การประเมินศักยภาพเชิงพื้นที่และอิทธิพลของวันปลูกต่อการผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย

ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาพืชไร่
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2566

การประเมินศักยภาพเชิงพื้นที่และอิทธิพลของวันปลูกต่อการผลิตข้าวสาลี
สายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาพืชไร่
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การประเมินศักยภาพเชิงพื้นที่และอิทธิพลของวันปลูกต่อการผลิตข้าวสาลี
สายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย

ดุษฎีนิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาพืชไร่

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรนภา อินสลุด)
วันที่..................เดือน..................พ.ศ. ....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธีระ เหิมฮึก)
วันที่..................เดือน..................พ.ศ. ....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา วิรุญรัตน์)
วันที่..................เดือน..................พ.ศ. ....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร ....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรนภา อินสลุด)
วันที่..................เดือน..................พ.ศ. ....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว ....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รองอธิการบดี
วันที่..................เดือน..................พ.ศ. ....

ชื่อเรื่อง การประเมินศักยภาพเชิงพื้นที่และอิทธิพลของวันปลูกต่อการผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน

ชื่อผู้เขียน นายสิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย

ชื่อปริญญา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรนภา อินสลุด

บทคัดย่อ

ข้าวสาลีเป็นพันธุ์พืชในเขตอบอุ่นที่ถูกนำมาปลูกคัดเลือกในประเทศไทยตั้งแต่ 40 ปีที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลกในปัจจุบันเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออุณหภูมิ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการผลิตข้าวสาลี งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ในการผลิตข้าวสาลี และศึกษาวันปลูกที่เหมาะสม ประกอบด้วย 3 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 การสำรวจและวิเคราะห์การผลิตข้าวสาลี ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ต.แม่วิน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ต.เวียงเหนือ อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน ผลการศึกษาพบว่า การผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงมีปริมาณผลผลิตสูงกว่าบ้านศรีดอนชัย เนื่องจากปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ โดยค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในช่วงฤดูปลูก (1 พ.ย. 2563 - 30 เม.ย. 2564) ซึ่งพื้นที่บ้านทุ่งหลวงมีระดับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิต่ำกว่าบ้านศรีดอนชัยถึง 10, 6 และ 7 $^{\circ}$C ตามลำดับ นอกจากนี้ปัจจัยด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินมีความสำคัญในการส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตของข้าวสาลี โดยในแต่ละพื้นที่มีปริมาณธาตุอาหารที่จำกัดที่แตกต่างกัน สำหรับพื้นที่บ้านทุ่งหลวงมีปริมาณของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำกว่า 60 มก./กก. ซึ่งเป็นปัจจัยบ่งชี้ของการเพิ่มผลผลิต ในขณะที่บ้านศรีดอนชัยมีปริมาณโพแทสเซียม (60 มก./กก.) และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (5 มก./กก.) ต่ำเป็นปัจจัยจำกัดผลผลิตที่สำคัญ รวมทั้งปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำกว่า 1 % เป็นปัจจัยจำกัดร่วมด้วย และจากการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการปลูกข้าวสาลี โดยให้ความสำคัญกับปัจจัยวินิจฉัยของลักษณะภูมิประเทศเป็นอันดับแรก รองลงมาคือ ลักษณะของดิน ทำให้เห็นได้ว่า บ้านทุ่งหลวงและบ้านศรีดอนชัยมีพื้นที่ที่สามารถปลูกข้าวสาลีได้ในระดับความเหมาะสมปานกลาง ประมาณ 2,000 ไร่ หากมีการส่งเสริมการผลิตข้าวสาลีตามนโยบายภาครัฐ ต้องทำการคัดเลือกพันธุ์/สายพันธุ์ที่มีคุณภาพร่วมกับการจัดการสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะวันปลูกที่เหมาะสมในทั้ง 2 พื้นที่ สำหรับการทดลองที่ 2 วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ กำหนด Main plots เป็นวันปลูก จำนวน 4 วันปลูก ได้แก่ PD1 : 15 พ.ย., PD2 : 1 ธ.ค., PD3 : 15

ธ.ค. และ PD4 : 1 ม.ค. และกำหนด Sub plots เป็นข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 10 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐาน จำนวน 2 พันธุ์ ผลการศึกษาพบว่า การปลูกข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงด้วยสายพันธุ์ดีเด่นทุกสายพันธุ์ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง อยู่ในช่วง 365 – 510 กก./ไร่ และสายพันธุ์ส่วนใหญ่สามารถปลูกได้หลายวันปลูกตั้งแต่วันปลูก PD1 : 15 พ.ย. – PD4 : 1 ม.ค. ที่ให้ผลผลิตในระดับสูง ในขณะที่การปลูกข้าวสาลีของทุกสายพันธุ์ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัยสามารถปลูกได้เฉพาะวันปลูก PD1 : 15 พ.ย. เพียงเท่านั้น หากปลูกล่าช้าทำให้ผลผลิตลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วง PD4 : 1 ม.ค. และการปลูกข้าวสาลีในช่วงวันปลูก PD1 : 15 พ.ย. นั้น ต้องปลูกด้วยสายพันธุ์ดีเด่นบางสายพันธุ์เท่านั้นที่ให้ผลผลิตมากกว่า 250 กก./ไร่ ได้แก่ PMPBWS89013, LARTC-W89011, ลำปาง 2 และสะเมิง 2 โดยเฉพาะสายพันธุ์ MHSBWS12010 และ MHSBWS12046 ให้ผลผลิตต่ำมาก เมื่อปลูกล่าช้าในวันปลูก PD2 : 1 ธ.ค. อยู่ในช่วง 6 – 56 กก./ไร่ อย่างก็ตามมีข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ PMPBWS89013, SMGBWS88008, LARTC-W89011 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงและมีเสถียรภาพในทั้ง 2 พื้นที่ จึงคัดเลือกสายพันธุ์ดังกล่าวดำเนินการทดลองที่ 3 ในการศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโตองค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และคุณภาพของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ กำหนด Main plots เป็นวันปลูก จำนวน 4 วันปลูก ได้แก่ PD1 : 15 พ.ย., PD2 : 1 ธ.ค., PD3 : 15 ธ.ค. และ PD4 : 1 ม.ค. และกำหนด Sub plots เป็นข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 4 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐาน จำนวน 2 พันธุ์ ผลการศึกษาพบว่า การปลูกข้าวสาลีในวันปลูก PD1 : 15 พ.ย. มี 2 สายพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตสูงอยู่ในช่วง 780 – 813 กก./ไร่ ได้แก่ สายพันธุ์ PMPBWS89013 และ SMGBWS88008 รวมทั้งพันธุ์ฝาง 60 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานที่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ดีเด่นทั้ง 2 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ซึ่งการปลูกข้าวสาลีในวันปลูก PD1 : 15 พ.ย. ยังมีบางสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงปานกลาง คือ ผลผลิตต่ำกว่าในวันปลูก PD2 : 1 ธ.ค. และ PD3 : 15 ธ.ค. ได้แก่ สายพันธุ์ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 และพันธุ์สะเมิง 2 อีกทั้งสายพันธุ์ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 มีผลผลิตอยู่ในระดับปานกลาง (500 – 570 กก./ไร่) เมื่อปลูกในช่วง PD1 : 15 พ.ย. - PD3 : 15 ธ.ค. และลดลงประมาณร้อยละ 65 เมื่อปลูกล่าช้าใน PD4 : 1 ม.ค. รวมทั้งสายพันธุ์ PMPBWS89013 และ SMGBWS88008 ที่ปลูกล่าช้าใน PD4 : 1 ม.ค. ส่งผลให้ผลผลิตลดลงถึงร้อยละ 75 และพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานทั้งพันธุ์สะเมิง 2 และฝาง 60 เมื่อปลูกในช่วง PD1 : 15 พ.ย. - PD3 : 15 ธ.ค. ยังให้ผลผลิตอยู่ในระดับสูงถึงปานกลาง และผลผลิตลดลงสูงถึงร้อยละ 80 เมื่อปลูกใน PD4 : 1 ม.ค. อย่างไรก็ตามการปลูกล่าช้าของข้าวสาลีทุกสายพันธุ์มีแนวโน้มของผลผลิตลดลง นอกจากนี้การปลูกข้าวสาลีของทุกสายพันธุ์ที่ล่าช้าทำให้มีค่า GDD ที่เพิ่มสูงขึ้น โดยการปลูกข้าวสาลีล่าช้าทำให้ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นสั้นลง เร่งพัฒนาการจากระยะ

การเจริญเติบโตทางลำต้นให้เข้าสู่ระยะสืบพันธุ์เร็วขึ้น ส่งผลกระทบต่อการสะสมอาหารในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น และระยะการเติมเต็มเมล็ดที่มีอาหารมากน้อยตามปริมาณการสะสม จึงส่งผลทำให้ขนาดของปล้อง ความสูง จำนวนต้นต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง และปริมาณผลผลิตที่ได้ต่ำ แต่อย่างก็ตามด้วยศักยภาพของสายพันธุ์ข้าวสาลีบางสายพันธุ์ที่สามารถให้ผลผลิตสูง ได้แก่ สายพันธุ์ PMPBWS89013 โดยให้ผลผลิตสูงในทุกช่วงวันปลูก เมื่อปลูกในพื้นที่ที่มีความสูงมากกว่า 800 เมตรจากระดับทะเล สามารถใช้ทดแทนพันธุ์ฝาง 60 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานได้ นอกจากนี้หากพิจารณาในเชิงคุณภาพ สายพันธุ์ SMGBWS88008 มีความโดดเด่นในเรื่องของคุณภาพแป้งที่มีโปรตีนสูง และมีคุณสมบัติเหมาะสมเพื่อการแปรรูปเป็นขนมปัง เทียบเท่าพันธุ์สะเมิง 2 แต่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สะเมิง 2 โดยทั้งนี้ต้องปลูกเฉพาะในช่วง PD1 : 15 พ.ย. เท่านั้น

คำสำคัญ : ข้าวสาลี, วันปลูก, สายพันธุ์ดีเด่น, ขนมปัง

Title	ASSESSMENT OF THE POTENTIAL OF PRODUCTION AREAS AND THE INFLUENCE OF PLANTING DATES ON PRODUCTIVITY OF THE PROMISING WHEAT LINES IN CHIANG MAI AND MAE HONG SON
Author	Mr. Sippawit Punyatuy
Degree	Doctor of Philosophy in Agronomy
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Nednapa Insalud

ABSTRACT

Wheat is a tropical crop that has been chosen for cultivation in Thailand since 40 years ago. Recent global climatic changes have served as an important factor that influences temperature which is a limiting factor in the production of wheat. The objective of this research was to study and investigate the potential of areas for wheat production and to research on their suitable planting dates in three (3) experiments. Experiment #1 was a survey and analysis of wheat production in Ban Thung Luang (T. Maewin, A. Maewang, Chiang Mai Province) and Ban Sridonchai (T. Viangneua, A. Pai, Maehongson Province). Results of the study showed that volume of wheat production Ban Thung Luang was much higher than in Ban Sridonchai mainly because of global climatic changes consisting of average maximum temperature, average minimum temperature and average planting temperature (1 November 2020 – 30 April 2021). Temperature in Ban Thung Luang had average maximum temperature, average minimum temperature and average temperature which were lower than in Ban Sridonchai at 10, 6 and 7 ^{o}C, respectively. Aside from this, the factor on soil fertility was important in supporting wheat production at each planting area with different limited mineral nutrients. In Ban Thung Luang, the amount of potassium which is needed by the soil, was lower than 60 mg/kg, thus considered as an influencing factor on the increase of wheat production. Meanwhile in Ban Sridonchai, the low amount of potassium (60 mg/kg) and available phosphorus (5 mg/kg), which served as an

important limiting factor including the low amount of soil organic matter at 1%, as combined factors and use of data to analyze the suitability of the area for wheat production by providing importance to the primary factors in the diagnosis of the topography of the area followed by soil status. It was seen that Ban Thung Luang and Ban Sridonchai contained areas that could grow wheat at a moderate suitability on about 2,000 rai. If ever wheat production could be promoted according to state policy, there must be the selection of the wheat varieties or lines of good quality together with proper environmental management particularly the suitable time for planting wheat in the two areas. For Experiment #2, Split Plot in Randomized Complete Block (RCB) experimental design involved 3 treatments comprising of the main plots if planting dates. There were four (4) planting dates, namely: PD1:15 Nov; PD2:1 Dec; PD3:15 Dec and PD4:1 Jan, with sub-plots consisting of 10 superior wheat lines which were then compared with each other including with two (2) standard wheat lines. Results of the study showed that wheat planting in Ban Thung Luang using each superior line produced rather high yield ranging from 365-510 kg/rai and most of the lines could be grown in various dates from PD1:15 Nov – PD4:1Jan producing high yield. At the same time, each wheat line in Ban Sridonchai could be grown specifically on PD1:15 Nov only. If planted later than this date, yield was reduced continuously particularly during PD4:1 Jan and PD1:15 Nov playing dates, which must use specific superior wheat lines to produce greater yield than 250 kg/rai. This included lines such as PMPBWS89013, LARTC-W89011, Lampang 2 and Samoeng 2 especially MHSBWS12010 and MHSBWS 2046 which gave very low yield. When planted later than PD2:1 Dec, yield was only 6-56 kg/rai. However, there were four (4) superior wheat lines, namely: PMPBWS89013, SMGBWS88008, LARTC-W89011 and FNBW8310-1-SMG-1-1-1 which gave higher average yield and stability in both planted areas, and thus were selected for Experiment #3. On this experiment, the influence of planting date on the growth of wheat based on yield elements, yield and quality pf wheat, was studied. Superior varietal lines in the Samoeng Rice Research Center (T. Samoeng Tai, A. Sameong, Chiang Mai) were used in the Split Plot in Randomized Complete Block (RCB) with 3 treatments (main plots) as 4 planting dates, namely: PD1: 5 Nov; PD2: 1 Dec; PD3:15 Dec; and PD4 1 Jan. Sub-plots consisted of four (4) superior wheat lines

which were compared with two (2) standard wheat lines. Result of the study showed that planting wheat on PD1:15 Nov had two (2) varietal lines, PMPBWS89013 and SMGBWS88008, which produced higher yields ranging from 780-813 kg/rai, together with Fang 60, a standard wheat line that gave not so different high yield when compared with the 2 superior lines. Planting dates of PD1:15 Nov had some lines that gave moderately high yield but lower than lines planted on PD2:1 Dec and PD3:15 Dec, namely: FNBW8310-1-SMG-1-1-1 and Samoeng 2. Moreover, wheat line FNBW8310-1-SMG-1-1-1, gave moderate yield (500-570 kg/rai) when planted on PD1:15 Nov, PD 3:15 Dec and 65 percent lower when planted later than PD4:1 Jan. Wheat lines PMPBWS89013 and SMGBWS88008 which were planted later than PD4:1 Jan, gave 75 percent yield lower in comparison with Samoeng 2 and Fang 60 varieties, which when planted during PD1:15 Nov – PD3:15 Dec, gave high to moderate yield, and a high yield lower at 80 percent when planted on PD4:15 Jan. planting date. However, late planting of each wheat line tended to decrease yield. In addition to this, growing each wheat line at later planting dates gave increasing GDD value with wheat planted at later dates which might cause slow growth of the plants indicated by shorter stems. Good growth of the stem could hasten the reproductive development of the plant thus impacting the accumulation of nutrients through stem growth and seed replenishment depending on how much nutrients were accumulated thus affecting the size of the segments, height, number of plantlets per node, weight, 1,000 seeds, number of seeds per ear and low yield. However, some wheat lines have the potential of giving high yield, such as PMPBWS89013 when planted at any season. When planted on an area of higher altitude at 800 m asl, it could replace Fang 60 wheat line, a standard comparison variety, A side from this, when considering yield quality, the wheat line SMGBWS88008 was excellent in terms of high protein flour and high quality contents of suitable properties for processing into bread, in comparison with Samoeng 2 though it has the potential for higher yield than Samoeng 2 when planted on PD1:15 Nov only.

Keywords : wheat, planting dates, superior line, bread

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์นี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรนภา อินสลุด อาจารย์ที่ปรึกษาหลักดุษฎีนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธีระ เหิมฮึก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา วิรุณรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมดุษฎีนิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย ผู้ทรงคุณวุฒิสอบดุษฎีนิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.จุฑามาศ อาจนาเสียว กรรมการสอบร่วม ได้สละเวลาอันมีค่า กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และคำปรึกษา จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

รวมทั้งขอขอบคุณ ดร.สุรพล ใจวงศ์ษา นายนิพนธ์ บุญมี ดร.วารี ไชยเทพ ผศ.ดร.สาวิตร มีจุ้ย ดร.กัญญณัช ศิริธัญญา ที่ได้ให้คำแนะนำ และจัดทำแบบสอบถามเกษตรกรเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษา อีกทั้งหน่วยงานต้นสังกัดกรมการข้าวที่อนุญาตในการศึกษาครั้งนี้ รวมถึงขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกข้าวสาลี บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถามและเสียสละเวลามา ณ โอกาสนี้

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย

MAEJO UNIVERSITY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ฌ
สารบัญ	ญ
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญภาพ	ณ
สารบัญตารางผนวก	ถ
สารบัญภาพผนวก	ท
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
ขอบเขตการศึกษา	4
นิยามศัพท์	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร	7
ข้อมูลทั่วไปของข้าวสาลี	7
การผลิตข้าวสาลีในประเทศไทย	18
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	49
การทดลองที่ 1 การสำรวจและวิเคราะห์การผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน	49

การทดลองที่ 2 การศึกษาวันปลูกของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 56

การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ 60

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 66

การทดลองที่ 1 การสำรวจและวิเคราะห์การผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 66

การทดลองที่ 2 การศึกษาวันปลูกของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 95

การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ 105

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 125

บรรณานุกรม 127

ภาคผนวก 142

ภาคผนวก ก แบบสอบถามการผลิตข้าวสาลี 143

ภาคผนวก ข ข้อมูลการผลิตข้าวสาลีของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 148

ภาคผนวก ค การจัดกลุ่มของผลผลิตข้าวสาลี (กิโลกรัมต่อไร่) ที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 2 การศึกษาวันปลูกของข้าวสาลี สายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 152

ภาคผนวก ง การจัดกลุ่มของขนาดปล้อง (มิลลิเมตร) ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผล ของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลี สายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ 156

ภาคผนวก จ การจัดกลุ่มของจำนวนต้นต่อตารางเมตร (ต้นต่อตารางเมตร) ที่ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และ ผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่...................... 158

ภาคผนวก ฉ การจัดกลุ่มของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของ วันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่... 160

ภาคผนวก ช การจัดกลุ่มของจำนวนรวงต่อตารางเมตร (รวงต่อตารางเมตร) ของข้าวสาลี ที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลอง ที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และ ผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่....... 162

ภาคผนวก ซ การจัดกลุ่มของผลผลิตข้าวสาลี (กิโลกรัมต่อไร่) ที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่.. 164

ภาคผนวก ฌ รูปภาพการดำเนินการทดลองที่ 1 และ 2.. 167

ภาคผนวก ญ รูปภาพการดำเนินการทดลองที่ 3 169

ประวัติผู้วิจัย.. 171

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สถิติปริมาณและมูลค่าการนำเข้าของเมล็ดและแป้งข้าวสาลี ระหว่างปี 2560-2565 ... 19

ตารางที่ 2 ผลผลิตและพื้นที่ปลูกข้าวสาลีภายในประเทศไทย ปี 2562 20

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ของปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวสาลีกับชนิดของผลิตภัณฑ์ 42

ตารางที่ 4 ค่าการตกตะกอนโดยทั่วไปสำหรับแป้งชนิดต่าง ๆ.. 42

ตารางที่ 5 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลี............................ 54

ตารางที่ 6 ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) และผลการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละแปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกร จำนวน 12 ราย ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นฤดูปลูกปี 2563/2564.. 68

ตารางที่ 7 ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) และผลการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละแปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกร จำนวน 13 ราย ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นฤดูปลูกปี 2563/2564... 71

ตารางที่ 8 ต้นทุนการผลิตข้าวสาลีของเกษตรกร จำนวน 12 ราย ที่มีพื้นที่ปลูก (ไร่) และค่าใช้จ่าย (บาทต่อไร่) ในการผลิตข้าวสาลีที่แตกต่างกัน ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นฤดูปลูกปี 2563/2564.. 77

ตารางที่ 9 ต้นทุนการผลิตข้าวสาลีของเกษตรกร จำนวน 13 ราย ที่มีพื้นที่ปลูก (ไร่) และค่าใช้จ่าย (บาทต่อไร่) ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นฤดูปลูกปี 2563/2564 78

ตารางที่ 10 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวสาลี (Spring wheat) 83

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย 87

ตารางที่ 12 การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัย (Weight) 88

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบค่าคะแนนความสำคัญของระดับความเหมาะสมของปัจจัย 89

ตารางที่ 14 การคำนวณค่าคะแนนระดับความเหมาะสมของปัจจัย (Rating : S1 - N)................. 89

ตารางที่ 15 ช่วงของคะแนนสำหรับการจำแนกความเหมาะสมของที่ดิน 90

ตารางที่ 16 ค่าวิเคราะห์ดินของแปลงปลูกทดสอบในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในฤดูปลูกปี 2563/2564 96

ตารางที่ 17 อุณหภูมิสะสม (Growing Degree Day ; GDD) ระหว่างวันที่ 15 พฤศจิกายน 2564 - 30 เมษายน 2564 ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 97

ตารางที่ 18 ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2563/2564 99

ตารางที่ 19 ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ฤดูปลูกปี 2563/2564 101

ตารางที่ 20 ค่าวิเคราะห์ดินของแปลงปลูกทดสอบในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ 105

ตารางที่ 21 ขนาดปล้อง (มิลลิเมตร) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 107

ตารางที่ 22 จำนวนข้อต่อต้น (ข้อต่อต้น) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 108

ตารางที่ 23 ความสูง (เซนติเมตร) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 109

ตารางที่ 24 จำนวนต้นกล้าต่อตารางเมตร (ต้นต่อตารางเมตร) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 110

ตารางที่ 25 จำนวนต้นต่อกอ (ต้นต่อกอ) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 111

ตารางที่ 26 น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 112

ตารางที่ 27 จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ดต่อรวง) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 113

ตารางที่ 28 จำนวนรวงต่อตารางเมตร (รวงต่อตารางเมตร) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565...... 114

ตารางที่ 29 ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 116

ตารางที่ 30 คุณภาพแป้งของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 118

ตารางที่ 31 วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 119

ตารางที่ 32 วันสุกแก่ทางสรีรวิทยา (วัน) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 119

ตารางที่ 33 จำนวนวันของระยะสืบพันธุ์ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น (วัน) ในแต่ละวันปลูก ตั้งแต่วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ถึงวันสุกแก่ทางสรีรวิทยาของข้าวสาลีในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าว สะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 120

ตารางที่ 34 อุณหภูมิสะสมในระยะออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (องศาเซลเซียส) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 121

ตารางที่ 35 อุณหภูมิสะสมในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (องศาเซลเซียส) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 122

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แหล่งกำเนิดของข้าวสาลี 7

ภาพที่ 2 ผลผลิตเฉลี่ยในพื้นที่ปลูกข้าวสาลีทั่วโลกในปี พ.ศ. 2565 9

ภาพที่ 3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวสาลี 11

ภาพที่ 4 ลักษณะรูปทรงของรวงข้าวสาลี 12

ภาพที่ 5 ดอกของข้าวสาลี 13

ภาพที่ 6 ลักษณะของหางข้าวสาลี 13

ภาพที่ 7 รูปร่างและภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวสาลี 14

ภาพที่ 8 ส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวสาลี 15

ภาพที่ 9 ระยะการเจริญเติบโตของข้าวสาลี 18

ภาพที่ 10 ข้าวสาลีที่เป็นโรคราสนิมใบ (ก) ใบที่เป็นโรคตายไป รวงข้าวสาลีที่เป็นโรคราเขม่า (ข) มีสปอร์สีดำขึ้นเต็มรวง โรครากปม (ค) ทำลายรากข้าวสาลี ข้าวสาลีแคระแกร็นและเมล็ดลีบ และโรครวงแห้ง (ง) ทำลายต้นข้าวสาลีทุกระยะ ทำให้ต้นเน่าหรือแห้งตายไป 34

ภาพที่ 11 หนอนกระทู้คอรวง (ก) กัดกินใบต้นกล้าและลำต้น และมวนเขียวข้าว (ข) แมลงศัตรูข้าวสาลีอีกชนิดหนึ่ง 35

ภาพที่ 12 การเก็บเกี่ยวข้าวสาลี มัดเป็นกำ แล้วนำไปแตกแดด 36

ภาพที่ 13 ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น 44

ภาพที่ 14 แปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกร จำนวน 12 ราย ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นฤดูปลูกปี 2563/2564 67

ภาพที่ 15 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของฤดูปลูกข้าวสาลีปี 2563/2564 ตั้งแต่วันที่ 15 พฤศจิกายน 2563 – 30 เมษายน 2564 ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่........ 68

ภาพที่ 16 แปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกร จำนวน 13 ราย ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นฤดูปลูกปี 2563/2564 70

ภาพที่ 17 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของฤดูปลูกข้าวสาลีปี 2563/2564 ตั้งแต่วันที่ 15 พฤศจิกายน 2563 – 30 เมษายน 2564 ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 70

ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ของค่าปฏิกิริยาของดิน (pH) อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมในดิน ต่อผลผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอนในฤดูปลูก ปี 2563/2564 จำนวน 25 ราย 73

ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ของค่าปฏิกิริยาของดิน (pH) อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมในดิน ต่อผลผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ในฤดูปลูกปี 2563/2564 จำนวน 12 ราย 74

ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ของค่าปฏิกิริยาของดิน (pH) อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมในดิน ต่อผลผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในฤดูปลูกปี 2563/2564 จำนวน 13 ราย 74

ภาพที่ 21 กรอบแนวคิดของปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสม ของพื้นที่เพื่อการผลิตข้าวสาลี 86

ภาพที่ 22 พื้นที่ความเหมาะสมในการผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ 91

ภาพที่ 23 พื้นที่ความเหมาะสมในการผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 92

ภาพที่ 24 แปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกรที่มีความเหมาะสมปานกลางในการผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ 93

ภาพที่ 25 แปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกรที่มีความเหมาะสมปานกลางในการผลิตข้าวสาลี ในพื้นบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 93

ภาพที่ 26 ปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ เพื่อการผลิตข้าวสาลีของต่างประเทศ 95

ภาพที่ 27 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างวันที่ 15 พฤศจิกายน 2563 – 30 เมษายน 2564 ในพื้นที่ทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ 97

ภาพที่ 28 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างวันที่ 15 พฤศจิกายน 2563 – 30 เมษายน 2564 ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 98

ภาพที่ 29 การเจริญเติบโตและระยะพัฒนาการของข้าวสาลี (Phenology)................................ 104

ภาพที่ 30 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างวันที่ 15 พฤศจิกายน 2564 – 30 เมษายน 2565 ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่.. 106

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY

สารบัญตารางผนวก

หน้า

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลการผลิตข้าวสาลีของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 149

ตารางผนวกที่ 2 การจัดกลุ่มของผลผลิตข้าวสาลี (กิโลกรัมต่อไร่) ที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 2 การศึกษาวันปลูกของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 153

ตารางผนวกที่ 3 การจัดกลุ่มของขนาดปล้อง (มิลลิเมตร) ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่........ 157

ตารางผนวกที่ 4 การจัดกลุ่มของจำนวนต้นต่อตารางเมตร (ต้นต่อตารางเมตร) ที่ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ 159

ตารางผนวกที่ 5 การจัดกลุ่มของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่........ 161

ตารางผนวกที่ 6 การจัดกลุ่มของจำนวนรวงต่อตารางเมตร (รวงต่อตารางเมตร) ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ 163

ตารางผนวกที่ 7 การจัดกลุ่มของผลผลิตข้าวสาลี (กิโลกรัมต่อไร่) ที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ 165

สารบัญภาพผนวก

หน้า

ภาพผนวกที่ 1 การเก็บข้อมูลการผลิตข้าวสาลีของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลวังเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 168

ภาพผนวกที่ 2 การผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลวังเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 168

ภาพผนวกที่ 3 การเตรียมแปลงปลูก การปลูกด้วยวิธีโรยเป็นแถวด้วยแรงงานคน การเก็บข้อมูล และเก็บเกี่ยว 170

ภาพผนวกที่ 4 การเจริญเติบโตของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก 170

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ข้าวสาลีมีแหล่งกำเนิดอยู่ในเขตเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งอยู่บริเวณประเทศอิรัก อิหร่าน ตรุกี ซีเรีย และมีการแพร่กระจายเป็นพืชปลูกอยู่ทั่วโลก ซึ่งสามารถแบ่งแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญออกเป็น 4 เขต ประกอบด้วย 1) เขตประเทศรัสเซียและทวีปยุโรป 2) เขตทวีปอเมริกาเหนือและใต้ 3) เขตตะวันออกเฉียงใต้และตะวันตกของทวีปออสเตรเลีย 4) เขตภาคเหนือและภาคกลางของจีน ปากีสถาน และอินเดีย การปลูกข้าวสาลีในแต่ละแหล่งเพาะปลูกต่าง ๆ ทำให้เกิดการปรับตัวตามนิเวศการปลูก และทำให้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมเพิ่มขึ้น (งามชื่น, 2537) การจำแนกข้าวสาลีตามจำนวนชุดโครโมโซมที่มีอยู่ในธรรมชาติ สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่ม Diploid (2n) เป็นกลุ่มข้าวสาลีพันธุ์ป่า ที่มีลักษณะรวงเปราะและเมล็ดติดเปลือก 2) Tetraploid (3n) เป็นกลุ่มข้าวสาลีเมล็ดไม่ติดเปลือก และก้านรวงเหนียว และ 3) Hexaploid (6n) เป็นข้าวสาลีชนิดที่มีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี เป็นกลุ่มที่มีการปลูกอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน (สารานุกรมไทย, 2536) สำหรับการจำแนกข้าวสาลีตามการใช้ประโยชน์ สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่มนุษย์ และสัตว์ใช้บริโภค โดยกลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่มนุษย์ใช้บริโภคเป็นอาหาร เป็นข้าวสาลีในกลุ่ม ข้าวสาลีดูรัม (Durum wheat) ใช้แปรรูปเป็นอาหารกลุ่มพลาสต้า ซึ่งมีคุณสมบัติของแป้งที่มีโปรตีนมากกว่า 13 เปอร์เซ็นต์ และข้าวสาลีขนมปัง (Bread wheat) ใช้แปรรูปเป็นแป้งขนมและเบเกอรี่ ซึ่งจำเป็นต้องมีคุณสมบัติแป้งที่มีโปรตีน ประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสัดส่วนของผลผลิตของการผลิตเพื่อการใช้ประโยชน์สูงถึงร้อยละ 70 และกลุ่มที่สองข้าวสาลีทริทิเคลี (Triticale) เป็นธัญพืชลูกผสมระหว่างข้าวสาลีกับข้าวไรย์ทำให้ทนร้อน ซึ่งมีสัดส่วนของการใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตเป็นอาหารสัตว์ ประมาณร้อยละ 20 (Agriculture Organization of the United Nations, 2023) นอกจากนี้ข้าวสาลียังสามารถจำแนกตามฤดูกาลปลูกหรือตามสภาพอุณหภูมิ คือ กลุ่ม Winter wheat, Spring wheat และ Facultative wheat สำหรับ Winter wheat และ Facultative wheat นั้น เป็นกลุ่มข้าวสาลีที่ต้องการ Vernalization เป็นกระบวนของพืชที่ต้องการอุณหภูมิต่ำเพื่อเปลี่ยนระยะการเจริญเติบโต จากระยะการเติบโตทางลำต้น เป็นระยะสืบพันธุ์ โดย Winter wheat ต้องการอุณหภูมิต่ำ ประมาณ 0 - 5 องศาเซลเซียส และระยะนานกว่ากลุ่ม Facultative wheat ประมาณ 30 – 60 วัน ในขณะที่ Spring wheat เป็นกลุ่มข้าวสาลีที่ไม่ต้องการ Vernalization ปลูกได้ในช่วงอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 15-30 องศาเซลเซียส ดังนั้นการปลูกข้าวสาลีใน

ประเทศไทย ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 5-30 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2566) เป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีกลุ่ม Spring wheat โดยต้องปลูกในช่วงต้นฤดูหนาว หรือหลังเก็บเกี่ยวข้าวนาปีในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (สุทัศน์ และอาคม, 2537)

การผลิตข้าวสาลีในประเทศไทย เริ่มตั้งแต่ พ.ศ 2515 โดยได้นำเข้าเชื้อพันธุกรรมข้าวสาลีเป็นกลุ่ม Spring wheat มีทั้งชนิดใช้ทำแป้งขนมปัง ชนิดใช้ทำแป้งมักกะโรนีหรือพลาสต้า และทริทิเคลี จากศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ (CIMMYT) ประเทศเม็กซิโก นำมาปลูกศึกษาและคัดเลือกในพื้นที่ภาคเหนือ และภาคอีสานของประเทศไทย (สุธีรา และคณะ, 2554) จากการปลูกศึกษา ผสมพันธุ์ และคัดเลือกทำให้ได้พันธุ์ข้าวสาลีที่ได้รับการรับรองพันธุ์ จำนวน 4 สายพันธุ์ ซึ่งได้รับรองใน พ.ศ. 2526 จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ สะเมิง 1 เป็นพันธุ์ดีมีลักษณะต้นสูงประมาณ 80 – 90 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 115 วันน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 42.3 กรัม และมีผลผลิตประมาณ 330 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์สะเมิง 2 เป็นพันธุ์ที่มีความสูงของต้นประมาณ 70 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 110 วัน มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 41.4 กรัม ให้ผลผลิตประมาณ 450 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อมาใน พ.ศ. 2530 มีการรับรองพันธุ์เพิ่มอีก 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์แพร่ 60 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะต้นสูงประมาณ 85 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 97 วัน มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 42 กรัม และมีผลผลิตประมาณ 285 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ฝาง 60 ซึ่งมีความสูงของต้นประมาณ 85-95 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 95 วัน น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 37 กรัม และมีผลผลิตประมาณ 280 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพันธุ์รับรองทั้งหมดทั้ง 4 พันธุ์ เป็นข้าวสาลีที่อยู่ในกลุ่มที่ใช้แป้งทำขนมปังทั้งหมด แต่มีเพียงพันธุ์สะเมิง 2 เท่านั้นที่มีคุณสมบัติของแป้งที่ใช้แปรรูปเป็นผลผลิตภัณฑ์ขนมปังได้ดี อย่างไรก็ตามพันธุ์นี้ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ และหลังจาก พ.ศ. 2539 การศึกษาและวิจัยได้ยุติไป เนื่องจากในอดีตเน้นการวิจัยข้าวสาลีเพื่อลดการนำเข้าแป้งสาลีเป็นหลัก แต่เมื่อประเมินการผลิตข้าวสาลีในประเทศไทยทำให้เห็นว่า ผลผลิตต่ำ และมีต้นทุนการผลิตสูง ทำให้การนำเข้าแป้งจากต่างประเทศมีราคาถูกกว่าการผลิตในไทยมาก แต่อย่างก็ตามยังคงมีการปลูกอนุรักษ์พันธุกรรม และคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวสาลี ณ ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง และแม่ฮ่องสอน ของกรมการข้าว มาจนถึงปัจจุบัน (ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง, 2559) แม้โครงการวิจัยด้านข้าวสาลีในไทยจะลดลงหรือยุติไป แต่การใช้ประโยชน์และการนำเข้าข้าวสาลีจากต่างประเทศยังคงมีการนำเข้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ใน พ.ศ. 2564 – 2565 เกิดปัญหาการนำเข้าลดลงเนื่องจากปัญหาการขนส่ง อีกทั้งเป็นผลมาจากสงคราม และภัยธรรมชาติในต่างประเทศ รวมถึงการมีโรคระบาดทั่วโลก โดยมีปริมาณและมูลค่ารวม 13 ล้านตัน และ 122 ล้านบาท ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) อีกทั้งผู้ประกอบการภายในประเทศมีความต้องการข้าวสาลีที่ผลิตในประเทศเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการเล็งเห็นถึงโอกาสของการผลิตข้าวสาลีที่ใช้ภายในประเทศเพิ่มมากขึ้น แม้ว่าแป้งข้าวสาลีที่ทำเบเกอรี่โดยทั่วไป มีราคาเพียง 16 บาทต่อกิโลกรัม แต่หากเป็นแป้งพิเศษที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะแป้งที่ทำจากข้าวสาลีเพาะงอกหรือ

มอลต์ ซึ่งเป็นที่ต้องการของกลุ่มผู้บริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ ทำให้แป้งพิเศษชนิดนี้มีราคาสูงถึง 200 บาทต่อกิโลกรัม (Grain Baker's Kitchen, 2022) เมื่อต้นทุนการผลิตข้าวสาลีของประเทศไทยที่ค่อนข้างสูง การมุ่งเน้นตลาดแป้งข้าวสาลีคุณภาพสูงกลุ่มเฉพาะดังกล่าว จึงเป็นโอกาสของการผลิตข้าวสาลีในประเทศไทย โดยมุ่งเน้นข้าวสาลีขนมปังที่มีโปรตีนสูง 12-14 เปอร์เซ็นต์ (Pomeranz, 1978) คุณภาพแป้งควรมีลักษณะการขึ้นฟูของแป้งระดับปานกลางขึ้นไป หรือมีค่าการตกตะกอนมากกว่า 25 มิลลิลิตร (Finnie and Atwell, 2016) นอกจากนี้ตลาดที่รองรับการผลิตข้าวสาลีในประเทศไทย คือ กลุ่มที่ต้องการเมล็ดพันธุ์เพื่อการผลิตน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี เนื่องจากข้าวสาลีที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศมีการขนส่งที่ใช้ระยะเวลานาน และมีการรมสารเคมี ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ และอาจมีสารเคมีตกค้างไม่ปลอดภัยกับผู้บริโภค จากความต้องการของผู้ใช้ประโยชน์ทั้ง 2 กลุ่ม ทำให้เกิดการจัดประชุมผู้ใช้ประโยชน์จากธัญพืชเมืองหนาวร่วมกับกองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาวให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดภายในประเทศ ซึ่งทำให้เห็นได้ว่า มีผู้ประกอบการที่ต้องการข้าวสาลีที่มีคุณภาพพิเศษ และเมล็ดพันธุ์ดีสูงถึง 382 ตันต่อปี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) กลุ่มข้าวสาลีแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อบริโภค จำนวน 380 ตันต่อปี ได้แก่ แป้งสำหรับทำขนมปัง ผลิตภัณฑ์น้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี รำข้าวสาลี และน้ำอาร์ซีเพื่อสุขภาพ และ 2) กลุ่มข้าวสาลีหัตถกรรม จำนวน 2 ตัน ได้แก่ หลอดจากข้าวสาลีสำหรับเครื่องดื่ม และช่อแห้งข้าวสาลี แต่สามารถผลิตได้เพียง 59 ตันเท่านั้น อีกทั้งในปัจจุบันพื้นที่ปลูกข้าวสาลีเพื่อการค้า โดยเกษตรกรมีเพียง 2 พื้นที่ มีพื้นที่รวมประมาณ 200 ไร่ ซึ่งอยู่ในเขต อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน และอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จากข้อมูลที่สำรวจดังกล่าวทำให้เห็นได้ว่า ผลผลิตข้าวสาลียังไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด อีกทั้งพันธุ์ข้าวสาลีที่ปลูกส่วนใหญ่ คือ ฝาง 60 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิต เฉลี่ย 300 กิโลกรัมต่อไร่ และคุณภาพในการแปรรูปเป็นขนมปังยังไม่เป็นที่นิยมของผู้ประกอบการ (กรมการข้าว, 2562) นอกจากนี้จากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะอุณหภูมิ ซึ่งจากข้อมูลของศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ทำให้เห็นได้ว่าข้อมูลอุณหภูมิอากาศ ตั้งแต่ พ.ศ. 2530 – 2560 มีอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 0.8 องศาเซลเซียส และจากข้อมูลทางสถิติของอุณหภูมิในคาบ 30 ปี พบว่า ในแต่ละปีมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแต่ละเดือนที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าวสาลี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน – เมษายน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2566) สำหรับงานวิจัยด้านพันธุ์นั้น จากที่ได้กล่าวข้างต้น ถึงแม้งานวิจัยต่าง ๆ ได้ยุติไป แต่ยังคงมีการปลูกคัดเลือก และทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์ด้วยงบพื้นฐานของกรมการข้าว ทำให้ในปัจจุบันมีสายพันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นแตกต่างกัน จำนวน 10 สายพันธุ์ ได้แก่ กลุ่มที่ให้ผลผลิตสูงมากกว่า 350 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นข้อมูลการเปรียบผลผลิตในนาราษฎ์ ระหว่าง พ.ศ. 2543 – 2556 กลุ่มพันธุ์ที่มีการปลูกคัดเลือกในเขตชลประทาน

พื้นที่ต่ำกว่า 500 เมตรจากระดับน้ำทะเล และกลุ่มที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูง ซึ่งเหมาะสำหรับการนำไปทำน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี (สุธีรา และคณะ, 2554)

ดังนั้นจากโอกาสของตลาดที่มีความต้องการของข้าวสาลีที่มีคุณภาพดี และให้ผลผลิตสูง จึงต้องมีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวสาลีเพิ่มขึ้น แต่สภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอุณหภูมิที่เป็นข้อจำกัด ทำให้ต้องมีการสำรวจพื้นที่ วิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลี และมีการปลูกทดสอบเพื่อคัดเลือกข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ รวมทั้งการหาแนวทางในการจัดการเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิต โดยการกำหนดวันปลูกที่เหมาะสมในการผลิตข้าวสาลีในแต่ละพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวสาลีในประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ในการผลิตข้าวสาลี
2. เพื่อศึกษาวันปลูกที่เหมาะสมสำหรับข้าวสาลีแต่ละสายพันธุ์ในแต่ละพื้นที่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ปัจจัยบ่งชี้ที่เป็นข้อจำกัดในการผลิตข้าวสาลีของแต่ละพื้นที่ศึกษา
2. ได้ทราบลักษณะเด่นและเทคโนโลยีการผลิตของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นเพื่อการใช้ประโยชน์
3. ได้ข้อแนะนำการจัดการวันปลูกร่วมกับการเลือกใช้สายพันธุ์ดีเด่นของข้าวสาลีที่เหมาะสมเฉพาะพื้นที่

ขอบเขตการศึกษา

1. ขอบเขตเชิงพื้นที่

การทดลองที่ 1 และ 2 ดำเนินการปลูกศึกษาการให้ผลผลิตของข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน และการทดลองที่ 3 ดำเนินการปลูกศึกษาการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าวสาลีในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

2. ขอบเขตด้านระยะเวลาการศึกษาวิจัย

การทดลองที่ 1 ดำเนินการศึกษาในช่วงเดือน พฤษภาคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2563 การทดลองที่ 2 ดำเนินการปลูกทดสอบในฤดูปลูกปี 2563/2564 ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 - เมษายน พ.ศ. 2564 และการทดลองที่ 3 ดำเนินการปลูกทดสอบในฤดูปลูกปี 2564/2565 ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 - เมษายน พ.ศ. 2565

3. ขอบเขตวัสดุและอุปกรณ์

การทดลองที่ 1 ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการบันทึกข้อมูล รวมกับการใช้โปรแกรมประยุกต์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (QGIS) การทดลองที่ 2 ใช้ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 10 สายพันธุ์ ได้แก่ PMPBWS89248 PMPBWS89013 SMGBWS88008 LARTC-W89011 MHSBWS12010 MHSBWS12046 FNBW8301-5-5 FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ลำปาง 2 และลำปาง 5 ใช้พันธุ์สะเมิง 2 และฝาง 60 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน และการทดลองที่ 3 ใช้ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ PMPBWS89013 SMGBWS88008 LARTC-W89011 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ใช้พันธุ์สะเมิง 2 และฝาง 60 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน

นิยามศัพท์

วันปลูก หมายถึง ช่วงเวลาการเพาะปลูกข้าวสาลี โดยกำหนดวันปลูกห่างกัน 15 วัน ซึ่งมีข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และน้ำฝน ที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงวันปลูก

ข้าวสาลี หมายถึง ข้าวสาลี ประเภท bread wheat หรือ common wheat (*Triticum aestivum*) โดยเป็นกลุ่ม spring wheat

Bread wheat หมายถึง ข้าวสาลีชนิดขนมปังนิยมใช้แปรรูปเป็นอาหารประเภทขนม

Durum wheat หรือ Macaroni wheat หมายถึง ข้าวสาลีชนิดที่มีโปรตีนสูงนิยมใช้แปรรูปเป็นอาหารประเภทเส้น

Triticale หมายถึง ธัญพืชลูกผสมระหว่างข้าวสาลี (*Triticum aestivum*) กับ ข้าวไรย์ (*Secale cereale*) นิยมใช้แปรรูปเป็นอาหารของสำหรับมนุษย์หรือสัตว์โดยทั่วไป

Winter wheat หมายถึง ข้าวสาลีชนิดปลูกข้ามฤดูหนาว

Spring wheat หมายถึง ข้าวสาลีชนิดปลูกต้นฤดูใบไม้ผลิ

สายพันธุ์ดีเด่น หมายถึง สายพันธุ์ข้าวสาลีที่ได้ดำเนินการศึกษาและคัดเลือกสายพันธุ์ ตั้งแต่ปี 2524-2553 จากการศึกษาพันธุ์ขั้นต้น ขั้นสูง เปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี ระหว่างสถานี และทดสอบปลูกในแปลงเกษตรกร โดยเป็นสายพันธุ์ที่ผลมีการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตสูง จากรายงานของสุธีรา และคณะ (2554)

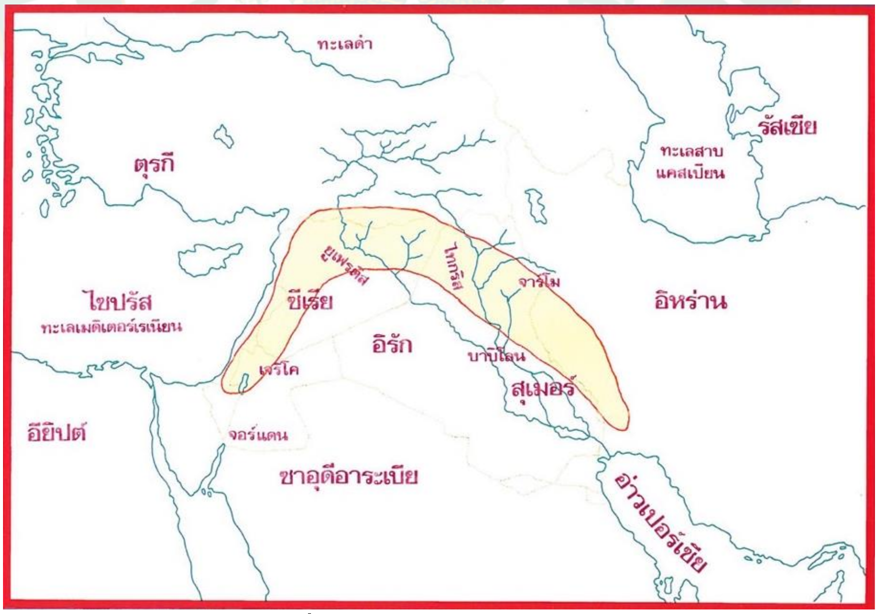
บทที่ 2
ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร

ข้อมูลทั่วไปของข้าวสาลี

แหล่งกำเนิดของข้าวสาลี

แหล่งพันธุกรรมหรือแหล่งกำเนิดของข้าวสาลีอยู่ในเขตเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ ได้แก่ บริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศอิหร่าน อีรัก ตุรกี ซีเรีย เลบานอน อิสราเอล และจอร์แดน (ภาพที่ 1) ข้าวสาลีที่เป็นพันธุ์ป่านั้น มีลักษณะของเมล็ดและรวงที่สามารถแพร่พันธุ์ตามธรรมชาติได้ คือ เมล็ดมีเปลือกหุ้มและรวงเปราะในระยะสุกแก่ ส่วนพันธุ์ปลูกที่ได้จากการคัดเลือกของมนุษย์นั้น ส่วนใหญ่มีลักษณะไม่ติดเปลือกและก้านรวงเหนียว ไม่หักออกจากกันในระยะสุกแก่ ข้าวสาลีที่มีอยู่ในธรรมชาติอาจแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ตามจำนวนโครโมโซมของพืช ได้แก่

1) ดิพพลอยด์ (Diploid) มีโครโมโซม 7 คู่
2) เตตราพลอยด์ (Tetraploid) มีโครโมโซม 14 คู่
3) เฮกซาพลอยด์ (Hexaploid) มีโครโมโซม 21 คู่



ภาพที่ 1 แหล่งกำเนิดของข้าวสาลี

ที่มา: สารานุกรมไทย (2536)

ข้าวสาลีพันธุ์โบราณที่สุดเป็นพวกดิพพลอยด์ มนุษย์ใช้เป็นอาหาร เมื่อประมาณ 10,000 ปีมาแล้ว โดยมีการค้นพบซากเมล็ดข้าวสาลีชนิดนี้ ในเขตซีเรียเหนือ ซึ่งเป็นกลุ่มมีลักษณะรวงเปราะและเมล็ดติดเปลือก มนุษย์เก็บข้าวสาลีกลุ่มนี้จากที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ระยะต่อมา (ประมาณ 9,000 - 9,500 ปี) ได้มีการปลูกข้าวสาลีดิพพลอยด์ที่มีลักษณะดีขึ้นกว่าเดิม คือ เมล็ดติดเปลือก และก้านรวงเหนียว ข้าวสาลีชนิดนี้ได้แพร่กระจายไปยังแหลมบอลข่าน ลุ่มแม่น้ำดานูบ และลุ่มแม่น้ำไรน์ ครั้งถึงยุคสัมฤทธิ์และยุคเหล็กตอนต้น ข้าวสาลีชนิดนี้ได้แพร่หลายไปในยุโรปและตะวันออกใกล้

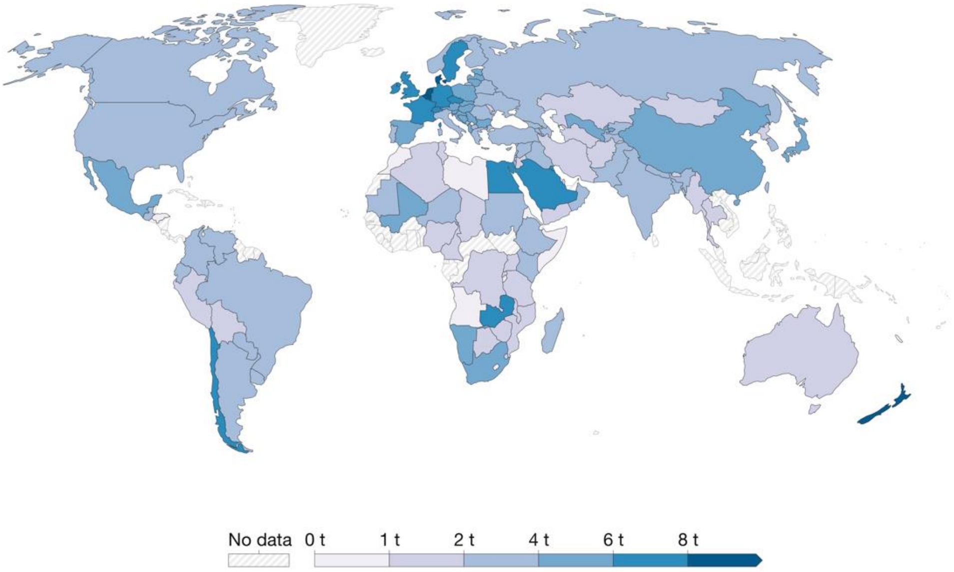
ในยุคต่อมาข้าวสาลีในธรรมชาติได้มีวิวัฒนาการเป็นกลุ่มเตตราพลอยด์ โดยในขั้นแรกเป็นกลุ่มเมล็ดติดเปลือก และรวงเปราะ แล้วกลายเป็นชนิดเมล็ดติดเปลือก แต่ก้านรวงเหนียว ข้าวสาลีชนิดนี้แพร่หลายไปกว้างขวางมากพบว่ามีการปลูกในอิรัก เมื่อ 8,000 ปีก่อน และขยายไปสู่อียิปต์ยุโรป เอเซียกลาง และอินเดีย เมื่อ 6,000 - 7,000 ปีมาแล้ว และมีปลูกในเอธิโอเปียเมื่อ 5,000 ปีมาแล้ว ต่อมาเมื่อ 3,000 ปีก่อน ได้เกิดข้าวสาลีชนิด เตตราพลอยด์ ซึ่งเมล็ดไม่ติดเปลือก

ข้าวสาลีชนิดที่เกิดขึ้นล่าสุดในวิวัฒนาการนั้นเป็นกลุ่มเฮกซาพลอยด์ ซึ่งได้มีการขุดค้นพบซากข้าวสาลีชนิดนี้ในซีเรีย เมื่อ 9,000 ปีมาแล้ว ข้าวสาลีชนิดนี้มีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดีกว่า พวกดิพพลอยด์ และเตตราพลอยด์จึงมีการปลูกแพร่หลายในส่วนต่าง ๆ ของโลกในปัจจุบัน

แหล่งปลูกและผลิตผล

ข้าวสาลีปลูกมากในเขตประเทศที่อยู่ในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว ฤดูกาลในเขตภูมิศาสตร์ดังกล่าว มี 4 ฤดูกาล (ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง ฤดูหนาว และฤดูใบไม้ผลิ) หากแบ่งข้าวสาลีออกเป็นชนิดตามฤดูกาลที่ปลูก สามารถจำแนกได้ 3 ชนิด ได้แก่ 1) Winter wheat คือ ชนิดปลูกข้ามฤดูหนาว 2) Spring wheat คือ ชนิดปลูกต้นฤดูใบไม้ผลิ และ 3) Facultative wheat ชนิดปลูกได้ทั้งสองประเภท แหล่งเพาะปลูกในปัจจุบันที่สำคัญ ประกอบด้วย 1) เขตประเทศรัสเซียและในทวีปยุโรป 2) เขตทวีปอเมริกาเหนือและใต้ 3) เขตตะวันออกเฉียงใต้และตะวันตกของทวีปออสเตรเลีย 4) เขตภาคเหนือและภาคกลางของจีน ปากีสถานและอินเดีย ผลผลิตเฉลี่ยต่างแตกกันในแต่ละพื้นที่ปลูก (ภาพที่ 2) ซึ่งข้าวสาลีเป็นธัญพืชที่มีความหลากหลายและมีความสามารถในการปรับตัวได้ดีที่สุด สามารถเจริญเติบโตได้ตั้งแต่พื้นที่ราบระดับน้ำทะเล จนถึงระดับความสูง 4,500 เมตรจากระดับน้ำทะเล ตั้งแต่บริเวณภูมิอากาศแบบเส้นศูนย์สูตรจนกระทั่งถึงบริเวณเส้นอาร์กติกเซอร์เคิล ข้าวสาลีเป็นธัญพืชที่มีการปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้มากเป็นอันดับ 1 ของโลก เนื่องจากมีการปลูกเพื่อบริโภคอย่างแพร่หลายทั่วโลกมาเป็นเวลานาน (กรมการข้าว, 2562) โดย 10 ประเทศแรกที่มีการปลูกข้าวสาลีมากที่สุดในโลก ได้แก่ ประเทศจีน สหภาพยุโรป อินเดีย รัสเซีย สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย แคนาดา ปากีสถาน ยูเครน และตุรกี ได้ผลผลิตในปี พ.ศ. 2565 ที่ 138, 134, 103, 91,

45, 37, 34, 26, 20 และ 17 ล้านตัน ตามลำดับ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,490 กิโลกรัมต่อไร่ (Agriculture Organization of the United Nations, 2023)



ภาพที่ 2 ผลผลิตเฉลี่ยในพื้นที่ปลูกข้าวสาลีทั่วโลกในปี พ.ศ. 2565

ที่มา: Agriculture Organization of the United Nations (2023)

การบริโภคข้าวสาลี

ข้าวสาลีมีบทบาทสำคัญในความมั่นคงทางอาหารของโลก โดยให้พลังงานเป็น 1 ใน 5 ของพลังงานและโปรตีนแก่ประชากรโลก อีกทั้งเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกกันอย่างแพร่หลายมากที่สุดในโลก มีเพาะปลูกปีละ 217 ล้านเฮกตาร์ โดยมนุษย์นำมาปลูกเพื่อใช้เมล็ดสำหรับมนุษย์หรือสัตว์บริโภคเป็นอาหาร การใช้เมล็ดเป็นอาหารสำหรับมนุษย์ นำเมล็ดมาทำให้สุกด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น คั่ว อบ ทอด ต้ม นึ่ง หรือนำเมล็ดมาแปรรูปให้เป็นแป้ง แล้วจึงทำให้สุกก่อนบริโภค สำหรับการบริโภคข้าวสาลีโดยเฉลี่ยทั่วโลกประมาณ 65 กิโลกรัมต่อคน และข้าวสาลีเป็นอาหารหลักในแอฟริกาเหนือ ตะวันออกกลาง และได้รับความนิยมในเอเชีย (Agriculture Organization of the United Nations, 2023) อาจแบ่งข้าวสาลีที่นำมาปลูกตามกลุ่มการใช้ประโยชน์ ดังนี้

1. ข้าวสาลีขนมปัง (Bread wheat หรือ Common wheat) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Triticum aestivum* มีจำนวนโครโมโซม 6 ชุด นิยมใช้แปรรูปเป็นอาหารประเภทขนม

2. ข้าวสาลีดูรัม (Durum wheat) หรือข้าวสาลีมะกะโรนี (Macaroni wheat) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Triticum durum* มีจำนวนโครโมโซม 4 ชุด นิยมใช้แปรรูปเป็นอาหารประเภทเส้น

3. ทริทิเคลี (Triticale) เป็นธัญพืชลูกผสมระหว่างข้าวสาลี (*Triticum aestivum*) กับข้าวไรย์ (*Secale cereale*) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *X Triticosecale* พันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นพวกมีจำนวนโครโมโซม 6 ชุด นิยมใช้แปรรูปเป็นอาหารของสำหรับมนุษย์หรือสัตว์โดยทั่วไป

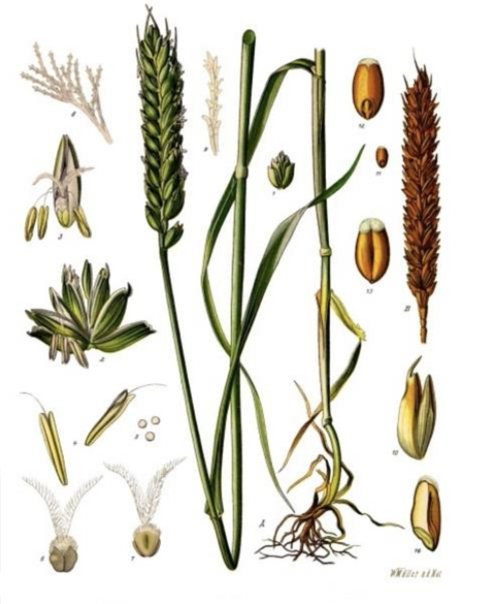
โครโมโซมของข้าวสาลีนั้น แบ่งออกได้เป็นชุด จำนวนโครโมโซมในหนึ่งชุดเท่ากับเจ็ด ข้าวสาลีที่เป็นดิพพลอยด์ มีจำนวนโครโมโซม ทั้งหมด 14 แท่ง คือ 2 ชุด หรือ 7 คู่ ข้าวสาลีที่เป็นเตตราพลอยด์มีจำนวนโครโมโซม ทั้งหมด 28 แท่ง คือ 4 ชุด หรือ 14 คู่ ส่วนข้าวสาลีที่เป็นเฮกซาพลอยด์มีจำนวนโครโมโซม ทั้งหมด 42 แท่ง คือ 6 ชุด หรือ 21 คู่ ต้นตระกูลของข้าวสาลีที่ปลูกอยู่ในปัจจุบันเป็นข้าวสาลีป่าชนิดดิพพลอยด์ ข้าวสาลีป่ามีอยู่หลายชนิด ข้าวสาลีป่าแต่ละชนิดมีชุดโครโมโซมแตกต่างกัน วิวัฒนาการของพืชทำให้ได้ข้าวสาลีพันธุ์ปลูกชนิดเตตราพลอยด์ และเฮกซาพลอยด์หลายชนิด

ข้าวสาลีกลุ่มเตตราพลอยด์เกิดมาจากการผสมพันธุ์กันระหว่างข้าวสาลีชนิดดิพพลอยด์ที่มีโครโมโซมต่างชุดกัน เช่น AA ผสมกับ BB (ชุด A และชุด B มีโครโมโซมชุดละ 7 แท่ง) ลูกของข้าวสาลีที่เกิดจากการผสมพันธุ์มีเลือด AB ซึ่งถ้าเกิดการเพิ่มโครโมโซมขึ้นมาอีกเท่าตัว โดยธรรมชาติได้ข้าวสาลีจำพวกเตตราพลอยด์ ซึ่งมีชุดโครโมโซมจำนวน 4 ชุด คือ AABB

สำหรับข้าวสาลีชนิดเฮกซาพลอยด์นั้น เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวสาลีชนิดเตตราพลอยด์กับข้าวสาลีชนิดดิพพลอยด์อีกชนิดหนึ่ง คือ AABB ผสมกับ DD ลูกของข้าวสาลีที่เกิดจากการผสมพันธุ์มีเลือด ABD ซึ่งถ้าเกิดการเพิ่มโครโมโซมขึ้นมาอีกเท่าตัวโดยธรรมชาติทำให้ได้ข้าวสาลีจำพวกเฮกซาพลอยด์ ซึ่งมีชุดโครโมโซมจำนวน 6 ชุด คือ AABBDD

