บเกี่ยว

ดำเนินการทดลองโดยการเลือกพื้นที่แปลง และแบ่งออกเป็นสองส่วน โดยส่วนที่ 1 เป็นวิธี ปฏิบัติของเกษตรกร และส่วนที่ 2 เป็นวิธีแนะนำ ซึ่งการปฏิบัติดูแลรักษาข้าวทั้งสองกรรมวิธี อื่นๆ ดำเนินการเหมือนกันทุกประการ

การเก็บข้อมูล:

สุ่มเก็บตัวอย่างข้าว จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย ที่ระยะ 30 วันหลังหว่าน ระยะแตกกอสูงสุด ทำการวัดความสูง นับจำนวนหน่อต่อต้น วัดพื้นที่ใบโดยเครื่องวัดพื้นที่ใบ (LD 3100) เก็บรากที่ระดับ ความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อวัดความยาวราก และพื้นที่รากด้วยโปรแกรม WinrhizoPro2004a แล้ว นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน และ น้ำหนักแห้งราก ส่วนที่ระยะเก็บเกี่ยว ทำการสุ่มเก็บผลผลิตจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร ของแต่ละแปลง ย่อย ในแต่ละกรรมวิธีการทดลอง และ สุ่มตัวอย่างข้าว 10 ต้นต่อแปลงย่อยเพื่อบันทึกข้อมูล ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตบางลักษณะ ได้แก่ จำนวนรวงต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล: วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้แผนการทดลองแบบ factorial in randomized complete block design (RCB) โดยปัจจัยที่ 1 คือ วิธีการแช่ 2 วิธี ปัจจัยที่ 2 คือ เกษตรกร 5 ราย จำนวน 3 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ Statistix 8

3.2.2 การทดลองย่อยที่ 2 การทดสอบในฤดูนาปรัง ปี 2553/2554

ทดสอบโดยเกษตรกร 5 รายในเขตชลประทาน บ้านท่าพระทราย ตำบลโคกสี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ในฤดูนาปรัง จำนวน 3 รายในพื้นที่ชัยนาท 1 และ โดยเกษตรกรบ้านทางสูง ต.โนน ท่อน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 2 รายในพื้นที่พิษณุโลก 2

วิธีการทดลอง ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองย่อยที่ 1 ยกเว้น การใช้น้ำส้มคว้นไม้ เกษตรกรจะใช้แช่เมล็ดอย่างเดียวไม่มีการฉีดพ่นทางใบ

3.2.3 การทดลองย่อยที่ 3 การทดสอบในฤดูนาปรัง ปี 2554/2555

ทดสอบโดยเกษตรกร 8 รายในเขตชลประทาน บ้านท่าพระทราย ตำบลโคกสี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ในฤดูนาปรัง จำนวน 4 รายในพื้นที่ชัยนาท 1 และ โดยเกษตรกรบ้านทางสูง ต.โนน ท่อน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 4 รายในพื้นที่พิษณุโลก 2

วิธีการทดลอง ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองย่อยที่ 1 ยกเว้น การใช้น้ำส้มคว้นไม้ เกษตรกรจะใช้แช่เมล็ดอย่างเดียวไม่มีการฉีดพ่นทางใบ

หมายเหตุ: ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่มีข้อมูลผลการทดสอบในฤดูนาปี เนื่องจากในปี 2554 ประสบ ภาวะน้ำท่วมในพื้นที่ทำการทดสอบ

3.3 ผลการศึกษา

3.3.1 การทดลองย่อยที่ 1 ผลการทดสอบในฤดูนาปรัง ปี 2552/2553

ที่ระยะ 30 วันหลังหว่านการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยน้ำส้มควันไม้ อัตราเจือจาง 300 เท่า 48 ชั่วโมงก่อนหว่านทำให้ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีความสูงต้น และความยาวรากรวมต่อต้น มากกว่าข้าวที่แช่ในน้ำเพียงอย่างเดียวก่อนหว่าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในลักษณะอื่น (ข้อมูลไม่นำเสนอ) ที่ระยะแตกกอสูงสุด ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ผ่านการแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำส้มควันไม้ก่อนหว่านมีความสูงต้น พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งต้น ความยาวราก และพื้นที่ผิวราก มากกว่าการแช่เมล็ดด้วยน้ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อการแตกกอของข้าว (ตารางที่ 3.1) เช่นเดียวกันที่ระยะเก็บเกี่ยว การแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำส้มควันไม้ ทำให้ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีน้ำหนักแห้งต้น ความยาวราก พื้นที่ผิวราก มากกว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำเปล่าก่อนหว่านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.2) และให้ จำนวนรวงต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น และผลผลิต สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.3) โดยข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่เมล็ดพันธุ์ผ่านการแช่ในน้ำส้มควันไม้ก่อนหว่าน มีจำนวนรวงต่อต้นโดยเฉลี่ย 3.00 รวง ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่น้ำเปล่าให้รวงโดยเฉลี่ย 2.08 รวงต่อต้น และจำนวนเมล็ด 166 และ 117 เมล็ดต่อต้น ตามลำดับ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ให้ผลผลิต 465 และ 428 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อแช่เมล็ดในน้ำส้มควันไม้ อัตราเจือจาง 300 เท่า 48 ชั่วโมงก่อนหว่าน และฉีดพ่นทางใบทุก 14 วัน และ แช่น้ำก่อนหว่าน ตามลำดับ (ตารางที่ 3.4)

ตารางที่ 3.1 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารเคมีลีด และปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 ที่ระยะ 30 วันหลังหว่าน เมื่อปลูกในฤดูนาปรังปี 2552/2553 เปรียบเทียบกับ วิธีการปฏิบัติของเกษตรกร

กรรมวิธี	ระยะ 30 วันหลังหว่าน					
	ความสูง (ซม.)	จำนวนหน่อ /ต้น	พื้นที่ใบ (ตร.ซม./ต้น)	น้ำหนักแห้ง (ก/ต้น)	ความยาว รากรวม (ซม./ต้น)	พื้นที่ผิวราก (ตร.ซม./ต้น)
วิธีเคมีลีดพันธุ์ (S)						
แช่น้ำ วิธีเกษตรกร (S1)	40.95 b	1.10	39.23	0.6354	436 b	44.89
แช่น้ำส้มควันไม้ (S2)	43.80 a	1.18	48.82	0.6339	471 a	44.60
เกษตรกร (F)						
รายที่ 1 (F1)	44.53 b	1.15 ab	39.69 c	0.6433 ab	470 a	52.55 a
รายที่ 2 (F2)	49.16 a	1.05 b	49.60 a	0.6849 b	480 a	50.08 ab
รายที่ 3 (F3)	44.29 b	1.00 b	44.65 b	0.6842 b	449 b	47.32 b
รายที่ 4 (F4)	42.63 b	1.15 ab	40.62 bc	0.6281 bc	453 b	42.97 c
รายที่ 5 (F5)	31.28 c	1.35 a	25.58 d	0.5328 d	415 c	30.79 d
S x F						
S1F1	41.36 d	1.10	37.69	0.6332	453	51.89
S1F2	50.10 a	1.00	51.16	0.6860	463	51.99
S1F3	42.03 d	1.00	41.78	0.6987	432	49.59
S1F4	41.38 d	1.10	41.37	0.6227	440	42.13
S1F5	29.89 e	1.30	24.17	0.5365	393	28.86
S2F1	47.70 ab	1.20	41.69	0.6534	486	53.22
S2F2	48.21 ab	1.10	48.04	0.6838	497	48.17
S2F3	46.55 bc	1.00	47.51	0.6697	466	45.05
S2F4	43.87 cd	1.20	39.88	0.6336	466	43.81
S2F5	32.67 e	1.40	26.99	0.5291	438	32.72
S	**	ns	ns	ns	**	ns
F	**	*	*	**	**	**
S x F	**	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7.38	29.82	17.70	6.02	5.58	13.24

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี LSD

ตารางที่ 3.2 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารเคมีลัด และปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 ที่ระยะแตกกอสูงสุด เมื่อปลูกในฤดูนาปรังปี 2552/2553 เปรียบเทียบกับ วิธีการปฏิบัติของเกษตรกร

