วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

การวิเคราะห์พื้นที่และวันปลูกของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน

Spatial Analysis and Planting Dates of Wheat Promising Lines in Chiang Mai and Mae Hong Son Province

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย[1,4] สาธิต ปิ่นมณี[1] นงนุช ประดิษฐ์[2] สุรพล ใจวงศ์ษา[3] และ เนตรนภา อินสลุด[4*]
Sippawit Punyatuy[1,4] Satis Pinmanee[1] Nongnuch Pradit[2] Suraphon Chaiwongsar[3] and Nednapa Insalud[4*]

[1] ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ 50250
[1] Samoeng Rice Research Center, Samoeng Tai subdistrict, Samoeng district, Chiang Mai 50250
[2] ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน ตำบลสบป่อง อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน 50150
[2] Mae Hong Son Rice Research Center, Sop Pong subdistrict, Pang Mapha district, Mae Hong Son 50150
[3] สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000
[3] Program in Plant Science, Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna LamPang 52000
[4] สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[4] Program in Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University Chiang Mai 50290
* Corresponding author: nedins@hotmail.com

(Received: 5 November 2021; Revised: 25 April 2022; Accepted: 30 May 2022)

Abstract

Wheat imports in Thailand are increasing every year. Therefore, it is necessary to analyze the potential areas for production of wheat that are currently grown. And assessed the yield of the best wheat varieties suitable. In order to guide the production of enough wheat to meet the needs of the domestic market, it is necessary to grow wheat as a substitute for imports. Therefore, it is necessary to analyze the potential areas for production of wheat that are currently grown. And assessed the yield of the best wheat varieties suitable. As in the local case study of Ban Thung Luang, Mae Win sub-district, Mae Wang district, Chiang Mai province, and Ban Sri Don Chai, Wiang Nuea sub-district, Pai district, Mae Hong Son province. The study was into two parts i.e. analysis of suitable

area by overlay analysis method with the geographic information system program and a comparison of the yield of outstanding wheat varieties on the appropriate planting dates. The design of this experiment was split plot in RCB with 3 replications. The results showed that Ban Thung Luang had a moderately suitable area of 491 rai and should be planted with PMPBWS89013 and FNBW8301-5-5 in mid-November to early January. And Ban Sri Donchai had a moderately suitable area of 1,584 rai and should be planted with PMPBWS89013, LARTC-W89011 and Samoeng 2 in mid-November.

Keywords: Spatial analysis, planting dates, wheat promising lines

บทคัดย่อ

การนำเข้าข้าวสาลีในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้นทุกปี เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตข้าวสาลีให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดในประเทศจึงจำเป็นต้องปลูกข้าวสาลีเพื่อทดแทนการนำเข้า โดยต้องการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตข้าวสาลีที่มีการปลูกในปัจจุบัน และประเมินผลผลิตของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ ดังกรณีศึกษาในพื้นที่ของบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวสาลีโดยวิธีการวิเคราะห์แบบซ้อนทับข้อมูล ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการเปรียบเทียบผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูกที่เหมาะสม วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCB จำนวน 3 ซ้ำ พบว่า บ้านทุ่งหลวง มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 491 ไร่ ควรปลูกสายพันธุ์ PMPBWS89013 และ FNBW8301-5-5 ตั้งแต่ช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมกราคม และบ้านศรีดอนชัย มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 1,584 ไร่ ควรปลูกพันธุ์/สายพันธุ์ PMPBWS89013, LARTC-W89011 และ Samoeng 2 ในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายน

คำสำคัญ: การวิเคราะห์พื้นที่ วันปลูก ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

คำนำ

จากสถิติการนำเข้าข้าวสาลีและแป้งข้าวสาลีในแต่ละปีมีมูลค่าเพิ่มขึ้น โดยมีการนำเข้าข้าวสาลีและแป้งข้าวสาลี คิดเป็นมูลค่า 21 22 และ 24 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2561 2562 และ 2563 ตามลำดับ (Office of Agricultural Economics, 2020) อีกทั้งข้าวสาลียังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่ส่วนต้นจนถึงเมล็ด โดยเมล็ด (grain) ใช้แปรรูปเป็นแป้งเพื่อทำขนมปัง รำและจมูกข้าวสาลีใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ รวมถึงเมล็ด (seed) สามารถใช้แปรรูปเป็นน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลีใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพเช่นกัน หากไม่ต้องการจำหน่ายเป็นเมล็ดสามารถใช้ส่วนของลำต้นแปรรูปเป็นหลอดกาแฟหรือหลอดดื่มน้ำใช้ทดแทนหลอดพลาสติกเพื่อเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อม หรือขายตัดดอกเป็นดอกไม้แห้ง ซึ่งจะสามารถเพิ่มมูลค่า