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวสาลี

ข้าวสาลี (*Triticum* spp.) เป็นพืชจำพวกธัญพืช จัดอยู่ในอาณาจักร Plantae หมวด Magnoliophyta ชั้น Liliopsida อันดับ Poales วงศ์ Poaceae สกุล *Triticum* L. มีอายุสั้นเพียงฤดูเดียว เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก ลำต้นตั้งตรง ลำต้นมีลักษณะกลมเล็ก มีข้อและปล้องกลวง ช่วงโคนต้นมีข้อและปล้องสั้นกว่า และยาวขึ้นเรื่อย ๆ มีเปลือกหนา มีขนหยาบปกคลุม ต้นมีสีเขียว ผลเป็นเมล็ดอยู่เป็นช่อ มีลักษณะทรงรี เรียวยาวเล็ก มีเปลือกแข็งแห้งหุ้มเมล็ด ด้านปลายมีเส้นขนเล็กยาว เปลือกเมล็ดอ่อนมีสีเขียว เปลือกเมล็ดมีสีน้ำตาล ข้างในมีเมล็ดแข็งมาก มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงเข้ม เมล็ดมีสีน้ำตาลแดง (ภาพที่ 3) โดยลักษณะข้าวสาลีที่ปลูกในประเทศไทยมีลักษณะ ดังนี้



ภาพที่ 3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวสาลี

ที่มา: ดัดแปลงจาก วิกิพีเดีย สารานุกรมไทย (2566)

1. ราก

ข้าวสาลีมีระบบเป็นรากฝอย (Fibrous root) รากของข้าวสาลีแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ รากดั้งเดิม (Adventitious root) ที่กำเนิดจาก Embryo เรียกว่า รากจากเมล็ด และรากพิเศษที่ออกจากข้อ (Prop root) ซึ่งกำเนิดจากข้อของเหง้าเป็นส่วนโคนของลำต้น อยู่ใต้ผิวดินประมาณ 1 นิ้ว เหง้ามีข้อหลายข้อติดกัน เนื่องจากความยาวของปล้องบริเวณนี้สั้นมาก

2. ลำต้น

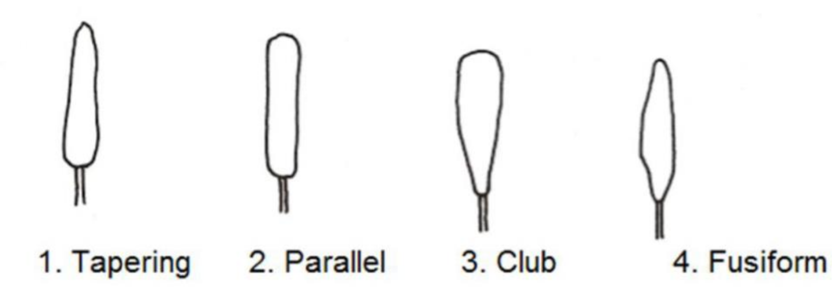
ลำต้นของข้าวสาลีแบ่งออกเป็นปล้อง โดยมีข้อกั้นระหว่างปล้อง จำนวนข้อของลำต้นที่อยู่เหนือดินมี 5-7 ข้อ ลำต้นของข้าวสาลีส่วนมากมีปล้องกลวง และข้อตัน ต้นข้าวสาลีล้มง่ายในระยะยืดข้อปล้อง แต่ต้นตั้งตรงขึ้นในระยะตั้งท้อง นอกจากต้นแม่ซึ่งเป็นส่วนที่เจริญเติบโตโดยตรงจาก embryo แล้ว ต้นข้าวสาลียังมีการแตกหน่อ คือ การสร้างลำต้นอันดับสองจากข้อต่าง ๆ ที่อยู่ติดดิน เรียกลำต้นอับดับสองนี้ว่า ต้นแขนง ข้าวสาลีพันธุ์ดั้งเดิมมีความสูงของลำต้น 120-140 เซนติเมตร ปัจจุบันมีการปลูกข้าวสาลีพันธุ์เตี้ยปานกลาง มีความสูง 90-120 เซนติเมตร ข้าวสาลีพันธุ์เตี้ย มีความสูง 60-90 เซนติเมตร ข้าวสาลีพันธุ์เตี้ยปานกลางและพันธุ์เตี้ยมีการตอบสนองต่อปุ๋ยสูง เพราะต้นล้มยาก ฟางน้อย และแข็ง

3. ใบ

ใบของข้าวสาลีประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ กาบใบ และตัวใบ ที่ข้อต่อระหว่างกาบใบและตัวใบ ด้านที่อยู่ติดกับลำต้นมีเยื่อบาง ๆ ชนิดหนึ่งยื่นออกมาเรียกว่า ลิ้นใบ นอกจากนี้ ยังมี หูใบโผล่ออกมาที่ข้อต่อใบทั้ง ๒ ข้าง บนหูใบมีขนอ่อน ๆ ขึ้นอยู่ โดยปกติข้าวสาลีมีใบ 7-9 ใบบนต้นแม่ ใบสุดท้ายเหนือสุดเรียกว่า ใบธง

4. รวง

รวงของข้าวสาลีต้นแม่และต้นแขนงที่สมบูรณ์มีรวงออกมาที่ยอดต้น รวงมีลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ (ภาพที่ 4) ส่วนใหญ่สายพันธุ์ที่ปลูกในไทยเป็นลักษณะกระบอก (Parallel) มีกลุ่มดอกติดอยู่ที่ข้อของแกนรวง กลุ่มดอกนี้เกิดขึ้นสลับกับบนแกนรวงทั้งสองข้าง โดยรวงข้าวสาลีมีลักษณะมีรูปร่าง ความสั้นยาวของรวง สีและลักษณะของดอก สีและความสั้นยาวของหาง ความถี่ห่างของกลุ่มดอกที่เกิดขึ้นบนแกนรวงต่างกัน



ภาพที่ 4 ลักษณะรูปทรงของรวงข้าวสาลี

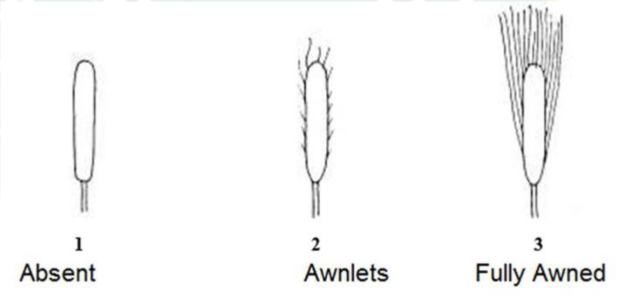
ที่มา : International Maize and Wheat Improvement Center (2023)

5. ดอก

ดอกของข้าวสาลี ออกดอกเป็นช่อ ชนิดดอกช่อเชิงลด เรียงเป็นสองแถว แกนกลางช่อหยักไปมา ยาวได้ประมาณ 5-15 เซนติเมตร ช่อดอกย่อยแบบ ซ้อนทับกันเป็นแถวด้านข้างของแกนช่อดอก ช่อดอกย่อยประกอบไปด้วยดอกย่อยประมาณ 3-9 ดอก ดอกเป็นดอกแบบสมบูรณ์เพศ ดอกมีรูปร่าง ขนาด และความหนาแน่นแตกต่างกันออกไปตามสายพันธุ์ ตรงปลายกาบช่อย่อยเป็นสัน 1 สัน เกิดจากเส้นใบยื่นเป็นปีกแหลม ส่วนกาบล่างมีรยางค์แข็งยาวได้ถึง 16 เซนติเมตร (ภาพที่ 5) ที่ปลายสุดของกลีบใหญ่มีลักษณะเป็นปลายแหลมยื่นออกมาเรียกว่า หาง ข้าวสาลีบางพันธุ์อาจไม่มีหาง ส่วนใหญ่สายพันธุ์ที่ปลูกในไทยเป็นลักษณะหางสั้นตลอดทั้งรวง (Awnlets) (ภาพที่ 6)

ภาพที่ 5 ดอกของข้าวสาลี

ที่มา: เมดไทย (2566)



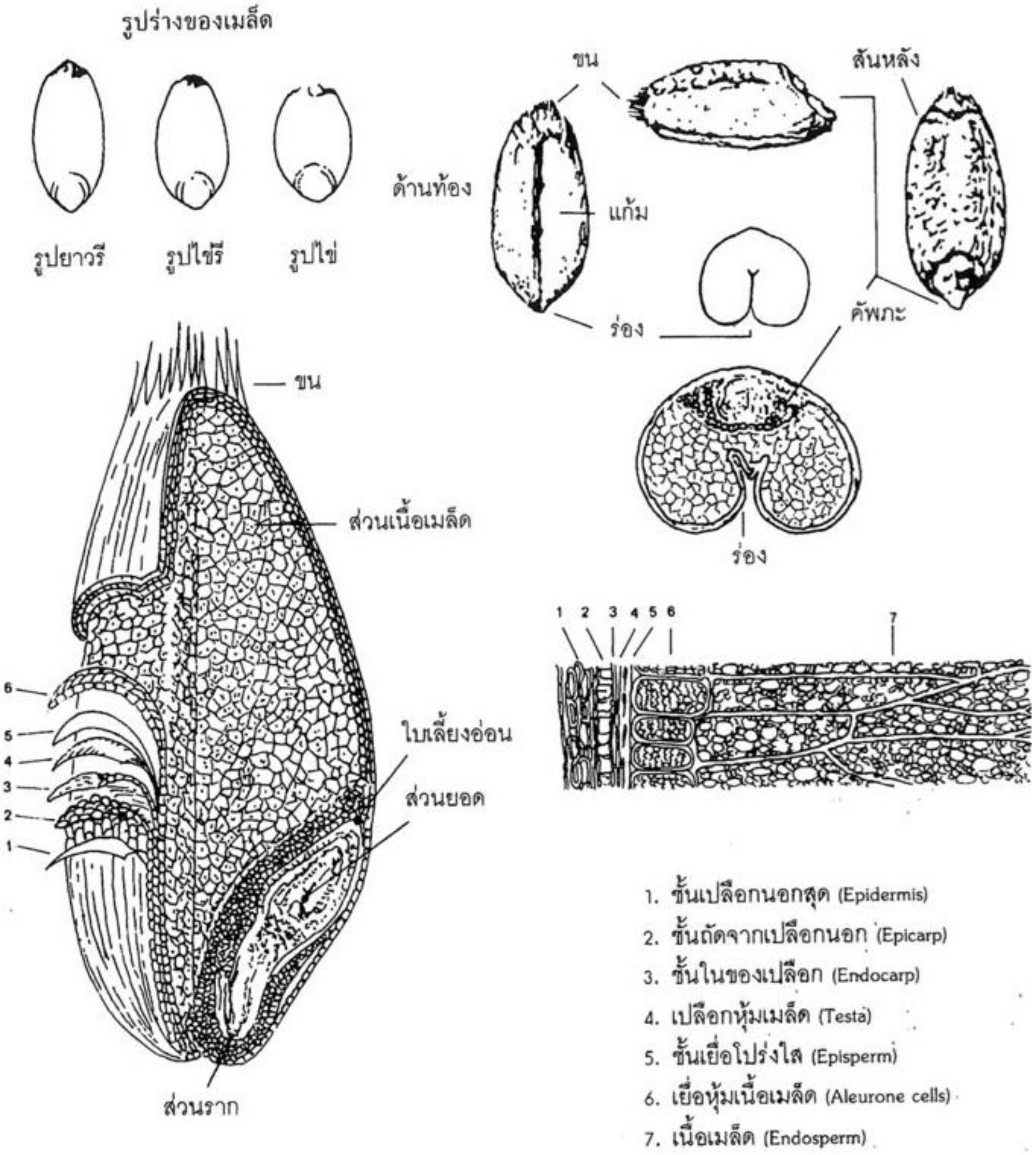
ภาพที่ 6 ลักษณะของหางข้าวสาลี

ที่มา : International Maize and Wheat Improvement Center (2023)

6. เมล็ด

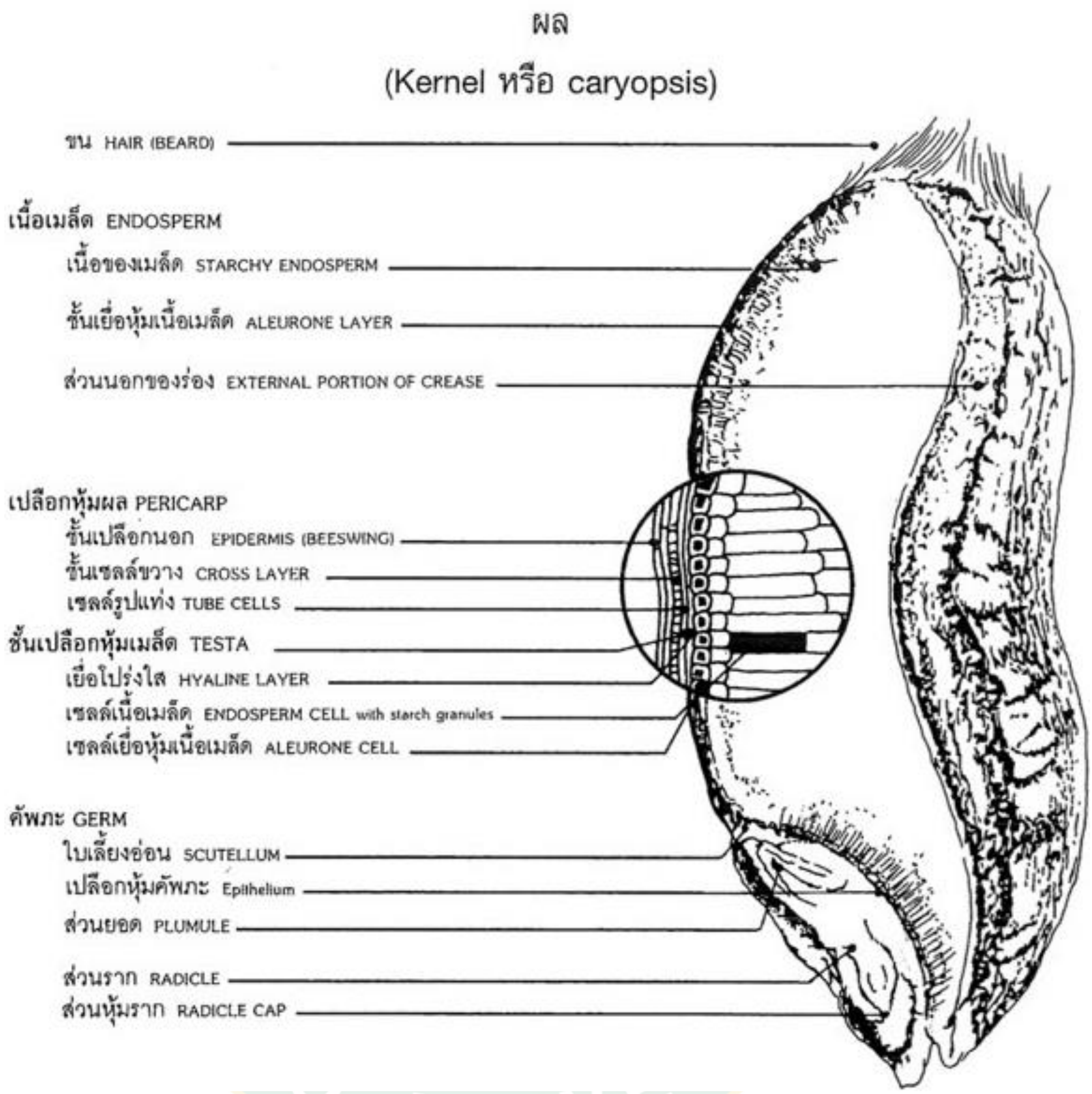
เมล็ดของข้าวสาลีในระยะสุกแก่มีเมล็ดข้างในกลีบใหญ่ และกลีบเล็ก ซึ่งเปลี่ยนเป็นเปลือกใหญ่ และเปลือกเล็ก เมื่อเมล็ดสุกแก่ ประกอบด้วย 2 ประเภท 1) ประเภทเมล็ดไม่ติดเปลือก เปลือกใหญ่ และเปลือกเล็ก ร่อนหลุดออกขณะนวดรวงทำให้ได้เมล็ด 2) ประเภทเมล็ดติดเปลือก ข้าวสาลีประเภทนี้เมื่อนวดครั้งแรก กลุ่มเมล็ด (จาก 1 กลุ่มดอก) หักหลุดออกจากรวง โดยที่เปลือกใหญ่ เปลือกเล็ก และกลีบเปล่าเกาะติดกัน และหุ้มเมล็ด เมื่อนวดอีกครั้งแกลบหลุดออกจากกัน ทำให้ได้เมล็ด โดยลักษณะภายนอกของเมล็ดข้าวสาลีที่ไม่มีเปลือกแข็งติด แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ด้านสันหลัง (Dorsal side) ซึ่งเป็นส่วนที่อยู่ติดกับเลมมา (Lemma) มีลักษณะโค้งเป็นสัน ส่วนอีกด้านคือด้านท้อง (Ventral side) อยู่ติดกับพาเลีย (Palea) มีลักษณะเป็นร่อง (Crease) โดยที่บริเวณที่อยู่สองข้างร่องนูนเรียกว่าแก้ม (Cheeks) ทางโคนของเมล็ดด้านสันหลังเป็นคัพภะ (Germ) และส่วนปลายเมล็ดทางยอดมีขนสั้น ๆ (Brard) ติดอยู่ เมล็ดข้าวสาลีนี้มีความกว้างประมาณ 3 มิลลิเมตร และยาว

ประมาณ 4-8 มิลลิเมตร รูปร้างยาวรีคล้ายรูปไข่ เมื่อตัดตามขวางมีรูปคล้ายหัวใจมีร่องด้านหนึ่ง (ภาพที่ 7) ส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวสาลีแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เปลือกหุ้มผล และเมล็ด (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 7 รูปร่างและภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวสาลี

ที่มา : อรอนงค์ (2540)



ภาพที่ 8 ส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวสาลี

ที่มา อรอนงค์ (2540)

6.1 เปลือกหุ้มผล

6.1.1 ชั้นนอก

เป็นชั้นนอกสุดที่ห่อหุ้มผลเพื่อป้องกันอันตรายให้แก่ผล ประกอบด้วยเซลล์ย่อย 3 ชั้น เซลล์ชั้นนอกสุด ซึ่งมีลักษณะเป็นเซลล์รูปแท่งตามความยาวของผล แถวเดียว ลักษณะบาง กันน้ำได้ ชั้นนี้มีลักษณะเป็นขนบริเวณตอนบนของเมล็ดอยู่เป็นกระจุกยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร หรือสั้นกว่าแล้วแต่ชนิดของข้าวสาลี ชั้นถัดจากเซลล์ชั้นเปลือกนอกสุด เป็นเซลล์ยาวตามความยาวของผล

มีแถวเดียว หรือสองแถว มีผนังบาง ถัดไปเป็นชั้นของเซลล์ที่มีผนังบางมากกันน้ำ และเชื้อราไม่ให้เข้าไปทำอันตรายเมล็ดได้

6.1.2 ชั้นใน

ชั้นในประกอบด้วยเซลล์อีก 3 ชั้น ชั้นระหว่างกลาง เป็นเซลล์คั้นชั้นนอกกับฉันใน มีรูปร่างหลายแบบไม่สม่ำเสมอและอาจไม่พบในบางส่วนของเมล็ด ชั้นนอกเป็นเซลล์ขวางรูปร่างสี่เหลี่ยม ชั้นในเป็นเซลล์รูปแท่งยาวรีทรงกระบอก ซึ่งพบในบางส่วนของเมล็ดเท่านั้น

6.2 เมล็ด

6.2.1 เปลือกหุ้มเมล็ดและชั้นของรงควัตถุ

เปลือกหุ้มเมล็ดและชั้นของรงควัตถุตรงส่วนที่เป็นร่องนั้น เปลือกหุ้มเมล็ดเชื่อมต่อกับชั้นของรงควัตถุ รวมกันเป็นชั้นหุ้มเนื้อของเมล็ดและคัพภะไว้ ส่วนของชั้นรงควัตถุเป็นเซลล์บางลักษณะเป็นเส้นยาวในแนวขนานกับรองมีสีแดงหรือขาวทำให้เปลือกของเมล็ดข้าวสาลีมีสี ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งในการแยกชนิดของข้าวสาลี

6.2.2 เยื่อโปร่งใส

เยื่อโปร่งใสชั้นนี้ประกอบด้วยเซลล์บาง โปร่งใส แต่มีคุณสมบัติในการกันน้ำไม่ให้เข้าสู่ภายในเมล็ดได้ อยู่ติดกับชั้นเปลือกหุ้มเมล็ด

6.2.3 เนื้อเมล็ด

เนื้อเมล็ดประกอบด้วยเยื่อหุ้มเมล็ดยกเว้นส่วนคัพภะมีแถวเดียว เป็นเซลล์รูปสี่เหลี่ยม มีผนังเซลล์หนา และมีนิวเคลียสอยู่ตรงกลาง ถัดไปเป็นส่วนเนื้อเมล็ด ซึ่งประกอบด้วยเซลล์หลายแบบ หลายขนาด ขึ้นอยู่กับบริเวณที่อยู่ภายในเมล็ด โดยส่วนที่อยู่ติดกับเยื่อหุ้มเมล็ด มีลักษณะคล้ายลูกบาศก์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6- 15 ไมโครเมตร ส่วนถัดมาบริเวณรอบ ๆ ร่องเป็นเซลล์รูปยาวรีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15-40 ไมโครเมตร และส่วนที่อยู่บริเวณกลาง ๆ ของเนื้อเมล็ดเป็นเซลล์ที่รูปร่างหลายลักษณะปนกัน โดยมีทั้งรูปร่างสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม กลมเล็ก กลมใหญ่ รูปรีมีเส้นผ่าศูนย์กลางต่าง ๆ กัน คือ 1-10 ไมโครเมตร 40-64 ไมโครเมตร และ 128-200 ไมโครเมตร เป็นต้น และภายในเซลล์ส่วนเนื้อเมล็ดนี้มีเม็ดสตาร์ช (Starch granule) และโปรตีนยึดติดกับเม็ดสตาร์ชในปริมาณต่าง ๆ กัน

6.2.3 คัพภะ

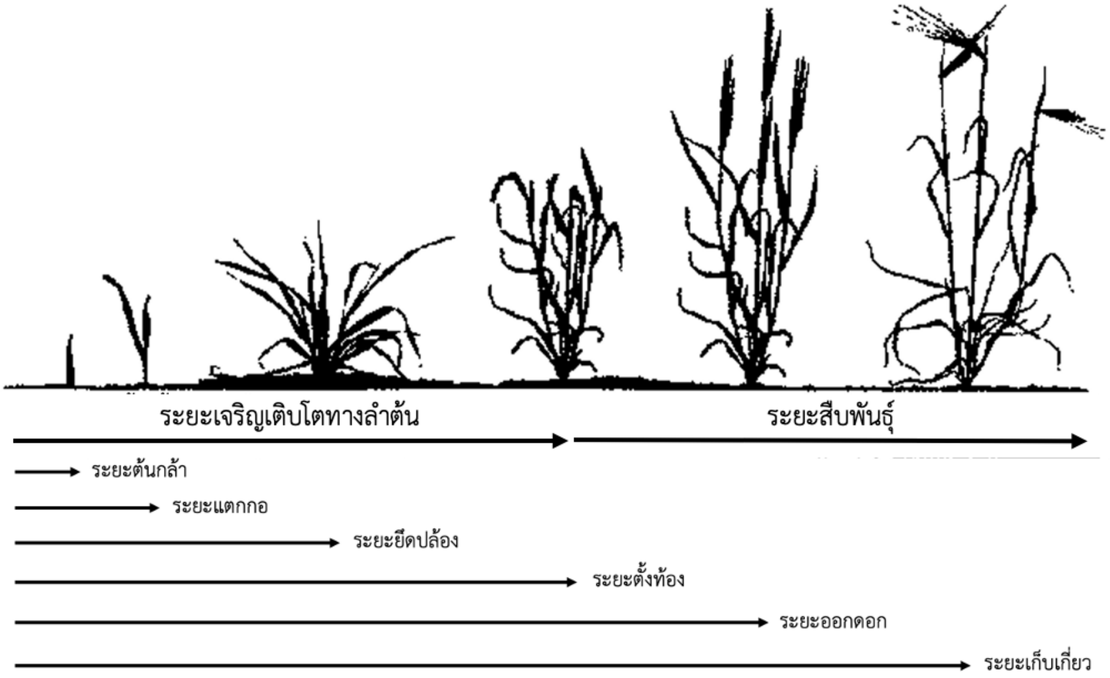
คัพภะเป็นส่วนที่เจริญเป็นต้นอ่อนต่อไป ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ แกนกลางของคัพภะ ซึ่งรวมยอดและรากเป็นแกนเดียวกัน โดยตอนบนที่ปิดยอดเจริญต่อไปกลายเป็นต้นและใบอ่อน เมื่อเจริญอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการงอก ด้านล่างมีส่วนรากแขนงอยู่ โดยมีหมวกรากปิดอยู่ที่ใบสุด ส่วนประกอบของคัพภะอีกส่วนคือ ใบเลี้ยงอ่อน ซึ่งอยู่บริเวณใต้ยอดของแกนกลางของคัภพะ โดยเชื่อมส่วนนี้กับเนื้อเมล็ด ส่วนของใบเลี้ยงอ่อนนี้เป็นแหล่งสะสมอาหารอุดมด้วยโปรตีน ไขมัน และ

วิตามินต่าง ๆ โดยเฉพาะวิตามินบี 1 ช่วยในการย่อย และการดูดซึมสารอาหารที่ส่งผ่านมาจากเนื้อเมล็ดสู่ลำต้นและรากในขณะงอก ส่วนรอยต่อมีลักษณะเป็นกากบาทขนาดเล็กเป็นส่วนแบ่งระหว่างต้นอ่อนกับราก เกิดอยู่บริเวณแกนกลางคัพภะด้านตรงข้ามกับใบเลี้ยงอ่อน

ระยะการเจริญเติบโตของข้าวสาลี

การจำแนกระยะการเจริญเติบโตของข้าวสาลี แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกเป็นระยะเจริญเติบโตทางลำต้น (Vegetative stages) ได้แก่ 1) ระยะต้นกล้า (Seedling stage) หลังจากการดูดซับน้ำของเมล็ด การงอกเริ่มต้น โดยการสลายตัวของเอนโดสเปิร์มเพื่อเป็นสารอาหารสำหรับการเจริญของเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิด อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกประมาณ 15-25 องศาเซลเซียส ใบเลี้ยงธัญพืชค้ำจุนการเจริญการเจริญเติบโตในระยะเริ่มแรก และในระยะต่อมาทำหน้าที่เป็นที่สะสมแป้งที่มาจากเอนโดสเปิร์มเป็นการชั่วคราว รากพิเศษแรกเกิดโผล่ออกมาเป็นลำดับแรก หลังจากรากเริ่มดูดซับน้ำและอาหาร ส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดโผล่พ้นออกมาหลังจากเมล็ดงอก รากพิเศษแรกเกิด อาจยังคงทำหน้าที่ได้ตลอด มีการเกิดรากทุติยภูมิประมาณ 2 สัปดาห์หลังจากการงอกของต้นกล้า โดยเกิดจากข้อในส่วนฐานของต้นและพัฒนาเป็นระบบรากถาวร ซึ่งแพร่ขยายและอาจหยั่งลึกลงในดินลึกถึง 2 เซนติเมตร แต่ตามปกติอยู่ในระดับลึกไม่เกิน 1 เมตร มีการเกิดในและแตกหน่ออย่างรวดเร็วหลังจากการงอก ในระยะนี้ควรระวังการให้น้ำและความชื้นในดินอาจทำให้ได้อาการ Water lock ได้ โดยในระยะนี้ข้าวสาลีมีอายุประมาณ 7 วัน หลังปลูก 2) ระยะแตกกอ (Tillering stage) มีการแตกหน่ออย่างรวดเร็วหลังจากการงอก พันธุ์ที่มีต้นสูงและแตกกอน้อยมีโอกาสที่หักล้มได้ง่าย ในระยะนี้เริ่มมีการให้ปุ๋ย มีอายุประมาณ 10-15 วัน หลังปลูก และ 3) ระยะยืดปล้อง (Stem elongation stage) ข้าวสาลีมีการเจริญเติบโตทางลำต้น และใบ ในระยะนี้อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตเป็นอย่างมาก หากอุณหภูมิสูงเกินไปทำให้ข้าวสาลีเข้าสู่ช่วง Reproductive stages ในระยะนี้มีอายุประมาณ 25-30 วัน หลังปลูก และช่วงที่สองระยะสืบพันธุ์ (Reproductive stages) ได้แก่ 1) ระยะตั้งท้อง (Booting stage) ในระยะนี้มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิสะสม (Growing Degree Day) เช่น ข้าวสาลีพันธุ์สะเมิง 1 มีอุณหภูมิสะสมของวันสร้างตาดอกระหว่าง 442 - 473 ^{o}C หากในช่วง Vegetative stages มีอุณหภูมิสูงทำให้เร่งอัตราการพัฒนาในระยะตั้งท้องของข้าวสาลีให้เร็วขึ้น ทำให้ต้นข้าวสาลีเตี้ย มีพื้นที่น้อย ส่งผลในระยะ Reproductive stages โดยเฉพาะในช่วงสะสมแป้ง ทำให้อัตราการเจริญเติบโตไม่เพียงพอกับการพัฒนากลุ่มดอกย่อยทำให้องค์ประกอบของผลผลิต การกำหนดวันปลูกให้เหมาะสมกับอุณหภูมิที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญมาก ในระยะนี้ข้าวสาลีมีอายุประมาณ 40-50 วัน หลังปลูก 2) ระยะออกดอก (Flowering stage) หน่อที่มีดอกมีการบานของดอกเกือบพร้อมกัน การบานของดอกเริ่มต้นในส่วนกลางของส่วนที่ 3 ของช่อดอก หลังจากนั้นมีการบานของดอกขึ้นด้านบน และลงด้านล่างของช่อดอกอย่างรวดเร็ว ดอก ส่วนใหญ่บานในช่วง

เช้าก่อนเที่ยงวัน ตามปกติข้าวสาลีเป็นพืชผสมตัวเองมีการผสมข้ามเพียง 1-4 เปอร์เซ็นต์ ละอองเรณูส่วนใหญ่ตกอยู่ในดอกย่อย ยอดเกสรเพศเมีย พร้อมผสมเกสรนาน 4-13 วัน ในขณะที่ละอองเรณูมีชีวิตในช่วงเวลา 30 นาทีเท่านั้น ในระยะนี้มีอายุประมาณ 50-60 วันหลังปลูก และ 3) ระยะเก็บเกี่ยว (Harvest maturity) เมล็ดในส่วนกลางของช่อดอกและในดอกย่อยส่วนโคน มีแนวโน้มที่มีขนาดใหญ่กว่าระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดเกิดขึ้นเมื่อความชื้นในเมล็ดลดลงเหลือ 25-30 เปอร์เซ็นต์ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อายุเก็บเกี่ยวของข้าวสาลีที่ปลูกในฤดูใบไม้ผลิ อยู่ในช่วง 80-115 วันหลังปลูก (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ระยะการเจริญเติบโตของข้าวสาลี

ที่มา: ดัดแปลงจาก สาวิตร (2530)

การผลิตข้าวสาลีในประเทศไทย

ความสำคัญของข้าวสาลีในประเทศไทย

ประเทศไทยมีการนำเข้าเมล็ดและแป้งข้าวสาลีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – 2563 มีปริมาณและมูลค่าเพิ่มขึ้นทุกปี แต่ในปี พ.ศ. 2564 – 2565 ลดลงเนื่องจากความขาดแคลนของสงครามและภัยธรรมชาติในต่างประเทศ โดยมีปริมาณและมูลค่ารวม 13 ล้านตัน และ 122 ล้านบาท ตามลำดับ

(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) (ตารางที่ 1) อีกทั้งข้าวสาลียังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่ส่วนต้นจนถึงเมล็ด โดยเมล็ด (Grain) ใช้แปรรูปเป็นแป้งเพื่อทำขนมปัง รำและจมูกข้าวสาลีใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ รวมถึงเมล็ด (Seed) สามารถใช้แปรรูปเป็นน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลีใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพเช่นกัน หากไม่ต้องการจำหน่ายเป็นเมล็ดสามารถใช้ส่วนของลำต้นแปรรูปเป็นหลอดกาแฟหรือหลอดดื่มน้ำใช้ทดแทนหลอดพลาสติกเพื่อเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อม หรือขายตัดดอกเป็นดอกไม้แห้ง ซึ่งสามารถเพิ่มมูลค่าได้สูงถึง 800 เปอร์เซ็นต์ จากต้นทุนการผลิตข้าวสาลีโดยทั่วไป (กิติภัทร์, 2561) ตามที่กองวิจัยและพัฒนาข้าวได้จัดประชุมผู้ใช้ประโยชน์จากธัญพืชเมืองหนาว เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาวให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดภายในประเทศและเพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์ให้ผู้ใช้ประโยชน์จากธัญพืชเมืองหนาวชนิดต่าง ๆ ได้ทราบถึงแหล่งผลิตและชนิดของธัญพืชเมืองหนาวที่มีการปลูก และใช้วางแผนด้านการตลาด ซึ่งประกอบด้วย 1) กลุ่มอนุรักษ์นิยมที่ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ต้องการแป้งจากข้าวสาลีที่มีความเป็นอัตลักษณ์ของการผลิตในประเทศไทย 2) กลุ่มผู้แปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี (Wheatgrass) ซึ่งต้องการเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่มีความงอกสูง ในขณะที่ข้าวสาลีที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมักมีอัตราการงอกต่ำ 3) กลุ่มธุรกิจช่อดอกไม้และดอกไม้ประดับ และ 4) กลุ่มผู้ผลิตหลอดจากลำต้นข้าวสาลีเพื่อใช้ทดแทนหลอดพลาสติก กลุ่มธุรกิจนี้มีข้อจำกัดในการนำเข้าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจากต่างประเทศรวมถึงมีค่าใช้จ่ายสูง (กรมการข้าว, 2562) การปลูกข้าวสาลีในประเทศไทยจึงเป็นพืชทางเลือกใหม่ในการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีน้ำจำกัดและมีอากาศหนาวเย็น

ตารางที่ 1 สถิติปริมาณและมูลค่าการนำเข้าของเมล็ดและแป้งข้าวสาลี ระหว่างปี 2560-2565

ปี	ปริมาณ (ตัน/ปี)	มูลค่า (บาท/ปี)
2560	2,732,193,074	20,666,057,417
2561	2,852,087,959	23,028,156,872
2562	3,024,410,709	24,743,786,831
2563	3,101,168,538	24,584,706,382
2564	2,719,395,882	26,086,446,772
2565	1,615,852,158	23,842,851,398
รวม	**13,312,915,246**	**122,285,948,255**

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2566)

พื้นที่ปลูกข้าวสาลีในประเทศไทย

พื้นที่ปลูกข้าวสาลีในอดีตจากกรมส่งเสริมการเกษตร ได้เริ่มทดสอบและส่งเสริมการปลูกข้าวสาลีหลังเสร็จสิ้นการทำนาปี มาตั้งแต่ปี 2527 พบว่า การปลูกข้าวสาลีมีศักยภาพสูงในพื้นที่นาที่มีน้ำชลประทานในฤดูแล้งและมีสภาพดินร่วน การระบายน้ำดี จากการกำหนดการผลิตข้าวสาลี – บาร์เลย์ ระบุว่าในภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ แพร่ น่าน พะเยา ลำพูน ลำปาง และแม่ฮ่องสอน มีพื้นที่ที่อยู่ในเขตรับน้ำโครงการชลประทานหลวงและโครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดเล็กเหมาะสมแก่การปลูกข้าวสาลีประมาณ 192,789 ไร่ (อาลัย และคณะ, 2533) โดยในปี พ.ศ. 2562 มีพื้นที่ผลิตข้าวสาลีที่สำคัญ ได้แก่ อำเภอปาย สบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน และอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ สามารถผลิตได้ 43, 4 และ 12 ตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2) และแผนการผลิตเมล็ดพันธุ์ของศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอนและสะเมิง ผลิตได้ 5 และ 15 ตัน ตามลำดับ จากการคาดการณ์และประเมินโดยกรมการข้าว ในปี 2562 สามารถผลิตข้าวสาลีได้เพียง 79 ตัน (กรมการข้าว, 2562)

ตารางที่ 2 ผลผลิตและพื้นที่ปลูกข้าวสาลีภายในประเทศไทย ปี 2562

แหล่งผลิต	ผลผลิต (ตัน)	พื้นที่ปลูก (ไร่)
จังหวัดแม่ฮ่องสอน		
อำเภอปาย	43	150
อำเภอสบเมย	4	10
ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน	5	15
จังหวัดเชียงใหม่		
อำเภอแม่วาง	12	40
ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง	15	50
รวม	**59**	**265**

ที่มา: กรมการข้าว (2562)

การส่งเสริมการผลิตข้าวสาลีในประเทศไทย

การส่งเสริมระยะก่อนปี พ.ศ. 2529 หลังจากที่กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ได้นำข้าวสาลีมาส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะปลูก แต่อย่างไรก็ตามในช่วงเวลาดังกล่าวในอดีต หน่วยงานวิจัยได้มีการเริ่มต้นทำการศึกษาวิจัยในเรื่องข้าวสาลีอย่างต่อเนื่อง และประสบผลสำเร็จในระดับหนึ่งจนกระทั่งช่วงครึ่งหลังของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ทำการแต่งตั้ง คณะกรรมการประสานงานวิจัยและส่งเสริมธัญพืชเมืองหนาวขึ้น เพื่อให้ทำหน้าที่ในการกำหนดแผน และแนวทางการวิจัยและส่งเสริมธัญพืชเมืองหนาวของชาติ ซึ่งนับเป็นการตั้งต้นการประสานงานที่เหมาะสม เนื่องจากองค์กรดังกล่าว ประกอบด้วยบุคคลที่มาจากทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งเป็นทั้งนักวิจัยและนักส่งเสริม กรมส่งเสริมการเกษตร ได้ริเริ่มกิจกรรมส่งเสริมข้าวสาลี ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2527 โดยระยะเวลานี้ จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการส่งเสริม มุ่งเน้นไปที่การศึกษาถึงความเป็นไปได้ ของการปลูกข้าวสาลีในระดับไร่นาของเกษตรกร ซึ่งในระยะนั้นอาจเป็นเพาะความต้องการในด้านการอุตสาหกรรมยังไม่ชัดเจนนัก ผลผลิตน้อย ดังนั้นการส่งเสริมฯ จึงมุ่งประเด็นไปที่การใช้ประโยชน์ หรือเพื่อการบริโภคในท้องถิ่น และการผลิตเพื่อทำเมล็ดพันธุ์เป็นสำคัญ งานส่งเสริมการผลิตข้าวสาลี ได้เริ่มมีความชัดเจนถึงขั้นลงมือปฏิบัติโดยเกษตรกรมากขึ้นตามลำดับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 ซึ่งการผลิตในช่วงนี้ได้มีภาคเอกชน คือ บริษัทผู้ผลิตแป้งสาลีภายในประเทศจำนวน 4 บริษัท ได้ให้การสนับสนุนในด้านการรับซื้อผลผลิตจากเกษตรกรด้วย จึงถือได้ว่า เป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้าโดยตรง โดยการผลิตในช่วงนี้มีโครงการที่เข้ามามีบทบาทในการสนับสนุน 2 โครงการ คือ โครงการถ่ายทอดเทคนิคการผลิตข้าวสาลี สำหรับการใช้ประโยชน์ระดับท้องถิ่น ซึ่งเป็นโครงการเงินกู้ USAID โดยอยู่ภายใต้โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาการเกษตร หรือเรียกว่า โครงการ A.T.T. และ โครงการส่งเสริมการผลิตข้าวสาลี ตามงบประมาณปกติของกรมส่งเสริมการเกษตร สำหรับโครงการแรก ใช้เวลาดำเนินการระยะแรกรวม 3 ปี คือ พ.ศ. 2530 - 2532 และได้รับอนุมัติให้ขยายเวลาดำเนินการออกไปอีก 1 ปี คือ ปี พ.ศ. 2533 โดยกรมส่งเสริมการเกษตร ได้ดำเนินการร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ คือ กรมวิชาการเกษตร โครงการไร่นาสาธิตห้วยสีทน จังหวัดกาฬสินธุ์ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยมีจุดประสงค์ที่ถ่ายทอดความรู้ในด้านการผลิตและการแปรรูปข้าวสาลี ไปสู่เกษตรกรในระดับท้องถิ่น ซึ่งมีผลจากการดำเนินงานในส่วนของกรมส่งเสริมการเกษตร จากการดำเนินงานดังกล่าว ทำให้เกษตรกรในพื้นที่เป้าหมาย ได้ทราบและเข้าถึงการปลูกข้าวสาลีและการใช้ประโยชน์ข้าวสาลี เพื่อบริโภคและเพื่อเสริมรายได้ในระดับหนึ่ง สำหรับโครงการตามงบประมาณปกติ คือ โครงการส่งเสริมการผลิตข้าวสาลีนั้น ในปี พ.ศ. 2530 กรมส่งเสริมการเกษตรได้ขยายพื้นที่การดำเนินงานออกไป โดยจัดทำแปลงทดสอบ รวม 78 ไร่ และทำแปลงส่งเสริมการปลูกข้าวสาลี จำนวน 258 ไร่ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จำนำผลผลิตดังกล่าว ไปใช้ทำเมล็ดพันธุ์

ในฤดูต่อไป ผลจากการทำแปลงส่งเสริมได้ผลผลิตรวมทั้งสิ้น 15.87 ตัน ต่อมาในปี พ.ศ. 2531 กรมส่งเสริมการเกษตร ได้ร่วมมือกับกรมวิชาการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร และภาคเอกชน คือ บริษัทแป้งข้าวสาลีภายในประเทศรวม 4 บริษัท คือ บริษัท ยูไนเต็ดฟลาวมิลล์ จำกัด บริษัท แหลมทองสหการ จำกัด บริษัท สยามฟลาวค้าแป้ง จำกัด และบริษัท อุตสาหกรรมข้าวสาลีไทยจำกัด จัดทำโครงการส่งเสริมการผลิตข้าวสาลี เพื่อทดแทนการนำเข้าขึ้น โดยมีระยะเวลาดำเนินงานรวม 4 ปี คือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 - 2534 มีเป้าหมายในการผลิตข้าวสาลีเพื่อทดแทนการนำเข้า รวม 2,000 ตัน ในพื้นที่ 8 จังหวัดของภาคเหนือตอนบน รวม 10,000 ไร่ ซึ่งโครงการนี้ได้รับการบรรจุไว้ภายใต้ แผนประสานความร่วมมือสี่ภาคเพื่อพัฒนาการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร (สำนักบริหารวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538) แต่ไม่ประสบผลสำเร็จ สาเหตุหลักเนื่องจากพันธุ์ที่ใช้ไม่เหมาะสม จึงได้ผลผลิตน้อย ไม่คุ้มค่ากับต้นทุนการปลูก นอกจากนี้ยังมีปัญหาในด้านการตลาดอีกด้วย ดังนั้นจึงทำให้การส่งเสริมการผลิตข้าวสาลีต้องยุติไป

เทคโนโลยีการผลิตข้าวสาลีในประเทศไทย

งานวิจัยทางด้านการผลิตข้าวสาลีของประเทศไทยได้ดำเนินงานวิจัยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 เป็นต้นมา แต่เนื่องจากผลผลิตต่อพื้นที่ต่ำ ไม่คุ้มทุนการผลิต การนำข้าวสาลีจากต่างประเทศคุ้มกว่าการผลิตภายในประเทศ งานวิจัยของข้าวสาลีในประเทศไทยจึงได้ยุติลง มีเพียงแต่งานวิจัยด้านการอนุรักษ์และฟื้นฟูพันธุกรรมข้าวสาลี และมีพื้นที่การผลิตและจำหน่ายข้าวสาลีไม่มากนักดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยสามารถแนะนำเทคโนโลยีการผลิตข้าวสาลีในประเทศไทยทั้งในพื้นที่ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนี้

1. **วันปลูกที่เหมาะสม**

1.1 ภาคเหนือ

1.1.1 พื้นที่สูง ภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน ควรปลูกในช่วงระหว่างกลางเดือนกันยายน ถึง ต้นเดือนตุลาคม จากการศึกษาวิจัยการผลิตระดับไร่นาในเขตพื้นที่โครงการหลวง พบว่าในสภาพอาศัยน้ำฝน โครงการหลวงขุนแป๊ะ มีระดับความสูง 1,048 เมตรระดับทะเลปานกลาง และโครงการหลวงแกน้อย มีระดับความสูง 1,019 เมตรระดับทะเลปานกลาง ช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมอยู่ระหว่างกลางเดือนกันยายน จนถึงสิ้นเดือนกันยายน การปลูกเร็วหรือช้าเกินไปทำให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำ การปลูกหลังเดือนกันยายน ซึ่งอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงสูง ทำให้มีการระบาดของโรค และปริมาณวัชพืชมาก ผลผลิตจึงต่ำลง (จิตติ และชัยวัฒน์, 2530)

1.1.2 พื้นที่ดอน สภาพไร่ อาศัยน้ำฝน ควรปลูกในช่วงกลางเดือนตุลาคม โดยได้เริ่มดำเนินการทดสอบปลูกข้าวสาลีในสภาพที่ดอน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ มีระดับความสูง 515 เมตรระดับทะเลปานกลาง ในฤดูปลูกปี 2528/2529 พบว่า ข้าวสาลีให้ผลผลิตสูง เมื่อปลูกในเดือนตุลาคม ซึ่งระยะดังกล่าวเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมของการปลูกเนื่องจาก ในเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำในดินยังมีอยู่สูงและมีฝนตกเล็กน้อย ซึ่งทำให้ข้าวสาลีที่ปลูกในระยะเวลาดังกล่าว งอกสม่ำเสมอ และได้รับน้ำเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ในระดับที่สามารถให้ผลผลิตที่ดีกว่าการปลูกในช่วงอื่น (บุญเทียม, 2529) สอดคล้องกับเพียร และคณะ (2529ข) ได้ศึกษาช่วงวันปลูกข้าวสาลีในสภาพอาศัยน้ำฝนในระบบไม้ไถพรวน ในจังหวัดลำปาง มีระดับความสูง 262 เมตรระดับทะเลปานกลาง พบว่า วันที่ 20 ตุลาคม หรือประมาณสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนตุลาคม เป็นระยะเวลาปลูกที่เหมาะสม แต่สภาพพื้นที่ปลูกต้องมีการระบายน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี และในฤดูปลูกปี 2530/2531 ได้ศึกษาวันปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลี ในสภาพไร่ มีการใช้น้ำชลประทาน ณ สถานีทดลองข้าวไร่และธัญพืชเมืองหนาวสะเมิง มีระดับความสูง 850 เมตรระดับทะเลปานกลาง พบว่า การปลูกช่วงกลางเดือนตุลาคม ข้าวสาลีพันธุ์สะเมิง 1 ให้ผลผลิตสูงสุด และผลผลิตลดลงเมื่อปลูกล่าช้าออกไป (สมเกียรติ และนิพนธ์, 2531)

1.1.3 พื้นที่ดอน สภาพไร่ มีการให้น้ำชลประทาน ควรปลูกในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนธันวาคม โดย พิชัย และคณะ (2531) ได้ศึกษาระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลี ในจังหวัดน่าน มีระดับความสูง 858 เมตรระดับทะเลปานกลาง ข้าวสาลีพันธุ์ แพร่ 60 ให้ผลผลิตสูงสุด เมื่อปลูกวันที่ 5 ธันวาคม ส่วนพันธุ์ สะเมิง 1 และ สะเมิง 2 ให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อปลูกวันที่ 25 พฤศจิกายน

1.1.4 พื้นที่นา ภายใต้สภาพการให้น้ำชลประทาน ควรปลูกช่วงระหว่างกลางเดือนพฤศจิกายน ถึง กลางเดือนธันวาคม ได้เริ่มศึกษาตั้งแต่ฤดูปลูกปี 2523/2524 ณ แปลงทดลองพืชไร่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีระดับความสูง 336 เมตรระดับทะเลปานกลาง โดยศึกษาระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลี ข้าวสาลีดูรัม และข้าวทริติเคลี ปลูก 4 ระยะ คือ ปลูกวันที่ 17, 29 พฤศจิกายน และ 7, 17 ธันวาคม พบว่า การปลูกล่ากว่าปกติ ทำให้อายุเก็บเกี่ยว, ความสูง และผลผลิต ลดต่ำลง ทั้งนี้เพราะเหตุว่า ธัญพืชเมืองหนาวต้องการช่วงอากาศหนาวเย็นนานพอควรในการกระตุ้นให้ออกดอก และอากาศที่ร้อนมากขึ้นในระยะหลัง ทำให้ช่วงระยะเวลาสะสมน้ำหนักในเมล็ดสั้นลง (สุทัศน์ และคณะ, 2524) สอดคล้องกับการทดสอบปลูก ณ สถานีทดลองพืชไร่เชียงราย มีระดับความสูง 404 เมตรระดับทะเลปานกลาง ได้ศึกษาระยะเวลาปลูกธัญพืชเมืองหนาว ปลูก 4 ระยะเวลา คือ วันที่ 29 ตุลาคม, 10 พฤศจิกายน, 20 พฤศจิกายน และ 1 ธันวาคม พบว่า ธัญพืชเมืองหนาวให้ผลผลิตสูงเมื่อปลูกในวันที่ 20 พฤศจิกายน การปลูกก่อนและหลังระยะดังกล่าว ทำให้อายุเก็บเกี่ยวสั้นลง (วีระศักดิ์, 2524) จากนั้นในฤดูปลูกปี 2524/2525 สุทัศน์ และดำรง (2525) ได้ศึกษาระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลี ณ สถานีฝึกคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มีระดับความสูง 336 เมตรระดับทะเลปานกลาง อีกครั้ง พบว่า การปลูกข้าวสาลีในเดือน พฤศจิกายน ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกในเดือน ธันวาคม และ มกราคม และสาวิตร (2528ข) ศึกษาผลกระทบของวันปลูก และความชื้นในดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวสาลี ที่แปลงทดลองคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีระดับความสูง 336 เมตรระดับทะเลปานกลาง พบว่า อิทธิพลของวันปลูกมีความรุนแรงมากขึ้น เมื่อมีการขาดน้ำร่วมด้วย ในสภาพที่มีน้ำสมบูรณ์ตลอดฤดูปลูก การปลูกต้นเดือนพฤศจิกายน ให้ผลผลิตข้าวสาลีสูงสุด นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวันปลูกที่เหมาะสมในพื้นที่อื่น ๆ เช่น ณ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ มีระดับความสูง 165 เมตรระดับทะเลปานกลาง พบว่า ช่วงวันปลูกที่เหมาะสม อยู่ระหว่างวันที่ 16 - 23 ธันวาคม ทั้งนี้เพราะระยะเวลาดังกล่าว ข้าวสาลีมีองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต สูงกว่าการปลูกหลังจากวันที่ 23 ธันวาคม (พิบูลวัฒน์ และคณะ, 2529ข) และในพื้นที่จังหวัดลำปาง มีระดับความสูง 262 เมตรระดับทะเลปานกลาง พบว่า วันปลูกที่เหมาะสมอยู่ในช่วงต้นเดือนธันวาคม พันธุ์ #1015 และ สะเมิง 2 ให้ผลผลิตสูงในทุกวันปลูกของเดือนธันวาคม (สาวิตร, 2529) เป็นต้น

1.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

พื้นที่ดอนและพื้นที่นา ภายใต้สภาพมีการให้น้ำชลประทาน ควรปลูกในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายน ถึง กลางเดือนธันวาคม โดยเริ่มมีการทดสอบปลูกตั้งแต่ฤดูปลูกปี 2523/2524 ได้ศึกษาอิทธิพลของวันปลูกต่อผลผลิตของธัญพืชเมืองหนาว 3 ชนิด คือ ข้าวสาลี ข้าวสาลีดูรัม และข้าวทริติเคลี ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา มีระดับความสูง 383 เมตรระดับทะเลปานกลาง พบว่า ช่วงเดือนพฤศจิกายน เป็นช่วงที่เหมาะสมในการปลูก โดยข้าวสาลีดูรัมและข้าวทริติเคลี ให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อปลูกต้นเดือนพฤศจิกายน ส่วนข้าวสาลีให้ผลผลิตสูงสุด เมื่อปลูกต้นเดือนธันวาคม (สนั่น, 2524) และในฤดูปลูกปี 2527/2528 อรรควุฒิ (2527) ยังได้ทำการศึกษาวันปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลี ข้าวสาลีดูรัม และข้าวทริติเคลี โดยปลูกทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ มีระดับความสูง 383 เมตรระดับทะเลปานกลาง อีกครั้ง พบว่า ธัญพืชเมืองหนาวทั้ง 3 ชนิด เมื่อปลูกกลางเดือนพฤศจิกายน ให้ผลผลิตสูงกว่าเมื่อปลูกในปลายเดือนพฤศจิกายน หรือต้นเดือนตุลาคม โดยข้าวสาลีสามารถปลูกได้ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ถ้ามีความชื้นเพียงพอ ข้าวสาลีดูรัมปลูกต้นเดือนพฤศจิกายนให้ผลผลิตดีที่สุด ถ้าปลูกช้ากว่านี้ผลผลิตลดลง ส่วนข้าวสาลีทริติเคลีปลูกได้ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม โดยให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน รวมทั้ง วรรณี และคณะ (2531) ได้ศึกษาผลของวันปลูกต่อการพัฒนาช่อดอก และผลผลิตของข้าวสาลี ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ มีระดับความสูง 383 เมตรระดับทะเลปานกลาง พบว่า การปลูกในวันที่ 12 พฤศจิกายน ทำให้ระยะเวลาในการพัฒนาช่อดอกอ่อนยาวนานมากว่าการปลูกในวันที่ 22 พฤศจิกายน และวันที่ 1 ธันวาคม เป็นผลให้องค์ประกอบผลผลิต เช่น จำนวนเมล็ดต่อช่อ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตสูง ซึ่งอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดผลผลิต สำหรับในพื้นที่

อื่น ๆ วรรณรัตน์ (2531) ได้ศึกษาระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลีในเขตศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี พบว่า ที่สถานีทดลองข้าวชุมแพ มีระดับความสูง 217 เมตรระดับทะเลปานกลาง และสถานีทดลองข้าวสกลนคร มีระดับความสูง 159 เมตรระดับทะเลปานกลาง ข้าวสาลีให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อปลูกวันที่ 10 พฤศจิกายน สำหรับศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี มีระดับความสูง 135 เมตรระดับทะเลปานกลาง สถานีทดลองข้าวขอนแก่น มีระดับความสูง 154 เมตรระดับทะเลปานกลาง และสถานีทดลองข้าวพิมาย มีระดับความสูง 159 เมตรระดับทะเลปานกลาง ควรปลูกไม่เกินวันที่ 20 พฤศจิกายน ส่วนที่สถานีทดลองข้าวสุรินทร์ สามารถปลูกได้ล่าถึงต้นเดือนธันวาคม

2. พันธุ์ข้าวสาลี

ประเทศไทยได้มีการนำเข้าแหล่งพันธุกรรมข้าวสาลีจากศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ (CIMMYT) ประเทศเม็กซิโก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 จากนั้นปลูกทดสอบคัดเลือก และทำการปรับปรุงพันธุ์ข้าวสาลีจากสายพันธุ์ที่เกิดจากการผสมซ้อน ทั้งข้าวสาลีมีทั้งชนิดใช้แป้งทำขนมปัง (Bread Wheat) และชนิดใช้แป้งทำมักกะโรนี (Durum Wheat) แต่ปัจจุบันข้าวสาลีพันธุ์รับรองยังมีอยู่น้อย และพันธุ์รับรองที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นข้าวสาลีชนิดใช้แป้งทำขนมปังเพียงอย่างเดียว สามารถปลูกได้ทั้งสภาพไร่และสภาพนาอาศัยน้ำชลประทาน ซึ่งการให้ผลผลิตยังมีความแปรปรวนสูงขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ (Hobbs and Peter, 1990) การเลือกพันธุ์ข้าวสาลีให้เหมาะกับสภาพแวดล้อม รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ พันธุ์ข้าวสาลีที่เหมาะสำหรับปลูกในประเทศไทย และส่งเสริมแก่เกษตรกร จำนวน 6 พันธุ์ ประกอบด้วย 1) สะเมิง 1 (INIA 66) เหมาะสำหรับปลูกในภาคเหนือตอนบน ค่อนข้างต้านทานโรคราสนิมใบ ให้แป้งอเนกประสงค์ที่มีคุณภาพดี มีโปรตีนสูง (12 – 15 เปอร์เซ็นต์) เหมาะสำหรับทำขนมปัง 2) สะเมิง 2 (Sonora 64) เป็นข้าวสาลีพันธุ์เบา ทนร้อน เหมาะสำหรับปลูกในสภาพไร่อาศัยน้ำฝน และปลูกหลังนาปี ไม่ต้านทานโรคราสนิมใบ แป้งมีความยืดหยุ่นปานกลาง แป้งมีสีคล้ำ มีโปรตีนสูง (12 – 14 เปอร์เซ็นต์) เหมาะสำหรับทำขนมปัง 3) ฝาง 60 (#1015) เหมาะสำหรับปลูกในที่ร้อนและแห้งแล้ง ทั้งในสภาพไร่อาศัยน้ำฝน และสภาพนาชลประทานในภาคเหนือตอนล่าง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีช่วงฤดูหนาวสั้น ค่อนข้างต้านทานโรคราสนิมใบ ให้แป้งอเนกประสงค์ โปรตีนปานกลาง (10 – 11 เหมาะสำหรับทำขนมปัง) เหมาะสำหรับทำคุกกี้ บิสกิต และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่ต้องการแป้งที่เหนียวมาก 4) แพร่ 60 (UP 262) เหมาะสำหรับปลูกในเขตชลประทานที่เป็นสภาพนาดินเหนียวปนทราย ภูมิอากาศค่อนข้างหนาวในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ค่อนข้างต้านทานโรคราสนิมใบ ให้แป้งอเนกประสงค์ มีโปรตีนปานกลาง (10 – 11 เหมาะสำหรับทำขนมปัง) เหมาะสำหรับทำคุกกี้ ปาท่องโก๋ โรตี 5) อินทรี 1 (KU HR # 12) เหมาะสำหรับปลูกในเขตชลประทาน ใช้ทำแป้ง

อเนกประสงค์ได้ และ 6) อินทรี 2 (KU HR # 6) ทนอากาศร้อนและแห้งแล้งได้ดี ใช้ทำแป้งอเนกประสงค์ได้ (ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง, 2559)

3. วิธีการปลูกและอัตราเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสม

3.1 วิธีการปลูก

การศึกษาวิธีการปลูกข้าวสาลีในประเทศไทย ได้ทำการศึกษาวิธีการกลบข้าวสาลีที่ปลูกโดยวิธีหว่านในสภาพพื้ดอนอาศัยน้ำฝน ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมและการเกษตร แม่เหียะ ผลการศึกษาพบว่า ข้าวสาลีมีการตอบสนองต่อวิธีการกลบที่แตกต่างกัน คือ การกลบด้วยรถแทรกเตอร์ติดจอบหมุนให้ผลผลิตสูงสุด รองลงมา ได้แก่ การกลบด้วยคราด ซึ่งการใช้วิธีการกลบที่เหมาะสมทำให้ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตเพิ่มขึ้น สำหรับวิธีการปลูกยังมีผลต่อการให้น้ำ โดยโครงการไร่นาสาธิตห้วยสีทน ทำการศึกษาเพื่อหาวิธีปลูกข้าวสาลีและข้าวบาเลย์พร้อมทั้งการให้น้ำชลประทานที่เหมาะสมในดินนา ผลการศึกษาพบว่า วิธีการปลูกแบบหว่านและยกร่องกลบ เพื่อให้มีการชลประทานและการระบายน้ำดี เป็นวิธีปลูกที่เหมาะสมที่สุด และจากการศึกษาเปรียบเทียบ วิธีการเตรียมดินแบบไถพรวนและไม่ไถพรวน ร่วมกับวิธีปลูกแบบโรยเป็นแถวและแบบหว่าน กับดินประเภท Sandy loam ที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยข้าวแพร่ สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง และสถานีทดลองข้าวไร่และธัญพืชเมืองหนาวปางมะผ้า สรุปได้ว่า การเตรียมดินด้วยการไถพรวนทำให้จำนวนต้นงอกต่อพื้นที่ของข้าวสาลีสูงกว่าการไม่ไถเตรียมดิน รวมทั้งจากการทดลองปลูกข้าวสาลีในนาชลประทานในหลายพื้นที่แสดงให้เห็นว่า การใช้วัสดุเหลือใช้ในไร่นาคลุมแปลงปลูกข้าวสาลี ทั้งในสภาพการไถพรวนและไม่ไถพรวนให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่คลุมฟาง นอกจากนี้ยังพบว่า การไม่ไถพรวน แต่มีการคลุมแปลงด้วยฟางทำให้ได้รับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุด สำหรับการปลูกโดยใช้เครื่องปลูกในสภาพไร่ เป็นการลดต้นทุนและให้ผลตอบแทนสูงกว่าวิธีปลูกอื่น ๆ (ราเชนทร์, 2537)

3.2 อัตราเมล็ดพันธุ์

อัตราเมล็ดพันธุ์ของข้าวสาลีที่ใช้ปลูกในสภาพพื้นที่ไร่ ใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 16-20 กิโลกรัมต่อไร่ และสภาพพื้นที่นา ใช้เมล็ดพันธุ์ ประมาณ 20-25 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการปลูกข้าวสาลีอาจใช้แบบการหว่านแล้วคลาดกลบ หรือปลูกแบบโรยเป็นแถว โดยในพื้นที่ที่มีการให้น้ำชลประทาน อัตราประชากรที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 300-700 ต้นต่อตารางเมตร สำหรับในพื้นที่ที่อาศัยน้ำฝน ควรเพิ่มอัตราประชากรเป็น 900 ต้นต่อตารางเมตร (ไพบูลย์ และคณะ, 2535)