กรรมวิธี	ระยะแตกกอสูงสุด					
	ความสูง (ซม.)	จำนวนหน่อ /ต้น	พื้นที่ใบ (ตร.ซม./ต้น)	น้ำหนักแห้ง (ก./ต้น)	ความยาว รากรวม (ซม./ต้น)	พื้นที่ผิวราก (ตร.ซม./ต้น)
วิธีแช่เมล็ดพันธุ์ (S)						
แช่น้ำ	46.47 b	1.66	90 b	4.448 b	794	99 b
วิธีเกษตรกร (S1)						
แช่น้ำส้มควันไม้ (S2)	49.74 a	1.52	106 a	5.156 a	1092	122 a
เกษตรกร (F)						
รายที่ 1 (F1)	49.28 b	1.65	109	4.721 c	961	113 a
รายที่ 2 (F2)	54.76 a	1.45	101	4.992 a	970	112 a
รายที่ 3 (F3)	49.44 b	1.65	92	4.968 ab	972	116 a
รายที่ 4 (F4)	49.25 b	1.55	100	4.868 b	980	114 a
รายที่ 5 (F5)	37.85 c	1.65	86	4.459 d	834	100 b
S x F						
S1F1	46.25 f	1.70	88	4.235 d	804	100
S1F2	54.32 ab	1.50	97	4.643 b	809	101
S1F3	48.40 de	1.70	90	4.722 b	801	102
S1F4	46.00 e	1.60	95	4.529 c	815	102
S1F5	37.40 f	1.80	82	4.109 d	742	90
S2F1	52.30 bc	1.60	131	5.208 a	1118	127
S2F2	55.20 a	1.40	106	5.341 a	1130	123
S2F3	50.40 cd	1.60	94	5.214 a	1142	131
S2F4	52.50 bc	1.50	106	5.207 a	1145	126
S2F5	38.30 f	1.50	91	4.809 b	962	109
S	**	ns	*	**	**	**
F	**	ns	ns	**	**	**
S x F	**	ns	ns	**	**	ns
CV (%)	6.16	39.78	30.81	4.09	7.23	6.18

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี LSD

ตารางที่ 3.3 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารฆ่าแมลง และปุ๋ยทางใบต่อความสูง น้ำหนักแห้งต้น ความยาวราก และพื้นที่ผิวรากของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ระยะเก็บเกี่ยว เมื่อปลูกในฤดูนาปรังปี 2252/2553 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร

กรรมวิธี	ระยะเก็บเกี่ยว			
	ความสูงต้น (ซม.)	น้ำหนักแห้ง (ก./ต้น)	ความยาว รากรวม (ซม./ต้น)	พื้นที่ผิวราก (ตร.ซม./ต้น)
วิธีแช่เมล็ดพันธุ์ (S)				
แช่น้ำ	66.59	5.101 b	1116 b	120 b
วิธีเกษตรกร (S1)				
แช่น้ำส้มควันไม้ (S2)	68.54	5.699 a	1511 a	168 a
เกษตรกร (F)				
รายที่ 1 (F1)	80.68 a	5.983 a	1330	145 b
รายที่ 2 (F2)	36.56 d	5.356 b	1291	147 b
รายที่ 3 (F3)	77.40 b	5.197 cd	1552	154 a
รายที่ 4 (F4)	76.48 b	5.139 d	1332	152 a
รายที่ 5 (F5)	66.72 c	5.326 b	1064	123 c
S x F				
S1F1	80.40 ab	5.472 b	1134	120
S1F2	35.70 g	4.334 e	1183	123
S1F3	72.30 de	5.254 cd	1101	126
S1F4	75.17 de	5.005 e	1211	128
S1F5	69.40 e	5.441 bc	952	103
S2F1	80.97 ab	6.494 a	1524	169
S2F2	37.42 g	6.378 a	1399	171
S2F3	82.50 a	5.139 de	2004	180
S2F4	77.80 bc	5.272 bcd	1453	176
S2F5	64.03 f	5.211 de	1176	143
S	ns	**	**	**
F	**	**	ns	**
S x F	*	**	ns	ns
CV (%)	5.52	3.55	21.30	3.27

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี LSD

ตารางที่ 3.4 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด และปุ๋ยทางใบต่อผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตบางประการของข้าวพันธุ์ชัยนาท เมื่อปลูกในฤดูนาปรังปี 2552/2553 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร

กรรมวิธี	ระยะเก็บเกี่ยว		
	จำนวนรวง / ต้น	จำนวนเมล็ด/ต้น	ผลผลิต (กก./ไร่)
วิธีแช่เมล็ดพันธุ์ (S)			
แช่น้ำ	2.08 b	117 b	428 b
วิธีเกษตรกร (S1)			
แช่น้ำส้มควันไม้ (S2)	3.00 a	166 a	465 a
เกษตรกร (F)			
รายที่ 1 (F1)	4.87 a	317 a	454 a
รายที่ 2 (F2)	1.72 d	117 b	453 a
รายที่ 3 (F3)	1.05 e	64 c	450 a
รายที่ 4 (F4)	2.12 c	103 b	460 a
รายที่ 5 (F5)	2.95 b	106 b	416 b
S x F			
S1F1	4.40 b	266	535
S1F2	1.37 e	87	432
S1F3	1.03 e	60	432
S1F4	1.10 e	55	437
S1F5	2.50 d	99	405
S2F1	5.33 a	348	472
S2F2	2.07 d	146	474
S2F3	1.07 e	67	470
S2F4	3.13 c	152	482
S2F5	3.40 c	113	426
S	**	**	**
F	**	**	**
S x F	*	ns	ns
CV (%)	18.80	23.75	2.49

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี LSD

3.3.2 การทดลองย่อยที่ 2 ผลการทดสอบในฤดูนาปรัง ปี 2553/2554

การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยน้ำส้มควันไม้ อัตราเจือจาง 300 เท่า 48 ชั่วโมงก่อนหว่านทำให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ดีขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนต้นต่อพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ การแช่เมล็ดด้วยน้ำเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ ยังทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีความสูง การสะสมน้ำหนักแห้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในการสะสมน้ำหนักแห้งราก (ตารางที่ 3.5) การแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำส้มควันไม้ ทำให้ข้าวมีจำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดต่อรวง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.5) โดยในข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 การแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลายน้ำส้มควันไม้ก่อนหว่าน ทำให้ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 มีจำนวนต้นต่อพื้นที่ ความสูง และจำนวนเมล็ดต่อรวง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.6) และ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีการตอบสนองต่อการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด มากกว่าพันธุ์พิษณุโลก 2 โดยทุกลักษณะมีการตอบสนองต่อการแช่เมล็ดด้วยน้ำส้มควันไม้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นการสะสมน้ำหนักแห้งราก (ตารางที่ 3.7) แต่อย่างไรก็ตาม จะพบระดับของการตอบสนองที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกษตรกรที่เข้าร่วมการทดสอบการใช้น้ำส้มควันไม้ (ตารางที่ 3.5-3.7)

ตารางที่ 3.5 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารเร่งเมล็ดต่อผลผลิตของข้าว เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติ
ของเกษตรกร ฤดูนาปรังปี 2553/2554

กรรมวิธี	ระยะเก็บเกี่ยว					
	จำนวนต้น ต่อพื้นที่ (ตร.ม.)	ความสูง (ซม.)	นน.แห้ง (กรัม/ต้น)	น้ำหนัก แห้ง/ราก (กรัม/ต้น)	จน.เมล็ด/ รวง	นน.เมล็ด/ (กรัม/รวง)
วิธีแช่เมล็ดพันธุ์ (S)						
แช่น้ำ (วิธีเกษตรกร) (S1)	680 b	81.67 b	1.614 b	0.125	63.48 b	1.617 b
แช่น้ำส้มควันไม้ (S2)	967 a	86.81 a	1.900 a	0.190	89.43 a	2.233 a
เกษตรกร (F)						
รายที่ 1 (F1)	750 bc	80.57 c	1.265 b	0.257 a	62.12 a	1.314 c
รายที่ 2 (F2)	1017 a	94.40 a	1.498 b	0.374 a	85.47 ab	1.172 c
รายที่ 3 (F3)	836 b	80.25 c	1.972 a	0.061 b	85.20 ab	2.186 b
รายที่ 4 (F4)	677 c	82.53 bc	2.025 a	0.043 b	58.53 b	1.821 b
รายที่ 5 (F5)	837 b	83.45 b	2.025 a	0.052 b	90.95 a	3.130 a
S x F						
S1F1	517	79.50	1.280 bc	0.246	62.17	1.330 de
S1F2	884	90.33	0.873 c	0.238	75.70	0.940 e
S1F3	685	77.37	1.913 ab	0.058	55.77	1.689 d
S1F4	571	80.43	2.025 a	0.042	51.40	1.697 d
S1F5	740	80.70	1.978 a	0.043	72.37	2.426 bc
S2F1	983	81.63	1.250 c	0.269	62.07	1.298 de
S2F2	1150	98.47	2.122 a	0.511	95.23	1.404 de
S2F3	986	83.13	2.031 a	0.065	114.63	2.683 b
S2F4	782	84.63	2.025 a	0.044	65.67	1.944 cd
S2F5	934	86.20	2.072 a	0.061	109.53	3.834 a
S	**	**	**	ns	**	**
F	**	**	*	**	*	**
S x F	ns	ns	*	ns	ns	*
CV (%)	11.20	2.58	21.16	87.12	29.98	20.77

