

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 6

1 พฤศจิกายน 2545 – 30 เมษายน 2546

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ การเพิ่มคุณภาพการสีโดยใช้จุลธาตุบางชนิด
และการเสริมธาตุไอโอดีน สังกะสีและเหล็กในเมล็ดข้าว
และผลิตภัณฑ์แป้งข้าว



สัญญาเลขที่ RDG4320013

สนับสนุนโครงการโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

สัญญาเลขที่ RDG4320013

โครงการ “การเพิ่มคุณภาพการสี โดยการใช้จุลธาตุบางชนิด และการเสริมธาตุไอโอดีน สังกะสี และเหล็กในเมล็ดข้าวและผลิตภัณฑ์แป้งข้าว”

Milling Quality Enhancement Using Some Micronutrients and the Enrichment of Iodine, Zinc and Iron in Rice Grain and Flour Products

สรุปรายงานการทดลอง

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2543 – 30 เมษายน 2546

ชื่อหัวหน้าโครงการ : ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา

หน่วยงาน : ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาความเป็นไปได้ของกรรมวิธีการเพิ่มคุณภาพการสีและคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดข้าวในช่วงระหว่างการเพาะปลูกข้าวโดยการใช้อุสธาตุ ไอโอดีน เหล็ก และสังกะสี
2. ศึกษาวิธีการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวและผลิตภัณฑ์แป้งข้าวโดยการรวมวิธีเสริมธาตุอาหารที่จำเป็นต่อสุขภาพร่างกาย ได้แก่ ธาตุไอโอดีน เหล็ก และสังกะสี
3. ทดสอบความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นหรือเสริมในข้าว และผลิตภัณฑ์ข้าวต่อร่างกาย

สรุปงานวิจัย ตั้งแต่ 1 มิถุนายน 2543 – 30 เมษายน 2546

งานวิจัย	เวลาที่ทำการศึกษา	สถานที่
1. งานสำรวจพื้นที่และการศึกษาคุณภาพการสีของข้าวจากผลของการใช้สารประกอบโปแตสเซียมไอโอไอดีในแปลงเพาะปลูกข้าวนาปีของเกษตรกรในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และพิษณุโลก	หน้าปี 2543/44	อ.สันป่าตอง อ.สันกำแพง อ.สันทราย จ. เชียงใหม่ และ อ.บ้านธิ จ. ลำพูน
	หน้าปี 2544/45	อ.บางกระทุ่ม จ. พิษณุโลก
	หน้าปี 2545/46	อ.สันกำแพง จ. เชียงใหม่ และ อ.บ้านธิ จ. ลำพูน
		อ.สันกำแพง จ. เชียงใหม่ และ อ.บ้านธิ จ. ลำพูน

สรุป : การฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไอโอไดด์(KI) ทั้งในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และพิษณุโลก ได้ผลการทดลองที่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยการปลูกข้าวที่มีการฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไอโอไดด์(KI) ที่ระดับความเข้มข้น 0.1-0.2 g%KI ตั้งแต่ระยะกำเนิดช่อดอกถึงระยะผสมเกสร สืบตลาละ 1 ครั้ง ทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้น 0.35 -12.32 % เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ฉีดพ่น รวมทั้งเมล็ดข้าวกล้องที่ได้จากวิธีการฉีดพ่นมีความแข็งเมล็ดมากกว่าวิธีการไม่ฉีดพ่น

การวัดคุณภาพการสีในระดับหน่วยทดลองโดยใช้เครื่องสีตัวอย่างข้าวในห้องปฏิบัติการ (Satake) จะได้อุณหภูมิการสีของข้าวในระดับที่ค่อนข้างสูง (มากกว่า 50%) ซึ่งการฉีดหรือไม่ฉีดพ่นไม่ทำให้ข้าวมีคุณภาพการสีที่ต่างกันแต่การฉีดพ่นจะสามารถเห็นผลได้เมื่อเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นอยู่ในระดับที่น้อยกว่า 50%

การเปรียบเทียบขนาดของเครื่องสี โดยการใช้เครื่องสีตัวอย่างข้าวในห้องปฏิบัติการ (Satake) จะได้อุณหภูมิข้าวต้นสูงกว่าการสีจากโรงสี ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาในการแยกเมล็ดหักของ โรงสีซึ่งมีความละเอียดน้อยกว่าและการควบคุมการทำงานของโรงสีค่อนข้างเป็นไปได้ยากทั้งนี้เนื่องจากการทำความสะอาดหรือปาลเครื่องก่อนและหลังการสีข้าวแต่ละพันธุ์

สำหรับเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นที่ได้จากการการเปรียบเทียบวิธีการฉีดและไม่ฉีดพ่นในพื้นที่แปลงเกษตรกร อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก ซึ่งขจัดสีด้วยโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตร อ.บ้านกลาง ได้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของวิธีการฉีดพ่นไม่ต่างกับการไม่ฉีดพ่น สาเหตุที่ทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นต่ำกว่าที่คาดหวังไว้ เนื่องจากเทคนิคการฉีดพ่นสารจากแรงดันของเครื่องยนต์ ทำให้ไม่มีความสม่ำเสมอของข้าวที่ได้รับสารประกอบโบตัสเซียมไอโอไดด์

2. การศึกษาผลของอัตราและช่วงระยะเวลาการพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไอโอไดด์ที่มีต่อคุณภาพการสีและคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดข้าว	นาปี 2543/44	สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทานศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
--	--------------	---

สรุป : การฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมเอโอไคต์ 0.2 g%KI ที่ระยะกำเนิดช่อดอก ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งเมื่อระดับความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นตามด้วย แต่ทั้งนี้ การฉีดพ่นที่ระดับความเข้มข้น 0.5 g%KI ทำให้ใบข้าวมีสีเหลืองหลังการฉีดพ่น และอาการใบเหลืองจะหายไปภายใน 2 สัปดาห์

3.การศึกษาอิทธิพลของธาตุ ไอโอดีนรูปสารประกอบ ที่แตกต่างกันต่อคุณภาพ การสีของข้าว	นาปี 2543/44	สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทาง เกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	นาปี 2544/45	สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทาง เกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	นาปี 2545/46	สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทาง เกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สรุป : การฉีดพ่นธาตุไอโอดีนในรูปสารประกอบต่างๆ กัน ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถเพิ่มคุณภาพการสีของข้าวได้อย่างแตกต่างทางสถิติ แต่การฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมเอโอไคต์ อัตรา 0.2 g%KI ที่ระยะกำเนิดช่อดอก มีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นได้มากกว่าการฉีดพ่นด้วยสารประกอบอื่นๆ และวิธีการไม่ฉีดพ่นสาร โดยที่มีผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นที่ได้จากการฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบตัสเซียมเอโอไคต์ เพิ่มขึ้น 3.0-8.1% จากวิธีการไม่ฉีดพ่นสาร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการตอบสนองที่แตกต่างกันของข้าวแต่ละพันธุ์

4. การศึกษาผลของการฉีดพ่น สารประกอบโบตัสเซียมเอโอ ไคต์ที่มีต่อผลผลิตและ คุณภาพการสีของพันธุ์ข้าวที่ มีความหลากหลายของ ลักษณะทางพันธุกรรม	นาปี 2543/44	สถานีวิจัยและฝึกอบรมการ เกษตรแม่เหียะ คณะเกษตร ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	นาปี 2543/44	สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทาง เกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	นาปี 2544/45	สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทาง เกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	นาปี 2545/46	สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สรุป : การฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์ 0.2 g%KI ที่ระยะกำเนิดช่อดอกของข้าวเหนียวดำมีแนวโน้มทำให้คุณภาพการสีและความแข็งของเมล็ดของข้าวเพิ่มขึ้น ปริมาณอะมัยโลสในเมล็ดมีความสัมพันธ์กับคุณภาพการสีและความแข็งเมล็ดข้าว ซึ่งการฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์ในการปลูกข้าวเหนียวดำจะปฏิบัติตามที่ได้ผลดี ภายใต้ข้อจำกัดที่ว่า “ต้องเป็นพันธุ์ข้าวเหนียวดำที่มีเปอร์เซ็นต์อะมัยโลสต่ำ (น้อยกว่า 6%) และมีคุณภาพการสีน้อยกว่า 50%การฉีดพ่นสารจึงจะได้ผลดี”

การฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์ในการปลูกข้าวโดยใช้พันธุ์ข้าวที่มีความหลากหลายของปริมาณอะมัยโลสนั้น สำหรับพันธุ์ข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นมากกว่า 50% การฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์ จะไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณอะมัยโลสเพิ่มขึ้น แต่ “สำหรับพันธุ์ข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นน้อยกว่า 50% คุณภาพการสีหลังการฉีดพ่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณอะมัยโลสในเมล็ดสูงขึ้น” นอกจากนั้นยังทำให้เมล็ดข้าวมีความแข็งเพิ่มขึ้นด้วย

ข้าวญี่ปุ่นมีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นแตกต่างกันตามพันธุ์ข้าว โดยข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ Takanari, Takenari และ Bantei เป็นพันธุ์ข้าวที่ให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ในขณะที่พันธุ์ Ch86 เป็นพันธุ์ข้าวที่ให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นต่ำที่สุด และการฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์ อัตรา 0.2 g%KI ที่ระยะกำเนิดช่อดอก จำนวน 2 ครั้ง ทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของข้าวญี่ปุ่นจำนวน 7 พันธุ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นที่ได้จากการฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์เพิ่มขึ้น 0.1-9.4% จากวิธีการไม่ฉีดพ่นสาร โดยมีความแปรปรวนระหว่างพันธุ์ข้าวที่มีการตอบสนองที่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่า การเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นนั้นจะมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ดของข้าวแต่ละพันธุ์ซึ่งมีการตอบสนองต่างกัน

5. การศึกษาระยะเวลาและเครื่องมือสำหรับการฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์	ในปี 2544/45	สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก
--	--------------	--

สรุป : การฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์ โดยใช้เครื่องพ่นแบบบดองน้ำน้อย CDA (Control Drop Application) จำนวน 2 ครั้ง หลังระยะผสมเกสร มีแนวโน้มทำให้คุณภาพการสีของข้าวเพิ่มขึ้นได้และให้ผลของคุณภาพการสีใกล้เคียงกับการฉีดพ่นด้วยเครื่องพ่นแบบอัดอากาศ (Knapsack Sprayer) ที่ระยะกำเนิดช่อดอก จำนวน 2 ครั้ง รวมทั้งเมล็ดข้าวที่ได้จากวิธีการฉีดพ่นเดียวกันนี้มีความแข็งแรงของเมล็ดมากกว่าที่สุด

6. การศึกษาผลของการฉีดพ่นสารประกอบโปแตสเซียมไอโอไดด์ร่วมกับสารประกอบโบรอนต่อคุณภาพการสีของข้าว	หน้าปี 2545/46	สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทานศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก
สรุป : การฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปแตสเซียมไอโอไดด์หรือสารประกอบโปแตสเซียมไอโอไดด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน ไม่ให้ผลต่อลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของข้าว กรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบโปแตสเซียมไอโอไดด์ทำให้แนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ขึ้นกับการตอบสนองของพันธุ์ข้าว ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ฉีดพ่นสารประกอบโปแตสเซียมไอโอไดด์ด้วยเครื่องพ่น CDA หลังระยะผสมเกสรมีผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นมากที่สุด ในขณะที่ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ฉีดพ่นสารประกอบโปแตสเซียมไอโอไดด์ด้วยเครื่องพ่น knapsack ที่ระยะกำเนิดช่อดอกมีผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นมากที่สุด ข้าวแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อการฉีดพ่นสารประกอบโปแตสเซียมไอโอไดด์และสารประกอบโบรอนต่างกัน ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบรอนมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลง ในทางกลับกัน ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กลับมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นไปได้อาการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างสารประกอบ KI และ H_2BO_3 ไปขัดขวางขบวนการหรือกลไกการทำงานบางอย่างในการสร้างเมล็ด จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นที่ได้จากการไม่ฉีดพ่นสาร		
7. การศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ธาตุไอโอดีน	ปี 2543/44	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สรุป : สามารถพัฒนากรรมวิธีการวิเคราะห์ไอโอดีนที่มีอยู่ในเมล็ดข้าว และเทคนิคการวิเคราะห์ความชื้นของตัวอย่างข้าวอย่างละเอียดซึ่งมีส่วนสำคัญต่อความแม่นยำของการวัดปริมาณไอโอดีนในเมล็ดข้าว		
8. Bioavailability ของข้าวเสริมไอโอดีน	ปี 2544/45	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สรุป : ไอโอดีนในข้าวเสริมไอโอดีนสามารถดูดซึมได้ซึ่งดูได้จากกราฟที่มีการขับไอโอดีนเพิ่มขึ้นในนิวตริสภาวะในวันที่มีการรับประทานข้าวเสริมไอโอดีนแต่เปอร์เซ็นต์การดูดซึมอาจไม่ดีเท่ากับไอโอดีนที่อยู่ในอาหารตามธรรมชาติ เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การขับไอโอดีนในนิวตริสจะลดลงในวันที่มีการรับประทานข้าวเสริมไอโอดีน

9. การศึกษาการเคลือบธาตุไอโอดีนในเมล็ดข้าว	ปี 2543/44	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
--	------------	---

สรุป : การเสริมไอโอดีนในข้าวคลองหลวง 1 โดยการเคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์ 3% มีปริมาณไอโอดีนสูงสุด ส่วนการเคลือบข้าวแพร่ 1 ด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์ 5% ทำให้มีปริมาณไอโอดีนสูงที่สุด

การล้างข้าวทำให้ปริมาณไอโอดีนในข้าวลดลง ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 ที่เคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์มีเปอร์เซ็นต์ไอโอดีนคงอยู่ มากกว่าการไม่เคลือบ 2 ชนิด ส่วนข้าวแพร่ 1 ที่เคลือบด้วยเจลแบ่งข้าวทั้ง 2 ชนิด มีเปอร์เซ็นต์ไอโอดีนคงอยู่มากกว่าข้าวที่เคลือบด้วยการใช้สารละลายเจลพอลิเมอร์

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเคลือบทั้ง 2 พันธุ์ พบว่า ข้าวที่เคลือบด้วยเจลแบ่งข้าวทั้ง 2 ชนิด มีคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมสูงกว่าข้าวที่เคลือบด้วยสารละลายเจลพอลิเมอร์

10. การศึกษาการเสริมธาตุเหล็กในเมล็ดข้าว	ปี 2543/44	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
--	------------	---

สรุป : ข้าวเสริมธาตุเหล็กที่ได้มีปริมาณเหล็ก 3.045-3.397 mg/100g(น้ำหนักเปียก) ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เสริมธาตุเหล็กมีปริมาณเหล็กเหลือหลังจากหุงมากกว่าข้าวกล้องดอกมะลิ 105 เสริมธาตุเหล็ก และข้าวเสริมธาตุเหล็กที่เก็บไว้เป็นเวลา 9 เดือน มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

สามารถทำการเสริมธาตุเหล็ก (FS ร่วมกับไอโอดีน(KIO₃)) ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ การทดสอบประสิทธิภาพการดูดซึมไอโอดีนของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เสริมไอโอดีนเพียงอย่างเดียว พบว่า ร่างกายสามารถดูดซึมไอโอดีนที่เสริมในข้าวได้

การเสริมธาตุเหล็กในแบ่งข้าวเจ้าโดยวิธีการผสมแบบแห้งและชนิดของเหล็กที่ใช้ คือ FS, FP และ IG เมื่อเก็บแบ่งเสริมธาตุเหล็กไว้เป็นเวลา 9 เดือน ปริมาณเหล็กมีค่าเปลี่ยนแปลงระหว่าง 3.822-4.485 mg/100g(น้ำหนักแห้ง) ค่าเปอร์ออกไซด์(PV) ของ

แบ่งมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บ แบ่งที่เสริมด้วย FS มีค่า PV มากที่สุด ตามด้วย แบ่งที่เสริมด้วย IG อย่างไ้ก็ตาม แบ่งที่เสริมด้วย FP และแบ่งที่ไม่ได้เสริมธาตุเหล็ก มีค่า PV ไม่แตกต่างกัน

FS = ferrous sulfate, FP = ferrous pyrophosphate, IG = iron biglycinate

11. การเสริมไอโอดีนและสังกะสี โดยการเคลือบบนเมล็ดข้าว	ปี 2544/45	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สรุป : การเคลือบด้วยพอลิเมอร์เพียงอย่างเดียวทำให้เมล็ดข้าวแตกหักและเกิดรอยร้าวน้อยที่สุด ข้าวที่เคลือบด้วย flour จะมีปริมาณไอโอดีนสูงกว่าข้าวที่เคลือบด้วย starch และข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 ที่เคลือบด้วยเจลพอลิเมอร์ชนิดต่างๆ มีปริมาณสังกะสีสูงกว่าข้าวเคลือบพันธุ์แพร่ 1 นอกจากนี้ ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 ที่เคลือบด้วย flour ข้าวเจ้า มีร้อยละการงอกของปริมาณไอโอดีนหลังล้างและหลังหุงสุ่งที่สุด และมีร้อยละการงอกเหลือของปริมาณสังกะสีหลังหุงสุ่งสุด ตลอดระยะเวลาเก็บ 10 เดือน ข้าวที่เสริมไอโอดีนและสังกะสีทุกการทดลองมีปริมาณไอโอดีนและสังกะสีอยู่ในช่วงที่ต้องการ (1 ใน 3 เท่าของ Thai RDA) และมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไอโอดีน ปริมาณสังกะสี ค่าดัชนีความขาวน้อยมาก การเสริมไอโอดีน สังกะสี และเหล็กในข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 ที่เคลือบด้วย flour ข้าวเจ้านั้น เมื่อข้าวผ่านการล้างและการหุง ปรากฏว่ามีร้อยละการงอกเหลือของแร่ธาตุทั้ง 3 ชนิดค่อนข้างสูง และตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือนยังคงมีปริมาณของไอโอดีน สังกะสี และเหล็กในข้าวอยู่ในช่วงที่ต้องการและมีการลดลงน้อยมาก การทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 ที่เสริมไอโอดีน สังกะสี และเหล็กมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงยอมรับปานกลางถึงยอมรับมาก การเสริมสังกะสีในเมล็ดข้าวโดยการผลิตพ่น จะมีการสูญเสียสังกะสีในระหว่างขั้นตอนการผลิต รวมทั้งขั้นตอนการล้างและหุงข้าว ดังนั้นควรเติมสังกะสีเพิ่มร้อยละ 20 หรือในปริมาณ 120% ของ 1 ใน 3 Thai RDA เพื่อให้ข้าวมีปริมาณสังกะสีตามต้องการ		
12. ผลของความเข้มข้นของ ไอโอดีนและพันธุ์ข้าวต่อคุณภาพของข้าวกล้องหนึ่งและข้าวเปลือกหนึ่งเสริมไอโอดีน	ปี 2544/45	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุป : ข้างนี้ที่ใช้ข้าวกล็องเป็นวัตถุดิบและแช่ในสารละลายที่มีไอโอดีนเข้มข้น 3.33 และ 6.67 mgiodine/ ลิปรีมาณไอโอดีนสูงกว่าตัวอย่างที่ใช้ข้าวเปลือกเป็นวัตถุดิบและตัวอย่างข้างนี้ควบคุม

ข้างนี้หลังจากข้าวพันธุ์พलयงมมีปริมาณอะมีโนสและค่าการสลายตัวในต่างสูงกว่าข้างนี้เนื่องจากข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 แต่ปริมาณโปรตีนของข้างนี้จากข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 สูงกว่าปริมาณโปรตีนของข้างนี้พันธุ์พलयงม เปลือกข้าวไปขัดขวางการดูดซึม น้ำเข้าสู่เมล็ดข้าวจึงมีผลต่อค่าดัชนีความขาว ซึ่งการใช้ข้าวกล็องเป็นวัตถุดิบจะได้ข้างนี้ที่มีค่าดัชนีความขาวต่ำกว่าการใช้ข้าวเปลือกเป็นวัตถุดิบ

การศึกษาโครงสร้างผลึกข้างนี้ทุกตัวอย่างให้ผลึก type A และยังงมีลักษณะ birefringence เหลืออยู่ต้งนี้วิธีการนี้วิธีนี้จะให้ข้างนี้ที่เกิดเจลาติในชั้นบางส่วน

13. สมบัติทางเคมีและกายภาพ ของข้าวสารและผลของการ เสรีเมื่อไอโอดีนที่มีต่อคุณภาพ ข้าวหุงสุกเร็ว	ปี 2545/46	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
---	------------	---

สรุป : อยู่ในระหว่างการดำเนินการทดลอง

ลงนาม

(ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา)

หัวหน้าโครงการ

วันที่ 30 เมษายน 2546

รายชื่อผู้ทำงานในโครงการ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คณะเกษตรศาสตร์

1. ผศ.ดร.ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา
2. น.ส.กาญจนา พิบูลย์
3. น.ส.วราภรณ์ จันทรีเส
4. น.ส.ภรณ์การ นามวงศ์
5. น.ส.ดวงเดือน ชัยศรี

หัวหน้าโครงการ

นักวิจัย

นักศึกษابริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

นักศึกษابริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

นักศึกษابริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ

1. ดร.ศักดิ์ดา พริ้งลัมภ์

ผู้ร่วมวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะวิทยาศาสตร์

1. รศ.ดร.วราภรณ์ ตุลยธิ์
2. น.ส.ชุตติมา อิศวเสถียร
3. น.ส.ศุติภา น เมฆจรลกุล
4. น.ส.จารุภัทร ลือชา
5. น.ส.ชนาเนต โรจนศิริธรา
6. น.ส.ปฐมนันท์ พงษ์นพรัตน์

ผู้ร่วมวิจัย

นักศึกษابริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

นักศึกษابริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

นักศึกษابริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

นักศึกษابริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

นักศึกษابริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

กรมวิชาการเกษตร

ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

1. นายอานันท์ ผลวัฒนะ
2. น.ส.นงนุชมาลย์ จันทร์ศรีอนุชาติ

ผู้ร่วมวิจัย

นักวิจัย

สารบัญ

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	หน้า
1	
รายงานผลการทดลอง ฤดูเพาะปลูกหน้าปี 2545/46	
การศึกษาคู่คุณภาพการสีของข้าวจากผลของการใช้สารประกอบโปตัสเซียม	4
เอโอไคโตร่วมกับสารประกอบโบรอน ในแปลงเพาะปลูกข้าวหน้าปีของเกษตรกร	
ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา สาวิตร์ มีชัย อานันท์ ผลวัฒน์ะ แซ่สมาลัย จันทร์ศรีอัญชาติ	
และ กาญจนา พิบูลย์	
ผลของการฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมเอโอไคโตร่วมและสารประกอบโบรอน	25
ด้วยเครื่องพ่นแบบ Knapsack และ CDA ต่อคุณภาพการสีของข้าว	
ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา แซ่สมาลัย จันทร์ศรีอัญชาติ และ กาญจนา พิบูลย์	
อิทธิพลของการฉีดพ่นธาตุเอโอตินในรูปสารประกอบที่แตกต่างกันต่อคุณภาพการสี	33
ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา แซ่สมาลัย จันทร์ศรีอัญชาติ และ กาญจนา พิบูลย์	
ผลของการฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมเอโอไคโตร่วมคุณภาพการสีของพันธุ์	40
ข้าวเหนียวดำที่มีความหลากหลายของปริมาณอะมิยโลสในเมล็ด	
ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา แซ่สมาลัย จันทร์ศรีอัญชาติ และ กาญจนา พิบูลย์	
ผลของการฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมเอโอไคโตร่วมคุณภาพการสีของพันธุ์	46
ข้าวญี่ปุ่น 9 พันธุ์	
ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา แซ่สมาลัย จันทร์ศรีอัญชาติ และ กาญจนา พิบูลย์	
ผลของควาเข้มข้นของเอโอตินและพันธุ์ข้าวต่อคุณภาพของข้าวกล้องหนึ่ง	52
และข้าวเป็ลอีกหนึ่งเมล็ด	
จารุภัทร ลือชา วรณดา ตุลยชัย และ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา	
การเสริมเอโอตินและสังกะสีโดยการเลือกอบนมเมล็ดข้าว	69
ชนานันต์ โรจนศศิธร วรณดา ตุลยชัย และ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา	

สมบัติทางเคมีและกายภาพของข้าวสารและผลของการเสริมไอโอดีนที่มีต่อ คุณภาพข้าวหุงสุกเร็ว ปัญนันท์ พงศ์นพรัตน์ วรณา ตุลยชัย และ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา	80
วิทยานิพนธ์ภายใต้โครงการ (บทคัดย่อ)	86
อัตราการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมและการฉีดพ่นธาตุสังกะสีที่มีต่อคุณภาพการสี และคุณภาพทางโภชนาการของข้าว ดวงเดือน ชัยศรี ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา ศักดา พริ้งสำภู ทรงเขาว์ อินสมพันธ์ และ อำพรณ พรมศิริ	89
ประสิทธิภาพการเสริมไอโอดีนในข้าว ชุดมา อัครเสถียร วรณา ตุลยชัย และ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา	91
ผลของระบบการจัดการธาตุไนโตรเจนและธาตุเหล็กต่อผลผลิต คุณภาพการสี และคุณค่าทางโภชนาการของข้าว การณิการ์ นามวงศ์ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา ศักดา พริ้งสำภู พฤษ์ ยิมมณะสิริ และ สาวิตร มีชัย	93
การเสริมธาตุเหล็กและธาตุเหล็กร่วมกับไอโอดีนในเมล็ดข้าวและแป้งข้าว ศุติกานต์ เมฆจรกุล วรณา ตุลยชัย และ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา	95
ระบบการจัดการการปลูกข้าว และผลของโพแทสเซียมไอโอดีนที่มีต่อผลผลิต คุณภาพการสี และคุณค่าทางโภชนาการของข้าว วารวณ จันทวีเส ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา ศักดา พริ้งสำภู พฤษ์ ยิมมณะสิริ และ สาวิตร มีชัย	96
ผลของความเข้มข้นของไอโอดีนและพันธุ์ข้าวต่อคุณภาพของข้าวกล้องหนึ่ง และข้าวเป็ลอีกหนึ่งเสริมไอโอดีน จารุภัทร ลือชา วรณา ตุลยชัย และ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา	98
การเสริมไอโอดีนและสังกะสีโดยการเคลือบเมล็ดข้าว ชานันต์ โรจนศศิครา วรณา ตุลยชัย และ ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา	99