4. การจัดการและดูแล

4.1 การเตรียมเมล็ดพันธุ์

การเตรียมเมล็ดพันธุ์นั้น ควรใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ นำเมล็ดพันธุ์ใส่อ่างแช่ในน้ำสะอาด ตากแดดนาน 15 นาที เอาเมล็ดขึ้นเกลี่ยบนผ้าใบหรือผ้าพลาสติก ตากแดดจนแห้งสนิท จากนั้นนำไปปลูกทันที ห้ามเก็บเมล็ดข้ามวัน หรือสามารถใช้เมล็ดแห้งปลูกได้ และการใช้สารเคมีคลุกเมล็ดก่อนปลูก ได้แก่ คาร์โบซัลฟาน (Carbosulfan) เป็นสารเคมีป้องกันแมลงที่อยู่ในดิน ใช้ในอัตรา 5 กรัมต่อน้ำหนักเมล็ดข้างสาลี 1 กิโลกรัม หรือคาร์บ็อกซิน (Carboxin) เป็นสารเคมีป้องกันโรคต้นแห้งอันเกิดจากเชื้อรา ใช้ในอัตรา 0.5 – 2.5 กรัมต่อเมล็ดหนัก 1 กิโลกรัม (ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง, 2559)

4.2 การให้น้ำ

การศึกษาอิทธิพลของการให้น้ำระยะต่าง ๆ ต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวสาลีพันธุ์ Inia 66 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ถ้าให้น้ำเพียงครั้งเดียว การให้น้ำช่วงระยะเริ่มแตกกอ หรือ ระยะเริ่มตั้งท้อง ไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกัน แต่ถ้าให้น้ำได้ 2 ครั้ง ควรให้น้ำครั้งแรกในระยะเริ่มแตกกอ และครั้งที่ 2 ในระยะเริ่มตั้งท้อง ให้ผลผลิตสูงสุด 113 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการปลูกโดยอาศัยความชื้นในดินเพียงอย่างเดียว โดยปลูกวันที่ 10 พฤศจิกายน ให้ผลผลิตต่ำเพียง 56 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น (อรรควุฒิ, 2527) รวมทั้งจากรายงานการปรับปรุงเขตกรรมธัญพืชเมืองหนาว ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า การให้น้ำแก่ข้าวสาลีในสภาพที่มีน้ำจำกัด ควรให้น้ำครั้งที่ 1 ในระยะเริ่มแตกกอ ครั้งที่ 2 ในระยะเริมตั้งท้อง แต่ถ้ามีน้ำเพียงพอที่ให้เพียงครั้งเดียว ไม่ว่าให้น้ำในระยะแตกกอ หรือระยะตั้งท้อง ไม่ทำให้ผลผลิตของข้าวสาลีต่างกัน (อรรควุฒิ, 2528) สอดคล้องกับการวิจัยของพิบูลย์วัฒน์ และสุดถนอม (2530) ได้ศึกษาผลของจำนวนครั้งของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวสาลีในสภาพนา ณ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ พบว่าการให้น้ำ 4 ครั้งที่ ระยะหลังปลูก 15 วันหลังงอก, ระยะออกรวง และระยะ 20 วันหลังออกรวง ข้าวสาลีให้ผลผลิตสูงสุด 276 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจากจำนวนรวงต่อพื้นที่ และจำนวนเมล็ดต่อรวง สูงกว่าการให้น้ำ 2 และ 3 ครั้ง ข้าวสาลีพันธุ์ #1510 และ UP262 เป็นข้าวสาลีที่เหมาะสมกับการปลูกในสภาพนา ณ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ แต่ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการให้น้ำกับพันธุ์ข้าวสาลี สำหรับผลกระทบของความชื้นในดินต่อการเจริญเติบโตของข้าวสาลีนั้น การขาดน้ำในระยะดอกบานและระยะน้ำนม ทำให้ผลผลิตของข้าวสาลีลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่ว่าปลูกในช่วงเวลาใดก็ตาม ทั้งนี้เพราะการขาดน้ำในระยะดังกล่าว ทำให้อัตราการสะสมน้ำหนักในเมล็ดลดลง และระยะเวลาการสะสมน้ำหนักในเมล็ดสั้นลง โดยใบแก่อย่างรวดเร็ว ทำให้ดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดลดลง อัตราการสะสมน้ำหนักในเมล็ดประมาณ 13.3 กรัม ต่อตารางเมตร ต่อวัน เมื่อมีน้ำเพียงพอในระยะน้ำนม (สาวิตร, 2528ก) และพิบูลย์วัฒน์ และคณะ (2529ก) ยังได้ศึกษาผลของจำนวนครั้งของการให้น้ำต่อ

การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวสาลีในสภาพดินนา ณ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ พบว่า การให้น้ำจำนวน 3 ครั้ง โดยให้น้ำหลังปลูก 15 วัน, หลังจากข้าวสาลีงอก และ ระยะสร้างเมล็ด เป็นการให้น้ำที่เหมาะสม และประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุน โดยให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตสูงในระดับเดียวกับการให้น้ำที่ 4 ครั้ง

นอกจากการศึกษาช่วงเวลาการให้น้ำแล้ว ยังมีการศึกษาปริมาณน้ำที่ให้แก่ข้าวสาลีในดินชุดโคราช ณ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง พบว่า การให้น้ำในปริมาณ 50 มิลลิลิตร ทุก ๆ 7 วัน หรือ 500 มิลลิลิตร ตลอดฤดูปลูก ให้ผลผลิตข้าวสาลีสูงสุด อีกทั้งช่วงห่างของการให้น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีต่อประสิทธิภาพการให้น้ำ โดยถ้าช่วงการให้น้ำห่าง และปริมาณน้ำที่ให้น้อยประสิทธิภาพการให้น้ำสูง ดังนั้นการให้น้ำข้าวสาลีในดินชุดโคราช ถ้ามีการให้น้ำในปริมาณครั้งละมาก ๆ เช่น การให้แบบท่วมเป็นผืน หรือ ให้ตามร่อง ควรให้ทุก ๆ 7 - 10 วัน แต่ถ้าปริมาณน้อย ๆ เช่น การให้ด้วยระบบฝนเทียม (Sprinkler) ควรให้ทุก 5 วัน (เพียร และคณะ, 2529ก) การให้น้ำของข้าวสาลีโดยใช้ Lysimeter พบว่า อัตราการให้น้ำเฉลี่ยของข้าวสาลีพันธุ์ #1015 เท่ากับ 0.93 มิลลิเมตร ต่อวัน เมื่อปลูกในวันที่ 17 ธันวาคม และ ค่า ET/E เท่ากับ 0.80 (บริพัฒน์ และคณะ, 2530) ในพื้นที่โครงการไร่นาสาธิตห้วยสีทน (2534) จังหวัดกาฬสินธุ์ ทำการศึกษาอัตราการใช้น้ำของข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ โดยใช้ Lysimeter เป็นระยะเวลา 3 ปี (2529, 2532 และ 2533) พบว่า ข้าวสาลีพันธุ์ฝาง 60 ใช้น้ำเฉลี่ย 4.75 มิลลิตรต่อวัน หรือเท่ากับ ร้อยละ 88 ของอัตราการระเหยจากถาดวัดการระเหย ในขณะที่ข้าวบาเลย์พันธุ์ BRB 2 และ AKB 2 ใช้น้ำเฉลี่ย 5.43 และ 4.07 มิลลิตรต่อวัน หรือเทียบเท่า ร้อยละ 97 และ 72 ของการระเหยจากถาดวัดตามลำดับ ส่วนกำหนดการให้น้ำ 7, 14 และ 21 วันต่อครั้งกับข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ รวมทั้งราเชนทร์ (2537) ได้รายงานว่า ข้าวสาลีเป็นพืชที่ไม่ชอบสภาพน้ำขังหรือดินที่เปียกชื้นระยะยาวนาน ในขณะเดียวกันในสภาพที่แห้งแล้งที่มีน้ำไม่เพียงพอ ผลผลิตของข้าวสาลีลดลง ระยะวิกฤตของข้าวสาลีต่อความต้องการน้ำอยู่ในช่วงที่เป็นต้นกล้า (10 วันหลังงอก) ระยะสร้างรวงอ่อน ระยะผสมเกสรและระยะสร้างเมล็ด ข้าวสาลีเป็นพืชที่ทนระดับน้ำใต้ดินได้ลึกจากผิวดินในดินร่วนปนทรายประมาณ 60-80 เซนติเมตร และ 80-100 เซนติเมตร ในดินเหนียว แต่ถ้าระดับน้ำใต้ดินสูง 25 เซนติเมตร ข้าวสาลีทนได้เพียงช่วงระยะสั้น

4.3 การวิจัยและพัฒนาการให้ปุ๋ยข้าวสาลี

การปลูกข้าวสาลีให้ได้ผลผลิตสูงและคุณภาพดี ได้ให้ความสำคัญกับงานวิจัยทางด้านการให้ปุ๋ย โดยมีการศึกษาการตอบสนองปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ของผลผลิตข้าวสาลีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514 – 2523 ณ สถานีทดลองพืชสวนฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ผลผลิตข้าวสาลีไม่แสดงการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยทุกกรรมวิธี ทั้งนี้ เนื่องจากความชื้นในดินในขณะทำการทดลองครั้งนั้น ไม่มากพอที่เป็นตัวทำละลายปุ๋ย ให้ออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ (องอาจ และคณะ, 2524)

ในปี พ.ศ. 2524 ได้ศึกษาอิทธิพลของระดับปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีต่อธัญพืชเมืองหนาว โดยปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พบว่าข้าวสาลีตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตที่ระดับ 33 - 66 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ พันธุ์ข้าวสาลีแต่ละพันธุ์แสดงอาการตอบสนองแตกต่างกันไป ข้าวทริติเคลีตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตที่ระดับ 66 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์ แต่บางสายพันธุ์ของข้าวทริติเคลี ไม่ตอบสนองต่อ P_2O_5 อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้น ยังไม่สามารถสรุปผลให้เด่นชัดลงไปว่า แต่ละพันธุ์ต้องการ P_2O_5 สำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตมากน้อยเพียงใด (สนั่น, 2524)

ปี พ.ศ. 2525 โดยมานัส และคณะ (2525) ศึกษาความต้องการธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของข้าวสาลีในชุดดินสันทราย ณ โครงการศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ทำให้ผลผลิตของข้าวสาลีสูงสุดมีค่า 17.58 กิโลกรัม N ต่อไร่ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงกว่านี้ทำให้ผลผลิตลดต่ำลง การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ครั้ง โดยใส่หลังปลูก และ 40 วันหลังงอก มีประสิทธิภาพเพียง 32.3 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบข้าวสาลี ใบที่ 3 (นับจากยอดลงมา) เมื่ออายุ 60 วัน สามารถบอกค่าวิกฤติของไนโตรเจนต่อผลผลิตของข้าวสาลีได้ โดยปริมาณความเข้มขน 3.67 เปอร์เซ็นต์ N เมื่อข้าวสาลีอายุ 60 วัน ให้ผลผลิตสูงสุด นอกจากนั้น ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น เมื่อใช้ไนโตรเจนมากขึ้น สำหรับ P_2O_5 นั้น มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวสาลีน้อยกว่า N ปริมาณ Extractable P ในดิน 9 ppm. ไม่เพียงพอต่อการปลูกข้าวสาลี ถ้าเพิ่ม extractable เป็น 18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้ผลผลิตข้าวสาลีเพิ่มขึ้น 35 เปอร์เซ็นต์ และ สุทัศน์ และดำรง (2525) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตของข้าวสาลีที่ปลูกบนที่สูง ดอยขุนช่างเคี่ยน พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่ำ ๆ ไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ย เนื่องจากปุ๋ยไนโตรเจนสูญเสียไปเนื่องจากถูกน้ำฝนชะล้างก่อนที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 40 - 100 กิโลกรัม N ต่อเฮกตาร์ ทำให้ผลผลิตข้าวสาลีเพิ่มสูงขึ้น โดยปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 100 กิโลกรัม N ต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตข้าวสาลีสูงที่สุด 190.6 กิโลกรัมต่อไร่

จากนั้นระหว่างปี พ.ศ. 2527-2528 ได้เริ่มมีการทดสอบในแต่ละชุดดิน โดยมานัส และคณะ (2527) ศึกษาการตอบสนองของข้าวสาลีต่อชนิดและอัตราปุ๋ยฟอสเฟต ภายใต้สภาพการให้น้ำแบบชลประทาน บนดินชุดสันทราย พบว่า ที่ระดับ P 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เพียงพอสำหรับข้าวสาลี การเพิ่มปุ๋ยฟอสเฟตมากขึ้น ทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด น้ำหนักเมล็ดต่อรวง และผลผลิต เพิ่มขึ้น โดยประสิทธิภาพของฟอสเฟตในรูปหินฟอสเฟต ต่ำกว่าในรูปของซูปเปอร์ฟอสเฟต 13 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามการเพิ่มฟอสเฟต ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของฟอสเฟตในเมล็ดและตอซัง แต่มีผลต่อฟอสฟอรัสในใบธง พืชที่แสดงอาการขาดฟอสฟอรัสมีการสะสมฟอสฟอรัสในใบธงต่ำกว่า 0.22 เปอร์เซ็นต์ องอาจ และวิฑูรย์ (2527) ศึกษาการตอบสนองของปุ๋ยไนโตรเจน และฟอสฟอรัส พบว่าข้าวสาลีเพิ่มตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน ที่ระดับ 4.8 - 19.2 กิโลกรัม N ต่อไร่ และตอบสนองต่อ

ปุ๋ยฟอสเฟตที่ระดับ 2.4 - 14.2 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ สำหรับพรปรีดา และคณะ (2527) ศึกษาการตอบสนองของข้าวสาลีต่อปุ๋ยฟอสเฟตในดินชุดโคราช พบว่า ข้าวสาลีไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตทุกชนิด และทุกอัตรา (0 - 150 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อเฮกตาร์) ทั้งนี้ เนื่องจากจากดินที่ได้ทดสอบ มีระดับฟอสฟอรัสสูง วลัยพร และคณะ (2529) ศึกษาการตอบสนองของปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวสาลี ในดินของศูนย์วิจัยขาวแพร่ ซึ่งมี pH 7.1 และ Available P อยู่ในระดับต่ำมาก พบว่า ข้าวสาลีตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 14.4 กิโลกรัม N ต่อไร่ ระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่สูงกว่าระดับดังกล่าว มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตลดลง แต่ทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดสูงขึ้น พงศ์พันธุ์ และคณะ (2528) ศึกษาการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยหินฟอสเฟตของข้าวสาลี ในสภาพนาศูนย์วิจัยข้าวแพร่ พบว่าผลผลิตข้าวสาลีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อใส่หินฟอสเฟตเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 32 - 128 กิโลกรัมต่อไร่ แต่การใช้หินฟอสเฟตมีความสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากกว่า ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ฟอสเฟต 35.5 เปอร์เซ็นต์ การใส่หินฟอสเฟตทำให้มีผลตกค้างของฟอสฟอรัสในดินมาก แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของดิน และมานัส และคณะ (2528) ศึกษาอิทธิพลของโพแทสเซียมต่อข้าวสาลีบนชุดดินต่าง ๆ พบว่า โดยทั่วไปดินชั้น 0 - 5 เซนติเมตร มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าดินชั้นล่าง ดินที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ สูงกว่า 190 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม K สามารถปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้อย่างเพียงพอ การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมมีอิทธิพลทำให้ผลผลิตของข้าวสาลีที่ปลูกบนดินชุดสันทรายเพิ่มขึ้น การเพิ่มปริมาณ Extractable K ทุก ๆ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม K ต้องใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 4 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่

นอกจากนี้ระหว่างปี พ.ศ. 2529-2530 ได้มีการศึกษาการแบ่งใส่ปุ๋ยในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต และศึกษาทั้งธาตุหลักและรอง โดยอรรควุฒิ (2529) ศึกษาอิทธิพลของวิธีการ และเวลาในการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ที่มีต่อผลผลิตของข้าวสาลีพันธุ์ SW 41 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ข้าวสาลีพันธุ์ SW 41 ไม่ว่าใส่ครั้งเดียวทั้งหมดก่อนปลูก หรือแบ่งใส่ครึ่งหนึ่งก่อนปลูก และอีกครั้งหนึ่งใส่ในระยะเริ่มตั้งท้อง โดยการหว่าน หรือโรยระหว่างแถวแล้วคราดกลบ ไม่ทำให้ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตแตกต่างกัน สำหรับมานัส และภิญโญ (2529) ศึกษาอิทธิพลของกำมะถัน และไนโตรเจน ที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของข้าวสาลี ซึ่งปลูกบนดินชุดสันทราย ภายใต้สภาพไร่ พบว่า ปริมาณ SO_4 = 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม S พอเพียงต่อการผลิตข้าวสาลี การเพิ่มปุ๋ยซัลเฟตลงในดิน ทำให้ข้าวสาลีสะสมซัลเฟอร์ในเมล็ดมากขึ้น และมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตเพียงเล็กน้อย แต่ไม่มีผลต่อคุณภาพแป้ง ปริมาณซัลเฟอร์ที่พืชนำไปใช้ผันแปรกับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีผลในการเพิ่มผลผลิตของข้าวสาลีถึง 1.8 - 4.1 เท่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราที่สูงสุด 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในเมล็ดเพิ่มขึ้น การทดสอบในศูนย์วิจัยข้าวแพร่ ได้ศึกษาการตอบสนองของข้าวสาลีต่ออัตราและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในดินนา พบว่า อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ผลผลิต

ข้าวสาลีเพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0 - 8.6 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีประสิทธิภาพสูงสุด และทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 8.4 กิโลกรัม ในทุก ๆ กิโลกรัมที่เพิ่มขึ้นของ N ไม่ว่าใช้ในรูปแบบของ แคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรท หรือ ยูเรีย ก็ให้ผลทำนองเดียวกัน การแบ่งครึ่งใส่สองครั้งมีประสิทธิภาพดีกว่าการใส่ปุ๋ยรองพื้นครั้งเดียว รวมทั้งศึกษาอัตราปุ๋ยฟอสเฟตที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวสาลีในดินนา ณ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ จังหวัดแพร่ พบว่า ข้าวสาลีไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟต ระดับ 0 - 19.2 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ทั้งนี้ เนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทำการทดลองมีปริมาณสูง อิทธิพลของหินฟอสฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตของข้าวสาลี และการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ณ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ พบว่าหินฟอสเฟตมีผลทำให้ผลผลิตข้าวสาลีเพิ่มขึ้น มากกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยอย่างเด่นชัด โดยการใช้หินฟอสเฟต 400 - 1,600 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และการใส่ปุ๋ย ทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต 130 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้ข้าวสาลี มีผลผลิตใกล้เคียงกัน และผลตกค้างของหินฟอสเฟต มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตข้าวสาลีเพิ่มขึ้น การศึกษาการตอบสนองของข้าวสาลีต่อการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในดินนา ณ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ ในรูปของปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ พบว่า ข้าวสาลีไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม แต่ปริมาณโพแทสเซียมภายในต้นพืชมีแนวโน้มสูงขึ้น จากการเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยสูตรต่าง ๆ ต่อผลผลิตของข้าวสาลีที่ปลูกตามหลังข้าว ณ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ พบว่า ข้าวสาลีพันธุ์ สะเมิง 1 ตอบสนองต่อปุ๋ยสูตร 15-15-15 มากกว่าปุ๋ยสูตร 16-20-0 และ 20-20-0 โดยผลผลิตที่ได้จากการใส่ปุ๋ยแต่ละสูตร ไม่แตกต่างกัน ในระดับที่เท่ากันของไนโตรเจน (พงศ์พันธุ์ และคณะ, 2529; วลัยพร และคณะ, 2529) ได้ศึกษาความเหมาะสมของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และฟอสฟอรัสต่อการปลูกข้าวสาลีในดินนา ณ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวสาลีสูงที่สุด นอกจากนั้นการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ทำให้ผลผลิตข้าวสาลีแตกต่างกัน และการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตจนถึงระดับ 4.5 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ โดยถ้าในดินมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำกว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ข้าวสาลีแสดงอาการตอบสนองเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเพิ่ม (วลัยพร และคณะ, 2530)

สำหรับการทดสอบในพื้นที่จังหวัดลำปาง โดย เพียร และคณะ (2529ค) ได้ศึกษาการตอบสนองของข้าวสาลีพันธุ์ #1015 ต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสเฟต ณ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง พบว่า ข้าวสาลีพันธุ์ #1015 ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 14.4 กิโลกรัม N ต่อไร่ และปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ 6.4 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ แต่ไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียม และยังได้ศึกษาวิธีการใส่ และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยสูตรต่าง ๆ ภายในแปลงทดลองสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง พบว่า ข้าวสาลีพันธุ์ #144 ตอบสนองต่อปุ๋ยสูตร 15-15-15 ได้ดีกว่าปุ๋ยสูตร 21-0-0 และปุ๋ยสูตร 46-0-0 ที่ระดับ N เท่ากัน และการใส่แบบเป็นแถว ให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่แบบหว่านเพียงเล็กน้อย สำหรับปุ๋ยสูตร 21-0-0 และปุ๋ยสูตร 46-0-0 เมื่อใช้อัตรา 20 - 30 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยใส่เป็นแถว มีผลทำให้จำนวนต้นลดลง และแนวทางในการปรับปรุงดินภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ปุ๋ยเคมีในอัตรา 15-15-15 ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสาลี ณ สำนักงานเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น พบว่า การใช้ปูนขาวร่วมกับปุ๋ยคอก อัตรา 300 และ 3,500 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทำให้ผลผลิตและน้ำหนักต้นแห้งของข้าวสาลี สูงกว่าการใช้ปูนขาวและการใช้ปุ๋ยคอกอย่างเดี่ยว ๆ โดยข้าวสาลีพันธุ์สะเมิง 2 มีแนวโน้มตอบสนองต่อปูนขาวมากกว่าปุ๋ยคอก ซึ่งเป็นผลมาจาก ปริมาณแคลเซียมในปูนขาว และยังพบว่า การใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ที่อัตรา 25 กิโลกรัม ร่วมกับปุ๋ยแต่งหน้าสูตร 21-0-0 หรือ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ที่อัตรา 18 กิโลกรัมต่อไร่ เพียงพอในการเพิ่มผลผลิตข้าวสาลี (ไพบูลย์ และคณะ, 2530)

ระหว่างปี พ.ศ. 2531-2533 ได้มีการศึกษาการให้ปุ๋ยร่วมกับการเขตกรรมเพิ่มขึ้นในแต่ละพื้นที่ เช่น การศึกษาการใส่ปุ๋ยข้าวสาลีที่ปลูกโดยไม่มีการไถเตรียมดิน ในสภาพนา ณ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยในระยะ 11 วันหลังปลูกก่อนการให้น้ำครั้งที่ 1 ข้าวสาลีให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยก่อนปลูก แล้วคลุมด้วยฟาง และศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อจำนวนต้นงอก และการเจริญเติบโตของข้าวสาลี ณ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียโรยก้นร่องปลูกในอัตราสูงกว่า 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้จำนวนต้นงอกของข้าวสาลีต่ำลง และยังทำให้การเจริญเติบโตระยะแรกลดลงด้วย แต่การใส่โดยวิธีหว่านและคราดกลบ ไม่มีผลดังกล่าว (วลัยพร และคณะ, 2531) วลัยพร และเดวิด (2531) ศึกษาอิทธิพลของไนโตรเจนต่อธาตุอาหารอื่น ๆ ในข้าวสาลีในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในต้นพืชระยะแรกเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด และยังพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นด้วย แต่ปริมาณโพแทสเซียมและปริมาณคลอไรด์ลดลง สำหรับทองแดง สังกะส แมงกานีส แคลเซียม และแมกนีเซียม มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในระยะ anthesis พบปริมาณโบรอนเพิ่มมากขึ้น สำหรับข้าวสาลีพันธุ์ อินทรีย์ 1 แสดงแนวโน้มในการดูดใช้ธาตุอาหารในระยะแรกของการเจริญเติบโตได้ดีกว่าพันธุ์ฝาง 60 สำหรับในพื้นที่จังหวัดเชียงราย องอาจ (2531) ศึกษาการใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตรต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวสาลีที่ปลูกหลังข้าว ในสภาพแปลงนาทดลอง ณ สถานีทดลองข้าวพาน จังหวัดเชียงราย พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมี ให้ผลผลิตข้าวสาลีสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว โดยการใส่ปุ๋ยคอกซึ่งมีอินทรีย์วัตุสูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 2 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวสาลีสูงสุด 263 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยเลย (Control) ให้ผลผลิตเพียง 70 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น รวมทั้งธีรยุทธ และคณะ (2532) ศึกษาชนิดของปุ๋ยเคมี และอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในการปลูกข้าวบาร์เลย์ในสภาพไร่ของบริษัทบุญรอดบริวเวอรี่ จำกัด ณ ไร่แม่กรณ์ จังหวัดเชียงราย ในสภาพไร่ ของค่ายเม็งรายมหาราช จังหวัดเชียงราย และในสภาพนา ของโครงการไร่นาสาธิตห้วยสีทน จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15, 16-11-14, 12-24-12 และ 25-7-7 ให้ผลผลิตข้าวบาร์เลย์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ปุ๋ยสูตร 25-7-7 มีแนวโน้มที่ให้ผลผลิตสูงกว่าปุ๋ยสูตรอื่น ๆ และอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม อยู่ระหว่าง 25 - 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยในช่วงระดับดังกล่าว 10 - 30

กิโลกรัมต่อไร่ อัตราปุ๋ยที่สูงกว่า 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวบาร์เลยีเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้ศึกษาชนิดและอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมของข้าวสาลีที่ปลูกในดินนาเขตชลประทาน ณ โครงการอ่างห้วยแกง จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า ข้าวสาลีตอบสนองต่อไนโตรเจนที่ระดับ 24 กิโลกรัม N ต่อไร่ และตอบสนองต่อฟอสเฟตที่ระดับ 8 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ โดยอัตราส่วนของ N : P_2O_5 ที่เหมาะสมเท่ากับ 3 : 1 สำนัก และคณะ (2531) รวมทั้งได้ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ย และวัสดุคลุมดินของข้าวสาลี ในดินชุดร้อยเอ็ด ณ โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยสีทน จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า ข้าวสาลีตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 8 - 16 กิโลกรัม N ต่อไร่ และตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตที่ระดับ 4 - 8 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ โดยการใช้ปูนขาวและอินทรีย์วัตถุปรับสภาพดิน ให้ผลผลิตข้าวสาลีสูงกว่าการไม่ใส่ ข้าวสาลีที่ทดลอง ไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียม แต่มีแนวโน้มตอบสนองต่อซัลเฟอร์ (สำนัก และคณะ, 2532) และในพื้นที่จังหวัดจังหวัดนครราชสีมา ศึกษาเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีผลต่อการพัฒนาช่อดอกของข้าวสาลี ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ พบว่า การใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 รองพื้นอย่างเดียว และการใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 รองพื้นพร้อมกับใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตแต่งหน้า ในระยะปรากฏสันคู่ และระยะปรากฏกลุ่มดอกย่อย ไม่มีผลต่อระยะการพัฒนาช่อดอก (วรรณี และคณะ, 2531)

4.4 การป้องกันและกำจัดวัชพืช

การป้องกันและกำจัดวัชพืชในการปลูกข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ที่ปลูกเป็นแถว โดยการใช้วิธีการดายหญ้าระหว่างร่องหรือใช้สารเคมี เช่น บิวตาคลอร์ ในอัตรา 300-400 มิลลิลิตรต่อไร่ ผสมกับน้ำ 60 ลิตร แบบ pre-emergence หรือใช้ 2,4-D อัตรา 160 กรัมต่อไร่ ฉีดพ่นมาข้าวสาลีอายุ 1 เดือน (ราเชนทร์, 2537)

4.5 โรคและแมลงศัตรูที่สำคัญของข้าวสาลีในประเทศไทย

การปลูกธัญพืชเมืองหนาวโดยเฉพาะข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์บนพื้นที่สูงภาคเหนือตอนบน นอกจากปัญหาด้านผลผลิตแล้วนั้น ปัญหาที่มักพบว่าสามารถทำให้ข้าวสาลีสูญเสียผลผลิต ได้แก่ ปัญหาเกี่ยวกับศัตรูข้าวสาลี โดยเฉพาะโรคข้าว ซึ่งเกิดจากความแปรปรวนของสภาพอากาศที่มีผลต่อการระบาดของโรคที่สำคัญมากขึ้น อีกทั้ง ในปัจจุบันการใช้พื้นที่ในการปลูกข้าวสาลีได้เปลี่ยนไปจากอดีต เนื่องมาจากข้อจำกัดด้านพันธุ์ การตลาด การระบาดของศัตรูพืช ความแปรปรวนของสภาพอากาศ และการปรับตัวของศัตรูข้าวสาลี โครงการการปรับปรุงพันธุ์ข้าวสาลี และธัญพืชเมืองหนาวอื่นเพื่อผลผลิตสูง ซึ่งกรมการข้าวได้ดำเนินการใน พ.ศ. 2558-2560 ได้มีกิจกรรมการสำรวจของโรคและแมลงศัตรูข้าวสาลีและธัญพืชเมืองหนาวที่สำคัญ รายงานว่าพบการเกิดโรคแตกต่างกันในแต่ละปี แต่โรคที่สำคัญ และพบมากในแต่ละปี ได้แก่ โรคต้นแห้ง โรคใบจุด โรครวงแห้ง และโรคราสนิมในปีที่มีความชื้นสูง ตั้งแต่ระยะกล้าจนถึงระยะออกรวง โดยโรคต้นแห้ง (Seedling blight) เกิดจากเชื้อราชื่อ *Sclerotium rolfsii* ทำให้ต้นกล้าข้าวสาลีตาย เป็นมากในสภาพน้ำขัง ป้องกันได้ โดยใช้สารเคมี

คาร์บ็อกซินคลุกเมล็ดก่อนปลูก หรือปรับดินไม่ให้เป็นกรด โดยใส่ปูนขาว หรือปูนมาร์ล ในอัตรา 300-500 กิโลกรัมต่อไร่ โรคราเขม่า (Loose smut) เกิดจากเชื้อราชื่อ *Ustilage tritici* รวงข้าวสาลีที่เป็นโรคนี้มีสปอร์สีดำอยู่บริเวณรวง เมื่อมีความรุนแรงมากมีการกระจายตามไปยังส่วนของเมล็ด และดอกข้าวสาลี โรคใบจุดสีน้ำตาล (Spot blotch) เกิดจากเชื้อราชื่อ *Helminthosporium sativum* ทำให้เกิดอาการโคนเน่าและรากเน่า หากต้นไม่ตาย ลักษณะใบมีแผลเป็นจุดสีน้ำตาล ข้าวสาลีที่เป็นโรคนี้อาจออกรวง โดยไม่ติดเมล็ดเลย หรือติดเมล็ดบ้างแต่เมล็ดลีบ ป้องกันโรคนี้ได้โดยปลูกพืชหมุนเวียนและใช้สารเคมีคลุกเมล็ดก่อนปลูก โรครากปม (Root knot) เกิดจากไส้เดือนฝอยรากปมชื่อ *Meloidogyne graminicola* เข้าทำลายรากข้าวสาลี ทำให้ต้นข้าวสาลีเกิดอาการแคระแกร็น และเมล็ดลีบ โรครวงแห้ง (Scab) เกิดจากเชื้อราชื่อ *Fusarium* sp. โรคนี้สามารถเข้าทำลายต้นข้าวสาลีได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ทำให้ต้นเน่าหรือแห้งตายไป หากอยู่รอดถึงออกรวงทำให้รวงแห้ง อาจได้เมล็ดบ้าง แต่เมล็ดที่ได้ลีบสีเมล็ดซีด ป้องกันได้โดยปลูกพืชหมุนเวียน ใช้สารเคมีคลุกเมล็ด และโรคราสนิมใบ (Leaf rust) เกิดเชื้อราชื่อ *Puccinia recondita* มักพบในฤดูปลูกข้าวสาลีที่มีอากาศร้อนชื้น มีแผลเกิดขึ้นบนใบ และกาบใบ แผลมีสีส้มเข้ม ซึ่งเป็นสีสปอร์ที่เชื้อราสร้างขึ้นมา อาการของโรคเริ่มปรากฏจากใบล่าง ๆ แล้วลามขึ้นไปทางยอด ใบที่เป็นโรคตายไป (ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง, 2559) (ภาพที่ 10)

ภาพที่ 10 ข้าวสาลีที่เป็นโรคราสนิมใบ (ก) ใบที่เป็นโรคตายไป รวงข้าวสาลีที่เป็นโรคราเขม่า (ข) มีสปอร์สีดำขึ้นเต็มรวง โรครากปม (ค) ทำลายรากข้าวสาลี ข้าวสาลีแคระแกร็นและเมล็ดลีบ และโรครวงแห้ง (ง) ทำลายต้นข้าวสาลีทุกระยะ ทำให้ต้นเน่าหรือแห้งตายไป

ที่มา: สารานุกรมไทย (2536)

นอกจากการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืชแล้ว ในบางพื้นที่ยังพบสัตว์และแมลงศัตรูที่สำคัญด้วย เช่น หนู (Rattus) มักพบในช่วงระยะเมล็ดข้าวสาลีใกล้สุกแก่ ป้องกันและกำจัดโดยใช้เหยื่อพิษออกฤทธิ์เร็ว เช่น ซิงค์ฟอสไฟด์ ผสมข้าวสารอัตรา 1:99 วางรอบแปลง หรือช่องทางเดินห่าง

กันจุดละ 15 ตัว หลังจากนั้นวางเหยื่อพิษออกฤทธิ์ช้า เช่น ราคูมิน ผสมเหยื่ออัตรา1:99 โดยน้ำหนักใส่กระบอกไม้ไผ่แล้ววางห่างกันจุดละ 20 ตัว ตามช่องทางเดิน แล้วเติมเหยื่อทุก 15 วัน สำหรับหนอนกอ (*Stem borer*) มีการเข้าทำลายข้าวสาลีเช่นกัน โดยหนอนกอ มี 2 ชนิด คือ หนอนกอแถบลายสีม่วง (*Chilo polychrysus*) และหนอนกอสีชมพู (*Sesamia inferens*) หนอนกอทำลายข้าวสาลีได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ในระยะการเจริญเติบโตของต้นแม่ จนถึงระยะยืดลำต้น หนอนกอกัดกินเจาะเข้าไปภายในลำต้นทำให้เกิดอาการ "ยอดเหี่ยว" และถ้าหนอนเข้าทำลายก้านคอรวง ที่รวงได้พัฒนาแล้ว รวงที่โผล่ออกมามีสีขาว เมล็ดลีบหมด เรียกว่า "ข้าวหัวหงอก" ถ้าดึงยอดที่เหี่ยวหรือรวงข้าวหัวหงอกหลุดติดมือออกมาได้โดยง่าย และเมื่อดูที่ลำต้น พบรูที่หนอนเจาะเข้าไป และหนอนภายในต้น มวนเขียวข้าว (*Nezara viridula*) ลักษณะตัวอ่อน และตัวแก่เจาะดูดกินแป้งในระยะเป็นน้ำนม โดยการขับน้ำย่อยออกมา เพื่อช่วยย่อยแป้งให้ดูดกินได้ง่ายขึ้น นอกจากทำให้เมล็ดในรวงลีบหรือไม่สมบูรณ์แล้ว ยังทำให้เมล็ดมีรอยเปื้อนหรือรอยตำหนิ ซึ่งเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นปะปนกับแป้งในเมล็ด คุณภาพเมล็ดเสื่อม และเพลี้ยอ่อนดำหญ้า (*Hysterneura setariae*) พบอาศัยดูดกินน้ำเลี้ยงที่ยอดอ่อน ใบก้านรวง และที่รวง ถ้าระบาดมาก ๆ ทำให้ส่วนที่ถูกดูดกินแสดงอาการช้ำ ส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไปเหี่ยว หากระบาดก่อนออกรวง ข้าวสาลีมีใบเหลือง ฟุบตาย ถ้าดูดกินที่ก้านรวงทำให้ก้านรวงอ่อนหรือหักพับห้อยลงมา เมล็ดในรวงไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ สารที่เพลี้ยอ่อนขับถ่ายออกมายังทำให้เกิดเชื้อราดำติดที่ส่วนต่าง ๆ บริเวณที่เพลี้ยอ่อนทำลายการสังเคราะห์แสงของใบลดลง (สารานุกรมไทย, 2536) (ภาพที่ 11)

ภาพที่ 11 หนอนกระทู้คอรวง (ก) กัดกินใบต้นกล้าและลำต้น และมวนเขียวข้าว (ข) แมลงศัตรูข้าวสาลีอีกชนิดหนึ่ง

ที่มา: สารานุกรมไทย (2536)

5. การเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวสาลี พร้อมเก็บเกี่ยวได้ภายใน 30-45 วันหลังจากออกรวง หรือประมาณ 85-120 วัน แตกต่างกันตามสายพันธุ์/พันธุ์ ซึ่งเป็นระยะที่ลำต้นและรวงมีลักษณะแห้ง ปลายรวงแห้งสีเหลือง ข้อที่ลำต้นทั้งหมดเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เมล็ดแข็ง เมล็ดเปราะ (ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง, 2559) ในบางพื้นที่ที่มีพื้นที่ขนาดเล็ก เก็บเกี่ยวโดยใช้เคียวตัดลำต้นด้วยแรงงานคน มัดเป็นกำ (ภาพที่ 12) วางข้าวสาลีพิงกัน โดยให้รวงอยู่ด้านบน กองหนึ่งมีข้าวสาลีประมาณ 12-15 กำ ควรวางกองให้อยู่เป็นกลุ่มใหญ่ ๆ เพื่อความสะดวกในการดูแล ตากแดดไว้ประมาณ 3-5 วัน หรือในบางพื้นที่สามารถใช้เครื่องจักรได้อาจใช้เครื่องเกี่ยวแบบวางรายขนาดเล็ก ให้ประยุกต์ใช้เครื่องตัดหญ้าตัด วางราย ได้เช่นเดียวกัน (สารานุกรมไทย, 2536)

ภาพที่ 12 การเก็บเกี่ยวข้าวสาลี มัดเป็นกำ แล้วนำไปแตกแดด

ที่มา: สารานุกรมไทย (2536)

การนวดข้าวสาลี เมื่อตากแดดแล้วจึงนวด วิธีนวดคือ ฟาดกำข้าวสาลีกับกระบุงขนาดใหญ่ ที่มีใช้กันอยู่ทางภาคเหนือ ใช้ไม้ตีกำข้าวที่วางอยู่บนพื้น หรือใช้สัตว์ย่ำ หรือทำยกพื้นขึ้นมา วางกำข้าวสาลีบนยางรถยนต์ แล้วใช้ไม้ตี หรือนวดด้วยเครื่อง เมื่อนวดแล้ว เมล็ดกับเปลือกหลุดออกจากกัน ต่อจากนั้น ใช้กระด้งฝัดเมล็ดให้สะอาด จากนั้นต้องนำเมล็ดไปตากแดดอีกครั้ง ให้เกลี่ยเมล็ดข้าวสารบนพื้นลาด ตากในวันที่มีแดดจัด อุณหภูมิของเมล็ดบนลานควรต้องขึ้นสูงประมาณ 50-52 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง ลดความชื้นของเมล็ดให้ต่ำกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ (ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง, 2559)

การเก็บรักษาเมล็ดข้าวสาลี โดยนำเมล็ดเก็บในถังพลาสติกหรือถังเหล็ก ซึ่งไม่มีอากาศถ่ายเท ควรเป็นยุ้งคอนกรีต ฉาบตัวยุ้งและคลุมกองเมล็ดด้วยวัสดุกันความชื้นและเป็นตัวฉนวนถ่ายเทความร้อน เพราะอุณหภูมิของเมล็ดที่เก็บไว้ในสัปดาห์แรกไม่ควรต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส ถ้าเป็นถังที่มีฝา

บนเปิด ให้โรยขี้เถ้ากลบเมล็ดที่ปากถัง และใช้ผ้าพลาสติกคลุมปากถัง ก่อนปิดฝาถัง เพื่อป้องกันไม่ให้มอดเข้าทำลาย ห้ามมิให้เก็บข้าวสาลีในกระสอบ หรือกองไว้ในโรงเก็บข้าว (เป็นแหล่งที่อยู่ของมอด) หลังจากเก็บรักษาเมล็ดไว้ได้เป็นเวลา 2 เดือน ให้ตรวจสอบเมล็ดว่า มีมอดเข้าทำลายหรือไม่ โดยใช้มือคลุกเคล้าเมล็ด แล้วรอดูผลสักครูหนึ่ง ถ้ามีมอดปรากฏขึ้นมา ให้นำเอาเมล็ดออกตากแดด ทำความสะอาดเมล็ดใหม่ เพื่อขจัดไข่ของมอดและเศษต่าง ๆ ที่เป็นอาหาร ก่อนนำเมล็ดที่ตากแดดแล้วเข้ารักษาไว้ในโรงเก็บ (สารานุกรมไทย, 2536)

ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง (2559) ได้รายงานว่า ปัญหาสำคัญในช่วงเก็บรักษาข้าวสาลี คือ ความเสียหายจากมอดในโรงเก็บ มอดเหล่านี้เข้าทำลายความเสียหายต่อเมล็ดข้าวสาลีได้ง่าย เพราะเมล็ดข้าวสาลีไม่มีเปลือกแข็งห่อหุ้ม โดยมอดที่พบมาก ได้แก่ มอดข้าวสาร หรือ ด้วงงวงข้าว (*Rice weevil - Sitophilus oryzae* L.) โดยมีลักษณะลำตัวสีน้ำตาลแก่ จนถึงสีดำ ลำตัวยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร ส่วนหัวเรียวแหลมยาวออกมา ลักษณะคล้ายงวง แมลงชนิดนี้กัดกินเมล็ด จนเป็นดักแด้ เจาะเมล็ดออกมา เมื่อเป็นตัวแก่ ดังนั้น เมล็ดข้าวสาลีที่ถูกแมลงนี้ทำลาย จึงเป็นรูและข้างในเป็นโพรงใช้ประโยชน์ไม่ได้ มอดข้าวเปลือก หรือ มอดหัวป้อม (*Lesser grain borer - Phyzopertha dominica* F.) มีลักษณะลำตัวสีน้ำตาลแก่ ตัวกลมป้อม และหัวสั้น ลำตัวยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร ทำลายข้าวเปลือก ข้าวสาร ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลีและแป้งด้วย ตัวเมียวางไข่ได้มากกว่าร้อยฟองบนผิวเมล็ด ตัวหนอนอาศัยกินอยู่ในเมล็ด จนกลายเป็นตัวแก่ จึงเจาะรูออกมา ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 เดือน ตัวแก่ยังแทะเล็มเมล็ดให้เป็นรอย หรือเป็นรูด้วย และยังขับถ่ายสิ่งสกปรกออกมา มอนแป้ง มี 2 ชนิด คือ Red flour beetle (*Tribolium castancum Hbst.*) และ Confused flour beetle (*Tribolium confusum Duv.*) เป็นมอดสีน้ำตาลปนแดง ขนาดลำตัวยาวประมาณ 2.5-4.5 มิลลิเมตร ลำตัวค่อนข้างแบนชอบทำลายเมล็ดที่ถูกมอดข้าวสาร หรือมอดข้าวเปลือกกัดกินไปแล้ว และมอดฟันเลื่อย (*Saw-toothed grain beetle Oryzaephilus surinamensis* L.) โดยมอดชนิดนี้มีสีน้ำตาลแดง ลำตัวยาวประมาณ 2.5-3.0 มิลลิเมตร ชอบทำลายเมล็ดข้าวสาลีที่ถูกมอดข้าวสาร หรือมอดข้าวเปลือกกัดกินไปแล้ว พบมากในโรงยุ้งที่สกปรกและอบ ทำลายเมล็ดธัญพืชได้หลายชนิด

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวสาลี

ลักษณะคุณภาพของข้าวสาลีสามารถเปลี่ยนแปลง เนื่องจากสภาพแวดล้อม และการจัดการ โดยปัญหาจากสภาพแวดล้อม เช่น สภาพอากาศ และลักษณะดิน เป็นต้น สำหรับการจัดการเป็นวิธีการสามารถควบคุมหรือจัดการปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของข้าวสาลีได้ เช่น การใช้ปุ๋ย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก มีผลต่อปริมาณผลผลิตต่อไร่ โดยการใส่ปุ๋ยบำรุงดินให้มีแร่ธาตุไนโตรเจนนี้อย่างเหมาะสมในขณะที่ข้าวสาลีเข้ามาเจริญเติบโต มีผลโดยตรงต่อปริมาณเมล็ดของข้าวสาลีให้มีมากขึ้น และหากใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอีกในระยะที่กำลังเจริญเติบโตเต็มที่มีผลให้

ปริมาณโปรตีนในเมล็ดสูงขึ้น แต่หากช่วงเวลาในการใส่ปุ๋ยไม่เหมาะสม อาจให้ผลในทางตรงข้ามคือผลผลิตต่ำ และเมล็ดลีบได้ โรคและแมลง เป็นปัจจัยที่ต้องป้องกันและกำจัดเพื่อไม่ให้ทำลายคุณภาพและปริมาณของข้าวสาลีที่ปลูกได้ เช่น โรคราสนิมที่ใบซึ่งเกิดจากเชื้อรา เนื่องจากสปอร์ของเชื้อรานี้ปลิวมาตามอากาศเข้าทำลายที่ใบ ตั้งแต่ระยะเจริญแตกกอจนถึงระยะใกล้เก็บเกี่ยว พบเป็นจุดสีน้ำตาลแดงที่ด้านบนของใบ นอกจากนี้ยังอาจเกิดที่ลำต้น เรียกว่า โรคราสนิมที่ต้น เกิดจากเชื้อราซึ่งมีผลทำให้ต้นอ่อนแอตายไปหรือให้ผลผลิตต่ำ และยังมีแมลงศัตรูพืช ได้แก่ เพลี้ยอ่อน เป็นต้น ในช่วงเจริญเติบโตของข้าวสาลีระยะแตกกอ ยืดข้อปล้อง และระยะออกรวง ทำให้ข้าวสาลีเสียหายตายหรือผลผลิตลดลง และวัชพืชมีส่วนทำให้ข้าวสาลีเจริญงอกงามไม่เต็มที่ เนื่องจากแย่งน้ำและอาหารได้ จึงจำเป็นต้องควบคุมและกำจัดวัชพืชอย่างสม่ำเสมอ (บริบูรณ์, 2529) รวมทั้งการเก็บเกี่ยวข้าวสาลี โดยข้าวสาลีที่มีคุณภาพในการสกัดให้ได้แป้งมากนั้น ต้องเป็นข้าวสาลีที่สุกแก่เต็มที่และมีเนื้อในเมล็ดสมบูรณ์มีขนาดเมล็ดพอเหมาะไม่เล็ก อย่างไรก็ตามในการเก็บเกี่ยวข้าวสาลีให้มีคุณภาพดีนั้น ต้องคำนึงถึงปัจจัย การพักตัวของเมล็ด (Dormancy) ถึงแม้ข้าวสาลีสุกแก่เต็มที่แล้ว ข้าวสาลีนี้ยังไม่แก่พอที่นำไปปลูกใหม่ได้ทันทีจำเป็นต้องทิ้งเมล็ดที่สุกแก่นี้ไว้ระยะหนึ่ง เรียกว่า ระยะพักตัว ซึ่งระยะนี้ข้าวสาลีไม่เกิดกระบวนการงอกขึ้น ระยะพักตัวนี้มีผลในการปรับสภาพของเอนไซม์ในเมล็ด รวมทั้งลักษณะสีของเปลือกด้วย การงอกของเมล็ด (Sprouting) เมล็ดข้าวสาลีงอกได้หลังจากพ้นสภาพการพักตัว และอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม เช่น ในสภาวะที่อากาศร้อนแห้ง ในขณะที่เมล็ดข้าวสาลีสุกแก่เต็มที่ช่วยให้เมล็ดแก่เร็วขึ้นหลังจากเก็บเกี่ยว หากมีฝนตกในระยะต่อมามีผลให้เมล็ดงอกได้เร็วกว่าสภาวะอากาศที่ชื้นแต่เย็นในขณะเก็บเกี่ยว และเมล็ดข้าวสาลีที่งอกไม่เหมาะสมในการนำไปโม่ให้ได้แป้งสาลีที่มีคุณภาพดี เนื่องจากข้าวสาลีที่งอกมีปริมาณเอนไซม์สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลส ซึ่งถ้ามีมากมีผลทำให้แป้งมีคุณภาพต่ำในการทำขนมปังและผลิตภัณฑ์ขนมอบอื่น ๆ (พัธกุล, 2529) สำหรับวิธีการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องทำให้ผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น หากใช้เครื่องควรหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดความเสียหาย เนื่องจากเครื่องจักรโดยการจัดตั้งและตรวจสอบการทำงานของเครื่องก่อนใช้เสมอ นอกจากนี้ยังจำเป็นที่ต้องเก็บเกี่ยวข้าวสาลีในขณะที่มีความชื้นเหมาะสม ขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บ เช่น หากเก็บเกี่ยวด้วยมือควรเกี่ยวข้าวสาลีขณะมีความชื้นประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ หากใช้เครื่องในการเก็บเกี่ยวควรมีความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ และควรตากข้าวสาลีให้แห้งมีความชื้นไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์ ก่อนที่นำไปทำการเก็บรักษาเพื่อรอการจำหน่าย ทั้งนี้เป็นการป้องกันการเกิดโรคจากเชื้อรา และในการตากข้าวสาลีไม่ควรใช้ความร้อนสูงหรือตากนานเกินไปทำให้ความร้อนทำลายคุณภาพของโปรตีนในแป้งผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่ปกติ (ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง, 2559) โดยการควบคุมและป้องกันมิให้คุณภาพของเมล็ดข้าวสาลีเปลี่ยนแปลงในขณะเก็บรักษาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อให้ขายข้าวสาลีได้ในราคาสูง ดังนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยของการหายใจในของเมล็ด เมล็ดข้าวสาลีเป็นสิ่งมีชีวิตจึงมีการหายใจอยู่ตลอดเวลาตามธรรมชาติ แต่ในสภาวะที่มีความชื้นในเมล็ดประมาณ 14

เปอร์เซ็นต์ และมีสภาพอากาศเย็นที่ 20 องศาเซลเซียส เมล็ดหายใจช้าลงมาก หากอุณภูมิและความชื้นสูงขึ้นทำให้การหายใจของเมล็ดเร็วขึ้น ในกระบวนการหายใจของเมล็ดนั้น เกิดจากความร้อนที่สะสมภายในเมล็ด เนื่องจากข้าวสาลีมีเปลือกหุ้มที่ระบายความร้อนได้ไม่ดี ในขณะเดียวกันมีการมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำเกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลให้น้ำหนักของเมล็ดลดลง ไอน้ำกับความร้อนที่เกิดขึ้นสะสมในถุงบรรจุเมล็ดข้าวสาลีหรือไซโลทำให้เป็นหยดน้ำ เมล็ดจับตัวกันเป็นก้อน ก่อให้เกิดเชื้อรา แบคทีเรีย สารพิษ ได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อข้าวสาลีมีความชื้นระหว่าง 16 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ หากมีอุณหภูมิ 12-29 องศาเซลเซียส ยังมีแมลงเข้าทำลายเมล็ดได้อีกด้วย ปริมาณความชื้นของเมล็ดในขณะเก็บรักษา ในสภาพไซโลที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ สามารถเก็บข้าวสาลีที่มีความชื้น 17 เปอร์เซ็นต์ ได้ 4 สัปดาห์ แต่ข้าวสาลีมีความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ เก็บได้ 6 เดือนในไซโลหรือในภาชนะที่ไม่มีอากาศถ่ายเท และจำเป็นต้องมีการกลับข้าวสาลีในภาชนะหรือในไซโลเป็นประจำ เพื่อเป็นการระบายความร้อนที่สะสม เนื่องจากการหายใจของเมล็ดข้าวสาลี และป้องกันไม่ให้ความร้อนที่เกิดขึ้นไปทำลายคุณภาพของเมล็ด สภาพการเก็บภาษีที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดแมลงและเชื้อรา ควรเก็บในสภาพที่ไม่มีอากาศถ่ายเทหรือภายใต้สภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือไนโตรเจนในไซโล ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อราและแมลงต่าง ๆ หากเมล็ดมีความชื้นสูง ต้องระมัดระวังในการตากเมล็ด โดยป้องกันไม่ให้อุณหภูมิสูงในเวลาสั้นจนเกินไป เนื่องจากความร้อนสูงทำลายโปรตีนที่มีอยู่ในเมล็ด และเป็นผลให้ลักษณะของขนมอบที่ได้ไม่ปกติ นอกจากนี้ความร้อนยังทำลายความสามารถในการงอกของเมล็ดอีกด้วย หากให้ความร้อนแก่เมล็ดข้าวสาลี ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงอุณภูมิ 70-85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 นาที มีผลทำให้คุณสมบัติของกลูเต้นเปลี่ยนไป และหากใช้ความร้อนประมาณ 64-72 องศาเซลเซียสทำให้เมล็ดสูญเสียความงอกได้ ดังนั้นในขั้นตอนการตากเมล็ดข้าวสาลีให้แห้งนั้น ไม่ควรใช้ลมร้อนที่อุณภูมิสูงกว่า 66 องศาเซลเซียส หรือทำให้ภายในเมล็ดข้าวสาลีมีความร้อนเกิน 60 องศาเซลเซียส และการป้องกันแมลงทำลายข้าวสาลีขณะเก็บรักษา ต้องหาวิธีป้องกันแมลงทำลายข้าวสาลีขณะเก็บรักษาด้วยการทำความสะอาดสถานที่เก็บ ทำความสะอาดข้าวสาลี ควบคุมความชื้นให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากแมลง เชื้อรา และแบคทีเรียเจริญเติบโตภายใต้เปลือกของเมล็ด โดยฟักตัวที่อุณหภูมิต่ำและเจริญเติบโตรวดเร็วในสถานที่เมล็ดมีความชื้นสูง (อรอนงค์, 2540) เป็นต้น

คุณภาพของเมล็ดข้าวสาลีสำหรับแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ขนมปัง

คุณภาพของเมล็ดข้าวสาลี ต้องมีลักษณะที่ดี เหมาะสม เป็นที่ยอมรับของกลุ่มชน ซึ่งคุณภาพของข้าวสาลีนี้ รวมหมายถึง คุณภาพของแป้งตามความต้องการที่เหมาะสมในการทำเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดที่ต้องการ มีลักษณะผลิตภัณฑ์ดีตรงตามความต้องการของผู้บริโภคอย่างสม่ำเสมอ เช่น เมื่อใช้แป้งสาลีชนิดขนมปัง นำไปทำขนมปังได้ดีสม่ำเสมอเป็นที่พอใจของผู้บริโภค สามารถพิจารณาจาก

ปริมาณความชื้น เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อคุณภาพในการเก็บรักษาเมล็ด น้ำหนัก และราคาซื้อขาย เมล็ดข้าวสาลีที่แห้ง ลักษณะเมล็ดสมบูรณ์เก็บได้นานกว่าเมล็ดที่เปียก ชื้น และมีรอยเสื่อมเสีย อย่างไรก็ตามไม่สามารถกำหนดปริมาณความชื้นของเมล็ดได้แน่นอน เนื่องจากปัจจัยอื่นมีผลเกี่ยวข้อง เช่น สภาพความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ อุณหภูมิของอากาศ ลักษณะไซโลที่เก็บรักษา สภาพของเมล็ดตามมาตรฐานของประเทศสารัฐอเมริกานั้น เป็นข้าวสาลีที่มีความชื้นเกินกว่า 13.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นข้าวสาลีในลำดับที่เรียกว่าเหนียวแข็งไม่เหมาะในการเก็บรักษา ความชื้นที่เหมาะสมในการเก็บรักษาต้องต่ำกว่า 13.5 เปอร์เซ็นต์ หากเก็บเมล็ดข้าวสาลีไว้นานในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง ปริมาณความชื้นในเมล็ดควรต่ำถึง 10 เปอร์เซ็นต์ หรือน้อยกว่า แต่หากความชื้นต่ำเกินไปมีผลต่อเมล็ดได้ โดยมีผลทำให้เมล็ดแตกง่ายเมื่อนำไปโม่ทำให้สกัดแป้งได้น้อย นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความยุ่งยากในการปรับความชื้นภายในเมล็ดให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ สำหรับการโม่ข้าวสาลีนั้นอีกด้วย โดยส่งผลต่อปริมาณเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลส ถ้าเกิดฝนตกหลังจากเมล็ดเจริญเติบโตเต็มที่อากาศชื้นขณะเก็บเกี่ยวหรือทิ้งเมล็ดที่เก็บเกี่ยวในที่ชื้นมีผลทำให้เมล็ดมีความงอก ซึ่งอาจสามารถสังเกตเห็นได้จากลักษณะภายนอกของเมล็ด เมื่อเมล็ดงอกมีเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลสเกิดขึ้นมากในเมล็ด ทำให้คุณภาพของแป้งที่โม่จากข้าวสาลีงอกนี้ต่างไป จากปกติโดยทั่วไปจำเป็นต้องควบคุมปริมาณเอนไซม์ในแป้งให้มีค่าเหมาะสมในการนำแป้งไปทำเป็นขนมปัง หากมีน้อยเกินไปจำเป็นต้องเติมให้พอดี แต่ถ้ามีปริมาณมากในข้าวสาลีงอกอาจทำให้คุณภาพของแป้งลดต่ำลง ปริมาณความเป็นกรดของไขมัน (Fat acidity) เมื่อนำข้าวสาลีมาเก็บรักษาไว้ในไซโลหรือสถานที่เก็บอื่น ๆ เป็นเวลานานทำให้องค์ประกอบทางเคมีภายในข้าวสาลีเปลี่ยนแปลงไป ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับสภาพการเก็บรักษา หากอุณหภูมิต่ำและมีความชื้นต่ำเกิดการเปลี่ยนแปลงช้ากว่า โดยองค์ประกอบทางเคมีในส่วนที่เป็นไขมันเปลี่ยนแปลง โดยเอนไซม์ลิเพสย่อยไขมันให้เป็นกรดไขมันอิสระ ซึ่งแสดงถึงการเสื่อมเสียของเมล็ดขนาดเก็บรักษา ถึงแม้ว่าลักษณะภายนอกอาจปกติ แต่เมื่อนำข้าวสาลีนี้ไปโม่เป็นแป้งทำให้ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ได้ไม่นานมีคุณภาพไม่ปกติ

นอกจากนี้องค์ประกอบทางเคมีเป็นส่วนสำคัญของการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ขนมปัง เช่น โปรตีน ประกอบด้วย 1) ปริมาณโปรตีนข้าวสาลีแต่ละชนิดแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณโปรตีนต่างกันมากระหว่าง 6-20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีผลจากสภาพการปลูก การเตรียมดิน การดูแล และสภาพพูมิอากาศในขณะปลูก ตัวอย่างเช่น หากมีฝนตกหนักในระยะสะสมแป้งภายในเมล็ดข้าวสาลีมีผลทำให้มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดลดลง ตรงกันข้ามเมื่อสภาพอากาศแห้งแล้งในระยะสะสมแป้งทำให้ในเมล็ดข้าวสาลีมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น นอกจากนี้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดอาจมีผลมาจากปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในดิน รวมทั้งปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนหรือยูเรีย โดยหากดินมีไนโตรเจนสูงหรือใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหรือยูเรียในระยะสะสมแป้งทำให้ในเมล็ดข้าวสาลีมีโปรตีนสูงตามไปด้วย ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวสาลีที่แตกต่างกันนี้ มีผลทำให้แป้งสาลีที่มีคุณสมบัติในการทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต่างกัน กล่าวคือ แป้งสาลีที่ใช้

ทำขนมปังควรมีโปรตีนสูงกว่า 11 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ซึ่งหมายความว่า ต้องบดมาจากข้าวสาลีที่มีโปรตีนประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ส่วนผลิตภัณฑ์อื่นได้จากข้าวสาลีที่มีปริมาณโปรตีนต่างกันไป (Pomeranz, 1978) (ตารางที่ 3) ในการซื้อขายข้าวสาลีของประเทศสหรัฐอเมริกา มีการให้ราคาพรีเมียม สำหรับข้าวสาลีที่มีโปรตีนสูงตามความต้องการ เนื่องจากข้าวสาลีชนิดนี้เป็นที่ต้องการของตลาดผู้ซื้อ เพื่อนำไปใช้โดยตรง หรือผสมกับข้าวสาลีปริมาณโปรตีนต่ำที่ปลูกได้ในประเทศ และ 2) คุณภาพของโปรตีน หมายถึง ลักษณะทางกายภาพของกลูเตนโปรตีนที่ยืดหยุ่นได้ดี ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของไกลอะดิน (Gliadin) และกลูเตนิน (Glutenin) เมื่อนวดแป้งกับน้ำ เป็นลักษณะเฉพาะของแป้งสาลีที่ต่างจากแป้งอื่น ๆ ทำให้แป้งสาลีทำขนมปังได้ดีที่สุด ในขณะที่แปลงอื่นทำไม่ได้ หรือทำไม่ดีเท่า คุณภาพของโปรตีนข้าวสาลีนี้เป็นลักษณะทางพันธุกรรมมากกว่าที่เป็นผลจากสภาพแวดล้อม จากการทดลองพบว่า หากสภาพอากาศในระยะสะสมแป้งของเมล็ดข้าวสาลีมีความร้อนสูง และความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศต่ำ มีผลทำให้คุณภาพของกลูเตนไม่ดี และไม่สม่ำเสมอ ซึ่งอิทธิพลของพันธุกรรมมีผลโดยตรงต่อปริมาณกลูเตน หากมีมากเป็นข้าวสาลีชนิดที่ให้ Dough แข็งแรง (Strength) เช่น ข้าวสาลีชนิด Hard Red Spring Wheat เป็นข้าวสาลีชนิดที่ให้กูลเตนน้อย (Medium) ได้แก่ Hard Red Winter Wheat และ Soft Red Winter Wheat ส่วนข้าวสาลีชนิด White Club และชนิดอ่อน (Soft) ให้โดที่มีกลูเตนน้อยและอ่อนแอ (Weak) วิธีการทดสอบการตกตะกอน (Sedimentation test) ทำโดยการบดข้าวสาลีทั้งเมล็ดอย่างหยาบและร่องแยกเปลือกออกให้มากที่สุด นำแป้งผสมกับสารละลายกรดแล็กทิกในขวดปริมาตรทรงกระบอกเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที อ่านค่าปริมาตรของแป้งที่ตกตะกอนเป็นค่า Sedimentation value โดยอ่านได้ตั้งแต่ 3 แสดงว่าแป้งอ่อนแอมากจนถึง 70 แสดงว่าแป้งแข็งแรงมาก (Finnie and Atwell, 2016) (ตารางที่ 4) และปริมาณเส้นใยหยาบและเถ้า ค่าทั้งสองนี้มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณเปลือกของข้าวสาลี ซึ่งมีผลในการประเมินปริมาณการสกัดแป้ง หากเมล็ดข้าวสาลีเล็กและลีบ มีปริมาณเปลือกมากทำให้วัดค่าเส้นใหญ่หยาบและเถ้าได้สูง แสดงว่าได้แป้งจากข้าวสาลีนี้น้อยกว่า ข้าวสาลีเมล็ดเต็ม ใหญ่ และสมบูรณ์ (อรอนงค์, 2540)