หมายเหตุ: เกษตรกรรายที่ 1-2 ปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2; เกษตรกรรายที่ 3-5 ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, *, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD

ตารางที่ 3.6 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ในสภาพการผลิต ฤดูนาปรังปี 2553/2554

กรรมวิธี	ระยะเก็บเกี่ยว					
	จำนวนต้นต่อพื้นที่ (ตร.ม.)	ความสูง (ซม.)	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม/ต้น)	น้ำหนักแห้งราก (กรัม/ต้น)	จน.เมล็ด /รวง	นน. เมล็ด/ (กรัม/รวง)
วิธีแช่เมล็ดพันธุ์ (S)						
แช่น้ำ (วิธีเกษตรกร) (S1)	700 a	84.92 b	1.077	0.242	68.93 b	1.135
แช่น้ำส้มควันไม้ (S2)	1066 b	90.05 a	1.686	0.390	78.65 a	1.351
เกษตรกร (F)						
รายที่ 1 (F1)	750 b	80.57 b	1.265	0.257	62.12 b	1.314
รายที่ 2 (F2)	1017 a	94.40 a	1.498	0.374	85.47ba	1.172
S x F						
S1F1	517	79.50 c	1.280	0.2455	62.17 c	1.330
S1F2	884	90.33 b	0.873	0.2382	75.70 b	0.940
S2F1	983	81.63 c	1.250	0.2685	62.07 c	1.2981
S2F2	1150	98.47 a	2.122	0.5106	95.23 a	1.4040
S	**	**	ns	ns	*	ns
F	**	**	ns	ns	**	ns
S x F	ns	*	ns	ns	*	ns
CV (%)	12.73	1.63	37.13	74.16	7.80	33.17

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, *, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD

ตารางที่ 3.7 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ฤดูนาปรังปี 2553/2554

กรรมวิธี	ระยะเก็บเกี่ยว					
	จำนวนต้น (ตร.ม.)	ความสูง (ซม.)	นน.แห้ง (กรัม/ต้น)	น้ำหนัก แห้ง/ราก (กรัม/ต้น)	จน.เมล็ด/ รวง	นน. เมล็ด/ (กรัม/ รวง)
วิธีแช่เมล็ดพันธุ์ (S)						
แช่น้ำ (วิธีเกษตรกร) (S1)	666 b	79.50 b	1.972 b	0.047	59.84 b	1.938 b
แช่น้ำส้มควันไม้ (S2)	900 a	84.66 a	2.043 a	0.057	96.61 a	2.820 a
เกษตรกร (F)						
รายที่ 1 (F1)	835 a	80.25	1.972	0.061 a	85.20	2.186 b
รายที่ 2 (F2)	676 b	82.53	2.025	0.043 a	58.56	1.821 b
รายที่ 3 (F3)	837 a	83.54	2.025	0.052 ab	90.95	3.130 a
S x F						
S1F1	685	83.13	1.913	0.058	55.77	1.689
S1F2	571	84.63	2.025	0.052	51.40	1.697
S1F3	740	86.20	1.978	0.043	72.37	2.426
S2F1	986	77.37	2.031	0.065	114.63	2.683
S2F2	782	80.43	2.025	0.044	65.67	1.944
S2F3	934	80.70	2.072	0.061	109.53	3.834
S	**	**	*	ns	**	**
F	*	ns	ns	*	ns	**
S x F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	21.84	3.26	2.94	87.12	37.23	17.18

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, *, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD

3.3.3 การทดลองย่อยที่ 3 ผลการทดสอบในฤดูนาปรัง ปี 2554/2555

พบการตอบสนองในทำนองเดียวกัน ถึงผลของการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยน้ำส้มควันไม้ อัตราเจือจาง 300 เท่า 48 ชั่วโมงก่อนหว่าน โดยที่ระยะ 60 วันหลังการหว่าน พบว่า การแช่เมล็ดด้วยน้ำส้มควันไม้ ทำให้ข้าวมีความสูง การสะสมน้ำหนักแห้งต้น และ น้ำหนักแห้งราก ของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และ พันธุ์ชัยนาท 1 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.8) และพบระดับของการตอบสนองที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกษตรกร โดยเฉพาะในพันธุ์ชัยนาท 1 และเมื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของข้าว 2 พันธุ์ พบว่า พันธุ์พิษณุโลก 2 สะสมน้ำหนักแห้ง ที่ระยะ 60 วันหลังการหว่าน มากกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการแช่เมล็ดด้วยน้ำส้มควันไม้ก่อนหว่าน ทำให้ข้าว พันธุ์พิษณุโลก 2 สะสมน้ำหนักแห้ง มากกว่าการแช่ด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.9) การแช่เมล็ดด้วยน้ำส้มควันไม้ ทำให้ข้าวการพัฒนาของรากเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาจาก น้ำหนักแห้งราก และไม่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ (ตารางที่ 3.9)

ที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำส้มควันไม้ก่อนหว่าน มีแนวโน้มทำให้ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำก่อนหว่าน แต่ทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.10) พันธุ์ชัยนาท 1 มีผลผลิต เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และน้ำหนักเมล็ด สูงกว่าพันธุ์พิษณุโลก 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.11) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการใช้น้ำส้มควันไม้แช่เมล็ดก่อนหว่าน จะไม่ทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์พิษณุโลก แต่พบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำส้มควันไม้ก่อนหว่านทำให้องค์ประกอบของผลผลิต และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตบางประการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่เมล็ดด้วยน้ำ (ตารางที่ 3.12) การแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำส้มควันไม้ก่อนหว่านทำให้องค์ประกอบของผลผลิต และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตบางประการ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในพันธุ์พิษณุโลก 2 (ตารางที่ 3.13) และพันธุ์ชัยนาท 1 (ตารางที่ 3.14)

ตารางที่ 3.8 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารเคมีลดต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และ
ชัยนาท 1 ที่ระยะ 60 วันหลังหว่าน เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ในสภาพการผลิต
ฤดูนาปรังปี 2554/2555

กรรมวิธี	ที่ระยะ 60 วัน หลังหว่าน					
	พันธุ์พิษณุโลก 2			พันธุ์ชัยนาท 1		
	ความสูง (ซม.)	นน.แห้ง (กรัม/ต้น)	นน.แห้งราก (กรัม/ต้น)	ความสูง (ซม.)	นน.แห้ง (กรัม/ต้น)	นน.แห้งราก (กรัม/ต้น)
วิธีเคมีลดพันธุ์ (S)						
แช่น้ำ (วิธีเกษตรกร) (S1)	56.05 b	1.139 b	0.162 b	63.40 a	1.123	0.183 b
แช่น้ำส้มควันไม้ (S2)	60.58 a	1.511 a	0.242 a	58.98 b	1.030	0.232 a
เกษตรกร (F)						
รายที่ 1 (F1)	58.55	1.296	0.216 b	69.55 a	1.292 a	0.188
รายที่ 2 (F2)	59.50	1.592	0.304 a	43.80 c	0.818 c	0.230
รายที่ 3 (F3)	57.10	1.204	0.200 b	70.10 a	1.209 ab	0.194
รายที่ 4 (F4)	58.65	1.208	0.087 c	61.30 b	0.966 bc	0.218
S x F						
S1F1	54.90	1.081	0.166 cd	80.10 a	1.096 abc	0.086 c
S1F2	56.40	1.164	0.207 bc	47.20 d	0.789 c	0.216 ab
S1F3	55.30	1.103	0.0185 bc	69.80 b	1.417 a	0.201 b
S1F4	57.60	1.209	0.090 d	56.50 c	1.190 ab	0.229 ab
S2F1	62.20	1.511	0.265 b	59.00 c	1.490 a	0.290 a
S2F2	62.60	2.019	0.402 a	40.40 e	0.848 bc	0.244 ab
S2F3	58.90	1.306	0.215 bc	70.40 b	1.002 bc	0.186 b
S2F4	59.70	1.208	0.084 d	66.10 b	0.742 c	0.206 b
S	**	**	**	**	ns	*
F	ns	ns	**	**	**	ns
S x F	ns	ns	**	**	**	**
CV (%)	8.91	41.60	50.93	9.10	41.62	43.18

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, *, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD

ตารางที่ 3.9 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารเคมีลดต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เมื่อเปรียบเทียบกับ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ระยะ 60 วันหลังหว่าน ในสภาพการผลิตฤดูนาปรังปี 2554/2555