สรุปผลการดำเนินงานโครงการ (สัปดาห์ที่ 2543 - เมษายน 2546)

การเพิ่มคุณภาพการสืบของข้าว ทำได้อย่างไร?	101
บทเสนอแนะงานวิจัยโครงการ ระยะที่ 2	
บทบาทและความสำคัญของชาติพันธุ์และสังคม ศึกษา พืชล้มลุก	115

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

โครงการ การเพิ่มคุณภาพการสืบโดยการใช้อุปกรณ์บางชนิด และการเสริมธาตุไอโอดีน สังกะสีและเหล็กในเมล็ดข้าวและผลิตภัณฑ์แป้งข้าว ใต้คำแนะนำวิจัยมาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2543 และได้สิ้นสุดงานวิจัยตามสัญญาการรับทุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยเลขที่ RDG4320013 ในเดือนเมษายน 2546 ซึ่งผลงานวิจัยที่ได้ดำเนินการมาตลอดสามปี ใต้คำแนะนำ วัตถุประสงค์ของโครงการที่ตั้งไว้ 3 ข้อได้แก่

1. ศึกษาความเป็นไปได้ของกรรมวิธีการเพิ่มคุณภาพการสืบและคุณค่าทางโภชนาการของ เมล็ดข้าวในช่วงระหว่างการเพาะปลูกโดยการใช้อุปกรณ์แป้งข้าว ไอโอดีน เหล็ก และ สังกะสี
2. ศึกษาวิธีการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวและผลิตภัณฑ์แป้งข้าว โดยกรรมวิธีการ เสริมธาตุอาหารที่จำเป็นต่อสุขภาพร่างกาย ใต้แก่ ธาตุ ไอโอดีน เหล็ก และสังกะสี
3. ทดสอบความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นหรือเสริมในข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว ต่อร่างกาย

จากวัตถุประสงค์ข้อแรกนั้น ผลการศึกษาพบว่า การฉีดพ่นข้าวด้วยสารประกอบโปตัสเซียมไอ โอไดด์ (Potassium Iodide, KI) ที่อัตรา 0.2 g% KI ที่ระยะกำเนิดช่อดอก (Panicke initiation) และ หลังระยะกำเนิดช่อดอก 1 สัปดาห์ สามารถเพิ่มคุณภาพการสืบของข้าวอย่างมีนัยสำคัญโดยวัดจาก เปอร์เซ็นต์หัวต้น (Head rice) ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์หัวต้นของข้าวที่ไม่ได้รับ การฉีดพ่นด้วยสารโปตัสเซียมไอโอไดด์ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาพบความแปรปรวนของ อิทธิพลของการใช้สารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดด์ต่อคุณภาพการสืบของข้าวในพันธุ์ข้าวต่างๆ ที่ มีความหลากหลายทางพันธุกรรม และความแปรปรวนที่เกิดขึ้นนี้เกิดขึ้นกับพื้นที่ศึกษาและช่วง ระยะเวลาของการศึกษา ความแปรปรวนดังกล่าวสามารถอธิบายได้ 2 สาเหตุได้แก่ ลักษณะทาง พันธุกรรมของข้าวที่มีความแตกต่างกันในเรื่ององค์ประกอบทางเคมีของเมล็ด เช่น เปอร์เซนต์ อะไมโลส (Amylose) ซึ่งอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับอัตราการตอบสนองของเมล็ดข้าวต่อสารประกอบ โปตัสเซียมไอโอไดด์ ที่ส่งผลให้เมล็ดข้าวแข็งแรงแรงสามารถต้านทานต่อการชดสี ทำให้เมล็ดข้าว หักน้อยลงได้ เหตุผลประการที่สองได้แก่กระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ใต้แก่ช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยว การลดความชื้น และการกองเก็บรักษาข้าวที่ ได้รับสารประกอบ โปตัสเซียมไอโอไดด์ เป็นต้น ดังนั้น การศึกษาเงื่อนไขของพันธุ์ที่สามารถตอบสนองต่อการประกอบ โปตัสเซียมไอโอไดด์ในประเด็นนี้ การศึกษาเงื่อนไขของพันธุ์ที่สามารถตอบสนองต่อการจัดการ เก็บเกี่ยวข้าวเพื่อที่จะเข้าระบบการชดสี เช่น กรรมวิธีการเก็บเกี่ยว การลดความชื้น การกองเก็บ

รักษาข้าว ฯลฯ อาจเป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดคุณภาพการสีข้าว โดยเฉพาะข้าวที่ได้รับสารโบตีสเซียมเอโอได้

วัตถุประสงค์ข้อที่สองนั้น คณะผู้วิจัยได้ทำการเสริมธาตุอาหารที่จำเป็นต่อสุขภาพร่างกาย ได้แก่ ไอโอดีน เหล็ก และสังกะสี โดยการเคลือบลงบนเมล็ดข้าว ซึ่งการเคลือบธาตุอาหารดังกล่าวนี้ ได้ใช้ผลิตภัณฑ์สังเคราะห์ธรรมชาติ ได้แก่ เจลแบ่งข้าวที่ใช้แทนพอลิเมอร์ในการเคลือบ โดยผลการศึกษาพบว่าการใช้เจลแบ่งข้าวผสมธาตุอาหารดังกล่าวเคลือบเมล็ดข้าว สามารถควบคุมปริมาณธาตุอาหารที่เหลือในเมล็ดข้าวหลังการหุงต้มได้ตามความต้องการร่างกายต่อวันตามที่ต้องการวงสาธารณสุขกำหนด และค่าใช้จ่ายในการใช้เจลแบ่งข้าวนี้ต่ำกว่าการใช้สารพอลิเมอร์จากต่างประเทศมาก สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวที่เสริมไอโอดีนที่ทำการวิจัยได้แก่ เส้นก๋วยเตี๋ยวข้าวเหนียว และข้าวหุงสุกเร็ว ผลการศึกษาดังกล่าวพร้อมที่จะขยายระดับการผลิตเป็นการผลิตข้าวและผลิตภัณฑ์แบ่งข้าวเสริมจุลธาตุในระดับกึ่งอุตสาหกรรม และสามารถจะทำการจดสิทธิบัตรผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้

วัตถุประสงค์ข้อที่สามนั้น ผลการศึกษพบว่าการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซึมธาตุไอโอดีนของร่างกายคนจากตัวอย่างข้าวที่ทำการเสริมธาตุไอโอดีนในเมล็ดข้าวโดยวิธีการเคลือบเมล็ดข้าวด้วยเจลแบ่งข้าวผสมไอโอดีน พบว่า ร่างกายคน (อาสาสมัครหญิงและชาย) สามารถดูดซึมไอโอดีนจากข้าวที่เสริมธาตุดังกล่าวได้เป็นที่น่าพอใจ ส่วนการศึกษาระสิทธิภาพการดูดซึมธาตุเหล็กและสังกะสี จากผลิตภัณฑ์ข้าวเสริมเหล็กและสังกะสี โดยการเคลือบด้วยเจลแบ่งข้าวสามารถขยายขอบเขตการศึกษาดังกล่าวไปสู่ระดับชุมชนต่อไป

นอกจากผลงานวิจัยที่ได้รับการศึกษาครั้งนี้แล้ว โครงการฯ ยังได้มีส่วนในการพัฒนาบุคลากรในทางการศึกษา โดยได้มีนักศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาที่สำเร็จการศึกษาไปแล้วภายใต้การทำงานวิจัยเป็นหัวข้อวิทยานิพนธ์ 3 คนจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และอีก 4 คนจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กล่าวโดยสรุปแล้ว ผลการศึกษาที่ได้จากโครงการนี้ ครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทุกวัตถุประสงค์ สำหรับผลการศึกษาที่ได้จะได้รับการนำไปขยายผลเพื่อเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรรมและการผลิตข้าวคุณภาพเชิงโภชนาการต่อไป

การศึกษาคุณภาพการสื่อสารของข่าวจากผลของการใช้สารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดต์
ร่วมกับสารประกอบโบรอน ในแปลงเพาะปลูกข้าวนาปีของเกษตรกร

ศักดิ์ดา จงแก้วพัฒนา แขสุมาลย์ จันทร์ศรีอัญชาติ และ กาญจนา พิบูลย์
ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สาวิตร มีจุ้ย

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง

อานันท์ ผลวัฒนะ

ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

วัตถุประสงค์

ศึกษาผลของการฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดต์ และสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดต์
ร่วมกับสารประกอบโบรอน ที่มีต่อคุณภาพการสี คุณภาพเมล็ด และองค์ประกอบผลผลิต ในสภาพแวดล้อม
และการจัดการในสภาพพื้นที่ปลูกขนาดในหมู่บ้านธรรมชาติ

วิธีการทดลอง

แบ่งพื้นที่ทดลองเป็น 3 เขต ได้แก่ พื้นที่ความรับผิดชอบของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถาบัน
เทคโนโลยีราชมงคลลำปางและศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

รายชื่อ	ที่อยู่	พันธุ์ข้าว
1. นายสวัสดิ์ ใจวงศ์*	บ้านบุคา ต.บุคา อ.สันกำแพง	ขาวดอกมะลิ 105
2. นายอนันต์ ใจวงศ์**	บ้านบุคา ต.บุคา อ.สันกำแพง	ขาวดอกมะลิ 105
3. นายমনะเชียร อินตาภา**	บ้านดอนอิน ต.แซ่ช้าง อ.สันกำแพง	ขาวดอกมะลิ 105
4. นายชูเกียรติ สีกาลิ**	บ้านดอนอิน ต.แซ่ช้าง อ.สันกำแพง	กข 6
5. นายประติษฐ์ ปารมีทอง	บ้านดง ต.แซ่ช้าง อ.สันกำแพง	ขาวดอกมะลิ 105
6. นางชวนพิศ สุธรรม	บ้านห้วยม่วง ต.ห้วยไทร อ.บ้านธิ	กข 6
7. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ลำปาง	จังหวัดลำปาง	ขาวดอกมะลิ 105
8. นายดี รักคง	อบางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก	พิษณุโลก 2
		ชัยนาท 1
		ขาวดอกมะลิ 105

* เกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวก่อน เนื่องจากมีพายุและฝนตกหนัก

กรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ

- ฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดต์ อัตรา 0.2 g%Kl
- ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดต์ อัตรา 0.2 g%Kl ร่วมกับสารประกอบโบรอน (H₂BO₃)
อัตรา 2.5 ppm
- ไม่ฉีดพ่น

โดยฉีดพ่น 2 ครั้ง ที่ระยะก้านิดชิดออก (panicle initiation) และระยะข้าวตั้งท้อง (booting stage) ด้วยเครื่องฉีดพ่นแบบอัดอากาศ (kapsack sprayer) ซึ่งการฉีดพ่นทุกครั้งมีการผสมด้วยสารจับใบอัตรา 1 ซีซี ต่อ น้ำ 1 ลิตร

การดำเนินการทดลอง ฤดูเพาะปลูกในปี 2545/46 ระหว่างเดือนสิงหาคม – ธันวาคม 2546

การบันทึกข้อมูล

- 1. คุณภาพการสี โดยใช้เครื่องสีข้าวจากสถานวิทยากรหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 2. คุณภาพเมล็ด โดยการวัดความแข็งเมล็ดข้าวกล้อง
- 3. องค์ประกอบผลผลิตข้าว

ผลการทดลอง

ผลการทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาผลของการฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมเอโอไคด์ และสารประกอบโบรอนที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิต ส่วนที่สองเป็นการศึกษาถึงคุณภาพเมล็ดและคุณภาพการสีของข้าว โดยแบ่งแปลงทดลองออกเป็น

1. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง

องค์ประกอบผลผลิต

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า องค์ประกอบผลผลิตทั้งจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดสีบ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ (ตารางที่ 1) โดยข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกจากแปลงวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง มีจำนวนรวง 40 รวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดี 105 เมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 27.2 กรัม และมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสีบ 15.2%

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ดและเปอร์เซ็นต์เมล็ดสีบของข้าวจากแปลงวิจัยสถาบันเทคโนโลยี ราชมงคลลำปาง ที่ ๒ จากการฉีดพ่นและ ๒ เมล็ดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมเอโอไคด์และสารประกอบโปตัสเซียมเอโอไคด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

SOV	จำนวนรวง/กอ	เมล็ดดี/รวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	%เมล็ดสีบ
KI	ns	ns	ns	ns
CV (%)	13.63	11.34	1.24	17.95

คุณภาพเมล็ดและคุณภาพการสี

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า ความแข็งเมล็ดข้าวกล้อง เปอร์เซ็นต์ข้าวคั่วและเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความแห้งเมล็ดข้าวกล้อง เปรอร์เซ็นต์ข้าวต้นและเปอร์เซ็นต์ข้าวหักของข้าวจากแปลงวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ลำปาง ที่ได้จากการฉีดพ่นและไม่มีฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไอโอโตด์และสารประกอบโบตัสเซียมไอโอโตด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

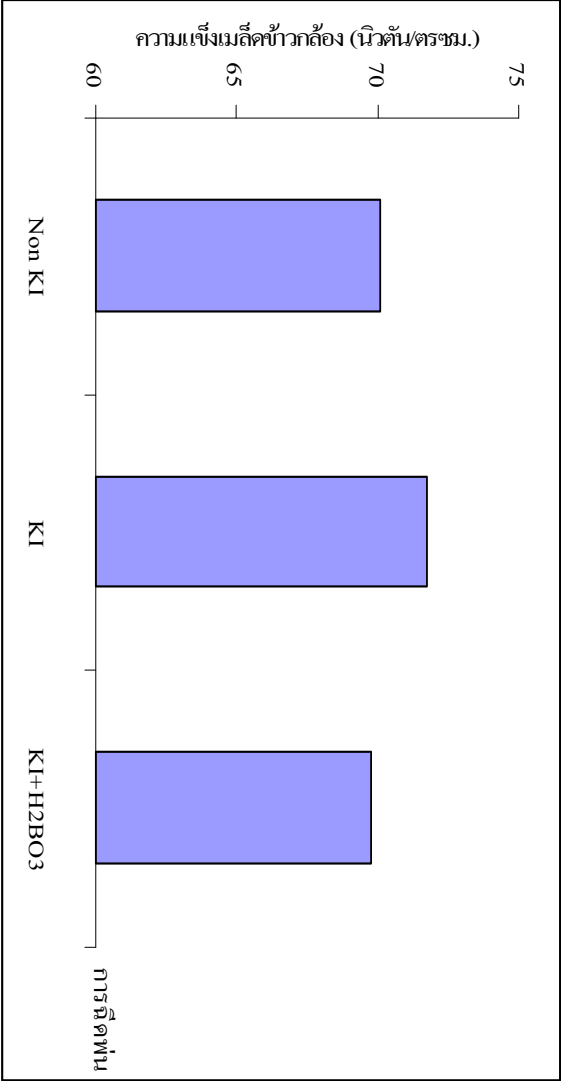
SOV	ความแห้งเมล็ดข้าวกล้อง	%ข้าวต้น	%ข้าวหัก
KI	ns	ns	ns
CV (%)	3.80	4.35	11.54

1. ความแห้งเมล็ดข้าวกล้อง

ความแห้งเมล็ดข้าวกล้องไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ (ตารางที่ 2) ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากแปลงวิจัยสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง มีความแห้งเมล็ดข้าวกล้องเฉลี่ย 70.5 นิวตัน/ตร.ซม. อย่างไรก็ตาม พบว่า ข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไอโอโตด์มีความแห้งเมล็ดข้าวกล้อง 71.8 นิวตัน/ตร.ซม. ซึ่งไม่แตกต่างจากข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นสาร และข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไอโอโตด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน ที่มีความแห้งเมล็ดข้าวกล้อง 70.1 นิวตัน/ตร.ซม. และ 69.8 นิวตัน/ตร.ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 1)

ตารางที่ 3 ความแห้งเมล็ดข้าวกล้องของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากแปลงวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง ที่ฉีดพ่นและไม่มีฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไอโอโตด์และสารประกอบโบตัสเซียมไอโอโตด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

การฉีดพ่น	ความแห้งเมล็ดข้าวกล้อง (นิวตัน/ตร.ซม.)
Non KI	70.1
KI	71.8
KI+H ₂ BO ₃	69.8



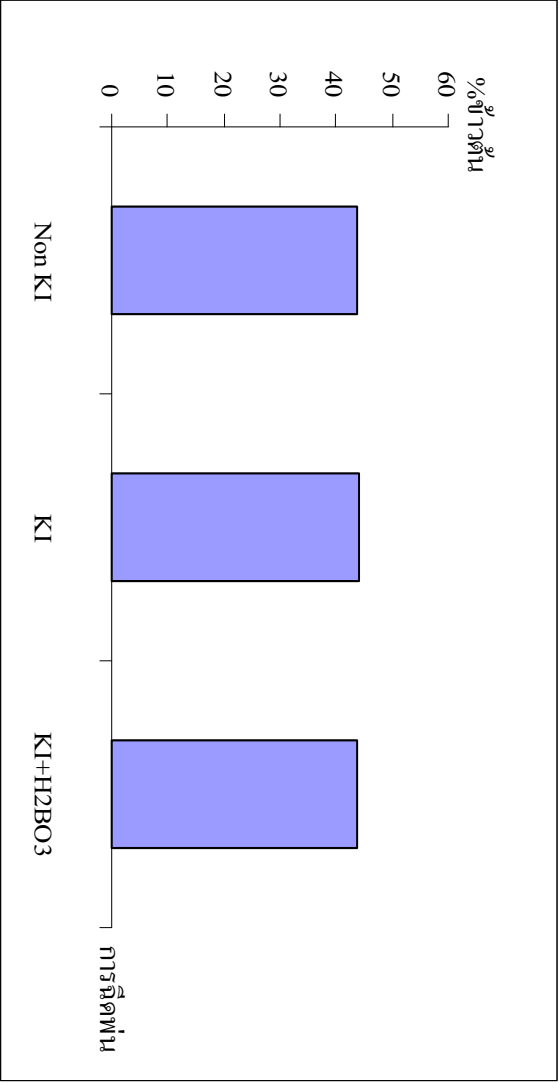
ภาพที่ 1 ความเข้มข้นของไอโอดีนของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแปลงวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง ที่ได้รับการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไอโอดี้ และสารประกอบโบตัสเซียมไอโอดี้ร่วมกับสารประกอบโบรอน

2. เปรอร์เซนต์ข้าวต้น

เปอร์เซนต์ข้าวต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ(ตารางที่ 2) ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากแปลงวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง มีเปอร์เซนต์ข้าวต้นเฉลี่ย 43.77% อย่างไรก็ตาม ข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไอโอดี้ มีเปอร์เซนต์ข้าวต้น 44.00% ซึ่งไม่แตกต่างจากข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นและข้าวที่ฉีดพ่นสาร ประกอบโบตัสเซียมไอโอดี้ร่วมกับสารประกอบโบรอน ที่มีเปอร์เซนต์ข้าวต้น 43.66% และ 43.64% ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และ ภาพที่ 2)

ตารางที่ 4 เปรอร์เซนต์ข้าวต้นของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากแปลงวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง ที่ฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไอโอดี้ และสารประกอบโบตัสเซียมไอโอดี้ร่วมกับสารประกอบโบรอน

การฉีดพ่น	เปอร์เซนต์ข้าวต้น (%)
Non KI	43.66
KI	44.00
KI+H ₂ BO ₃	43.64



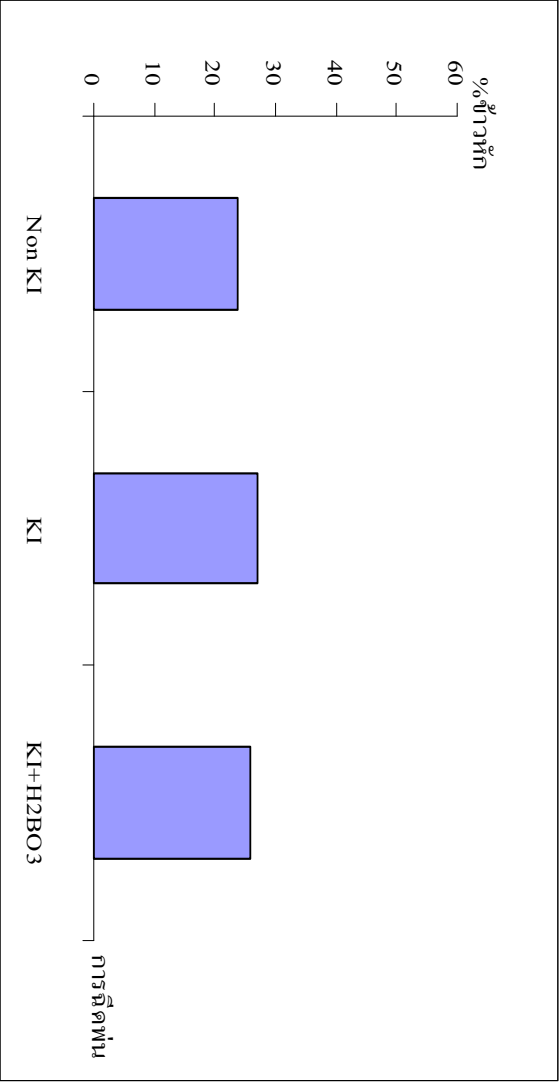
ภาพที่ 2 เปรือ้เช้นต้ข้าวต้้นของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 จากแปลงวิจัยสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง ที่ใต้จากการฉีดพ่นและไม้้ฉีดพ่นสารประกอบโป้ตัสเซียมไเอ้โอไค้ตส์ และสารประกอบโป้ตัสเซียมไเอ้โอไค้ตส์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

3. เปรือ้เช้นต้ข้าวหัก

เปรือ้เช้นต้ข้าวหักไม้้มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ(ตารางที่ 2) ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ใต้จากแปลงวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง มีเปรือ้เช้นต้ข้าวหักเฉลี่ย 25.54% อย่างไ้รักก็ตาม ข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบโป้ตัสเซียมไเอ้โอไค้ตส์ มีเปรือ้เช้นต้ข้าวหัก 26.97% ซึ่งไม้้แตกต่างจากข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบโป้ตัสเซียมไเอ้โอไค้ตส์ร่วมกับสารประกอบโบรอน และข้าวที่ไม้้ได้รับการฉีดพ่น ที่มีเปรือ้เช้นต้ข้าวหัก 25.87% และ 23.77% ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และ ภาพที่ 3)

ตารางที่ 5 เปรือ้เช้นต้ข้าวหักของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ใต้จากแปลงวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง ที่ฉีดพ่นและไม้้ฉีดพ่นสารประกอบโป้ตัสเซียมไเอ้โอไค้ตส์ และสารประกอบโป้ตัสเซียมไเอ้โอไค้ตส์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

การฉีดพ่น	เปรือ้เช้นต้ข้าวหัก (%)
Non KI	23.77
KI	26.97
KI+H ₂ BO ₃	25.87



ภาพที่ 3 เปอรเซ็นต์ข้าวกักของข้าวกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแปลงวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
 ลำปาง ที่ได้จากการฉีดพ่นสารโปแตสเซียมและโปแตสเซียมฟอสฟอรัส (p<0.05) (ตารางที่ 6) แต่ไม่มีความแตกต่างทาง
 โปแตสเซียมเอโอได้ร่วมกับสารประกอบโบรอน

2. นายประดิษฐ์ ปารมทอง

องค์ประกอบผลผลิต

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า น้ำหนัก 1,000 เมล็ดมีความแตกต่างระหว่าง
 กรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 6) แต่ไม่มีความแตกต่างทาง
 สถิติของจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่องอ และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ

น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากแปลงข้าวนายประดิษฐ์ จากการฉีดพ่น
 สารประกอบโปแตสเซียมเอโอได้ และสารประกอบโปแตสเซียมเอโอได้ร่วมกับสารประกอบโบรอน มีน้ำหนัก
 1,000 เมล็ดใกล้เคียงกันเฉลี่ย 25.9 กรัม และ 25.8 กรัม ตาม ลำดับ แต่น้อยกว่าวิธีการไม่ฉีดพ่นสาร ซึ่งมี
 น้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ย 26.8 กรัม (ตารางที่ 7) แต่ห้้น้องค์ประกอบผลผลิตในส่วนของจำนวนรวงต่อกอ
 จำนวนเมล็ดต่องอ และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยองค์ประกอบผลผลิตของข้าวก
 พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้ ประกอบด้วย จำนวนรวง 59 รวงต่อกอ จำนวนเมล็ด 117 เมล็ดต่องอ และ มี
 เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ 10.9%

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่องอ น้ำหนัก 1,000
 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของข้าวก จากแปลงข้าวนายประดิษฐ์ ปารมทอง อ.สันกำแพง จ.
 เชียงใหม่ ที่ได้จากการฉีดพ่นสารโปแตสเซียมและโปแตสเซียมฟอสฟอรัส (p<0.05) และสารประกอบ
 โปแตสเซียมเอโอได้ร่วมกับสารประกอบโบรอน