ได้สูงถึง 800% จากต้นทุนการผลิตข้าวสาลีโดยทั่วไป (Nantapoldej, 2018) ตามที่กองวิจัยและพัฒนาข้าวได้จัดประชุมผู้ใช้ประโยชน์จากธัญพืชเมืองหนาว เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาวให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดภายในประเทศ และเพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์ให้ผู้ใช้ประโยชน์จากธัญพืชเมืองหนาวชนิดต่าง ๆ ได้ทราบถึงแหล่งผลิตและชนิดของธัญพืชเมืองหนาวที่มีการปลูกของประเทศไทยในปัจจุบัน เพื่อใช้วางแผนด้านการตลาด พบว่าปัจจุบันมีความต้องการข้าวสาลีที่ปลูกในประเทศไทยในปริมาณสูงมาก โดยความต้องการผลผลิตของผู้ประกอบการ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) กลุ่มข้าวสาลีแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อบริโภค ได้แก่ แป้งสำหรับทำขนมปัง 206 ตันต่อปี ผลิตภัณฑ์น้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี 10 ตันต่อปี รำข้าวสาลี 144 ตันต่อปี และน้ำอาร์ซีเพื่อสุขภาพ 20 ตันต่อปี และ 2) กลุ่มข้าวสาลีหัตถกรรม ได้แก่ ช่อแห้งข้าวสาลี ตัดใบ 2 ตันต่อปี และหลอดจากข้าวสาลีสำหรับเครื่องดื่ม รวมความต้องการผลผลิตข้าวสาลีทั้งหมด 382 ตัน พันธุ์ข้าวสาลีที่ปลูกส่วนใหญ่ คือ ฝาง 60 มีพื้นที่ผลิตที่สำคัญมีอยู่ 2 พื้นที่ ได้แก่ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน และอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ สามารถผลิตได้ 43 และ 12 ตัน ตามลำดับ สำหรับพื้นที่อื่น ๆ มีอำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ได้ผลผลิต 4 ตัน รวมถึงมีในพื้นที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ซึ่งยังไม่สามารถคาดการณ์ผลผลิตได้ และแผนการผลิตเมล็ดพันธุ์ของศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอนและสะเมิง ผลิตได้ 5 และ 15 ตัน ตามลำดับ แต่กำลังการผลิตโดยประมาณที่ประเมินโดยกรมการข้าว ในปี 2563 สามารถผลิตข้าวสาลีได้เพียง 79 ตัน ซึ่งผลผลิตที่ได้ยังไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด (Rice Department, 2019) โดยประเทศไทยมีการนำข้าวสาลีมาปลูกในพื้นที่สูงทางภาคเหนือซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นที่อื่น ๆ ทำให้ผลิตข้าวสาลีมีจำกัดและปริมาณผลผลิตที่ได้ต่ำ เฉลี่ย 250 กิโลกรัม/ไร่ (Mascharoon *et. al.*, 1990) ในทวีปยุโรปผลผลิตข้าวสาลี เฉลี่ย 900 กิโลกรัม/ไร่ (statista, 2022) ข้าวสาลีที่ปลูกเป็นชนิดปลูกต้นฤดูใบไม้ผลิ (spring wheat) ที่นำมาจากต่างประเทศ จึงต้องปลูกต้นฤดูหนาวหรือหลังเก็บเกี่ยวข้าวนาปีทั้งหมด โดยมีพันธุ์รับรองจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สะเมิง 1, สะเมิง 2, แพร่ 60, อินทรี 1, อินทรี 2 และฝาง 60 ซึ่งการให้ผลผลิตยังมีความแปรปรวนสูงขึ้นกับสภาพแวดล้อมและการจัดการ จากหลายงานวิจัยพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในกลุ่ม spring wheat คือ 10-24 °C (Chujo, 1966) หากอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นมากกว่า 25 °C จะส่งผลทำให้จำนวนต้นต่อกอ จำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบ และการสะสมน้ำหนักแห้งลดลง (Wall and Cartwright, 1974) จำนวนกลุ่มดอกย่อยต่อรวงและจำนวนเมล็ดต่อกลุ่มดอกย่อยต่ำ (Rawson and Evans, 1971) เมล็ดมีขนาดเล็ก (Frank and Bauer, 1984) และหากอุณหภูมิสูงขึ้น 30-40 °C จะทำให้ดอกข้าวสาลีเป็นหมัน (Marcellos and Single, 1972)