	ความสูง (ซม.)	นน.แห้ง (กรัม/ต้น)	นน.แห้งราก (กรัม/ต้น)
พันธุ์ (V)			
พิษณุโลก 2 (V1)	58.45	1.071 b	0.202
ชัยนาท 1 (2)	61.19	1.325 a	0.207
วิธีแช่เมล็ดพันธุ์ (S)			
แช่น้ำ (วิธีเกษตรกร) (S1)	59.73	1.266	0.172 b
แช่น้ำส้มควันไม้ (S2)	59.91	1.131	0.237 a
V x S			
V1S1	56.05	1.139 b	0.162
V1S2	60.45	1.511 a	0.242
V2S1	63.40	1.123 b	0.183
V2S2	58.98	1.020 b	0.232
V	ns	**	ns
S	ns	ns	**
V x S	**	**	ns
CV (%)	17.25		

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี LSD

ตารางที่ 3.10 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดต่อผลผลิตข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และชัยนาท 1
เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ในสภาพการผลิตฤดูนาปรังปี 2554/2555

กรรมวิธี	ที่ระยะเก็บเกี่ยว					
	พันธุ์พิษณุโลก 2			พันธุ์ชัยนาท 1		
	ผลผลิต (กรัม/ตร.ม.)	เมล็ดดี (%)	นน. 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กรัม/ตร.ม.)	เมล็ดดี (%)	นน. 1000 เมล็ด (กรัม)
วิธีแช่เมล็ดพันธุ์ (S)						
แช่น้ำ (วิธีเกษตรกร) (S1)	493	96.75	37.84	619 b	97.80 b	39.56
แช่น้ำส้มควันไม้ (S2)	540	96.08	38.97	793 a	98.61 a	39.40
เกษตรกร (F)						
รายที่ 1 (F1)	590 a	97.15 a	38.13 ab	631 b	98.76	39.63
รายที่ 2 (F2)	635 a	94.39 b	38.64 ab	733 ab	98.64	39.16
รายที่ 3 (F3)	509 a	97.80 a	39.71 a	678 b	97.88	40.26
รายที่ 4 (F4)	332 b	96.33 ab	37.15 b	782 a	97.70	38.85
S x F						
S1F1	670 a	96.19	37.61 b	570	98.70	39.74 ab
S1F2	644 ab	94.59	38.66 b	602	98.31	39.04 ab
S1F3	484 bcd	98.62	42.71 a	592	96.91	40.55 a
S1F4	364 cd	94.93	36.91 b	710	97.56	39.30 ab
S2F1	511 abc	98.11	38.65 b	692	98.82	39.53 ab
S2F2	626 ab	94.19	38.62 b	863	98.97	39.29 ab
S2F3	534 abc	96.98	36.70 b	764	98.85	40.38 a
S2F4	300 d	97.72	37.39 b	853	97.85	38.41 b
S						
S	ns	ns	ns	**	*	ns
F						
F	**	*	*	*	ns	*
S x F						
S x F	ns	ns	**	ns	ns	ns
CV (%)						
CV (%)	20.44	1.98	3.71	11.69	0.80	2.02

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, *, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD

ตารางที่ 3.11 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแฆเมลิตต่อผลผลิต เปอร์เซ็นต์เมลิตดี และน้ำหนักเมลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เมื่อเปรียบเทียบกับ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เมื่อปลูกในฤดูนาปรังปี 2554/2555

	ผลผลิต (กรัม/ตร.ม.)	เมลิตดี (%)	นน. 1000 เมลิต (กรัม)
พันธุ์ (V)			
พิษณุโลก 2 (V1)	517 b	96.42 b	38.41 b
ชัยนาท 1 (2)	706 a	98.26 a	39.44 a
วิธีแฆเมลิตพันธุ์ (S)			
แฆน้ำ (วิธีเกษตรกร) (S1)	556 b	97.35	38.70
แฆน้ำส้มควันไม้ (S2)	667 a	97.31	39.19
V x S			
V1S1	540	96.08	38.97
V1S2	793	96.75	39.40
V2S1	493	98.62	37.84
V2S2	619	97.87	39.56
V	**	**	*
S	**	ns	ns
V x S	ns	ns	ns
CV (%)	21.60	1.86	4.25

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD

ตารางที่ 3.12 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารเร่งเมล็ดต่อองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ในสภาพการผลิตฤดูนาปรังปี 2554/2555

กรรมวิธี	องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต					
	ความสูง (ซม.)	นน.แห้ง (กรัม/ต้น)	น้ำหนักแห้ง ราก (กรัม/ต้น)	จำนวนรวง (รวง/ต้น)	จน.เมล็ด/ รวง	นน.เมล็ด/ (กรัม/รวง)
วิธีเร่งเมล็ดพันธุ์ (S)						
แช่น้ำ (วิธีเกษตรกร) (S1)	78.05 b	1.122 b	0.273 b	1.00 b	63.83 b	1.460 b
แช่น้ำส้มควันไม้ (S2)	97.08 a	1.654 a	0.445 a	1.03 a	76.80 a	1.859 a
เกษตรกร (F)						
รายที่ 1 (F1)	84.25	1.404 ab	0.548 a	1.00 b	85.57 a	1.941 a
รายที่ 2 (F2)	81.77	1.188 b	0.285 b	1.00 b	64.18 c	1.492 b
รายที่ 3 (F3)	105.50	1.549 a	0.284 b	1.00 b	56.37 d	1.437 b
รายที่ 4 (F4)	78.75	1.411 ab	0.317 b	1.07 a	75.15 b	1.768 a
S x F						
S1F1	80.43 b	1.235 c	0.424	1.00 b	76.10 bc	1.863 ab
S1F2	82.47 b	1.226 c	0.266	1.00 b	68.50 cd	1.490 c
S1F3	74.07 b	0.878 d	0.150	1.00 b	46.53 e	0.927 d
S1F4	75.23 b	1.146 cd	0.251	1.00 b	64.20 d	1.559 bc
S2F1	88.07 b	1.574 b	0.673	1.00 b	95.03 a	2.020 a
S2F2	81.07 b	1.147 cd	0.304	1.00 b	59.87 d	1.494 c
S2F3	136.93 a	2.220 a	0.418	1.00 b	66.20 cd	1.947 a
S2F4	82.27 b	1.676 b	0.384	1.13 a	86.10 ab	1.977 a
S	*	**	**	**	**	**
F	ns	*	**	**	**	**
S x F	*	**	ns	**	**	**
CV (%)	21.57	13.12	25.30	2.01	8.48	11.78

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, *, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD

ตารางที่ 3.13 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด ต่อบ้องประกอบผลผลิต และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ในสภาพการผลิตฤดูนาปรังปี 2554/2555

กรรมวิธี	องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต					
	ความสูง (ซม.)	นน.แห้ง (กรัม/ต้น)	น้ำหนักแห้ง ราก (กรัม/ต้น)	จำนวนรวง (รวง/ต้น)	จน.เมล็ด/ รวง	นน.เมล็ด/ (กรัม/รวง)
วิธีแช่เมล็ดพันธุ์ (S)						
แช่น้ำ (วิธีเกษตรกร) (S1)	80.76 b	1.159 b	0.351	1	48.79 b	1.047 b
แช่น้ำส้มควันไม้ (S2)	87.59 a	1.365 a	0.379	1	62.83 a	1.531 c
เกษตรกร (F)						
รายที่ 1 (F1)	85.25 a	1.400 a	0.406 ab	1	45.52 c	1.120
รายที่ 2 (F2)	77.63 b	1.122 c	0.469 a	1	59.98 ab	1.380
รายที่ 3 (F3)	87.55 a	1.284 ab	0.293 b	1	52.70 bc	1.258
รายที่ 4 (F4)	86.27 a	1.243 bc	0.291 b	1	65.03 a	1.399
S x F						
S1F1	80.77	1.274	0.300	1	38	0.778
S1F2	73.7	1.028	0.541	1	56.03	1.168
S1F3	84.27	1.192	0.310	1	46.27	1.073
S1F4	84.30	1.141	0.253	1	54.87	1.170
S2F1	89.73	1.525	0.511	1	53.03	1.463
S2F2	81.57	1.215	0.398	1	63.93	1.592
S2F3	90.83	1.375	0.277	1	59.13	1.442
S2F4	88.23	1.346	0.329	1	75.20	1.628
S	**	**	ns	-	**	**
F	**	**	*	-	*	ns
S x F	ns	ns	ns	-	ns	ns
CV (%)	3.46	8.27	34.99	-	16.95	18.54

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, *, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD

ตารางที่ 3.14 ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่ต่อองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เปรียบเทียบกับ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เมื่อปลูกในฤดูนาปรังปี 2554/2555