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ของปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวสาลีกับชนิดของผลิตภัณฑ์

ชนิดผลิตภัณฑ์	ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวสาลี (%) ที่ความชื้น 14 %
ผลิตภัณฑ์มะกะโรนี	13 หรือมากกว่า
ขนมปังชนิดแข็ง (Hearth และ Hard rlls)	13-14
ขนมปังแถว (Pan bread)	12-13
แครกเกอร์	10-11
บิสกิต	8.5-10.5
เค้ก	9-9.5
เปลือกพาย (Pie crust)	8-10
คุกกี้	8-9

ที่มา : Pomeranz (1978)

ตารางที่ 4 ค่าการตกตะกอนโดยทั่วไปสำหรับแป้งชนิดต่าง ๆ

แป้ง	ค่าการตกตะกอน (มล.)	โปรตีน (%)	ลักษณะโดของแป้ง
Soft wheat	10–15	6.0–9.0	อ่อน
Hard/soft blends	15–25	9.0–10.0	ปานกลาง
Hard wheat	45–65	11.0–14.0	แข็ง

ที่มา: Finnie and Atwell (2016)

ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

ข้าวสาลีที่ปลูกในประเทศไทยเป็นข้าวสาลีชนิดปลูกต้นฤดูใบไม้ผลิ (Spring wheat) ที่นำมาจากต่างประเทศ จึงต้องปลูกต้นฤดูหนาวหรือหลังเก็บเกี่ยวข้าวนาปีทั้งหมด ข้าวสาลีที่ถูกคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย มีทั้งชนิดใช้แป้งทำขนมปัง (Bread wheat) และชนิดใช้แป้งทำมักกะโรนี (Durum wheat) แต่ข้าวสาลีพันธุ์รับรองที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นข้าวสาลีชนิดใช้แป้งทำขนมปังทั้งหมด สามารถปลูกได้ทั้งสภาพไร่และสภาพนาอาศัยน้ำชลประทาน โดยพันธุ์ที่ส่งเสริมแก่เกษตรกร มีจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สะเมิง 1 สะเมิง 2 แพร่ 60 ฝาง 60 อินทรี 1 และอินทรี 2 และการให้ผลผลิตยังมี

ความแปรปรวนสูงขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ (Hobbs and Peter, 1990) แต่พันธุ์ที่เกษตรกรปลูกมีอยู่เพียงพันธุ์เดียวคือ ฝาง 60 ซึ่งหน่วยงานของกองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ได้มีการทำการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวสาลีกับหน่วยงานต่าง ๆ เช่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เป็นต้น

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516-2517 ประเทศไทยได้มีการนำเข้าแหล่งพันธุกรรมข้าวสาลีจากศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ (CIMMYT) ประเทศเม็กซิโก ทำการปรับปรุงพันธุ์ข้าวสาลีจากสายพันธุ์ที่เกิดจากการผสมซ้อนของ Pitic62/Frondosa/// Pitic62/Mazoe//Mexipak ครั้งแรกที่สถานีทดลองพืชสวนฝาง จากนั้นทำการศึกษาพันธุ์และการเปรียบเทียบผลผลิตในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างปี พ.ศ.2528-2529 ทำให้ได้ข้าวสาลีสายพันธุ์ FNBW8301-5-5 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 เป็นข้าวสาลีที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ภายในประเทศที่สถานีทดลองพืชสวนฝาง ในปี พ.ศ. 2526 โดยข้าวสาลีสายพันธุ์ FNBW8301-5-5 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวสาลีสายพันธุ์ KP1 กับ S-18-470 และ FNBW8310- 1-SMG-1-1-1 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวสาลีสายพันธุ์ FNBWS#27 กับ FNBWS#1510 (สุธีรา และคณะ, 2554)

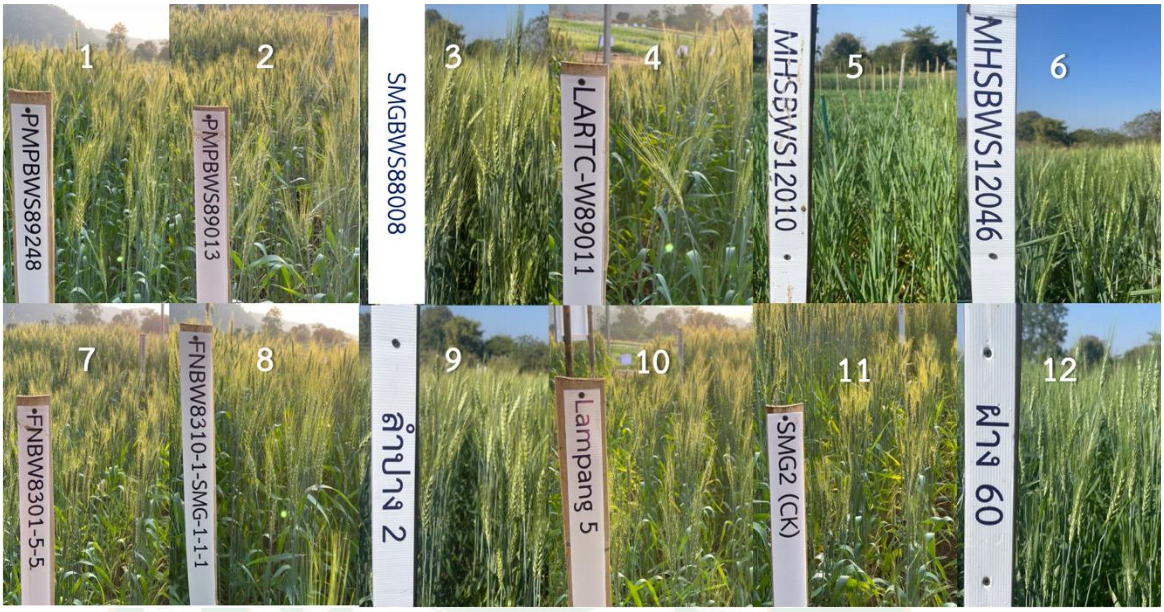
ปี พ.ศ. 2528-2538 สายพันธุ์ LARTC-W89011, Lampang 2 และ Lampang 5 ได้จากการคัดเลือกข้าวสาลีที่มีลักษณะดีเด่นจากชุดงานทดลองที่ได้รับจากศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ (CIMMYT) ที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมเกษตรลำปาง และข้าวสาลีสายพันธุ์ (ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง, 2559)

ปี พ.ศ. 2531-2532 ได้คัดเลือกข้าวสาลีสายพันธุ์ SMGBWS88008 PMPBWS89248 และ PMPBWS89013 ที่ได้จากการคัดเลือกข้าวสาลีที่มีลักษณะดีเด่นจากชุดงานทดลองที่ได้รับจากศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ (CIMMYT) ทำการคัดเลือก ณ สถานีทดลองข้าวไร่และธัญพืชเมืองหนาวสะเมิงและปางมะผ้า (ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง, 2559)

และในปี พ.ศ. 2555-2559 ได้จากการคัดเลือกข้าวสาลีที่มีลักษณะดีเด่นจากชุดงานทดลองที่ได้รับจากศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ (CIMMYT) ณ ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน เป็นสายพันธุ์ MHSBWS12010 และ MHSBWS12046 (ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง, 2559)

อย่างไรก็ตามการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ได้นำข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นจากงานวิจัยในอดีตที่เคยได้คัดเลือก ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ของกรมการข้าว โดยการศึกษาพันธุ์และเปรียบเทียบผลผลิตประกอบด้วย 1) การศึกษาพันธุ์ขั้นต้น 2) การศึกษาพันธุ์ขั้นสูง 3) การเปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานี 4) การเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสถานี และ 5) การทดสอบพันธุ์ในนาราษฎร์หรือแปลงปลูกของเกษตรกร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 – 2559 ได้เลือกสายพันธุ์ PMPBWS89248, PMPBWS89013, MHSBWS12010 และ MHSBWS12046 ทั้ง 4 สายพันธุ์ ให้ผลผลิตสูง อีกทั้งสายพันธุ์ MHSBWS12010 และ MHSBWS12046 มีจุดเด่นในการใช้แปรรูปเป็นน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี

ซึ่งได้คัดเลือกจากศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน จังหวัดแม่ฮ่องสอน สายพันธุ์ SMGBWS88008 ให้ผลผลิตสูงและมีคุณสมบัติใช้เป็นแป้งขนมปังคุณภาพดี และสายพันธุ์ FNBW8301-5-5 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ได้คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทยให้ได้ผลผลิตสูง จากศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ สายพันธุ์ LARTC-W89011, Lampang 2 และ Lampang 5 ให้ผลผลิตสูงและค่อนข้างทนร้อน จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

ข้อจำกัดในการผลิตข้าวสาลีในประเทศไทย

การปลูกข้าวสาลีในประเทศไทยนั้นมีระดับของผลผลิตที่ต่ำ เนื่องจากข้าวสาลีไม่ใช่พืชพื้นถิ่นของไทย โดยทั่วไปแล้วมีการปลูกมากในประเทศที่อยู่ในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว จึงเป็นข้อจำกัดที่ควรพิจารณาและปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิต ได้แก่ 1) อุณหภูมิ มีผลต่อปัจจัยการถ่ายเทสารสังเคราะห์ในกระบวนสังเคราะห์แสงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสาลี โดย Duncan et al. (1978) ให้ความหมายของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ว่า เป็นการเคลื่อนย้ายสารที่พืชสังเคราะห์ขึ้นมาแล้วถ่ายเทไปสู่ส่วนเจริญเติบโต และส่วนที่สร้างเป็นผลผลิตข้าวสาลีมีการผลิตสารสังเคราะห์หรือน้ำหนักแห้งได้ถึง 25 - 40 มิลลิกรัม CO_2 ต่อตารางกิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 - 25 องศาเซลเซียส และการถ่ายเทสารสังเคราะห์ดังกล่าวไปส่วนใดของข้าวสาลีนั้น ขึ้นอยู่กับระยะการพัฒนาการเจริญเติบโต ช่วงแรกมีการสะสมที่ใบและราก ต้องมาเปลี่ยนไปที่ลำต้น รวง และเมล็ดตามลำดับ (Fischer, 1985) Rawson and Hofstra (1969) เสริมว่า ใบธงเป็นแหล่งถ่ายเทสาร

สังเคราะห์ที่สำคัญในช่วงการสะสมน้ำหนักเมล็ด Fischer (1985) พบว่า ถ้าหากข้าวสาลีสามารถสร้างสารสังเคราะห์ได้ถึง 600 – 800 กรัมของน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร ในระยะ Anthesis แล้ว ทำให้ได้ผลผลิตสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามในสภาพแปลงไร่นาของเกษตรกรนั้น การเจริญเติบโตและการถ่ายเทสารสังเคราะห์ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวน จึงทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งเมล็ดต่ำลง อีกทั้งในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ข้าวสาลีสามารถถ่ายเทน้ำหนักแห้งที่สะสมไว้ก่อนระยะ anthesis ไปสู่เมล็ดได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักเมล็ดทั้งหมด การเจริญเติบโตของพืชนั้นสามารถเขียนออกมาเป็น Mathematical Model ได้โดยที่รูปแบบของการเจริญของพืชเป็นรูปตัว S หรือ S-shaped curve (Milthrope and Moorby, 1974) เป็นการเจริญเติบโตที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงแรกและค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ ในช่วงหลังเมื่อมีการเติมเติมและสะสมเมล็ดสมบูรณ์และคงที่ และความแตกต่างระหว่างจุดภายในเส้นกราฟในช่วงเป็น Linear growth phase นั้นสามารถนำมาคำนวณหาค่าของ Crop Growth Rate (CGR) ได้ หลักการนี้ใช้ในการวิเคราะห์หาอัตราการเจริญเติบโตของพืช (Growth analysis) โดยทั่วไปพืชมีการสะสมน้ำหนักแห้งที่ส่วนเจริญเติบโตมาก พืชชนิดนั้นมักมีอัตราการเจริญเติบโตสูง และในขณะเดียวกัน ในกรณีที่พืชมีน้ำหนักเมล็ดน้อย อาจมีการถ่ายเทสารสังเคราะห์เข้าสู่ส่วนเจริญเติบโตมากเกินไป ทำให้การถ่ายเทสารสังเคราะห์ที่เหลืออยู่สู่เมล็ดลดน้อยลง (Duncan et al., 1978; จักรี, 2528) Fischer and Kohn (1966) รายงานว่า ในข้าวสาลีขณะมี Leaf Area Index (LAI) น้อยกว่า 2 อัตราการสังเคราะห์แสงมีการตอบสนองต่อแสงเป็นเส้นตรง และมีค่าสูงถึง 7 กรัม CO_2 ต่อตารางกิโลเมตรต่อชั่วโมง และค่า CGR เพิ่มขึ้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ ถ้าความสูงของทรงพุ่มเพิ่มสูงขึ้น 1 เซนติเมตร นอกจากนี้ถึงแม้ว่า LAI = 8.12 ซึ่งเกินค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด (LAI_m) แต่อัตราการสังเคราะห์แสงยังไม่ลดลงยกเว้นในสภาพที่มีประชากรต่อพื้นที่สูงเกินไป และหรือได้รับแสงน้อยเกินไปจึงทำให้ CGR ลดลง Fischer (1973) พบว่า CGR ของข้าวสาลีในสภาวะเครียดมีค่าสูงกว่าในสภาพได้รับปริมาณแสงต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากการมี LAI และน้ำหนักแห้งในระยะ anthesis มากกว่านั้นเอง นอกจากนี้ยังมีรายงานที่ศึกษาถึงอัตราการสะสมน้ำหนักเมล็ด (Grain Growth Rate, GGR) เช่น จากการศึกษา Fischer (1985) พบว่า การสะสมน้ำหนักเมล็ดถูกควบคุมโดยอุณหภูมิเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งศักยภาพการสะสมน้ำหนักลดลง 0.6 มิลลิกรัม หรือ 3 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส Sayed and Ghandorah (1984) พบว่า ในสภาพอุณหภูมิอากาศสูงเกิน 19.3 องศาเซลเซียส การเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวสาลีมีช่วงเวลาสะสมน้อยลง 1.6 วันต่อองศาเซลเซียส และสุดท้ายทำให้ผลผลิตลดลง 6 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามการผลิตข้าวสาลีในประเทศไทยมีข้อจำกัดของผลผลิตข้าวสาลีต่อพื้นที่ต่ำและมีพื้นที่การผลิตน้อย จากหลายงานวิจัยพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในกลุ่ม Spring wheat คือ 10-24 องศาเซลเซียส (Chujo, 1966) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ปลูกในประเทศไทย หากอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นมากกว่า 25 องศาเซลเซียส ส่งผลทำให้จำนวนต้นต่อกอ จำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบ และการสะสมน้ำหนักแห้งลดลง (Friend,

1966; Marcellos and Single, 1971; Wall and Cartwright, 1974) จำนวนกลุ่มดอกย่อยต่อรวง และจำนวนเมล็ดต่อกลุ่มดอกย่อยต่ำ (Rawson and Evans, 1971) เมล็ดมีขนาดเล็ก (Frank and Bauer, 1984) และหากอุณหภูมิสูงขึ้น 30-40 องศาเซลเซียส ทำให้ดอกข้าวสาลีเป็นหมัน (Marcellos and Single, 1972) รวมทั้งในระยะการพัฒนาเมล็ดถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 25 องศาเซลเซียส ทำให้อัตราการสะสมน้ำหนักเมล็ดลดลงส่งผลถึงระดับผลผลิตที่ลดลง (Wardlaw, 1970) นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ถ้าอุณหภูมิสูง 27 องศาเซลเซียส ในเวลากลางวัน และ 22 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืนสลับติดต่อกันในช่วง 10 วันแรก และ 15 วันหลังของระยะกำเนิดช่อดอก ทำให้การติดเมล็ดของข้าวสาลีลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ (Peters et al., 1971) อย่างไรก็ตามแนวทางในการแก้ไขปัญหา คือ การจัดการเลือกช่วงวันปลูกที่เหมาะสมกับพื้นที่ นอกจากการพัฒนาพันธุ์และปรับใช้เทคโนโลยีการผลิตข้าวสาลีด้วยวิธีการอื่น ๆ อีกทั้งยังมีการศึกษาถึงการสะสมอุณหภูมิเพื่อการพัฒนาและการเจริญเติบโต เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับการพัฒนาการเจริญเติบโต ส่วนมากคำนวณจากการสะสมอุณหภูมิที่เกิดอุณหภูมิที่เหมาะสมกับพืช เพื่อทำนายถึงวันงอก วันออกรวง หรือวันเก็บเกี่ยว การศึกษาดังกล่าว มีชื่อเรียกต่างกันเช่น Growing Degree Day (GDD), heat units, degree-days เป็นต้น Donovan and Lee (1983) ยืนยันว่า GDD สามารถใช้เป็นค่าชี้ถึงการพัฒนาการเจริญเติบโตของพืชได้ แต่อุณหภูมิอากาศสูงเฉลี่ยเกิน 25 % อาจทำให้การคาดคะเนมีความแม่นยำน้อยลง Singh et al. (1985) พบว่า ข้าวสาลีต้องการ GDD แตกต่างกันขึ้นกับพันธุ์ ระบบการเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อม Chakravarty and Sastry (1985) เสริมว่า การสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นของข้าวสาลีมีความสัมพันธ์โดยตรงกับ GDD และการระเหยของน้ำ Strand (1985) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับ GDD ขึ้นอยู่กับ Base temperature มากกว่าพันธุ์ โดยการศึกษาอุณหภูมิสะสม (GDD) กับการพัฒนาของข้าวสาลีในไทย พบว่า การเจริญเติบโตในแต่ละช่วงระยะการเจริญเติบโตของข้าวสาลีแต่ละพันธุ์ มีการตอบสนองต่ออุณหภูมิที่แตกต่างกัน จากการศึกษาของสาวิตร (2530) พบว่า ข้าวสาลีพันธุ์สะเมิง 1 มีอุณหภูมิสะสมของวันสร้างตาดอกระหว่าง 442 - 473 องศาเซลเซียส สำหรับเฉลิมพล และสมจิต (2532) พบว่า ข้าวสาลีพันธุ์สะเมิง 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 550 - 585 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตจนถึงช่วงการสะสมแป้งของภายในเมล็ดข้าวสาลี ดังนั้นอิทธิพลของช่วงวันปลูกมีผลต่ออุณหภูมิสะสมในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต หากปลูกข้าวสาลีล่าช้าทำให้กระทบกับช่วงอุณหภูมิที่สูง ทำให้เร่งอัตราการพัฒนาของข้าวสาลีให้เร็วขึ้น ซึ่งระยะของการพัฒนาสั้นลง โดยเฉพาะในช่วงสะสมแป้ง ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตไม่เพียงพอกับการพัฒนากลุ่มดอกย่อยทำให้องค์ประกอบของผลผลิต และผลผลิตลดลง 2) ความชื้นในดิน ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสาลี จากรายงานของ Khondaker et al. (1984) พบว่า ระบบความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับความจุความชื้นสนาม (Field Capacity, FC) หรือไม่ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ FC ส่งผลให้ข้าวสาลีมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงสุด Singh and Malik (1983) ได้สนับสนุนว่า การรักษา

ระดับความชื้นในดินไม่ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินนั้น ผลผลิตของข้าวสาลีสูงถึง 5.2 ตันต่อเฮกตาร์ อิทธิพลของการขาดน้ำของข้าวสาลีให้ผลกระทบเช่นเดียวกับอิทธิพลของช่วงวันปลูกที่ล่าช้าเกินไป กล่าวคือ การขาดน้ำในระยะที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบทำให้น้ำหนักแห้งของใบและลำต้นลดลง (Kirkham and Kanemasu, 1983; Lawlor, 1976) ความสูงลดลง (Robins and Domingo, 1962) พื้นที่ใบต่ำ (Rab et al., 1984) และยังทำให้จำนวนหน่อและรวงลดลง ข้าวสาลีตอบสนองต่อการขาดน้ำมากที่สุดตั้งแต่ระยะตั้งท้องจนถึงระยะ Anthesis อีกทั้งข้าวสาลีตอบสนองต่อการขาดน้ำมากที่สุดที่ระยะก่อน Anthesis เล็กน้อย เนื่องจากมีผลต่อการแบ่งเซลล์แบบ Meiosis ซึ่งทำให้เกสรตัวผู้เป็นหมัน (Aspinall, 1965) โดย Fischer (1973) รายงานว่า แม้มีการให้น้ำเป็นปกติอีกครั้งหลังระยะ Anthesis ก็ไม่สามารถเพิ่มจำนวนดอกย่อยที่ผสมติดต่อรวงได้ นอกจากนี้ยังมีผลทางอ้อมทำให้ใบแก่เร็วขึ้น และการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่เมล็ดลดลง (Asana et al., 1958; Fischer and Kohn, 1966) Jensen and Mogensen (1984) พบว่า จำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนักเมล็ดได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำในทุกระยะการเจริญเติบโต และ Kirkman and Kenemusu (1983) พบว่า ในสภาวะมีน้ำอย่างเพียงพอ จำนวนรวงเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญที่สุดในการเพิ่มผลผลิตของข้าวสาลี และ Nicustro (1980) ศึกษาข้าวสาลีพันธุ์ที่ปลูกในเขตหนาวในสภาพมีวันปลูกและการให้น้ำที่ต่างกัน พบว่า การให้น้ำอย่างเพียงพอไม่ว่าเป็นวันปลูกใด มีค่า CGR ประมาณ 25 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (ในช่วงแตกกอถึงสิ้นสุดดอกบาน) ถ้าปลูกล่าช้าแต่น้ำพอเพียง CGR มีค่าเฉลี่ยถึง 17 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (ตั้งแต่แตกกอถึงระยะน้ำหนักเมล็ดสูงสุด) แต่ถ้าขาดน้ำในระยะเริ่มสร้างตาดอกถึงตั้งท้อง ค่าของ CGR ลดลงถึง 9 - 12 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน Begg and Turner (1976) (Yamane, 1973) พบว่า การขาดน้ำในช่วงการเจริญทางใบและลำต้น มีผลทำให้ LAI ลดลงส่งผลทำให้ CGR ลดลงได้เช่นกัน และ 3) ธาตุอาหารในดิน จากการศึกษาความต้องการธาตุอาหารในดินของไทย ได้แก่ ไนโตรเจน มีการศึกษาทั้งในสภาพพื้นที่ดอนและสภาพนา โดยมีการศึกษามากกว่าธาตุอื่น ๆ พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบที่ 3 นับจากยอดลงมา เมื่ออายุ 60 วัน ใช้บอกค่าวิกฤตของไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตของข้าวสาลีได้ ข้าวสาลีมีการตอบสนองต่อไนโตรเจนในอัตรา 16 - 24 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ การให้ไนโตรเจนมากกว่า 8 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวสาลีเพิ่มขึ้น ฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญของข้าวสาลี ซึ่งดินที่มี pH ต่ำ มักขาดธาตุฟอสฟอรัส ดังนั้นในพื้นที่ปลูกข้าวสาลีในภาคเหนือ ดินมีสภาพเป็นดินกรด จึงจำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยที่มีธาตุฟอสฟอรัส เสริมให้แก่พืชด้วย โดยอัตราส่วนระหว่าง ธาตุไนโตรเจน : ธาตุฟอสฟอรัส ที่เหมาะสม คือ 3 : 1 โดยข้าวสาลีมีการตอบสนองต่อฟอสฟอรัสที่อัตรา 6.4 - 20 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ การศึกษาความต้องการธาตุโพแทสเซียมของข้าวสาลี มีการศึกษาน้อยมาก และในพื้นที่ที่ปลูกมักไม่ขาดธาตุนี้ อย่างไรก็ตาม ดินที่มีปริมาณโพแทสเซียม 190 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม K_2O พอเพียงต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าว

สาลี และการศึกษาความต้องการธาตุอาหารรองของข้าวสาลี มีการศึกษาน้อยมากเช่นกัน อย่างไรก็ตาม พบว่า บางพื้นที่ที่ปลูกมีธาตุอาหารรองบางชนิด เช่น โบรอน และกำมะถัน เป็นต้น อยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก จนกระทั่งแสดงอาการขาดธาตุอาหารรอง โดยข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ ตอบสนองต่อการขาดธาตุโบรอน โดยมีผลทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงลดลง สำหรับธาตุกำมะถัน พบว่า ดินที่มีธาตุกำมะถัน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พอเพียงต่อความต้องการของข้าวสาลี นอกจากนี้ การให้ธาตุอาหารทางใบแก่ ทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ในระยะแตกกอและระยะตั้งท้อง ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 30 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย 3 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 การสำรวจและวิเคราะห์การผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ดำเนินงานในพื้นที่การผลิตข้าวสาลีหลักของประเทศไทย การทดลองที่ 2 การศึกษาวันปลูกของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ได้ดำเนินการปลูกทดสอบภายในแปลงของเกษตรกรในพื้นที่ และการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีรายละเอียดการดำเนินงาน ดังนี้

การทดลองที่ 1 การสำรวจและวิเคราะห์การผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

การสำรวจและวิเคราะห์การผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน แบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย ได้แก่ การทดลองย่อยที่ 1.1 การสำรวจการผลิตข้าวสาลีของกลุ่มเกษตรกร และการทดลองย่อยที่ 1.2 การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสาลี

การทดลองย่อยที่ 1.1 การสำรวจการผลิตข้าวสาลีของกลุ่มเกษตรกร

การสำรวจการผลิตข้าวสาลีของกลุ่มเกษตรกรเป็นการวิจัยเชิงพรรณนา แบบภาคตัดขวาง (Cross sectional descriptive study) โดยทำการศึกษาระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2563 - เมษายน 2564 เก็บรวมรวบข้อมูลจากเกษตรกรที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ปลูกข้าวสาลี ประกอบด้วย 1) กลุ่มเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 12 ราย และ 2) กลุ่มผู้ปลูกข้าวสาลีบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวน 13 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสัมภาษณ์การปลูกข้าวสาลี (ภาคผนวก ก) แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งหมด 4 ข้อ แบบสัมภาษณ์แบบเลือกตอบ (Check list) และมีลักษณะปลายเปิดและปิด ประกอบด้วย 1) เพศ 2) อายุ 3) ระดับการศึกษา 4) ประสบการณ์การปลูกข้าวสาลี และ 4) พื้นที่ปลูก

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการผลิตข้าวสาลี จำนวน 5 ข้อ แบบสัมภาษณ์ลักษณะปลายเปิดและปิด ประกอบด้วย 1) พันธุ์และอัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูก 2) การเตรียมแปลง 3) วิธีการปลูกและเก็บเกี่ยว 4) การใช้ปุ๋ยและการจัดการโรคแมลง และ 5) ต้นทุนการผลิต

ส่วนที่ 3 ปัญหาและความต้องการของเกษตรกรในการผลิตข้าวสาลี จำนวนทั้งหมด 8 ข้อ แบบสัมภาษณ์แบบเลือกตอบ (Check list) และมีลักษณะปลายเปิดและปิด ประกอบด้วย 1) ภัยธรรมชาติที่สำคัญต่อการปลูกข้าวสาลี 2) กิจกรรมการเกษตรที่ต้องการให้ส่วนราชการสนับสนุนในเรื่องการลดค่าใช้จ่าย 3) การส่งเสริมความรู้และเทคโนโลยีการผลิตข้าวสาลีที่สำคัญ 4) ความต้องการในการสนับสนุนปัจจัยการผลิต 5) เงื่อนไขสำคัญและจำเป็นที่เกษตรกรคิดว่าสามารถเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ได้ 6) เครื่องมืออุปกรณ์ปลูกข้าวสาลีที่กลุ่มเกษตรกรส่วนใหญ่มีใช้กันทั่วไป 7) สิ่งสำคัญที่เกษตรกรต้องใช้เงินสดซื้อ และ 8) แหล่งความรู้การปลูกข้าวสาลี

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านเพื่อพิจารณา ทั้งนี้ เพื่อเป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try out) กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวสาลีภายในศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ชุด แล้วนำมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบสัมภาษณ์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach’s Alpha coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสัมภาษณ์ทั้ง 3 ส่วน เท่ากับ 0.80 (Yamane, 1973)

ดำเนินการลงพื้นที่เป้าหมายเพื่อสำรวจแหล่งปลูกข้าวสาลี โดยใช้แบบสอบถามที่กำหนดในวิธีการสัมภาษณ์เกษตรกร เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร การผลิตข้าวสาลี ปัญหาและความต้องการของเกษตรกรในการผลิตข้าวสาลี และเก็บตัวอย่างผลผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง ในพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 2 x 6 เมตร รายละ 4 ซ้ำ

การบันทึกข้อมูลสภาพอากาศใช้เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ด้วยเครื่องบันทึกแสง อุณหภูมิและความชื้นอากาศ ยี่ห้อ HOBO รุ่น MX1104 โดยตั้งค่าบันทึกทุก ๆ 1 ชั่วโมง และปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติ ด้วยเครื่องสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ ยี่ห้อ NicetyMeter รุ่น 0366-RF ในฤดูปลูกข้าวสาลีในพื้นที่บ้านบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2563 - เมษายน 2564

การวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างทุกราย โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินกระจายให้ครอบคลุมทั่วแต่ละแปลง ๆ ละ 20 จุด ก่อนขุดดินทำการถางหญ้า กวาดเศษพืช และวัสดุที่อยู่ผิวหน้าดินออกก่อน จากนั้นใช้เสียมขุดหลุมเป็นรูปตัว V ให้ลึกในแนวดิ่ง 15 เซนติเมตร แล้วแซะเอาดินด้านหนึ่งเป็นแผ่นหนาประมาณ 3 เซนติเมตร จากปากหลุมถึงก้นหลุม ดินที่ได้นี้เป็นดินจาก 1 จุด ทำเช่นเดียวกันนี้จนครบ นำดินทุกจุดใส่รวมกันในถังพลาสติกที่เตรียมไว้ นำดินที่เก็บมารวมกันในถังนี้ถือว่าเป็นตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของที่ดินแปลงนั้น เนื่องจากดินมีความชื้นจึงต้องทำให้แห้งโดยเทดินในแต่ละถังลงบนแผ่นผ้าพลาสติกแยกกันถังละแผ่น เกลี่ยดินผึ่งไว้ในที่ร่มจนแห้ง ดินที่เป็นก้อนให้ใช้ไม้ทุบให้ละเอียดพอประมาณ แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันจนทั่ว แบ่งส่งวิเคราะห์เพียงครึ่งกิโลกรัม วิธีการแบ่งโดยเกลี่ยตัวอย่างดิน แผ่ให้เป็นรูปวงกลมแล้วแบ่งผ่ากลางออกเป็น 4 ส่วนเท่ากัน เก็บดินเพียง 2 ส่วนหนักประมาณครึ่งกิโลกรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่สะอาด พร้อมด้วยแบบฟอร์มที่บันทึกรายละเอียดของตัวอย่างดินเรียบร้อยแล้ว ปิดปากถุงให้แน่น ใส่ในกล่องกระดาษแข็งอีกชั้นหนึ่งเพื่อส่งไปวิเคราะห์ตามรูปแบบของสถาบันวิจัยข้าว (2547) ประกอบด้วย

1. ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โดยการวัด pH ในน้ำ อัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1:1 (w/w) ชั่งดิน 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์พลาสติก เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะ ๆ ให้บ่อยครั้งในระยะ 30 นาทีแรก หลังจากนั้น ตั้งทิ้งไว้อีก 30 นาที จึงวัด pH ของดินในส่วนที่เป็นน้ำใสด้วย pH meter ยี่ห้อ Lutron รุ่น BWA-2018SD แล้วบันทึกผล

2. ปริมาณอินทรียวัตถุ โดยวิธี Walkley and Black (1934) ชั่งดิน 1 กรัม ใส่ขวดชมพู่ขนาด 250 มล. เติมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N 10 มิลลิลิตร โดยใช้ Dispenser เติม H_2SO_4 เข้มข้น 20 มิลลิลิตร โดยใช้ Dispenser พยายามให้กรดไหลลงข้าง ๆ ขวดให้ชะล้างตัวอย่างลงอยู่ในขวดให้หมด เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดดินเกาะติดอยู่ตามข้างขวด เขย่าเบา ๆ ให้ตัวอย่างเข้ากันดีเป็นเวลา ประมาณ 1 นาที ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วทิ้งไว้ให้เย็น หยดอินดิเคเตอร์ออร์โทฟ์แนนโทรลีน 5 หยด ไตเตรทด้วยสารละลาย FAS 0.5 N ที่จุด Endpoit สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

% อินทรียคาร์บอน (Organic Carbon, O.C.) $= \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 1000 \times W}$

% อินทรียวัตถุ (OrganicMatter,O.M.) $= \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 58 \times 1000 \times W}$

หรือ % OM = % O.C. x 1.724

เมื่อ

B = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท Blank (มิลลิลิตร)

S = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักดนิ ที่ใช้ (กรัม)

N = ความเข้มข้นของ $K_2Cr_2O_7$ (ในกรณีที่ความเข้มข้นไม่ใช่ 1.0 N) (หน่วย normality)

3. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี Bray and Kurtz (1945) ชั่งตัวอย่างดิน 1.0 กรัม ใส่ในขวดแก้วก้นแบน (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัด Bray II 10 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง No. 5 ขนาด 11.0 เซนติเมตร ปิเปตสารละลายที่สกัดได้ อัตราส่วน 1 ส่วนต่อ Working solution 16 ส่วน (เท่ากับ 17 เท่า โดยใช้ Auto-dilutor) ลงในหลอดแก้ว ทิ้งไว้ครึ่งชั่วโมง นำไปอ่านค่าความเข้มข้น (Concentration) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ METASH รุ่น UV – 5100 ที่ช่วงคลื่น 882 นาโนเมตร

$$\text{ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (P)} = \frac{B \times DF(\text{sample}) \times X}{A \times DF(\text{standard})} \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$$

เมื่อ

A = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (กรัม)

B = น้ำยาสกัด (มิลลิลิตร)

X = ค่าที่อ่านได้ เมื่อวัดค่าเทียบกับ Standard set

DF = อัตราส่วนการเจือจาง (Dilutionfactor)

และ 4. ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยวิธี Pratt (1965) ชั่งดิน 2.5 กรัมใส่ในขวดชมพู (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม 1 M NH_4Oac pH 7.0 25 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่า 30 นาที กรองดินและเก็บสารละลายที่กรองได้ วิเคราะห์ปริมาณ K ด้วยเครื่อง Flame Spectrophotometer ยี่ห้อ A&E LAB รุ่น AE-FP8202 โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน mg kg^{-1} = 10 K x df

เมื่อ

K = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ (mg kg^{-1})

df = Dilution factor

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) และค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้โปรแกรม R-statistic และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม พิจารณาจากค่า R-Squared เป็นการศึกษาค่าเฉลี่ยของผลผลิตข้าวสาลีกับค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน

การทดลองย่อยที่ 1.2 การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสาลี

การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทำการศึกษาระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2563 – พฤศจิกายน 2564 ได้เก็บรวบรวมและจัดเตรียมฐานข้อมูลทั้งในรูปแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ เป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial database) และข้อมูลแผนที่เชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) ประกอบด้วย

1. แผนที่ภูมิประเทศมาตรส่วน 1:50,000 ครอบคลุมพื้นที่ ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน
2. แผนที่ขอบเขตการปกครองในระดับ ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน
3. แผนที่แสดงความลาดชันครอบคลุมพื้นที่ ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน
4. แผนที่แสดงความสูงครอบคลุมพื้นที่ ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน
5. แผนที่แสดงชุดดินครอบคลุมพื้นที่ ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

จากนั้นพัฒนาฐานข้อมูลข้างต้นเพื่อให้ได้ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวสาลี ได้แก่ ขอบเขตพื้นที่ศึกษา ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ความลาดชัน และเนื้อดิน เชื่อมโยงความสัมพันธ์กับปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) แบบพิจารณาหลายหลักเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making) (FAO, 1983; กรมพัฒนาที่ดิน, 2539; เรนุกา, 2560) นำมา

ประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อเลือกค่าที่ดีที่สุดในการตัดสินใจประเด็นสำคัญที่ใช้ในกระบวน AHP จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำการบันทึก (ตารางที่ 5) ได้แก่ (1) ตีความเกณฑ์มูลฐาน (Elements) การตัดสินใจกรณีนี้ประยุกต์ในระบบภูมิสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) โดยการกำหนดค่าในชั้นข้อมูลแผนที่ (Map layers) (2) บันทึกค่าความสัมพันธ์ของเกณฑ์มูลฐานเหล่านั้น (3) สร้างตารางกำหนดค่าความสัมพันธ์ของเกณฑ์มูลฐานดังกล่าว และ (4) คำนวณข้อมูลในตารางในลักษณะของการเปรียบเทียบคู่ปัจจัยที่สัมพันธ์กัน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลี

ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์		**ระดับความเหมาะสม**			
ปัจจัยวินิจฉัย (Diagnostic factor)	หน่วย (Unit)	S1	S2	S3	N
1. ความสูงระดับทะเล (metres above sea level, MASL:H)	m	>1,000	1000-600	600-300	300
2. ความลาดชัน (Slope:Sl)	%	0-2 2-5	5-12	12-20	>12-20
3. เนื้อดิน (Texture:t)	class	1. ดินร่วน (loam) 2. ดินร่วนปนตะกอน (silt loam) 3. ดินตะกอน (silt)	1. ดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) 2. ดินร่วนปนทราย (sandy loam)	1. ดินร่วนเหนียวปนตะกอน (silty clay loam) 2. ดินร่วนปนดินเหนียว (clay loam)	1. ดินเหนียว (clay) 2. ดินเหนียวปนตะกอน (silty clay) 3. ดินเหนียวปนทราย (sandy clay) 4. ดินทรายปนดินร่วน (loamy sand) 5. ดินทราย (sand)
4. ค่าปฏิกิริยาของดิน (pH)	pH	5.1-6.0	6.1-7.3 4.5-5.0	7.4-8.4 4.0-4.5	>8.4 <4.0
5. อินทรียวัตถุ (OM)	%	>2	1-2	<1	
6. ฟอสฟอรัส (P)	ppm	>10	5-10	<5	
7. โพแทสเซียม (K)	ppm	>80	60-80	<60	
8. ความลึกของดิน (Depth:D)	cm	>50	30-50	20-30	<20
9. การระบายน้ำของดิน (Soil Drainage:dr)	Class	5,6	4	3	1,2

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์		ระดับความเหมาะสม			
ปัจจัยวินิจฉัย (Diagnostic factor)	หน่วย (Unit)	S1	S2	S3	N
10. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Cation Exchange Capacity, C.E.C)	Meq/100g	>15	5-15	<5	
11. อัตราร้อยละความอิ่มตัวของเบส (base saturation, BS)	%	>35	<35		
12. ปริมาณเกลือที่สะสม (Soil Salinity:X)	Mmho/cm	<2	2-4	4-8	>8

หมายเหตุ ดัดแปลงจาก FAO (1983) และ กรมพัฒนาที่ดิน (2539)

การประเมินความเหมาะสมด้วยวิธี Weight Linear Combination เพื่อให้ได้เขตพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีเชิงภูมิศาสตร์แสดงในรูปแบบของพื้นที่ภูมิสารสนเทศ (FAO, 1983; กรมพัฒนาที่ดิน, 2539; เรนุกา, 2560) การกำหนดหลักเกณฑ์ค่าถ่วงน้ำหนักและค่าคะแนนนั้นใช้หลักเกณฑ์จากความต้องการพื้นฐานด้านกายภาพของข้าวสาลีเป็นหลักในการวิเคราะห์หาความเหมาะสมของพื้นที่เพาะปลูกข้าวสาลีผ่านกระบวนการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis) นั้นต้องมีการกำหนดความสำคัญของแต่ละชั้นข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ เนื่องจากแต่ละชั้นข้อมูลมีความสำคัญต่างกันจึงกำหนดค่าตัวเลขเป็นจำนวนเต็มเลขฐาน 10 ตามจำนวนชั้นข้อมูล ได้แก่ 5, 3 และ 1 โดยกำหนดให้ 5 เป็นชั้นข้อมูลที่มีความสำคัญมากที่สุด 3 เป็นชั้นข้อมูลที่มีความสำคัญรองลงมา และ 1 เป็นชั้นข้อมูลที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

การกำหนดหลักเกณฑ์ค่าถ่วงน้ำหนักสามารถอธิบายได้ ดังนี้ (1) ชั้นข้อมูลระดับความสูงเป็นชั้นข้อมูลที่มีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากระดับความสูงมีความสัมพันธ์กับ ภูมิอากาศ เนื่องจากข้าวสาลีต้องการอากาศค่อนข้างหนาวเย็นเพื่อให้ได้ผลผลิตในปริมาณมากและยาวนานขั้นจึงจำเป็นต้องปลูกในพื้นที่ที่มีระดับความสูงที่เหมาะสม ดังนั้นค่าถ่วงน้ำหนักในการวิเคราะห์จึงกำหนดให้เท่ากับ 5 (2) ชั้นข้อมูลความลาดชันเป็นชั้นข้อมูลที่มีความสำคัญรองจากระดับความสูง เนื่องจากพื้นที่ที่มีความลาดชัน มีผลต่อการชะล้างของธาตุอาหารผิวดิน และการพังทลายของหน้าดิน จึงกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักในการวิเคราะห์เท่ากับ 3 และ (3) ชั้นข้อมูลลักษณะดิน ได้แก่ เนื้อดิน ค่าปฏิกิริยาของดิน อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ความลึกของดิน การระบายน้ำของดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน อัตราร้อยละความอิ่มตัวของเบส และปริมาณเกลือที่สะสม เป็นชั้นข้อมูลที่มีความสำคัญน้อยที่สุดแต่ก็มีความจำเป็น เนื่องจากปัจจัยทางด้านคุณลักษณะของดินสามารถ

เป็นตัวกำหนดความเหมาะสมในการเพาะปลูกข้าวสาลีได้ ดังนั้นจึงกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักในการวิเคราะห์เท่ากับ 1 (เรนุกา, 2560)

การซ้อนทับข้อมูลและการคำนวณหาค่าคะแนนของข้อมูลในแต่ละปัจจัย หลังจากที่ได้ ให้ค่าความสามารถและค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยแล้วทำการซ้อนทับข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ และทำการรวมค่าคะแนนของข้อมูลที่ได้รับการถ่วงน้ำหนักแล้วของแต่ละปัจจัยด้วยวิธีการทางตรรกะ รวมทั้งการบวก หรือ คูณ โดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ได้พื้นที่ที่มีค่าคะแนนรวมต่าง ๆ กัน หลังจากที่ทำการซ้อนทับของข้อมูลของแต่ละปัจจัยแล้ว ซึ่งการคิดค่าคะแนนรวมในการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดระบบความเหมาะสมในการใช้ที่ดินของการปลูกข้าวสาลีขนมปัง เป็นดังสมการ

$$S = (R_1W_1) + (R_2W_2) + (R_3W_3) + (R_nW_n)$$

เมื่อ

S คือ ค่าระดับคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่

R_1 คือ ค่าระดับความเหมาะสมของปัจจัยย่อยในปัจจัยที่ 1

R_n คือ ค่าระดับความเหมาะสมของปัจจัยย่อยในปัจจัยที่ n

W_1 คือ ค่าถ่วงน้ำหนักระดับความสำคัญของปัจจัยที่ 1

W_n คือ ค่าถ่วงน้ำหนักระดับความสำคัญของปัจจัยที่ n

การทดลองที่ 2 การศึกษาวันปลูกของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

การศึกษาวันปลูกของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 10 สายพันธุ์ ได้แก่ PMPBWS89248 PMPBWS89013 SMGBWS88008 LARTC-W89011 MHSBWS12010 MHSBWS12046 FNBW8301-5-5 FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ลำปาง 2 และลำปาง 5 ใช้พันธุ์สะเมิง 2 และฝาง 60 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน ดำเนินการทดสอบใน 2 พื้นที่ ได้แก่ 1) บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน และ 2) บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ทำการศึกษาระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2563 - เมษายน 2564

วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ โดยกำหนด Main plots เป็นวันปลูก จำนวน 4 วันปลูก ประกอบด้วย 1) PD1 : 15 พฤศจิกายน 2563 2) PD2 : 1 ธันวาคม 2563 3) PD3 : 15 ธันวาคม 2563 4) PD4 : 1 มกราคม 2564 และกำหนด Sub plots เป็นข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 12 พันธุ์/สายพันธุ์

การบันทึกข้อมูลสภาพอากาศใช้เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ด้วยเครื่องบันทึกแสง อุณหภูมิและความชื้นอากาศ ยี่ห้อ HOBO รุ่น MX1104 และปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติ ด้วยเครื่องสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ ยี่ห้อ NicetyMeter รุ่น 0366-RF ในฤดูปลูกข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2563 - เมษายน 2564

สำหรับการบันทึกข้อมูลสภาพอากาศด้วยเครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิของแต่ละช่วงวันปลูก นำค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละวันปลูก คำนวณการสะสมอุณหภูมิของข้าวสาลีที่ใช้ในการเจริญเติบโต โดยอุณหภูมิพื้นฐานหรือ T_{base} ที่ใช้ในการคำนวณ คือ 5 องศาเซลเซียส (Idso et al., 1981)

$$GDD = \frac{(Tmax + Tmin)}{2} - T_{base}$$

เมื่อ

Tmax คือ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด

Tmin คือ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด

T_{base} คือ อุณหภูมิพื้นฐาน 5 องศาเซลเซียส

พื้นที่ทดสอบทั้ง 2 พื้นที่ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดสอบ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินกระจายให้ครอบคลุมทั่วแต่ละแปลง ๆ ละ 20 จุด ก่อนขุดดินทำการถางหญ้า กวาดเศษพืช และวัสดุที่อยู่ผิวหน้าดินออกก่อน จากนั้นใช้เสียมขุดหลุมเป็นรูปตัว V ให้ลึกในแนวดิ่ง 15 เซนติเมตร แล้วแซะเอาดินด้านหนึ่งเป็นแผ่นหนาประมาณ 3 เซนติเมตร จากปากหลุมถึงก้นหลุม ดินที่ได้นี้เป็นดินจาก 1 จุด ทำเช่นเดียวกันนี้จนครบ นำดินทุกจุดใส่รวมกันในถังพลาสติกที่เตรียมไว้ นำดินที่เก็บมารวมกันในถังนี้ถือว่าเป็นตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของที่ดินแปลงนั้น เนื่องจากดินมีความชื้นจึงต้องทำให้แห้ง โดยเทดินในแต่ละถังลงบนแผ่นผ้าพลาสติก แยกกันถังละแผ่น เกลี่ยดินผึ่งไว้ในที่ร่มจนแห้ง ดินที่เป็นก้อนให้ใช้ไม้ทุบให้ละเอียดพอประมาณ แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันจนทั่ว แบ่งส่งวิเคราะห์เพียงครึ่งกิโลกรัม วิธีการแบ่งโดยเกลี่ยตัวอย่างดิน แผ่ให้เป็นรูปวงกลมแล้วแบ่งผ่ากลางออกเป็น 4 ส่วนเท่ากัน เก็บดินเพียง 2 ส่วนหนักประมาณครึ่งกิโลกรัมใส่ในถุงพลาสติกที่สะอาด พร้อมด้วยแบบฟอร์มที่บันทึกรายละเอียดของตัวอย่างดินเรียบร้อยแล้ว ปิดปากถุงให้แน่น ใส่ในกล่องกระดาษแข็งอีกชั้นหนึ่ง เพื่อส่งวิเคราะห์ในรูปแบบของสถาบันวิจัยข้าว (2547) ประกอบด้วย

1. ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โดยการวัด pH ในน้ำ อัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1:1 (w/w) ชั่งดิน 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์พลาสติก เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะ ๆ ให้บ่อยครั้งในระยะ 30 นาทีแรก หลังจากนั้น ตั้งทิ้งไว้อีก 30 นาที จึงวัด pH ของดินในส่วนที่เป็นน้ำใสด้วย pH meter ยี่ห้อ Lutron รุ่น BWA-2018SD แล้วบันทึกผล

2. ปริมาณอินทรียวัตถุ โดยวิธี Walkley and Black (1934) ชั่งดิน 1 กรัม ใส่ขวดชมพู่ขนาด 250 มล. เติมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N 10 มิลลิลิตร โดยใช้ Dispenser เติม H_2SO_4 เข้มข้น 20 มิลลิลิตร โดยใช้ Dispenser พยายามให้กรดไหลลงข้าง ๆ ขวดให้ชะล้างตัวอย่างลงอยู่ในขวดให้หมด เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดดินเกาะติดอยู่ตามข้างขวด เขย่าเบา ๆ ให้ตัวอย่างเข้ากันดีเป็นเวลา ประมาณ 1 นาที ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วทิ้งไว้ให้เย็น หยดอินดิเคเตอร์ออร์โทฟแนนโทรลีน 5 หยด ไตเตรทด้วยสารละลาย FAS 0.5 N ที่จุด Endpoit สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

% อินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon, O.C.) $= \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 1000 \times W}$

% อินทรียวัตถุ(OrganicMatter,O.M.) $= \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 58 \times 1000 \times W}$

หรือ %OM $= \%O.C. \times 1.724$

เมื่อ

B = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท Blank (มิลลิลิตร)

S = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักดนิ ที่ใช้ (กรัม)

N = ความเข้มข้นของ $K_2Cr_2O_7$ (ในกรณีที่ความเข้มข้นไม่ใช่ 1.0 N) (หน่วย normality)

3. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี Bray and Kurtz (1945) ชั่งตัวอย่างดิน 1.0 กรัม ใส่ในขวดแก้วก้นแบน (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัด Bray II 10 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง No. 5 ขนาด 11.0 เซนติเมตร ปิเปตสารละลายที่สกัดได้ อัตราส่วน 1 ส่วนต่อ Working solution 16 ส่วน (เท่ากับ 17 เท่า โดยใช้ Auto-dilutor) ลงในหลอดแก้ว ทิ้งไว้ครึ่งชั่วโมง นำไปอ่านค่าความเข้มข้น (Concentration) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ METASH รุ่น UV – 5100 ที่ช่วงคลื่น 882 นาโนเมตร

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (P) = $\frac{B \times DF\ (sample) \times X}{A \times DF(standard)}$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เมื่อ

A = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (กรัม)

B = น้ำยาสกัด (มิลลิลิตร)

X = ค่าที่อ่านได้ เมื่อวัดค่าเทียบกับ Standard set

DF = อัตราส่วนการเจือจาง (Dilution factor)

และ 4. ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยวิธี Pratt (1965) ชั่งดิน 2.5 กรัมใส่ในขวดชมพู (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม 1 M NH_4Oac pH 7.0 25 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่า 30 นาที กรองดินและเก็บสารละลายที่กรองได้ วิเคราะห์ปริมาณ K ด้วยเครื่อง Flame Spectrophotometer ยี่ห้อ A&E LAB รุ่น AE-FP8202 โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน mg kg^{-1} = 10 K x df

เมื่อ

K = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ (mg kg^{-1})

df = Dilution factor

เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์ไถดะและไถแปร ปรับพื้นที่ให้เรียบ จากนั้นปลูกโดยวิธีโรยเป็นแถว จำนวน 20 แถว ยาว 3 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ขนาดแปลงย่อย 3 X 4 เมตร อัตราเมล็ดพันธุ์ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำทันทีหลังปลูกและให้น้ำทุก 10-14 วัน โดยใช้เทปน้ำพุ่ง ใส่ปุ๋ยจำนวน 2 ครั้ง ประกอบด้วย ครั้งที่ 1 ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 10 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส 5 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 15 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และครั้งที่ 2 ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กิโลกรัม N ต่อไร่

บันทึกข้อมูลผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยวแต่ละแปลงย่อย โดยเก็บเกี่ยวผลผลิต จำนวน 16 แถวกลาง ตัดหัวและท้าย ฝั่งละ 0.5 เมตร (พื้นที่เก็บเกี่ยว 2.0 x 3.2 เมตร) บันทึกน้ำหนักของผลผลิต (กรัม) และคำนวณผลผลิตต่อไร่ จากนั้นนำข้อมูลผลผลิตวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองที่กำหนด และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธี ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม R-statistic

การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น โดยคัดเลือกสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงและมีเสถียรภาพจากการทดลองที่ 2 การศึกษาวันปลูกของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ PMPBWS89013 SMGBWS88008 LARTC-W89011 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ใช้พันธุ์สะเมิง 2 และฝาง 60 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน ดำเนินการทดสอบในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2564 - เมษายน 2565

ออกแบบการทดลองแบบ Split Plot in Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ กำหนด Main plots เป็นวันปลูก จำนวน 4 วันปลูก ประกอบด้วย 1) PD1 : 15 พฤศจิกายน 2563 2) PD2 : 1 ธันวาคม 2563 3) PD3 : 15 ธันวาคม 2563 4) PD4 : 1 มกราคม 2564 และกำหนด Sub plots เป็นสายพันธุ์ดีเด่นข้าวสาลี จำนวน 6 พันธุ์/สายพันธุ์

การบันทึกข้อมูลสภาพอากาศใช้เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ด้วยเครื่องบันทึกแสง อุณหภูมิและความชื้นอากาศ ยี่ห้อ HOBO รุ่น MX1104 และปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติ ด้วยเครื่องสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ ยี่ห้อ NicetyMeter รุ่น 0366-RF ในฤดูปลูกข้าวสาลีในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2564 - เมษายน 2565

สำหรับการบันทึกข้อมูลสภาพอากาศด้วยเครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิของแต่ละช่วงวันปลูก นำค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละวันปลูก คำนวณการสะสมอุณหภูมิของข้าวสาลีที่ใช้ในการเจริญเติบโต โดยอุณหภูมิพื้นฐานหรือ T_{base} ที่ใช้ในการคำนวณ คือ 5 องศาเซลเซียส (Idso et. al., 1978)

$$GDD = \frac{(Tmax + Tmin)}{2} - T_{base}$$

เมื่อ

Tmax คือ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด

Tmin คือ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด

T_{base} คือ อุณหภูมิพื้นฐาน 5 องศาเซลเซียส

การสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดสอบ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินกระจายให้ครอบคลุมทั่วแต่ละแปลง ๆ ละ 20 จุด ก่อนขุดดินทำการถางหญ้า กวาดเศษพืช และวัสดุที่อยู่ผิวหน้าดินออกก่อน จากนั้นใช้เสียมขุดหลุมเป็นรูปตัว V ให้ลึกในแนวดิ่ง 15 เซนติเมตร แล้วแซะเอาดินด้านหนึ่งเป็นแผ่นหนาประมาณ 3 เซนติเมตร จากปากหลุมถึงก้นหลุม ดินที่ได้นี้เป็นดินจาก 1 จุด ทำเช่นเดียวกันนี้จนครบ นำดินทุกจุดใส่รวมกันในถังพลาสติกที่เตรียมไว้ นำดินที่เก็บมารวมกันในถังนี้ถือว่าเป็นตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของที่ดินแปลงนั้น เนื่องจากดินมีความชื้นจึงต้องทำให้แห้งโดยเทดินในแต่ละถังลงบนแผ่นผ้าพลาสติก แยกกันถังละแผ่น เกลี่ยดินผึ่งไว้ในที่ร่มจนแห้ง ดินที่เป็นก้อนให้ใช้ไม้ทุบให้ละเอียดพอประมาณ แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันจนทั่ว แบ่งส่งวิเคราะห์เพียงครึ่งกิโลกรัม วิธีการแบ่งโดยเกลี่ยตัวอย่างดิน แผ่ให้เป็นรูปวงกลมแล้วแบ่งผ่ากลางออกเป็น 4 ส่วนเท่ากัน เก็บดินเพียง 2 ส่วนหนักประมาณครึ่งกิโลกรัมใส่ในถุงพลาสติกที่สะอาด พร้อมด้วยแบบฟอร์มที่บันทึกรายละเอียดของตัวอย่างดินเรียบร้อยแล้ว ปิดปากถุงให้แน่น ใส่ในกล่องกระดาษแข็งอีกชั้นหนึ่งเพื่อส่งไปวิเคราะห์ในรูปแบบของสถาบันวิจัยข้าว (2547) ประกอบด้วย

1. ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โดยการวัด pH ในน้ำ อัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1:1 (w/w) ชั่งดิน 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์พลาสติก เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะ ๆ ให้บ่อยครั้งในระยะ 30 นาทีแรก หลังจากนั้น ตั้งทิ้งไว้อีก 30 นาที จึงวัด pH ของดินในส่วนที่เป็นน้ำใสด้วย pH meter ยี่ห้อ Lutron รุ่น BWA-2018SD แล้วบันทึกผล

2. ปริมาณอินทรียวัตถุ โดยวิธี Walkley and Black (1934) ชั่งดิน 1 กรัม ใส่ขวดชมพู่ขนาด 250 มล. เติมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N 10 มิลลิลิตร โดยใช้ Dispenser เติม H_2SO_4 เข้มข้น 20 มิลลิลิตร โดยใช้ Dispenser พยายามให้กรดไหลลงข้าง ๆ ขวดให้ชะล้างตัวอย่างลงอยู่ในขวดให้หมด เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดดินเกาะติดอยู่ตามข้างขวด เขย่าเบา ๆ ให้ตัวอย่างเข้ากันดีเป็นเวลา ประมาณ 1 นาที ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วทิ้งไว้ให้เย็น หยดอินดิเคเตอร์ออร์โทฟ์แนนโทรลีน 5 หยด ไตเตรทด้วยสารละลาย FAS 0.5 N ที่จุด Endpoit สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

% อินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon, O.C.) $= \dfrac{10 \times (B-S) \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 1000 \times W}$

% อินทรียวัตถุ(OrganicMatter,O.M.) $= \dfrac{10 \times (B-S) \times 100 \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 58 \times 1000 \times W}$

หรือ %OM $= \%O.C. \times 1.724$

เมื่อ

B = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท Blank (มิลลิลิตร)

S = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักดนิ ที่ใช้ (กรัม)

N = ความเข้มข้นของ $K_2Cr_2O_7$ (ในกรณีที่ความเข้มข้นไม่ใช่ 1.0 N) (หน่วย normality)

3. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี Bray and Kurtz (1945) ชั่งตัวอย่างดิน 1.0 กรัม ใส่ในขวดแก้วก้นแบน (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัด Bray II 10 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง No. 5 ขนาด 11.0 เซนติเมตร ปิเปตสารละลายที่สกัดได้ อัตราส่วน 1 ส่วนต่อ Working solution 16 ส่วน (เท่ากับ 17 เท่า โดยใช้ Auto-dilutor) ลงในหลอดแก้ว ทิ้งไว้ครึ่งชั่วโมง นำไปอ่านค่าความเข้มข้น (Concentration) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ METASH รุ่น UV – 5100 ที่ช่วงคลื่น 882 นาโนเมตร

$$\text{ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (P)} = \frac{B \times DF\,(sample) \times X}{A \times DF(standard)} \text{ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม}$$

เมื่อ

A = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (กรัม)

B = น้ำยาสกัด (มิลลิลิตร)

X = ค่าที่อ่านได้ เมื่อวัดค่าเทียบกับ Standard set

DF = อัตราส่วนการเจือจาง (Dilution factor)

และ 4. ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยวิธี Pratt (1965) ชั่งดิน 2.5 กรัมใส่ในขวดชมพู (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม 1 M NH_4Oac pH 7.0 25 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่า 30 นาที กรองดินและเก็บสารละลายที่กรองได้ วิเคราะห์ปริมาณ K ด้วยเครื่อง Flame Spectrophotometer ยี่ห้อ A&E LAB รุ่น AE-FP8202 โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน mg kg^{-1} = 10 K x df

เมื่อ

K = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ (mg kg^{-1})

df = Dilution factor

การเตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์ไถดะและไถแปร ปรับพื้นที่ให้เรียบ จากนั้นปลูกโดยวิธีโรยเป็นแถว จำนวน 20 แถว ยาว 3 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ขนาดแปลงย่อย 3 X 4 เมตร อัตราเมล็ดพันธุ์ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำทันทีหลังปลูกและให้น้ำทุก 10-14 วัน โดยใช้เทปน้ำพุ่ง ใส่ปุ๋ย จำนวน 2 ครั้ง ประกอบด้วย ครั้งที่ 1 ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 10 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส 5 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 15 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และครั้งที่ 2 ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กิโลกรัม N ต่อไร่

การบันทึกข้อมูล ประกอบด้วย 1) การเจริญเติบโต 2) องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต และ 3) คุณภาพของผลผลิต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต

1.1 จำนวนต้นกล้าต่อตารางเมตร นับจำนวนต้นกล้าหลังงอก 15 วันหลังปลูก ในแถวยาว 2.5 เมตร ของ 2 แถวกลาง เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวดำเนินการบันทึก

1.2 วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นวันที่ดอกแรกของช่อดอก โผล่พ้นกาบใบธงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของหน่วยทดลอง: 50 เปอร์เซ็นต์ ของครึ่งหนึ่งของรวงอยู่บริเวณเขี้ยวกันแมลงของใบธง ให้บันทึกในรูปตัวเลข เป็นจำนวนวันตั้งแต่ปลูก เช่น 56 วัน มียอดรวงโผล่ออกมา 50 เปอร์เซ็นต์ ของแปลง

1.3 ความสูง วัดจากโคนต้นที่มีระดับผิวดินถึงปลายสุดของรวง ไม่รวมหาง (Awn) โดยสุ่มวัด 10 จุด จาก 4 แถวกลาง

1.4 จำนวนรวงต่อตารางเมตร นับจำนวนรวงในแถวยาว 2.5 เมตร ของ 2 แถวกลาง

1.5 จำนวนต้นต่อกอ สุ่มนับ 10 กอ

1.6 จำนวนข้อต่อต้น สุ่มนับ 10 ต้น

1.7 จำนวนปล้องต่อต้น สุ่มนับ 10 ต้น

1.8 ขนาดปล้อง สุ่มวัดปล้องแรก จำนวน 10 ต้น

1.9 วันสุกแก่ทางสรีรวิทยา โดยสังเกตจากคอรวงมีสีเหลือง ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของหน่วยการทดลอง ให้บันทึกในรูปตัวเลข เป็นจำนวนวันตั้งแต่ปลูก เช่น 89 วัน มีลักษณะคอรวงสีเหลือง ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของแปลง

2. ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต

2.1 จำนวนเมล็ดต่อรวง สุ่ม 10 รวง จากรวงที่เก็บเกี่ยวกะเทาะเปลือก แล้วนำจำนวนเมล็ดทั้งหมดหาค่าเฉลี่ย

2.2 น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด สุ่มเมล็ด 1,000 เมล็ด จากเมล็ดที่เก็บเกี่ยวทั้งหมดโดยไม่เลือกเมล็ด แปลงย่อยละ 1 ตัวอย่าง (กรัม)

2.3 ผลผลิตต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว โดยเก็บเกี่ยวผลผลิต จำนวน 16 แถวกลาง ตัดหัวและท้าย ฝั่งละ 0.5 เมตร (พื้นที่เก็บเกี่ยว 2.0 x 3.2 เมตร) ชั่งน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดต่อหน่วยการทดลอง (กรัมต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว) ที่ความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ และคำนวณผลผลิตต่อไร่

3. คุณภาพของผลผลิต

3.1 ปริมาณโปรตีน โดยวิธี AOAC (2005) ชั่งตัวอย่างข้าวสาลีที่บดละเอียด 3 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีนเติมสารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) และโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 5 กรัม เติมกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำไปย่อย โดยตั้งอุณหภูมิการย่อยที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 400 องศาเซลเซียส ย่อยได้สารละลายใส ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ทำการกลั่นโดยเครื่องวิเคราะห์โปรตีน Kjeldahl ให้ความร้อนและเปิดน้ำหล่อเย็นที่เครื่องควบแน่น นำขวดรูปชมพู่ซึ่งบรรจุกรดบอริก เข้มข้นร้อยละ 4 (H_3BO_3) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เติมอินดิเคเตอร์ แล้วนำไปรองรับของเหลวที่กลั่นเติมน้ำกลั่น จำนวน 20 มิลลิลิตร เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลขุ่น กลั่นสารละลายต่อจนได้ของเหลว จำนวน 125 มิลลิลิตร

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละ)} = \frac{(A-B) \times N \times 1.4007}{W}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \text{ปริมาณไนโตรเจน} \times F$$

เมื่อ

A คือ ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B คือ ปริมาณกรดใช้ไตเตรทกับแบลงค์ (มิลลิลิตร)

N คือ ความเข้มข้นของกรด (Normality)

W คือ น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

F คือ Conversion factor เท่ากับ 5.95

3.2 คุณภาพแป้งสาลี โดยวิธี Sedimentation test (Finnie and Atwell, 2016) ทำการบดข้าวสาลีทั้งเมล็ดหยาบและร่อนแยกเปลือกออก นำแป้งผสมกับสารละลายกรดแล็กทิกในขวดปริมาณทรงกระบอกเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที อ่านค่าปริมาตรของแป้งที่ตกตะกอนเป็นค่า Sedimentation value ซึ่งอ่านได้ตั้งแต่ 3 แสดงว่าแป้งอ่อนแอมากจนถึง 70 แสดงว่าแป้งแข็งแรงมาก ด้วยเครื่อง SEDIMENTATION SHAKER – INDO-5

3.3 เปอร์เซ็นต์การขึ้นฟูของก้อนขนมปัง (AACC, 2000) ทำการผสมแป้งข้าวสาลี น้ำ เกลือ และยีสต์ ในเครื่องผสมแบบโฮบาร์ต-สแวนสัน (Hobart-Swanson) ขนาดผสมแป้ง จำนวน 100 กรัม ผสมให้เป็นโด หมักในอ่างหมัก ปั้นรูป ชั่งน้ำหนัก และบันทึกข้อมูลขนาดและความสูง พักโดในตู้พักที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพันธ์อย่างน้อยที่สุด 75 เปอร์เซ็นต์ อบในเตาอบ ทำให้เย็น และบันทึกข้อมูลขนาดและความสูงตามสูตร

$$S = (H_L \times 100) / H_F$$

เมื่อ

S = การขึ้นฟูของก้อนขนมปัง (เปอร์เซ็นต์)

H_F = ความสูงของก้อนขนมปัง ก่อนนวดจนขึ้นโด (Proof) (เซนติเมตร)

H_L = ความสูงของก้อนขนมปังหลังอบ (เซนติเมตร)

จากนั้นนำข้อมูลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ของข้อมูลแต่ละลักษณะตามแผนการทดลองที่กำหนด และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธี ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม R-statistic

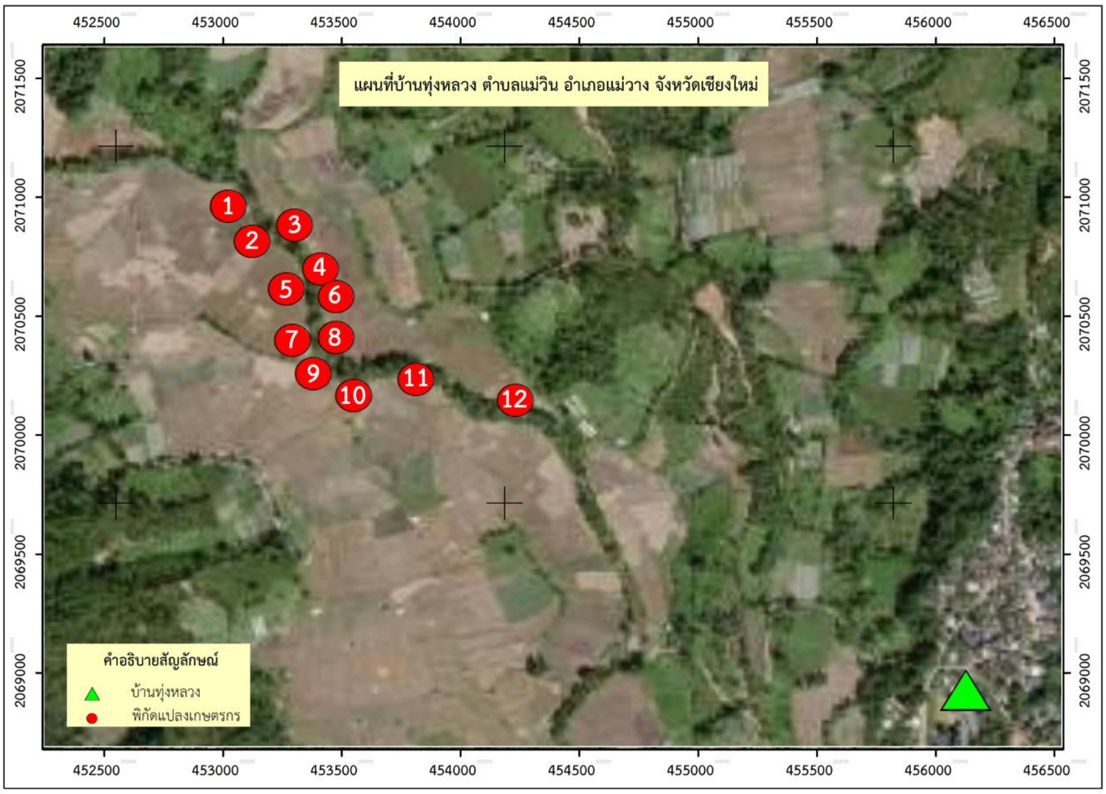
บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การสำรวจและวิเคราะห์การผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

การทดลองย่อยที่ 1.1 การสำรวจผลิตข้าวสาลีของเกษตรกร

การผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นพื้นที่หลักที่ยังมีการผลิตข้าวสาลีในปัจจุบัน จากการสำรวจพบว่า เกษตรกรในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 12 ราย เกษตรกรในพื้นที่ปลูกข้าวสาลีบริเวณใกล้แม่น้ำแม่เตียน เพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำในการเพาะปลูก โดยทำการปลูกข้าวสาลีในแปลงนาหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวนาที่สูง ซึ่งเป็นพืชหลักในพื้นที่ เกษตรกรทั้ง 12 ราย ปลูกข้าวสาลีโดยใช้พันธุ์ฝาง 60 มีผลผลิตอยู่ในช่วง 200-500 กิโลกรัมต่อไร่ โดยผลผลิตในแปลงของเกษตรกรแต่ละรายที่มีการสุ่มเก็บตัวอย่าง จำนวน 4 ซ้ำ มีค่าของผลผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรแต่ละรายภายในแปลงเดียวกันมีความสม่ำเสมอ ดังเห็นได้จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลผลิตข้าวสาลีที่มีค่าไม่เกิน 27 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาพื้นที่ปลูกข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงของเกษตรกรแต่ละรายมีการปลูกข้าวสาลีบริเวณริมแม่น้ำแม่เตียนตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ประมาณ 1 กิโลเมตร (ภาพที่ 14) จากการศึกษาพบว่าพื้นที่บริเวณต้นแม่น้ำข้าวสาลีมีผลผลิตอยู่ในช่วง 400-500 กิโลกรัมต่อไร่ จากนั้นผลผลิตข้าวสาลีเริ่มลดลงบริเวณช่วงโค้งของแม่น้ำที่มีผลผลิตอยู่ในช่วง 200-356 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 6) อาจเนื่องจากบริเวณช่วงโค้งของแม่น้ำมีการพัดพาอนุภาคของตะกอนดินโดยน้ำ ทำให้ลักษณะดินบริเวณนั้นขาดธาตุอาหารบางธาตุในดิน เช่น โพแทสเซียมในดิน (ไพบูลย์ และคณะ, 2548) โดยพื้นที่บ้านทุ่งหลวงเป็นกลุ่มชุดดินที่ 29 เป็นดินดอนไร่ มีการระบายน้ำดีปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง ลักษณะเป็นดินลึก มีข้อจำกัดคือ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมค่อนข้างต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2566) สำหรับสภาพภูมิอากาศในฤดูปลูกตั้งแต่พฤศจิกายน 2563 - เมษายน 2564 ของบ้านทุ่งหลวงมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วง 15-31 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วง 11-21 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 12-25 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนสะสม 54 มิลลิเมตร โดยฝนตกในช่วงกลางเดือนมกราคม (ภาพที่ 15) จากการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินแต่ละแปลงของเกษตรกร มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) อยู่ในช่วง 4.60 - 6.61 มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง

1.02-5.42 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 6-55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 46.00-511.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 6)



ภาพที่ 14 แปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกร จำนวน 12 ราย ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นฤดูปลูกปี 2563/2564

ตารางที่ 6 ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) และผลการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละแปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกร จำนวน 12 ราย ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นฤดูปลูกปี 2563/2564

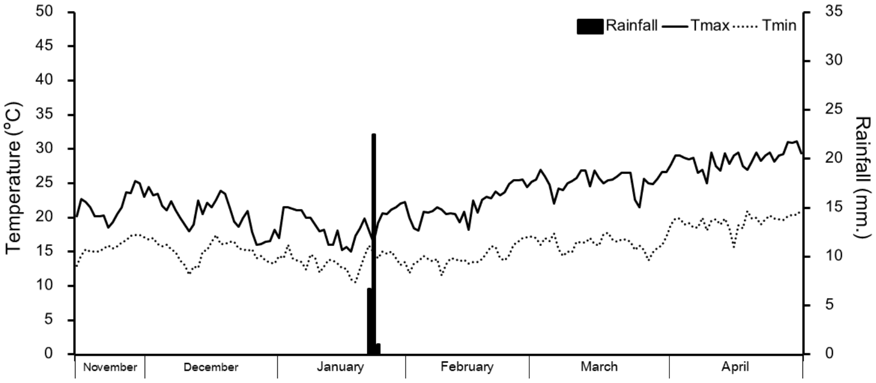
ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ผลผลิต (กก./ไร่)	pH	อินทรียวัตถุ (%)1/	ฟอสฟอรัส (มล./กก.)2/	โพแทสเซียม (มล./กก.)3/
1	นายอำนาจ ภูวินสกุล	400±18	5.52	2.52	20.00	129.00
2	นายสุรีย์ อะซู	500±19	4.70	1.43	39.00	74.00
3	นายจอเกร ขจรเกียรติพงศ์	400±27	6.42	2.25	16.00	91.00
4	นายเจาะบุญ แสงกระจ่างเรือง	500±23	6.03	4.48	18.00	511.00
5	นางอรุณี โอ่เซา	500±26	6.07	5.05	55.00	280.00
6	นางสุภาวดี พะลี	334±19	6.53	3.33	35.00	76.00
7	นายคำเสาร์ พฤกษาสวรรค์	300±17	4.60	1.02	29.00	61.00
8	นายพาลี อะซู	200±21	5.22	2.60	6.00	46.00
9	นายสีนวน เจริญสุขสมบัติ	356±17	6.61	2.71	44.00	51.00
10	นายแอะนู พนากว้าง	333±19	5.22	2.86	21.00	103.00
11	นางหน่อจะลิ ไพศานประพิณ	416±14	5.41	5.42	14.00	80.00
12	นายชาญชัย จ๊ะโด	400±24	5.60	2.25	16.00	91.00

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1/ = Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934)

2/ = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)

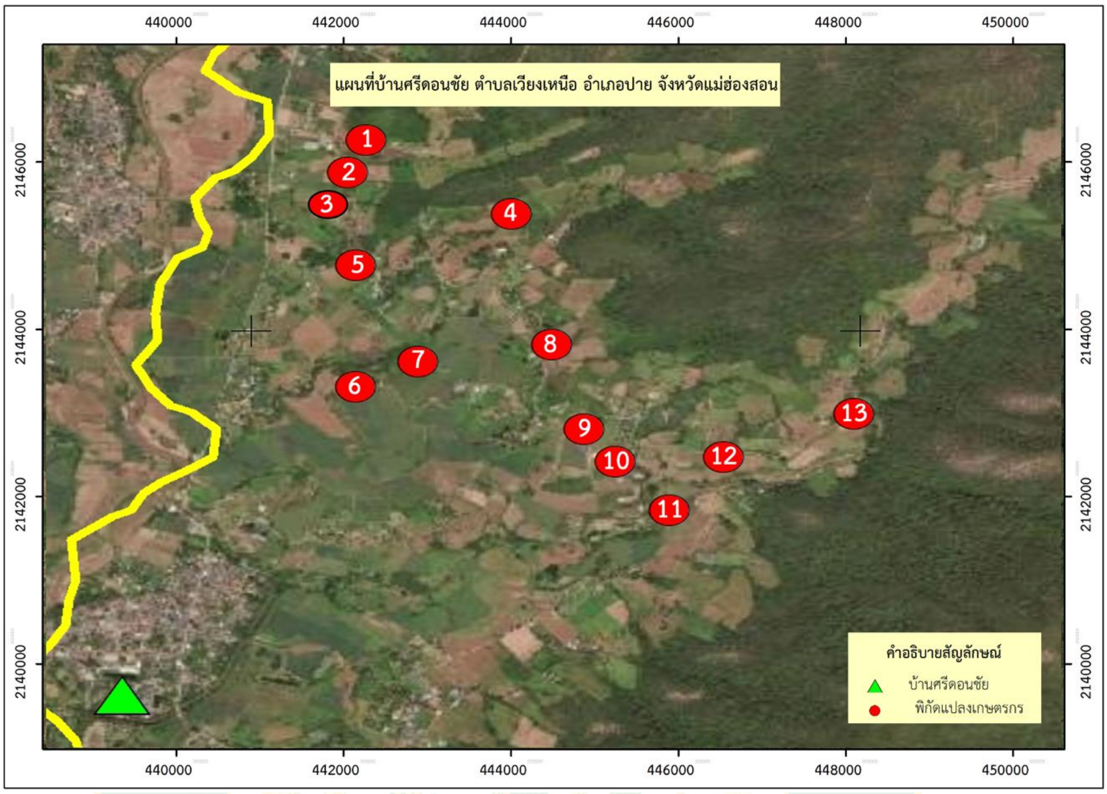
3/ = Extracted with NH_4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)



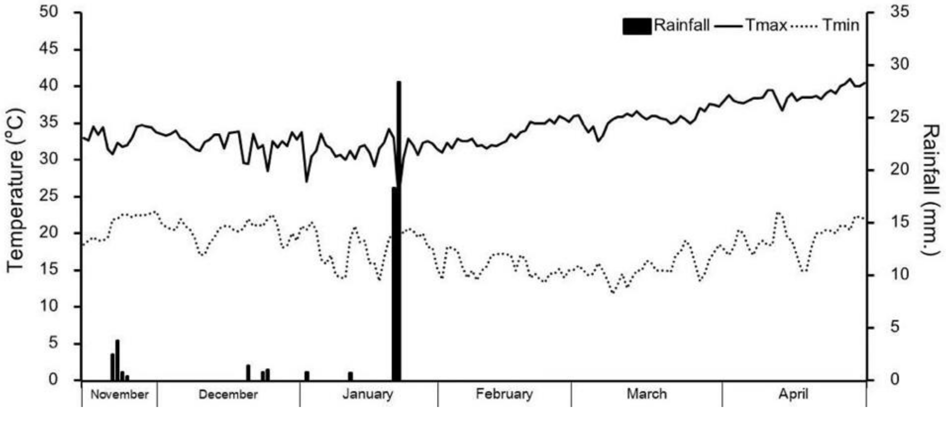
ภาพที่ 15 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของฤดูปลูกข้าวสาลีปี 2563/2564 ตั้งแต่วันที่ 15 พฤศจิกายน 2563 – 30 เมษายน 2564 ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

สำหรับพื้นที่การผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีเกษตรกร จำนวน 13 ราย โดยเกษตรกรปลูกข้าวสาลีในแปลงนาหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวนาปี ซึ่งเป็นพืชหลักของเกษตรกร สำหรับแหล่งน้ำที่ใช้ในการผลิตข้าวสาลีได้จากคลองส่งน้ำชลประทานในพื้นที่ (ภาพที่ 16) เกษตรกร จำนวน 4 ราย มีผลผลิตค่อนข้างต่ำอยู่ในช่วง 140-264 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงให้เห็นได้ว่า ผลผลิตในแปลงของเกษตรกรแต่ละรายที่มีการสุ่มเก็บตัวอย่าง จำนวน 4 ซ้ำ มีผลผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรแต่ละรายภายในแปลงเดียวกันมีความสม่ำเสมอ ดังเห็นได้จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลผลิตข้าวสาลีมีไม่เกิน 20 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ผลผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรแต่ละรายในพื้นที่บ้านศรีดอนชัยมีค่าของผลผลิตแตกต่างกันค่อนข้างสูง โดยเกษตรกรรายที่ผลิตข้าวสาลีได้ผลผลิตสูงต่างจากเกษตรกรที่ผลผลิตต่ำสุดถึงร้อยละ 23 (ตารางที่ 7) สำหรับสภาพภูมิอากาศในฤดูปลูกของบ้านศรีดอนชัยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วง 25-41 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วง 12-23 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 20-30 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนสะสม 59 มิลลิเมตร โดยฝนตกในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายน กลางเดือนธันวาคม เฉลี่ยอยู่ในช่วง 1-6 มิลลิเมตรต่อวัน และมีฝนตกปริมาณสูงในช่วงกลางเดือนมกราคม (ภาพที่ 17) จากการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละแปลงของเกษตรกร มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.66 - 6.23 มีอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 1.23-3.08 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 5.89-40.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 17.00-191 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 7)

MAEJO UNIVERSITY



ภาพที่ 16 แปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกร จำนวน 13 ราย ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นฤดูปลูกปี 2563/2564



ภาพที่ 17 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของฤดูปลูกข้าวสาลีปี 2563/2564 ตั้งแต่วันที่ 15 พฤศจิกายน 2563 – 30 เมษายน 2564 ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ตารางที่ 7 ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) และผลการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละแปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกร จำนวน 13 ราย ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นฤดูปลูกปี 2563/2564

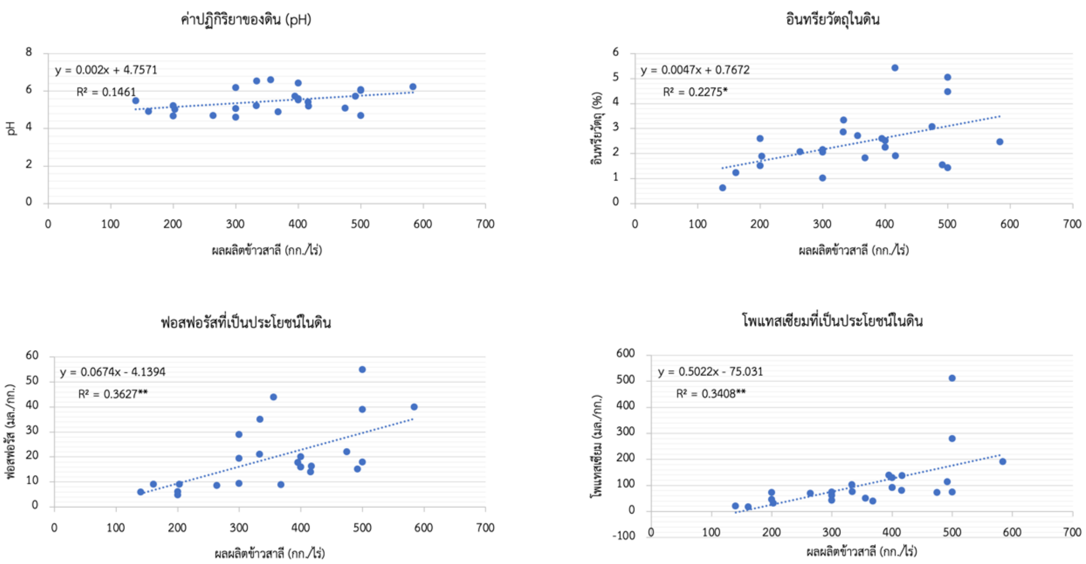
ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ผลผลิต (กก./ไร่)	pH	อินทรียวัตถุ (%)1/	ฟอสฟอรัส (มล./กก.)2/	โพแทสเซียม (มล./กก.)3/
1	นายสว่าง เนตรดวงใจ	584±20	6.23	2.46	40.00	191.00
2	นายสุรชาติ จ้างหนุ่ม	417±15	5.20	1.91	16.32	137.00
3	นายโกวิทย์ แก้วนะ	203±10	5.01	1.88	9.00	32.00
4	นายยรรยง เหงคำ	264±9	4.70	2.07	8.58	69.00
5	นายจำนงค์ ไหวเร็ว	475±11	5.08	3.08	22.11	72.00
6	นายพรศักดิ์ ปัญญานันท์	395±12	5.73	2.59	17.75	139.00
7	นางพัชรี ขันวารี	200±15	4.66	1.51	4.68	73.00
8	นายอร่าม ต่อมตุ้ย	492±19	5.72	1.55	15.12	113.00
9	นายเสาร์แก้ว โพธิลัง	300±22	6.19	2.15	9.37	74.00
10	นางอรพิน ไชยวงค์	300±21	5.07	2.06	19.36	43.00
11	นางสาวรัตนาภรณ์ ตาดิ	140±17	5.49	0.62	5.89	20.00
12	นายประพันธ์ การีระ	161±10	4.91	1.23	9.09	17.00
13	นายเลื่อน โปธิรัง	368±18	4.88	1.83	8.82	40.00

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1/ = Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934)
2/ = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)
3/ = Extracted with NH_4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

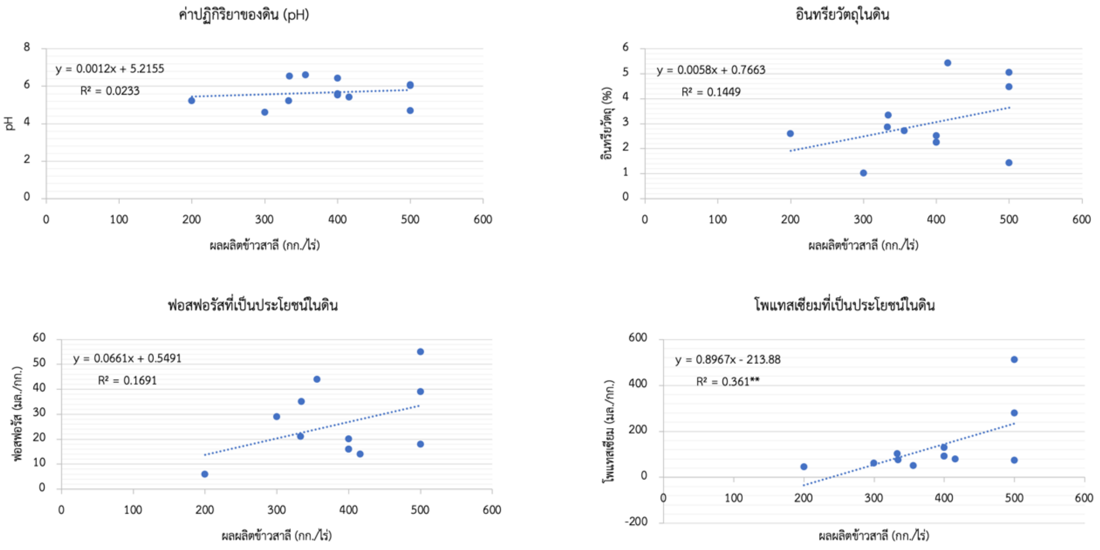
เมื่อพิจารณาผลผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรในทั้งสองพื้นที่ ทำให้เห็นว่า การผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงมีปริมาณผลผลิตสูงกว่าบ้านศรีดอนชัย ปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ และระดับความอุดมสมบูรณ์ดินที่แตกต่างจึงถูกนำมาพิจารณาเปรียบเทียบเพื่อหาปัจจัยบ่งชี้ที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิต สำหรับสภาพอากาศในด้านค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในช่วงฤดูปลูก (1 พฤศจิกายน 2563 ถึง 30 เมษายน 2564) บ้านทุ่งหลวงมีระดับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิต่ำกว่าบ้านศรีดอนชัยถึง 10, 6 และ 7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของทั้งสองพื้นที่ สามารถแบ่งออกได้สองช่วงที่ชัดเจน โดยบ้านทุ่งหลวงมีค่าความแตกต่าง

ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงต้นเดือนพฤศจิกายนถึงปลายเดือนมกราคม เท่ากับ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งระยะนี้เป็นระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นของข้าวสาลี สำหรับช่วงต้นเดือนกุมภาพันธ์ถึงปลายเดือนเมษายน บ้านทุ่งหลวงมีค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ย 13 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นระยะการออกดอก และระยะเติมเต็มเมล็ดของข้าวสาลี ในขณะที่บ้านศรีดอนชัยมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดแบ่งออกได้สองช่วงที่ชัดเจนเช่นกัน แต่มีช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เร็วกว่าบ้านทุ่งหลวง โดยค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในช่วงแรกเป็นช่วงต้นเดือนพฤศจิกายนถึงกลางเดือนมกราคม เท่ากับ 15 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นของข้าวสาลี และช่วงตั้งแต่กลางเดือนมกราคมถึงปลายเดือนเมษายน บ้านศรีดอนชัยมีค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดถึง 24 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นระยะการออกดอก และเติมเต็มเมล็ดของข้าวสาลี จากค่าความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดนี้ส่งผลกระทบโดยตรงทั้งต่อต้นพืชในเชิงกระบวนการทางสรีวิทยาในการดูดใช้ธาตุอาหาร การเจริญเติบโต และการสร้างผลผลิต (ไพบูลย์ และคณะ, 2548) และส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ดินในด้านปฏิกิริยาดิน การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทางชีววิทยาดิน การทำงานของจุลินทรีย์ดิน และส่งผลต่อปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ช่วยส่งเสริมความเป็นประโยชน์ หรือการตกตะกอนต่าง ๆ ที่มีความสมดุลหรือไม่สมดุลที่ส่งผลต่อปริมาณธาตุอาหารที่ข้าวสาลีสามารถดูดใช้ได้ รวมถึงการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ดินโดยการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรที่ทำให้เห็นได้ว่า จากต้นทุนการผลิตด้านการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงสูงกว่าบ้านศรีดอนชัย เนื่องจากเกษตรกรบ้านทุ่งหลวงใส่ปุ๋ยในอัตราการที่สูงกว่าบ้านศรีดอนชัยถึงเท่าตัว โดยที่สภาพภูมิอากาศของบ้านทุ่งหลวงมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าข้าวสาลีอาจดูดใช้ปุ๋ยได้ต่ำกว่า หรือปฏิกิริยาดินที่เกิดขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยลงไปในดินอาจส่งผลต่อปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่างจากพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ซึ่งเมื่อพิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการสร้างผลผลิตข้าวสาลี เมื่อนำค่าความเป็นกรดด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมในแปลงของเกษตรกรของแต่ละรายในทั้งสองพื้นที่มาพิจารณาความสัมพันธ์ร่วมกับผลผลิต ผลการทดสอบพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมในดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับผลผลิตข้าวสาลี (R^2=0.3349** และ R^2=0.3122** ตามลำดับ) ในส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับต่ำมากอย่างมีนัยสำคัญ กับผลผลิตข้าวสาลี (R^2=0.1939*) ในขณะที่ความเป็นกรดด่างของดินก็ปรากฎความสัมพันธ์เชิงบวกระดับต่ำมากและไม่มีนัยสำคัญกับปริมาณผลผลิตของข้าวสาลี (ภาพที่ 18) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินร่วมกับผลผลิตในแต่ละพื้นที่ มีความแตกต่างกันในแต่ละปัจจัย และระดับความมีนัยสำคัญ โดยผลผลิตของข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญ กับปริมาณโพแทสเซียมในดิน (R^2=0.2971*) (ภาพที่ 19) ในขณะที่ความเป็นกรดด่างของ

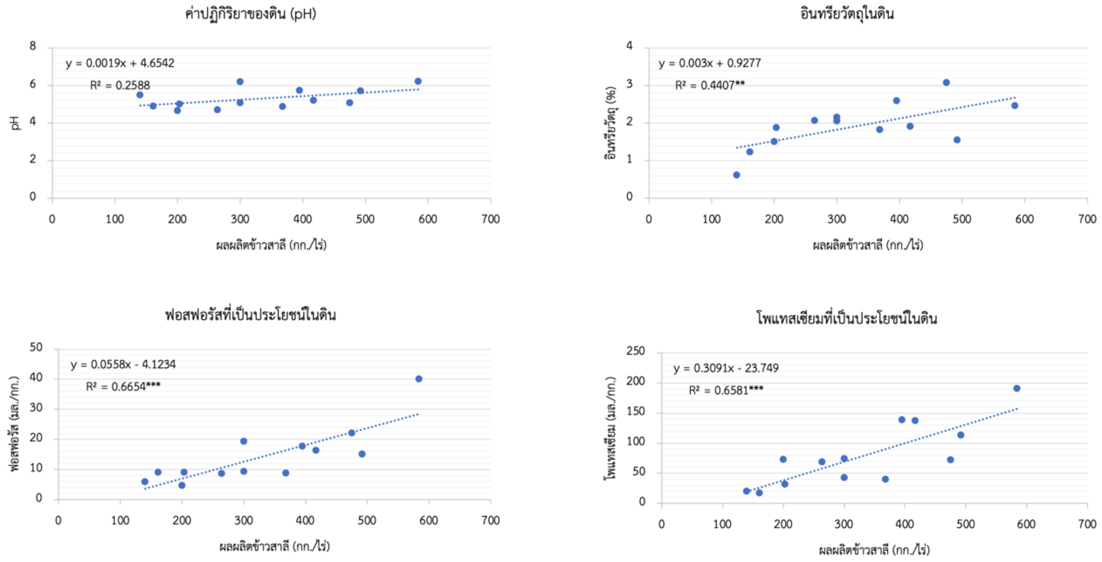
ดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์พบความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับต่ำมากและไม่มีนัยสำคัญกับปริมาณผลผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง สำหรับปริมาณผลผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุ (R^2=0.3898**) ปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ (R^2=0.6349***) ปริมาณโพแทสเซียมในดิน (R^2=0.6270***) มีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับปริมาณผลผลิตข้าวสาลี (ภาพที่ 20) จากผลการศึกษานี้ทำให้เห็นได้ว่า การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ดินด้วยการใส่ปุ๋ยจำเป็นต้องมีการพิจารณาความแตกต่างของพื้นที่ โดยเห็นได้ว่า พื้นที่บ้านทุ่งหลวงเป็นชุดดินปากช่อง บ้านศรีดอนชัยเป็นชุดดินเลย และบ้านทุ่งหลวงมีระดับอุณหภูมิที่ต่ำกว่าบ้านศรีดอนชัย ในการเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวสาลีจำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลสภาพพื้นที่ ที่เพิ่มขึ้นเป็นผลเนื่องจากปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมในดินที่สูงขึ้น



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ของค่าปฏิกิริยาของดิน (pH) อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมในดิน ต่อผลผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอนในฤดูปลูก ปี 2563/2564 จำนวน 25 ราย



ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ของค่าปฏิกิริยาของดิน (pH) อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมในดิน ต่อผลผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ในฤดูปลูกปี 2563/2564 จำนวน 12 ราย



ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ของค่าปฏิกิริยาของดิน (pH) อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมในดิน ต่อผลผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในฤดูปลูกปี 2563/2564 จำนวน 13 ราย

สำหรับต้นทุนการผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านทุ่งหลวงและบ้านศรีดอนชัยมีความแตกต่าง ซึ่งปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความแตกต่าง คือ สภาพภูมิประเทศที่ส่งผลต่อวิธีการผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรใน 2 พื้นที่ โดยสภาพพื้นที่ของบ้านทุ่งหลวงสูงจากระดับทะเล 1,025 เมตร สภาพพื้นที่ปลูกข้าวสาลีเป็นนาขั้นบันไดกระทงนาค่อนข้างเล็กยากต่อการใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกต่อรายเฉลี่ย 1.4 ไร่ การผลิตข้าวสาลีใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในกระบวนการผลิตข้าวสาลี ในขณะที่บ้านศรีดอนชัยเป็นพื้นที่ราบ สภาพปลูกข้าวสาลีเป็นนาลุ่มกระทงนาค่อนข้างกว้าง เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกต่อรายเฉลี่ย 6.4 ไร่ ทำให้ง่ายต่อการใช้เครื่องจักรต่าง ๆ แทนแรงงานคน ต้นทุนที่สำคัญทำให้การผลิตข้าวสาลีในทั้ง 2 พื้นที่มีความแตกต่างกัน คือ ต้นทุนด้านการเก็บเกี่ยวข้าวสาลี เนื่องจากกระบวนการเก็บเกี่ยวมีหลายขั้นตอน และใช้ระยะเวลานาน เกษตรกรบ้านทุ่งหลวงมีค่าใช้จ่าย 1,400 บาทต่อไร่ เนื่องจากในกระบวนการเก็บเกี่ยวใช้แรงงานคนเป็นหลัก ตั้งแต่การใช้เคียวเกี่ยว มัดเป็นกำ ตากแดดไว้ประมาณ 3-5 วัน จากนั้นนวดข้าวสาลีโดยฟาดกำข้าวสาลีกับกระบุงขนาดใหญ่ หรือใช้ไม้ตีกำข้าวที่วางอยู่บนพื้น ในขณะที่เกษตรกรบ้านทุ่งหลวงมีการใช้เครื่องจักรช่วยในกระบวนการเก็บเกี่ยวในทุกขั้นตอน ได้แก่ เครื่องเกี่ยวแบบวางรายขนาดเล็ก เครื่องนวดข้าวสาลี รวมทั้งการใช้รถเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก ทำให้มีค่าใช้จ่ายด้านการเก็บเกี่ยวเพียง 700 บาทต่อไร่ สำหรับต้นทุนการผลิตข้าวสาลีที่มีค่าใช้จ่ายสูงรองลงมาเป็นต้นทุนด้านการเตรียมดิน เกษตรกรบ้านทุ่งหลวง ส่วนใหญ่เตรียมดินด้วยรถไถเดินตาม มีค่าใช้จ่าย 800 บาทต่อไร่ ในขณะที่เกษตรกรทุกรายของบ้านศรีดอนชัยใช้รถแทรกเตอร์ในการเตรียมดิน มีค่าใช้จ่าย 500 บาทต่อไร่ นอกจากนี้สภาพพื้นที่ที่แตกต่างกันยังส่งผลต่อการปลูกข้าวสาลีของทั้ง 2 พื้นที่ โดยเกษตรกรบ้านทุ่งหลวงใช้วิธีปลูกด้วยการโรยเป็นแถวด้วยแรงงานคน มีค่าใช้จ่าย 900 บาทต่อไร่ ในขณะที่เกษตรกรบ้านศรีดอนชัยใช้วิธีหว่านแล้วคราดกลบด้วยแรงงานคน มีค่าจ่าย 300 บาทต่อไร่ ซึ่งวิธีการปลูกข้าวสาลีของเกษตรกร มีผลต่อต้นทุนในการดูแล รักษา ป้องกัน กำจัดวัชพืช โรค และแมลง วิธีการปลูกข้าวสาลีด้วยการโรยเป็นแถวด้วยแรงงานคนในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงต้นทุนสูงกว่าเกษตรกรบ้านศรีดอนชัยถึง 10 เท่า เนื่องจากการปลูกข้าวสาลีด้วยวิธีโรยเป็นแถว มีพื้นที่ให้เกษตรกรเข้าไปกำจัดวัชพืช โดยใช้แรงงานคนได้ง่าย รวมทั้งในฤดูปลูกปี 2563/2564 เกษตรกรบ้านทุ่งหลวง พบอาการของโรคต้นกล้าแห้ง หนอนกอ หนอนกระทู้ข้าวโพด และเพลี้ยอ่อนดำหญ้า ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนในการป้องกัน และกำจัดศัตรูข้าวสาลี โดยการฉีดพ่นสารเคมีด้วยแรงงานคนจึงทำให้มีต้นทุน 500 – 1,100 บาทต่อไร่ ในขณะที่เกษตรกรบ้านศรีดอนชัยใช้วิธีปลูกด้วยการหว่านแล้วกลบด้วยแรงงานคน ทำให้ยากต่อเข้าไปกำจัดวัชพืช เกษตรกรส่วนใหญ่จึงไม่ให้ความสำคัญ ในฤดูปลูกปี 2563/2564 มีหนอนกอที่เข้าทำลายเพียงเล็กน้อยของเกษตรกรบางรายเท่านั้น จึงทำให้ต้นทุนการป้องกัน กำจัดวัชพืช โรค แมลง ของเกษตรกรต่ำเพียง 100 – 167 บาทต่อไร่ สำหรับต้นทุนด้านเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกรในทั้ง 2 พื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมาก โดยเกษตรกรบ้านทุ่งหลวงมีค่าใช้จ่ายด้านเมล็ดพันธุ์ 600 บาทต่อไร่

เนื่องจากเกษตรกรต้องซื้อเมล็ดพันธุ์จากกรมการข้าวเพื่อการผลิตในรอบฤดูปลูก ในขณะที่เกษตรกรบ้านศรีดอนชัยใช้เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้ โดยมีการฝากเมล็ดพันธุ์ไว้กับเกษตรกรหัวหน้ากลุ่ม ซึ่งมีโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ที่ได้มาตรฐาน เมื่อถึงฤดูปลูกข้าวสาลีจึงนำมาใช้ต่อในฤดูปลูกถัดไปได้ โดยไม่ต้องเสียต้นทุนด้านเมล็ดพันธุ์ สำหรับต้นทุนด้านปุ๋ย เกษตรกรทั้ง 2 พื้นที่มีการใช้สูตรปุ๋ยและอัตราที่แตกต่างกัน โดยเกษตรกรมักเลือกใช้สูตรปุ๋ยตามพืชหลักที่ปลูก โดยเกษตรกรในทั้ง 2 พื้นที่ ปลูกข้าวเป็นพืชหลัก จึงมีปุ๋ยสูตร 46-0-0 และ 16-20-0 ในขณะที่เกษตรกรบางรายใช้ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัยมีการปลูกไม้ผล คือ ลำไย จึงมีปุ๋ยสูตร 17-17-23 และ 13-13-21 การใส่ปุ๋ยในการผลิตข้าวสาลีของเกษตรกร 2 พื้นที่มีการแบ่งการใส่ปุ๋ย จำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยพร้อมปลูก และครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยหลังข้าวสาลีงอก 20 วัน โดยการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ของเกษตรกรบ้านทุ่งหลวงทุกราย นิยมใช้สูตร 15-15-15 อัตราเฉลี่ย 40 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 2 ใช้สูตร 15-15-15 อัตราเฉลี่ย 50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือสูตร 46-0-0 อัตราเฉลี่ย 30 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายของปุ๋ยรวมอยู่ระหว่าง 584 – 1,320 บาทต่อไร่ ในขณะที่เกษตรกรบ้านศรีดอนชัยทุกราย ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 นิยมใช้สูตร 46-0-0 อัตราเฉลี่ย 20 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ย ครั้งที่ 2 เกษตรกรใช้สูตรปุ๋ยที่หลากหลาย เช่น สูตร 46-0-0 อัตราเฉลี่ย 20 กิโลกรัมต่อไร่ สูตร 16-20-0 อัตราเฉลี่ย 20 กิโลกรัมต่อไร่ สูตร 15-15-15 อัตราเฉลี่ย 30 กิโลกรัมต่อไร่ สูตร 17-17-23 อัตราเฉลี่ย 25 กิโลกรัมต่อไร่ และ 13-13-21 อัตราเฉลี่ย 20 กิโลกรัมต่อไร่ จึงทำให้เกษตรกรมีค่าใช้จ่ายปุ๋ยรวมอยู่ระหว่าง 433 – 996 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 8 และ 9) สำหรับรายละเอียดของต้นทุนการผลิตข้าวสาลีของเกษตรกร ฤดูปลูกปี 2563/2564 ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ดังในภาคผนวก ข

ตารางที่ 8 ต้นทุนการผลิตข้าวสาลีของเกษตรกร จำนวน 12 ราย ที่มีพื้นที่ปลูก (ไร่) และค่าใช้จ่าย (บาทต่อไร่) ในการผลิตข้าวสาลีที่แตกต่างกัน ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นฤดูปลูกปี 2563/2564

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ไร่)						รวมค่าใช้จ่าย (บาท/ไร่)
			ค่าเตรียมแปลง	ค่าปลูก	ค่าเก็บเกี่ยว	ค่าเมล็ดพันธุ์	ค่าปุ๋ย	ค่าการป้องกัน กำจัดวัชพืช โรคแมลง	
1	นายอำนาจ ภูวินสกุล	2	800	900	1,400	600	985	1,000	5,685
2	นายสุรีย์ อะซู	1	800	900	1,400	600	736	500	4,936
3	นายจอเกร ขจรเกียรติพงศ์	1	800	900	1,400	600	800	500	5,000
4	นายเจาะบุญ แสงกระจ่างเรือง	1	800	900	1,400	600	950	650	5,300
5	นางอรุณี โอ่เชา	1	800	900	1,400	600	792	300	4,792
6	นางสุภาวดี พะลี	1	800	900	1,400	600	1,060	1,100	5,860
7	นายคำเสาร์ พฤกษาสวรรค์	1	800	900	1,400	600	1,320	500	5,520
8	นายพาลี อะซู	1	800	900	1,400	600	1,320	500	5,520
9	นายสีนวน เจริญสุขสมบัติ	3	800	900	1,400	600	848	667	5,215
10	นายแอะนู พนากว้าง	1	800	900	1,400	600	584	1,000	5,284
11	นางหน่อจะลิ ไพศานประพิณ	1	800	900	1,400	600	1,276	500	5,476
12	นายชาญชัย จ๊ะโด	1	800	900	1,400	600	1,320	650	5,670

ตารางที่ 9 ต้นทุนการผลิตข้าวสาลีของเกษตรกร จำนวน 13 ราย ที่มีพื้นที่ปลูก (ไร่) และค่าใช้จ่าย (บาทต่อไร่) ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นฤดูปลูกปี 2563/2564

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ไร่)						รวมค่าใช้จ่าย (บาท/ไร่)
			ค่าเตรียมแปลง	ค่าปลูก	ค่าเก็บเกี่ยว	ค่าเมล็ดพันธุ์	ค่าปุ๋ย	ค่าการป้องกัน กำจัดวัชพืช โรคแมลง	
1	นายสว่าง เนตรดวงใจ	6	500	300	700	0	533	0	2,033
2	นายสุรชาติ จ้างหนุ่ม	5	500	300	700	0	996	0	2,496
3	นายโกวิทย์ แก้วนะ	7	500	300	700	0	433	0	1,933
4	นายยรรยง เหงคำ	3	500	300	700	0	867	0	2,367
5	นายจำนงค์ ไหวเร็ว	12	500	300	700	0	477	0	1,977
6	นายพรศักดิ์ ปัญญานันท์	5	500	300	700	0	916	0	2,416
7	นางพัชรี ขันวารี	10	500	300	700	0	480	0	1,980
8	นายอร่าม ต่อมตุ้ย	3	500	300	700	0	960	0	2,460
9	นายเสาร์แก้ว โพธิลัง	5	500	300	700	0	692	0	2,192
10	นางอรพิน ไชยวงค์	5	500	300	700	0	780	110	2,390
11	นางสาวรัตนาภรณ์ ตาดิ	9	500	300	700	0	467	167	2,134
12	นายประพันธ์ การีระ	5	500	300	700	0	780	100	2,380
13	นายเลื่อน โปธิรัง	3	500	300	700	0	600	133	2,233

ประเทศไทยมีการผลิตข้าวสาลีในกลุ่ม Spring wheat ซึ่งมีการรายงานปริมาณผลผลิตของข้าวสาลีจากแปลงเกษตรกรในฤดูปลูก 2562/2563 ว่า มีผลผลิตอยู่ในช่วง 248 – 279 กิโลกรัมต่อไร่ (สิปปวิชญ์ และคณะ, 2564) เมื่อเปรียบเทียบการรายงานของ Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2023) ถึงค่าเฉลี่ยผลผลิตของข้าวสาลีทั่วโลกอยู่ที่ 1,490 กิโลกรัมต่อไร่ โดยค่าเฉลี่ยผลผลิตดังกล่าวเป็นผลผลิตของ Winter wheat ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ และจากการรายงานของ Jordbruksmarkens (2015) ทำให้เห็นว่า ในพื้นที่การผลิตข้าวสาลีของประเทศแถบยุโรปผลผลิตของ Spring wheat มักต่ำกว่า Winter wheat ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ โดยผลผลิตของ Spring wheat เฉลี่ยประมาณ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตข้าวสาลีในประเทศไทยทำให้เห็นว่า การผลิตข้าวสาลีในประเทศมีข้อจำกัดหลายประการ สำหรับการศึกษานี้ทำการศึกษาในพื้นที่ผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านทุ่งหลวงและบ้านศรีดอนชัยซึ่งเป็นพื้นที่หลักในการผลิตข้าวสาลีของประเทศไทยในปัจจุบัน และเกษตรกรผู้ผลิตข้าวสาลีมีประสบการณ์ในการผลิตมาไม่ต่ำกว่า 10 ปี (ภาคผนวก ข) มีผลผลิตในฤดูปลูก 2563/64 ในทั้งสองพื้นที่เฉลี่ย 355 กิโลกรัมต่อไร่ ถึงแม้เป็นค่าที่สูงกว่าผลผลิตที่รายงานในฤดูปลูก 2562/63 ถึง 35 เปอร์เซ็นต์ แต่ยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของผลผลิต Spring wheat ทั่วโลก ข้อจำกัดที่ทำให้ผลผลิตของข้าวสาลีในทั้งสองพื้นที่อยู่ในระดับต่ำ อาจเป็นผลเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศ ความอุดมสมบูรณ์ดิน และการจัดการที่เหมาะสม ซึ่งจากการสำรวจและเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในการศึกษานี้ ทำให้เห็นว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงสูงกว่าบ้านศรีดอนชัย ปัจจัยหลักที่ส่งผลให้ทั้งสองพื้นที่มีผลผลิตที่ต่างกัน อาจเป็นผลมาจากสภาพภูมิอากาศ รวมถึงผลผลิตของข้าวสาลีของเกษตรกรแต่ละรายภายในพื้นที่เดียวกันยังมีความแตกต่างของผลผลิตค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย อาจเป็นผลมาจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ความแตกต่างของผลผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงที่สูงกว่าบ้านศรีดอนชัย อาจเป็นผลมาจากสภาพภูมิอากาศ ดังจะเห็นได้จากระดับอุณหภูมิตลอดฤดูปลูกข้าวสาลีในพื้นที่ของบ้านศรีดอนชัยสูงกว่าบ้านทุ่งหลวงเฉลี่ยประมาณ 7 องศาเซลเซียส แต่เมื่อพิจารณาตามช่วงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ สามารถแบ่งเป็น 2 ช่วงได้อย่างชัดเจน โดยบ้านศรีดอนชัยมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเร็วกว่าบ้านทุ่งหลวงถึง 30 วัน (ภาพที่ 15 และ 17) การปลูกข้าวสาลีที่กระทบกับช่วงอุณหภูมิที่สูงอย่างรวดเร็ว ทำให้เร่งอัตราการพัฒนาของข้าวสาลีให้เร็วขึ้นในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น ส่งผลต่อการสะสมสารอาหาร การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมอุณหภูมิกับการพัฒนาการเจริญเติบโต ส่วนมากคำนวณจากการสะสมอุณหภูมิที่เกิดอุณหภูมิที่เหมาะสมกับพืช เพื่อทำนายถึงวันงอก วันออกรวง หรือวันเก็บเกี่ยว Donovan and Lee (1983) ยืนยันว่า GDD สามารถใช้เป็นค่าชี้ถึงการพัฒนาการเจริญเติบโตของพืชได้ รวมทั้ง Strand (1985) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับ GDD ขึ้นอยู่กับ base temperature มากกว่าพันธุ์ โดยการศึกษา GDD กับการพัฒนาของข้าว

สาลีในไทย พบว่า การเจริญเติบโตในแต่ละช่วงระยะการเจริญเติบโตของข้าวสาลีแต่ละพันธุ์ มีการตอบสนองต่ออุณหภูมิที่แตกต่างกัน จากการศึกษาของสาวิตร (2530) พบว่า ข้าวสาลีพันธุ์สะเมิง 1 มีอุณหภูมิสะสมของวันสร้างตาดอกระหว่าง 442 - 473 องศาเซลเซียส และเฉลิมพล และสมจิตร (2532) พบว่า ข้าวสาลีพันธุ์สะเมิง 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 550 - 585 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตจนถึงช่วงการสะสมแป้งของภายในเมล็ดข้าวสาลี ดังนั้นอิทธิพลของช่วงวันปลูกมีผลต่ออุณหภูมิสะสมในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของข้าวสาลีในช่วงแรกเป็นระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ซึ่งบ้านทุ่งหลวงในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม มีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่ต่ำกว่าบ้านศรีดอนชัยถึง 5 องศาเซลเซียส ข้าวสาลีในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ได้รับอุณหภูมิสูงอาจเกิดการเร่งอัตราการพัฒนาการให้เร็วขึ้น เนื่องจากข้าวสาลีมีพัฒนาตามค่า GDD เมื่อได้รับระดับอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้อุณหภูมิสะสมถึงระยะการสืบพันธุ์เร็วเกินไป ซึ่งต้นข้าวสาลีมีการเจริญเติบโตทางลำต้นไม่สมบูรณ์มีการสะสมอาหารเพียงพอ ทำให้มีลักษณะต้นเตี้ย ใบเล็ก (สาวิตร, 2530) จำนวนกลุ่มดอกย่อยต่อรวงและจำนวนเมล็ดต่อกลุ่มดอกย่อยต่ำ (Rawson and Evans, 1971) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Fischer (1985) พบว่า ระยะพัฒนาการเจริญเติบโตของข้าวสาลีในช่วงแรกมีการถ่ายเทสารสังเคราะห์และสารอาหารสะสมที่ใบ ราก และลำต้น เมื่อเข้าสู่ระยะสืบพันธุ์มีการถ่ายเทสารสังเคราะห์และสารอาหารสะสมที่รวง และเมล็ด ตามลำดับ ถ้าหากข้าวสาลีสามารถสร้างสารสังเคราะห์ได้ถึง 600 – 800 กรัมของน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร ในระยะ Anthesis ส่งผลให้มีจำนวนกลุ่มดอกย่อยต่อรวงและจำนวนเมล็ดต่อกลุ่มดอกย่อยสูง และทำให้ได้ผลผลิตสูง หากข้าวสาลีไม่สามารถถ่ายเทน้ำหนักแห้งที่สะสมไว้ก่อนระยะ Anthesis ไปสู่ระยะผสมเกสร ทำให้จำนวนเมล็ดต่อกลุ่มดอกย่อยลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ และอาจส่งผลต่อผลผลิตได้ แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ไม่ได้ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตที่ทำให้เห็นเพียงผลผลิตที่ความแตกต่างกัน

สำหรับค่าความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงที่สองของบ้านศรีดอนชัยมีค่าสูงกว่าถึง 11 องศาเซลเซียส โดยบ้านศรีดอนชัยมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นเริ่มตั้งแต่ช่วงกลางเดือนมกราคม ในขณะที่บ้านทุ่งหลวงเริ่มมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ และยังมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่สูงขึ้นเร็วกว่าบ้านทุ่งหลวงถึง 30 วัน อุณหภูมิที่สูงขึ้นในระยะออกดอกและการเติมเต็มเมล็ดส่งผลอย่างยิ่งต่อปริมาณผลผลิตของข้าวสาลี ทั้งด้านการส่งผลให้เกสรตัวผู้เป็นหมัน และการเติมเต็มเมล็ดลดลง สำหรับอุณหภูมิสูงที่ส่งผลให้เกสรตัวผู้เป็นหมันมีรายงานไว้ในการศึกษาของ Marcellos and Single (1972) โดยอุณหภูมิสูงระดับ 30-40 องศาเซลเซียส ส่งผลทำให้เกสรตัวผู้ของข้าวสาลีเป็นหมัน ซึ่งในการศึกษานี้พื้นที่บ้านศรีดอนชัยมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยตั้งแต่กลางเดือนมกราคมจนถึงเดือนเมษายนสูงเกินกว่า 35 องศาเซลเซียส อาจทำให้มีผลต่อความเป็นหมันของเกสรตัวผู้ทำให้ได้ผลผลิตในเชิงจำนวนเมล็ดลดลง สำหรับผลของอุณหภูมิสูงต่อการเติมเต็มเมล็ดมักส่งผลให้มีขนาดเมล็ดข้าวสาลี

ลดลงและส่งผลต่อปริมาณผลผลิตโดยรวม (Frank and Bauer, 1984) อุณหภูมิสูงในระยะเติมเต็มเมล็ดมีผลต่อการถ่ายเทสารสังเคราะห์ในกระบวนสังเคราะห์แสงไปสะสมยังเมล็ดข้าวสาลี ดังรายงานการศึกษาของ Posch et al. (2019) ซึ่งพบว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจ เมื่ออุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นประมาณ 25 องศาเซลเซียส ทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงลดลงแต่การหายใจด้วยแสง (Photorespiration) เพิ่มขึ้น เนื่องจาก RuBisCO สามารถจับกับ O_2 ได้เพิ่มขึ้น ทำให้มีการสร้างน้ำตาลหรืออาหารลดลง แต่ใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตช้าหรือชะงักการเจริญเติบโต

นอกจากนี้ผลผลิตที่แตกต่างกันของเกษตรกรแต่ละราย ในแต่ละพื้นที่ยังเป็นผลจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากค่าการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ดินในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง มีปริมาณอินทรียวัตถุรายแปลงส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์รายแปลงส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์รายแปลงส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ปลูกข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านทุ่งหลวงระดับของผลผลิตเป็นผลจากปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเป็นปัจจัยหลัก เนื่องจากพื้นที่บ้านทุ่งหลวงเป็นกลุ่มชุดดินที่ 29 เป็นดินดอนไร่ มีข้อจำกัดคือ โพแทสเซียมในดินต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2566) และมีความความสัมพันธ์กับระดับของผลผลิตข้าวสาลีมากกว่าธาตุอาหารในดินอื่น โดยโพแทสเซียมเป็นธาตุที่ช่วยในการสังเคราะห์น้ำตาล แป้ง และโปรตีน ส่งเสริมการเคลื่อนย้ายสารต่าง ๆ จากใบไปสู่ผลผลผลิต จากการศึกษาการตอบสนองของข้าวสาลีต่อการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในดินนา ณ ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ พบว่า ข้าวสาลีตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม มากกว่า 6 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 10 (วลัยพร และคณะ, 2529; พงศ์พันธุ์ และคณะ, 2529) รวมทั้ง มานัส และคณะ (2528) ศึกษาอิทธิพลของโพแทสเซียมต่อข้าวสาลี บนชุดดินต่าง ๆ พบว่า โดยทั่วไปดินชั้น 0 - 5 เซนติเมตร มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าดินชั้นล่าง ดินที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ สูงกว่า 190 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้อย่างเพียงพอ การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมมีอิทธิพลทำให้ผลผลิตของข้าวสาลีที่ปลูกบนดินชุดสันทรายเพิ่มขึ้น การเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ทุก ๆ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต้องใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 4 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และจากรายงานของ Khan et al. (2007) พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 60 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ส่งผลทำให้จำนวนต้นต่อพื้นที่ จำนวนรวงต่อพื้นที่ และผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น ร้อยละ 50, 50 และ 13 ตามลำดับ สำหรับพื้นที่ปลูกข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านศรีดอนชัย มีปริมาณอินทรียวัตถุรายแปลงมีค่าอยู่ในช่วง 1-2 เปอร์เซ็นต์ ประมาณร้อยละ 50 และมีค่าสูงกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ อีกร้อยละ 50 ส่วนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์รายแปลงมีค่าอยู่ในช่วง 5 - 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ประมาณร้อยละ 50 และมีค่าสูงกว่า 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อีกร้อยละ 50 และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์รายแปลงส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ปลูกข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านศรีดอนชัยระดับ

ของผลผลิตมีความสัมพันธ์กับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเช่นเดียวกับบ้านทุ่งหลวง และยังมีความสัมพันธ์กับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน นอกจากนี้ยังมีปริมาณอินทรียวัตถุที่เป็นข้อจำกัดต่อระดับของผลผลิตข้าวสาลีที่ปลูกในพื้นที่บ้านศรีดอนชัยอีกด้วย เนื่องจากพื้นที่บ้านศรีดอนชัยเป็นกลุ่มชุดดินที่ 31 เป็นกลุ่มดินเหนียวลึกถึงลึกมาก อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ลาดชันสูงเกิดการชะล้างพังทลายสูญเสียหน้าดินได้ ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ และฟอสฟอรัสในดินต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2566) อย่างไรก็ตามความสำคัญของปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่อยู่ในระดับปานกลาง (มากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์) มีความสัมพันธ์กับระดับไนโตรเจนในดิน ส่งผลให้ผลผลิตข้าวสาลีสูงขึ้นร้อยละ 40 ซึ่งอินทรียวัตถุในดินมีจุลินทรีย์ดินย่อยสลายอินทรียวัตถุ และทำให้ดินปลดปล่อยธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ออกมา โดยเฉพาะไนโตรเจน มีหน้าที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีน ช่วยให้พืชมีสีเขียว เร่งการเจริญเติบโตทางใบ ส่งผลต่อการผลผลิตของพืช (กัญญา, 2532) สำหรับฟอสฟอรัสมีหน้าที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโต โดยเฉพาะราก ควบคุมการออกดอก ติดผล และการสร้างเมล็ด จากการศึกษาของ มานัส และคณะ (2525) พบว่า ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน (P_2O_5) มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวสาลี โดยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน 9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เพียงพอต่อการปลูกข้าวสาลี หากเพิ่ม ปุ๋ยฟอสฟอรัสเป็น 18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้ผลผลิตข้าวสาลีเพิ่มขึ้น 35 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้ง มานัส และคณะ (2527) ศึกษาการตอบสนองของข้าวสาลีต่อชนิดและอัตราปุ๋ยฟอสเฟต พบว่า ดินที่มีระดับของฟอสฟอรัส (P_2O_5) 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าวสาลี แต่หากเพิ่มปุ๋ยฟอสฟอรัสมากขึ้น ทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด น้ำหนักเมล็ดต่อรวง และผลผลิตเพิ่มขึ้น

หากแนะนำการใส่ปุ๋ยสำหรับเกษตรกรเพื่อการผลิตข้าวสาลี อาจต้องแนะนำการใส่ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่หรือใส่ตามค่าวิเคราะห์ดินตามข้อจำกัดของธาตุอาหารในดินของแต่ละพื้นที่ที่เป็นข้อจำกัดการให้ผลผลิตของข้าวสาลี ตามคำแนะนำของ Daniel (2023) (ตารางที่ 10) แปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านทุ่งหลวงต้องการ N-P_2O_5-K_2O : 12-8-9 โดยแบ่งการใส่ไนโตรเจน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ + สูตร 46-0-0 อัตรา 7 กิโลกรัมต่อไร่ + สูตร 0-0-60 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 2 ใช้สูตร 46-0-0 อัตรา 13 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนแปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านศรีดอนชัยต้องการ N-P_2O_5-K_2O : 12-8-21 โดยแบ่งการใส่ไนโตรเจน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ + สูตร 46-0-0 อัตรา 7 กิโลกรัมต่อไร่ + สูตร 0-0-60 อัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 2 ใช้สูตร 46-0-0 อัตรา 13 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นต้น