SOV	จำนวนรวง/กอ	เมล็ดดี/รวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	%เมล็ดลีบ
KI (B)	ns	ns	*	ns
CV (%)	30.36	17.22	1.42	25.21

ตารางที่ 7 น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแปลงข้าวนาयरประดิษฐ์ ปารมีทอง อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ ที่ได้รับการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดเต้และสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดเต้ร่วมกับสารประกอบโบรอน

การฉีดพ่น	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)
ไม่ฉีดพ่น	26.8
KI	25.9
KI+H ₂ BO ₃	25.8
LSD _{0.05} ฉีดพ่น = 0.59	

คุณภาพเมล็ดและคุณภาพการสี

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า ความเข้มเมล็ดข้าวกล้อง มีความแตกต่างระหว่างการฉีดพ่นสารประกอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เปอร์เซนต์ข้าวต้นและเปอร์เซนต์ข้าวหักมีความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.01$) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความเข้มเมล็ดข้าวกล้อง เปอร์เซนต์ข้าวต้น และเปอร์เซนต์ข้าวหักจากแปลงข้าวนาयरประดิษฐ์ ปารมีทอง อ.สันกำแพง จ. เชียงใหม่ ที่ได้รับการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดเต้ และสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดเต้ร่วมกับสารประกอบโบรอน

SOV	ความเข้มเมล็ดข้าวกล้อง	%ข้าวต้น	%ข้าวหัก
KI (B)	*	**	**
CV (%)	3.51	4.22	2.99

1. ความเข้มเมล็ดข้าวกล้อง

ความเข้มเมล็ดข้าวกล้องมีความแตกต่างทางสถิติของกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ (ตารางที่ 8) ข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่น และข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดเต้ มีความเข้มเมล็ดข้าวกล้องไม่แตกต่างกัน เฉลี่ย 69.6 นิวตัน/ตร.ซม. และ 68.0 นิวตัน/ตร.ซม. ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าข้าวที่ฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดเต้ร่วมกับสารประกอบโบรอนที่มีความเข้มเมล็ดข้าวกล้องเพียง 66.2 นิวตัน/ตร.ซม. (ตารางที่ 9) อย่างไรก็ตาม ข้าวจากแปลงข้าวนาयरประดิษฐ์ เกิดการหักล้มเสียหายและส่วนหนึ่งมีน้ำขัง ซึ่งอาจทำให้ผลผลิตข้าวที่ได้เป็นตัวอย่างข้าวที่เกิดความแปรปรวน ข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นสารประกอบจึงมีความเข้มเมล็ดข้าวกล้องต่ำกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่น

ตารางที่ 9 ความแข็งเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแปลงข้าวนายประดิษฐ์ปารมย์ทอง อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ ที่ได้รับการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์และสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

การฉีดพ่น	ความแข็งเมล็ดข้าวเปลือก (นิวตัน/ตร.ซม.)
ไม่ฉีดพ่น	69.6
KI	68.0
KI+H ₂ BO ₃	66.2

LSD_{0.05}ฉีดพ่น = 2.20

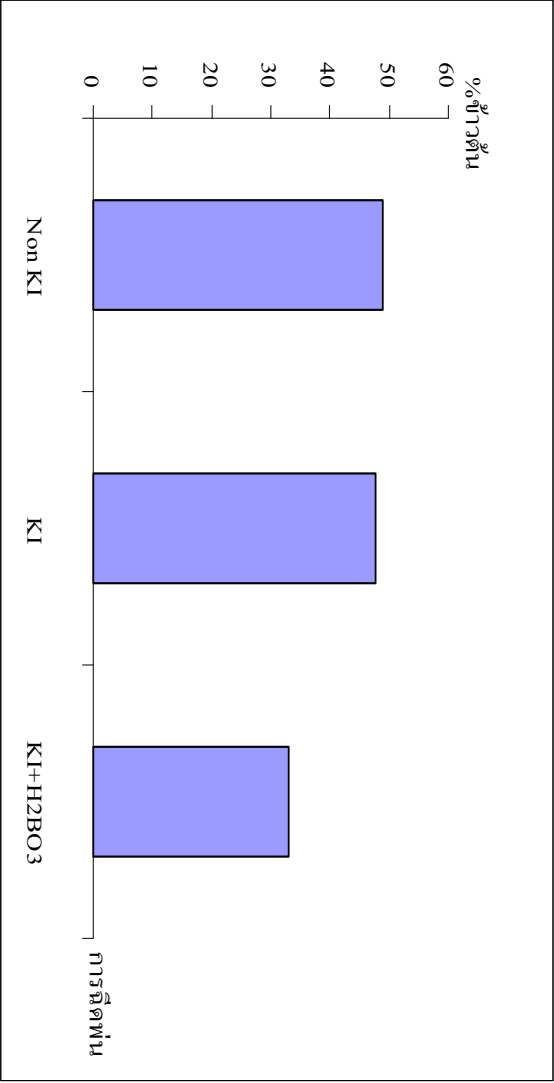
2. เปรูเซ็นต์ข้าวต้น

เปรูเซ็นต์ข้าวต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติของกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ (ตารางที่ 8) ข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นมีเปรูเซ็นต์ข้าวต้นสูงกว่าข้าวที่ฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์เล็กน้อย เนื่องจากข้าวมีการหักล้มจำนวนมากในส่วนของการแปลงที่มีการฉีดพ่นสาร ในขณะที่แปลงที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารมีการหักล้มไม่มากนัก แต่ทั้งนี้ก็ทำให้เปรูเซ็นต์ข้าวต้นแตกต่างกัน โดยข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่น และข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์มีเปรูเซ็นต์ข้าวต้นเฉลี่ย 48.95% และ 47.77% ซึ่งแตกต่างจากข้าวที่ฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์ร่วมกับสารประกอบโบรอนมีเปรูเซ็นต์ข้าวต้นเฉลี่ยเพียง 37.19% (ตารางที่ 10 และ ภาพที่ 4)

ตารางที่ 10 เปรูเซ็นต์ข้าวต้นของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกจากแปลงข้าวนายประดิษฐ์ ที่ฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์ และสารประกอบโบตัสเซียม ไฮโดรไลต์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

การฉีดพ่น	เปรูเซ็นต์ข้าวต้น (%)
Non KI	48.95
KI	47.77
KI+H ₂ BO ₃	32.90

LSD_(0.05)ฉีดพ่น = 3.35



ภาพที่ 4 เปรอ์เซ็นต์ข้าวต้นของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแปลงข้าวของนายประดิษฐ์ ปารมีทอง อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ ที่ได้รับการฉีดพ่นและไ้ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไเอโอไ้ดัด และสารประกอบโปตัสเซียมไเอโอไ้ดัดร่วมกับสารประกอบโบรอน

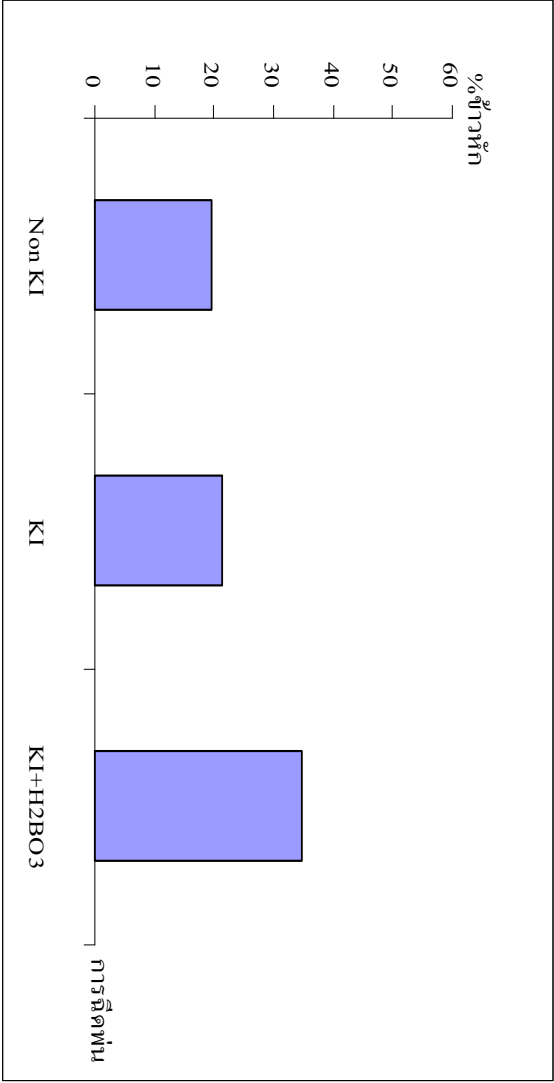
3. เปรอ์เซ็นต์ข้าวหัก

เปรอ์เซ็นต์ข้าวหักมีความแตกต่างทางสถิติของกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ (ตารางที่ 8) ข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไเอโอไ้ดัดร่วมกับสารประกอบ โบรอนมีเปรอ์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยสูงสุด 34.65% ซึ่งสูงกว่าข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไเอโอไ้ดัด ที่มีเปรอ์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ย 21.49% และข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่น มีเปรอ์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยต่ำสุด 19.56% ตาม ลำดับ (ตารางที่ 11 และ ภาพที่ 5)

ตารางที่ 11 เปรอ์เซ็นต์ข้าวหักของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกจากแปลงข้าวนายประดิษฐ์ ที่ฉีดพ่นและไ้ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไเอโอไ้ดัด และสารประกอบโปตัสเซียม ไเอโอไ้ดัดร่วมกับสารประกอบโบรอน

การฉีดพ่น	เปรอ์เซ็นต์ข้าวหัก (%)
Non KI	19.56
KI	21.49
KI+H ₂ BO ₃	34.65

LSD_(0.05)ฉีดพ่น = 1.39



ภาพที่ 5 เปอร์เซ็นต์ขี้ข้าหักของขี้ขาวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแปลงขี้ขาวประดิษฐ์ ปารมีทอง อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ ที่ได้จากการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโอไดรด์ และสารประกอบโบตัสเซียมไฮโอไดรด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

3. นางชวนพิศ สุธรรม

องค์ประกอบผลผลิต

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า องค์ประกอบผลผลิตขี้ขาวทั้งจำนวนรวมต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ (ตารางที่ 12) องค์ประกอบผลผลิตขี้ขาวพันธุ์ กข 6 ที่ได้จากแปลงขี้ขาวนางชวนพิศ ประกอบด้วย จำนวนรวง 44 รวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดี 148 เมล็ด ต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 27.3 กรัม และมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ 8.7%

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของขี้ขาว จากแปลงขี้ขาวของนางชวนพิศ สุธรรม อ.บ้านธิ จ.ลำพูน ที่ได้จากการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโอไดรด์ และสารประกอบโบตัสเซียมไฮโอไดรด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

SOV	จำนวนรวง/กอ	เมล็ดดี/รวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	%เมล็ดลีบ
-----	-------------	-------------	---------------------	-----------

KI (B)	ns	ns	ns
CV (%)	17.11	12.24	1.09
			8.70

คุณภาพเมล็ดและคุณภาพการสี

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า เบอร์เซ้นข้าวต้น และเปอร์เซ้นข้าวหักมีความแตกต่างทางสถิติของกรรมวิธีการสีนสารประกอบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) แต่ความแข็งเมล็ดข้าวกลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติของกรรมวิธีการสีนสารประกอบ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความแข็งเมล็ดข้าวกลอง เบอร์เซ้นต้นข้าวต้นและเปอร์เซ้นข้าวหักของข้าวจากแปลงข้าวนางชวนพิศ สุพรรณม อ.บ้านธิ จ.ลำพูน ที่ได้จากการสีนเมล็ดพ่นและม่ชนิดพ่นสารประกอบไปตัสเซียมไอโอไคต์ และสารประกอบไปตัสเซียมไอโอไคต์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

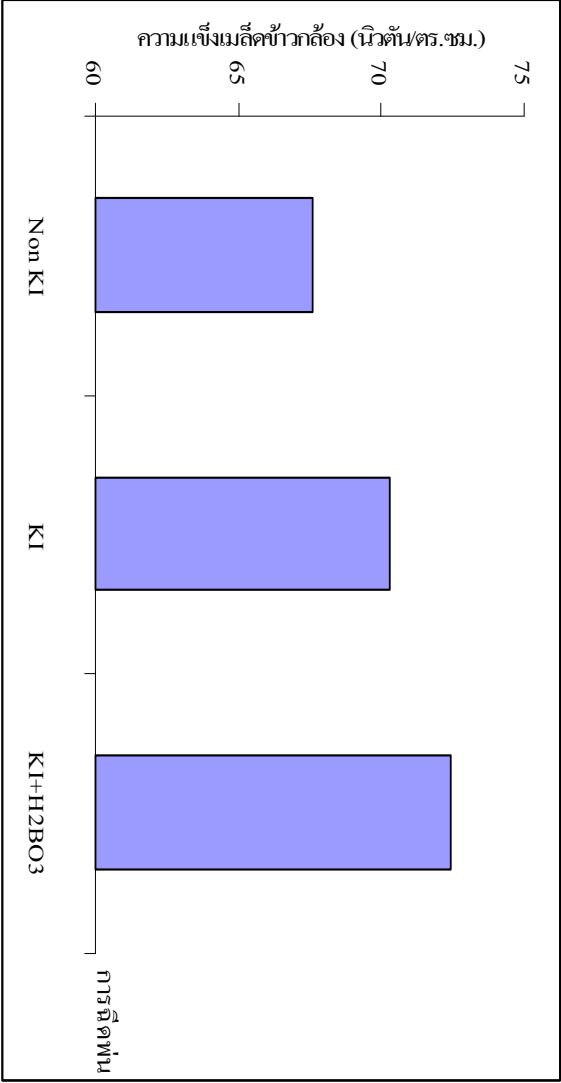
SOV	ความแข็งเมล็ดข้าวกลอง	%ข้าวต้น	%ข้าวหัก
KI (B)	ns	**	**
CV (%)	5.63	2.26	3.65

1. ความแข็งเมล็ดข้าวกลอง

ความแข็งเมล็ดข้าวกลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการสีนสารประกอบ (ตารางที่ 13) ข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ปลูกจากแปลงข้าวนางชวนพิศ มีความแข็งเมล็ดข้าวกลองเฉลี่ย 70.1 นิวตัน/ตร.ซม. อย่างไรก็ตาม ข้าวที่สีนพ่นสารประกอบไปตัสเซียมไอโอไคต์ร่วมกับสาร ประกอบโบรอน และข้าวที่สีนพ่นสารประกอบไปตัสเซียมไอโอไคต์ มีความแข็งเมล็ดข้าวกลองเฉลี่ย 72.4 นิวตัน/ตร.ซม. และ 70.3 นิวตัน/ตร.ซม. ซึ่งไม่แตกต่างจากข้าวที่ไม่ได้รับการสีนพ่นสารประกอบที่มีความแข็งเมล็ดข้าวกลองเฉลี่ย 67.6 นิวตัน/ตร.ซม. (ตารางที่ 14 และ ภาพที่ 6)

ตารางที่ 14 ความแข็งเมล็ดข้าวกลองของข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ปลูกจากแปลงข้าวนางชวนพิศ ที่สีนพ่นและไม่สีนพ่นสารประกอบไปตัสเซียมไอโอไคต์และสารประกอบไปตัสเซียมไอโอไคต์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

การสีนพ่น	ความแข็งเมล็ดข้าวกลอง (นิวตัน/ตร.ซม.)
Non KI	67.6
KI	70.3
KI+H ₂ BO ₃	72.4



ภาพที่ 6 ความแข็งแรงเมล็ดข้าวกล้องข้าวพันธุ์ กข 6 จากแปลงข้าวนางชวนพิศ สุธรรม อ.บ้านธิ จ.ลำพูน ที่ได้จากการฉีดพ่นและไม่มีฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดรด์และสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดรด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

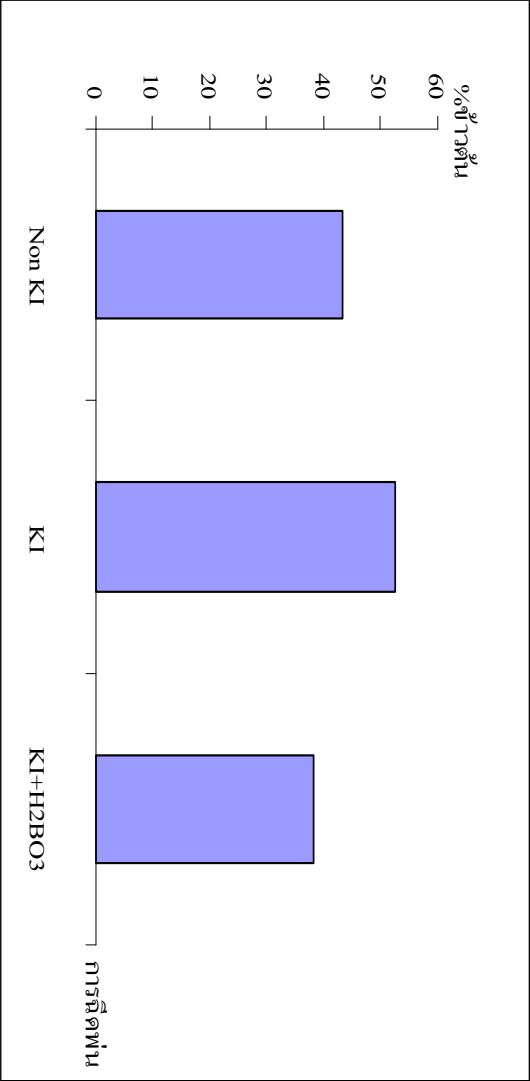
2. เปอรืเซินด้ข้าวต้น

เปอรืเซินด้ข้าวต้นมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ (ตารางที่ 13) ข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดรด์ มีเปอรืเซินด้ข้าวต้นเฉลี่ยสูงสุด 52.60% ซึ่งสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นที่มีเปอรืเซินด้ข้าวต้นเฉลี่ย 43.41% และข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดรด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน มีเปอรืเซินด้ข้าวต้นเฉลี่ยต่ำสุดเพียง 38.15% ตามลำดับ (ตารางที่ 15 และ ภาพที่ 7)

ตารางที่ 15 เปอรืเซินด้ข้าวต้นของข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ปลูกจากแปลงข้าวนางชวนพิศ ที่ฉีดพ่นและไม่มีฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดรด์ และสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดรด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

การฉีดพ่น	เปอรืเซินด้ข้าวต้น (%)
Non KI	43.41
KI	52.60
KI+H ₂ BO ₃	38.15

LSD_(0.05)ฉีดพ่น = 2.51



ภาพที่ 7 เปรอร์เซ็นต์ข้าวต้นของข้าวพันธุ์ กข 6 จากแปลงข้าวนางชวนพิศ สุพรรณม อ.บ้านธิ จ.ลำพูน ที่ได้จากการฉีดพ่นและไม่ได้พ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดรด์ และสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดรด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

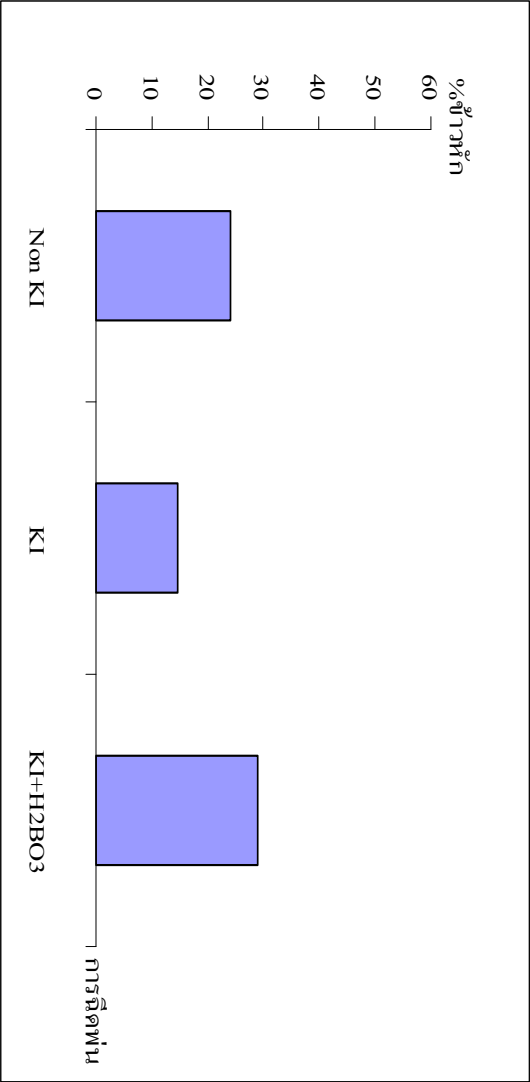
3. เปรอร์เซ็นต์ข้าวหัก

เปรอร์เซ็นต์ข้าวหักมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ(ตารางที่ 13) ข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดรด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน มีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยสูงสุด 28.87% ซึ่งสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นที่มีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ย 24.05% และข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดรด์ มีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเฉลี่ยต่ำสุด 14.68% ตามลำดับ (ตารางที่ 16 และ ภาพที่ 8)

ตารางที่ 16 เปรอร์เซ็นต์ข้าวหักของข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ปลูกจากแปลงข้าวนางชวนพิศ ที่ฉีดพ่น และไม่ได้ฉีดพ่น สารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดรด์ และสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไดรด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

การฉีดพ่น	เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก (%)
Non KI	24.05
KI	14.68
KI+H ₂ BO ₃	28.87

LSD_(0.05)ฉีดพ่น = 2.04



ภาพที่ 8 เปรอร์เซ็นต์ข้าวหักของข้าวพันธุ์ กข 6 จากแปลงข้าวนางชวนพิศ สุธรรม อ.บ้านธิ จ.ลำพูน ที่ได้จากการฉีดพ่นและไ้ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโอโดตส์และสารประกอบโบตัสเซียมไฮโอโดตส์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

4. นายด้ร้กคอง (พิษณุโลก)

องค์ประกอบผลผลิต

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า องค์ประกอบผลผลิตทั้งจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนัก 1.000 เมล็ด มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการฉีดพ่น สารประกอบ นอกจากนี้ พบว่า ผลผลิตข้าวทั้ง 3 พันธุ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของกรรมวิธี การฉีดพ่นสาร (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1.000 เมล็ด และผลผลิตของข้าวจากแปลงข้าวนายด้ร้กคอง ที่ได้จากการ ฉีดพ่นและไ้ฉีดพ่น สารประกอบโบตัสเซียมไฮโอโดตส์และสารประกอบโบตัสเซียมไฮโอโดตส์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

SOV	จำนวนรวง/กอ	เมล็ดต/รวง	น้ำหนัก 1.000 เมล็ด	ผลผลิต
VAR (A)	**	**	**	ns
KI (B)	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns
CV (%)	25.64	23.59	1.76	17.44

1. จำนวนรวงต่อกอ

จำนวนรวงต่อกอของข้าวมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p\leq0.01$) (ตารางที่ 17) โดยข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 มีจำนวนรวงต่อกอสูงสุดเฉลี่ย 25.8 รวงต่อกอ ข้าวพันธุ์

ชัณนาท 1 มีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ย 21.3 รวงต่อกอ ขณะที่ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยต่ำสุด 16.3 รวงต่อกอ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 จำนวนรวงต่อกอของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ชัณนาท 1 และขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากแปลงข้าวหายดี ไร่คง

พันธุ์	จำนวนรวงต่อกอ
พิษณุโลก 2	25.8
ชัณนาท 1	21.3
ขาวดอกมะลิ 105	16.3

LSD_(0.05)พันธุ์ = 2.79

2. จำนวนเมล็ดต่อรวง

จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 17) ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยสูงสุด 71.0 เมล็ดต่อรวง ข้าวพันธุ์ชัณนาท 1 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ย 51.6 เมล็ดต่อรวง ขณะที่ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงน้อยที่สุด 44.2 เมล็ดต่อรวง (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 19 จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ชัณนาท 1 และขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากแปลงข้าวหายดี ไร่คง

พันธุ์	จำนวนเมล็ดต่อรวง
พิษณุโลก 2	44.2
ชัณนาท 1	51.6
ขาวดอกมะลิ 105	71.0

LSD_(0.05)พันธุ์ = 12.23

3. น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 17) โดยข้าวพันธุ์ชัณนาท 1 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ยสูงสุด 26.83 กรัม ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ย 25.50 กรัม ขณะที่ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ยต่ำสุด 23.30 กรัม (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 20 น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ชัณนาท 1 และขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากแปลงข้าวหายดี ไร่คง

พันธุ์	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)
--------	----------------------------

พืชผุโลก 2	25.50
ชัณหาท 1	26.83
ขาวดอกมะลิ 105	23.30

LSD_(0.05)พันธุ์ = 0.75

4. ผลผลิต

ผลผลิตของข้าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวและการมีวิธีการฉีดพ่นสาร ประกอบ (ตารางที่ 17) โดยข้าวทั้ง 3 พันธุ์มีผลผลิตเฉลี่ย 719.6 กิโลกรัม/ไร่ อย่างไรก็ตาม ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ข้าวพันธุ์ชัณหาท 1 และข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีผลผลิตแต่ละพันธุ์เฉลี่ย 731.9, 733.3 และ 693.8 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

คุณภาพการสี

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นและเปอร์เซ็นต์ข้าวหักมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p\leq 0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นและเปอร์เซ็นต์ข้าวหักของข้าวของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ชัณหาท 1 และขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากแปลงขั้วนายดี รักคง ที่ฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมเอโอโตด์และสารประกอบโปตัสเซียมเอโอโตด์ร่วมกับสารประกอบไบรอน

SOV	%ข้าวต้น	%ข้าวหัก
VAR (A)	**	**
KI (B)	ns	ns
AXB	ns	ns
CV (%)	6.91	24.06

1. เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น

เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p\leq 0.01$) (ตารางที่ 21) แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ

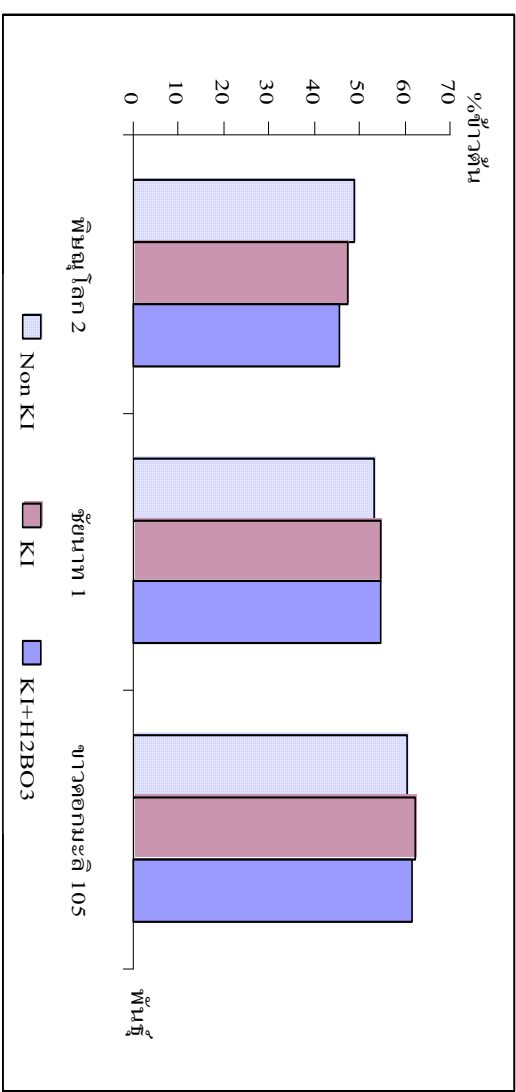
ข้าวแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อการฉีดพ่นสารประกอบที่ต่างกัน ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปตัสเซียมเอโอโตด์ มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นมากกว่าการฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปตัสเซียมเอโอโตด์ร่วมกับสารประกอบไบรอน โดยมีผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นจากวิธีการไม่ฉีดพ่น 1.62 และ 0.89% ตามลำดับ ในขณะที่ข้าวพันธุ์ชัณหาท 1 มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน มีผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้น 1.43 และ 1.48% ตามลำดับ ในทางกลับกัน ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ฉีดพ่น

สารประกอบ โปตัสเซียมไฮโอไดต์ และสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไตร์ร่วมกับสารประกอบโบรอนมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลงจากวิธีการไม่ฉีดพ่น (ตารางที่ 22 และ ภาพที่ 9)

ตารางที่ 22 เปอร์เซนต์ข้าวต้นและผลต่างเปอร์เซนต์ข้าวต้นของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ขั้วนาท 1 และข้าวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากแปลงข้าวนาขี้ รักคง ที่ฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไตร์และสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไตร์ร่วมกับสาร ประกอบโบรอน

พันธุ์	เปอร์เซนต์ข้าวต้น (%)			ผลต่างเปอร์เซนต์ข้าวต้น (เปรียบเทียบกับวิธี Non KI)	
	Non KI	KI	KI+H ₂ BO ₃	KI	KI+H ₂ BO ₃
พิษณุโลก 2	48.80	47.31	45.68	-1.49	-3.12
ขั้วนาท 1	53.29	54.72	54.77	1.43	1.48
ข้าวดอกมะลิ 105	60.59	62.21	61.48	1.62	0.89

LSD_(0.05)พันธุ์ = 3.97
LSD_(0.05)ฉีดพ่น = 2.73



ภาพที่ 9 เปอร์เซนต์ข้าวต้นของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ขั้วนาท 1 และข้าวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากแปลงข้าวนาขี้ รักคง ที่ฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไตร์และสารประกอบโปตัสเซียมไฮโอไตร์ร่วมกับสารประกอบโบรอน

2. เปอร์เซนต์ข้าวหัก

เปอร์เซนต์ข้าวหักมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.01) (ตารางที่ 21) แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ

สรุปผลการทดลอง

การฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปตัสเซียม ไอโอไดต์หรือสารประกอบโปตัสเซียม ไอโอไดต์ร่วมกับสารประกอบโบรอน ไม่มีผลต่อลักษณะของต้นประกอบผลผลิตของข้าวทั้งจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ซึ่งการที่ข้าวทั้ง 3 พื้นที่มีองค์ประกอบผลผลิตส่วนใหญ่นี้ไม่แตกต่างกันเนื่องจากลักษณะขององค์ประกอบผลผลิตเป็นลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวแต่ละพันธุ์ และการฉีดพ่นสารประกอบที่จัดอยู่ในกลุ่มของจุลธาตุจะมีผลต่อองค์ประกอบผลผลิตของข้าวไม่มากนัก

การฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปตัสเซียม ไอโอไดต์ อัตรา 0.2 g/kg ที่ระยะกำเนิดช่อดอก มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นและความแข็งแรงเมล็ดข้าวกล้อง โดยทั้งนี้ ข้าวจากแปลงวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ลำปาง จ. ลำปาง และแปลงข้าวนางชวนพิศ จ. ลำพูน มีแนวโน้มของความแข็งแรงเมล็ดข้าวกล้อง และเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นภายหลังการฉีดพ่น อย่างไรก็ตาม สำหรับแปลงข้าวนายประติษฐ์ เบอร์ชันทข้าวต้นและความแข็งแรงเมล็ดข้าวกล้องที่ได้จากการไม่ฉีดพ่นสูงกว่าจากการฉีดพ่นสารประกอบ เนื่องจากข้าวมีการหักล้มจำนวนมากในส่วนของการแปลงที่มีการฉีดพ่นสาร ทำให้ผลผลิตข้าวที่ได้เป็นตัวอย่างข้าวที่เกิดความแปรปรวน

ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 จากแปลงข้าวนายดี รักคง แสดงให้เห็นว่า การฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียม ไอโอไดต์มีผลให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เก็บเกี่ยวล่าช้ากว่ากำหนด 8 วัน และเก็บไวนาน 5 เดือนก่อนนำมาชั่งตวง อาจมีผลต่อคุณภาพการสีของข้าว จึงทำให้ข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบมีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นต่ำกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่น โดยจะต้องทำการศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาข้าวเปลือกที่เหมาะสมของข้าวแต่ละพันธุ์ก่อนนำมาชั่งตวงต่อไป

โดยทั้งนี้ สรุปได้ว่า ข้าวแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อการฉีดพ่นสารประกอบที่แตกต่างกัน การฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียม ไอโอไดต์ที่ระยะกำเนิดช่อดอกของข้าวข้าวดอกมะลิ 105 และชัยนาท 1 ทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่การฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปตัสเซียม ไอโอไดต์ร่วมกับสารประกอบโบรอน กลับพบว่า มีความแปรปรวนของพื้นที่ศึกษาระหว่างมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ลำปาง และศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ทั้งนี้นอกจาก ความแตกต่างของการตอบสนองของพื้นที่ที่แตกต่างกันแล้ว การฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียม ไอโอไดต์ร่วมกับสารประกอบโบรอนน่าจะมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ ปัจจัยทางดิน หรือปัจจัยสภาพแวดล้อม

ผลของการฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไดด์และสารประกอบโบรอน ด้วยเครื่องพ่นแบบ knapsack และ CDA ต่อคุณภาพการสีของข้าว

ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา แชนสุมาลย์ จันทร์ศรีอนุภาติ และ กาญจนา พิบูลย์
ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัตถุประสงค์

ศึกษาผลของการใช้สารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไดด์ สารประกอบโบรอน และการใช้สารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไดด์ร่วมกับสารประกอบโบรอนด้วยเครื่องพ่นแบบ knapsack และ CDA ที่มีต่อคุณภาพการสีของข้าวในสภาพแปลงทดลอง

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 3 ซ้ำ กำหนดให้
main plot เป็นพันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ ได้แก่ แพร่ 1, ชัยนาท 1 และ ขาวดอกมะลิ 105
sub plot เป็นวิธีการฉีดพ่นสาร โดยกำหนดให้

1. ไม่ฉีดพ่น
 2. ฉีดพ่นสารประกอบโบรอน โดยใช้เครื่องพ่นแบบอัดอากาศ (knapsack sprayer)
 3. ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไดด์ โดยใช้เครื่องพ่น knapsack sprayer
 4. ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไดด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน โดยใช้เครื่องพ่น knapsack sprayer
 5. ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไดด์ โดยใช้เครื่องพ่นแบบใช้น้ำน้อย (CDA : Control Drop Application)
 6. ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไดด์ร่วมกับสารประกอบโบรอน โดยใช้เครื่องพ่น CDA
- โดยฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไดด์ อัตรา 0.2 g%KI และสารประกอบโบรอน อัตรา 2.5 ppm (0.0143 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) รวม 2 ครั้งในระยะกำเนิดช่ยอดอก (panicle initiation) และระยะข้าวตั้งท้อง (booting stage) และทำการผสมสารจับใบ อัตรา 1 cc. ต่อน้ำ 1 ลิตร ทุกครั้งที่มีการฉีดพ่นสารประกอบ

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างข้าวพื้นที่ 4 ตารางเมตร เพื่อทำการวัดคุณภาพการสี โดยใช้เครื่องสีข้าว
ข้าวหย่อ Satake ในห้องปฏิบัติการ

การฉีดพ่นสารประกอบไอโอดีน

ฉีดพ่นครั้งแรก	8 ต.ค. 45
ฉีดพ่นครั้งที่ 2	14 ต.ค. 45

ผลการทดลอง

แบ่งผลการศึกษาเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาถึงผลของการฉีดพ่นสารประกอบไอโอดีนผสมไอโอดีนดีและสารประกอบโบรอนที่มีต่อลักษณะขององค์ประกอบผลผลิตของข้าวและส่วนที่สองเป็นการศึกษาเพื่อประเมินคุณภาพการสีของข้าวภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารประกอบไอโอดีนผสมไอโอดีนดีและสารประกอบโบรอน

หมายเหตุ

ข้าวพันธุ์แพรว 1 เกิดการหักล้มเสียหายอย่างมาก ไม่สามารถเก็บตัวอย่างขององค์ประกอบผลผลิต และวิเคราะห์คุณภาพการสีได้ จึงไม่นำมาแสดงในผลการทดลอง

องค์ประกอบผลผลิต

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า องค์ประกอบผลผลิตทั้งจำนวนรวงต่อกอ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 1) แต่ไม่มีความแตกต่างของวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ และผลผลิตของข้าวที่ฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบไอโอดีนผสมไอโอดีนดี หรือฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบรอนเพียงอย่างเดียว และสารประกอบไอโอดีนผสมไอโอดีนดีร่วมกับสารประกอบโบรอน โดยใช้เครื่องพ่นแบบอัดอากาศ (knapsack sprayer) และเครื่องพ่นแบบใช้น้ำน้อย (CDA)

SOV	จน.รวง/กอ	จน.เมล็ดดี/รวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	%เมล็ดลีบ	ผลผลิต
พันธุ์ (A)	**	ns	**	ns	ns
ฉีดพ่น (B)	ns	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	14.74	15.67	2.97	36.61	26.34

1. จำนวนรวมต่อกอ

จำนวนรวมต่อกอมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 1) ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีจำนวนรวมต่อกอเฉลี่ย 63.33 รวงต่อกอ ขณะที่ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีจำนวนรวมเฉลี่ย 57.17 รวงต่อกอ (ตารางที่ 2) แต่ไม่มีความแตกต่างของวิธีการผลิตพันธุ์ประกอบ

ตารางที่ 2 จำนวนรวมต่อกอของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และขาวดอกมะลิ 105

พันธุ์	จำนวนรวมต่อกอ
ชัยนาท 1	63.33
ขาวดอกมะลิ 105	57.17
LSD _(0.05) พันธุ์ = 2.07	

2. จำนวนเมล็ดต่อรวง

จำนวนเมล็ดต่อรวงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวและวิธีการผลิตพันธุ์ประกอบ (ตารางที่ 1) ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ย 92 เมล็ดต่อรวง

3. เปอรเซ็นต์เมล็ดลีบ

เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวและวิธีการผลิตพันธุ์ประกอบ (ตารางที่ 1) ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบเฉลี่ย 19.03%

4. น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 1) ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ย 30.26 กรัม ขณะที่ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ย 26.56 กรัม (ตารางที่ 3) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของวิธีการผลิตพันธุ์ประกอบ

ตารางที่ 3 น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และข้าวดอกมะลิ 105

พันธุ์	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)
ชัยนาท 1	30.26
ข้าวดอกมะลิ 105	26.56
LSD _(0.05) พันธุ์ = 1.55	

5. ผลผลิต

ผลผลิตข้าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวและวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ (ตารางที่ 1) ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มีผลผลิตเฉลี่ย 645.6 กิโลกรัม/ไร่ อย่างไรก็ตาม ข้าวที่ได้จากการฉีดพ่นสารประกอบไปตีสเทียมไเอโอได้ด้วยเครื่องพ่น CDA มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงที่สุด 722.2 กิโลกรัม/ไร่ ขณะที่ข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบไปตีสเทียมไเอโอได้ร่วมกับสารประกอบไบรอนด้วยเครื่องพ่น knapsack sprayer มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่ำที่สุด 582.9 กิโลกรัม/ไร่

คุณภาพการสี

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นและเปอร์เซ็นต์ข้าวหักมีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นและเปอร์เซ็นต์ข้าวหักของข้าวที่ฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบไปตีสเทียมไเอโอได้ หรือฉีดพ่นด้วยสารประกอบไบรอนเพียงอย่างเดียว และสารประกอบไปตีสเทียมไเอโอได้ร่วมกับกับสารประกอบไบรอนโดยใช้เครื่องพ่นแบบอัดอากาศ (knapsack sprayer) และเครื่องพ่นแบบใช้น้ำน้อย (CDA)

SOV	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น	เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก
พันธุ์ (A)	ns	ns
ฉีดพ่น (B)	ns	**
AxB	ns	ns
CV (%)	7.99	22.72

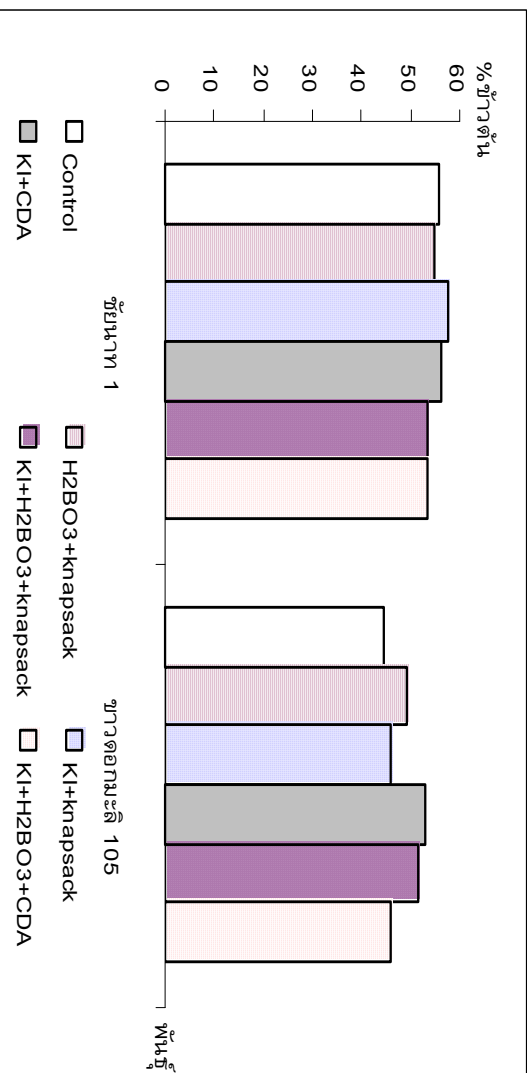
1. เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น

เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวและการมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ (ตารางที่ 4) แต่ทั้งนี้ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเฉลี่ย 55.24% สูงกว่าข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเฉลี่ย 48.41% นอกจากนี้ พบว่า การมวิธีการฉีดพ่นสารมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้น ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์ด้วยเครื่องพ่น CDA มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเฉลี่ยสูงสุด 53.05% ผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้น 8.52% จากการไม่ฉีดพ่น ในขณะที่ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์ด้วยเครื่องพ่น knapsack มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงถึง 57.5% คิดเป็นผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นที่เพิ่มขึ้น 1.94%

อย่างไรก็ตาม ข้าวแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อการฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์และการประกอบโบรอนที่ต่างกัน ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบรอนมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลง ในทางกลับกัน ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กลับมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 5 และ ภาพที่ 1)

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นและผลต่างเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และข้าวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากการจัดการสารประกอบทั้งโบรอนและโปตัสเซียมไอโอไดต์ โดยวิธีต่างๆ กัน ที่ระยะกำเนิดช่อดอกและระยะข้าวตั้งท้อง

พันธุ์	กรรมวิธีการจัดการสารประกอบ	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น	ผลต่างเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น (เปรียบเทียบกับ Control)
ชัยนาท 1	Control	55.56	-
	H ₂ BO ₃ + knapsack	55.01	-0.55
	KI + knapsack	57.50	1.94
	KI + CDA	56.37	0.81
	KI + H ₂ BO ₃ + knapsack	53.59	-1.97
ข้าวดอกมะลิ	KI + H ₂ BO ₃ + CDA	53.40	-2.16
	Control	44.53	-
	H ₂ BO ₃ + knapsack	49.43	4.90
	KI + knapsack	45.95	1.42
	KI + CDA	53.05	8.52
105	KI + H ₂ BO ₃ + knapsack	51.56	7.03
	KI + H ₂ BO ₃ + CDA	45.95	1.42



ภาพที่ 1 เปอรเซ็นตึรากเน่าของชาวพันธุ์ชุดหนาท 1 และพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 จากการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์ และสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์ร่วมกับสารประกอบโบรอน โดยวิธีการต่างๆ กัน

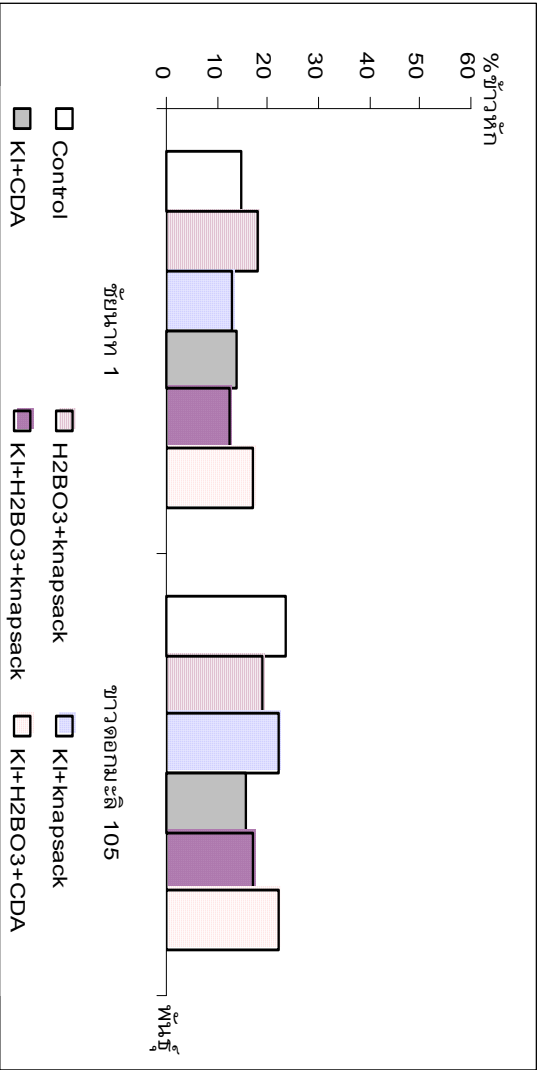
2. เปอรเซ็นตึรากเน่า

เปอรเซ็นตึรากเน่ามีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการฉีดพ่นสารประกอบ (ตารางที่ 4) โดยพบว่า ชาวที่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์ร่วมกับสารประกอบโบรอนด้วยเครื่องพ่น CDA มีแนวโน้มของเปอรเซ็นตึรากเน่าสูงสุด 19.76% ซึ่งสูงกว่าชาวที่ฉีดพ่นสารประกอบกรรมวิธีอื่นๆ ขณะที่ชาวที่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์ด้วยเครื่องพ่น CDA มีแนวโน้มของเปอรเซ็นตึรากเน่าต่ำที่สุด 14.79% นอกจากนี้แม้เปอรเซ็นตึรากเน่าจะไม่มีค่าแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ แต่พบว่า ชาวพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 มีเปอรเซ็นตึรากเน่าสูงกว่าพันธุ์ชุดหนาท 1 โดยมีเปอรเซ็นตึรากเน่า 19.90% และ 14.89% ตามลำดับ (ตารางที่ 6 และ ภาพที่ 2)

ตารางที่ 6 เปรูใช้พื้นที่ข้าวหักของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และข้าวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากการจัดการสารประกอบทั้งโปรตอนและโปตัสเซียมเอโอไคต์ โดยวิธีต่างๆ กัน ที่ระยะก้านเนติช่อออกและระยะข้าวตั้งท้อง

การฉีดพ่น	เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก (%)		เฉลี่ย
	ชัยนาท 1	ข้าวดอกมะลิ 105	
Control	14.70	23.35	19.02
H ₂ BO ₃ + knapsack	18.15	18.93	18.54
KI + knapsack	12.95	21.93	17.44
KI + CDA	13.69	15.88	14.79
KI + H ₂ BO ₃ + knapsack	12.56	17.07	14.81
KI + H ₂ BO ₃ + CDA	17.30	22.23	19.76
เฉลี่ย	14.89	19.90	

LSD_(0.05)ฉีดพ่น = 3.37



ภาพที่ 2 เปรูใช้พื้นที่ข้าวหักของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 จากการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมเอโอไคต์ และสารประกอบโปตัสเซียมเอโอไคต์ ร่วมกับสารประกอบโปรตอน โดยวิธีการต่างๆ กัน

สรุปผลการทดลอง

การฉีดพ่นสารประกอบโปแตสเซียมไฮโอไดรต์ (KI) และสารประกอบโบรอน (H_2BO_3) ที่ระยะกำเนิดช่อดอก (panicle Initiation) และระยะข้าวตอก (booting stage) ไม่มีผลต่ออัตราการเกิดผลผลิตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และข้าวดอกมะลิ 105 ทั้งในส่วนของจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ และผลผลิตของข้าว

การมีวิธีการฉีดพ่นสารประกอบโปแตสเซียมไฮโอไดรต์ทำให้แนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับการตอบสนองของข้าวแต่ละพันธุ์ ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ฉีดพ่นสารประกอบโปแตสเซียมไฮโอไดรต์ด้วยเครื่องพ่น CDA ที่ระยะผสมเกสรมีผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 8.52% จากการไม่ฉีดพ่น ในขณะที่ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ฉีดพ่นสารประกอบโปแตสเซียมไฮโอไดรต์ด้วยเครื่องพ่น knapsack ที่ระยะกำเนิดช่อดอก มีผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นมากที่สุด 1.94%

ข้าวแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อการฉีดพ่นสารประกอบโปแตสเซียมไฮโอไดรต์และสารประกอบโบรอนที่ต่างกัน ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบรอนมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลง ในทางกลับกัน ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กลับมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างสารประกอบ KI และ H_2BO_3 ไปขัดขวางขบวนการหรือกลไกการทำงานบางอย่างในการสร้างเมล็ด จึงทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นที่ได้จากการไม่ฉีดพ่นสาร

อิทธิพลของการฉีดพ่นธาตุไอโอดีนในรูปสารประกอบที่แตกต่างกันต่อคุณภาพการสี

ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา แสงสุมาลย์ จันทาร์ศรีอัญญาติ และ กาญจนา พิบูลย์
ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณภาพการสีของข้าวที่ได้อาการปักดำ ซึ่งฉีดพ่นด้วยธาตุไอโอดีนในรูปของสารประกอบที่ต่างกัน

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 4 ซ้ำ กำหนดให้ main plot เป็นพื้นที่ข้าวจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ แพร่ 1 ชัยนาท 1 และขาวดอกมะลิ 105 และ sub plot เป็นรูปของสารประกอบไอโอดีน ได้แก่ NaI (โซเดียมไอโอไดด์), NaCl (โซเดียมคลอไรด์), KI (โพแทสเซียมไอโอไดด์), KIO₃ (โพแทสเซียมไอโอเดต) เปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นเป็นกรรมวิธีควบคุม โดยทำการฉีดพ่นที่ระยะกำเนิดช่อดอก (panicle initiation) และระยะข้าวตั้งท้อง (booting stage) รวมจำนวน 2 ครั้ง

อัตราการผลิตพ่นสารประกอบรูปต่างๆ ตามแผนการทดลอง	
ชนิดสารประกอบ	อัตราการฉีดพ่น(g/สารประกอบ)
NaI	0.15
NaCl	0.075
KI	0.2
KIO ₃	0.15

ทำการทดลองซ้ำ เพื่อเป็นการยืนยันผลการทดลองจากฤดูนาปี 2544/45

การเก็บข้อมูล

เก็บตัวอย่างข้าวพื้นที่ 4 ตารางเมตร จากทุกกรรมวิธี เพื่อทำการวัดคุณภาพการสีโดยเครื่องสีข้าวยี่ห้อ Satake ในห้องปฏิบัติการ

การฉีดพ่นสารประกอบไอโอดีน

ข้าวพันธุ์แพร่ 1 และชัยนาท 1	
ฉีดพ่นครั้งแรก	11 ก.ย. 45
ฉีดพ่นครั้งที่ 2	18 ก.ย. 45

ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105
ฉีดพ่นครั้งแรก 25 ก.ย. 45
ฉีดพ่นครั้งที่ 2 2 ต.ค. 45

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า คุณภาพการสีของข้าวมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างการฉีดพ่นสารประกอบไอโอดีนในรูปแบบที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของการฉีดพ่นธาตุไอโอดีนในรูปแบบที่แตกต่างกันที่แตกต่างกันเพื่อเปรียบเทียบผลผลิตข้าว

SOV	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น	เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก	ผลผลิต
พันธุ์ (A)	*	*	ns
สารประกอบ (B)	ns	ns	ns
(A*B)	ns	ns	ns
CV (%)	18.30	23.34	28.63

1. เปอร์เซนต์ข้าวต้น

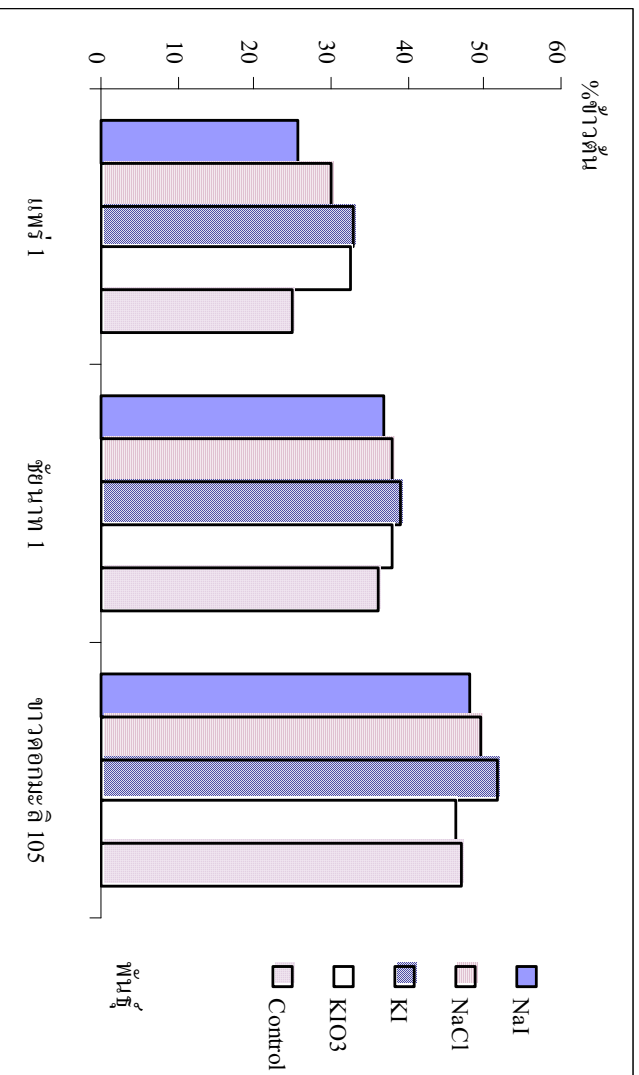
เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 1) ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเฉลี่ยสูงสุด 48.6% เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ชยันนาท 1 และพันธุ์แพรว 1 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเฉลี่ย 37.7% และ 29.2% ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แต่ทั้งนี้ เปอร์เซนต์ข้าวต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติของรูปสารประกอบที่ฉีดพ่น อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นที่เพิ่มขึ้นกับวิธีการไม่ฉีดพ่น จะเห็นว่า การฉีดพ่นสารประกอบทั้ง 4 ชนิด ทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นได้ แต่แนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของข้าวทุกพันธุ์ที่ได้จากการฉีดพ่นสารประกอบไปตส์เซียมไอโอดี้เพิ่มขึ้นสูงกว่าการฉีดพ่นด้วยสารประกอบไอโอดีนในรูปอื่น ผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของข้าวพันธุ์แพรว 1 เพิ่มขึ้นสูงที่สุดถึง 8.1% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ฉีดพ่นสาร ในขณะที่ยานนาท 1 และข้าวดอกมะลิ 105 มีผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้นในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน คือ 3.0 และ 4.6% ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 1) แต่สำหรับการฉีดพ่นสารประกอบไปตส์เซียมไอโอดี้ยังมีแนวโน้มแปรปรวนระหว่างพันธุ์ข้าว จะเห็นว่า การฉีดพ่นบนข้าวพันธุ์ข้าว

ดอกมะลิ 105 กลับทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลง 0.8% แต่ทั้งนี้ ยังไม่สามารถสรุปได้ว่า การฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรเตตทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลง

ตารางที่ 2 เปรูร์เซ็นต์ข้าวต้นและผลต่างเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นโดยเปรียบเทียบกับการไม่ฉีดพ่นของข้าวเหนียวพันธุ์แพร่ 1 ข้าวเจ้าพันธุ์ชยนาท 1 และข้าวเจ้าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่มีการฉีดพ่นด้วยธาตุโพโตสินในรูปแบบสารประกอบที่แตกต่างกัน

พันธุ์	สารประกอบ	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น	SE ± mean	ผลต่างเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น (เปรียบเทียบกับจาก control)
แพร่ 1	NaI	25.6	1.0610	0.8
	NaCl	30.1	0.3395	5.3
	KI	32.9	6.6928	8.1
	KIO ₃	32.4	3.8657	7.6
	control	24.8	3.0302	-
เฉลี่ย		29.2	1.6776	
ชยนาท 1	NaI	37.0	1.7162	0.9
	NaCl	38.1	1.4585	2.0
	KI	39.1	4.9002	3.0
	KIO ₃	37.9	3.2862	1.8
	control	36.1	1.4195	-
เฉลี่ย		37.7	1.1730	
ข้าวดอกมะลิ 105	NaI	48.1	1.1782	0.9
	NaCl	49.7	3.0145	2.5
	KI	51.8	1.5991	4.6
	KIO ₃	46.4	1.4664	-0.8
	control	47.2	1.5843	-
เฉลี่ย		48.6	0.8703	

$LSD_{(0.05)} \text{พันธุ์} = 7.99$



ภาพที่ 1 เปรือ้ชั้นตั่ววต้นของข้าวเหนียวพันธุ์แพร่ 1, ข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 และข้าวเจ้าพันธุ์ข้าวตอกมะลิ 105 ที่ฉีดพ่นธาตุไอโอดีนในรูปสารประกอบที่แตกต่างกัน

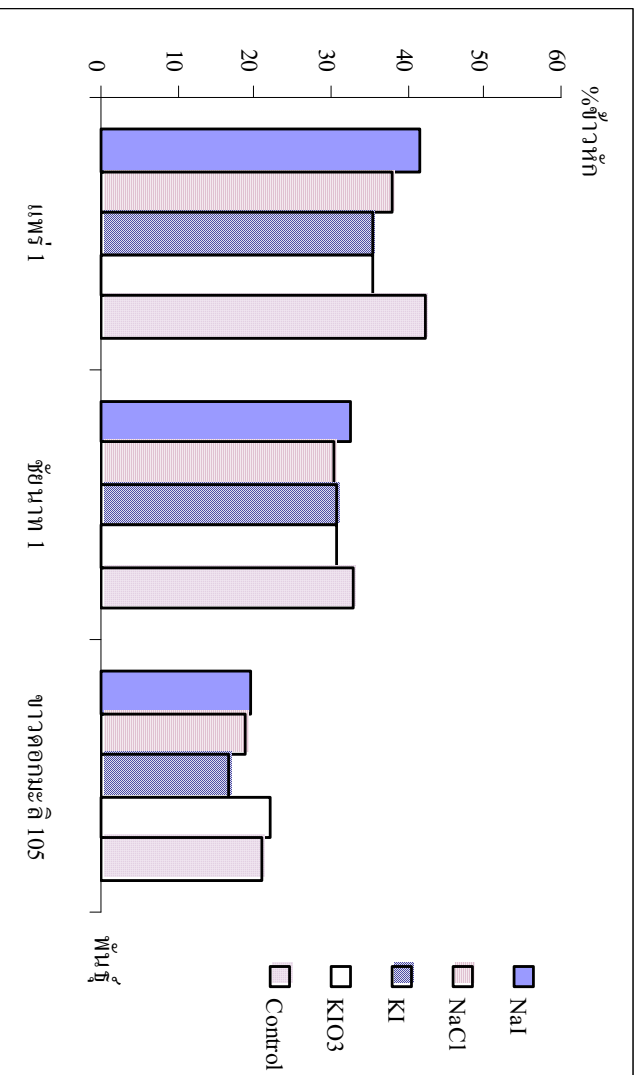
2. เปรือ้ชั้นตั่ววหัก

เปรือ้ชั้นตั่ววหักมีความแตกต่างระหว่างพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 1) ข้าวพันธุ์แพร่ 1 มีเปรือ้ชั้นตั่ววหักไม่แตกต่างกับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เฉลี่ย 38.5% และ 31.5% ตามลำดับ แต่มากกว่าข้าวพันธุ์ข้าวตอกมะลิ 105 ซึ่งมีเปรือ้ชั้นตั่ววหักเพียง 19.6% แต่ทั้งนี้ เปรือ้ชั้นตั่ววหักไม่มีความแตกต่างทางสถิติของรูปสารประกอบไอโอดีนที่ฉีดพ่น อย่างไรก็ตาม การฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์มีแนวโน้มทำให้เปรือ้ชั้นตั่ววหักของข้าวพันธุ์ข้าวตอกมะลิ 105 ลดลงได้มากกว่าการฉีดพ่นสารประกอบรูปอื่นและวิธีการไม่ฉีดพ่น โดยข้าวพันธุ์ข้าวตอกมะลิ 105 มีผลต่างของเปรือ้ชั้นตั่ววหักลดลง 4.4% ในขณะที่ยาแพร่ 1 และชัยนาท 1 ก็มีเปรือ้ชั้นตั่ววหักลดลงเช่นกัน ผลต่างของเปรือ้ชั้นตั่ววหักของข้าวพันธุ์แพร่ 1 ลดลงถึง 6.5% และพันธุ์ชัยนาท 1 ลดลง 2.4 % เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ฉีดพ่นสาร ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 2)

ตารางที่ 3 เปรือ้ฐานตัวห้กและผลต่างเปือ้ฐานตัวห้กโดยเปือ้เทียบกับวิธัการไม่ฉีดพ่นของข้าวเหนียวพันธุ์แพ่ร 1 ข้าวเจ้าพันธุ์ชยันท 1 และข้าวเจ้าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่มีการฉีดพ่นด้วยธาตุโอไคในนัรูปสารประกอบที่แตกต่างกัน

พันธุ์	สารประกอบ	เปือ้ฐานตัวห้ก	SE ± mean	ผลต่างเปือ้ฐานตัวห้ก (เปือ้เทียบกับจาก control)
แพ่ร 1	NaI	41.4	0.8965	-0.7
	NaCl	38.0	1.2076	-4.1
	KI	35.6	6.3205	-6.5
	KIO ₃	35.3	4.5355	-6.8
	control	42.1	3.3213	
เฉลี่ย		38.5	1.6593	
ชยันท 1	NaI	32.5	1.6576	-0.5
	NaCl	30.5	1.4654	-2.5
	KI	30.6	5.0861	-2.4
	KIO ₃	30.8	3.1228	-2.2
	control	33.0	1.6106	
เฉลี่ย		31.5	1.1912	
ข้าวดอกมะลิ 105	NaI	19.4	0.9229	-1.6
	NaCl	18.8	2.9936	-2.2
	KI	16.6	1.4791	-4.4
	KIO ₃	22.1	1.7210	1.1
	control	21.0	1.5130	
เฉลี่ย		19.6	0.8560	

LSD_(0.05)พันธุ์ = 8.14



ภาพที่ 2 เปอร์เซ็นต์ไอโอดีนของข้าวเหนียวพันธุ์แพร์ 1, ข้าวเจ้าพันธุ์ชยันต 1 และข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ฉีดพ่นธาตุไอโอดีนในรูปแบบสารประกอบที่แตกต่างกัน

3. ผลผลิตข้าว

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า ผลผลิตข้าวไม่มีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ข้าวและการฉีดพ่นสารประกอบไอโอดีนในรูปแบบที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) ข้าวทั้ง 3 พันธุ์มีผลผลิตเฉลี่ย 505.7 กิโลกรัม/ไร่ แต่อย่างไรก็ตาม ข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นสารประกอบโปแตสเซียมไฮโอไซด์ มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 531.5 กิโลกรัม/ไร่ ขณะที่ข้าวที่ฉีดพ่นสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 491.7 กิโลกรัม/ไร่

สรุปผลการทดลอง

ข่าวพื้นที่ข่าวดอกละลิ 105 มีเปอร์เซ็นต์ข่าวต้นฉฉฉสูงสด 48.6% เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ชนนาท 1 และพื้นที่แพร่ 1 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ข่าวต้นฉฉฉ 37.7% และ 29.2% ตามลำดับ

รูปของสารประกอบที่ฉฉฉพื้นที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ข่าวต้นฉฉฉแตกต่างกัน การฉฉฉพื้นที่ด้วยสารประกอบทั้ง 4 ชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่ไม่ฉฉฉพื้นที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ข่าวต้นฉฉฉพื้นที่เพิ่มขึ้นได้ แต่แนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข่าวต้นฉฉฉพื้นที่จากการฉฉฉพื้นที่ด้วยสารประกอบไอโอดีนในรูปอื่นๆ ผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข่าวต้นฉฉฉพื้นที่จากการฉฉฉพื้นที่ด้วยสารประกอบไอโอดีนเพิ่มขึ้น 3.0-8.1% จากวิธีการไม่ฉฉฉพื้นที่พื้นที่นี้เกี่ยวกับลักษณะการตอบสนองที่แตกต่างกันของข่าวแต่ละพื้นที่

นอกจากนี้ข่าวที่ฉฉฉพื้นที่ด้วยสารประกอบไอโอดีนเพิ่มขึ้น 3.0-8.1% มีแนวโน้มการให้ผลผลิตสูงกว่าการฉฉฉพื้นที่ด้วยสารประกอบไอโอดีนเพิ่มขึ้น 3.0-8.1%

ผลของการจัดพบสารประกอบโปรตีนเชิงซ้อนโปรตีน-คาร์โบไฮเดรตของพืชต่างชนิดกันที่แสดงถึงความหลากหลายของปริมาณอะมิโนในเมล็ด

ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา แสงสุมาลัย จันทร์เครือญาติ และ กาญจนา พิบูลย์
 คู่มือวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วิเทศมูล

ศึกษาผลของการใช้สารประกอบโพลีแลคทีดียมเอโอแอลดีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 3 ซ้ำ กำหนดให้ main plot เป็นการฉีดพ่น และไม่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสซีแอมไอลิเอต์ (KI) sub plot เป็น พันธุ์ข้าวเหนียวดำที่มี ปริมาณอะมีโลสแตกต่างกันจำนวน 16 พันธุ์ ได้แก่ 16083, 16085, 16086, 16089, 16815, 13810, 13815, 13842, 7677, 9103, 19125, ส.1, กำตอยสะเกิด, กำพั่นเมื่อง, หอมมะลิแดง และกุหลาบแดง โดยฉีดพ่นสารประกอบโบตัสซีแอมไอลิเอต์ อัตรา 0.2 g%KI ที่ระยะทำเนตช่อ ออก (panicle initiation) และระยะตั้งท้อง (booting stage) จำนวน 2 ครั้ง

การฉีดพ่นสารประกอบไอโอดีน

ผู้ดำเนินการ	8 ต.ก. 45
ผู้ดำเนินการ 2	14 ต.ก. 45

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า ทั้งเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นและเปอร์เซ็นต์ข้าวหักมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวกับการฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียม ไอโอไดต์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) และมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) นอกจากนี้พบว่า การฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียม ไอโอไดต์ทำให้คุณภาพการสีของข้าวมีความแตกต่างกันของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น ($p \leq 0.01$) และเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นและเปอร์เซ็นต์ข้าวหักของข้าวเหนียวดำ 16 พันธุ์ ที่ฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์ อัตรา 0.2 g%KI ที่ระยะกำเนิดช่อดอก

SOV	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น	เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก
VAR(A)	**	**
KI(B)	**	*
A*B	**	**
CV(%)	24.22	17.03

1. เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น

เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของข้าวเหนียวดำส่วนใหญ่ที่ฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นน้อยกว่าข้าวเหนียวดำที่ไม่ได้ฉีดพ่น เนื่องจากเกิดความแปรปรวนจากการหักล้มของต้นข้าวในแปลงที่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์เป็นจำนวนมาก ผลผลิตข้าวที่เหลืออยู่เป็นตัวแทนของการวิเคราะห์คุณภาพการสีที่ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้ตัวอย่างข้าวที่ได้มีคุณภาพการสีค่อนข้างต่ำ

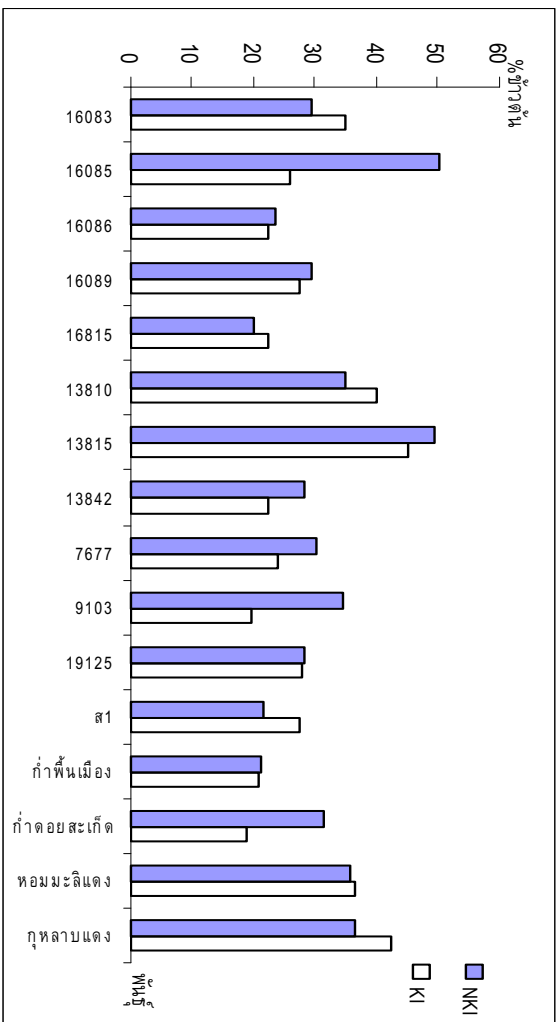
เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นมีปฏิกิริยสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวและการฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p\leq0.01$) (ตารางที่ 1) เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของข้าวเหนียวดำที่ฉีดพ่นความแปรปรวนอย่างมากระหว่างวิธีการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสาร ข้าวเหนียวดำพันธุ์กุหลาบแดง ส1 16083, 13810, 16815, และหอมมะลิแดง ที่ได้จากการฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับจากวิธีการไม่ฉีดพ่น คิดเป็นผลต่างเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้น 0.8-5.7% ขณะที่ข้าวเหนียวดำพันธุ์อื่นๆ มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลง (ตารางที่ 2 และภาพที่ 1)

ตารางที่ 2 เปรูเซ็นต์ข้าวต้นและผลต่างเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น โดยเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ฉีดพ่นของข้าวเหนียวดำ 16 พันธุ์ ที่มีการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์ อัตรา 0.2 g%KI ที่ระยะกำเนิดช่อดอก

พันธุ์	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น (%)		ผลต่างเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น (เปรียบเทียบกับ Non KI)
	Non KI	KI	
กุหลาบแดง	36.6	42.3	5.7
ส1	21.7	27.3	5.6
16083	29.5	34.8	5.3
13810	35.0	40.0	5.0
16815	20.2	22.3	2.1
หอมมะลิแดง	35.7	36.5	0.8
19125	28.3	28.0	-0.3
กำแพงเมือง	21.0	20.6	-0.4
16086	23.2	22.5	-0.7
16089	29.2	27.7	-1.5
13815	49.6	45.2	-4.4
13842	28.3	22.3	-6.0
7677	30.1	23.9	-6.2
กำดอยสะแกด	31.4	19.0	-12.4
9103	34.6	19.7	-14.9
16085	50.3	26.0	-24.3
เฉลี่ย	31.5	28.6	

LSD_(0.05) พันธุ์ = 7.63

LSD_(0.05) ฉีดพ่น = 2.05



ภาพที่ 1 เปรือพันธุ์ข้าวต้นของข้าวเหนียวดำ 16 พันธุ์ ที่ได้รับการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไอโอไดด์ อัตรา 0.2 g%KI ที่ระยะกำเนิดช่อดอก

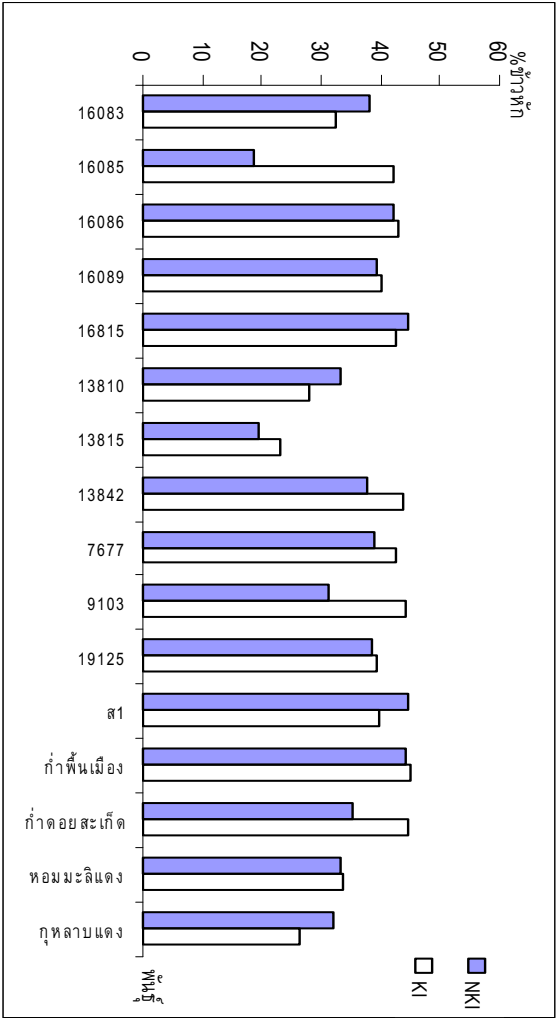
2. เปรือพันธุ์ข้าวหัก

เปรือพันธุ์ข้าวหักมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไอโอไดด์ และพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 1) ข้าวเหนียวดำพันธุ์กุหลาบแดง 16083, 13810, ส1 และ 16815 ที่ได้จากการฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบตัสเซียมไอโอไดด์มีแนวโน้มของเปรือพันธุ์ข้าวหักลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับจากวิธีการไม่ฉีดพ่น คิดเป็นผลต่างของ เปรือพันธุ์ข้าวหักที่ลดลง 2.3-5.8% ขณะที่ข้าวเหนียวดำพันธุ์อื่นๆ มีความแปรปรวนของ เปรือพันธุ์ข้าวหักที่เปลี่ยนแปลงอย่างมากระหว่างวิธีการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่น (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 2)

ตารางที่ 3 เปรูเซ็นตข้าวหักและผลต่างเปรูเซ็นตข้าวหัก โดยเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ฉีดพ่นของข้าวเหนียวดำ 16 พันธุ์ ที่มีการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโปแตสเซียมไฮโอไดรต์ อัตรา 0.2 g%KI ที่ระยะกำเนิดช่อดอก

พันธุ์	เปรูเซ็นตข้าวหัก (%)		ผลต่างเปรูเซ็นตข้าวหัก (เปรียบเทียบกับ Non KI)
	NKI	KI	
กุหลาบแดง	32.0	26.2	-5.8
16083	38.2	32.6	-5.6
13810	33.3	28.1	-5.2
ส1	44.7	39.9	-4.8
16815	44.7	42.4	-2.3
19125	38.7	39.2	0.5
หอมมะลิแดง	33.2	33.8	0.6
16089	39.3	39.9	0.6
กำปั่นเมือง	44.2	44.9	0.7
16086	42.1	43.1	1.0
13815	19.6	23.2	3.6
7677	39.1	42.7	3.6
13842	37.7	43.9	6.2
กำดอยสะแกด	35.1	44.8	9.7
9103	31.1	44.1	13.0
16085	18.6	42.3	23.7
เฉลี่ย	35.7	38.2	

LSD_(0.05)พันธุ์ = 6.71
LSD_(0.05)ฉีดพ่น = 1.85



ภาพที่ 2 เปอร์เซ็นต์ข่าววิทยุของข่าวหนึ่งย่อคำ 16 พื้นที่ที่ได้รับการจัดฟันและไม่ได้ฟันสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์อัตรา 0.2 g%KI ที่ระยะก้านัดช็อคออก

สรุปผลการทดลอง

เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ข่าวต้นที่ได้ออกข่าวหนึ่งย่อคำที่จัดฟันด้วยสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์มีเปอร์เซ็นต์น้อยกว่าข่าวที่ไม่ได้รับการจัดฟัน ซึ่งค่อนข้างชัดแจ้งจากหลายงานทดลองที่ผ่านมาเน นี่องจากเกิดความแปรปรวนจากการหักล้างของต้นข่าวในแปลงที่จัดฟันสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์เป็นจำนวนมาก ผลผลิตข่าวที่เหลืออยู่เป็นตัวแทนของการวิเคราะห์คุณภาพการสีที่ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้ตัวอย่างข่าวที่ได้มีคุณภาพการสีค่อนข้างต่ำ จึงไม่สามารถสรุปผลการทดลองที่ชัดเจนได้