กรรมวิธี	องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต					
	ความสูง (ซม.)	นน.แห้ง (กรัม/ต้น)	น้ำหนัก แห้งราก (กรัม/ต้น)	จำนวน รวง (รวง/ ต้น)	จน.เมล็ด/ รวง	นน.เมล็ด/ (กรัม/รวง)
พันธุ์ (V)						
พิษณุโลก 2 (V1)	87.57	1.388	0.359	1.02	70.32 a	1.660 a
ชัยนาท 1 (2)	84.18	1.262	0.365	1.00	55.81 b	1.289 b
วิธีแช่เมล็ดพันธุ์ (S)						
แช่น้ำ (วิธีเกษตรกร) (S1)	79.40 b	1.140 b	0.312 b	1.00	56.31 b	1.254 b
แช่น้ำส้มควันไม้ (S2)	92.34 a	1.510 a	0.412 a	1.02	69.81 a	1.695 a
V x S						
V1S1	78.05	1.122 bc	0.273	1.00	63.83	1.460
V1S2	97.08	1.654 a	0.445	1.03	76.80	1.859
V2S1	80.76	1.159 c	0.351	1.00	48.79	1.047
V2S2	87.59	1.365 b	0.379	1.00	62.83	1.531
V	ns	ns	ns	ns	**	**
S	*	**	*	ns	**	**
V x S	ns	*	ns	ns	ns	ns
CV (%)	20.03	19.74	41.27	3.29	20.69	20.28

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, *, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD

3.4 วิจัย

การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าว ด้วยน้ำส้มควันไม้ก่อนหว่าน มีผลทำให้ข้าวพันธุ์ทั้งพันธุ์ชยันนาท 1 และพันธุ์พิษณุโลก 2 มีการพัฒนาของรากดีกว่าการแช่ด้วยน้ำเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ ศิริษา และคณะ (2553) Jothityangkoon et al. (2007b) หรือการศึกษาในพืชอื่นๆ เช่น ข้าวโพด (Staden et al., 2006) ซึ่งพบว่า การแช่เมล็ดข้าวโพดในสารละลายจากควันเจือจาง 500 เท่า เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้ความยาวราก ความสูงของลำต้น และน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น หรือกระตุ้นการออกของเมล็ดฝักกาดหอม (Noble, 2001) นอกจากนี้ ในการทดสอบครั้งนี้ยังพบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำส้มควันไม้ก่อนหว่านร่วมกับการฉีดพ่นทางใบทุก 14 วัน ยังส่งผลให้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 และชยันนาท 1 มีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงกว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำก่อนหว่านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในพันธุ์พิษณุโลก 2 ซึ่งสอดคล้องกับ การศึกษาการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ทางใบที่อัตราการเจือจาง 300 เท่า มีแนวโน้มที่ทำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีผลผลิตเพิ่มขึ้น (ชญาธิษฐ์ และคณะ, 2547) หรือ ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 300 กิโลกรัม/ไร่ หรือ ปุ๋ยมูลวัว 600 กิโลกรัม/ไร่ (ศิริวรรณ และคณะ, 2550; Hok et al., 2009) การใช้น้ำส้มควันไม้ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวตลอดจนการแตกแขนงของราก และการเจริญเติบโตในข้าว อาจเป็นผลเนื่องมาจาก จากการที่ควันมีสารประกอบที่สามารถกระตุ้นการออกคือ บิวทีโนไลด์ (butenolide 3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one) ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของเซลลูโลส (Flematti et al., 2004) ซึ่งจัดเป็นฮอร์โมนพืช ในกลุ่ม คาร์ริคิน (karrikins) (Chiwocha et al., 2009; Light et al., 2009) การที่น้ำส้มควันไม้ช่วยกระตุ้นการงอก และการเจริญเติบโตในข้าว ก็อาจเป็นเพราะคุณสมบัติของฮอร์โมนดังกล่าว ในการกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ เมื่อแช่เมล็ดข้าวแล้วจะกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ โดยเฉพาะในส่วนของการ ทำให้รากพัฒนาได้ดี และเร็วขึ้น ส่งผลให้ตั้งตัว และหาอาหารได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ การแช่เมล็ดอาจช่วยกำหนดจำนวนหน่อในช่วงแรกของการพัฒนาของคัพพะ ส่งผลทำให้ข้าวแตกกอได้ดี และการใช้น้ำส้มควันไม้ทางใบก็จะช่วยทำให้ข้าวแตกกอได้ดีมากยิ่งขึ้น และเขียวนาน ส่งผลต่อขนาดเมล็ด และผลผลิตในที่สุด ดังนั้น น้ำส้มควันไม้จึงมีศักยภาพในการที่จะใช้เป็นสารแช่เมล็ด และสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวในสภาพนาหว่านได้

เอกสารอ้างอิง

- จิระพงษ์ คูหากาญจน์. 2548. เทคนิคการผลิตถ่าน. วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ 6: 21-34.
- ชญาธิษฐ์ รวมตะคุ, ดร.ณิ โชติชฐายากร และอนันต์ พลธานี. 2547. ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวหอมมะลิ 105. หน้า 246-256. ใน ประสิทธิ์ ใจศิลป์ และคณะ (บรรณาธิการ) ใน รายงานการสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2547. 26-27 มกราคม 2547. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชมรมสวนป่า ผลิตภัณฑ์และพลังงานจากไม้. 2546. ถ่านไม้และน้ำส้มควันไม้. 48 หน้า.
- ดร.ณิ โชติชฐายากร, นฤมล ร่มเย็น และปรีชา มั่งพร้อม. 2547. ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์. หน้า 257-265. ใน ประสิทธิ์ ใจศิลป์ และคณะ (บรรณาธิการ) การสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2547. 26-27 มกราคม 2547 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ศิริวรรณ ทิพรักษ์, ดร.ณิ โชติษฐียงกูร และอนันต์ พลธานี. 2550.ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ และปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105. แก่นเกษตร 35(ฉบับพิเศษ):9-16.
- ศิริษา สังวาล, ดร.ณิ โชติษฐียงกูร, สดุดี วรรณพัฒน์ และอนันต์ พลธานี. 2553. น้ำส้มควันไม้กับศักยภาพการใช้เป็นสารแช่เมล็ดในข้าวนาหว่านน้ำตม. หน้า 244-250. ใน รายงานการประชุมสัมมนาวิชาการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 11มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี 2553. 23 มกราคม 2553 ห้องประชุมกวี จุติกุล เกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Chiwocha, S.D.S., K.W. Dixon, G.R. Flematti, E.L. Ghisalberti, D.J. Merritt, D.C. Nelson, J.M. Riseborough, M. Smith and J.C. Stevens. 2009. Karrikins: A new family of plant growth regulators in smoke. *Plant Science* 177:252-256.
- Flematti, G.R., E.L. Ghisalberti, K.W. Dixon and R.D. Trengove. 2004. A compound from smoke that promotes seed germination. *Science* 305:977.
- Hok, L., D. Jothityangkoon and A. Polthanee. 2009. Yield and nutrient accumulation of KDML105 rice as influenced by farmyard manure and wood vinegar. pp. 368-372. *In* Proceedings of Agricultural Annual Seminar 2009, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Thailand. 26-27 January 2009. Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Thailand.
- Jothityangkoon, D., C. Ruamtakhu, S. Tipparak, S. Wanapat and A. Polthanee. 2007a. Using wood vinegar in increasing rice productivity. pp. 28-34. *In* Proceedings of the 2nd International Conference on Rice for the Future, 5-9 November 2007. Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand.
- Jothityangkoon, D., C. Ruamtakhu, S. Tipparak, S. Wanapat and A. Polthanee. 2007b. Wood vinegar enhances seed germination and seedling development of rice. pp. 35-40. *In* Proceedings of The 2nd International Conference on Rice for the Future. 5-9 November 2007. Queen Sirikit National Convention Center,, Bangkok, Thailand.
- 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* 8:43-47.
- Kadota, M. and Y. Niimi. 2004. Effect of charcoal with pyroligneous acid and barnyard manure on bedding plants. *Scientia Horticulturae* 101:327-332.
- Light, M.E., M.I. Daws and J. Van Staden. 2009. Smoke-derived butenolide: Towards understanding its biological effects. *South African Journal of Botany* 75:1-7.
- Noble, E.R. 2001. Effect of cigarette smoke on seed germination. *The Science of the Total Environment* 267:177-179.

Staden, van Johannes, S.G. Sparg, M.G. Kulkarni and M.E. Light. 2006. Post-germination effects of the smoke-derived compound 3-methyl-2*H*-furo[2,3-*c*]pyran-2-one, and its potential as a preconditioning agent. *Field Crops Research* 98:98-105.

Yoshimura, H., H. Washio, S. Yoshida, T. Seino, M. Otaka, K. Matsubara and M. Matsubara. 1995. Promoting effect of wood vinegar compounds on fruit-body formation of *Pleurotus ostreatus*. *Mycoscience* 36:173-177.