ตารางที่ 10 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวสาลี (Spring wheat)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน[1/] (%)	อัตรา (กก. N /ไร่)
<3	16.33
>3	12.24
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน[2/] (มก./กก.)	อัตรา (กก. P_2O /ไร่)
0-5	8.16
6-10	6.12
11-15	3.06
>16	0
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน[3/] (มก./กก.)	อัตรา (กก. P_2O /ไร่)
0-40	21.43
41-80	15.31
81-120	9.18
>121	0

หมายเหตุ [1/] = Kjeldahl method (กองวิเคราะห์ดิน, 2544)

[2/] = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)

[3/] = Extracted with NH_4Oac pH 7.0 (Pratt, 1965)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Daniel (2023)

สำหรับการผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านทุ่งหลวงมีต้นทุนสูงกว่าบ้านศรีดอนชัยถึงหนึ่งเท่า ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างของสภาพภูมิประเทศ บ้านทุ่งหลวงเป็นพื้นที่สูงจากระดับทะเล 1,065 เมตร มีสภาพพื้นที่ของแปลงปลูกข้าวสาลีเป็นนาขั้นบันได กระทงนาค่อนข้างเล็ก ทำให้เกษตรกรในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงใช้แรงงานคนในกระบวนการผลิตข้าวสาลีเป็นหลัก อีกทั้งแรงงานส่วนใหญ่เป็นคนสูงอายุ ซึ่งสถานภาพอายุที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อการใช้แรงงานที่จำกัด ในขณะที่สภาพภูมิประเทศของบ้านศรีดอนชัยสูงจากระดับทะเล 546 เมตร สภาพพื้นที่ของแปลงปลูกข้าวสาลีเป็นนาลุ่ม กระทงนาค่อนข้างกว้าง ทำให้ง่ายต่อการใช้เครื่องจักรแทนการใช้แรงงานคน ทำให้กระบวนการผลิตข้าวสาลีของเกษตรกรในทั้ง 2 พื้นที่แตกต่างกัน โดยลักษณะสภาพพื้นที่นาขั้นบันไดกระทงนาค่อนข้างเล็กทำให้เกษตรกรบ้านทุ่งหลวงเตรียมดินด้วยรถไถร่วมกับแรงงานคน ในขณะที่บ้านศรีดอนชัยใช้รถแทรกเตอร์ในการเตรียมดินทั้งหมด ซึ่งแตกต่างจากในอดีตที่ ไพบูลย์ และคณะ (2533) ได้รายงาน

ไว้ว่า เกษตรกรมีการเตรียมโดยใช้รถไถ ร้อยละ 62 และใช้จอบร้อยละ 12 รวมวิธีการปลูกข้าวสาลีของเกษตรกรบ้านศรีดอนชัยใช้วิธีการหว่านแล้วคราดกลบด้วยแรงงานคน ซึ่งเป็นวิธีที่ลดต้นทุนการผลิต เหตุผลที่เกษตรกรใช้วิธีนี้เพื่อลดแรงงานคน ความรวดเร็วและง่าย ในขณะที่เกษตรกรบ้านทุ่งหลวงยังใช้วิธีปลูกโรยเป็นแถวแล้วกลบด้วยแรงงานคน เนื่องจากเกษตรกรพบปัญหาวัชพืช หากใช้วิธีการหว่านอาจไม่สามารถเข้าไปกำจัดวัชพืชภายในแปลงได้อาจส่งผลทำให้ผลผลิตต่ำ ในฤดูปลูกปี 2563/2564 เกษตรกรบ้านทุ่งหลวง พบโรคต้นกล้าแห้ง หนอนกอ หนอนกระทู้ข้าวโพด และเพลี้ยอ่อนดำหญ้า ทำให้ต้องมีการป้องกัน และกำจัดศัตรูข้าวสาลี โดยการฉีดพ่นสารเคมีด้วยแรงงานคนทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่บ้านศรีดอนชัยพบเพียงหนอนกอ และในฤดูปลูกข้าวสาลีบางปีพบการเข้าทำลายของหนู และนก ที่เป็นปัญหา โดยสอดคล้องกับ Hobbs and Peter (1990) ที่ได้รายงานไว้ในอดีตว่า ภาคเหนือของประเทศไทยมีศัตรูข้าวสาลีที่มีผลกระทบรุนแรงกับผลผลิต ได้แก่ หนู และนก ส่วนทางด้านโรคแมลงถึงแม้ว่ามีการพบเข้าทำลายบ้างแต่ยังไม่มีความสำคัญมากนัก หากมีการปลูกติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน และขยายพื้นที่ปลูกมากขึ้น อาจพบศัตรูพืชเหล่านี้และมีการปรับตัวได้ดีก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรง เช่นเดียวกับในประเทศอื่น ๆ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการปลูกพืชตลอดปี เช่น ระบบ ข้าว-ข้าวสาลี-ข้าว เป็นต้น ค่าใช้จ่ายด้านเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกรในทั้ง 2 พื้นที่มีความแตกต่างกัน โดยบ้านทุ่งหลวงไม่เก็บเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้ปลูกในฤดูปลูกข้าวสาลีถัดไป เนื่องจากไม่มีโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี ทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีของเกษตรกรในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงลดลง สอดคล้องกับ อรอนงค์ (2540) ที่ได้ระบุว่า หากเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีในสภาพอากาศปกติในระยะเวลา 3-4 เดือน ทำให้สูญเสียความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ได้ ในขณะที่บ้านศรีดอนชัยใช้เมล็ดพันธุ์ของตนเองที่เก็บไว้ เนื่องจากมีเกษตรกรหัวหน้ากลุ่มที่ช่วยรวบรวม ส่งเสริม และหาช่องทางจำหน่ายข้าวสาลีเป็นผู้ดูแลนั้นมีโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีและมีระบบการจัดการเมล็ดพันธุ์ของกลุ่ม แต่ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัยพบปัญหาเกษตรกรโรยเมล็ดข้าวสาลีสูงถึง 30 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งควรมีการปรับการใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ตามคำแนะนำของ Sanunders (1990) เพื่อลดต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์ได้อีก โดยได้รายงานว่า การใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และวิธีการปลูก ซึ่งการปลูกในดินร่วนปนเหนียวและปลูกด้วยวิธีหว่านแนะนำให้ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์สูงกว่าในสภาพดินร่วน และการปลูกโดยหยอดเป็นแถวในสภาพดินร่วนปนเหนียว อัตราเมล็ดพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 24 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพดินร่วน 16 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้มีจำนวนต้นประมาณ 280 ต้นต่อตารางเมตร ค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ย สังเกตได้ เกษตรกรบ้านทุ่งหลวงใช้ปุ๋ยในอัตราสูงกว่าบ้านศรีดอนชัยถึงร้อยละ 68 จึงทำให้บ้านทุ่งหลวงมีค่าใช้จ่ายของปุ๋ยอยู่ระหว่าง 584 - 1,320 บาท หากพิจารณาจากสูตรปุ๋ยที่เกษตรนิยมใช้ใส่ในพืชหลักไม่ต้องหาซื้อใหม่ เกษตรกรอาจสามารถประยุกต์ใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้เหมาะสมได้ (Daniel, 2023) (ตารางที่ 10) ข้อแนะนำที่สำคัญจากการสำรวจข้อมูลของเกษตรกรในทั้ง 2 พื้นที่มักให้ปุ๋ยไนโตรเจนในครั้งที่ 2 สูงกว่าการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์

ดิน ร้อยละ 8 หากลดอัตราการให้ปุ๋ยในส่วนนี้ได้สามารถช่วยลดต้นทุนด้านปุ๋ยได้ และค่าจ้างเก็บเกี่ยว เกษตรกรในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงมีต้นทุนในส่วนนี้สูงเป็นสองเท่าของเกษตรกรบ้านศรีดอนชัย เนื่องจาก เกษตรกรบ้านทุ่งหลวงจำเป็นต้องใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยว จากสภาพพื้นที่จึงทำให้ใช้เครื่องจักรได้ ยากจึงต้องใช้แรงงานคนเป็นหลัก ส่งผลให้มีหลายขั้นตอนที่ต้องปฏิบัติ และใช้ระยะเวลานาน ตั้งแต่ การใช้เคียวตัดลำต้น มัดเป็นกำ ตากแดดไว้ประมาณ 3-5 วัน จากนั้นนวดข้าวสาลีโดยฟาดกำข้าวสาลี กับกระบุงขนาดใหญ่ หรือใช้ไม้ตีกำข้าวที่วางอยู่บนพื้น ในขณะที่บ้านศรีดอนชัยมีการใช้เครื่องจักร เช่น เครื่องเกี่ยวแบบวางรายขนาดเล็ก จากนั้นนวดข้าวสาลีด้วยเครื่องนวด หรือการใช้รถเกี่ยวข้าว ขนาดเล็กหรือใหญ่ เป็นต้น

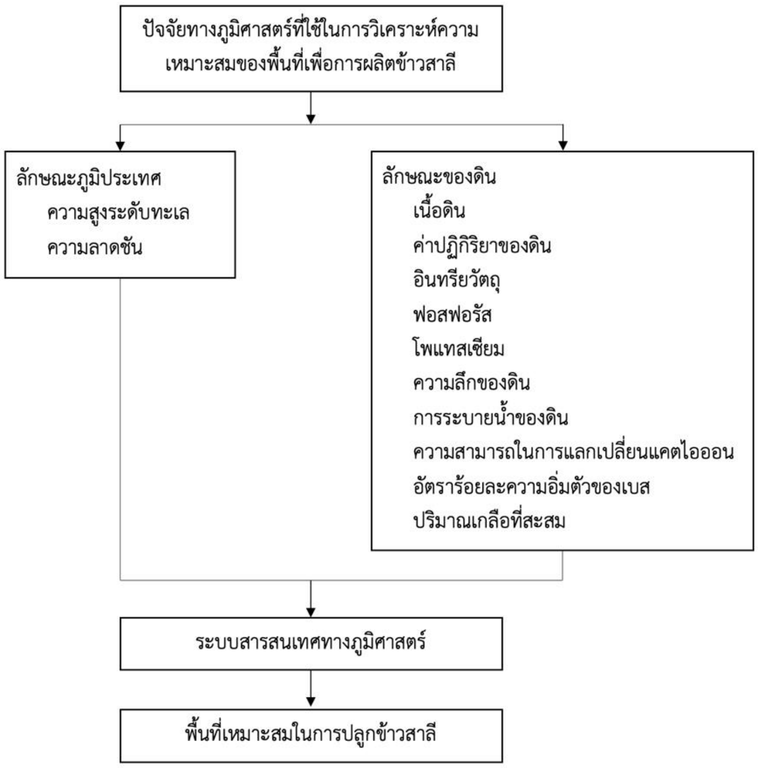
ดังนั้นควรมีการปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตข้าวสาลีให้เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ อีกทั้งสภาพ ภูมิอากาศโลกที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมที่สำคัญ โดยเฉพาะเทคโนโลยีการลดต้นทุน การผลิต เน้นแนวทางในการพัฒนาการผลิตข้าวสาลีให้ความสำคัญกับการคัดเลือกพันธุ์/สายพันธุ์ที่มี คุณภาพ สามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อม เหมาะสมกับช่วงฤดูปลูกของแต่ละพื้นที่ โดยเป็นการ เพิ่มผลผลิตด้วยการจัดการสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมไม่เพิ่มปัจจัยการผลิต เช่น การใส่ปุ๋ย และการ ใช้สารเคมีต่าง ๆ เป็นต้น

การทดลองย่อยที่ 1.2 การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสาลี

จากผลการทดลองของการทดลองย่อยที่ 1.1 ทำให้เห็นได้ว่า เกษตรกรที่ปลูกข้าวสาลีในพื้นที่ บ้านทุ่งหลวง และบ้านศรีดอนชัย มีผลผลิตของข้าวสาลีแตกต่างกัน ซึ่งในแต่ละพื้นที่ อาจมีข้อจำกัด หลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นต้น หากต้องการขยายพื้นที่การผลิตข้าว สาลีให้มากขึ้น เพื่อการส่งเสริมการผลิตในอนาคต โดยใช้พื้นที่และกลุ่มเกษตรกรเดิมเพื่อการผลิตข้าว สาลี จึงทำการวิเคราะห์พื้นที่เพื่อปลูกข้าวสาลีในการทดลองย่อยที่ 1.2 โดยเป็นการวิเคราะห์พื้นที่ที่มี ความเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัด เชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ใช้ข้อมูลที่ได้เก็บ รวบรวมและจัดเตรียมฐานข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ

การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในประเทศไทย ได้มีการรายงานไว้ เมื่อ ประมาณ 30 ที่ผ่านมา โดยอาลัย และคณะ (2533) รายงานว่า จากการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมใน การผลิตข้าวสาลี ทั้งหมด 8 จังหวัดเหนือบน พบว่า จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แพร่ น่าน พะเยา ลำพูน ลำปาง และแม่ฮ่องสอน มีพื้นที่ที่อยู่ในเขตรับน้ำโครงการชลประทานหลวงและโครงการ ชลประทานขนาดกลางและขนาดเล็กเหมาะสมแก่การปลูกข้าวสาลีประมาณ 192,789 ไร่หลังจากนั้น ไม่ได้มีการศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่เพื่อการผลิตข้าวสาลี อย่างไรก็ตามพื้นที่ศึกษาของงานวิจัยนี้อยู่ใน 2 จังหวัดที่ อาลัย และคณะ (2533) ได้รายงานไว้ จากสภาพอากาศเมื่อ 30 ปี ที่ผ่านมา รวมถึงปัจจัย

อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมีการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา ดังผลการทดลองย่อยที่ 1.1 ที่ได้รายงานนั้น อุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อผลผลิตของข้าวสาลี รวมทั้งปัจจัยความอุดมสมบูรณ์ของดิน นอกจากนี้การรายงานของอาลัย และคณะ (2533) เป็นการวิเคราะห์ในเขตชลประทาน ด้วยปัจจัยวินิจฉัยหลักเป็นแหล่งน้ำ ลักษณะและสมบัติดินบางประการ แต่ปัจจุบันพื้นที่ที่น่าจะมีศักยภาพในการผลิต คือ พื้นที่สูง ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงได้กำหนดปัจจัยวิเคราะห์เพิ่มเติม คือ ลักษณะภูมิประเทศ โดยเพิ่มปัจจัยวินิจฉัย ได้แก่ ความสูงระดับทะเล โดยใช้เส้นชั้นความสูงจากกรมพัฒนาที่ดิน (2539) เนื่องจากความสูงมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ซึ่งอัตราที่ลดลงของอุณหภูมิ โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 10 องศาเซลเซียส ในทุก ๆ ระดับความสูง 1,000 เมตร (Rogers and Yau, 1989) และความลาดชัน เนื่องจากพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สูง มีความเกี่ยวข้องกับการชะล้างพังทะลายของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน รวมถึงการกร่อนของดินในพื้นที่สูง (ไพบูลย์ และคณะ, 2548) (ภาพที่ 21)



ภาพที่ 21 กรอบแนวคิดของปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่เพื่อการผลิตข้าวสาลี

เมื่อนำค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยมาสร้างตารางเปรียบเทียบและคำนวณด้วยวิธี Pairwise Comparison Matrix (PCM) ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อคำนวณหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย ดังตารางที่ 11 และ 12

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัย

ปัจจัย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5.00	0.60	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
2	3.00	3.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
3	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00
11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00
12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00
ผลรวม	18.00	13.60	12.53	12.53	12.53	12.53	12.53	12.53	12.53	12.53	12.53	12.53

หมายเหตุ ปัจจัย 1 = ความสูงระดับทะเล
2 = ความลาดชัน
3 = เนื้อดิน
4 = ค่าปฏิกิริยาของดิน
5 = อินทรียวัตถุ
6 = ฟอสฟอรัส
7 = โพแทสเซียม
8 = ความลึกของดิน
9 = การระบายน้ำของดิน
10 = ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน
11 = อัตราร้อยละความอิ่มตัวของเบส
12 = ปริมาณเกลือที่สะสม

ตารางที่ 12 การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัย (Weight)

ปัจจัย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	รวม	ค่าน้ำหนัก
1	0.28	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.48	0.04
2	0.17	0.22	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.65	0.05
3	0.06	0.07	0.24	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
4	0.06	0.07	0.08	0.24	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
5	0.06	0.07	0.08	0.08	0.24	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
6	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.24	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
7	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.24	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
8	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.24	0.08	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
9	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.24	0.08	0.08	0.08	1.09	0.09
10	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.24	0.08	0.08	1.09	0.09
11	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.24	0.08	1.09	0.09
12	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.24	1.09	0.09
ผลรวม	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**12.00**	**1.00**

หมายเหตุ ปัจจัย 1 = ความสูงระดับทะเล
2 = ความลาดชัน
3 = เนื้อดิน
4 = ค่าปฏิกิริยาของดิน
5 = อินทรียวัตถุ
6 = ฟอสฟอรัส
7 = โพแทสเซียม
8 = ความลึกของดิน
9 = การระบายน้ำของดิน
10 = ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน
11 = อัตราร้อยละความอิ่มตัวของเบส
12 = ปริมาณเกลือที่สะสม

สำหรับการคำนวณค่าคะแนนระดับความเหมาะสมของปัจจัย (Rating) ในการคำนวณค่าคะแนนระดับความเหมาะสมของปัจจัย (S1 - N) ใช้วิธิการ Linear Scale Transformation เพื่อแปลงค่าน้ำหนักเป็นค่าคะแนนระดับความเหมาะสมซึ่งค่าคะแนนที่ได้อยู่ในช่วง 0 – 1 (Malczewski, 1999 cite in Tienwong, 2008) (ตารางที่ 13 และ 14) คำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$X'_{ij} = X_{ij} / X_{jmax}$$

เมื่อ

X'_{ij} คือ ค่าคะแนนระดับความเหมาะสม (S1 - N)

X_{ij} คือ ค่าน้ำหนักของปัจจัยแต่ละแถวในตาราง

X_{jmax} คือ ค่าคะแนนความสำคัญสูงสุดในตาราง

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบค่าคะแนนความสำคัญของระดับความเหมาะสมของปัจจัย

Slope	S1	S2	S3	N
S1	1.00	3.00	5.00	7.00
S2	0.33	1.00	3.00	5.00
S3	0.20	0.33	1.00	3.00
N	0.14	0.20	0.33	1.00

หมายเหตุ S1 = พื้นที่มีความเหมาะสมมาก

S2 = พื้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง

S3 = พื้นที่มีความเหมาะสมน้อย

N = พื้นที่ไม่เหมาะสม

ตารางที่ 14 การคำนวณค่าคะแนนระดับความเหมาะสมของปัจจัย (Rating : S1 - N)

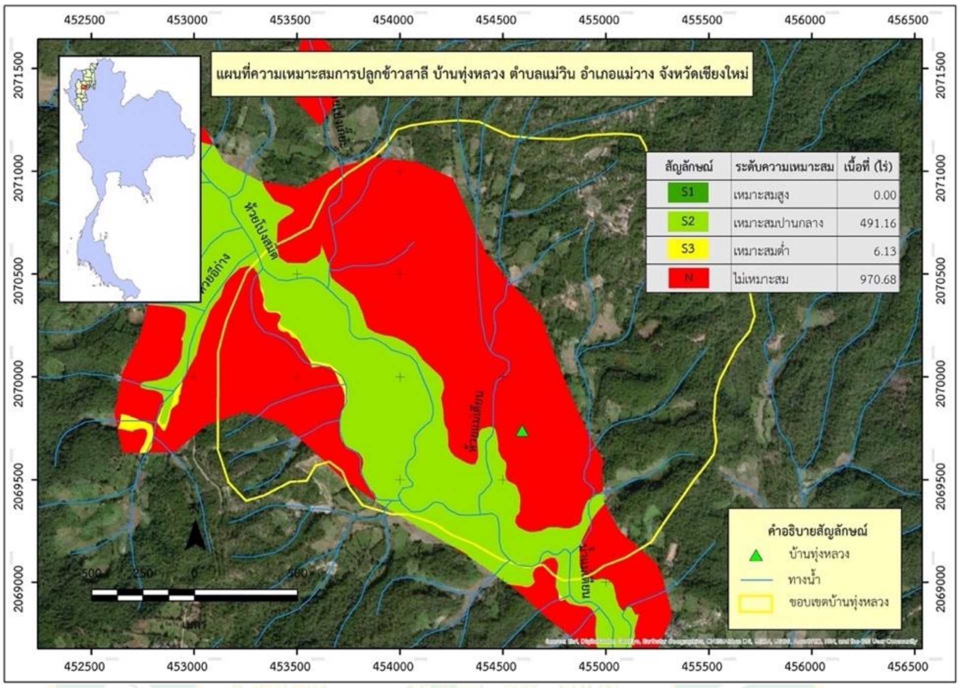
Slope	S1	S2	S3	N	Sum	Weight (X_{ij})	Rating
S1	0.60	0.66	0.54	0.44	2.23	0.56	1.00
S2	0.20	0.22	0.32	0.31	1.05	0.26	0.49
S3	0.12	0.07	0.11	0.19	0.49	0.12	0.18
N	0.08	0.04	0.04	0.06	0.23	0.06	0.09

เมื่อนำข้อมูลพื้นที่ ประกอบด้วย ลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะของดิน เชื่อมโยงความสัมพันธ์กับปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบพิจารณาหลายหลักเกณฑ์ กำหนดหลักเกณฑ์ค่าถ่วงน้ำหนักและค่าคะแนนนั้นใช้หลักเกณฑ์จากความต้องการพื้นฐานด้านกายภาพของข้าวสาลีเป็นหลักในการวิเคราะห์หาความเหมาะสมของพื้นที่เพาะปลูกข้าวสาลีผ่านกระบวนการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis) จำแนกออกเป็น 4 ระดับ ซึ่งคะแนนความเหมาะสมรวม (Total Suitability Score) ของแต่ละหน่วยที่ดินมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 1 และนำมาสร้างแผนที่ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกข้าวสาลี โดยจัดช่วงคะแนนความเหมาะสม (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ช่วงของคะแนนสำหรับการจำแนกความเหมาะสมของที่ดิน

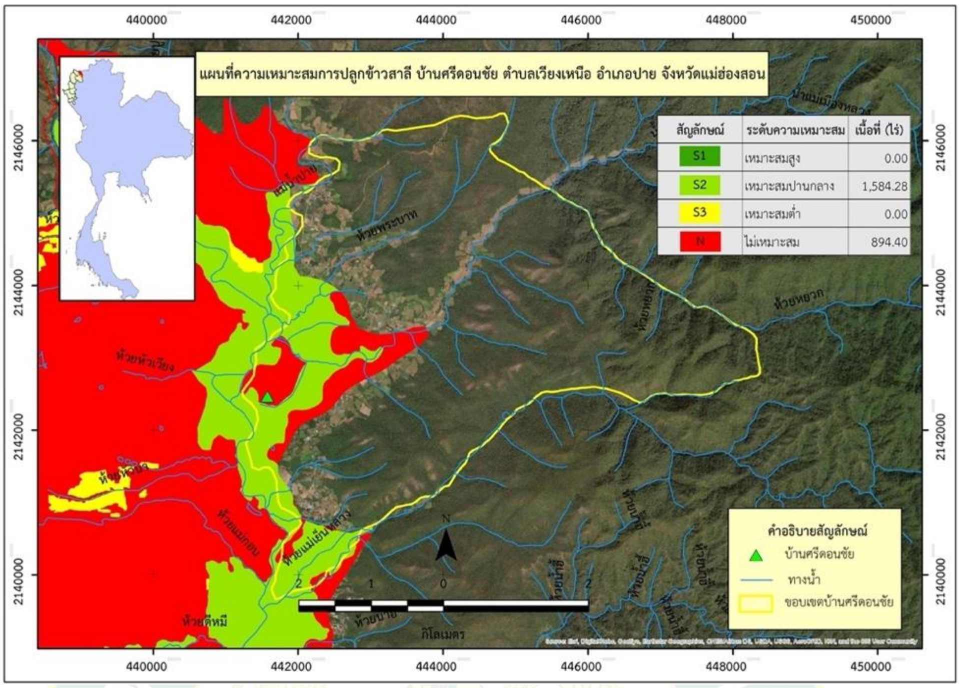
ระดับความเหมาะสม	ช่วงคะแนนความเหมาะสม
พื้นที่มีความเหมาะสมมาก (S1)	0.8-1.0
พื้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง (S2)	0.4-0.8
พื้นที่มีความเหมาะสมน้อย (S3)	0.2-0.4
พื้นที่ไม่เหมาะสม (N)	0.0-0.2

จากผลการทดลอง พบว่า ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่ปลูกข้าวสาลี ไม่มีพื้นที่ที่จัดอยู่ในความเหมาะสมสูงสำหรับการปลูกข้าวสาลี หรือ S1 ในทั้ง 2 พื้นที่ของบ้านทุ่งหลวง และบ้านศรีดอนชัย อาจเนื่องจากข้าวสาลีไม่ใช่พืชพื้นถิ่นของประเทศไทย อีกทั้งปัจจัยที่มีไม่ได้เหมาะสมกับเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตตามศักยภาพของพันธุ์ โดยเฉพาะสภาพอากาศ และลักษณะเนื้อดิน โดยทั่วไปข้าวสาลีเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วน (FAO, 1983) แต่พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวปนทราย หรือเหนียวปนดินร่วน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539) จากการวิเคราะห์พื้นที่ในบ้านทุ่งหลวงนั้น มีพื้นที่ตามขอบเขตการปกครอง จำนวน 2,631 ไร่ แต่สำหรับในการวิเคราะห์ใช้พื้นที่การเกษตร จำนวน 1,468 ไร่ ทำให้มีพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสาลีปานกลาง จำนวน 491 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 14 แต่พื้นที่ส่วนใหญ่จัดเป็นพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมในการปลูกข้าวสาลีถึง 971 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 66 เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่จากข้อมูลทุติยภูมิเป็นกลุ่มดินพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนที่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539) (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 22 พื้นที่ความเหมาะสมในการผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

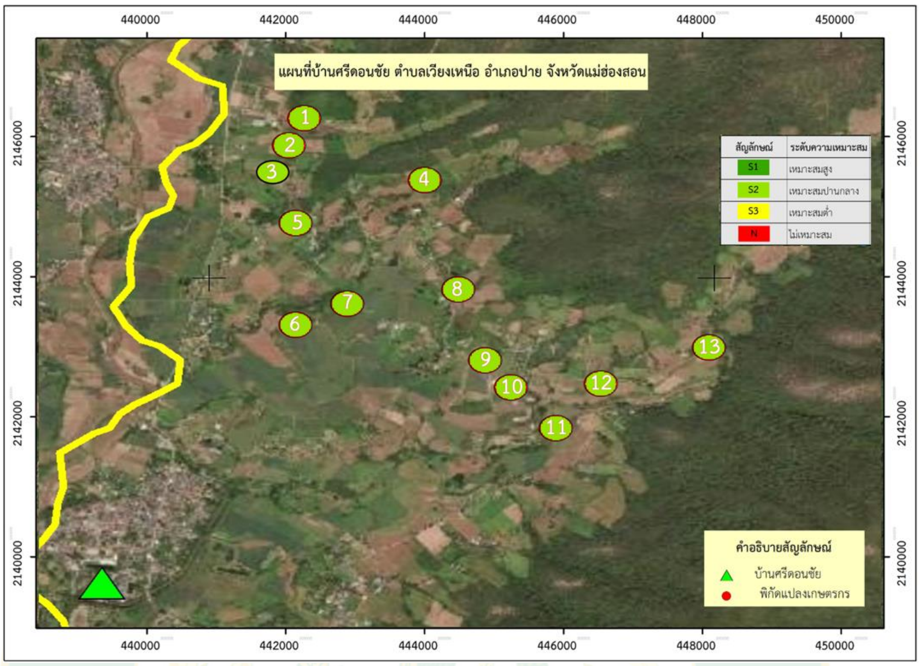
และจากการวิเคราะห์พื้นที่ในบ้านศรีดอนชัย มีพื้นที่ตามขอบเขตการปกครอง จำนวน 14,584 ไร่ แต่สำหรับในการวิเคราะห์ใช้พื้นที่การเกษตร จำนวน 2,479 ไร่ ทำให้มีพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสาลีปานกลาง จำนวน 1,584 ไร่ และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมในการปลูกข้าวสาลี จำนวน 894 ไร่ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่จากข้อมูลทุติยภูมิเป็นกลุ่มดินพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนที่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539) เช่นเดียวกับบ้านทุ่งหลวง (ภาพที่ 23)



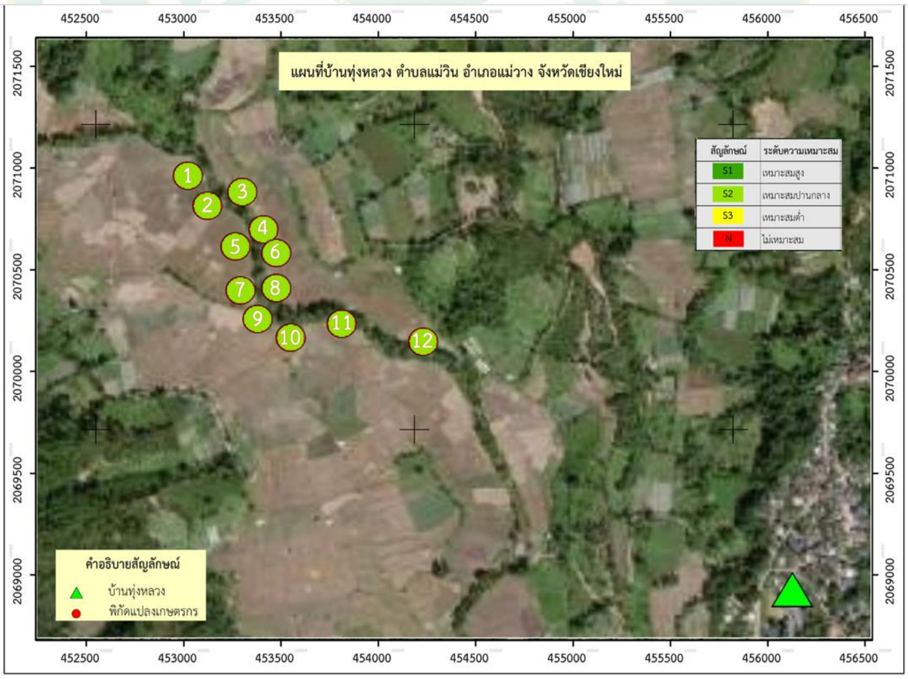
ภาพที่ 23 พื้นที่ความเหมาะสมในการผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

พื้นที่ที่ศักยภาพในการผลิตข้าวสาลีรวมทั้ง 2 พื้นที่ของบ้านทุ่งหลวง และบ้านศรีดอนชัย มีประมาณ 2,000 ไร่ ที่สามารถส่งเสริมการผลิตข้าวสาลีได้ แต่อย่างไรก็ตามในแต่ละพื้นที่มีอุณหภูมิและความอุดมสมบูรณ์ของดินที่แตกต่าง จึงต้องมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการปลูกที่เหมาะสมให้กับเกษตรกร ร่วมกับการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้องเป็นเรื่องสำคัญ จากการทดลองย่อยที่ 1.2 มีข้อสังเกตว่าพื้นที่ปลูกข้าวสาลีของเกษตรกรในทั้ง 2 พื้นที่มีการจำแนกอยู่ในพื้นที่สำหรับการปลูกข้าวสาลีในระดับปานกลาง (S2) ทั้งหมด เมื่อใช้ข้อมูลดินจากกรมพัฒนาที่ดินตามปัจจัยวินิจฉัย (ตารางที่ 5) ซึ่งหากเมื่อพิจารณาจากข้อมูลดินรายแปลงของการทดลองย่อยที่ 1.1 ได้แก่ pH อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน โดยเป็นข้อมูลที่มีการเก็บและวิเคราะห์จากการทดลอง (ตารางที่ 7 และ 8) พบว่า ในทั้ง 2 พื้นที่ จากการวิเคราะห์พื้นที่ความเหมาะสมในการผลิตข้าวสาลีนั้น ยังอยู่ในระดับปานกลาง (S2) ทั้งหมด (ภาพที่ 24 และ 25) เนื่องจากการคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัย (Weight) ดิน ได้แก่ pH อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 จึงส่งผลให้ความสำคัญของระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากชุดข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน และจากการเก็บและวิเคราะห์ของการทดลองไม่แตกต่างกันมากนัก อีกทั้งปัจจัยในส่วนของดินเป็นการบันทึกค่าจริงจากการวิเคราะห์เพียง 4 ปัจจัยวินิจฉัย ทั้งที่มีปัจจัยที่นำมาร่วมวิเคราะห์ในการทดลองย่อยที่ 1.2

ทั้งหมด 12 ปัจจัย จึงขอให้ข้อสังเกตไว้เพื่อการพัฒนาการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสาลีต่อไป

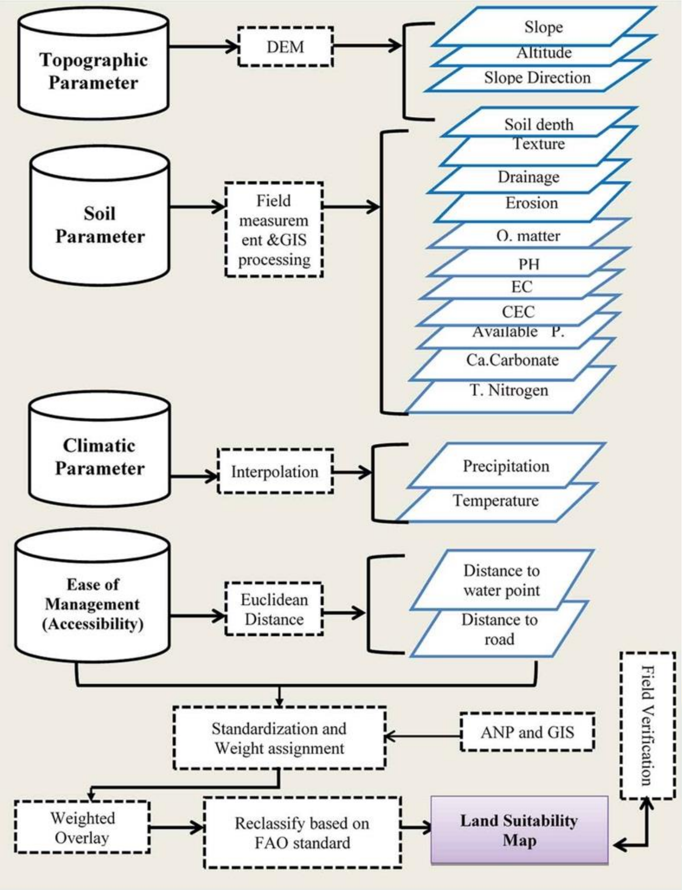


ภาพที่ 24 แปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกรที่มีความเหมาะสมปานกลางในการผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 25 แปลงปลูกข้าวสาลีของเกษตรกรที่มีความเหมาะสมปานกลางในการผลิตข้าวสาลีในพื้นบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

นอกจากนี้ในการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นเพียงการวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อประเมินพื้นที่เพื่อการขยายผล ตามข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิที่มีอยู่ในปัจจุบันเท่านั้น สำหรับการประเมินและวิเคราะห์เพื่อต่อยอดในอนาคต อาจต้องมีการบันทึกหรือเก็บข้อมูลเพิ่มเติมให้เพียงพอกับปัจจัยวินิจฉัยที่ต้องการวิเคราะห์เพิ่มขึ้น โดยความต้องการใช้ที่ดินของการปลูกข้าวสาลีมีหลายปัจจัยที่ต้องนำมาประเมินและวิเคราะห์ในระบบของ FAO ได้กำหนดไว้ประมาณ 18 ชนิด (ภาพที่ 26) (Kılıc et al., 2022; Yohannes and Soromessa, 2018) สำหรับการทดลองย่อยที่ 1.2 นี้ ได้นำปัจจัยวินิจฉัยมาใช้เพียงไม่กี่ชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับความพร้อมของข้อมูลและความแตกต่างของลักษณะภูมิภาค และระดับความต้องการของลักษณะดินที่มีผลต่อผลผลิต (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539) โดยเฉพาะปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากการทดลองย่อยที่ 1.2 นี้เป็นการศึกษาในระดับหมู่บ้านไม่สามารถนำปัจจัยทางด้านภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ มาร่วมในการวิเคราะห์ด้วยสาเหตุที่เป็นการศึกษาในพื้นที่ขนาดเล็ก และในพื้นที่ไม่มีสถานีตรวจอากาศ อุตุนิยมวิทยา ย้อนหลังที่กระจายครอบคุลมพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 พื้นที่ หากใช้ข้อมูลสถานีตรวจอากาศโดยทั่วไปอาจเกิดความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากข้าวสาลีเป็นพืชที่มีข้อจำกัดทางด้านสภาพภูมิอากาศเป็นสำคัญ (สาวิตร, 2528ข) ดังนั้นการใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศควรมีการติดตั้งสถานีตรวจวัดอากาศอัตโนมัติในพื้นที่ที่มีข้อมูลมากกว่า 1 ปี (สมพล และคณะ, 2563)



ภาพที่ 26 ปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่เพื่อการผลิตข้าวสาลีของต่างประเทศ

ที่มา: Kilic et. al. (2022) และ Yohannes and Soromessa (2018)

การทดลองที่ 2 การศึกษาวันปลูกของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

การวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงปลูกทดสอบบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จัดอยู่ในเกณฑ์การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ดินไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 16) อีกทั้งลักษณะของเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายเหมาะกับการปลูกข้าวสาลี และค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ระหว่าง 5.5 – 8.5 โดยข้าวสาลีสามารถเจริญเติบโตได้ดี (ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง, 2559)

แต่สภาพภูมิอากาศในช่วงฤดูปลูกของทั้ง 2 พื้นที่มีความแตกต่างกัน โดยบ้านทุ่งหลวง มีช่วงห่างของอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดตลอดทั้งฤดูปลูก ประมาณ 7 องศาเซลเซียส และเพิ่มเป็น 8 องศาเซลเซียสที่ช่วงวันปลูกที่ 4 (PD4) แต่บ้านศรีดอนชัย มีช่วงห่างของอุณหภูมิ ในวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน ประมาณ 15 องศาเซลเซียส และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอีก 1 องศาเซลเซียส ในทุกช่วงวันปลูกตามลำดับ จนทำให้วันปลูก PD4 : 1 มกราคม มีช่วงห่างของอุณหภูมิมากถึง 18 องศาเซลเซียส โดยจากรายงานของ Peters et. al. (1971) ช่วงห่างของอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตไม่ควรเกิน 5 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะระยะตั้งท้องจนถึงระยะเติมเต็มเมล็ด อาจทำให้ผลผลิตลดลงสูงถึงร้อยละ 50 อีกทั้งอุณภูมิเฉลี่ยในช่วงปลูกของพื้นที่บ้านศรีดอนชัยสูงกว่าบ้านทุ่งหลวง ประมาณ 6 องศาเซลเซียส และบ้านทุ่งหลวงมีปริมาณน้ำฝนสะสมสูงในช่วงเดือนพฤศจิกายน ในขณะที่บ้านศรีดอนชัยมีปริมาณน้ำฝนสะสมสูงในช่วงเดือนมกราคม (ภาพที่ 27 และ 28) สำหรับค่า GDD ระหว่างวันที่ 15 พฤศจิกายน 2564 - 30 เมษายน 2564 ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ มีค่าต่ำกว่าบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ประมาณ 791 – 830 องศาเซลเซียส แต่ในทั้ง 2 พื้นที่ เมื่อปลูกล่าช้า ส่งผลให้มีค่าของ GDD ที่เพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 16 ค่าวิเคราะห์ดินของแปลงปลูกทดสอบในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในฤดูปลูกปี 2563/2564

แปลงปลูกทดสอบ	pH	อินทรียวัตถุ (%)[1/]	ฟอสฟอรัส (มล/กก)[2/]	โพแทสเซียม (มล/กก)[3/]	เนื้อดิน
บ้านทุ่งหลวง	5.59	2.52	20.00	129.00	ดินร่วนปนทราย
บ้านศรีดอนชัย	5.73	2.59	17.75	139.00	ดินร่วนปนทราย
การประเมิน	กรดปานกลาง	สูง	สูง	สูง	

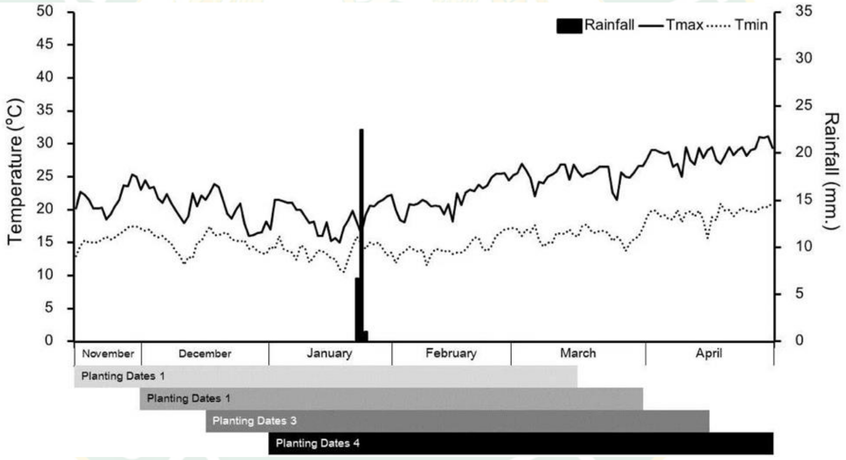
หมายเหตุ [1/] = Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934)

[2/] = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)

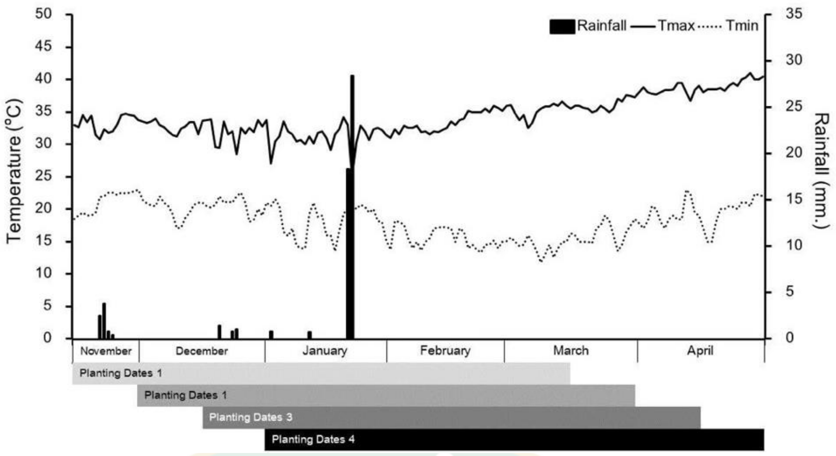
[3/] = Extracted with NH_4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

ตารางที่ 17 อุณหภูมิสะสม (Growing Degree Day ; GDD) ระหว่างวันที่ 15 พฤศจิกายน 2564 - 30 เมษายน 2564 ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

วันปลูก	อุณหภูมิสะสม (°C)	
	บ้านทุ่งหลวง	บ้านศรีดอนชัย
PD1 : 15 พฤศจิกายน	1,507	2,332
PD2 : 1 ธันวาคม	1,537	2,367
PD3 : 15 ธันวาคม	1,593	2,384
PD4 : 1 มกราคม	1,638	2,433



ภาพที่ 27 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างวันที่ 15 พฤศจิกายน 2563 – 30 เมษายน 2564 ในพื้นที่ทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 28 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างวันที่ 15 พฤศจิกายน 2563 – 30 เมษายน 2564 ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

การปลูกทดสอบการให้ผลผลิตของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2563/2564 ในแต่ละช่วงวันปลูกที่ต่างกัน 4 วันปลูก ทำให้เห็นได้ว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวสาลีมีความแตกต่างกัน เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างวันปลูกและสายพันธุ์ โดยมีปริมาณผลผลิตสูงอยู่ระหว่าง 571-523 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันในแต่ละวันปลูก ได้แก่ PD4 : 1 มกราคม มี 5 สายพันธุ์, PD1 : 15 พฤศจิกายน มี 3 สายพันธุ์, PD3 : 15 ธันวาคม มี 3 สายพันธุ์ และ PD2 : 1 ธันวาคม มี 2 สายพันธุ์ ซึ่งสายพันธุ์ FNBW8301-5-5 และ PMPBWS89013 ให้ผลผลิตอยู่ในระดับสูง เมื่อปลูกในช่วง PD3 : 15 ธันวาคม ถึง PD4 : 1 มกราคม, LARTC-W89011 ให้ผลผลิตอยู่ในระดับสูง เมื่อปลูกในช่วง PD1 : 15 พฤศจิกายน และ PD3 : 15 ธันวาคม, FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ให้ผลผลิตอยู่ในระดับสูง เมื่อปลูกในช่วง PD1 : 15 พฤศจิกายน, PD2 : 1 ธันวาคม และ PD4 : 1 มกราคม, SMGBWS88008 ให้ผลผลิตอยู่ในระดับสูง เมื่อปลูกในช่วง PD4 : 1 มกราคม และ ลำปาง 5 ให้ผลผลิตอยู่ในระดับสูง เมื่อปลูกในช่วง PD2 : 1 ธันวาคม นอกจากนี้สายพันธุ์ PMPBWS89013 ให้ผลผลิตสูงใกล้เคียงกันในทุกช่วงวันปลูก ผลผลิตค่อนข้างมีเสถียรภาพ สามารถปลูกล่าช้ากว่าช่วงวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน ได้ ซึ่งสามารถปลูกและให้ผลผลิตสูงสุดได้ในวันปลูก PD4 : 15 มกราคม อาจเหมาะสมสำหรับเกษตรกรที่ปลูกข้าวอายุหนักเก็บเกี่ยวข้าวในแปลงนายังไม่แล้วเสร็จ รวมทั้งยังมีสายพันธุ์ SMGBWS88008, FNBW8301-5-5, FNBW8310-1-SMG-1-1-1 และ ลำปาง 2 ที่สามารถปลูกล่าช้าและยังให้ผลผลิตอยู่ในระดับสูง (มากกว่า 500 กิโลกรัมต่อไร่) แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตข้าวสาลี จำนวน 4 สายพันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงปลูกในวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน, PD3 : 15 ธันวาคม และ PD4 : 1 มกราคม ให้ผลผลิตต่ำมากอยู่ในช่วง 250 – 300 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสายพันธุ์ MHSBWS12010 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ให้

ผลผลิตอยู่ในระดับต่ำ เมื่อปลูกในช่วง PD3 : 15 ธันวาคม และ ลำปาง 5 ให้ผลผลิตอยู่ในระดับต่ำ เมื่อปลูกในช่วง PD4 : 1 มกราคม รวมทั้งพันธุ์ฝาง 60 ให้ผลผลิตอยู่ในระดับต่ำ เมื่อปลูกในช่วง PD1 : 15 พฤศจิกายน โดยเป็นที่น่าสังเกตว่า สายพันธุ์ลำปาง 5 ให้ผลผลิตต่ำ เมื่อปลูกในช่วงวันปลูกที่ไม่เหมาะสม ทำให้เห็นได้ว่า ลำปาง 5 เป็นสายพันธุ์ที่ต้องการอุณหภูมิที่อยู่ในช่วงวันปลูก PD2 : 1 ธันวาคม ทำให้ผลผลิตสูงสุดถึง 532 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ลดลงเหลือเพียงประมาณร้อยละ 50 ของผลผลิตข้าวสาลีพันธุ์เดียวกันที่ปลูกในช่วงวันปลูกอื่น (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2563/2564

สายพันธุ์/พันธุ์	ผลผลิตข้าวสาลี (กก./ไร่)				เฉลี่ยสายพันธุ์/พันธุ์
	15 พ.ย.	1 ธ.ค.	15 ธ.ค.	1 ม.ค.	
PMPBWS89248	350±38 r-w	335±40 t-w	356±45 r-v	456±46 i-m	374±42 ^{G}
PMPBWS89013	477±73 f-k	491±28 e-j	568±27 a	569±23 a	510±38 ^{A}
SMGBWS88008	472±82 g-l	446±52 i-n	338±21 t-w	545±40 a-d	450±49 ^{DE}
LARTC-W89011	569±23 a	467±9 h-l	532±18 a-e	385±43 p-t	488±23 ^{BC}
MHSBWS12010	515±55 b-h	412±25 m-q	297±61 w-y	392±39 o-s	404±45 ^{F}
MHSBWS12046	439±59 j-p	327±29 u-w	512±45 c-h	420±16 l-q	424±62 ^{EF}
FNBW8301-5-5	448±91 i-n	495±36 d-i	529±94 a-f	571±34 a	510±63 ^{AB}
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	537±13 a-e	523±41 a-g	272±52 xy	534±59 a-e	467±66 ^{CD}
ลำปาง 2	367±41 q-u	328±82 u-w	367±48 q-u	562±52 a-c	406±56 ^{F}
ลำปาง 5	367±73 p-s	532±19 a-e	310±9 v-x	251±76 y	365±44 ^{G}
สะเมิง 2	553±27 a-c	441±39 j-o	328±62 s-u	328±70 u-w	415±50 ^{F}
ฝาง 60	300±42 w-y	395±11 n-r	433±73 k-p	367±48 q-u	373±43 ^{G}
เฉลี่ยวันปลูก	450±60	432±34	403±46	449±54	
F-test	PD^{ns}		V**		PDxV**
LSD	48.66		26.74		53.48
CV%	18.33		11.96		7.61

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

PD = วันปลูก

V = ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

การปลูกทดสอบการให้ผลผลิตของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ฤดูปลูกปี 2563/2564 ในแต่ละช่วงวันปลูกที่ต่างกัน 4 วันปลูก ทำให้เห็นได้ว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวสาลีในพื้นที่บ้านศรีดอนชัยต่ำกว่าบ้านทุ่งหลวงประมาณร้อยละ 50-70 อย่างไรก็ตามผลผลิตเฉลี่ยของข้าวสาลีทั้ง 12 สายพันธุ์ที่ปลูกในแต่ละช่วงวันปลูกมีความแตกต่างกัน เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างวันปลูกและสายพันธุ์ โดยผลผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านศรีดอนชัยมีผลผลิตอยู่ในช่วงตั้งแต่ 7 - 273 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งปริมาณผลผลิตข้าวสาลีในระดับสูงมากกว่า 250 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นกลุ่มข้าวสาลีที่ปลูกในช่วงวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน มี 4 สายพันธุ์ดีเด่น ได้แก่ PMPBWS89013, LARTC-W89011, FNBW8310-1-SMG-1-1-1 และ ลำปาง 2 รวมทั้งพันธุ์สะเมิง 2 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานที่เกษตรกรนิยมปลูก อย่างไรก็ตามเมื่อมีการปลูกข้าวสาลีล่าช้าตั้งแต่ PD2 : 1 ธันวาคม ส่งผลให้ผลผลิตของข้าวสาลีทุกสายพันธุ์ลดลง แต่มี 3 สายพันธุ์ ที่ผลผลิตลดลงถึงร้อยละ 70 – 96 ได้แก่ MHSBWS12010, MHSBWS12046 และ FNBW8301-5-5 ทำให้เห็นได้ว่า 3 สายพันธุ์นี้ ไม่ควรแนะนำให้เกษตรกรในพื้นที่บ้านศรีดอนชัยปลูกเพื่อการผลิตเมล็ด แต่หากต้องการปลูกเพื่อใช้ประโยชน์เป็นช่อแห้ง หรือการผลิตหลอดข้าวสาลียังสามารถปลูกเพื่อเพิ่มรายได้ (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 19 ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ฤดูปลูกปี 2563/2564

สายพันธุ์/พันธุ์	ผลผลิตข้าวสาลี (กก./ไร่)				เฉลี่ยสายพันธุ์/พันธุ์
	15 พ.ย.	1 ธ.ค.	15 ธ.ค.	1 ม.ค.	
PMPBWS89248	232±3 b-e	144±26 l-o	152±16 g-j	145±5 l-o	168±13 C
PMPBWS89013	273±28 a	186±34 n-q	188±19 f-i	131±23 n-p	194±26 A
SMGBWS88008	238±19 b-d	152±26 j-n	67±7 rs	135±27 m-p	148±20 D
LARTC-W89011	257±13 ab	223±11 b-e	119±18 n-q	149±22 k-n	187±16 A
MHSBWS12010	186±21 g-k	35±22 tu	6±2 u	10±4 u	59±12 G
MHSBWS12046	129±20 l-p	56±10 tu	16±5 u	39±16 s-u	60±13 G
FNBW8301-5-5	180±29 d-g	157±38 qr	66±13 rs	74±24 st	119±26 F
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	248±5 a-c	173±26 h-l	165±14 h-m	134±27 n-p	180±18 B
ลำปาง 2	253±42 a-c	142±11 l-p	130±28 n-p	136±14 m-p	160±24 C
ลำปาง 5	210±27 d-g	114±14 o-q	100±22 o-q	125±30 pq	137±23 E
สะเมิง 2	278±9 a	200±21 e-h	145±11 l-o	134±8 n-p	189±12 A
ฝาง 60	221±59 c-f	154±12 i-n	145±28 m-p	131±25 n-p	163±31 C
เฉลี่ยวันปลูก	223±23 a	145±21 b	108±15 b	112±19 b	
F-test	PD**		V**	VxPD**	
LSD	9.78		16.94	33.88	
CV%	20.49		14.93	14.40	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

PD = วันปลูก

V = ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

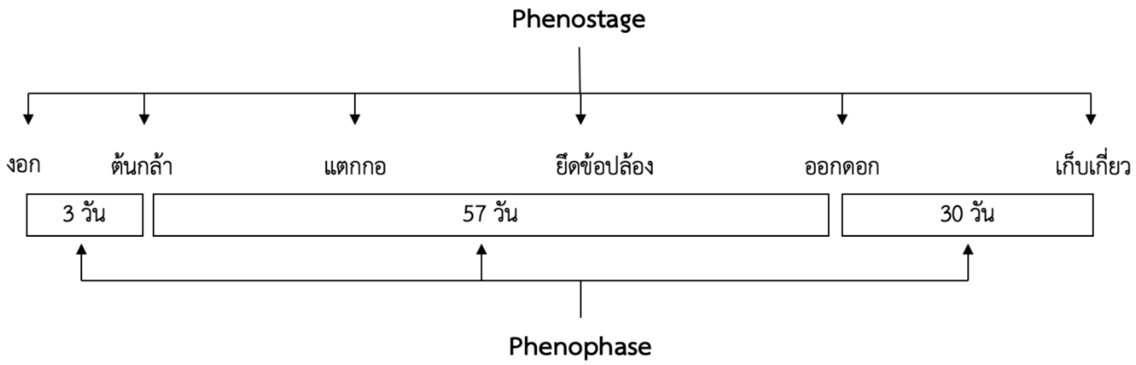
เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวสาลีแต่ละสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูกในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง และบ้านศรีดอนชัย ทำให้เห็นได้ว่า ข้าวสาลีทุกสายพันธุ์ และทุกช่วงวันปลูก ที่ปลูกในพื้นที่ที่บ้านศรีดอนชัยมีผลผลิตที่ต่ำกว่าบ้านทุ่งหลวง ถึงร้อยละ 50 - 70 ในแต่ละสายพันธุ์ โดยหากพิจารณาผลผลิตของข้าวสาลีตามรายสายพันธุ์ พบว่า การปลูกข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงด้วยสายพันธุ์ดีเด่นทุกสายพันธุ์ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง อยู่ในช่วง 365 – 510 กิโลกรัมต่อไร่ และสายพันธุ์ส่วนใหญ่ยังสามารถปลูกได้หลายวันปลูกตั้งแต่วันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน – PD4 : 1 มกราคม ที่ให้ผลผลิตในระดับสูง ในขณะที่การปลูกข้าวสาลีของทุกสายพันธุ์ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัยสามารถปลูกได้เฉพาะวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน เพียงเท่านั้น หากปลูกล่าช้าทำให้ผลผลิตลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วง PD4 : 1 มกราคม และการปลูกข้าวสาลีในช่วงวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน นั้นต้องปลูกด้วยสายพันธุ์ดีเด่นบางสายพันธุ์เท่านั้นที่ให้ผลผลิตมากกว่า 250 กิโลกรัมต่อไร่ ได้แก่ PMPBWS89013, LARTC-W89011, ลำปาง 2 และสะเมิง 2 โดยเฉพาะสายพันธุ์ MHSBWS12010 และ MHSBWS12046 ให้ผลผลิตต่ำมาก เมื่อปลูกล่าช้าในวันปลูก PD2 : 1 ธันวาคม อยู่ในช่วง 6 – 56 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งจากผลการศึกษาของการทดลองที่ 1 ทำให้เห็นว่า ความแตกต่างของอุณหภูมิส่งผลต่อความแตกต่างของผลผลิต ในการทดลองที่ 2 จึงมีการคำนวณค่า GDD ซึ่งมีความสำคัญกับการพัฒนาของข้าวสาลี โดย GDD คือ ปริมาณความร้อนที่พืชใช้ เพื่อการพัฒนาและการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงระยะการเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนสะสมหรือค่าอุณหภูมิสะสมที่แตกต่างกัน พืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิที่แตกต่างกัน เช่น จากการศึกษาของ สาวิตร (2530) พบว่า ข้าวสาลีพันธุ์สะเมิง 1 มีอุณหภูมิสะสมของวันสร้างตาดอกระหว่าง 442 - 473 องศาเซลเซียส ส่วนเฉลิมพล และสมจิตร (2532) พบว่า ข้าวสาลีพันธุ์สะเมิง 2 มีค่าระหว่าง 550 - 585 องศาเซลเซียส จากการศึกษานี้เห็นถึงความแตกต่างของผลผลิตข้าวสาลีที่ปลูกในทั้ง 2 พื้นที่ อาจเป็นผลจากอุณหภูมิของระดับความสูงในพื้นที่ โดยพื้นที่บ้านทุ่งหลวงมีระดับความสูง 1,065 เมตรจากระดับทะเล และบ้านศรีดอนชัยมีระดับความสูง 546 เมตรจากระดับทะเล จึงทำให้อุณหภูมิในช่วงฤดูปลูกของบ้านทุ่งหลวงต่ำกว่าบ้านศรีดอนชัยถึง 11 องศาเซลเซียส

อย่างไรก็ตามระดับความสูงในพื้นที่ปลูกมีผลต่ออุณหภูมิ (Rogers and Yau, 1989) จากการทดสอบปลูกข้าวสาลีในพื้นที่บ้านศรีดอนชัยเป็นพื้นที่ดอนอาศัยน้ำฝน สอดคล้องกับรายงานของบุญรัตน์ และคณะ (2534) กล่าวว่า การปลูกข้าวสาลีในพื้นที่ดอนอาศัยน้ำฝน (Rainfed upland) ควรปลูกในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายน หากปลูกก่อนทำให้ในช่วงการเจริญเติบโตกระทบสภาพอากาศร้อนโดยเฉพาะช่วงกำเนิดช่อดอก หรือการปลูกในพื้นที่สูงอาศัยน้ำฝน (Rainfed highland; 800-1,000 m. MSL) ควรปลูกในช่วงกลางเดือนธันวาคม หากปลูกช้ากว่านี้ปลายฤดูกระทบอากาศร้อนในระยะออกดอกส่งผลกระทบต่อระดับของผลผลิต และบ้านทุ่งหลวงนั้นเป็นพื้นที่สูงอาศัยน้ำฝน (Rainfed highland; 1,000-1,200 m. MSL) สามารถปลูกได้ตั้งแต่กลางเดือนพฤศจิกายน ถึงต้น

เดือนมกราคม เนื่องจากช่วงของอุณหภูมิที่ต่ำกว่าบ้านศรีดอนชัย สำหรับเมื่อ 45 ปี ในอดีตพบการรายงานของ สุทัศน์ และอาคม (2537) ทำการศึกษาระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลีบนที่สูงอาศัยน้ำฝน (Rainfed highland) จำนวน 2 พื้นที่ โดยมีระดับความสูงใกล้เคียงกับบ้านทุ่งหลวงที่ใช้ปลูกทดสอบ ได้แก่ สถานีโครงการหลวงขุนแปะ อำเภอเชียงดาว ซึ่งมีระดับความสูง 1,200 เมตรจากระดับทะเล และที่สถานีโครงการหลวงแกน้อย อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ มีความสูง 1,000 เมตรจากระดับทะเล โดยได้กำหนดวันปลูกเป็น 4 ช่วงวันปลูก ประกอบด้วย 1) ปลูกวันที่ 1 กันยายน 2528 2) 15 กันยายน 2528 3) 1 ตุลาคม 2528 และ 4) 15 ตุลาคม 2528 พบว่า เมื่อปลูกข้าวสาลีบนพื้นที่สูงอาศัยน้ำฝน ช่วงวันปลูกที่เหมาะสมได้แก่วันปลูก 15 กันยายน ให้ผลผลิตสูงสุด แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในปัจจุบันกับในอดีตมีช่วงของอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี ประมาณ 0.8 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2566)