แต่ทั้งนี้ ข่าวดังกล่าวหนึ่งย่อคำที่ปลูกหลายแปลง ส1 16083, 13810, 16815, และหอมมะลิแดงที่ได้จากการจัดฟันด้วยสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดต์มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข่าวต้นสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับจากวิธีการไม่จัดฟัน มีผลต่างเปอร์เซ็นต์ข่าวต้นเพิ่มขึ้น 0.8-5.7% ขณะที่ข่าวหนึ่งย่อคำพันธุ์อื่น ๆ มีความแปรปรวนของผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข่าวต้นอย่างมากระหว่างวิธีการจัดฟันและไม่จัดฟัน

ผลของการฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์ต่อคุณภาพการสี
ของพันธุ์ข้าวญี่ปุ่น 9 พันธุ์

ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา แขนสุมาลย์ จันทร์ศรีอัญชาติ และ กาญจนา พิบูลย์
ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัตถุประสงค์

ศึกษาผลการใช้สารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์ ที่มีต่อคุณภาพการสีของพันธุ์ข้าวญี่ปุ่นจำนวน 9 พันธุ์ ที่มีความแตกต่างกันของการตอบสนองและลักษณะทางสัณฐานและเมล็ด

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 3 ซ้ำ กำหนดให้ main plot เป็นการฉีดและไม่ฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์ (K) sub plot เป็น พันธุ์ข้าวญี่ปุ่นจำนวน 9 พันธุ์ ได้แก่ Takanari (TA), IR72 (IR), Sankeiso (SK), Ch86 (CH), IR65564-44-2-2 (NP), Nipponbare (NI), Takenari (TE), Banten (BA) และ WAB450-1-B-P-38-HB (WA) โดยฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์ อัตรา 0.2 g%KI ที่ระยะกำเนิดช่อดอก (panicle initiation) และระยะตั้งท้อง (booting stage) รวมจำนวน 2 ครั้ง โดยมีการดูแลปฏิบัติงานเกี่ยวกับการปลูกข้าวของไทยทั่วไป โดยใส่ปุ๋ย 21-0-0 หลังปักดำ 7 วัน และ 16-20-0 หลังระยะกำเนิดช่อดอก

การเก็บข้อมูล

เก็บผลผลิตข้าวพื้นที่ 4 ตารางเมตร เพื่อทำการวัดคุณภาพการสี โดยใช้เครื่องสีข้าวหย่อ Satake ในห้องปฏิบัติการ

การดำเนินงานทดลอง

ปักดำ 13 มี.ย. 45

วันที่เริ่มเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อดอก

Nipponbare (NI)	ก่อน	10 ก.ค. 45
Takenari (TE)		12 ก.ค. 45
Sankeiso (SK), IR65564-44-2-2 (NP)		29 ก.ค. 45
Takanari (TA), IR72 (IR), WAB450-1-B-P-38-HB (WA)		5 ส.ค. 45
Ch86 (CH), Banten (BA)		13 ส.ค. 45

การฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโอไคด์

พันธุ์ Nipponbare (NI), Takenari (TE)	
ฉีดพ่นครั้งแรก	15 ก.ค. 45
ฉีดพ่นครั้งที่ 2	22 ก.ค. 45
พันธุ์ Sankeiso (SK), IR65564-44-2-2 (NP)	
ฉีดพ่นครั้งแรก	29 ก.ค. 45
ฉีดพ่นครั้งที่ 2	5 ส.ค. 45
พันธุ์ Takanari (TA), IR72 (IR), WAB450-1-B-P-38-HB (WA)	
ฉีดพ่นครั้งแรก	6 ส.ค. 45
ฉีดพ่นครั้งที่ 2	14 ส.ค. 45
พันธุ์ Ch86 (CH), Banten (BA)	
ฉีดพ่นครั้งแรก	14 ส.ค. 45
ฉีดพ่นครั้งที่ 2	19 ส.ค. 45

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า คุณภาพการสีของข้าวมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างของการฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโอไคด์ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของการฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโอไคด์ต่อ เปรอร์เซ็นต์ข้าวต้นและเปอร์เซ็นต์ข้าวหักของข้าวญี่ปุ่นจำนวน 9 พันธุ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบการฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบตัสเซียมไฮโอไคด์ อัตรา 0.2 g%KI ที่ระยะก่าเนียดช่อดอก

SOV	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น	เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก
พันธุ์ (A)	*	*
สารประกอบ (B)	ns	ns
(A*B)	ns	ns
CV (%)	24.17	29.16

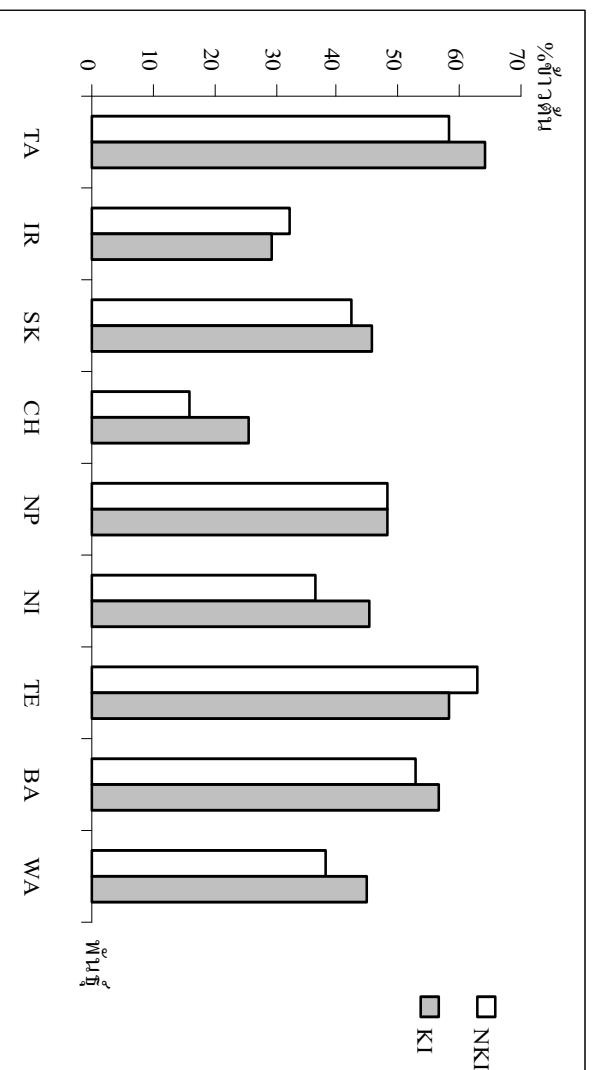
1. เปอรุเซ็นต์ข้าวต้น

เปอรุเซ็นต์ข้าวต้นมีความแตกต่างระหว่างพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 1) โดยข้าวพันธุ์ Takanari(TA) มีเปอรุเซ็นต์ข้าวต้นเฉลี่ยสูงสุด 61.12% ขณะที่ข้าวพันธุ์ Ch86(CH) และพันธุ์ IR72(IR) มีเปอรุเซ็นต์ข้าวต้นเฉลี่ยต่ำสุด 18.23% แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างการผลิตพันธุ์สารประกอบโปรตีนเทียมโอโอได้ อย่างไรก็ตาม ข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปรตีนเทียมโอโอได้ต้นแนวโน้มของเปอรุเซ็นต์ข้าวต้นสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปรตีนเทียมโอโอได้ต้นจาก 9 พันธุ์ที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปรตีนเทียมโอโอได้ต้นเพิ่มขึ้นจากวิธีการไม่ฉีดพ่น 0.1-9.4% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะและการตอบสนองที่แตกต่างกันของพันธุ์ข้าวญี่ปุ่นแต่ละพันธุ์ (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 1)

ตารางที่ 2 เปอรุเซ็นต์ข้าวต้นและผลต่างเปอรุเซ็นต์ข้าวต้นโดยเปรียบเทียบกับการไม่ฉีดพ่นของข้าวญี่ปุ่น 9 พันธุ์ ที่มีการฉีดและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโปรตีนเทียมโอโอได้ต้นอัตรา 0.2 g%KI ที่ระยะกำเนิดช่อดอก

พันธุ์	เปอรุเซ็นต์ข้าวต้น		ผลต่างเปอรุเซ็นต์ข้าวต้น (เปรียบเทียบกับ Non KI)
	Non KI	KI	
CH	16.0	25.4	9.4
NI	36.4	45.1	8.7
WA	38.0	44.8	6.8
TA	58.2	64.1	5.9
BA	52.9	56.5	3.6
SK	42.5	45.8	3.3
NP	48.3	48.4	0.1
IR	32.1	29.3	-2.8
TE	63.1	58.2	-4.9

LSD _(0.01) พันธุ์ = 14.3



ภาพที่ 1 เปอรเซ็นตข้าวต้นของข้าวญี่ปุ่น 9 พันธุ์ ที่ได้จากการฉีดและไม่มีฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมเอโอไคต์ 0.2 g%KI ที่ระยะกำเนิดช่อดอก

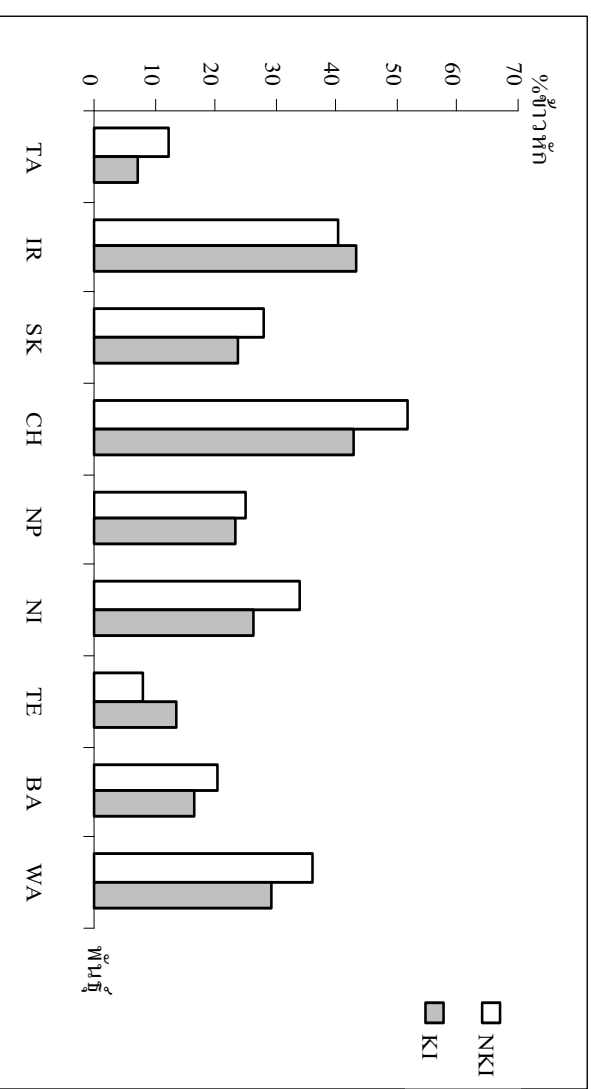
2. เปอรเซ็นตข้าวหัก

เปอรเซ็นตข้าวหักมีความแตกต่างระหว่างพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 1) ข้าวพันธุ์ Ch86(CH) มีเปอรเซ็นตข้าวหักเฉลี่ยสูงสุด 49.83% ขณะที่ข้าวพันธุ์ Takamari(TA) มีเปอรเซ็นตข้าวหักเฉลี่ยต่ำสุด 9.70% แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างการฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมเอโอไคต์ อย่างไรก็ตาม ข้าวญี่ปุ่นที่มีการฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมเอโอไคต์ มีแนวโน้มของเปอรเซ็นตข้าวหักต่ำกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่น โดยข้าวญี่ปุ่นจำนวน 7 พันธุ์จาก 9 พันธุ์ ที่ฉีดพ่นด้วยสารประกอบโปตัสเซียมเอโอไคต์มีเปอรเซ็นตข้าวหักต่ำกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่น ผลต่างเปอรเซ็นตข้าวหักลดลงจากวิธีการไม่ฉีดพ่น 1.8-8.9% ตามความแตกต่างของพันธุ์ข้าว (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 2)

ตารางที่ 3 เปรูรีเซ็นต์ข้าวหักและผลต่างเปรูรีเซ็นต์ข้าวหักโดยเปรียบเทียบกับการไม่ฉีดพ่นของข้าวญี่ปุ่น 9 พันธุ์ ที่มีการฉีดและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมเอโอไคด์อัตรา 0.2 g%KI ที่ระยะก่าเน็ดช่อดอก

พันธุ์	เปรูรีเซ็นต์ข้าวหัก		ผลต่างเปรูรีเซ็นต์ข้าวหัก (เปรียบเทียบกับจาก Non KI)
	Non KI	KI	
CH	51.9	43.0	-8.9
NI	34.1	26.5	-7.6
WA	36.1	29.5	-6.6
TA	12.2	7.1	-5.1
SK	27.8	23.7	-4.1
BA	20.5	16.7	-3.8
NP	25.1	23.3	-1.8
IR	40.2	43.2	5.0
TE	8.1	13.4	5.3

LSD (0.01) พันธุ์ = 14.0



ภาพที่ 2 เปรูรีเซ็นต์ข้าวหักของข้าวญี่ปุ่น 9 พันธุ์ ที่เตจากการฉีดและไม่ฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมเอโอไคด์ 0.2 g%KI ที่ระยะก่าเน็ดช่อดอก

สรุปผลการทดลอง

ข้าวญี่ปุ่นทรง 9 พันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นแตกต่างกันตามพันธุ์ข้าว โดยจัดได้ว่า ข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ Takamagi, Takenagi และ Banien เป็นพันธุ์ข้าวที่ให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ในขณะที่พันธุ์ Ch86 เป็นพันธุ์ข้าวที่ให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นต่ำที่สุด และจากการฉีดพ่นด้วยสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์ อัตรา 0.2 g%KI ที่ระยะกำเนิดช่อดอก จำนวน 2 ครั้ง จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของข้าวญี่ปุ่นจำนวน 7 พันธุ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ผลต่างของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นที่ได้จากการฉีดพ่นสารประกอบโบตัสเซียมไฮโดรไลต์เพิ่มขึ้น 0.1-9.4% จากวิธีการไม่ฉีดพ่นสาร โดยมีความแปรปรวนระหว่างพันธุ์ข้าวที่มีการตอบสนองที่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่า การเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นอาจมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ดของข้าวแต่ละพันธุ์ซึ่งมีการตอบสนองต่างกัน ซึ่งจะต้องทำการศึกษาค้นต่อไป

ผลของความเข้มข้นของไอโอดีนและพันธุ์ข้าวต่อคุณภาพของข้าวกล้องหนึ่ง และข้าวเปลือกหนึ่งเสริมไอโอดีน

จารุภัทร ลือชา และ วรณดา ตูลย์ชัย
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา

ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัตถุประสงค์

เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพของข้าวกล้องและข้าวเปลือกหนึ่ง
เสริมไอโอดีนที่ผลิตได้*

วิธีการดำเนินการทดลอง*

1. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่
 - 1.1 ค่า Firmness ด้วยเครื่อง Texture analyzer
 - 1.2 วัดสมบัติทางความร้อนด้วย Differential Scanning Calorimetry (DSC)
 - 1.3 X-ray diffraction pattern
2. หาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติต่าง ๆ ของข้าวนึ่งที่ผลิตได้
3. ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวนึ่งที่ผลิตได้ดังนี้
 - 3.1 วิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนด้วยวิธี Macro scale (ชุดิมา อีศวเสถียร, 2542) สุ่มตัวอย่างทุกเดือน เป็นเวลา 8 เดือน จำนวน 7 ครั้ง
 - 3.2 วิเคราะห์ปริมาณ Reducing sugar ในข้าว (AOAC, 1995) สุ่มตัวอย่างทุก 2 เดือน เป็นเวลา 8 เดือน จำนวน 4 ครั้ง
 - 3.3 วิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) (วิธีการสกัดไขมันดัดแปลงจาก Yasumatsu and Morioka, 1964; Vasanthan and Hoover, 1992 ส่วนวิธีการวิเคราะห์วิธีของ Low and Ng, 1987) สุ่มตัวอย่างทุก 2 เดือน เป็นเวลา 8 เดือน จำนวน 4 ครั้ง
 - 3.4 วัดค่าสีในระบบ Hunter (L a b) ด้วยเครื่องวัดสี Minolta-C300 ในแต่ละข้าวก่อนการวัดสี 3 จุดแล้วคำนวณค่าดัชนีความขาว (Chen *et al.*, 1999) สุ่มตัวอย่างทุกเดือนเป็นเวลา 8 เดือน จำนวน 7 ครั้ง

* **หมายเหตุ** รายละเอียดการวิจัยในช่วงแรกได้รายงานไว้ในรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 และไม่
ขอรายงานซ้ำอีก

ผลการทดลอง

1. ค่า Firmness

ชนิดของข้าวที่ใช้เป็นวัตถุดิบเท่านั้นที่มีผลต่อค่า Firmness ซึ่งวัดหลังจากข้าวสุกแล้ว ซึ่งข้าวหนึ่งที่ได้จากข้าวกล้องมีค่า Firmness สูงกว่าข้าวหนึ่งจากการใช้ข้าวเปลือกเป็นวัตถุดิบ (ตารางที่ 1) ทั้งนี้อาจเกิดจากการที่ข้าวหนึ่งได้รับความร้อนและสัมผัสกับความร้อนโดยตรง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเมล็ดมากกว่าข้าวเปลือก ทำให้เกิดการจัดเรียงตัวภายในใหม่แน่นมากขึ้น และอาจเกิดจากการจับกับโมเลกุลขององค์ประกอบอื่นในข้าวที่ละลายเข้าไปในเมล็ด ทำให้ข้าวเมื่อสุกมีเนื้อสัมผัสที่แน่นมาก

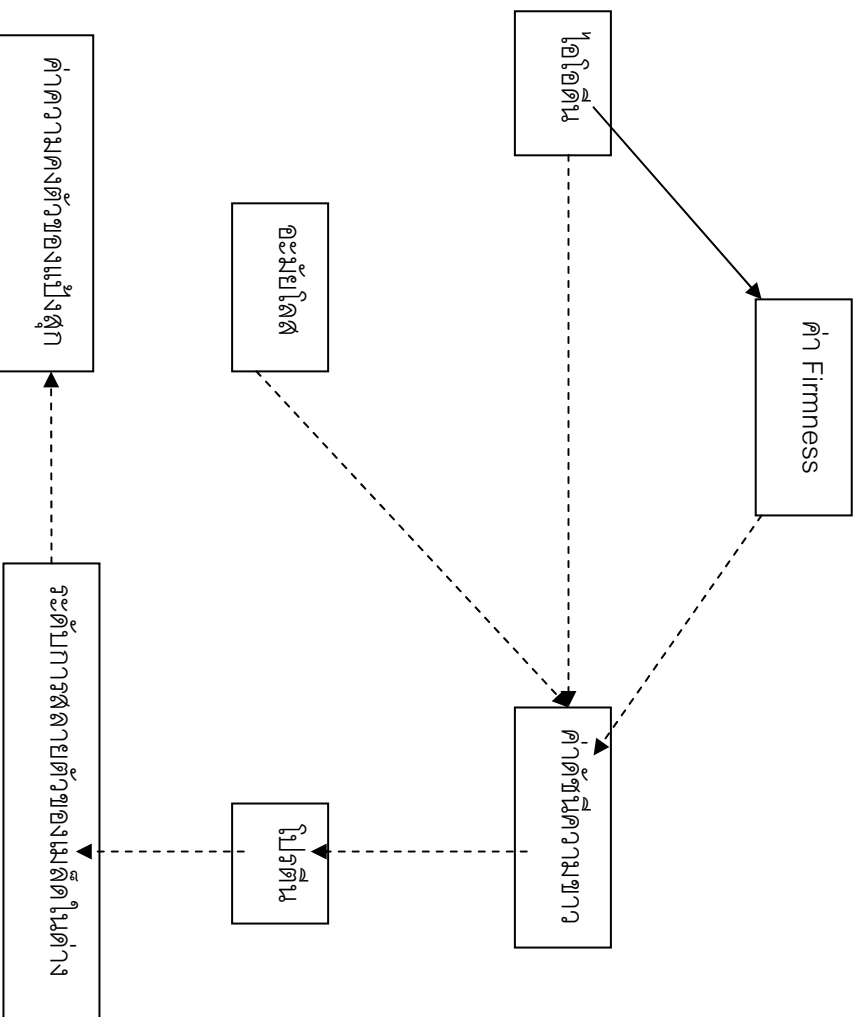
ตารางที่ 1 ผลของชนิดของข้าวต่อค่า Firmness ของข้าวกล้องหนึ่งและข้าวเปลือกหนึ่งเสริมไฮโดรตีนระดับต่างๆ จากข้าว 2 พันธุ์

ชนิดของข้าว	ค่า Firmness (N●s)
ข้าวกล้อง	108.33 a
ข้าวเปลือก	75.08 b
LSD _(0.05)	0.19

a,b ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับอยู่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

2. ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีและกายภาพ

จากสมบัติทางเคมีและกายภาพที่วิเคราะห์ได้ สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติต่าง ๆ จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson ในภาพที่ 1



_____ : ความสัมพันธ์ทางบวก

----- : ความสัมพันธ์ทางลบ

ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของข้าวสีที่เสริมเอโอซีที่ผลิตได้

(1). ปริมาณเอนโทรปีมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับค่า Firmness แสดงว่าการเสริมเอนโทรปีทำให้ขวามีเนื้อสัมผัสที่แน่นมากขึ้น อาจเกิดจากการที่ขวามีปริมาณเอนโทรปีมากเกิด intermolecular interaction หลังจากที่เกิดการระเหยของน้ำออกไปในช่วงการทำแห้ง โมเลกุลภายในของเมล็ดเกิดการจัดเรียงตัวกันใหม่ และจับตัวแน่นขึ้น

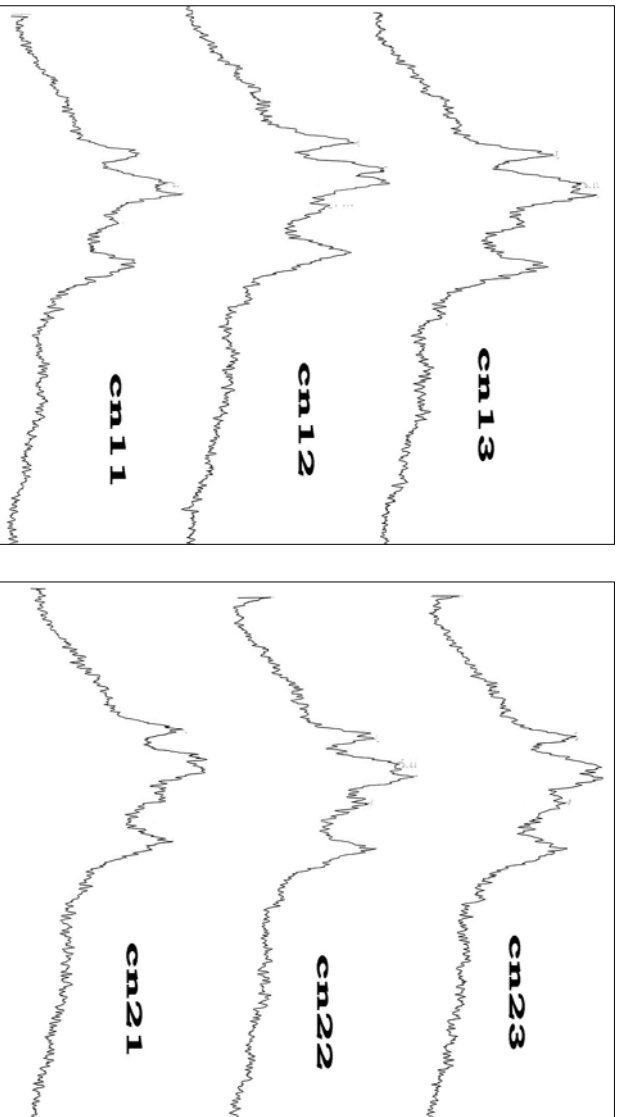
(2). ปริมาณโปรตีนมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับการสลายตัวในต่าง ดังนั้นขวานี้ที่มีปริมาณโปรตีนสูงจะมีค่าการสลายตัวในต่างต่ำ หรือ มีอุณหภูมิแบ่งสูงสูงกว่าขวานี้ที่มีปริมาณโปรตีนต่ำ เพราะโปรตีนจะขัดขวางการพองตัวของเมล็ดสตาร์ช และยังไปเพิ่มประจุบนผิวเมล็ดสตาร์ชทำให้อัตราการเกิดเจลลิตีในชั้นลดลง

(3). ปริมาณเอนโทรปี ปริมาณโปรตีน และปริมาณอะมัยโลส มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับดัชนีความขาว การที่มีปริมาณโปรตีนมาก ทำให้เกิดปฏิกิริยา Mailard ทำให้สีของขวานี้เข้มกว่าเดิม เป็นผลให้ดัชนีความขาวลดลง