บทที่ 4

การใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด และการใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดิน กับการพัฒนาของต้นกล้าข้าว²

4.1 คำนำ

ถ่านเป็นพลังงานชีวมวลที่มีการใช้ในครัวเรือนมาเป็นเวลานาน แต่การเผาถ่านถูกมองว่าเป็นส่วนหนึ่งของการทำลายป่า แต่ในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมาทั้งภาครัฐและภาคเอกชนได้เข้ามาร่วมส่งเสริมการปลูกป่า และส่งเสริมให้มีเผาถ่านจากเศษไม้ที่เกิดจากการตัดสาง โดยใช้เตาเผาที่มีประสิทธิภาพสูง ที่เรียกว่าเตาอิวาเตะ (iwate kiln) ต่อมาเกิดการดัดแปลงเป็นเตาเผาที่ทำมาจากถังน้ำมัน 200 ลิตร จึงทำให้มีเตาเผาถ่านขนาดเล็กกระจายอยู่ในพื้นที่การส่งเสริมจำนวนมาก (จิระพงษ์, 2553) ในปัจจุบัน ถ่าน หรือ ถ่านชีวภาพ (biochar) ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน (soil amendment) (Lehmann et al., 2003; Lehmann, 2007) และเพื่อเป็นการกักเก็บคาร์บอน (carbon sequestration) ไว้ในดิน ลดการปลดปล่อย CO₂ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกขึ้นสู่บรรยากาศ การใช้ถ่านเป็นสารปรับปรุงดินสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดในปีที่ 2-3 หลังการใช้ (Major et al., 2010) เพิ่มผลผลิตของข้าว โดยเฉพาะในสภาพที่พื้นที่ปลูกมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Haefele et al., 2011) อย่างไรก็ตามการใช้ถ่านเป็นสารปรับปรุงดิน จะสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวได้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับการจัดการปุ๋ยในแต่ละสภาพการผลิตด้วย (Asai et al., 2009) การใช้ถ่านเป็นสารปรับปรุงดิน สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของพืชได้อาจเป็นผลจากทางตรง หรือทางอ้อม โดยการใส่ถ่านอาจไปมีผลโดยตรงต่อโครงสร้างของดิน ลักษณะเนื้อดิน ช่องว่างในดิน ความหนาแน่นของดิน ซึ่งส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนในดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน กิจกรรมของจุลินทรีย์ และสถานะของธาตุอาหารบริเวณรอบๆ ราก ซึ่งจากการรวบรวมงานวิจัยของ Warnock et al. (2007) ได้ชี้ให้เห็นว่าการใช้ถ่านเป็นสารปรับปรุงดินสามารถเพิ่มปริมาณของเชื้อรา mycorrhiza บริเวณรากพืช และส่งผลต่อความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้น

ในการเผาถ่านยังมีผลพลอยได้ คือ น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar หรือ pyroligneous acid) ซึ่งเกิดจากการควบแน่นของควัน เมื่อผ่านควันกับสภาพอากาศเย็น น้ำส้มควันไม้ประกอบด้วยน้ำ 80-90 เปอร์เซ็นต์ และมีสารประกอบอินทรีย์อื่นๆ กว่า 200 ชนิด เช่น acetic acid, methyl alcohol, acetone, aldehydes และ phenol มีการนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ประโยชน์หลายด้าน (จิระพงษ์, 2553) ส่วนการใช้ในทางการเกษตรนั้น มีมากกว่า 100 ปีในประเทศญี่ปุ่น แต่การใช้ประโยชน์ยังไม่แพร่หลาย

² เนื่องจากการตอบสนองต่อการใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ด มีบางประเด็นต้องการทดสอบเพื่อยืนยันผล จึงมีการทำงานทดลองเพิ่มเติม โดยศึกษาร่วมกันการใช้ถ่านชีวภาพ อย่างไรก็ตาม สามารถเก็บข้อมูลได้เฉพาะในระยะกล้า เนื่องจากในปี 2554 มีปัญหาน้ำท่วมแปลงทดลอง เสียหาย และงานวิจัยนี้มีการตีพิมพ์ ดังนี้ ดร.ณิ โชติชูราษฎร์^{1*} จาวภา มะนาวนอก¹ สันติไมตรี ก้อนคำดี¹ และ เกษสุตา เดชภิมล². 2555. การใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดิน น้ำส้มควันไม้เป็นสารแช่เมล็ดกับการพัฒนาของต้นกล้าข้าว. แก่นเกษตร 40 (ฉบับพิเศษ):241-249.

จนกระทั่งในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาที่การใช้ประโยชน์จากน้ำส้มควันไม้เริ่มกลับมาแพร่หลาย ทั้งในญี่ปุ่น ไต้หวัน และเกาหลี การใช้น้ำส้มควันไม้ในนาข้าว พบว่าการฉีดพ่นทางใบในข้าวไวแสงพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในอัตราเฉลี่ยจาก 300 เท่า โดยฉีดพ่นทางใบทุก 2 สัปดาห์หลังการย้ายกล้า ทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นเพิ่มขึ้น จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อกอเพิ่มขึ้น ให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 50-80 กิโลกรัมต่อไร่ (ชญาธิษฐ์ และ คณะ, 2547; ศิริวรรณ และ คณะ, 2550; ศิรษา และคณะ, 2553; Jothityangkoon et al., 2007a, b; Hok et al., 2009) และยังช่วยกระตุ้นการงอก การพัฒนาของราก และต้นกล้าข้าว (ศิรษา และ คณะ, 2553; Jothityangkoon et al., 2007b) การพัฒนาของรากของต้นกล้าข้าวโพด (Staden et al., 2006) ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดิน น้ำส้มควันไม้เป็นสารแซมเมล็ดกับการพัฒนาของต้นกล้าข้าว

4.2 วิธีการศึกษา

สถานที่ทำการทดลอง และแผนการทดลอง: ทำการศึกษาในแปลงนาเกษตรกร บ้านยางหย่อง ตำบลโคกสี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ในฤดูนาปี 2554 ใช้ แผนการทดลองแบบ split-split plot in RCB จำนวน 4 ซ้ำ โดย main plot ได้แก่ ข้าว 3 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 ปทุมธานี 1 และ ชัยนาท 1, sub-plot ได้แก่ อัตราการใช้ถ่าน 2 อัตรา คือ 0 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ และ sub-sub plot ได้แก่ สภาพการเตรียมเมล็ดก่อนหว่าน 2 วิธี คือ เมล็ดที่ผ่านแช่น้ำ 24 ชั่วโมง และบ่ม 48 ชั่วโมง (วิธีปฏิบัติของเกษตรกร) และวิธีการแซมเมล็ดในสารละลายน้ำส้มควันไม้เจือจาง 300 เท่า 48 ชั่วโมง ก่อนหว่าน

การปฏิบัติดูแลรักษา: ทำการเตรียมดินโดยไถตะ และไถแปร ทำคันนาล้อมรอบแปลงย่อยขนาด 3 x 7 เมตร จำนวน 48 แปลงย่อย หว่านปุ๋ยมูลไก่อัตรา 300 กิโลกรัม รองพื้น 7 วัน ก่อนหว่านเมล็ด ทำการผสมกรรมวิธีลงในแปลงย่อย ตามแผนการทดลอง ในกรรมวิธีที่ใส่ถ่าน ทำการหว่านถ่านที่ บดละเอียดที่ผ่านการร่อนโดยตะแกรงรูกกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ในอัตรา 0 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วพรวนก่อนการหว่านเมล็ด ทำการปล่อยน้ำเข้าแปลงย่อย และรักษาระดับน้ำในแปลง ย่อยให้อยู่ในระดับ 5 -10 เซนติเมตรเหนือผิวดินหลังเมล็ดงอก 14 วัน จนตลอดฤดูปลูก ใช้เมล็ดพันธุ์ ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ โดยหว่านข้าวเมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม 2554

การเก็บข้อมูล: สุ่มเก็บตัวอย่างข้าว จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย ที่ระยะ 30 และ 45 วันหลัง หว่าน ทำการวัดความสูง นับจำนวนหน่อต่อต้น วัดพื้นที่ใบโดยเครื่องวัดพื้นที่ใบ (LD 3100) วัดค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) ซึ่งเป็นการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ข้าวทางอ้อมด้วย เครื่อง SPAD-502 Minolta, Tokyo, Japan โดยวัดที่ใบธง บริเวณโคน กลาง และปลายใบ เก็บรากที่ ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อวัดความยาวราก และพื้นที่รากด้วยโปรแกรม WinrhizoPro2004a แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน และ น้ำหนักแห้งราก

การวิเคราะห์ข้อมูล: วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลตามแผนการทดลอง เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ Statistix 8