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตข้าวสาลีที่มีการปลูกในปัจจุบัน และประเมินผลผลิตของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตข้าวสาลีให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยครั้งนี้แบ่งงานเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวสาลีบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสาลี โดยการนำเข้าข้อมูล ประกอบด้วย 1) ข้อมูลระดับของผลผลิตข้าวสาลีของเกษตรกร โดยใช้แบบสัมภาษณ์ เก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Yamane, 1973) เนื่องจากเกษตรกรในกลุ่มเป็นครอบครัวเดียวกันจึงไม่ได้เก็บข้อมูลจากเกษตรกรทั้งหมด คือ (1) กลุ่มเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 12 ราย จากเกษตรกรทั้งหมด 13 ราย และ (2) กลุ่มผู้ปลูกข้าวสาลีบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวน 13 ราย จากเกษตรกรทั้งหมด 14 ราย พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลสภาพอากาศโดยใช้เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนแบบอัตโนมัติ ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย ต่ำสุด สูงสุด และปริมาณน้ำฝนสะสมในฤดูปลูก พร้อมทั้งบันทึกความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Walkley and Black, 1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray and Kurtz, 1945) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Pratt, 1965) และ 2) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (ความละเอียด 1:25,000) ได้แก่ ลักษณะทางภูมิศาสตร์ (ความสูงจากระดับน้ำทะเล และความลาดชัน) และลักษณะของดิน (เนื้อดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การระบายน้ำของดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง ความลึกของดิน และปริมาณเกลือในดิน) จากนั้นประเมินความเหมาะสมศักยภาพของพื้นที่การผลิตข้าวสาลี การให้ค่าคะแนน (Rating) ค่าน้ำหนัก (Weighting) โดยดัดแปลงและอ้างอิงมาจาก FAO Frame work (1983) และ Department of Land Development (1996) ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis) ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (QGIS)

และการเปรียบเทียบผลผลิตดำเนินการจัดทำแปลงทดสอบพื้นที่ละ 1 แปลง ในฤดูปลูกปี 2563/2564 (เดือนพฤศจิกายน 2563 - เมษายน 2564) โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot in RCB จำนวน 3 ซ้ำ กำหนด main plots เป็นวันปลูก (plating date) จำนวน 4 ช่วงวันปลูก ประกอบด้วย 1) กลางเดือนพฤศจิกายน (Mid November) 2) ต้นเดือนธันวาคม (Early December) 3) กลางเดือนธันวาคม (Mid December) และ 4) ต้นเดือนมกราคม (Early January) และกำหนด sub plots เป็นข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 12 สายพันธุ์/พันธุ์ ได้แก่ PMPBWS89248, PMPBWS89013, SMGBWS88008, LARTC-W89011, MHSBWS12010, MHSBWS12046, FNBW8301-5-5, FNBW8310-1-SMG-1-1-1, Lampang 2, Lampang 5, Samoeng 2 และ Fang 60 ปลูกโดยวิธีโรยเป็นแถว ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ขนาดแปลงย่อย 2×3 เมตร อัตราเมล็ดพันธุ์ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำทันทีหลังปลูกและให้น้ำทุก 10-14 วัน ใส่ปุ๋ย จำนวน 2 ครั้ง ประกอบด้วย ครั้งที่ 1 ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 10 กิโลกรัมN/ไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส 5 กิโลกรัม P_2O_5/ไร่ ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 15 กิโลกรัม K_2O/ไร่ และครั้งที่ 2 ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กิโลกรัมN/ไร่