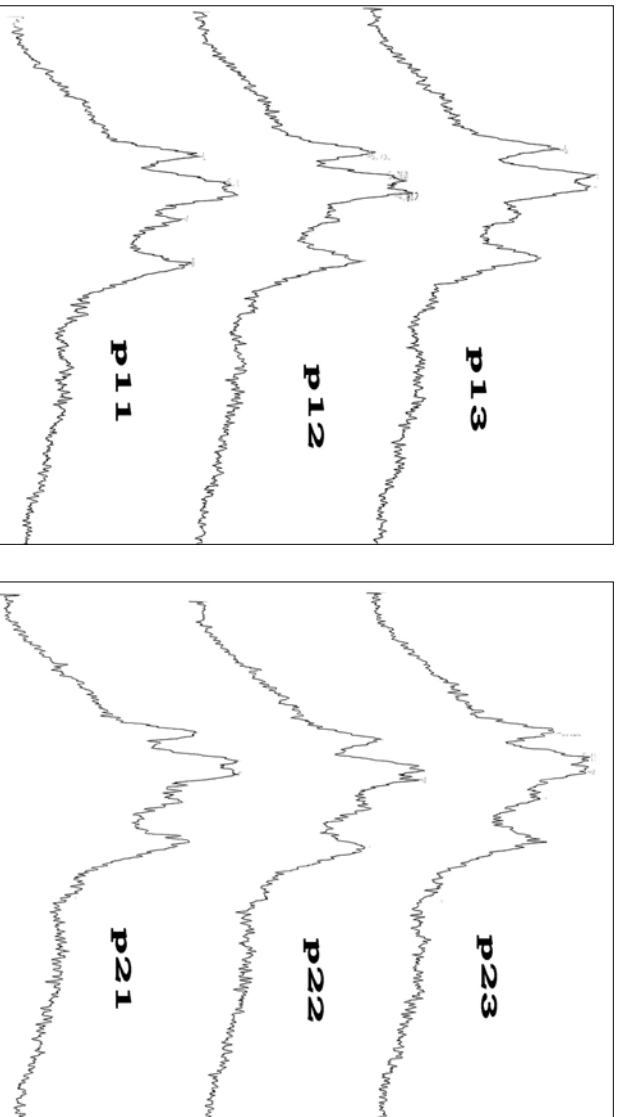
(4). ค่าดัชนีความขาวมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับค่า Firmness

3. การวิเคราะห์ผลึกของสตาร์ช จาก x-ray diffraction pattern

ผลการวิเคราะห์ผลึกของสตาร์ช จาก x-ray diffraction pattern ดังภาพที่ 2.1 และ 2.2 พบว่า ขวานี้ทุกตัวอย่างที่ได้ผลึกได้มีผลึกชนิด A ซึ่งเป็นผลึกชนิดที่พบในข้าวโพด ซึ่ง Ong and Blanshard (1995) รายงานว่า การที่ผลึกในขวานี้จะเปลี่ยนแปลงไปนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการผลิตขวานี้ที่ใช้ โดยอาจเกิดได้ทั้งผลึกชนิด A และชนิดผสม A+V ซึ่งเป็นผลจากการจับตัวของอะมัยโลสกับไขมัน และสาเหตุที่มีผลึกชนิด A เหลืออยู่แทนที่จะหมดไป เพราะเกิดการหลอมละลายเนื่องจากการความร้อนขึ้น มี 2 สาเหตุที่เป็นไปได้ คือ เกิดจากการได้รับความร้อนไม่เพียงพอหรือเกิดจากการ recrystallization ของสตาร์ชในส่วนส่วนฐานภายใต้สภาวะที่เหมาะสม โดยเฉพาะในช่วงการทำแห้ง



ภาพที่ 2.1 x-ray diffraction pattern ของข้าวหนึ่ง จากข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 {ตัวเลขที่ 1 แทนชนิดวัสดุดิบ (1=ข้าวเปลือก, 2=ข้าวกลั่น) ตัวเลขที่ 2 แทนระดับความเข้มข้นไอโอดีน (1= ไม่ได้เสริม, 2= 500 $\mu\text{g}/100\text{g}$ และ 3=1000 $\mu\text{g}/100\text{g}$)}



ภาพที่ 2.2 x-ray diffraction pattern ของข้าวหนึ่ง จากข้าวพันธุ์พลาแยงาม {ตัวเลขที่ 1 แทนชนิดวัสดุดิบ (1=ข้าวเปลือก, 2=ข้าวกลั่น) ตัวเลขที่ 2 แทนระดับความเข้มข้นไอโอดีน (1= ไม่ได้เสริม, 2= 500 $\mu\text{g}/100\text{g}$ และ 3=1000 $\mu\text{g}/100\text{g}$)}

4. การวิเคราะห์สมบัติทางความร้อน

ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติของสมบัติทางความร้อนคือ ค่า T_0 , T_p , T_c และ ΔH ที่วัดจากเครื่อง DSC โดยค่า T_0 , T_p และ T_c มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากพหุคูณซ้ำ และอิทธิพลร่วมระหว่างพหุคูณซ้ำ ชนิดของวัตถุดิบ และความเข้มข้นเอโอตินมีผลต่อ T_0 ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างพหุคูณซ้ำกับความเข้มข้น มีผลต่อ T_p สำหรับค่า ΔH ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า T_0 , T_p , T_c และ ΔH ที่วัดจากเครื่อง DSC ของข้าวนี้งเสริมเอโอติน

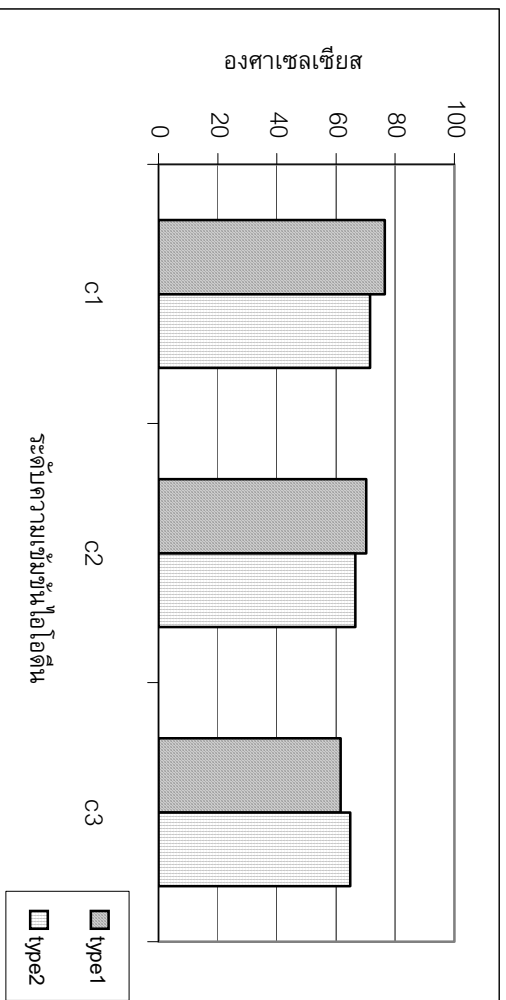
SOV	T_0	T_p	T_c	ΔH
พหุคูณซ้ำ (A)	*	*	*	ns
ชนิดของข้าว(B)	ns	ns	ns	ns
A*B	ns	ns	ns	ns
ความเข้มข้น (C)	**	*	ns	ns
A*C	*	*	ns	ns
B*C	ns	ns	ns	ns
A*B*C	*	ns	ns	ns

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) , ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

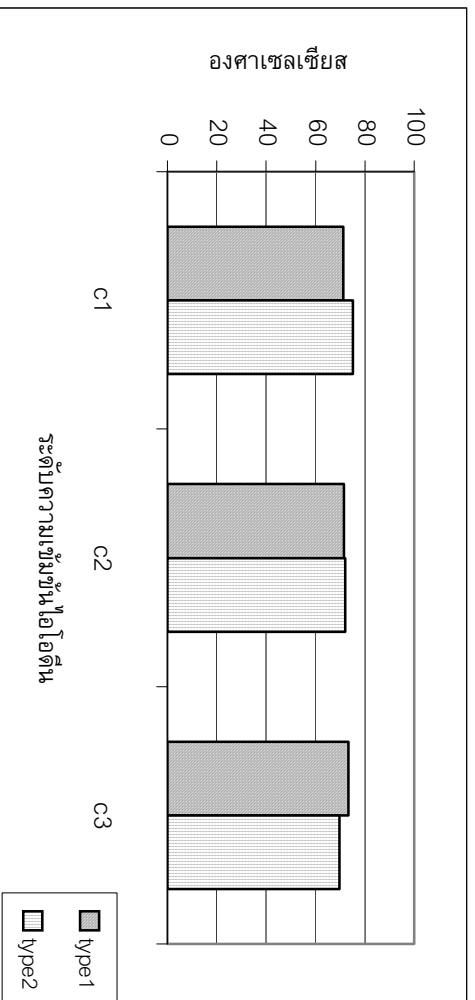
(1) ค่าอุณหภูมิเริ่มต้น (T_0)

จากภาพที่ 3.1 และ 3.2 พบว่า ข้าวนี้งพหุคูณนาท 1 ทั้งจากการใช้ข้าวกล้องและข้าวเปลือกเป็นวัตถุดิบ พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของเอโอตินในสารละลายที่ใช้ 500 และ 1000 ไมโครกรัมต่อข้าว 100 กรัม มีค่า T_0 ต่ำกว่าข้าวที่ไม่ได้ใช้ในสารละลายที่มีเอโอติน โดยข้าวที่แช่ในสารละลายที่มีเอโอติน 1000 ไมโครกรัมต่อข้าว 100 กรัม มี T_0 ต่ำที่สุด แต่ในข้าวพหุผลายางม พบว่า มีแนวโน้มเดียวกันในตัวอย่างที่ใช้ข้าวกล้องเป็นวัตถุดิบ แต่ในตัวอย่างที่ใช้ข้าวเปลือกเป็นวัตถุดิบ พบว่า มีความแตกต่างกันน้อยมากเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเอโอตินเพิ่มขึ้น

ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ใช้ข้าวเปลือกเป็นวัตถุดิบและแช่ในสารละลายที่มีความเข้มข้นของไฮโดรเจน 1000 ไมโครกรัมต่อข้าว 100 กรัม มีค่า T_0 ต่ำที่สุด



ภาพที่ 3.1 อุณหภูมิเริ่มต้นการดูดความร้อนของข้าวหนึ่งพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งวัดจากเครื่อง Differential Scanning Calorimeter

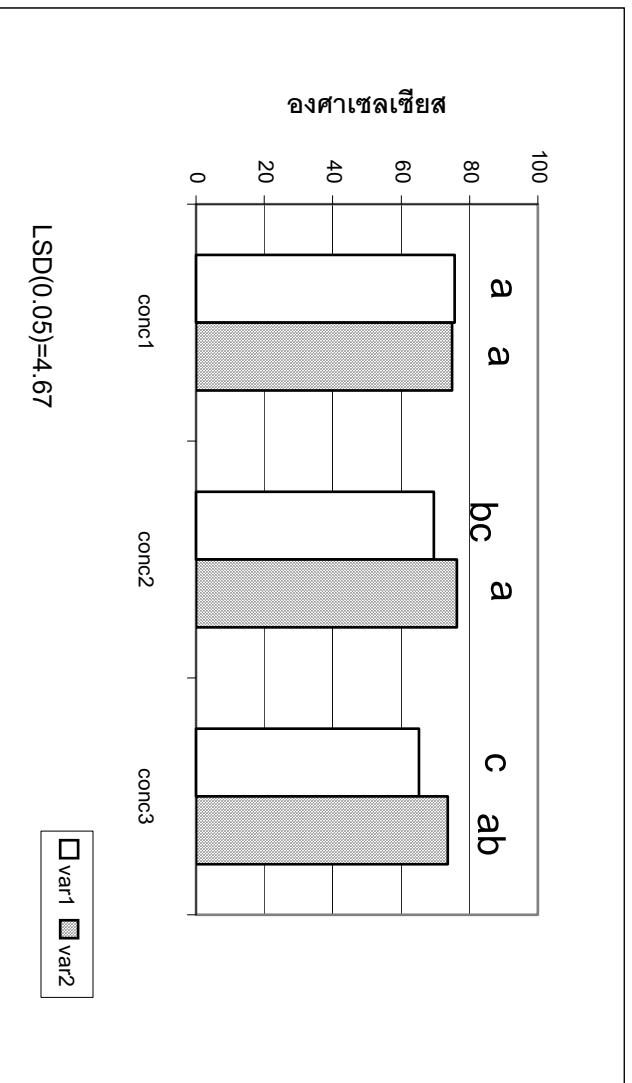


ภาพที่ 3.2 อุณหภูมิเริ่มต้นการดูดความร้อนของข้าวหนึ่งพันธุ์พลายงาม ซึ่งวัดจากเครื่อง Differential Scanning Calorimeter

- type1 = ข้าวเปลือก, type2 = ข้าวเปลือก
- conc1 = ไม่ใส่เสริมไฮโดรเจน, conc2 = เสริม 500 $\mu\text{g}/100\text{g}$, conc3 = เสริม 1000 $\mu\text{g}/100\text{g}$
- $LSD_{(0.05)}$ อุณหภูมิสูงสุด = 5.65

(2) ค่าอุณหภูมิสูงสุด (T_p)

ผลต่อค่า T_p พบว่า ขี้าวพันธุ์ชนาท 1 ที่แช่ในสารละลายที่ไม่มีเอไอดีน มีค่า T_p สูงที่สุด และขี้าวชนาท 1 ที่แช่ในสารละลายที่มีเอไอดีน 1000 ไมโครกรัมต่อขี้าว 100 กรัมมีค่า T_p ต่ำที่สุด และในขี้าวพันธุ์ชนาท 1 มีแนวโน้มมีค่า T_p ลดลงเมื่อความเข้มข้นเอไอดีนมากขึ้นชัดเจนกว่าในขี้าวพันธุ์พลายงาม (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 อิทธิพลระหว่างพันธุ์ขี้าวและความเข้มข้นของเอไอดีน ต่ออุณหภูมิสูงสุดของการ

ดูดความร้อนของขี้าวนี้ ซึ่งวัดด้วยเครื่อง Differential Scanning Calorimeter

* var1 = ขี้าวพันธุ์ชนาท 1, var2 = ขี้าวพันธุ์พลายงาม

conc1 = ไม่ใส่เอไอดีน, conc2 = เสริม 500 $\mu\text{g}/100\text{g}$ และ conc3 = เสริม 1000 $\mu\text{g}/100\text{g}$

(3) ค่าอุณหภูมิสุดท้าย (T_c)

ข้าวพันธุ์ชนนาท 1 มีค่า T_c ต่ำกว่าข้าวพันธุ์พลายงาม ประมาณ 9 องศา (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของพันธุ์ข้าวต่อค่าอุณหภูมิสุดท้าย (T_c) ของข้าวกล้องหนึ่งและข้าวเปลือกหนึ่งเสริม
ไอโอดีนระดับต่าง ๆ

พันธุ์ข้าว	ค่าอุณหภูมิสุดท้าย (T_c) ($^{\circ}\text{C}$)
ชนนาท 1	72.56 b
พลายงาม	80.09 a
LSD _(0.05)	2.99

a,b ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับอยู่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

(4) ค่าเอนทัลปี (ΔH)

ค่าเอนทัลปี (ΔH) ที่ได้จากกราฟด้วยเครื่อง DSC เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณพลังงานที่ใช้ในการสลายผลึก ซึ่งตัวอย่างที่ใช้เป็นแป้ง ซึ่งได้จากการบดข้าวหนึ่งที่ผลิตได้จากการทดลอง พบว่า ข้าวหนึ่งที่ได้ในทุกตัวอย่างมีค่า ΔH น้อยมาก ในช่วง 0.004–4.48 (J/g) โดยปกติในข้าวอะมะโยโลสสูงที่ไม่ได้ผ่านการนึ่ง (raw rice) จะมีค่า ΔH ประมาณ 8.3 (J/g) (Lai, 2001)

Ong and Blanshard (1995) รายงานว่า ข้าวหนึ่งโดยปกติจะมีค่าอุณหภูมิแป้งสูงมากกว่าข้าวที่ไม่ได้นึ่ง เช่นถ้าข้าวไม่ได้นึ่งมีอุณหภูมิแป้งประมาณ 75–80 $^{\circ}\text{C}$ เมื่อผ่านการนึ่งจะมีอุณหภูมิแป้งสูงเพิ่มขึ้นเป็น 86–87 $^{\circ}\text{C}$ ได้ โดยอธิบายการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมินี้ว่า เกิดจากการที่สสารที่เกิด annealing ซึ่งเป็นผลมาจากการแช่ข้าวในน้ำ และเกิดกระบวนการการละลายในเซชันไม่สมบูรณ์ในช่วงของการทำข้าวหนึ่ง ซึ่งเมื่อสลายพอลิเมอร์เกิดการจัดเรียงตัวกันใหม่ จะได้ผลึกที่เสถียรกว่าเดิม ทำให้อุณหภูมิแป้งสูงเพิ่มขึ้น และช่วงของอุณหภูมิการเกิดละลายในเซชันจะแคบลง และได้ทดลองวัดสมบัติทางความร้อนของข้าวหนึ่งที่ผลิตด้วยวิธีแตกต่างกัน 4 วิธีด้วยเครื่อง DSC นั้น พบว่า มีเพียง 1 วิธีเท่านั้นที่พบ peak ที่แสดงถึงการหลอมละลาย สำหรับตัวอย่างอื่นๆ ไม่พบ Peak เลย เนื่องจากเกิดละลายในเซชันหมดแล้ว โดยตัวอย่างที่พบ peak นั้น เป็นตัวอย่างเดียวเท่านั้นที่พบโครงสร้างผลึกชนิด A อยู่ แสดงว่าสมบัติทางความร้อนของข้าวหนึ่งจะขึ้นอยู่กับวิธีที่ใช้การผลิตเท่านั้น

จากการทดลองสอดคล้องกับรายงานที่กล่าวข้างต้น คือข้าวหนึ่งทุกตัวอย่างผลิจากวิธีเดียวกัน จึงมีสมบัติทางความร้อนไม่แตกต่างกันมากนัก แต่การที่พบว่า ข้าวหนึ่งจากข้าวพันธุ์

พลาสมาจะมีช่วงอุณหภูมิแบ่งสูงสูงกว่าช่วงจากช่วงพันธะชั้นนาท 1 ซึ่งไม่สอดคล้องกับการสลายตัวของเมล็ดในต่าง ซึ่งพบว่าช่วงพันธะพลาสมาจะมีอุณหภูมิแบ่งสูงระดับต่ำ และช่วงพันธะนาท 1 มีอุณหภูมิแบ่งสูงระดับปานกลาง อาจเกิดจากการนำเข้าไปหนึ่งแล้วทำให้อุณหภูมิแบ่งสูงขึ้น

5. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องหนึ่งและข้าวเปลือกหนึ่งเสริมไอโอดีน

จากการศึกษาข้าวจำนวน 2 พันธุ์ ในระยะเวลา 5 เดือน การแสดงผลการเปลี่ยนแปลงจะแทนด้วยตัวต่อไปนี้

cn คือ ข้าวพันธุ์ชั้นนาท 1

p คือ ข้าวพันธุ์พลาสมา

1 ตัวแรก คือ ระดับที่ใช้เป็นข้าวเปลือก

2 ตัวแรก คือ ระดับที่ใช้เป็นข้าวกล้อง

1 ตัวสุดท้าย คือ ระดับความเข้มข้นของไอโอดีนในน้ำที่ใช้แช่ข้าว ระดับที่ 1 (ไม่มีการเสริมไอโอดีน)

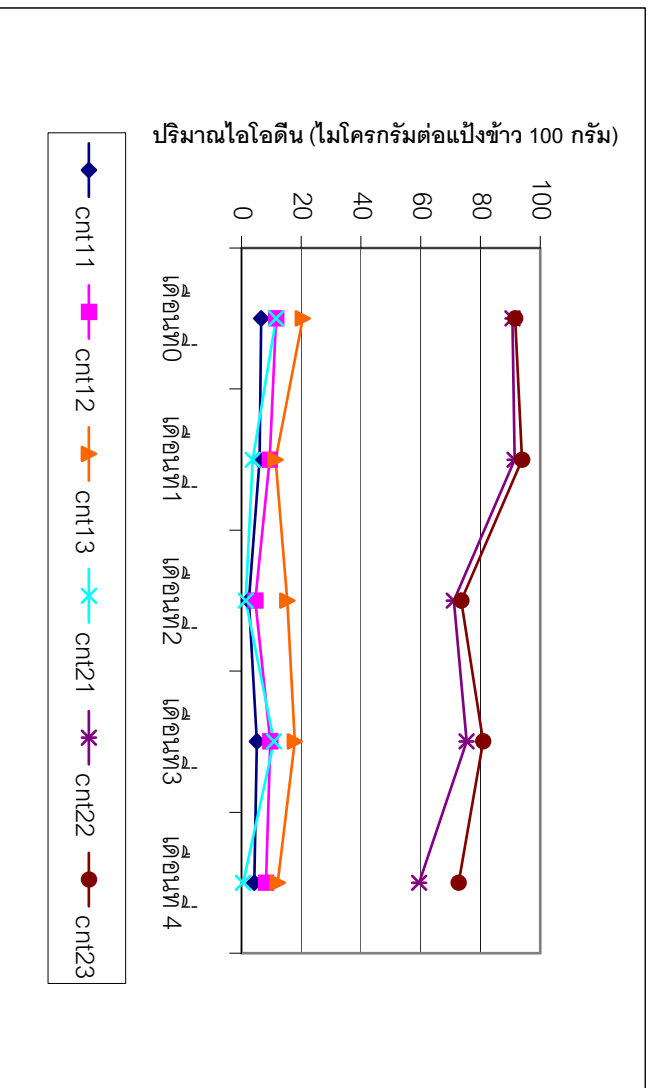
2 ตัวสุดท้าย คือ ระดับความเข้มข้นของไอโอดีนในน้ำที่ใช้แช่ข้าว ระดับที่ 2 (มีไอโอดีน 500 μg ต่อข้าว 100 กรัม)

3 ตัวสุดท้าย คือ ระดับความเข้มข้นของไอโอดีนในน้ำที่ใช้แช่ข้าว ระดับที่ 3 (มีไอโอดีน 1000 μg ต่อข้าว 100 กรัม)

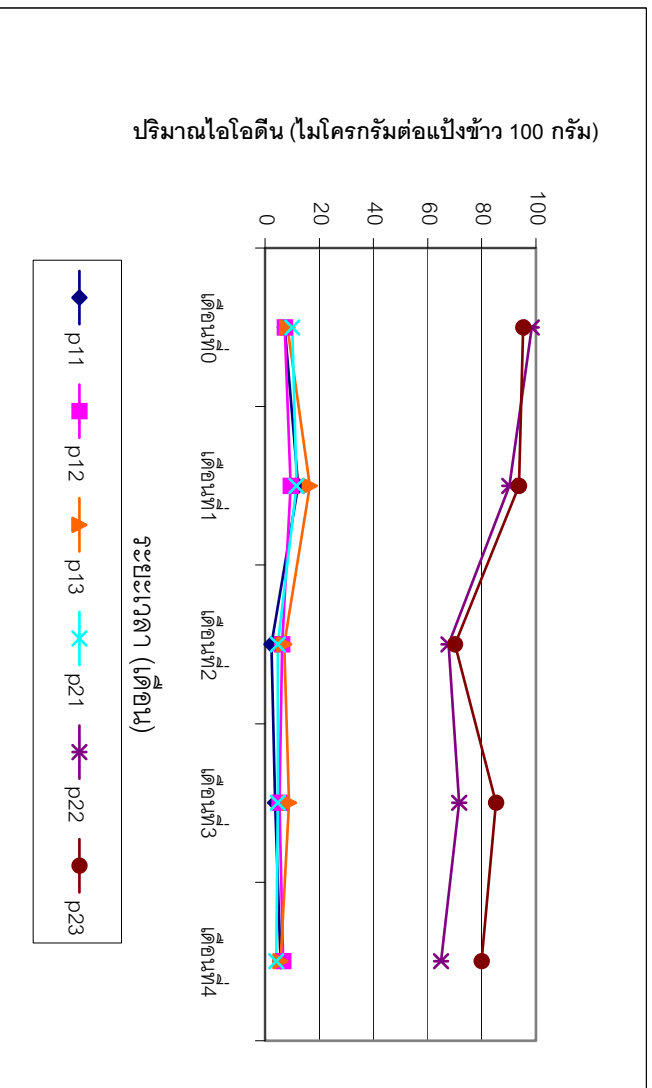
(1) ปริมาณไอโอดีน

จากภาพที่ 5.1 พบว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณไอโอดีนในข้าวกล้องหนึ่งและข้าวเปลือกหนึ่งพันธุ์ชั้นนาท 1 มีแนวโน้มลดลงในทุกตัวอย่าง เมื่อพิจารณาเฉพาะตัวอย่าง cn22 และ cn23 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีปริมาณไอโอดีนหลังการเสริมสูง พบว่า ในช่วงเดือนที่ 4 มีปริมาณไอโอดีนลดลงร้อยละ 34 และ 20 ตามลำดับ แต่ก็ยังมากกว่า 1 ใน 3 ของปริมาณไอโอดีนที่ร่างกายต้องการใน 1 วัน

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณไอโอดีนของข้าวกล้องหนึ่งและข้าวเปลือกหนึ่ง เสริมไอโอดีนพันธุ์พลาสมา ก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 5.2) เมื่อพิจารณาปริมาณไอโอดีนในตัวอย่าง p22 และ p23 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีปริมาณไอโอดีนหลังจากการเสริมสูง พบว่า ในเดือนที่ 4 มีปริมาณไอโอดีนลดลง ประมาณร้อยละ 33 และ 16 ตามลำดับ ซึ่งยังคงมากกว่า 1 ใน 3 ของปริมาณไอโอดีนที่ร่างกายต้องการใน 1 วัน เช่นกัน



ภาพที่ 5.1 ปริมาณไอโอดีนของข้าวหนึ่งพันธุ์ยนาท 1 เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 4 เดือน