4.3 ผลการศึกษา และวิจารณ์

ที่ระยะ 30 วันหลังการหว่าน ข้าว 3 พันธุ์ คือ ข้าวดอกมะลิ 105 ปทุมธานี 1 และชัยนาท 1 มีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีความสูง ปริมาณคลอโรฟิลล์ ในใบ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน ความยาวราก และน้ำหนักแห้งรากต่อต้น สูงกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 และมี น้ำหนักแห้งรากต่อต้น สูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.1) การใส่ ถ่านชีวภาพมีผลต่อพื้นที่ใบ และทำให้ข้าวมีการสะสมน้ำหนักแห้งรากต่อต้นน้อยกว่าการไม่ใส่ถ่านอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.1) และพบการตอบสนองที่แตกต่างกันระหว่างพันธุ์ โดยการใส่ถ่าน ชีวภาพทำให้พื้นที่ใบของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ ชัยนาท 1 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ เพิ่มขึ้นในพันธุ์ปทุมธานี 1 (ตารางที่ 4.2) นอกจากนี้ยังพบปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวกับการใส่ ถ่านชีวภาพ และ การแช่เมล็ดก่อนหว่านต่อความยาวรวมของรากต่อต้น ในข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1 โดยในแปลงที่ไม่ใส่ถ่านชีวภาพ การแช่เมล็ดด้วยน้ำส้มควันไม้ก่อนหว่าน ทำให้ข้าวมี ความยาวรากรวมต่อต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่แปลงที่มีการใส่ถ่านชีวภาพร่วมกับการ แช่เมล็ดในน้ำส้มควันไม้ ทำให้ข้าวมีความยาวรากรวมต่อต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่ พบปฏิริยาสัมพันธ์ในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (ตารางที่ 4.2) ที่ระยะ 45 วันหลังการหว่าน พบการ ตอบสนองในทำนองเดียวกัน โดยพบความแตกต่างในการเจริญเติบโตระหว่างพันธุ์ (ตารางที่ 4.3) และ พบปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวกับการใส่ถ่านชีวภาพ โดยการใส่ถ่านชีวภาพทำให้น้ำหนักแห้งราก ต่อต้นของพันธุ์ปทุมธานี 1 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในข้าว พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ ชัยนาท 1 (ตารางที่ 4.4)

การพบการตอบสนองของพันธุ์ต่อการใส่ถ่านชีวภาพ และการแช่เมล็ดที่แตกต่างกันนั้น อาจเป็น ผลเนื่องจากข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวพันธุ์ไวแสง ส่วนข้าวอีก 2 พันธุ์ คือ ปทุมธานี 1 และ ชัยนาท 1 เป็นข้าวพันธุ์ไม่ไวแสง และมีอายุการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน โดยพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เมื่อ ปลุกโดยการหว่านในช่วงเดือน กรกฎาคม มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 125 วัน (สุรพงษ์, ม.ป.ป.) ส่วนพันธุ์ ปทุมธานี 1 และชัยนาท 1 มีอายุเก็บเกี่ยว 104-126 วัน และ 121-130 วัน ตามลำดับ (กรมการข้าว, ม.ป.ป.) การที่ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีอายุเก็บเกี่ยวค่อนข้างสั้นกว่าพันธุ์อื่น อาจมีส่วนที่ทำให้การพัฒนา ของต้นกล้าในช่วงแรกเร็วกว่าพันธุ์อื่นๆ การใส่ถ่านชีวภาพมีผลทำให้การเจริญเติบโต เมื่อประเมินจาก พื้นที่ใบของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ ชัยนาท 1 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วง 30 วัน หลังการหว่าน ในขณะที่พันธุ์ปทุมธานี 1 กลับเพิ่มขึ้นนั้น อาจเป็นผลจากการงอกของเมล็ดพืช เป็น กระบวนการที่ไวต่อการใส่ถ่านชีวภาพเพื่อเป็นวัสดุบำรุงดิน (Rogovska et al., 2011) การใส่ถ่าน ชีวภาพ อาจส่งผลให้ดินมีความสามารถในการดูดซับน้ำ การดูดซับแสงส่งผลต่ออุณหภูมิดินที่เพิ่มขึ้น หรือ การดูดซับธาตุอาหาร ซึ่งล้วนส่งผลต่อความงอก และการพัฒนาของพืช การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ อาจมีผลทำให้เกิดการชะลอการพัฒนาของรากในระยะ 30 วันหลังการหว่าน ซึ่งยังต้องการข้อมูล คุณสมบัติของดินในการประกอบการอธิบายการตอบสนองนี้ การแช่เมล็ดข้าวด้วยสารละลายน้ำส้มควัน ไม้ที่มีรายงานว่ากระตุ้นการงอก การพัฒนาของรากและต้นกล้าข้าว (ศิรชา และคณะ, 2553; Jothityangkoon et al., 2007b) การพัฒนาของรากของต้นกล้าข้าวโพด (Staden et al., 2006) นั้น แต่ในการทดลองนี้พบว่า การแช่เมล็ดในน้ำส้มควันไม้เพียงอย่างเดียวจะส่งเสริมการพัฒนาของราก แต่เมื่อใช้ร่วมกับการใส่ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดินกลับไปชะลอการพัฒนาของรากของข้าวขาวดอก

มะลิ 105 และ ปทุมธานี 1 แต่ไม่พบอิทธิพลในพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าทั้งน้ำส้มควันไม้ ซึ่งมีสารที่ได้จากการเผาไหม้ของเซลลูโลส และมีคุณสมบัติเป็นฮอร์โมนในกลุ่มคาร์ริคิน (Karrikin hormone-like substance) (Chiwocha et al., 2009) อาจมีในถ่านเช่นเดียวกัน และการใช้ร่วมกันอาจทำให้มีในความเข้มข้นที่มากขึ้น ส่งผลต่อการชะลอการพัฒนาของรากได้ แต่เมื่อข้าวมีอายุมากขึ้น จนถึงที่ระยะ 45 วันหลังการหว่าน จะมีเพียงพันธุ์ปทุมธานี 1 เท่านั้นที่การใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดินจะช่วยให้ข้าวมีการพัฒนาของรากข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการศึกษาเบื้องต้นชี้ให้เห็นว่าการใส่ถ่านเพื่อเป็นวัสดุบำรุงดิน อาจต้องมีเงื่อนไขของการใช้หลายประการเพิ่มขึ้น เช่น ระยะเวลาของการใส่ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. ม.ป.ป. องค์ความรู้เรื่องข้าว. ค้นข้อมูลจาก http://www.brrd.in.th/rkb/data_002/rice_xx2-02_New_index.html เมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2554.
- จิระพงษ์ คูหากาญจน์. 2553. การผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์เกษตรธรรมชาติ กรุงเทพฯ.
- ชญาธิษฐ์ รวมตะคุ, ดร.ณิ โชติษฐียงกูร และ อนันต์ พลธานี. 2547. ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวหอมมะลิ 105. หน้า 246-256. ใน ประสิทธิ์ ใจศิลป์ และคณะ (บรรณาธิการ) รายงานการสัมมนาวิชาการเกษตรประจำปี 2547. 26-27 มกราคม 2547. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศิรษา สังวาลย์, ดร.ณิ โชติษฐียงกูร, สดุดี วรรณพัฒน์ และ อนันต์ พลธานี. 2553. น้ำส้มควันไม้กับศักยภาพการใช้เป็นสารแช่เมล็ดในข้าวนาหว่านน้ำตม. หน้า 244-250. ใน รายงานการประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 11 ประจำปี 2553 วันที่ 25-26 มกราคม 2553. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศิริวรรณ ทิพรักษ์, ดร.ณิ โชติษฐียงกูร และ อนันต์ พลธานี. 2550. ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ และปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105. แก่นเกษตร 35(ฉบับพิเศษ):9-16.
- สุรพงษ์ ใจดี. ม.ป.ป. ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ ต่างระยะเวลาปลูก. ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์. จังหวัดสุรินทร์. ค้นข้อมูลจาก <http://srn-rrc.ricethailand.go.th/srrc/textpdf/KDML.doc> เมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2554.
- Asai, H., B.K. Samson, H.M. Stephan, K. Songyikhangsuthor, K. Homma, Y. Kiyono, Y. Inoue, T. Shiraiwa and T. Horie. 2009. Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos 1. Soil physics properties, leaf SPAD and grain yield. Field Crops Research 111:81-84.
- Chiwocha, S.D.S., K.W. Dixon, G.R. Flematti, E.L. Ghisalberti, D.J. Merritt, D.C. Nelson, J.M. Riseborough, M. Smith and J.C. Stevens. 2009. Karrikins: A new family of plant growth regulators in smoke. Plant Science 177:252-256.