เก็บข้อมูลผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยวแต่ละแปลงย่อย โดยเก็บเกี่ยว 8 แถวกลาง ยาว 3 เมตร บันทึกน้ำหนักของผลผลิต สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีโดยใช้ค่า Least significant difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 95%

ผลการวิจัยและวิจารณ์

กลุ่มเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

พื้นที่ปลูกข้าวสาลีของบ้านทุ่งหลวงส่วนใหญ่เป็นชุดดินดอนไร่ สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีความลาดชัน 1-5% การระบายน้ำดีปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง ลักษณะและสมบัติของดิน เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วน สีน้ำตาลปนเทา จากการเก็บตัวอย่างดิน พบว่า ดินเป็นกรดปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง และเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีระดับความสูง 1,065 เมตรจากระดับน้ำทะเล และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตลอดฤดูปลูก พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย 22 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนสะสม 54 มิลลิเมตร (เดือนพฤศจิกายน 2563 - เมษายน 2564)

เมื่อพิจารณาระดับของผลผลิตข้าวสาลีของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง พบว่า เกษตรกรมีผลผลิตสูงกว่า 450 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 27.27 ผลผลิตระหว่าง 301-450 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 27.27 ผลผลิตระหว่าง 151-300 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 36.36 และผลผลิตต่ำกว่า 150 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 9.10 (Figure 1)

หากจำแนกพื้นที่ความเหมาะสมในการปลูกข้าวสาลีโดยประเมินจากแหล่งน้ำ ความอุดมสมบูรณ์และเนื้อดิน พบว่า จากขอบเขตพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ประมาณ 2,631 ไร่ มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 491 ไร่ เหมาะสมต่ำ 6 ไร่ และพื้นที่ไม่เหมาะสม 970 ไร่ (Figure 2)

จากการวิเคราะห์ช่วงวันปลูกและสายพันธุ์ที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า วันปลูกไม่ส่งผลให้ผลิตข้าวสาลีแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำค่อนข้างคงที่ตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Chujo (1966) รายงานว่า อุณหภูมิ 10-24 องศาเซลเซียส เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในกลุ่ม spring wheat โดยเป็นกลุ่มที่นำมาปลูกในประเทศไทย แต่สายพันธุ์/พันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างวันปลูกและสายพันธุ์/พันธุ์ ส่งผลให้ผลผลิตของข้าวสาลีมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยค่าเฉลี่ยของผลผลิตข้าวสาลีในแต่ละวันปลูกขึ้นอยู่กับสายพันธุ์/พันธุ์ที่เลือกปลูก (Table 1)

โดยการปลูกข้าวสาลีสายพันธุ์ PMPBWS89248 ปลูกกลางเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมกราคม, PMPBWS89013 ปลูกต้นเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนมกราคม, SMGBWS88008 ปลูกต้นเดือนมกราคม, LARTC-W89011 ปลูกกลางเดือนพฤศจิกายนและกลางเดือนธันวาคม, MHSBWS12010 ปลูกกลางเดือนพฤศจิกายน, MHSBWS12046 ปลูกกลางเดือนพฤศจิกายนและกลางเดือนธันวาคม, FNBW8301-5-5 ปลูกกลางเดือนธันวาคมและต้นเดือนมกราคม, FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ปลูกกลางเดือน