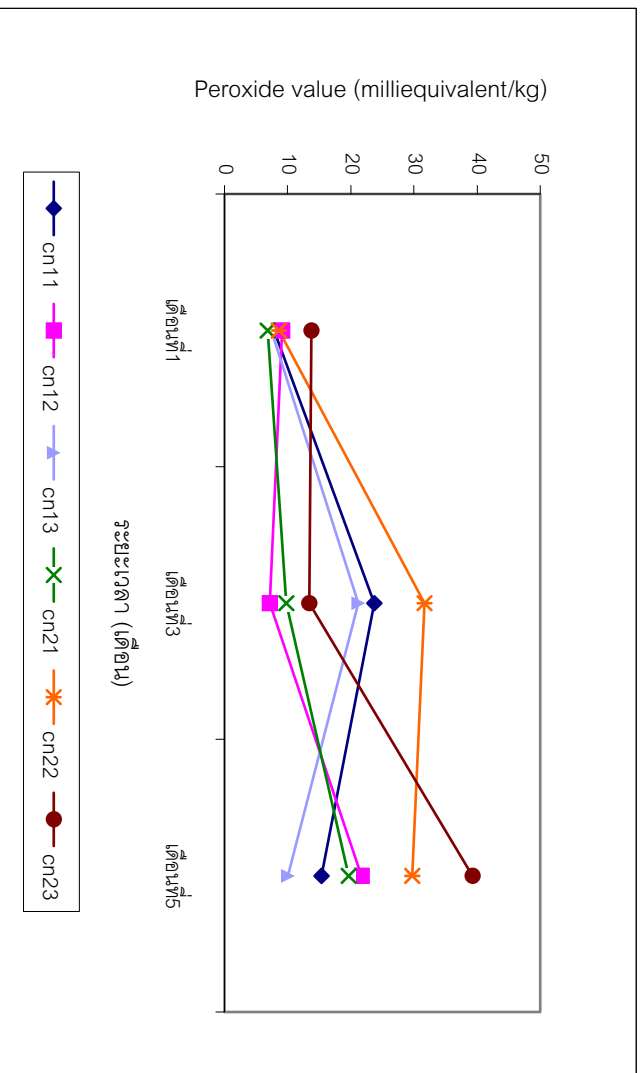
ภาพที่ 5.2 ปริมาณไอโอดีนของข้าวหนึ่งพันธุ์พลางามเมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 4 เดือน

(2) ค่า Peroxide value (PV)

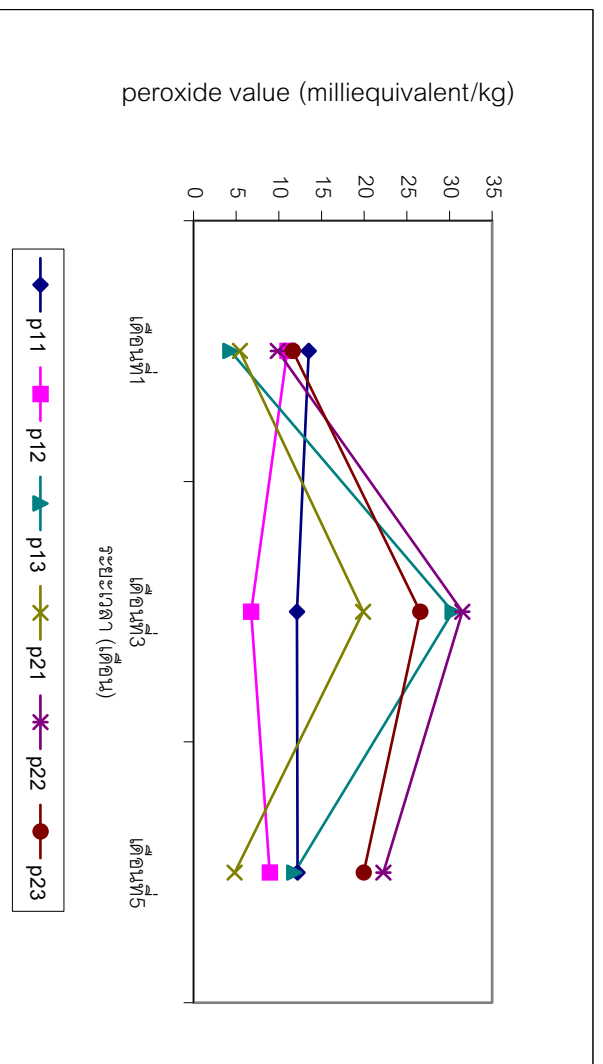
การเปลี่ยนแปลงค่า PV ของข้าวกล้องหนึ่งและข้าวเปลือกหนึ่งเสริม ไอโอดีนพันธุ้ยานาห 1 แสดงในภาพที่ 6.1 นั้น พบว่า cn1, cn13 และ cn 22 มีค่า PV เพิ่มขึ้นในเตีอนที่ 3 แต่ในเตีอนที่ 5 มีแนวโน้มลดลง ส่วน cn 12, cn21 และ cn 23 กลับมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อพิจารณาในเตีอนที่ 3 ค่า PV จะมากกว่า 20 milliequivalent ต่อกิโลกรัม ในเกือบทุกตัวอย่าง ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับไม่ได้

ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า PV ของข้าวกล้องหนึ่งและข้าวเปลือกหนึ่งเสริม ไอโอดีน พันธุ์พลายงาม แสดงในภาพที่ 6.2 พบว่า p13, p21, p22 และ p23 มีค่า PV เพิ่มขึ้นในเตีอนที่ 3 แต่กลับลดลงในเตีอนที่ 5 ส่วน p11 และ p12 มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่สังเกตได้ว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดย p11 และ p12 ยังมีค่า PV ต่ำกว่า 20 milliequivalent ต่อกิโลกรัม ซึ่งยอมรับได้ แต่ตัวอย่างอื่นๆ มีค่าเกินตั้งแต่เตีอนที่ 3

การเปลี่ยนแปลงค่า PV ใช้วัดปริมาณน้ำมันที่จะเกิดขึ้น และมีผลต่อการเกิดกลิ่นหืนได้ ซึ่งการเก็บตัวอย่าง จะเก็บแบบเปิด คือ ไม่ได้อบรมอุณหภูมิที่กั้นความชื้น หรือกั้นอากาศ แต่เก็บในที่มืด อุณหภูมิห้อง ซึ่งอาจจะร้อนกว่าปกติ Araullo and Padua(1976) รายงานว่า การเปลี่ยนแปลงค่า PV จะให้กราฟเป็นลักษณะเหมือนระฆังคว่ำ คือในช่วงแรกเป็นช่วง induction แล้วค่าจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยช่วงนี้จะเป็นส่วนช่วงที่แตกลิ้นหีน หลังจากนั้นค่าจะลดลงเรื่อยๆ ในการเก็บแบบเปิดในที่มืด อุณหภูมิ 38 °C ค่า PV สูงที่สุดในระยะเวลาที่เก็บไปแล้วประมาณ 100 วัน ซึ่งเป็นสภาวะการเก็บที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้มาก การเก็บแบบเปิดหรือแบบปิดมีผลแตกต่างกันน้อยกว่าการเก็บในที่มืดหรือที่สว่าง โดยพบว่า แสดงมีผลต่อการเร่งปฏิกิริยามาก ส่วนอุณหภูมิในการเก็บจะมีผลเล็กน้อย สามารถวิเคราะห์ปริมาณ Free acidity หรือ monocarbonyl แทนค่า PV ได้



ภาพที่ 6.1 ค่า Peroxide value ของข้าวเหนียวพันธุ์ชยันนาท 1 เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 5 เดือน

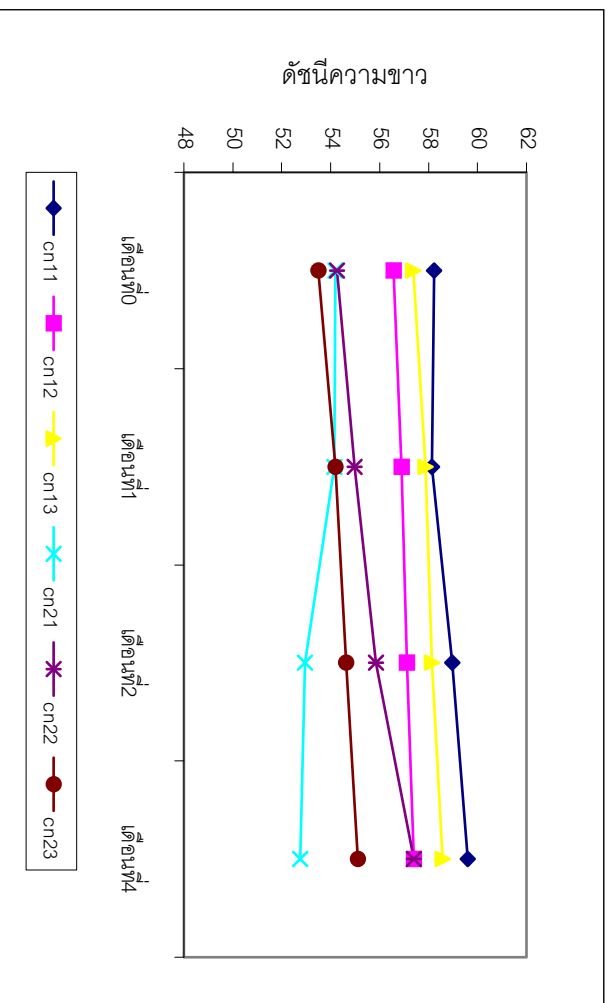


ภาพที่ 6.2 ค่า Peroxide value ของข้าวเหนียวพันธุ์พลายงาม เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 5 เดือน

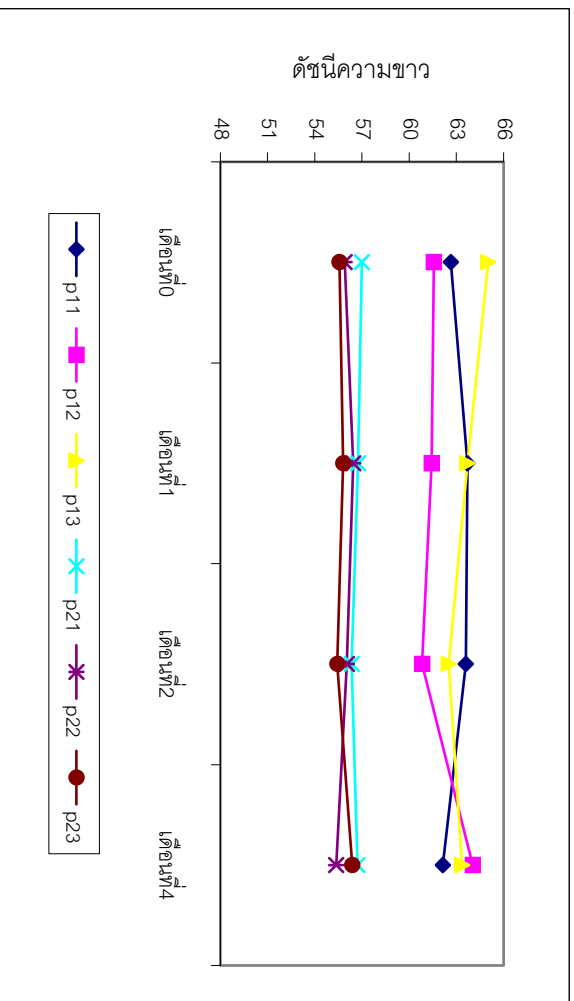
(3) ค่าดัชนีความขาว (Whiteness)

การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีความขาวของข้าวกล้องหนึ่งและข้าวเปลือกหนึ่งเสริมเเอนไอน์พันธุ์ชนนาท 1 แสดงในภาพที่ 7.1 มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในทุกตัวอย่าง โดยข้าวตัวอย่างที่ใช้ข้าวเปลือกเป็นวัตถุดิบมีค่าดัชนีความขาวมากกว่าข้าวที่ใช้ข้าวกล้องเป็นวัตถุดิบ แต่ cn21 มีค่าลดลงมากกว่าตัวอย่างอื่น

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของข้าวกล้องหนึ่งและข้าวเปลือกหนึ่งเสริมเเอนไอน์พันธุ์พลายงาม แสดงในภาพที่ 7.2 พบว่า p11, p12 และ p13 ซึ่งเป็นข้าวหนึ่งที่ใช้ข้าวเปลือกเป็นวัตถุดิบมีค่าดัชนีความขาวสูงกว่า และมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าข้าวที่ใช้ข้าวกล้องเป็นวัตถุดิบ แต่ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลง ยกเว้น p12, p13 และ p23 ที่ในเดือนที่ 4 มีค่าดัชนีความขาวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย Araullo and Padua (1976) รายงานว่า เมื่อเก็บข้าวหนึ่งในที่มืด อุณหภูมิ 38 °C ข้าวหนึ่งมีสีเปลี่ยนน้อยมาก



ภาพที่ 7.1 ค่าดัชนีความขาวของข้าวหนึ่งพันธุ์ชนนาท 1 เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 4 เดือน



ภาพที่ 7.2 ค่าดัชนีความขาวของผิวหนังพื้นฐานตาม เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 4 เดือน

สรุปผลการทดลอง

1. การใช้ข้าวกล้องเป็นวัตถุดิบในการทำข้าวหนึ่งเสริมไฮโอติน ให้ปริมาณไฮโอตินหลังจากการเสริมสูงสุด และแตกต่างจากการข้าวกล้องหนึ่งไม่เสริมไฮโอตินมาก ซึ่งในการใช้ข้าวเปลือกเป็นวัตถุดิบไม่เห็นผลของการเสริมไฮโอตินเช่นนี้
2. การเสริมไฮโอตินในข้าวด้วยวิธีนี้มีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพอื่น ๆ ของข้าวน้อยมาก โดยมีความสัมพันธ์ทิศทางเดียวกับค่า firmness และสัมพันธ์ทิศทางตรงกันข้ามกับค่าดัชนีความขาวเท่านั้น ส่วนสมบัติอื่น ๆ ไม่ได้รับผลกระทบ
3. ข้าวนี้ทุกตัวอย่างมีภาพแบบผลึกเป็นชนิด A
4. ข้าวนี้จากข้าวพันธุ์พลาแยงมีช่วงอุณหภูมิการเกิดเจลลาติในชั้นซึ่งวัดจากเครื่อง DSC สูงกว่าข้าวพันธุ์ชยันนาท 1 โดยพบว่าในข้าวพันธุ์ชยันนาท 1 มีแนวโน้มว่าอุณหภูมิเริ่มต้นในการเกิดเจลลาติในชั้นจะลดลง เมื่อความเข้มข้นไฮโอตินเพิ่มขึ้น
5. ปริมาณไฮโอตินมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 4 เดือน แต่พบว่ายังเหลือปริมาณไฮโอตินมากกว่า 1 ใน 3 ของปริมาณที่ร่างกายต้องการ และค่าดัชนีความขาวของข้าวนึ่งลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 4 เดือน แต่พบว่าในเดือนที่ 3 มีค่า Peroxide Value สูง

งานวิจัยที่กำลังศึกษา

เปรียบเทียบสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของข้าวหนึ่งที่เกิดในช่วงแรกกับข้าวหนึ่งที่มีขายทางการค้า และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ และติดตามการเปลี่ยนแปลงของสมบัติบางประการตลอดระยะเวลาการเก็บต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- งามชื่น คงเสรี. 2542. คุณภาพข้าวสุก. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการวิเคราะห์คุณภาพข้าวหอมมะลิทางเคมี. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. สถาบันวิจัยข้าว, กรมวิชาการเกษตร.
- ชูติมา อัครเสถียร. 2543. ประสิทธิภาพการเสริมไอโอดีนในข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ตติยะ สัทธาย. 2538. สมบัติทางชีวเคมีของข้าวไทย *Oryza Sativa* L. ในสภาพการปลูกที่แตกต่างกันและความสัมพันธ์กับคุณภาพการสีและการหุง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตย. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนามัย, กรม. 2532. ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันและแนวทางการบริโภคอาหารสำหรับคนไทย. กรุงเทพมหานคร.
- อัมมาร สยามวาลา และ วิโรจน์ ณ ระนอง. 2533. ประมวลความรู้เรื่องข้าว. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.
- AACC. 1995. Approved methods of the American association of cereal chemists. 9th ed. Minnisota: American Association of Cereal Chemists.
- AOAC. 1995. Official method of analysis. 16th ed. Virginia: The Association of Official Agricultural Chemists.
- Araillo, M. H., Padua, D. B. and Graham, M. 1976. Rice Postharvest Technology. International Development Center, Ottawa, Canada.
- Chen, J. J., Lu, S. and Lii, C. Y. 1999. Effect of milling methods on the physicochemical characteristics of waxy rice in Taiwan. Cereal Chem. 76(5):796-798.
- Juliano, B. O. 1972. In the rice caryopsis and its composition. Pages 16-62. In D.F. Houston, ed. Rice: Chemistry and Technology. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.
- Juliano, B. O. 1993. Rice in Human Nutrition. Philippines: International Rice Research Institute.

- Lai, H. M. 2001. Effects of hydrothermal treatment on the physicochemical properties of pregelatinized rice flour. *Food Chem.* 72:455-463.
- Low, T.K. and Ng, C.S. 1987. Determination of peroxide value. In H. Hasegawa(ed.), Laboratory manual on analytical methods and procedures for fish and fish products. Marine Fisheries Research Department, Southeast Asia Fisheries Development Center, Singapore.
- Luh, S. B. and Mickus, R. R. 1980. In Parboiled rice. Pages 51-88. In B. S. Luh, ed. Rice: Production and Utilization. Westport, Connecticut: The AVI publishing Co.,Inc.
- Ong, M. H. and Blanshard, M. V. 1995. The significance of starch polymorphism in commercially produced parboiled rice. Starch. 47:7-13.
- Padua, A. B. and Juliano, B. O. 1974. Effect of parboiling on thiamin, protein and fat of rice. J. Sci. food Agric. 25:697-701.
- Perdon, A. A., Siebenmorgen, T. J., Buescher, R. W. and Gbur, E. E. 1999. Starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. J. of Food Sci. 64(5):828-832.
- Unnikrishnan, K. R. and Bhattacharya, K. R. 1988. Application of gel consistency test to parboiled rice. J. Food Sci. Technol. 25(3):129-132.
- Van Ruiten, H. Th. L. 1979. Parboiling of paddy: its process, principles and applications. In a paper written for the university of agriculture (IPB), Bogor, Indonesia. Southeast asia cooperative post-harvest research and development programme.
- Vasanthan, T. and Hoover, R. 1992. A comparative study of the composition of lipids associated its starch granules from various botanical sources. Food Chem. 43:19-27.
- Yasumatsu, K. and Moritaka, S. 1964. Fatty acid composition of rice lipid and their changes during storage. Agric. and Biol. Chem. 28(5):257-264.
- Zobel, H.F. 1964. X-ray analysis of granule starches. In R. L. Whistler (ed.), Methods in carbohydrate chemistry. Vol.4. pp. 109-113. New York:Academic Press.

การเสริมไอโอตินและสังกะสีโดยการเคลือบบนเมล็ดข้าว

ธนันต์ วิจารณ์ศิริรา และ วรณา ตูลย์ชัย
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา

ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาวิธีการเสริมไอโอติน สังกะสี และเหล็กในข้าวโดยการเคลือบด้วยสารพอลิเมอร์ธรรมชาติ และประเมินประสิทธิภาพของวิธีการเสริมไอโอติน สังกะสี และเหล็กในข้าว โดยติดตามการคงเหลืออยู่ของจุลธาตุทั้ง 3 ชนิดหลังผ่านการล้างและหุง รวมทั้งศึกษาคุณภาพระหว่างการเก็บ

ขอบเขตงานวิจัย

ส่วนที่ 1 ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณไอโอตินตามวิธี Moxon and Dixon (1980) และการวิเคราะห์สังกะสีและเหล็กแบบ wet digestion (AOAC, 1995) แล้ววัดปริมาณสังกะสีโดยใช้เทคนิค Inductively Coupled Plasma Spectroscopy

ส่วนที่ 2 ศึกษาวิธีการเสริมแร่ธาตุในเมล็ดข้าวโดยการเคลือบ

ส่วนที่ 3 ศึกษาคุณภาพข้าวที่เสริมไอโอตินและสังกะสีในเมล็ดข้าวโดยการเคลือบระหว่างการเก็บ

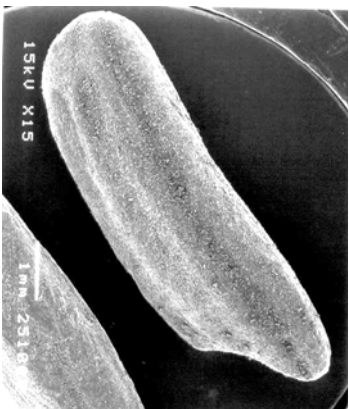
ส่วนที่ 4 ศึกษาการเสริมไอโอติน เหล็ก และสังกะสีในเมล็ดข้าว โดยการเคลือบและศึกษาคุณภาพข้าวที่เสริมแร่ธาตุทั้ง 3 ชนิดระหว่างการเก็บ

ส่วนที่ 5 ศึกษาวิธีการเสริมสังกะสีในเมล็ดข้าวโดยการฉีดพ่น

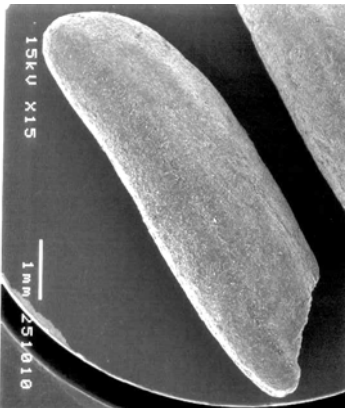
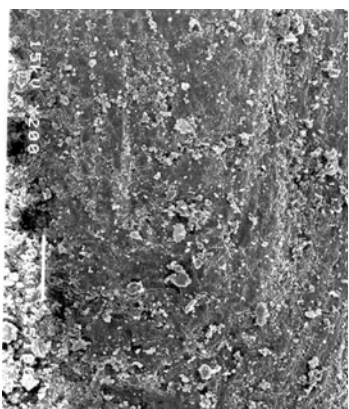
หมายเหตุ ผลการทดลองของงานวิจัยส่วนที่ 1 และ 3 ได้เสนอผลการทดลองบางส่วนในรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 และ 2

ส่วนที่ 2 ศึกษาวิธีการเสริมแร่ธาตุในเมล็ดข้าวโดยการเคลือบ

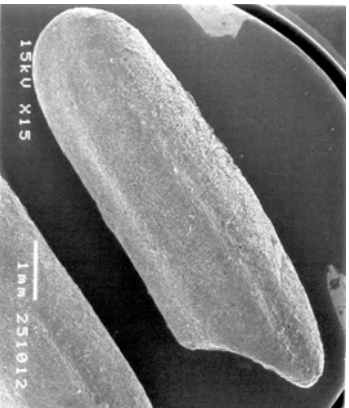
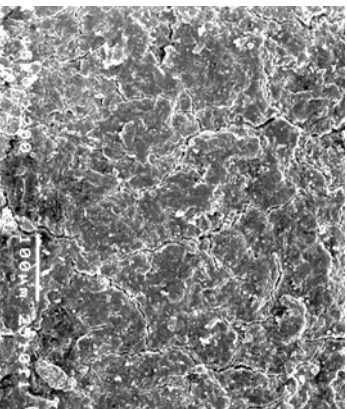
ในการทดลองส่วนนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะเสริมแร่ธาตุ 2 และ 3 ชนิด โดยการผสมธาตุเหล่านี้รวมกันแล้วเคลือบเพียงครั้งเดียว หรือทำการเคลือบแต่ละธาตุแยกกันทีละครั้ง ดังนั้นจึงได้ทำการเคลือบข้าวเจ้าและข้าวเหนียวโดยแปรจำนวนครั้งในการเคลือบ แล้วดูลักษณะของเมล็ดข้าวที่เคลือบได้ด้วย Scanning Electron Microscopy (SEM) เพื่อพิจารณาวิธีการเคลือบที่เหมาะสม ผลการทดลองแสดงในภาพที่ 2 และ 3



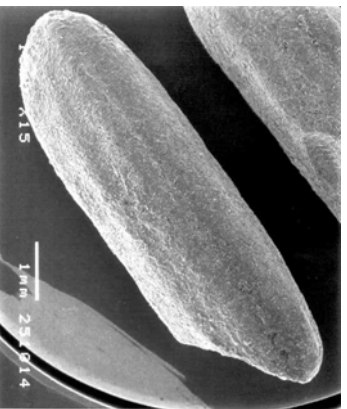
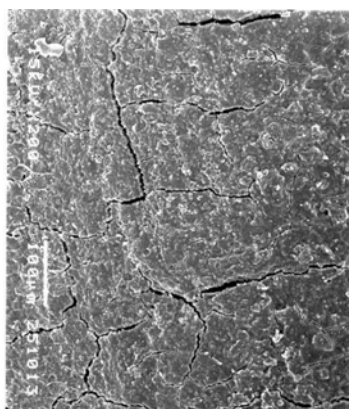
(a) ขั้วที่ไม่ได้เคลือบ



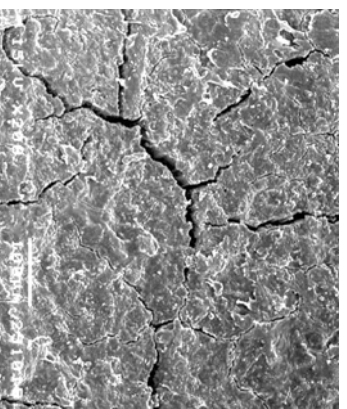
(b) ขั้วที่เคลือบ 1 ชั้น



(c) ขั้วที่เคลือบ 2 ชั้น



(d) ขั้วที่เคลือบ 3 ชั้น



ภาพที่ 1 ลักษณะ surface area และ cross section ของเมล็ดข้าวพันธุ์คลองหลวง 1 ที่แปร
จำนวนครั้งในการเคลือบ