อิทธิพลของช่วงวันปลูกมีผลต่ออุณหภูมิ และเมื่อนำอุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดมาคำนวณ GDD สะสมของแต่ละวัน พบว่า การที่ปลูกข้าวสาลีล่าช้าทำให้ค่า GDD เพิ่มขึ้น อีกทั้งค่า GDD ในพื้นที่บ้านศรีดอนชัยสูงกว่าบ้านทุ่งหลวง ประมาณ 800 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 20) ซึ่งส่งผลต่อระยะของการเจริญเติบโตข้าวสาลี คือ ทำให้เร่งอัตราการพัฒนาของข้าวสาลีให้เร็วขึ้น ทำให้ระยะของการพัฒนาสั้นลงโดยเฉพาะในช่วงสะสมแป้ง ทำให้อัตราการเจริญเติบโตไม่เพียงพอกับอัตราการพัฒนากลุ่มดอกย่อยทำให้องค์ประกอบของผลผลิต และผลผลิตลดลง (สาวิตร, 2530) อีกทั้ง Perry et al. (2001) ได้ศึกษาเรื่อง การเจริญเติบโตระยะพัฒนาการของพืช เรียกว่า Phenology มีพืชเศรษฐกิจหลายชนิดที่การพัฒนาการแต่ละระยะขึ้นอยู่กับปริมาณอุณหภูมิสะสมที่พืชได้รับในแต่ละวัน หรืออาจกล่าวได้ว่า แต่ละ Phenophase สั้นหรือยาวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอากาศเพราะการเจริญจาก Phenostage หนึ่งไปยังอีก Phenostage หนึ่งต้องการอุณหภูมิสะสมตามที่กำหนด (ภาพที่ 29) และข้าวสาลีกลุ่ม Spring wheat ในแต่ละระยะต้องมีการสะสมค่า GDD มีรายละเอียดดังนี้

ระยะงอก	ประมาณ 125-160 องศาเซลเซียส
ระยะต้นกล้า	ประมาณ 169-208 องศาเซลเซียส
ระยะแตกกอ	ประมาณ 369-421 องศาเซลเซียส
ระยะยืดข้อปล้อง	ประมาณ 592-659 องศาเซลเซียส
ระยะออกดอก	ประมาณ 807-901 องศาเซลเซียส
ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา	ประมาณ 1,538-1,665 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 29 การเจริญเติบโตและระยะพัฒนาการของข้าวสาลี (Phenology)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Perry et. al. (2001)

ดังนั้นข้าวสาลีแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตแตกต่างกันในแต่ละช่วงวันปลูกในทั้ง 2 พื้นที่ โดยการปลูกข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงสามารถปลูกได้ตั้งแต่ 15 พฤศจิกายน - 1 มกราคม แต่บ้านศรีดอนชัยไม่ควรปลูกล่าช้าเกิน 15 พฤศจิกายน ทำให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตต่ำกว่าบ้านทุ่งหลวงอยู่ในช่วงร้อยละ 51-73 ขึ้นอยู่สายพันธุ์/พันธุ์ เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้เร่งระยะของการเจริญเติบโต ส่งผลต่อการพัฒนาของข้าวสาลีสั้นลงทำให้ผลผลิตลดลง อย่างไรก็ตามมีข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ PMPBWS89013, SMGBWS88008, LARTC-W89011 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงในทั้ง 2 พื้นที่ จึงคัดเลือกสายพันธุ์ดังกล่าวดำเนินการทดลองที่ 3 เพื่อศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และคุณภาพของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ โดยการทดลองที่ 3 มีการเก็บและบันทึกข้อมูลที่ค่อนข้างละเอียด เพื่อหาแนวทางในการส่งเสริมเทคโนโลยีการผลิต และให้ได้ปัจจัยบ่งชี้ของการเพิ่มศักยภาพการผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดี จึงจำเป็นต้องนำมาปลูกศึกษาและเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตที่ละเอียดเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งข้อมูลคุณภาพของผลผลิต ซึ่งมุ่งเป้าหมายไปที่ผลิตภัณฑ์ขนมปัง คุณภาพของผลผลิตข้าวสาลี เบื้องต้นในการคัดเลือกต้องมีโปรตีนสูงกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ เพื่อการทำแป้งขนมปังคุณสมบัติเฉพาะให้เหมาะสมกับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมปัง

การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ได้นำสายพันธุ์ PMPBWS89013, SMGBWS88008, LARTC-W89011 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ใช้ปลูกทดสอบในช่วงวันปลูก 4 วันปลูก โดยมีพันธุ์สะเมิง 2 และฝาง 60 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงปลูกทดสอบศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเป็นกรดปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสอยู่ และโพแทสเซียม จัดอยู่ในเกณฑ์การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ดินอยู่ในระดับสูงทั้งหมด (ตารางที่ 20) และลักษณะของเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย สำหรับสภาพภูมิอากาศในช่วงฤดูปลูกมีช่วงห่างของอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงวันปลูกที่ 1 (PD1) ประมาณ 4 องศาเซลเซียส และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเป็น 7 องศาเซลเซียส ในช่วงวันปลูกที่ 4 (PD4) โดยช่วงเดือนมกราคมมีอุณหภูมิต่ำสุด อยู่ในช่วง 10-15 องศาเซลเซียส อีกทั้งมีฝนตกทำให้มีปริมาณน้ำฝนสะสม ประมาณ 32 มิลลิเมตร และมีอุณหภูมิสูงสุดในช่วงเดือนเมษายน อยู่ในช่วง 25-33 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 30)

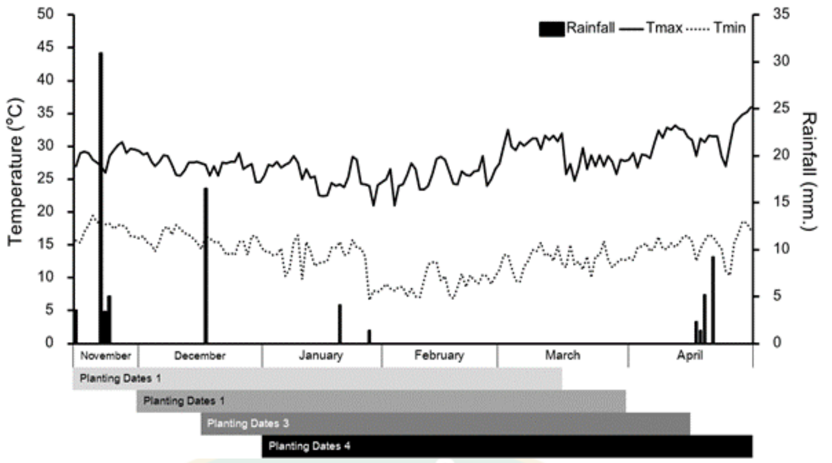
ตารางที่ 20 ค่าวิเคราะห์ดินของแปลงปลูกทดสอบในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

แปลงปลูกทดสอบ	pH	อินทรียวัตถุ (%)1/	ฟอสฟอรัส (มล/กก)2/	โพแทสเซียม (มล/กก)3/	เนื้อดิน
ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง	5.89	2.50	21.00	120.00	ดินร่วนปนทราย
การประเมิน	กรดปานกลาง	สูง	สูง	สูง	

หมายเหตุ 1/ = Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934)

2/ = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)

3/ = Extracted with NH_4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)



ภาพที่ 30 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างวันที่ 15 พฤศจิกายน 2564 – 30 เมษายน 2565 ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

สำหรับการศึกษานี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพของแป้ง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การเจริญเติบโตของข้าวสาลีที่ปลูกแตกต่างกันในแต่ละช่วงวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

การปลูกทดสอบการเจริญเติบโตของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565 ในแต่ละช่วงวันปลูกที่ต่างกัน 4 วันปลูก เป็นการศึกษาขนาดปล้องของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น เพื่อการปรับใช้ประโยชน์ในการทำหลอดดูดของเครื่องดื่ม ซึ่งจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหลอดพลาสติกสำหรับดูดอาหาร (2566) ข้าวสาลีกลุ่ม Spring wheat ที่นำมาปลูกในไทยสามารถระบุได้เป็นหลอดเบอร์ 3 มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถใช้แปรรูปเป็นชนิดหลอดยาว สั้น และกาแฟร้อน เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวสาลี และลดเศษวัสดุเหลือทิ้งทางเกษตรในอนาคตได้ จากผลการทดลอง พบว่า ขนาดของปล้องข้าวสาลีมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างวันปลูกและสายพันธุ์ โดยการปลูกข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในทุกช่วงวันปลูกตั้งแต่ PD1 : 15 พฤศจิกายน ถึง PD2 : 1 ธันวาคม มีขนาดปล้องข้าวสาลี ประมาณ 3.43 – 3.76 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นขนาดปล้องปกติของข้าวสาลีกลุ่ม Spring wheat ยกเว้นสายพันธุ์ PMPBWS89013 ที่เมื่อปลูกในช่วง PD3 : 15 ธันวาคม ยังให้ขนาดปล้องปกติ ในขณะที่ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นอื่นขนาดปล้องเล็กลง และเมื่อปลูกล่าช้าในช่วงวันปลูก PD4 : 1 มกราคม ขนาดปล้องของข้าวสาลีทุกสายพันธุ์ รวมทั้งพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานมีขนาดเล็กลงอยู่ในช่วง 2.40 – 3.13 มิลลิเมตร ยกเว้นพันธุ์สะเมิง 2 ซึ่งขนาดปล้องของข้าวสาลีนั้น

อาจส่งผลต่อการหักล้มของต้นได้ เนื่องจากลักษณะต้นของข้าวสาลีกลุ่ม Spring wheat ที่นำมาปลูกในไทยมีลักษณะความหนาของเนื้อเยื่อปล้อง (Straw pith thickness) บาง (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ขนาดปล้อง (มิลลิเมตร) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	ขนาดปล้อง (มม.)				เฉลี่ยสายพันธุ์/พันธุ์
	15 พ.ย.	1 ธ.ค.	15 ธ.ค.	1 ม.ค.	
PMPBWS89013	3.60±0.43 ab	3.73±0.50 a	3.20±0.24 c-e	3.13±0.45 c-e	3.35±0.40 A
SMGBWS88008	3.60±0.37 ab	3.60±0.61 ab	3.13±0.58 c-e	2.66±0.48 f	3.06±0.51 B
LARTC-W89011	3.80±0.38 a	3.73±0.55 a	3.20±0.42 c-e	3.20±0.54 c-e	3.27±0.47 A
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	3.73±0.26 a	3.20±0.43 c-e	3.06±0.68 de	2.93±0.58 ef	3.38±0.49 A
สะเมิง 2	3.80±0.44 a	3.33±0.41 b-d	3.26±0.46 b-e	3.46±0.38 a-c	3.35±0.42 A
ฝาง 60	3.60±0.44 ab	3.46±0.30 a-c	3.20±0.40 c-e	3.06±0.73 de	3.19±0.47 A
เฉลี่ยวันปลูก	3.58±0.39 a	3.54±0.47 a	3.22±0.46 b	2.71±0.53 c	
F-test	PD**		V**		VxPD*
LSD	0.14		0.17		0.34
CV%	15.52		14.49		14.55

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

PD = วันปลูก

V = ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

จำนวนข้อต่อต้นของข้าวสาลีมีความแตกต่างกัน เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างวันปลูกและสายพันธุ์ โดยการปลูกข้าวสาลีหลังช่วงวันปลูก PD2 : 1 ธันวาคม เป็นต้นไป ส่งผลทำให้จำนวนข้อต่อต้นของข้าวสาลีในทุกสายพันธุ์ลดลงมีลักษณะเด่นชัดเช่นเดียวกับขนาดปล้อง และเป็นที่น่าสังเกตว่าพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน สะเมิง 2 เป็นพันธุ์ที่มีจำนวนข้อต่อต้นมาก ถึงแม้มีการปลูกที่ล่าช้าออกไปอาจไม่ได้รับอิทธิพลของวันปลูก แต่เป็นอิทธิพลของลักษณะประจำพันธุ์ที่มีลักษณะต้นเตี้ยและข้อปล้องสั้น ในขณะที่สายพันธุ์ SMGBWS88008 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 มีจำนวนข้อต่อต้นลดลงเมื่อปลูกล่าช้า (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 จำนวนข้อต่อต้น (ข้อต่อต้น) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	**จำนวนข้อต่อต้น (ข้อ/ต้น)**				**เฉลี่ยสายพันธุ์/พันธุ์**
	15 พ.ย.	**1 ธ.ค.**	**15 ธ.ค.**	**1 ม.ค.**	
PMPBWS89013	3.6±0.7 ab	3.7±0.9 a	3.2±0.7 c-e	3.1±0.5 c-e	3.4±0.7 AB
SMGBWS88008	3.6±0.5 ab	3.6±0.4 ab	3.1±0.5 c-e	2.6±0.8 f	3.2±0.6 B
LARTC-W89011	3.8±0.7 a	3.7±0.7 a	3.2±0.9 c-e	3.2±0.5 c-e	3.2±0.7 B
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	3.7±0.8 a	3.2±0.4 c-e	3.1±0.4 de	2.9±0.8 ef	3.2±0.6 B
สะเมิง 2	3.8±0.7 a	3.3±0.8 b-d	3.2±0.6 b-e	3.5±0.7 a-c	3.5±0.7 A
ฝาง 60	3.6±0.6 ab	3.5±0.5 a-c	3.2±0.7 c-e	3.1±0.5 de	3.3±0.6 AB
เฉลี่ยวันปลูก	3.7±0.7 a	3.5±0.6 b	3.2±0.6 c	3.1±0.6 c	
F-test	PD**		V*		VxPD*
LSD	0.15		0.18		0.37
CV%	15.11		14.34		15.15

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

PD = วันปลูก

V = ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

สำหรับลักษณะความสูงของข้าวสาลีที่ปลูกทดสอบในช่วงวันปลูกที่แตกต่างกัน ทำให้เห็นได้ว่า ความสูงของข้าวสาลีทุกสายพันธุ์ลดลงมาก อยู่ในช่วงร้อยละ 10 - 14 เมื่อปลูกล่าช้ากว่า PD3 : 15 ธันวาคม นอกจากนี้ความสูงของข้าวสาลีแต่ละสายพันธุ์ยังมีความแตกต่างกัน เนื่องจากอิทธิพลของสายพันธุ์ โดยพันธุ์สะเมิง 2 ซึ่งมีลักษณะประจำพันธุ์ต้นเตี้ย ทำให้มีความสูงน้อยกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างชัดเจน และสายพันธุ์ดีเด่นทั้ง 4 สายพันธุ์ มีความสูงไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน ฝาง 60 เนื่องจากสายพันธุ์ดีเด่นทั้งหมดถูกคัดเลือกให้มีความสูงใกล้เคียงกับพันธุ์ฝาง 60 (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 23 ความสูง (เซนติเมตร) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	ความสูง (ซม.)				เฉลี่ยสายพันธุ์/พันธุ์
	15 พ.ย.	1 ธ.ค.	15 ธ.ค.	1 ม.ค.	
PMPBWS89013	99.66+5.96	96.92±3.54	96.12±3.58	93.23±3.30	94.18±4.09 A
SMGBWS88008	97.83±6.40	92.87±4.61	93.27±0.80	94.14±2.11	90.60±3.48 A
LARTC-W89011	97.27±4.52	90.07±2.09	93.46±1.03	87.13±7.12	91.69±3.69 A
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	81.95±0.05	82.56±0.98	83.90±1.44	84.17±2.47	89.67±1.23 A
สะเมิง 2	99.66±3.60	96.92±0.99	96.12±2.28	93.23±5.72	83.03±3.15 B
ฝาง 60	97.83±4.81	92.87±3.05	93.27±1.66	94.14±0.77	92.45±2.91 A
เฉลี่ยวันปลูก	95.03±4.22 a	92.91±2.54 a	91.03±1.80 a	82.10±3.08 b	
F-test	PD**		V**		$VxPD^{ns}$
LSD	3.14		3.84		7.69
CV%	6.23		5.01		5.19

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

PD = วันปลูก

V = ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

ข้าวสาลีในระยะกล้ามักมีการตอบสนองต่อความชื้นในดิน หากได้รับน้ำหรือในดินมีความชื้นสูงทำให้ต้นกล้าข้าวสาลีตายได้ สำหรับการบันทึกข้อมูลจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ ดำเนินการนับจำนวนต้นกล้าในพื้นที่ 1 ตารางเมตรต่อหน่วยทดลอง พบว่า จำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ของข้าวสาลีมีความแตกต่างกัน เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างวันปลูกและสายพันธุ์ โดยมีจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่มากกว่า 250 ต้นต่อตารางเมตร เมื่อปลูกข้าวสาลีใน PD4 : 1 มกราคม มี 3 สายพันธุ์, PD1 : 15 พฤศจิกายน มี 3 สายพันธุ์ และ PD3 : 15 ธันวาคม มี 1 สายพันธุ์ ซึ่งพันธุ์สะเมิง 2 มีค่าเฉลี่ยของจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่สูง สามารถปลูกได้ตั้งแต่ PD1 : 15 พฤศจิกายน ถึง PD4 : 1 มกราคม, ฝาง 60 มีค่าเฉลี่ยของจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่สูง เมื่อปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน และ PD4 : 1 มกราคม, PMPBWS89013 มีค่าเฉลี่ยของจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่สูง เมื่อปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน, PD2 : 1 ธันวาคม และ PD4 : 1 มกราคม, SMGBWS88008 มีค่าเฉลี่ยของจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่สูง เมื่อปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน ถึง PD2 : 1 ธันวาคม และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 มีค่าเฉลี่ยของจำนวน

ต้นกล้าต่อพื้นที่สูง เมื่อปลูก PD2 : 1 ธันวาคม และเป็นที่น่าสังเกตของสายพันธุ์ SMGBWS88008 และ LARTC-W89011 เมื่อปลูกล่าช้าทำให้จำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ลดลง มีจำนวนต้นกล้าต่ำกว่า 200 ต้นต่อตารางเมตร โดยเฉพาะ LARTC-W89011 มีจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ลดลงตั้งแต่การปลูก PD3 : 15 ธันวาคม เป็นต้นไป ซึ่งลักษณะของจำนวนต้นต่อพื้นที่อาจส่งผลต่อระดับของผลผลิต (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 24 จำนวนต้นกล้าต่อตารางเมตร (ต้นต่อตารางเมตร) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	จำนวนต้นกล้าต่อตารางเมตร (ต้น/ตร.ม.)				เฉลี่ยสายพันธุ์/พันธุ์
	15 พ.ย.	1 ธ.ค.	15 ธ.ค.	1 ม.ค.	
PMPBWS89013	263±42 a-d	261±15 a-d	246±29 b-d	283±9 a-c	263±24 AB
SMGBWS88008	294±18 ab	259±38 a-d	172±14 g	178±35 fg	226±26 C
LARTC-W89011	248±36 b-d	144±45 g	190±20 e-g	190±18 e-g	193±30 D
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	238±20 c-e	250±58 a-d	234±16 c-e	242±38 b-e	241±33 BC
สะเมิง 2	285±62 a-c	260±26 a-d	267±36 a-d	304±13 a	279±34 A
ฝาง 60	279±45 a-d	228±27 d-f	240±25 b-e	294±36 ab	260±33 AB
เฉลี่ยวันปลูก	268±37	234±34	225±23	249±24	
F-test	PD^{ns}		V**		VxPD**
LSD	22.20		27.19		54.39
CV%	21.73		11.85		13.59

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

PD = วันปลูก

V = ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

โดยทั่วไปข้าวสาลีมีการแตกกอน้อย อยู่ในช่วง 2 - 4 ต้นต่อกอ จากผลการทดลอง พบว่า ข้าวสาลีมีการแตกกออยู่ในช่วง 1.6 – 4.2 ต้นต่อกอ นอกจากนี้การปลูกข้าวสาลีของทุกสายพันธุ์ล่าช้า ส่งผลทำให้จำนวนต้นต่อกอลดลงตั้งแต่การปลูกใน PD2 : 1 ธันวาคม เป็นต้นไป (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 25 จำนวนต้นต่อกอ (ต้นต่อกอ) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	จำนวนต้นต่อกอ (ต้น/กอ)				เฉลี่ยสายพันธุ์/พันธุ์
	15 พ.ย.	1 ธ.ค.	15 ธ.ค.	1 ม.ค.	
PMPBWS89013	3.2±0.3	2.5±0.2	2.6±0.6	2.2±0.5	2.6±0.4
SMGBWS88008	4.0±0.2	2.4±0.3	2.0±0.4	1.8±0.7	2.5±0.4
LARTC-W89011	3.8±0.4	2.6±0.5	2.4±0.7	1.6±0.4	2.6±0.5
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	3.5±0.2	2.3±0.6	1.8±0.5	2.3±0.6	2.5±0.4
สะเมิง 2	4.2±0.3	2.6±0.3	2.5±0.8	2.4±0.6	2.9±0.5
ฝาง 60	3.8±0.5	2.1±0.5	1.8±0.4	2.0±0.7	2.4±0.5
เฉลี่ยวันปลูก	3.7±0.3 [a]	2.4±0.4 [b]	2.2±0.5 [bc]	2.0±0.5 [c]	
F-test	PD**		V^{ns}		VxPD^{ns}
LSD	0.32		0.39		0.78
CV%	24.92		21.05		21.43

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

PD = วันปลูก

V = ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

2. องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวสาลีที่ปลูกแตกต่างกันในแต่ละช่วงวันปลูกในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

องค์ประกอบของผลผลิตที่สังเกตได้อย่างชัดเจนจากอิทธิพลของวันปลูก คือ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่า น้ำหนัก 1,000 เมล็ดมีความแตกต่างกัน เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างวันปลูกและสายพันธุ์ โดยสายพันธุ์ LARTC-W89011 เมื่อปลูกตั้งแต่ PD1 : 15 พฤศจิกายน ถึง PD3 : 15 ธันวาคม มีผลทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด สูงกว่า 48.97 กรัม แต่เมื่อปลูกล่าช้าในวันปลูก PD4 : 1 มกราคม ทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ลดลงประมาณร้อยละ 35 อย่างไรก็ตามสายพันธุ์อื่น ๆ เมื่อปลูกล่าช้ากว่าวันปลูก PD2 : 1 ธันวาคม มีผลทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ลดลง โดยเฉพาะการปลูกใน PD4 : 1 มกราคม ทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ลดลงประมาณร้อยละ 30 - 35 (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)				เฉลี่ยสายพันธุ์/พันธุ์
	15 พ.ย.	1 ธ.ค.	15 ธ.ค.	1 ม.ค.	
PMPBWS89013	42.65±0.25 bc	42.61±2.46 bc	38.47±2.05 de	29.16±2.21 hi	38.22±1.74 B
SMGBWS88008	43.59±1.84 b	41.02±2.06 b-d	39.17±1.34 c-e	26.50±2.82 i	37.57±2.01 B
LARTC-W89011	49.62±2.60 a	52.21±2.60 a	48.97±1.01 a	31.89±5.71 gh	45.67±2.83 A
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	44.09±4.04 b	41.65±1.30 b-d	33.84±0.45 fg	28.13±0.80 i	36.93±1.65 B
สะเมิง 2	39.77±1.20 c-e	39.81±1.62 c-e	36.48±2.03 ef	27.61±0.30 i	35.92±0.79 B
ฝาง 60	44.34±1.66 b	41.79±0.64 b-d	39.15±0.85 c-e	28.43±1.10 hi	38.43±1.06 B
เฉลี่ยวันปลูก	44.01±1.93 a	43.18±1.78 a	39.35±1.28 b	28.62±2.16 c	
F-test	PD**		V**	VxPD**	
LSD	1.45		1.78	3.55	
CV%	8.19		4.64	5.58	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

PD = วันปลูก

V = ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

ข้าวสาลีทุกสายพันธุ์ที่ปลูกใน PD1 : 15 พฤศจิกายน ส่งผลให้จำนวนเมล็ดต่อรวงสูงกว่าการปลูกในวันปลูกอื่น ๆ แต่เมื่อปลูกข้าวสาลีทุกสายพันธุ์ล่าช้าส่งผลให้จำนวนเมล็ดต่อรวงลดลงประมาณร้อยละ 20 สำหรับอิทธิพลของสายพันธุ์ ปรากฏความแตกต่างของสายพันธุ์ LARTC-W89011 มีจำนวนเมล็ดต่อรวงในทุกวันปลูกต่ำกว่าสายพันธุ์อื่นอย่างชัดเจน ประมาณร้อยละ 27 - 33 (ตารางที่ 27) แต่น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (ตารางที่ 26) กลับสูงกว่าสายพันธุ์อื่น แสดงให้เห็นว่าขนาดเมล็ดของสายพันธุ์ LARTC-W89011 ใหญ่กว่าสายพันธุ์อื่น

ตารางที่ 27 จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ดต่อรวง) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ด/รวง)				เฉลี่ยสายพันธุ์/พันธุ์
	15 พ.ย.	1 ธ.ค.	15 ธ.ค.	1 ม.ค.	
PMPBWS89013	49.20±1.33	46.40±1.48	45.53±5.12	39.43±7.05	45.14±3.74 ^{A}
SMGBWS88008	50.40±1.40	51.47±1.72	44.37±8.44	45.70±3.74	47.98±3.82 ^{A}
LARTC-W89011	38.27±2.82	30.97±5.12	28.26±0.59	34.13±8.08	32.91±4.15 ^{B}
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	52.53±5.88	42.43±3.67	43.40±2.89	42.43±2.29	45.20±3.68 ^{A}
สะเมิง 2	55.40±4.55	51.57±1.80	47.83±2.00	37.63±8.34	48.11±4.17 ^{A}
ฝาง 60	54.40±3.43	48.40±2.51	49.93±4.69	44.67±4.10	49.35±3.68 ^{A}
เฉลี่ยวันปลูก	50.03±3.23 ^{a}	45.21±2.72 ^{b}	43.22±3.95 ^{bc}	40.67±5.60 ^{c}	
F-test	PD**		V**		$VxPD^{ns}$
LSD	3.89		4.76		9.52
CV%	18.48		12.00		12.95

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

PD = วันปลูก

V = ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

ลักษณะของจำนวนรวงต่อพื้นที่มีความสอดคล้องกับจำนวนต้นต่อพื้นที่ จากผลการทดลองพบว่า จำนวนรวงต่อพื้นที่ของข้าวสาลีมีความแตกต่างกัน เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างวันปลูกและสายพันธุ์ โดยพันธุ์สะเมิง 2 และฝาง 60 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานที่เกษตรกรนิยมปลูกมีจำนวนรวงต่อพื้นที่สูงมากกว่า 400 รวงต่อตารางเมตร ในวันปลูก PD4 : 1 มกราคม และ PD1 : 15 พฤศจิกายน รวมทั้งสายพันธุ์ SMGBWS88008 มีจำนวนรวงต่อพื้นที่สูงในวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน เช่นเดียวกับพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน นอกจากนี้สายพันธุ์ LARTC-W89011 มีจำนวนรวงต่อพื้นที่ต่ำกว่าสายพันธุ์อื่นในทุกวันปลูก อาจได้รับอิทธิพลของสายพันธุ์อย่างชัดเจน เนื่องจากการปลูกข้าวสาลีด้วยสายพันธุ์ LARTC-W89011 ในวันปลูกต่าง ๆ กลับให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนรวงต่อพื้นที่ค่อนข้างต่ำในทุกวันปลูก ในขณะที่พันธุ์สะเมิง 2 การปลูกล่าช้าในช่วง PD2 : 1 ธันวาคม ถึง PD4 : 1 มกราคม ส่งผลให้จำนวนรวงต่อพื้นที่ต่ำ หากปลูกในช่วง PD1 : 15 พฤศจิกายน ทำให้มีจำนวนรวงต่อพื้นที่สูง จึงควรเลือกวันปลูกให้เหมาะสมเพื่อการให้ผลผลิตของข้าวสาลีที่สูงสุด (ตารางที่ 28)

ตารางที่ 28 จำนวนรวงต่อตารางเมตร (รวงต่อตารางเมตร) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	**จำนวนรวงต่อตารางเมตร (รวง/ตร.ม.)**				**เฉลี่ย สายพันธุ์/พันธุ์**
	15 พ.ย.	**1 ธ.ค.**	**15 ธ.ค.**	**1 ม.ค.**	
PMPBWS89013	345±35 d-h	361±7 d-g	389±23 b-e	372±10 c-f	367±19 A
SMGBWS88008	424±29 a-c	362±36 d-g	305±29 hi	257±36 i	337±32 AB
LARTC-W89011	341±36 d-h	310±33 g-i	311±23 g-i	308±37 g-i	317±32 B
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	396±35 b-d	377±39 c-e	345±26 d-h	345±36 d-h	366±34 A
สะเมิง 2	385±25 b-e	353±38 d-h	334±34 e-h	453±36 a	381±33 A
ฝาง 60	438±11 ab	309±3 g-i	316±7 f-h	309±34 g-i	343±18 AB
เฉลี่ยวันปลูก	388±28 a	345±26 b	333±24 b	340±31 b	
F-test	PD**		V**		VxPD**
LSD	22.74		27.86		55.71
CV%	12.28		8.97		9.64

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

PD = วันปลูก

V = ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

สำหรับผลผลิตของข้าวสาลีที่ทำการคำนวณเป็นกิโลกรัมต่อไร่ ทำให้เห็นได้ว่า ผลผลิตของข้าวสาลีมีความแตกต่างกัน เนื่องอิทธิพลร่วมระหว่างวันปลูกและสายพันธุ์ โดยการปลูกข้าวสาลีในวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน มี 2 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงอยู่ในช่วง 780 – 813 กิโลกรัมต่อไร่ ได้แก่ สายพันธุ์ PMPBWS89013 และ SMGBWS88008 รวมทั้งพันธุ์ฝาง 60 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานที่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ดีเด่นทั้ง 2 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ซึ่งการปลูกข้าวสาลีในวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน ยังมีบางสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงปานกลาง คือ ผลผลิตต่ำกว่าในวันปลูก PD2 : 1 ธันวาคม และ PD3 : 15 ธันวาคม ได้แก่ สายพันธุ์ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 และพันธุ์สะเมิง 2 อีกทั้งสายพันธุ์ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 มีผลผลิตอยู่ในระดับปานกลาง (500 – 570 กิโลกรัมต่อไร่) เมื่อปลูกในช่วง PD1 : 15 พฤศจิกายน ถึง PD3 : 15 ธันวาคม และลดลงประมาณร้อยละ 65 เมื่อปลูกล่าช้าใน PD4 : 1 มกราคม รวมทั้งสายพันธุ์ PMPBWS89013 และ SMGBWS88008 ที่ปลูกล่าช้าใน PD4 : 1 มกราคม ส่งผลให้ผลผลิตลดลงถึงร้อยละ 75 และพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานทั้งพันธุ์สะเมิง 2 และฝาง 60 เมื่อปลูกในช่วง PD1 : 15 พฤศจิกายน ถึง PD3 : 15 ธันวาคม ยังให้ผลผลิตอยู่ในระดับสูงถึงปานกลาง และผลผลิตลดลงสูงถึงร้อยละ 80 เมื่อปลูกใน PD4 : 1 มกราคม อย่างไรก็ตามการปลูกล่าช้าของข้าวสาลีทุกสายพันธุ์มีแนวโน้มของผลผลิตลดลง สำหรับสายพันธุ์ LARTC-W89011 เป็นสายพันธุ์ที่คัดเลือกมาจากพื้นที่จังหวัดลำปาง ความสูงต่ำกว่า 300 เมตรจากระดับทะเล ซึ่งการปลูกทดสอบในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิงให้ผลผลิตในระดับต่ำกว่า 300 กิโลกรัมต่อไร่ ตั้งแต่การปลูกใน PD1 : 15 พฤศจิกายน และผลผลิตลดลงมากกว่าร้อยละ 50 ในวันปลูก PD2 : 1 ธันวาคม ลักษณะเด่นของการเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลผลิตที่เชื่อมโยงกับสายพันธุ์ LARTC-W89011 ที่มีผลทำให้มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตต่ำ คือ จำนวนต้นกล้าและจำนวนรวงต่อพื้นที่ต่ำ ถึงแม้ว่าสายพันธุ์นี้มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงกว่าสายพันธุ์อื่นอย่างชัดเจน แต่ยังมีจำนวนเมล็ดต่อรวงน้อย จึงทำให้ผลผลิตต่ำ (ตารางที่ 29)

ตารางที่ 29 ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	ผลผลิตข้าวสาลี (กก./ไร่)				เฉลี่ยสายพันธุ์/พันธุ์
	15 พ.ย.	1 ธ.ค.	15 ธ.ค.	1 ม.ค.	
PMPBWS89013	813±36 a	685±25 bc	614±20 b	150±11 gh	566±23 ^{A}
SMGBWS88008	780±39 a	610±68 bc	602±27 c	148±34 gh	535±42 ^{A}
LARTC-W89011	287±36 f	165±38 gh	152±34 f	134±11 gh	185±30 ^{C}
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	522±48 de	571±29 c-e	503±80 e	200±28 g	449±46 ^{B}
สะเมิง 2	601±75 c	615±24 bc	609±17 bc	130±23 gh	489±35 ^{B}
ฝาง 60	767±95 a	602±52 c	592±19 cd	121±31 h	521±42 ^{AB}
เฉลี่ยวันปลูก	628±55 ^{a}	542±39 ^{b}	512±33 ^{b}	147±23 ^{c}	
F-test	PD**		V**		VxPD**
LSD	31.84		39.00		78.00
CV%	10.85		8.86		10.20

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

PD = วันปลูก

V = ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

3. คุณภาพแป้งของข้าวสาลีที่ปลูกแตกต่างกันในแต่ละช่วงวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิเคราะห์คุณภาพแป้งของข้าวสาลี พบว่า ปริมาณโปรตีนของเมล็ดข้าวสาลีแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน โดยสายพันธุ์ SMGBWS88008, MHSBWS12046 และสะเมิง 2 มีเฉลี่ยที่สูงสุด (12.49, 12.11 และ 12.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) โดยทั่วไปการจำแนกชนิดของแป้งสาลีที่ผลิตออกมาเพื่อทำการผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นมี 3 ชนิด คือ 1) แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูง 12-14 เปอร์เซ็นต์ 2) แป้งเอนกประสงค์ มีโปรตีนสูงปานกลาง 10-11 เปอร์เซ็นต์ และ 3) แป้งเค้ก มีโปรตีนประมาณ 7-9 เปอร์เซ็นต์ (ละม้ายมาศ, 2528) ซึ่งจากการจำแนกดังกล่าวทำให้เห็นได้ว่า ข้าวสาลีสายพันธุ์/พันธุ์ SMGBWS88008 และพันธุ์สะเมิง 2 จัดข้าวสาลีที่เหมาะสำหรับทำแป้งขนมปัง ส่วนสายพันธุ์/พันธุ์ PMPBWS89013, LARTC-W89011, FNBW8310-1-SMG-1-1-1 และฝาง 60 จัดเป็นข้าวสาลีที่ให้คุณภาพแป้งเป็นแป้งเอนกประสงค์ และคุณภาพของโปรตีน (Sedimentation test) มี

ความแตกต่างกัน โดยสายพันธุ์/พันธุ์ SMGBWS88008 และสะเมิง 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (39 และ 38 มิลลิลิตร ตามลำดับ) และสายพันธุ์/พันธุ์ PMPBWS89013, LARTC-W89011, FNBW8310-1-SMG-1-1-1 และฝาง 60 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (35, 35ฅ 37 และ 33 มิลลิลิตร ตามลำดับ) ซึ่งคุณภาพแป้งสาลีทั้ง 7 สายพันธุ์เป็นกลูเตนแข็ง (Strong gluten) ซึ่งให้ค่าการตกตะกอน (Sedimentation) มากกว่า 30 มิลลิลิตร ขึ้นไปอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมใช้ทำแป้งขนมปัง

สำหรับการประเมินลักษณะการขึ้นฟูหรือการยกตัวของแป้งจากการแปรรูปเป็นขนมปัง พบว่า ข้าวสาลีแต่ละสายพันธุ์ให้แป้งที่มีการขึ้นฟูที่แตกต่างกัน โดยสายพันธุ์ SMGBWS88008 มีค่าการขึ้นฟูเฉลี่ยสูงสุด (129 เปอร์เซ็นต์) และพันธุ์ฝาง 60 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (93 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งสายพันธุ์ SMGBWS88008 และพันธุ์สะเมิง 2 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานให้ค่าเปอร์เซ็นต์การขึ้นฟูของก้อนขนมปังค่อนข้างสูง อีกทั้งขนมปังที่ทำจากข้าวสาลีพันธุ์สะเมิง 2 มีลักษณะของก้อนขนมปังนอกจากยกตัวสูงยังมีขยายออกข้างได้กว้าง ในขณะที่ขนมปังที่ทำจากข้าวสาลีสายพันธุ์ SMGBWS88008 ไม่ค่อยออกข้างมากเมื่อเทียบกับพันธุ์สะเมิง 2 อย่างไรก็ตามก้อนขนมปังที่ทำจาก 2 สายพันธุ์นี้มีความเหนียวและรักษาโครงสร้างได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับ อุสาห์ และคณะ (2535) จากผลของ Alveogram ชี้ให้เห็นว่าพันธุ์สะเมิง 2 ให้ค่าความยืดหยุ่นและความแข็งแรงของ Dough ได้ดี กลูเตนมีลักษณะแบบกลูเตนสมดุล (Balanced gluten) เหมาะสำหรับทำขนมปัง (ตารางที่ 30)

MAEJO UNIVERSITY

ตารางที่ 30 คุณภาพแป้งของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	โปรตีน (%)1/	คุณภาพแป้ง (มล.)2/	การขึ้นฟู (%)3/
PMPBWS89013	11.13±0.27 b	35±4 b	107±12 c
SMGBWS88008	12.49±0.41 a	39±3 a	129±11 a
LARTC-W89011	11.41±0.39 b	35±5 b	109±13 c
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	11.11±0.42 a	37±5 a	121±14 b
สะเมิง 2	12.07±0.45 a	38±4 a	120±12 b
ฝาง 60	11.06±0.62 b	33±4 b	93±15 d
F-test	**	**	**
CV%	8.02	5.84	13.51

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ = Kjeldahl Method (AOAC, 2005)

2/ = Sedimentation test (Finnie and Atwell, 2016)

3/ = AACC (2000)

เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูกของช่วงที่มีการพัฒนาจากระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นเป็นระยะสืบพันธุ์ พิจารณาจากวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ โดยเริ่มนับตั้งแต่วันงอกถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ โดยเฉพาะสายพันธุ์ LARTC-W89011 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 มีวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ช้ากว่าสายพันธุ์อื่น ๆ และสังเกตเห็นได้ว่า เมื่อปลูกข้าวสาลีล่าช้า ส่งผลให้ข้าวสาลีสายพันธุ์ทุกสายพันธุ์ มีการเปลี่ยนจากระยะเจริญเติบโตทางลำต้นเป็นระยะสืบพันธุ์เร็วขึ้น โดยเฉพาะการปลูกล่าช้าในวันปลูก PD4 : 1 มกราคม เปรียบเทียบกับวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน ด้วยสายพันธุ์ LARTC-W89011 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ทำให้วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ เร็วขึ้นถึง 12 วัน ส่วนสายพันธุ์อื่น ๆ เมื่อปลูกล่าช้าในวันปลูก PD4 : 1 มกราคม เปรียบเทียบกับวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน มีวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ เร็วขึ้นแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์อยู่ระหว่าง 1 – 6 วัน (ตารางที่ 31) ส่วนใหญ่ลักษณะที่ปรากฏ ได้แก่ ขนาดต้นเล็ก และต้นเตี้ย (ตารางที่ 24 และ 26 ตามลำดับ) อีกทั้งเมื่อข้าวสาลีออกดอกเร็วขึ้น จำนวนวันของการสุกแก่ทางสรีรวิทยาของข้าวสาลีก็เร็วตามไปด้วย โดยเฉพาะการปลูกล่าช้าในวันปลูก PD4 : 1 มกราคม เปรียบเทียบกับ

วันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน ด้วยสายพันธุ์ LARTC-W89011 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ทำให้วันสุกแก่ทางสรีรวิทยาของข้าวสาลีเร็วขึ้น ประมาณ 11 - 12 วัน ส่วนสายพันธุ์อื่น ๆ เมื่อปลูกล่าช้าในวันปลูก PD4 : 1 มกราคม เปรียบเทียบกับวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน มีวันสุกแก่ทางสรีรวิทยาของข้าวสาลี เร็วขึ้นแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์อยู่ระหว่าง 2 – 3 วัน (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 31 วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน)			
	15 พ.ย.	1 ธ.ค.	15 ธ.ค.	1 ม.ค.
PMPBWS89013	53	51	51	48
SMGBWS88008	53	53	52	52
LARTC-W89011	66	63	62	54
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	67	63	57	55
สะเมิง 2	54	53	51	48
ฝาง 60	51	51	50	50

ตารางที่ 32 วันสุกแก่ทางสรีรวิทยา (วัน) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	วันสุกแก่ทางสรีรวิทยา (วัน)			
	15 พ.ย.	1 ธ.ค.	15 ธ.ค.	1 ม.ค.
PMPBWS89013	88	87	87	85
SMGBWS88008	89	88	87	87
LARTC-W89011	99	95	91	88
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	101	95	93	89
สะเมิง 2	90	88	87	85
ฝาง 60	87	86	86	84

หากพิจารณาถึงช่วงการเจริญเติบโตที่ส่งผลต่อปริมาณของผลผลิตข้าวสาลี อาจพิจารณาจากจำนวนวันของระยะสืบพันธุ์ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ตั้งแต่วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ถึงวันสุกแก่ทางสรีรวิทยาของข้าวสาลี พบว่า จำนวนวันของระยะสืบพันธุ์ของข้าวสาลีในแต่ละสายพันธุ์ และหากปลูกล่าช้าจำนวนวันของระยะสืบพันธุ์ของข้าวสาลีในแต่ละสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันมาก โดยมีจำนวนวันของระยะสืบพันธุ์ของข้าวสาลี ประมาณ 3 – 5 วัน ที่แตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ และเมื่อปลูกล่าช้าในวันปลูก PD4 : 1 มกราคม เปรียบเทียบกับวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน มีจำนวนวันของระยะสืบพันธุ์ของข้าวสาลี ประมาณ 1 – 2 วัน (ตารางที่ 33) ดังนั้นปริมาณของผลผลิตข้าวสาลีต่ำหรือสูง อาจเป็นผลจากช่วงระยะของการเจริญเติบโตทางลำต้นมากกว่าระยะสืบพันธุ์ เนื่องจากจำนวนวันในการสร้างองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต เพื่อสะสมแป้งหรือการเติมเต็มเมล็ด ตั้งแต่วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ถึงวันสุกแก่ทางสรีรวิทยาของข้าวสาลีไม่แตกต่างกันมาก

ตารางที่ 33 จำนวนวันของระยะสืบพันธุ์ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น (วัน) ในแต่ละวันปลูก ตั้งแต่วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ถึงวันสุกแก่ทางสรีรวิทยาของข้าวสาลีในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	จำนวนวันของระยะสืบพันธุ์ (วัน)			
	15 พ.ย.	1 ธ.ค.	15 ธ.ค.	1 ม.ค.
PMPBWS89013	35	36	36	37
SMGBWS88008	36	35	35	35
LARTC-W89011	33	32	31	34
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	34	32	36	34
สะเมิง 2	36	35	36	37
ฝาง 60	36	35	36	34

เมื่อปลูกข้าวสาลีล่าช้าทำให้ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นสั้นลง โดยเร่งพัฒนาการจากระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นให้เข้าสู่ระยะสืบพันธุ์เร็วขึ้น ส่งผลกระทบต่อการสะสมอาหารในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น และระยะการเติมเต็มเมล็ดที่มีอาหารมากน้อยตามปริมาณการสะสม จึงส่งผลทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง และปริมาณผลผลิตที่ได้ต่ำ โดยเฉพาะสายพันธุ์ LARTC-W89011 ที่มีจำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ของวันปลูก PD4 : 1 มกราคม เร็วขึ้นจาก

วันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน ถึง 12 วัน แสดงให้เห็นว่า ข้าวสาลีสายพันธุ์นี้มีจำนวนของวันที่ใช้ในการสะสมอาหารของระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง ประมาณ 12 วัน (ตารางที่ 31)

ระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาการของข้าวสาลีทั้งระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น และระยะการสืบพันธุ์ มีความสัมพันธ์กับ GDD โดยเมื่อพิจารณาการสะสมอุณหภูมิตั้งแต่วันงอกจนถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ นำมาคำนวณอุณหภูมิสะสมตามระยะการพัฒนาของพืช พบว่า ตลอดอายุของข้าวสาลี ตั้งแต่วันงอกจนถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่า GDD ของแต่ละสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน โดยสายพันธุ์ LARTC-W89011 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 มีค่า GDD เฉลี่ยในทุกช่วงวันปลูกที่สูงกว่าสายพันธุ์อื่น ประมาณ 190 – 210 องศาเซลเซียส และการปลูกข้าวสาลีของทุกสายพันธุ์ที่ล่าช้าทำให้มีค่า GDD ที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบจากวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน กับวันปลูก PD4 : 1 มกราคม มีค่าเพิ่มมากขึ้น ประมาณ 69 องศาเซลเซียส จากรายงานของ Perry et. al. (2001) ได้รายงานว่า ข้าวสาลีกลุ่ม Spring wheat มีการสะสมอุณหภูมิตั้งแต่วันงอกจนถึงวันออกดอก ประมาณ 900 – 1,100 องศาเซลเซียส เพื่อเข้าสู่ระยะออกดอก ซึ่งสายพันธุ์ดีเด่นที่มีการปลูกในการทดลองมีค่าอยู่ในช่วงดังกล่าว (ตารางที่ 34)

ตารางที่ 34 อุณหภูมิสะสมในระยะออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (องศาเซลเซียส) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	อุณหภูมิสะสมในระยะออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (oC)				เฉลี่ย
	15 พ.ย.	1 ธ.ค.	15 ธ.ค.	1 ม.ค.	
PMPBWS89013	869	909	917	923	905
SMGBWS88008	869	890	923	941	906
LARTC-W89011	1,011	1,098	1,131	1,140	1,095
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	1,085	1,098	1,109	1,168	1,115
สะเมิง 2	903	909	917	923	913
ฝาง 60	886	890	904	941	905
เฉลี่ย	**937**	**966**	**984**	**1,006**	

สำหรับค่า GDD ของวันสุกแก่ทางสรีรวิทยา พบว่า ตลอดอายุของข้าวสาลี ตั้งแต่วันงอกจนถึงวันสุกแก่ทางสรีรวิทยา มีค่า GDD ของแต่ละสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน โดยสายพันธุ์ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 มีค่า GDD เฉลี่ยในทุกช่วงวันปลูกที่สูงกว่าสายพันธุ์อื่น ประมาณ 112 องศาเซลเซียส และการปลูกข้าวสาลีของทุกสายพันธุ์ที่ล่าช้าทำให้มีค่า GDD ที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบจากวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน กับวันปลูก PD4 : 1 มกราคม มีค่าเพิ่มมากขึ้น ประมาณ 135 องศาเซลเซียส จากรายงานของ Perry et. al. (2001) ได้รายงานว่า ข้าวสาลีกลุ่ม Spring wheat มีการสะสมอุณหภูมิตั้งแต่วันงอกจนถึงวันสุกแก่ทางสรีรวิทยา ประมาณ 1,538 – 1,665 องศาเซลเซียส เพื่อเข้าสู่ระยะออกดอก ซึ่งสายพันธุ์ดีเด่นที่มีการปลูกในการทดลองมีค่าอยู่ในช่วงดังกล่าว (ตารางที่ 35)

ตารางที่ 35 อุณหภูมิสะสมในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (องศาเซลเซียส) ของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูปลูกปี 2564/2565

สายพันธุ์/พันธุ์	**อุณหภูมิสะสมในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (oC)**				**เฉลี่ย**
	15 พ.ย.	**1 ธ.ค.**	**15 ธ.ค.**	**1 ม.ค.**	
PMPBWS89013	1,442	1,498	1,579	1,587	1,527
SMGBWS88008	1,456	1,506	1,579	1,607	1,537
LARTC-W89011	1,507	1,576	1,604	1,626	1,578
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	1,569	1,576	1,625	1,681	1,613
สะเมิง 2	1,491	1,506	1,579	1,587	1,541
ฝาง 60	1,430	1,487	1,525	1,562	1,501
เฉลี่ย	**1,483**	**1,525**	**1,582**	**1,608**	

การทดสอบปลูกข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง มีลักษณะการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของแต่ละสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน โดยความสูงของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นทุกสายพันธุ์ ได้คัดเลือกให้มีความสูงใกล้เคียงกับพันธุ์ฝาง 60 เนื่องจากเป็นลักษณะไม่สูงมากเกินไป หากสูงมากกว่า 100 เซนติเมตร อาจทำให้เกิดการหักล้มได้ และหากต้นเตี้ยใกล้เคียงพันธุ์สะเมิง 2 มีความสูงของต้นประมาณ 70 เซนติเมตร ลักษณะของรวงอาจสั้นเช่นเดียวกับพันธุ์สะเมิง 2 ทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงต่ำ (สุธีรา และคณะ, 2554) สำหรับลักษณะการเจริญเติบโตอื่น ๆ ไม่แตกต่างกันทางลักษณะประจำพันธุ์มากนัก ส่วนองค์ประกอบผลผลิต มีเพียงสายพันธุ์ LARTC-W89011 ที่มีลักษณะของเมล็ดที่ใหญ่กว่าสายพันธุ์อื่น ๆ รวมทั้งมีขนาดของเมล็ดใหญ่กว่าพันธุ์เปรียบเทียบ

มาตรฐานทั้งพันธุ์ฝาง 60 และสะเมิง 2 จากลักษณะดังกล่าว ส่งผลให้ผลผลิตต่ำกว่าสายพันธุ์ดีเด่นอื่นรวมทั้งพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานของทั้ง 2 พันธุ์ ในขณะที่สายพันธุ์ดีเด่นอื่น ๆ นอกจากสายพันธุ์ LARTC-W89011 และการปลูกในทุกช่วงวันปลูก ทำให้มีปริมาณของผลผลิตที่สูงกว่าหรือเทียบเท่าพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานของทั้งพันธุ์ฝาง 60 และพันธุ์สะเมิง 2

อย่างไรก็ตาม ปัจจัยบ่งชี้ที่สำคัญของการปลูกข้าวสาลีในช่วงวันปลูกที่มีการสะสมอุณหภูมิ หรือ GDD สูง ทำให้ระยะพัฒนาการของข้าวสาลีเร็วขึ้น การสะสมอาหารไม่เพียงพอ ส่งผลให้ขนาดของปล้อง ความสูง และจำนวนต้นต่อกอต่ำ โดยการพัฒนาของพืชอุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดการแพร่กระจาย และการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดมีการปรับตัว และตอบสนองต่ออุณหภูมิแตกต่างกัน โดยมีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดไม่เท่ากัน และความต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อการสังเคราะห์แสง และเจริญเติบโตที่แตกต่างกันด้วย ขึ้นอยู่กับช่วงอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดที่เหมาะสมของพืช เรียกว่า Cardinal temperature (เฉลิมพล, 2542) จากผลการทดลองระยะการเจริญเติบโต และพัฒนาการของข้าวสาลีทั้งระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น และระยะสืบพันธุ์มีความสัมพันธ์กับ GDD โดยจากรายงานของ ศักดิ์ดา (2548) รายงานว่า ระยะพัฒนาการของพืชในแต่ละช่วงระยะการเจริญเติบโตในวงจรชีวิตขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนสะสมหรือค่าอุณหภูมิสะสม ที่เรียกว่า Accumulated Growing Degree Days ซึ่งมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (^{o}C) ค่า GDD คือ ปริมาณความร้อนหรือพลังงานความร้อนที่พืชต้องการเพื่อพัฒนาจากระยะการเจริญเติบโตระยะหนึ่งไปสู่อีกระยะหนึ่ง เช่น การกำเนิดใบแรกไปสู่การกำเนิดใบที่สอง หรือจากระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นไปสู่ระยะการเจริญเติบโตด้านการสืบพันธุ์ แม้สภาพภูมิอากาศที่พืชปลูกอยู่มีการผันแปร อย่างไรก็ตามพืชเจริญเติบโตจนถึงระยะต่าง ๆ ได้ต้องมีอุณหภูมิสะสมถึงจำนวนที่กำหนด หากระหว่างที่พืชมีการเจริญเติบโตมีอากาศหนาวเย็น หรือมีอุณหภูมิต่ำ พืชต้องใช้เวลานานขึ้น (ในการเจริญเติบโตให้ถึงระยะนั้น ๆ ได้) เพื่อรวมอุณหภูมิให้ได้ถึงจำนวนที่กำหนดก่อน ในทางตรงกันข้ามหากพืชเจริญเติบโตอยู่ในระหว่างที่มีอุณหภูมิสูง พืชก็ใช้จำนวนวันน้อยกว่าในการสะสมอุณหภูมิให้ได้จำนวนเดียวกัน ทำให้เห็นได้ว่า การใช้ค่าอุณหภูมิสะสมเป็นตัวกำหนดความอ่อน-แก่ของพืชที่มีความแปรปรวนน้อยกว่า การใช้วิธีนับจำนวนวัน จากหลักการนี้สามารถคาดการณ์การเจริญของระยะต่าง ๆ ของพืชได้ เพียงมีการบันทึกอุณหภูมิของแต่ละวัน จากนั้นนำไปคำนวณหาค่าอุณหภูมิสะสม ทั้งนี้ได้มีการใช้อุณหภูมิสะสมในการทำนาย หรือกำหนดการเจริญเติบโตของพืชในระยะต่าง ๆ รวมทั้งระยะการพัฒนาตาดอกและการสุกแก่ของพืชกับพืชหลายชนิดซึ่งได้ผลดี เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง และทานตะวัน เป็นต้น ส่วนข้าวสาลีที่ปลูกในเขตร้อนนั้น อุณหภูมิสะสมมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาตาดอก และการเจริญเติบโตหรือการสร้างจำนวนช่อดอก (เฉลิมพล, 2542) จากการศึกษาของเฉลิมพล และสมจิต (2532) กับข้าวสาลีพันธุ์สะเมิง 1 ที่จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อปลูกเวลาต่าง ๆ กัน คือ กลางเดือนตุลาคมถึงธันวาคม พบว่า การพัฒนาตาดอกเกิดขึ้นเมื่อมีค่า GDD อยู่

ระหว่าง 550 – 585 องศาเซลเซียส (T_{base} = 3 องศาเซลเซียส) ในขณะที่สาวิตร (2530) รายงานค่า GDD ในพันธุ์เดียวกัน เมื่อปลูกที่จังหวัดลำปาง อยู่ระหว่าง 422 – 473 องศาเซลเซียส แต่ไม่ได้รายงานค่า T_{base} ไว้ อย่างไรก็ตามแสดงให้เห็นว่า ข้าวสาลีพัฒนาตาดอกได้ต้องได้รับอุณหภูมิสะสมถึงจุดหนึ่งก่อน หากได้รับอุณหภูมิสะสมถึงช่วงระยะที่ต้องเปลี่ยนหรือเข้าสู่ช่วงการเจริญเติบโตต่อไปก่อนระยะนั้น ๆ ทำให้พืชจากระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นสั้นลง เร่งพัฒนาการให้เข้าสู่ระยะสืบพันธุ์เร็วขึ้น ข้าวสาลีอาจแสดงลักษณะแคระแกรน ดังนั้นการจัดการวันปลูกให้กับการผลิตข้าวสาลีได้รับช่วงอุณหภูมิเพื่อการสะสมอาหารให้เพียงพอเป็นการจัดการการผลิตที่สามารถปฏิบัติได้ จากรายงานของสุทัศน์ และคณะ (2524) พบว่า เมื่อปลูกข้าวสาลีล่าช้าตั้งแต่กลางเดือนธันวาคม ส่งผลให้ความสูง และจำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวสาลีพันธุ์สะเมิง 1 ลดลง เมื่อค่า GDD เพิ่มขึ้นตามการปลูกล่าช้าออกไป แต่จากรายงานไม่ได้ระบุค่า GDD ไว้ ซึ่งลักษณะเหล่านี้ส่งผลให้องค์ประกอบและผลผลิตคือ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง และส่งผลทำให้ผลผลิตลดลง เนื่องจากช่วงระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นที่เร่งการเจริญเติบโตที่เร็วขึ้น การสะสมอาหารไม่เพียงพอ (Kuhn, 2022) เป็นผลกระทบที่เกิดจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้อัตราการเจริญเติบโตจากกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในต้นพืชเพิ่มขึ้น (Treshow, 1970) สำหรับอุณหภูมิสูงแม้มีบทบาทต่อการสังเคราะห์แสงที่เพิ่มขึ้นแต่ส่งผลให้การหายใจ และการคายน้ำเพิ่มขึ้นด้วย (Janick et al., 1969) ซึ่งสอดคล้องกับ Posch et. al. (2019) พบว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจ เมื่ออุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นประมาณ 25 องศาเซลเซียส ทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงลดลงแต่การหายใจด้วยแสง (Photorespiration) เพิ่มขึ้น เนื่องจาก RuBisCO สามารถจับกับ O_2 ได้เพิ่มขึ้น ทำให้มีการสร้างน้ำตาลหรืออาหารลดลง แต่ใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตช้าหรือชะงักการเจริญเติบโต จากการทดลองจึงพบลักษณะของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง และผลผลิตของข้าวสาลีต่ำ และจากรายงานของ Fischer (1973) พบว่า หากปลูกข้าวสาลีหลังจากเดือนมีนาคม ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่า 27 องศาเซลเซียส ส่งผลให้จำนวนเมล็ดต่อรวงลดลงร้อยละ 11 และการเจริญเติบโตทางลำต้นยาวนานขึ้น ซึ่งจากข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยของศูนย์วิจัยข้าวสะเมิงในช่วงปลูกวันที่ 1 มกราคม มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 27 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 26) อีกทั้งจากรายงานของ สุทัศน์ และคณะ (2524) พบว่า การปลูกช้าถึงเดือนธันวาคม แต่ไม่ได้ระบุข้อมูลอุณหภูมิในช่วงที่ทำการศึกษา ทำให้ช่วงระยะสะสมน้ำหนักเมล็ดส่งผลต่อน้ำหนัก 1000 เมล็ดลดลง

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

การผลิตข้าวสาลีในประเทศไทยมีข้อจำกัดหลายประการ โดยผลการศึกษาสามารถระบุได้ว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลให้ผลผลิตต่ำ สำหรับการผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงมีปริมาณผลผลิตสูงกว่าบ้านศรีดอนชัย เนื่องจากปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศโดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในช่วงฤดูปลูก (1 พฤศจิกายน 2563 ถึง 30 เมษายน 2564) ในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงมีระดับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิต่ำกว่าบ้านศรีดอนชัยถึง 10, 6 และ 7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ นอกจากนี้ปัจจัยของความอุดมสมบูรณ์ของดินมีความสำคัญในการส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตของข้าวสาลี โดยในแต่ละพื้นที่มีปัจจัยจำกัดที่แตกต่างกัน สำหรับพื้นที่บ้านทุ่งหลวงมีปริมาณของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเป็นปัจจัยบ่งชี้ของการเพิ่มผลผลิต เนื่องจากมีปริมาณของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่บ้านศรีดอนชัยมีปริมาณโพแทสเซียม และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เป็นปัจจัยบ่งชี้ที่สำคัญ รองลงมาเป็นปริมาณอินทรียวัตถุ ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และอินทรียวัตถุในดินต่ำกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากปัจจัยดังกล่าว การปลูกข้าวสาลีปุ๋ยจึงมีความจำเป็นต้องมีการใส่ตามค่าวิเคราะห์ดินแต่ละพื้นที่ รวมทั้งจากการศึกษานี้ ทำให้เห็นได้ว่า บ้านทุ่งหลวงและบ้านศรีดอนชัยมีพื้นที่ที่สามารถปลูกข้าวสาลีได้ในระดับความเหมาะสมปานกลาง ประมาณ 2,000 ไร่ หากมีการส่งเสริมการผลิตข้าวสาลีตามนโยบาย การให้องค์ความรู้ในเรื่องการใส่ปุ๋ยควรได้รับการส่งเสริมให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวสาลีเป็นอันดับแรก เพื่อการยกระดับผลผลิตของข้าวสาลีให้สูงขึ้น นอกจากการจัดการวันปลูกที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตข้าวสาลีอยู่ในเขตพื้นที่สูงของประเทศไทย ตั้งแต่ความสูงจากระดับทะเล 500 เมตรขึ้นไป เนื่องจากมีอุณหภูมิต่ำในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม แต่พื้นที่สูงยังมีข้อจำกัด คือ พื้นที่มีความลาดชัน ซึ่งพื้นที่เพาะปลูกในเขตพื้นที่สูงมักถูกปรับมาทำนาขั้นบันได ทำให้มีพื้นที่การเพาะปลูกขนาดเล็กส่งผลต่อวิธีการจัดการ โดยเฉพาะข้อจำกัดในการใช้เครื่องจักร ทำให้ต้องใช้แรงงานคน ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวสาลีแต่ละสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูกในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงที่ระดับความสูง 1,025 เมตรจากระดับทะเล ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิงที่ระดับความสูง 825 เมตรจากระดับทะเล และบ้านศรีดอนชัยที่ระดับความสูง 545 เมตรจากระดับทะเล ทำให้เห็นได้ว่า การปลูกข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวงด้วยสายพันธุ์ดีเด่นทุกสายพันธุ์ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง อยู่ในช่วง 365 – 510 กิโลกรัมต่อไร่ และสายพันธุ์ส่วนใหญ่ยังสามารถปลูกได้หลายวันปลูกตั้งแต่วันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน – PD4 : 1 มกราคม ที่ให้ผล

ผลิตในระดับสูง ในขณะที่การปลูกข้าวสาลีของทุกสายพันธุ์ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง และบ้านศรีดอนชัยสามารถปลูกได้เฉพาะวันปลูก PD1 : 15 พฤศจิกายน เพียงเท่านั้น หากปลูกล่าช้าทำให้ผลผลิตลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงวันปลูก PD4 : 1 มกราคม นอกจากนี้การปลูกข้าวสาลีของทุกสายพันธุ์ที่ล่าช้าทำให้มีค่า GDD ที่เพิ่มสูงขึ้น โดยการปลูกข้าวสาลีล่าช้าทำให้ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นสั้นลง เร่งพัฒนาการจากระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นให้เข้าสู่ระยะสืบพันธุ์เร็วขึ้น ส่งผลกระทบต่อการสะสมอาหารในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น และระยะการเติมเต็มเมล็ดที่มีอาหารมากน้อยตามปริมาณการสะสม จึงส่งผลทำให้ขนาดของปล้อง ความสูง จำนวนต้นต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง และปริมาณผลผลิตที่ได้ต่ำ แต่อย่างก็ตามด้วยศักยภาพของสายพันธุ์ข้าวสาลีบางสายพันธุ์ที่สามารถให้ผลผลิตสูง ได้แก่ สายพันธุ์ PMPBWS89013 โดยให้ผลผลิตสูงในทุกช่วงวันปลูก เมื่อปลูกในพื้นที่ที่มีความสูงมากกว่า 800 เมตรจากระดับทะเล สามารถใช้ทดแทนพันธุ์ฝาง 60 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานได้ นอกจากนี้หากพิจารณาในเชิงคุณภาพสายพันธุ์ SMGBWS88008 มีความโดดเด่นในเรื่องของคุณภาพแป้งที่มีโปรตีนสูง และมีคุณสมบัติเหมาะสมเพื่อการแปรรูปเป็นขนมปัง เทียบเท่าพันธุ์สะเมิง 2 แต่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สะเมิง 2 โดยทั้งนี้ต้องปลูกเฉพาะในช่วง PD1 : 15 พฤศจิกายนเท่านั้น

บรรณานุกรม

กรมการข้าว. 2562. ความต้องการของธัญพืชเมืองหนาวของไทย. น. 1-8. ใน **การประชุมผู้ใช้ประโยชน์จากธัญพืชเมืองหนาว วันที่ 23 เมษายน 2562**. กรุงเทพฯ: กรมการข้าว.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2539. **คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: กองวางแผนการใช้ที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____________. 2566. **แผนที่ดิน...รายอำเภอ**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://oss101.ldd.go.th/web_th_soilseries/INDEX_th_series.htm (12 มิถุนายน 2566).