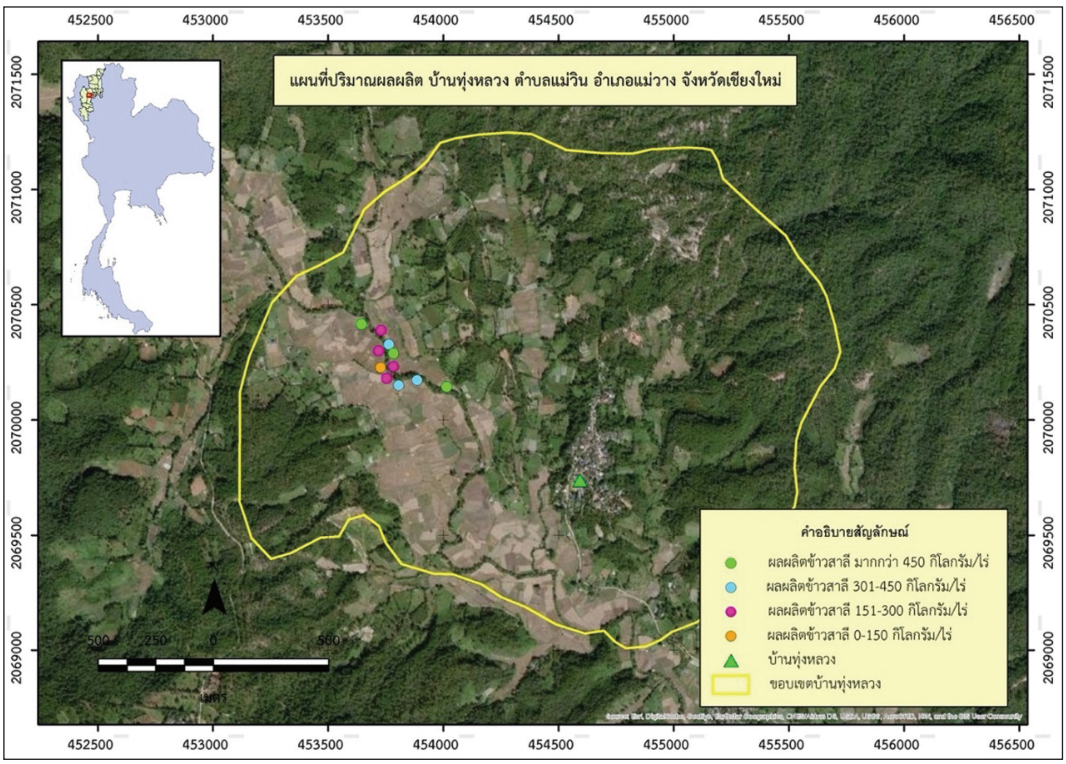

Figure 1 Wheat yield of in Bang Thung Luang

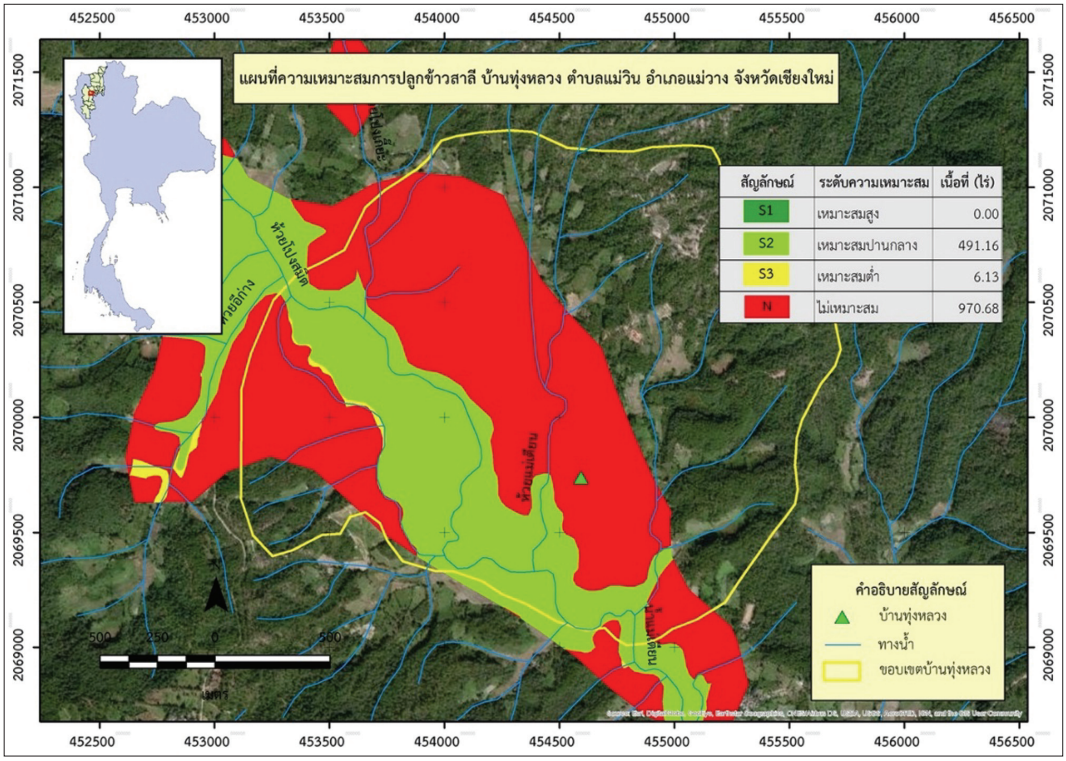

Figure 2 Suitable of wheat in Bang Thung Luang

Table 1 Wheat yield (kg/rai) to different planting dates in Bang Thung Luang

Line/Variety (V)	Planting Dates (PD)																	
	Mid November				Early December				Mid December				Early January				Average (V)			
PMPBWS89248	347	± 38	a	C	335	± 40	a	C	422	± 45	a	BC	356	± 46	a	C	365	± 42	E
PMPBWS89013	444	± 73	b	BC	491	± 28	a	AB	568	± 27	a	A	569	± 23	a	A	518	± 38	A
SMGBWS88008	439	± 82	b	BC	413	± 52	bc	BC	338	± 21	c	C	546	± 40	a	A	434	± 49	C
LARTC-W89011	569	± 23	a	A	466	± 9	b	AB	532	± 18	a	AB	452	± 43	b	B	505	± 23	B
MHSBWS12010	515	± 55	a	AB	412	± 25	b	BC	264	± 61	c	C	393	± 39	b	BC	396	± 45	D
MHSBWS12046	472	± 59	ab	B	330	± 29	c	C	512	± 45	a	AB	420	± 16	b	BC	434	± 62	C
FNBW8301-5-5	481	± 91	b	AB	495	± 36	b	AB	563	± 94	ab	A	604	± 34	a	A	536	± 63	A
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	537	± 13	a	AB	523	± 41	a	AB	272	± 52	b	C	568	± 59	a	A	475	± 66	BC
Lampang 2	367	± 41	b	C	395	± 82	b	BC	467	± 48	ab	B	528	± 52	a	AB	439	± 56	C
Lampang 5	400	± 73	a	BC	532	± 19	a	A	310	± 9	b	C	285	± 76	b	C	382	± 44	D
Samerng 2	553	± 27	a	AB	441	± 39	b	B	295	± 62	d	C	307	± 70	c	C	399	± 50	D
Fang 60	300	± 42	b	C	495	± 11	a	AB	400	± 73	ab	BC	334	± 48	b	C	382	± 43	D