- Haefele, S.M., Y. Konboon, W. Wongboon, S. Amarante, A.A. Maarifat, E.M. Pfeiffer and C. Knoblauch. 2011. Effects and fate of biochar from rice residues in rice-based system. *Field Crops Research* 121:430-440.
- Hok, L., D. Jothityangkoon, and A. Polthanee. 2009. Yield and nutrient accumulation of KDML105 rice as influenced by farmyard manure and wood vinegar. pp. 368-372. *In Agricultural Annual Seminar 2009*, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Thailand. 26-27 January 2009. Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Thailand.
- Jothityangkoon, D., C. Ruamtakhu, S. Tipparak, S. Wanapat and A. Polthanee. 2007a. Using wood vinegar in increasing rice productivity. pp. 28-34. *In Proceedings of the 2nd International Conference on Rice for the Future*, 5-9 November 2007. Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand.
- Jothityangkoon, D., C. Ruamtakhu, S. Tipparak, S. Wanapat and A. Polthanee. 2007b. Wood vinegar enhances seed germination and seedling development of rice. pp. 35-40. *In Proceedings of The 2nd International Conference on Rice for the Future*. 5-9 November 2007. Queen Sirikit National Convention Center,, Bangkok, Thailand.
- Lehmann, J. 2007. Bio-energy in black. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5:381-387.
- Lehmann, J., P. da Silva Jr., C. Steiner., T. Nehls, W. Zech and B. Glaser. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: Fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant and Soil* 249:343-357.
- Major, J., M. Rondon, D. Molina, S.J. Riha and J. Lehmann. 2010. Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Columbian savanna oxisol. *Plant and Soil* 333:117-128.
- Rogovska, N., D. Laird, R. Cruse, T. Trabue and E. Heaton. 2011. Germination tests for assessing biochar quality. *Journal of Environmental Quality* (In Press).
- Staden, Van J., S.G. Sparg, M.G. Kulkarni and M.E. Light. 2006. Post-germination effects of the smoke-derived compound 3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one, and its potential as a preconditioning agent. *Field Crops Research* 98:98-105.
- Warnock, D.D., J. Lehmann, T.W. Kuyper and M.C. Rillig. 2007. Mycorrhizal responses to biochar in soil-concepts and mechanisms. *Plant and Soil* 300:9-20.

ตารางที่ 4.1 การใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดิน น้ำส้มควันไม้เป็นสารเคมีลดกับการพัฒนาของต้นกล้าข้าวที่ระยะ 30 วันหลังการหว่าน ในสภาพฤดูการผลิตฤดูฝน ปี 2554.

Treatment	At 30 days after seeding					
	Height (cm)	LA (cm ² /plant)	SPAD	TADW (mg/plant)	TRL (cm/plant)	TRDW (mg/plant)
Variety (V)						
KDML 105 (V1)	43.49 a	393	25.73 ab	29.63 ab	143 a	46.50 b
Pathum Thani 1 (V2)	45.26 a	456	28.94 a	35.72 a	163 a	100.60 a
Chainat 1 (V3)	37.81 b	379	23.62 b	24.30 b	90	31.60
Biochar (B)						
0 (B1)	42.43	442 a	26.02	30.05	140	63.30 a
300 (B2)	41.94	376 b	26.17	29.71	124	55.80 b
Soaking (S)						
Water (S1)	42.71	423	25.26	29.83	137	59.4
WV(S2)	41.66	395	26.92	29.93	128	59.70
Significance level						
V	**	ns	*	**	**	**
B	ns	*	ns	ns	ns	*
S	ns	ns	ns	ns	ns	ns
V X B	ns	*	ns	ns	ns	ns
V X S	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B X S	ns	ns	ns	ns	**	ns
V X B X S	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)						
V	9.48	28.27	17.09	21.05	29.53	29.62
V X B	5.55	18.60	16.18	19.49	36.92	17.17
V X B X S	6.35	20.84	16.30	16.93	33.82	42.23

LA = leaf area, SPAD = chlorophyll meter reading (SCMR), TADW = Total above-ground dry weight, TRL = Total root length, TRDW = Total root dry weight

ns, *, ** = not significant, significantly different at $P \leq 0.05$ and 0.01 , respectively. Means in the same column with different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD

ตารางที่ 4.2 ปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าว การใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดิน และ น้ำส้มควันไม้เป็นสารแฆเมลิต์ต่อการพัฒนาของต้นกล้าข้าวที่ระยะ 30 วันหลังการหว่าน ในสภาพฤดูการผลิตฤดูฝน ปี 2554.

Treatment		At 30 days after seeding			
Variety (V)	Biochar (B)	LA (cm ² /plant)			
KDML 105 (V1)	0 (B1)	451	-	-	-
	300 (B2)	335	-	-	-
Pathum 1 (V2)	0 (B1)	435	-	-	-
	300 (B2)	476	-	-	-
Chainat 1 (V3)	0 (B1)	439	-	-	-
	300 (B2)	318	-	-	-
SED		21.96			
Biochar (B)	Soaking (S)	TRL (cm/plant)			
0 (B1)	Water (S1)	124	-	-	
	WV (S2)	157	-	-	
300 (B2)	Water (S1)	150	-	-	
	WV (S2)	99	-	-	
SED		12.93			
Variety (V)	Biochar (B)	Soaking (S)	TRL (cm/plant)		
KDML 105 (V1)	0 (B1)	Water (S1)	-	121	-
	0 (B1)	WV (S2)	-	174	-
	300 (B2)	Water (S1)	-	176	-
	300 (B2)	WV (S2)	-	103	-
Pathum Thani 1 (V2)	0 (B1)	Water (S1)	-	159	-
	0 (B1)	WV (S2)	-	204	--
	300 (B2)	Water (S1)	-	198	-
	300 (B2)	WV (S2)	-	93	-
Chainat 1 (V3)	0 (B1)	Water (S1)	-	91	-
	0 (B1)	WV (S2)	-	94	-
	300 (B2)	Water (S1)	-	76	-
	300 (B2)	WV (S2)	-	100	-
SED				22.40	

LA = leaf area, TRL = Total root length; SED = standard error of the difference

ตารางที่ 4.3 การใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดิน น้ำส้มควันไม้เป็นสารเคมีลดกับการพัฒนาของต้นกล้าข้าวที่ระยะ 45 วันหลังการหว่าน ในสภาพฤดูการผลิตฤดูฝน ปี 2554.

Treatment	At 45 days after seeding					
	Height (cm)	LA (cm ² /plant)	SPAD	TADW (mg/plant)	TRL (cm/plant)	TRDW (mg/plant)
Variety (V)						
KDML 105 (V1)	50.64 a	483 b	21.88 b	49.46	172 a	122.30 b
Pathum Thani 1 (V2)	42.69 b	595 a	26.98 a	59.98	182 a	201.60 a
Chainat 1 (V3)	48.83 a	481 b	19.11 c	51.28	137 b	105.80 b
Biochar (B)						
0 (B1)	47.75	531	22.09	55.35	179 a	134.40
300 (B2)	47.02	509	23.21	51.80	148 b	152.00
Soaking (S)						
Water (S1)	47.77	553	22.63	56.25	173	153.30
WV(S2)	47.00	487	22.67	50.90	154	133.10
Significance level						
V	**	*	**	ns	*	**
B	ns	ns	ns	ns	*	ns
S	ns	ns	ns	ns	ns	ns
V X B	ns	ns	ns	ns	ns	*
V X S	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B X S	ns	*	ns	*	ns	ns
V X B X S	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)						
V	8.69	22.47	9.64	27.47	17.97	42.36
V X B	7.98	24.19	15.58	29.91	27.90	45.17
V X B X S	10.21	26.45	12.56	28.28	28.76	47.72

LA = leaf area, SPAD = chlorophyll meter reading (SCMR), TADW = Total above-ground dry weight, TRL = Total root length, TRDW = Total root dry weight; ns, *, ** = not significant, significantly different at $P \leq 0.05$ and 0.01, respectively.

Means in the same column with different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD

ตารางที่ 4.4 ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าว การใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุบำรุงดิน และ น้ำส้มควันไม้เป็นสารแซ่
เมื่อดต่อการพัฒนาของต้นกล้าข้าวที่ระยะ 45 วันหลังการหว่าน ในสภาพฤดูการผลิตฤดูฝน ปี 2554.

Treatment		At 45 days after seeding
Variety (V)	Biochar (B)	TRDW (mg/plant)
KDML 105 (V1)	0 (B1)	131.4
	300 (B2)	113.2
Pathum Thani 1 (V2)	0 (B1)	146.9
	300 (B2)	256.3
Chainat 1 (V3)	0 (B1)	124.9
	300 (B2)	86.6
SED		22.9

LA = leaf area, TADW = Total above-ground dry weight, TRDW = Total root dry weight; SED = standard error of the difference