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2566. **สรุปสภาวะอากาศทั่วไปในรอบปี พ.ศ. 2565**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.tmd.go.th/climate/summaryyearly (30 มีนาคม 2566).

กองวิเคราะห์ดิน. 2544. **วิธีวิเคราะห์ดินทางเคมี**. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กัญญา เชื้อพันธุ์. 2532. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการพัฒนาองค์ประกอบผลผลิตของข้าวสาลี. ใน **สัมมนาปริญญาโท-เอก (พืชไร่นา 597/697) รวบรวมโดย ผศ.ดร.เอ็จ สโรบล ภาคต้นปีการศึกษา 2531-2532**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กิติภัทธ์ นันทพลเดช. 2561. **การวิเคราะห์ห่วงโซ่คุณค่า (value chain) สินค้าและผลิตภัณฑ์จากข้าวสาลีบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

โครงการไร่นาสาธิตห้วยสีทน. 2534. ศึกษาการใช้น้ำของข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์. น. 305. ใน **การสัมมนาวิชาการธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2534**. 7-9 สิงหาคม 2534 ณ โรงแรมแม่สอดฮิลล์ จังหวัดตาก.

งามชื่น รัตนดิลก. 2537. วิธีการปรับปรุงพันธุ์ข้าวสาลีในเขตร้อนชื้น. น. 19-37. ใน **การประชุมวิชาการธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 15 เรื่อง อนาคตของธัญพืชเมืองหนาวกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตร**. 2-4 สิงหาคม 2537 ณ โรงแรมคลอลิตี้เชียงใหม่ฮิลล์ จังหวัดเชียงใหม่.

จักรี เส้นทอง. 2528. การศึกษาสรีรวิทยาของพืชภายใต้สภาวะเครียด: การถ่ายเทสารสังเคราะห์โดยวิธีการวิเคราะห์การเจริญเติบโต. น. 792. ใน **สัมมนาวิชาการบัณฑิตศึกษาเกษตรศาสตร์**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จิตติ ปิ่นทอง และ ชัยวัฒน์ ชวชาติ. 2530. การศึกษาวิจัยและการผลิตระดับไร่นาในเขตพื้นที่โครงการหลวง. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2530/31**. 13 - 15 สิงหาคม 2530 จังหวัดขอนแก่น.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. **สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่**. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เฉลิมพล แซมเพชร และ สมจิต ใจดี. 2532. ผลกระทบของวันปลูกและอัตราเมล็ดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวสาลี (พันธุ์สะเมิง 1). **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร,** 22(2), 85-98.

ธีรยุทธ ตู้จินดา, สุพรรณี ชีววิริยะกุล, ศรปราชญ์ ธไนศรวรรธยางกูล และ วุฒิชัย ญาณอรรถ. 2532. รายงานผลการดำเนินงานหน่วยวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2531/32. ใน **รายงานประจำปี ฝ่ายค้นคว้าและวิจัยด้านพืชไร่ บริษัทบุญรอดบริวเวอรี่ จำกัด**. ณ สถานีประมงน้ำจืด จังหวัดพะเยา. (เอกสารอัดสำเนา).

บริบูรณ์ สมฤทธิ์. 2529. **การประชุมทางวิชาการ แผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว 23-25 สิงหาคม 2528 จังหวัดเชียงราย**. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ.

บริพัฒน์ ธัญญะอุดม, กิตติชัย กระต่ายทอง, วรวุฒิ เอี่ยมกำแหง และ เสมอ จุลละวานิช. 2530. การศึกษาอัตราการให้น้ำของข้าวสาลีโดยใช้ Lysimeter. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2530/31**. 13 - 15 สิงหาคม 2530 จังหวัดขอนแก่น.

บุญเทียม เลิศศุภวิทย์นภา. 2529. การทดสอบข้าวสาลีสำหรับที่ดอนในอำเภอฝาง. น. 330-342. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการวางแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2529-30**. 18-19 สิงหาคม 2529 ณ โรงแรมอัมรินทร์ลากูน จังหวัดพิษณุโลก.

บุญรัตน์ จงดี, พิบูลวัฒน์ ยังสุข, ละม้ายมาศ ขาวไชยมหา, อดุลย์ สิทธิวงศ์ และ วรฤทธิ์ บังวรรณ. 2534. อิทธิพลของสภาพแวดล้อม และการเขตกรรมของข้าวสาลีหลังนา. น. 32-42. ใน **การสัมมนาวิชาการธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2534**. 7-9 สิงหาคม 2534. ณ โรงแรมแม่สอดฮิลล์ จ.ตาก.

พงศ์พันธุ์ จึงอยู่สุข, เดวิด เอ. ซอนเดอร์ส และ บริบูรณ์ สมฤทธิ์. 2528. ผลตอบสนองของข้าวสาลีต่ออัตราปุ๋ยหินฟอสเฟต. น. 148 - 154. ใน **การประชุมทางวิชาการ แผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว**. 23 - 25 มกราคม 2528 ณ โรงแรมแม่กกวิลล่า จังหวัดเชียงราย.

พงศ์พันธุ์ จึงอยู่สุข, มงคล มั่นเหมาะ และ บริบูรณ์ สมฤทธิ์. 2529. อิทธิพลของหินฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตของข้าวสาลีและการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน. น. 222 - 234. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2529/30**. 18 - 19 สิงหาคม 2529 จังหวัดพิษณุโลก.

พรปรีดา สุขประพันธ์, สุมาลี เทียมพิทักษ์, อร่าม คุ้มกลาง, เพียร จรรย์สืบศรี, ดวิด เอ. ซอนเดอร์ส และ วรพจน์ รัมมณีนิล. 2527. การตอบสนองของข้าวสาลีต่อปุ๋ยฟอสเฟตสองชนิด 5 ระดับในดินชุดโคราช. น. 23 - 31. ใน **รายงานประจำปี 2527**. ณ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

พัธกุล จันทนมัฏฐะ. 2529. **การประชุมทางวิชาการ แผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว 29-30 มกราคม 2528**. เชียงใหม่: สำนักงานเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ ศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ.

พิชัย สุรพรไพรบูรณ์, พิกุล สุรพรไพรบูรณ์, วิทยา ศิลปสมบูรณ์ และ อุบล สมทรง. 2531. ระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลีในจังหวัดน่าน. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2531/32**. 9 - 11 สิงหาคม 2531 จังหวัดลำปาง.

พิบูลย์วัฒน์ ยังสุข และ สุดถนอม หอมดอก. 2530. ผลของจำนวนครั้งของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวสาลีในสภาพนา. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2530/31**. 13 - 15 สิงหาคม 2530 จังหวัดขอนแก่น.

พิบูลย์วัฒน์ ยังสุข, สุดถนอม หอมดอก, บริบูรณ์ สมฤทธิ์ และ เดวิด เอ. ซอนเดอร์ส. 2529ก. ผลของจำนวนครั้งของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวสาลีในสภาพดินนา. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2529/30**. 18 - 19 สิงหาคม 2529 จังหวัดพิษณุโลก.

พิบูลวัฒน์ ยังสุข, สุดถนอม หอมดอก, บริบูรณ์ สมฤทธิ์ และ เดวิด เอ. ซอนเดอร์ส. 2529ข. การทดสอบความเหมาะสมของพันธุ์ข้าวและพันธุ์ข้าวสาลี สำหรับใช้เป็นพืชร่วมระบบ. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2529/30**. 18 - 19 สิงหาคม 2529 จังหวัดพิษณุโลก.

เพียร จรรย์สืบศรี, เดวิด เอ. ซอนเดอร์ส และ พรปรีดา สุขประพันธ์. 2529ก. ผลของอัตราและวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยต่างชนิด. น. 52 - 63. ใน **รายงานประจำปี 2529/30 ธัญพืช**

เมืองหนาว. ณ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ.

เพียร จรรย์สืบศรี, พรพิบูลย์ ธัมพิบูลย์ และ ณรงค์ ผลรงษ์. 2529ข. การศึกษาช่วงวันปลูกข้าวสาลีอาศัยน้ำฝนในระบบไม่ไถพรวน. ใน **รายงานประจำปี 2529/30 ธัญพืชเมืองหนาว**. ณ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมเกษตรวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ.

เพียร จรรย์สืบศรี, พรพิบูลย์ ธัมพิบูลย์ และ ณรงค์ ผลวงษ์. 2529ค. การศึกษาการให้น้ำข้าวสาลี. ใน **รายงานประจำปี 2529/30 ธัญพืชเมืองหนาว**. ณ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม, สมศักดิ์ วังใน, เสรี ไตรรัตน์, สมเจตน์ จันทวัฒน์, ถวิล ครุฑกุล, สันทัด โรจนสุนทร และ สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพบูลย์ พงษ์สกุล, ทรรศนะ ลาภรวย, ธวัช วัดแก้ว, นคร แสงปลั่ง และ ชวาลวุฑฒ ไชยนุวัติ. 2535. สภาพการผลิตและการใช้เทคโนโลยีการผลิตข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ ปีการเพาะปลูก 2535. น. 186-199. ใน **การประชุมวิชาการธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 13**. 19-21 สิงหาคม 2535 ณ โรงแรมรอยัล คลิฟ บีช เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี.

ไพบูลย์ พงษ์สกุล, ทรรศนะ ลาภรวย และ อาลัย มาศจรูญ. 2533. การปลูกข้าวสาลีหลังนาปี. น. 398-408. ใน **รายงานการสัมมนาระบบการทำฟาร์ม ครั้งที่ 7**. 26-29 มีนาคม 2533 ณ โรงแรมวังใต้ จังหวัดสุราษฎร์ธานี.

ไพบูลย์ รัตนประทีป, เทียนชัย สุวรรณเวช และ แววจักร กองพลพรหม. 2530. ผลของการปรับปรุงดินและปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตของข้าวสาลี. น. 364 - 378. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2530/31**. 13 - 15 สิงหาคม 25230 ณ จังหวัดขอนแก่น.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหลอดพลาสติกสำหรับดูดอาหาร. 2566. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์สินค้าอุตสาหกรรม**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.fio.co.th/web/tisi_fio/fulltext/TIS776-2552.pdf (8 มีนาคม 2566).

มานัส แสนมณีชัย และ ภิญโญ ศิรินันท์. 2529. อิทธิพลของซัลเฟอร์และไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของข้าวสาลี. น. 181 - 198. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2529/30**. 18 - 19 สิงหาคม 2529 จังหวัดพิษณุโลก.

มานัส แสนมณีชัย, ภิญโญ ศิรินันท์ และ ชัยวัฒน์ ชวชาติ. 2527. การตอบสนองของข้าวสาลีต่างชนิดและอัตราปุ๋ยฟอสเฟต. น. 154 - 167. ใน **การประชุมทางวิชาการ เรื่อง แนวทางการวิจัย เพื่อพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว**. 21 - 23 มกราคม 2527 สำนักงานเกษตรภาคเหนือ จ. เชียงใหม่.

____________. 2528. การศึกษาสถานะภาพและอิทธิพลของธาตุโพแทสเซียมต่อข้าวสาลีที่ปลูกบนดินชุดต่าง ๆ. น. 53 - 67. ใน **การประชุมทางวิชาการธัญพืชเมืองหนาว**. 29 - 30 มกราคม 2528 ณ สำนักงานเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่.

มานัส แสนมณีชัย, ภิญโญ ศิรินันท์ และ ชัยวุฒิ มัยพลังกุล. 2525. การศึกษาความต้องการธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของข้าวสาลีบนดินชุดสันทราย. น. 241 - 256. ใน **การสัมมนาเชิงปฏิบัติการธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 3**. 9 - 11 สิงหาคม 2525 ณ สำนักงานเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่.

เมดไทย. 2566. **ข้าวสาลี**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://medthai.com/ข้าวสาลี/ (25 มีนาคม 2566).

ราเชนทร์ ถิรพร. 2537. งานวิจัยการจัดการเพาะปลูกธัญพืชเมืองหนาว รายงานการเรียบเรียงผลงานวิจัย ปี พ.ศ. 2534-2536. น. 366-377. ใน **การประชุมวิชาการธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 15 เรื่อง อนาคตของธัญพืชเมืองหนาวกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตร**. 2-4 มีนาคม 2537 ณ โรงแรมคลอลิตี้เชียงใหม่ฮิลล์ จังหวัดเชียงใหม่.

เรนุกา ปานสี. 2560. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาศักยภาพทางกายภาพของพื้นที่ สำหรับปลูกสตรอเบอร์รี่ในเขตอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ละม้ายมาศ ขาวไชยมหา. 2528. คุณภาพข้าวสาลีไทยกับการทำผลิตภัณฑ์. ใน **เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการธัญพืชเมืองหนาว**. กรุงเทพฯ: กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.

วรรณรัตน์ โสมแผ้ว. 2531. การศึกษาระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลีในเขตศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี. น. 6. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2531/32**. 9 - 11 สิงหาคม 2531 จังหวัดลำปาง.

วรรณี สิงโตนาท, วิจารณ์ วิชชุกิจ และ อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น. 2531. ผลของวันปลูกและเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ที่มีต่อการพัฒนาช่อดอกและผลผลิตของข้าวสาลี. น. 427 - 441. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2531/32**. 9 - 11 สิงหาคม 2531 จังหวัดลำปาง.

วลัยพร อุตรพงศ์, เชิดเชาว์ เหล่าอรรคะ, สมพงศ์ พงศ์พุฒิ และ สถิต อินทราวุธ. 2531. ผลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อจำนวนต้นงอกและการเจริญเติบโตระยะแรกของข้าวสาลี. น. 365 - 372. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2531/32**. 9 - 11 สิงหาคม 2531 จังหวัดลำปาง.

วลัยพร อุตรพงศ์, ไชยณรงค์ ศุภภักดี, ละม้ายมาศ ขาวไชยมหา และ จันทนา สรศิริ. 2529. เปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยรวมสูตรต่าง ๆ ต่อผลผลิตของข้าวสาลีในนาข้าว. น. 243 - 250. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2529/30**. 18 - 19 สิงหาคม 2529 จังหวัดพิษณุโลก.

วลัยพร อุตรพงศ์ และ เดวิด เอ. ซอนเดอร์ส. 2531. อิทธิพลของไนโตรเจนต่อธาตุอาหารพืชในข้าวสาลี. น. 374 - 381. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2531/32**. 9 - 11 สิงหาคม 2531 จังหวัดลำปาง.

วลัยพร อุตรพงศ์, พงศ์พันธุ์ จึงอยู่สุข และ บริบูรณ์ สมฤทธิ์. 2530. ปุ๋ยฟอสเฟตกับข้าวสาลีในนาข้าว. น. 359 - 363. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2530/31**. 13 - 15 สิงหาคม 25230 จังหวัดขอนแก่น.

วิกิพีเดีย สารานุกรมไทย. 2566. **ข้าวสาลี**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://th.wikipedia.org/wiki/ข้าวสาลี (25 มีนาคม 2566).

วีระศักดิ์ เทพจันทร์. 2524. การปลูกทดสอบธัญพืชเมืองหนาว. น. 140 - 160. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการธัญพืชเมืองหนาว**. 17 - 19 สิงหาคม 2524 ณ สำนักงานเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่.

ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา. 2548. ระบบภายในต้นพืชที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช. น. 189- 212. ใน **เอกสารการสอนชุดวิชาสารสนเทศเพื่อการจัดการการผลิตพืช**. นนทบุรี: สาขาวิชาการส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง. 2559. **ข้าวสาลี (Wheat)**. กรุงเทพฯ: เอกสารวิชาการกองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.

สถาบันวิจัยข้าว. 2547. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในการวิเคราะห์ดินสำหรับข้าว. น. 41. ใน สถาบันวิจัยข้าว. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

สนั่น จันทร์คำ. 2524. อิทธิพลของวันปลูกและระดับปุ๋ยฟอสเฟต ที่มีต่อผลผลิตของธัญพืชเมืองหนาว 3 ชนิด ที่ปลูก ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา. ใน

รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการธัญพืชเมืองหนาว. 17 - 19 สิงหาคม 2524 ณ สำนักงานเกษตรภาคเหนือ. จังหวัดเชียงใหม่.

สมเกียรติ วัฒกวิกกานต์ และ นิพนธ์ บุญมี. 2531. การศึกษาวันและระยะปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลี. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2531/32**. 9 - 11 สิงหาคม 2531 จังหวัดลำปาง.

สมพล ชีวมงคลกานต์, จอมภพ แววศักดิ์ และ ชนะ จันทร์ฉ่ำ. 2563. การพยากรณ์อัตราเร็วลมด้วยแบบจำลองสภาพอากาศเพื่อการวิจัยขั้นสูง WRF-ARW. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ**, 23(3), 20-30.

สารานุกรมไทย. 2536. **ข้าวสาลี สารานุกรมไทย เล่มที่ 17**. โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนโดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร.

สาวิตร มีจุ้ย. 2528ก. **ผลกระทบของวันปลูกและการขาดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวสาลีพันธุ์ Inia 66**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

____________. 2528ข. ผลกระทบของวันปลูกและความชื้นในดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวสาลีพันธุ์ Inia 66. น. 93 - 109. ใน **การประชุมทางวิชาการแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว**. 23 - 25 สิงหาคม 2528 จังหวัดเชียงราย.

____________. 2529. การศึกษาช่วงปลูกข้าวสาลีหลังนา. ใน **รายงานประจำปี 2529/30 ธัญพืชเมืองหนาว**. ณ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ.

____________. 2530. การศึกษาอิทธิพลของช่วงวันปลูกข้าวสาลีหลังนาปี. ใน **รายงานประจำปี 2530/31 ของสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง จังหวัดลำปาง**. ลำปาง: สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง จังหวัดลำปาง.

สำนัก กายาผาด, สุธี ศรศักดา, เสาวรส ชื่นทิม, บริพัฒน์ ธัญญะอุดม และ เสมอ จุลละวานิช. 2531. ศึกษาชนิดอัตราปุ๋ยเบื้องต้นกับข้าวสาลีในดินนาเขตชลประทาน. น. 399 - 405. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2531/32**. 9 - 11 สิงหาคม 2531 จังหวัดลำปาง.

สำนัก กายาผาด, เสาวรส ชื่นทิม, เสมอ จุลละวานิช และ แสงจันทร์ ศรีสายเชื้อ. 2532. ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินของข้าวสาลีในดินนาชุดร้อยเอ็ด. น. 82 - 90. ใน **การสัมมนางานวิจัยและส่งเสริมธัญพืชเมืองหนาว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. 21 - 22 มิถุนายน 2532 ณ ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. **สถิติการนำเข้า (Import)**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://impexp.oae.go.th/service/import.php (30 มีนาคม 2566).

สำนักบริหารวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538. **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมแปรรูปธัญพืช**. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย, สมนึก แก้วเกาะสะบ้า, นิพนธ์ บุญมี, เนตรนภา อินสลุด และ สุรพล ใจวงศ์ษา. 2564. การปลูกข้าวสาลีในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน. น. 145-158. ใน **การสัมมนาวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง ประจำปี 2564**. 5-7 มีนาคม 2564 ณ ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท จังหวัดชัยนาท.

สุทัศน์ จุลศรีไกวัล และ ดำรง ติยวลีย์. 2525. ศึกษาระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลี. น. 257-262. ใน **การสัมมนาเชิงปฏิบัติการธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 3**. 9-11 สิงหาคม 2525 สำนักงานเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่.

สุทัศน์ จุลศรีไกวัล, ดำรง ติยวลีย์ และ วิโชติ พัฒโร. 2524. การเปรียบเทียบพันธุ์ของ Bread wheat, Durum wheat และ Triticale เมื่อปลูกที่ระยะเวลาปลูก 4 ระยะ และที่ระดับปุ๋ยฟอสเฟต 4 ระดับ. น. 95-105. ใน **การสัมมนาเชิงปฏิบัติการธัญพืชเมืองหนาว**. 17-19 สิงหาคม 2524 สำนักงานเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่.

สุทัศน์ จุลศรีไกวัล และ อาคม กาญจนประโชติ. 2537. งานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาวของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. น. 16-17. ใน **การประชุมวิชาการธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 15 เรื่อง อนาคตของธัญพืชเมืองหนาวกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตร**. 2-4 สิงหาคม 2537 ณ โรงแรมคลอลิตี้เชียงใหม่ฮิลล์ จังหวัดเชียงใหม่.

สุธีรา มูลศรี, นงนุช ประดิษฐ์, พจน์ วัจนะภูมิ, นิทัศน์ สิทธิวงศ์, ศิวะพงศ์ นฤบาล, ไพโรจน์ โชตินิสากรณ์, กาญจนา พิบูลย์ และ สาธิต ปิ่นมณี. 2554. ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น. น. 380 – 387. ใน **สัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง**. 14 - 16 กุมภาพันธ์ 2554 จังหวัดแพร่.

องอาจ เลี้ยงม้า. 2531. การใช้ปุ๋ยคอกอัตราต่าง ๆ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวสาลีปลูกหลังข้าว. น. 454 - 460. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2531/32**. 9 - 11 สิงหาคม 2531 จังหวัดลำปาง.

องอาจ วีรโสภณ และ วิฑูรย์ รัตนา. 2527. รายงานการทดลองปุ๋ยข้าวสาลี ปี 2525 - 2526. น. 315 - 321. ใน **การประชุมทางวิชาการ เรื่อง แนวทางการวิจัย เพื่อพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว**. 21 - 23 มกราคม 2527 ณ สำนักงานเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่.

องอาจ วีระโสภณ, วิชัย หิรัญยุปกรณ์ และ วิฑูรย์ รัตนา. 2524. งานทดลองปุ๋ย ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์. น. 194 - 199. ใน **รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการธัญพืชเมืองหนาว**. 17 - 19 สิงหาคม 2524 ณ สำนักงานเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่.

อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น. 2527. ความเป็นไปได้ของการปลูกข้าวสาลีทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. ใน **การประชุมทางวิชาการ แผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว**. 21 - 23 มกราคม 2527 ณ สำนักงานเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่.

____________. 2528. การปรับปรุงเขตกรรมและระบบการปลูกพืชของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 80 - 92. ใน **การประชุมทางวิชาการ แผนงานวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว**. 23 - 25 สิงหาคม 2528 จังหวัดเชียงราย.

____________. 2529. อิทธิพลของวิธีการและเวลาในการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าวสาลีขนมปังพันธุ์ SW 41. น. 176 - 180. ใน **สัมมนาเชิงปฏิบัติการ การวางแผนวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาว ปี 2529/30**. 18 - 19 สิงหาคม 2529 จังหวัดพิษณุโลก.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. **ข้าวสาลี: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัท เท็กซ์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.

อาลัย มาศจรูญ, ไพบูลย์ พงษ์สกุล และ ทรรศนะ ลาภรวย. 2533. การปลูกข้าวสาลีหลังนาปี. น. 398 – 408. ใน **รายงานการสัมมนาระบบการทำฟาร์มครั้งที่ 7**. 26-29 มีนาคม 2533 ณ โรงแรมวังใต้ อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี.

อุสาห์ เจริญวัฒนา, วิเชียร วรพุทธพร, ประทุม สงวนตระกูล และ สมไฉน นาถภากุล. 2535. การพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปข้าวสาลีเพื่อใช้ประโยชน์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. น. 435-444. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 30 สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ สังคมศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ มนุษยศาสตร์ สิ่งแวดล้อม คหกรรมศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตร วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์**. 29 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2535 ณ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน กรุงเทพฯ.

AACC. 2000. **Approved methods of the American association of cereal chemists.** 10th ed. St. Paul, Minnesota: America Association of Cereal Chemists.

Agriculture Organization of the United Nations. 2023. **Wheat Production**. [Online]. Available https://www.atlasbig.com/en-in/countries-by-wheat-production (25 March 2023).

AOAC. 2005. **Official Methods of Analysis**. 18th ed. Guithersburg, Maryland, U.S.A.: AOAC International.

Asana, R. D., Saini, A. D. & Ray, D. 1958. Studies in Physiological Analysis of Yield III. The Rate of Grain Development in Wheat in Relation to Photosynthetic Surface and Soil Moisture. **Physiologia Plantarum**, 11(4), 655-665.

Aspinall, D. 1965. The effect of soil moisture stress on the growth of barley. II. Grain growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, 16(3), 265-275.

Begg, J. E. & Turner, N. C. 1976. Crop Water Deficits. **Advances in Agronomy**, 28, 161-217.

Bray, R. H. & Kurtz, L. T. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. **Soil Science**, 59(1), 39-46.

Chakravarty, N. V. K. & Sastry, P. S. N. 1985. Biomass production in wheat in relation to evaporative demand and ambient temperature. **Wheat, Barley and Triticale Abstracts CIMMYT. Mexico**, 2(2), 104.

Chujo, H. 1966. Difference in Vernalization Effect in Wheat under Various Temperatures. **Japanese journal of crop science**, 35(3-4), 177-186.

Daniel, E. K. 2023. **Wheat Fertilizer Recommendations**. [Online]. Available https://extension.umn.edu/nutrient-management/crop-specific-needs#small-grains-1089262 (1 May 2023).

Donovan, G. R. & Lee, J. W. 1983. Effect of Temperature on Grain Growth and Protein Accumulation in Cultured Wheat Ears. **Australian Journal of Plant Physiology**, 10(5), 445-450.

Duncan, W. G., McCloud, D. E., McGraw, R. L. & Boote, K. J. 1978. Physiological Aspects of Peanut Yield Improvement1. **Crop Science**, 18(6), 1015-1020.

FAO. 1983. **Guidelines Land Evaluation For Rained Agriculture Soils Bulletin No.**52. Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nations.

Finnie, S. & Atwell, W. A. 2016. Wheat and Flour Testing. **pp.** 57–71. In **Wheat Flour.** 2nd ed. AACC International, Inc.

Fischer, R. & Kohn, G. 1966. The relationship of grain yield to vegetative growth and post-flowering leaf area in the wheat crop under conditions of limited soil moisture. **Australian Journal of Agricultural Research**, 17(3), 281-295.

Fischer, R. A. 1973. The effect of water stress at various stages of development on yield processes in wheat. **Plant Response to Climatic Factors Proceedings of theuppsala Symposium**, 232-241.

Fischer, R. A. 1985. **Physiology limitations to producing wheat in semitropical and tropical environments and possible selection criteria**. Mexico, D.F., Mexico: International Maize and Wheat Improvement Center.

Frank, A. B. & Bauer, A. 1984. Cultivar, nitrogen, and soil water effects on apex development in spring wheat. **Agronomy Journal**, 76, 656-660.

Friend, D. J. C. 1966. The effects of light and temperature on the growths of cereals. In F. L. Milthorpe & J. D. Ivins (Eds.), **The growth of cereals and grasses**. London: Butterworths.

Grain Baker's Kitchen. 2022. **Sourdough**. [Online]. Available https://www.facebook.com/grainbakershop/posts/2957506294524173 (19 April 2022).

Hobbs & Peter, R. 1990. Wheat Technical Issues Needing Coordinated Research in Rice – Wheat Systems. p. In **A papper presented at Annual Wheat Wookshop**. January 24 – 26, Chiangrai, Thailand.

Idso, S. B., Jackson, R. D., Pinter, P. J., Reginato, R. J. & Hatfield, J. L. 1981. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. **Agricultural Meteorology**, 24, 45-55.

International Maize and Wheat Improvement Center. 2023. **Setting a standard: improving field trial data**. [Online]. Available https://www.cimmyt.org/news/setting-a-standard-improving-field-trial-data/ (25 March 2023).

Janick, J., Schery, R. W., Wood, F. W. & Ruttan, V. W. 1969. **Plant Science**. USA: W. H. Freeman and company.

Jensen, H. E. & Mogensen, V. O. 1984. Yield and Nutrient Content of Spring Wheat Subjected to Water Stress at Various Growth Stages. **Acta Agriculturae Scandinavica**, 34(4), 527-533.

Jordbruksmarkens, A. 2015. Slutlig statistic. pp. 1-34. In **JO 10 SM 1601**. Ylva Olsson: Jordbruksverket, Jonkoping.

Khan, R., Gurmani, A. R., Gurmani, A. H. & Zia, M. S. 2007. Effect of potassium application on crop yields under wheat rice system. **Sarhad Journal of Agriculture**, 23(2), 277-280.

Khondaker, R. H., Islam, A., Rahman, S. & Kham, T. H. 1984. Influence of soil moisture stress on yield, grain quality availability and uptake of N, P and K by wheat. **Wheat, Barley and Triticale Abstracts CIMMYT, Mexico**, 1(4), 447.

Kılıc, O. M., Ersayın, K., Gunal, H., Khalofah, A. & Alsubeie, M. S. 2022. Combination of fuzzy-AHP and GIS techniques in land suitability assessment for wheat (Triticum aestivum) cultivation. **Saudi Journal of Biological Sciences**, 29(4), 2634-2644.

Kirkham, M. B. & Kanemasu, E. T. 1983. Wheat. pp. 482-520. In **Crop-water relations (chapter 15)**. New York: John-Wildy and sons, Inc. .

Kuhn, E. J. 2022. **Modeling Leaf Area Index and Canopy Height Using Growing Degree Days.** Biological and Agricultural Engineering Undergraduate Honors Theses. University of Arkansas.

Lawlor, D. W. 1976. Water stress-induced changes in photosynthesis, photorespiration, respiration and CO2 compensation concentration of wheat. **Photosynthetica**, 10(4), 378-387.

Marcellos, H. & Single, W. V. 1971. Quantitative responses of wheat to photoperiod and temperature in the field **Australian Journal of Agricultural Research**, 22, 343-357.

____________. 1972. The influence of cultivar, temperature and photoperiod on post-flowering development of wheat. **Australian Journal of Agricultural Research**, 23, 533-540.

Milthrope, F. L. & Moorby, J. 1974. **An Introduction to crop physiology**. Cambridge: Cambridge University Press.

Nicustro, C. 1980. Basic contradictions in the concept of day degrees, study of day degrees in relation to plants of wheat, maize and groundnut grown in different environment. **Field Crop Abstracts**, 33(5), 402.

Perry, M., L., Lanier, W. & Brandt, S. 2001. Using Growing Degree Days to Predict Plant Stages. p. 95 – 98. In **Experimental Agrometeorology: A Practical Manual. Interim Director of Extension**. Montana State University, Bozeman.

Peters, D. B., Pendleton, J. W., Hagaman, R. H. & Brown, C. M. 1971. Effect of night ari-temperature on grain yield of corn, wheat and soybeans. **Agronomy Journal**, 63, 809.

Pomeranz, Y. 1978. **Cereals'78 : Better nutrition for the world's millions. A commemorative book, Sixth International Cereal and Bread Congress**. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists, Inc.

Posch, B. C., Kariyawasam, B. C., Bramley, H., Coast, O., Richards, R. A., Reynolds, M. P., Trethowan, R. & Atkin, O. K. 2019. Exploring high temperature responses of photosynthesis and respiration to improve heat tolerance in wheat. **Journal of Experimental Botany**, 70(19), 5051-5069.

Pratt, P. F. 1965. Potassium. pp. 1022-1030. In C. A. Black (Ed.), **Methods of Soil Analysis Part II**. Madison, Wisconsin: Amer. Soc. of Agron, Inc.

Rab, A., Jensen, H. E. & Mogensen, V. O. 1984. Dry matter production of spring wheat subjected to water stress at various growth stages. **Cereal Research Communications**, 12(1/2), 19-25.

Rawson, H. M. & Evans, L. T. 1971. The contribution of stem reserves to grain development in a range of wheat cultivars of different height. **Australian Journal of Agricultural Research**, 22(6), 851 - 863.

Rawson, H. M. & Hofstra, G. 1969. Translocation and remobilization of 14C assimilated at different stages by each leaf of the wheat plant. **Australian Journal of Biological Sciences**, 22(2), 321-332.

Robins, J. S. & Domingo, C. E. 1962. Moisture and Nitrogen Effects on Irrigated Spring Wheat1. **Agronomy Journal**, 54(2), 135-138.

Rogers, R. R. & Yau, M. K. 1989. **Short Course in Cloud Physics**. 3rd ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.

Sanunders, A. D. 1990. Wheat Crop Management Research in Thailand A Review and and Recommendations. In **A paper presented at Annual Wheat Workshop**. January 24-26 1990, Chiangrai, Thailand.

Sayed, H. I. & Ghandorah, M. D. 1984. Association of Grain-Filling Characteristics With Grain Weight And Senescence in Wheat Under Warm Dry Conditions. **Field Crops Research**, 9, 323-332.

Singh, N. T., Aggarwal, G. C. & Brar, G. S. 1985. Effect of soil moisture stress on heat unit requirement of wheat at maturity. **Wheat, Barley and Triticale Abstracts. CIMMYT. Mexico**, 2(3), 203.

Singh, T. & Malik, D. S. 1983. Effect of water stress at three growth stages on the yield and water-use efficiency of dwarf wheat. **Irrigation Science**, 4(4), 239-245.

Strand, E. 1985. Effect of temperature and precipitation on growth period and heat sum in cereal species. **Wheat, Barley and Triticale Abstracts. CIMMYT. Mexico**, 2(3), 257.

Tienwong, K. 2008. **Applications of geoinformatics technology to land evaluation for energy economic crops in western Thailand.** Doctor Thesis in Geoinformatics. Suranaree University of Technology.

Treshow, M. 1970. **Envisonment and plant response**. New York: McGraw-Hil, Inc.

Walkley, A. & Black, I. A. 1934. An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter, and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. **Soil Science**, 37(1), 29-28.

Wall, P. C. & Cartwright, P. M. 1974. Effects of photoperiod, temperature and vernatization on the phenology and spikelet numbers of spring wheat. **Annals of Applied Biology**, 76, 299-309.

Wardlaw, I. 1970. The Early Stages of Grain Development in Wheat: Response to Light and Temperature in a Single Variety. **Australian Journal of Biological Sciences**, 23(4), 765-774.

Yamane, T. 1973. **Statistics an Introduction Analysis**. 3rd ed. New York: Harper & Row Publishers, Inc.

Yohannes, H. & Soromessa, T. 2018. Land suitability assessment for major crops by using GIS-based multi-criteria approach in Andit Tid watershed, Ethiopia. **Cogent Food & Agriculture**, 4(1), 1470481.

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามการผลิตข้าวสาลี

หมายเลขแบบสอบถาม

แบบสอบถาม

การพัฒนาการผลิตธัญพืชเมืองหนาวเป็นพืชหลังนาเพื่อการสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร

ภาคเหนือตอนบน : กรณีศึกษาข้าวสาลี

ชื่อ-นามสกุล เกษตรกร: ....

ชื่อหมู่บ้าน/หมู่ที่ ....ตำบล................................

อำเภอ........................... จังหวัด............................โทรศัพท์.............................

พิกัดที่จุดสัมภาษณ์	

ชื่อผู้สัมภาษณ์: .... วันเดือนปีที่สัมภาษณ์: ..../........................./......

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูล

1. เพศ: ☐ 1= ชาย ☐ 2=หญิง

2. อายุ : .... ปี

3. ระดับการศึกษาสูงสุด : ☐ 1=ไม่ได้รับการศึกษา ☐ 2=ประถมศึกษา ☐ 3=มัธยมศึกษา ☐ 4=อาชีวศึกษา (ปวช.) ☐ 5=อนุปริญญา (ปวส.) ☐ 6=ปริญญาตรี

4. ประสบการณ์การปลูกข้าวสาลีประมาณ : ☐ 1= 0-10 ปี ☐ 2= 11-20 ปี ☐ 3= 21-30 ปี ☐ 4= มากกว่า 30 ปี

5. จำนวนสมาชิกในครัวเรือน: ชาย .... คน หญิง .... คน เป็นแรงงานผลิตข้าวสาลี .... คน

6. ท่านเป็นตัวแทนเกษตรกรในด้านใด (ระบุตำแหน่ง) ....

หมวดที่ 2 ข้อมูลการผลิตข้าวสาลี

พันธุ์ข้าวสาลี

1. พันธุ์ข้าวสาลีที่ท่านปลูกและเกณฑ์การตัดสินใจของท่านในการเลือกปลูกพันธุ์ข้าวนั้น ๆ ในแต่ละฤดู
   พันธุ์.................................เหตุผล...
   พันธุ์.................................เหตุผล..
   พันธุ์.................................เหตุผล..

2. ท่านเคยปลูกข้าวสาลีพันธุ์อื่นหรือไม่ นอกจากพันธุ์ที่ปลูกปัจจุบัน และทำไมถึงไม่ปลูกพันธุ์นั้นอีก
   พันธุ์.................................เหตุผล...
   พันธุ์.................................เหตุผล..
   พันธุ์.................................เหตุผล..

3. ลักษณะของพันธุ์ข้าวสาลีที่ท่านต้องการปลูก ☐ อายุสั้น ☐ ผลผลิตสูง ☐ คุณภาพดี (ระบุ)....................................
   ☐ ต้านทานโรค.................... ☐ ต้านทานแมลง........................ ☐ ราคาดี อื่น ๆ (ระบุ) ....

4. พันธุ์ข้าวสาลีที่ท่านอยากปลูกคือพันธุ์อะไร ....

การเตรียมดินและการปลูก

1. ท่านปลูกพืชอื่นก่อนและหลังปลูกข้าวสาลีหรือไม่ ☐ ปลูก ระบุ ก่อน..............................หลัง....................... ☐ ไม่ปลูก

2. การเตรียมดินในแปลง ☐ ไถดะ..........ครั้ง ☐ ไถแปร..........ครั้ง ☐ คราด........ครั้ง ☐ อื่น ๆ ....

3. การเก็บตัวอย่างดินส่งวิเคราะห์ ☐ เคย ☐ ไม่เคย ผลวิเคราะห์ดิน ....

ข้อมูลสภาพแปลงที่ใช้

แปลง* ที่	พื้นที่ปลูก (ไร่)	สภาพแปลง	การถือครองที่ดิน	พื้นที่เช่า(ไร่)	ค่าเช่า/สัดส่วนการแบ่งผลผลิต	วิธีการปลูกข้าว	วันปลูก		วันเก็บเกี่ยว		พันธุ์ข้าวสาลีที่ใช้ปลูก	ชั้นเมล็ดพันธุ์ที่ใช้	แหล่งเมล็ดพันธุ์	ปริมาณเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูก (กก./พท.)	ราคาเมล็ดพันธุ์ (บาท/กก.)	แหล่งน้ำ	สภาพภูมิประเทศ	ชนิดของดิน
							เดือน	สัปดาห์ที่	เดือน	สัปดาห์ที่								
		1= แปลงเดิมปลูกข้าวนา 2= แปลงเดิมปลูกข้าวไร่ 3= แปลงเดิมปลูกพืชอื่นๆ (ระบุ)	1= เจ้าของนา 2= เช่าพื้นที่		เช่น ข้าวสาลีกี่กิโลกรัมต่อไร่ หรือ ค่าเช่ากี่บาทต่อไร่	1= หว่านแล้วยกร่องกลบ 2= หว่านแล้วคราดกลบ 3= โรยเป็นแถว (คน) 4= หยอด/หลุม (คน) 5= โรยเป็นแถว (เครื่องจักร)						1= ข้าวสาลีลูกผสม 2= พันธุ์ขยาย 3= พันธุ์จำหน่าย 4= เก็บเอง 5= อื่นๆ (ระบุ)	1= เก็บเอง 2= ศขช./ธนาคารข้าว 3= ร้านค้าปลีก 4= ศวข./ศมข 5= สหกรณ์/ธกส. 6=บริษัท		กรณีที่เก็บเอง / แลก เปลี่ยน คำนวนจากราคาซื้อขายเมล็ดพันธุ์ในท้องถิ่นขณะเพาะกล้า	1=น้ำชลฯ 2=น้ำฝน 3=ห้วย/หนอง/คลอง/บึง ตามธรรมชาติ	1=ที่ราบลุ่ม 2=ที่ดอน	1=เหนียว 2= ร่วน 3= ทราย 4=ร่วนปนทราย

การใส่ปุ๋ยและการดูแลรักษา

1. ท่านใช้ปุ๋ยชนิดใดบ้าง ☐ ปุ๋ยเคมี ☐ ปุ๋ยอินทรีย์ ☐ ปุ๋ยชีวภาพ ☐ อื่น ๆ ....
2. การใช้การใส่ปุ๋ย จำนวน.....................ครั้ง

ครั้งที่	สูตร/ชนิด	อัตรา (กก./ไร่)	อายุข้าวสาลี (วัน)/ระยะ
1			
2			
3			

บันทึกอื่น ๆ ....

การจัดการน้ำในแปลง

1.แปลงของท่าน มีการใช้น้ำจากแหล่งน้ำ ☐ ชลประทาน (ระบุ) .... ☐ น้ำฝน ☐ ห้วย/หนอง/คลอง/บึง ตาธรรมชาติ ☐ น้ำบาดาล ☐ อื่นๆ (ระบุ) ....

2.การน้ำในแปลง ☐ การให้ตามร่อง ☐ การใช้สปริงเกอร์ ☐ อื่นๆ (ระบุ) ....

3. ท่านประสบสภาวะ น้ำท่วม/ภัยแล้ง ใช่หรือไม่ ☐ 1= ใช่ ระบุกี่ครั้ง.........ที่ระยะการเติบโตใด

(ทำเครื่องหมาย ✓ สภาวะที่ประสบมากที่สุด)

☐ 1.1=ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ

☐ 1.2=ระยะการติดดอก

☐ 1.3=ระยะสุกแก่

☐ 2= ไม่ใช่

บันทึกอื่น ๆ ....

ศัตรูข้าวสาลี วัชพืชในแปลง และการป้องกันกำจัด

1. โรคที่ท่านพบในแปลงมากที่สุด 3 อันดับ 1. .... 2. .... 3. ....
2. แมลงที่ท่านพบในแปลงมากที่สุด 3 อันดับ 1. .... 2. .... 3. ....
3. สัตว์ศัตรูข้าวที่ท่านพบในแปลงมากที่สุด 3 อันดับ 1. .... 2. .... 3. ....
4. วัชพืชที่ท่านพบในแปลงมากที่สุด 3 อันดับ 1. .... 2. .... 3. ....
5. มีการใช้สารเคมีป้องกันศัตรูข้าวและวัชพืช หรือไม่ ?

   ☐ 1= มี ☐ 2= ไม่มี

6. ระดับการระบาดของศัตรูข้าวสาลี และวัชพืช ในการเลือกใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

   ☐ 1= ไม่เกิน 25% ☐ 2= ประมาณ 50% ☐ 3= มากกว่า 75%

7. ท่านตัดสินใจใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเมื่อใด ?

   ☐ 1= คำแนะนำของเพื่อนบ้าน/ทำตามเพื่อนบ้าน ☐ 2= คำแนะนำจากจนทภาครัฐ

   ☐ 3= คิดตัดสินใจเอง ☐ 4= อื่นๆ,ระบุ...............................

การเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว

1. ท่านใช้วิธีใดในการเก็บเกี่ยว ☐ แรงงานคน ☐ เครื่องเกี่ยว .... ☐ รถเกี่ยว ....
2. ผลผลิตข้าวรวมที่ได้ :................................ กิโลกรัม ความชื้น........................%
3. ผลผลิตที่ได้ท่านเก็บไว้เพื่อ ☐ เก็บไว้กิน.........................กก. ☐ เก็บไว้ขาย...............................กก.
4. การขายข้าวสาลีหลังเก็บเกี่ยว ☐ ขายเมล็ด ปริมาณ...................................กก.

☐ แปรรูป (ระบุ) ปริมาณ...................................กก. แปรรูปเป็น...

☐ จ่ายแทนค่าเช่านา ปริมาณ...................................กก. ☐ อื่นๆ......................... ปริมาณ.................................กก.

ต้นทุนการผลิต (พื้นที่ปลูกที่สอบถาม .... ไร่)

1. ค่าใช้จ่าย

1.1 ค่าแรงงาน

ค่าเตรียมดิน (ไถดะ ไร่ละ............บาท ไถแปร คราด ไร่ละ...........บาท)	....	บาท
ค่าปลูก (ไร่ละ............บาท ....)	....	บาท
ค่าดูแลรักษา (ไร่ละ............บาท ....)	....	บาท
ค่าเก็บเกี่ยวและรวบรวบ (ไร่ละ............บาท ....)	....	บาท
1.2 ค่าวัสดุ		บาท
ค่าเมล็ดพันธุ์ (..)	....	บาท
ค่าปุ๋ย (...)	....	บาท
ค่ายาปราบศัตรูพืชและวัชพืช (..)	....	บาท
ค่าวัสดุอื่นๆ น้ำมันเชื้อเพลิง และค่าซ่อมแซมอุปกรณ์	....	บาท
1.3 ค่าเช่าที่ดิน (ไร่ละ............บาท ....)	....	บาท
1.4 ค่าอื่น ๆ (..)	....	บาท
2. ผลผลิต ที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยวได้ในแปลงนี้ (.................................)	....	กิโลกรัม
3. ราคาที่คาดว่าจะขายได้ (..)	....	บาทต่อกิโลกรัม

การจับพิกัดขอบเขตแปลงนา

จุดที่	พิกัด 47 Q	พิกัด UTM	ระดับความสูง	หมายเหตุ

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการผลิตข้าวสาลีของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลการผลิตข้าวสาลีของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ข้อมูล	บ้านทุ่งหลวง (n=12) %	บ้านศรีดอนชัย (n=13) %
1. ข้อมูลทั่วไป		
1.1 เพศ		
ชาย	75	62
หญิง	25	38
1.2 ระดับการศึกษาสูงสุด		
ปริญญาตรี	25	-
มัธยมศึกษา	25	92
ประถมศึกษา	50	8
1.3 ประสบการณ์การปลูกข้าวสาลี		
0-10 ปี	67	69
11-20 ปี	33	15
21-30 ปี	-	15
2. การผลิตข้าวสาลี		
2.1 การปลูก		
โรยเป็นแถวด้วยเครื่องจักร	33	-
โรยเป็นแถวด้วยแรงงานคน	58	-
หว่าน	8	100
2.2 โรคข้าวสาลี		
โรคกล้าแห้ง	33	-
ไม่พบ	67	100
2.3 แมลงศัตรูข้าวสาลี		
หนอนเจาะสมอฝ้าย	42	-
เพลี้ยอ่อนดำหญ้า	25	-
หนอนกอ	25	8
ไม่พบ	8	92

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูล	บ้านทุ่งหลวง (n=12) %	บ้านศรีดอนชัย (n=13) %
3. ปัญหาและความต้องการของเกษตรกรในการผลิตข้าวสาลี		
3.1 ภัยธรรมชาติที่สำคัญโดยเกษตรกรคิดว่ามีผลต่อการปลูกข้าวสาลี		
แหล่งน้ำ	25	-
ดินขาดความอุดมสมบูรณ์	42	8
ฝนตกในช่วงเก็บเกี่ยว	-	62
ไม่มี	33	31
3.2 กิจกรรมการเกษตรที่ต้องการให้ส่วนราชการสนับสนุนในเรื่องการลดค่าใช้จ่าย		
จัดตั้งกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ	25	-
ตั้งกองทุนกู้ยืมซื้อวัสดุการเกษตร	25	38
ระบบการกู้เงิน	8	-
ส่งเสริมวิธีการเพื่อลดค่าใช้จ่ายและพึ่งตนเอง	-	8
ไม่ต้องการ	42	54
3.3 การส่งเสริมความรู้และเทคโนโลยีการผลิตข้าวสาลี		
วิธีการปลูก	25	-
การใส่ปุ๋ย	58	77
การเชื่อมโยงตลาดรับซื้อ	17	23
3.4 ความต้องการการสนับสนุนปัจจัยการผลิตของเกษตรกร		
ข้าวสาลีเมล็ดพันธุ์ดี	42	-
ปุ๋ยเคมี	50	100
แหล่งน้ำทางการเกษตร	8	-
3.5 เงื่อนไขสำคัญและจำเป็นที่เกษตรกรคิดว่าสามารถเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ได้		
แหล่งน้ำ	50	-
องค์ความรู้	8	-

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูล	บ้านทุ่งหลวง (n=12) %	บ้านศรีดอนชัย (n=13) %
ดินดี	17	-
พันธุ์	25	-
ปุ๋ยเคมีและสารเคมีป้องกัน กำจัดโรคและแมลงศัตรู	-	100
3.6 เครื่องมืออุปกรณ์ปลูกข้าวสาลีที่กลุ่มเกษตรกรส่วนใหญ่มีใช้กันทั่วไป		
ถังพ่นสารเคมี	25	8
ยุ้งฉางข้าว	33	-
อุปกรณ์เกี่ยวนวด	42	8
เครื่องสูบน้ำ	-	54
รถไถเดินตาม	-	31
3.7 สิ่งสำคัญที่เกษตรกรต้องใช้เงินสดซื้อมาใช้มากที่สุด		
ปุ๋ยเคมี	67	92
เมล็ดพันธุ์	33	-
จ้างไถเตรียมดิน	-	8

MAEJO UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

การจัดกลุ่มของผลผลิตข้าวสาลี (กิโลกรัมต่อไร่) ที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของ
วันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 2 การศึกษาวันปลูกของข้าวสาลี
สายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง
จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย
จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ตารางผนวกที่ 2 การจัดกลุ่มของผลผลิตข้าวสาลี (กิโลกรัมต่อไร่) ที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 2 การศึกษาวันปลูกของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

บ้านทุ่งหลวง			บ้านศรีดอนชัย		
กลุ่ม	**วันปลูก : สายพันธุ์**	**ผลผลิต (กก./ไร่)**	**กลุ่ม**	**วันปลูก : สายพันธุ์**	**ผลผลิต (กก./ไร่)**
a	04:07	570.59	a	01:11	273.40
a	04:02	569.05	a	01:02	272.90
a	01:04	568.96	ab	01:04	256.52
ab	03:02	568.09	abc	01:09	253.72
abc	04:09	561.83	abc	01:08	248.48
abc	01:11	552.71	bcd	01:03	238.29
abcd	04:03	545.48	bcde	01:01	232.23
abcde	01:08	537.10	bcde	02:04	225.97
abcde	04:08	534.54	cdef	01:12	220.51
abcde	02:10	532.47	defg	01:07	211.36
abcde	03:04	531.62	defg	01:10	209.75
abcdef	03:07	529.41	efgh	02:11	199.76
abcdefg	02:08	523.55	fghi	03:02	187.65
bcdefgh	01:05	514.71	ghij	03:01	185.63
cdefgh	03:06	511.73	ghijk	01:05	182.66
defghi	02:07	494.75	hijkl	02:08	172.75
efghij	02:02	490.85	hijklm	03:08	168.48
fghijk	01:02	476.91	ijklmn	02:12	154.46
ghijkl	01:03	472.33	jklmn	02:03	152.03
hijkl	02:04	466.62	klmn	04:04	148.85
ijklm	04:01	456.54	lmno	04:01	144.94
ijklmn	01:07	447.60	lmno	03:11	144.88

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

บ้านทุ่งหลวง			บ้านศรีดอนชัย		
กลุ่ม	วันปลูก : สายพันธุ์	ผลผลิต (กก./ไร่)	กลุ่ม	วันปลูก : สายพันธุ์	ผลผลิต (กก./ไร่)
ijklmn	02:03	446.11	lmno	02:01	144.44
jklmn	02:11	440.88	lmnop	02:09	142.18
jklmnop	01:06	438.88	lmnop	01:06	141.01
klmnop	03:12	433.32	mnop	04:09	136.35
lmnopq	04:06	420.04	mnop	04:03	135.29
mnopq	02:05	412.52	mnop	03:12	134.87
nopqr	02:12	394.61	nop	04:08	133.88
opqrs	04:05	392.54	nop	04:11	133.69
pqrst	04:04	385.81	nop	04:12	131.45
qrstu	01:09	367.25	nop	04:02	131.29
qrstu	03:09	366.96	nop	03:09	129.71
qrstu	04:12	366.90	nopq	02:02	125.08
qrstu	01:10	366.59	nopq	03:04	122.24
rstuv	03:01	355.86	opq	02:10	114.29
rstuvw	01:01	350.30	opq	03:10	112.12
stuvw	04:11	340.05	pq	04:10	108.37
tuvw	03:03	338.05	qr	02:07	94.77
tuvw	02:01	334.58	rs	03:07	66.20
uvw	02:09	328.51	rs	03:03	64.73
uvw	03:11	328.47	st	04:07	60.29
uvw	02:06	326.68	stu	04:06	39.41
vwx	03:10	310.13	tu	02:06	29.18
wxy	01:12	299.77	tu	02:05	28.70
wxy	03:05	297.21	u	04:05	10.27
xy	03:08	271.80	u	03:06	8.45
y	04:10	251.82	u	03:05	7.35

คำอธิบายตารางผนวก ค ของการทดลองที่ 2 การศึกษาวันปลูกของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

วันปลูก

01 = PD1 : 15 พฤศจิกายน

02 = PD2 : 1 ธันวาคม

03 = PD3 : 15 ธันวาคม

04 = PD4 : 1 มกราคม

สายพันธุ์

01 = PMPBWS89248

02 = PMPBWS89013

03 = SMGBWS88008

04 = LARTC-W89011

05 = MHSBWS12010

06 = MHSBWS12046

07 = FNBW8301-5-5

08 = FNBW8310-1-SMG-1-1-1

09 = ลำปาง 2

10 = ลำปาง 5

11 = สะเมิง 2

12 = ฝาง 60

ภาคผนวก ง

การจัดกลุ่มของขนาดปล้อง (มิลลิเมตร) ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน
จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผล
ของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลี
สายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง
จังหวัดเชียงใหม่

ตารางผนวกที่ 3 การจัดกลุ่มของขนาดปล้อง (มิลลิเมตร) ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

ขนาดปล้องข้าวสาลี		
กลุ่ม	**วันปลูก : สายพันธุ์**	**ค่าเฉลี่ย (มม.)**
a	01:06	3.76
ab	02:02	3.74
ab	01:11	3.71
abc	02:06	3.66
abcd	01:05	3.65
abcde	02:03	3.53
abcde	01:02	3.53
abcde	01:12	3.49
abcde	02:05	3.49
abcde	03:02	3.44
abcde	01:03	3.43
bcde	03:11	3.40
cdef	02:12	3.35
def	03:05	3.31
ef	03:06	3.28
ef	03:12	3.23
ef	02:11	3.22
fg	04:11	3.05
gh	03:03	2.87
gh	04:06	2.82
hi	04:12	2.69
hi	04:02	2.68
hi	04:05	2.61
i	04:03	2.42

ภาคผนวก จ

การจัดกลุ่มของจำนวนต้นต่อตารางเมตร (ต้นต่อตารางเมตร) ที่ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

ตารางผนวกที่ 4 การจัดกลุ่มของจำนวนต้นต่อตารางเมตร (ต้นต่อตารางเมตร) ที่ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

จำนวนต้นต่อตารางเมตร		
กลุ่ม	**วันปลูก : สายพันธุ์**	**ค่าเฉลี่ย (ต้น/ตร.ม.)**
a	04:11	304.00
ab	04:12	294.33
ab	01:03	294.00
abc	01:11	284.67
abc	04:02	282.67
abcd	01:12	279.00
abcd	03:11	266.67
abcd	01:02	262.67
abcd	02:02	261.33
abcd	02:11	260.00
abcd	02:03	258.67
abcd	02:06	250.33
bcd	01:05	248.00
bcd	03:02	246.00
bcde	04:06	242.33
bcde	03:12	240.00
cde	01:06	238.00
cde	03:06	233.67
def	02:12	228.00
efg	03:05	190.33
efg	04:05	190.33
fg	04:03	177.67
g	03:03	172.00
g	02:05	144.33

ภาคผนวก ฉ

การจัดกลุ่มของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน
จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของ
วันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น
ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

ตารางผนวกที่ 5 การจัดกลุ่มของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกันจากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวสาลี		
กลุ่ม	**วันปลูก : สายพันธุ์**	**ค่าเฉลี่ย (กรัม)**
a	02:05	52.21
a	01:05	49.62
a	03:05	48.97
b	01:12	44.34
b	01:06	44.09
b	01:03	43.59
bc	01:02	42.65
bc	02:02	42.61
bcd	02:12	41.79
bcd	02:06	41.65
bcd	02:03	41.02
cde	02:11	39.81
cde	01:11	39.77
cde	03:03	39.17
cde	03:12	39.15
de	03:02	38.47
ef	03:11	36.48
fg	03:06	33.84
gh	04:05	31.89
hi	04:02	29.16
hi	04:12	28.43
i	04:06	28.13
i	04:11	27.61
i	04:03	26.50

ภาคผนวก ช

การจัดกลุ่มของจำนวนรวงต่อตารางเมตร (รวงต่อตารางเมตร) ของข้าวสาลี
ที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลอง
ที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และ
ผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้
อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

ตารางผนวกที่ 6 การจัดกลุ่มของจำนวนรวงต่อตารางเมตร (รวงต่อตารางเมตร) ของข้าวสาลีที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

จำนวนรวงต่อตารางเมตร		
กลุ่ม	**วันปลูก : สายพันธุ์**	**ค่าเฉลี่ย (รวง/ตร.ม.)**
a	04:11	452.67
ab	01:12	438.33
abc	01:03	424.33
bcd	01:06	396.00
bcde	03:02	389.33
bcde	01:11	385.33
cde	02:06	376.67
cdef	04:02	371.67
defg	02:03	362.00
defg	02:02	361.33
defgh	02:11	352.67
defgh	03:06	345.33
defgh	04:06	345.33
defgh	01:02	345.00
defgh	01:05	341.00
efgh	03:11	334.00
fgh	03:12	316.33
ghi	03:05	311.00
ghi	02:05	310.00
ghi	04:12	309.00
ghi	02:12	308.67
ghi	04:05	307.67
hi	03:03	305.00
i	04:03	256.67

ภาคผนวก ซ

การจัดกลุ่มของผลผลิตข้าวสาลี (กิโลกรัมต่อไร่) ที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของ
วันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการ
เจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น
ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้
อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

ตารางผนวกที่ 7 การจัดกลุ่มของผลผลิตข้าวสาลี (กิโลกรัมต่อไร่) ที่มีความแตกต่างกัน จากอิทธิพลของวันปลูกและสายพันธุ์ข้าวสาลีของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

	ผลผลิตข้าวสาลี	
กลุ่ม	**วันปลูก : สายพันธุ์**	**ค่าเฉลี่ย (กก./ไร่)**
a	01:02	813.03
a	01:03	779.67
a	01:12	767.32
b	03:02	685.28
bc	02:11	615.50
bc	02:02	614.27
bc	02:03	610.42
bc	03:11	608.66
c	02:12	602.50
c	03:03	602.14
c	01:11	600.89
cd	03:12	592.08
cde	02:06	571.48
de	01:06	522.46
e	03:06	503.15
f	03:05	352.62
f	01:05	287.51
g	04:06	199.80
gh	02:05	164.82
gh	04:02	149.75
gh	04:03	148.42
gh	04:05	133.80
gh	04:11	129.81
h	04:12	120.82

คำอธิบายตารางผนวก ง - ซ ของการทดลองที่ 3 การศึกษาผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

วันปลูก

01 = PD1 : 15 พฤศจิกายน

02 = PD2 : 1 ธันวาคม

03 = PD3 : 15 ธันวาคม

04 = PD4 : 1 มกราคม

สายพันธุ์

02 = PMPBWS89013

03 = SMGBWS88008

05 = LARTC-W89011

06 = FNBW8310-1-SMG-1-1-1

11 = สะเมิง 2

12 = ฝาง 60

ภาคผนวก ณ

รูปภาพการดำเนินการทดลองที่ 1 และ 2

ภาพผนวกที่ 1 การเก็บข้อมูลการผลิตข้าวสาลีของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลวังเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ภาพผนวกที่ 2 การผลิตข้าวสาลีในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลวังเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ภาคผนวก ญ

รูปภาพการดำเนินการทดลองที่ 3

ภาพผนวกที่ 3 การเตรียมแปลงปลูก การปลูกด้วยวิธีโรยเป็นแถวด้วยแรงงานคน การเก็บข้อมูล และเก็บเกี่ยว

ภาพผนวกที่ 4 การเจริญเติบโตของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูก

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายสิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย	
เกิดเมื่อ	8 มีนาคม 2533	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555	ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม
	พ.ศ. 2559	ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม
ประวัติการทำงาน	ปี 2559-ปัจจุบัน	นักวิชาการเกษตรชำนาญการ ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว
	อีเมล์	sippawit.p@rice.mail.go.th

MAEJO UNIVERSITY