Average of planting dates	452 ± 60				444 ± 34				412 ± 46				447 ± 54						
Planting Dates (PD)	P-value = 0.24																	
Line/Variety (V)	P-value = 0.01																	
PDxV	P-value = 0.01																	
CV% (PD)	18.33																	
CV% (V)	11.96																	

Significant difference by LSD0.05 with in row indicated by different lowercase letters, with in column by uppercase letter

พฤศจิกายน กลางเดือนธันวาคม และต้นเดือนมกราคม, Lampang 2 ปลูกกลางเดือนธันวาคมและต้นเดือนมกราคม, Lampang 5 ปลูกกลางเดือนพฤศจิกายนและต้นเดือนธันวาคม, Samoeng 2 ปลูกกลางเดือนพฤศจิกายน และ Fang 60 ปลูกต้นเดือนธันวาคมและกลางเดือนธันวาคม ทำให้ระดับของผลผลิตเหมาะสมที่สุด (Table 1)

อย่างไรก็ตาม บ้านทุ่งหลวงมีระดับความสูง 1,065 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง ทำให้ผลผลิตของข้าวสาลีที่ปลูกในทุกวันช่วงวันปลูกอยู่ในระดับสูงทั้งหมด โดย Kanchanaprachot (1986) ได้ทดลองศึกษาระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลีบนพื้นที่สูงโดยอาศัยน้ำฝน (rainfed highland) 2 แห่ง ได้แก่ สถานีโครงการหลวงขุนแปะ อำเภอเชียงดาว ซึ่งมีระดับความสูง 1,200 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง และที่สถานีโครงการหลวงแกน้อย อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ มีความสูง 1,000 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง โดยได้กำหนดวันปลูกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ปลูกวันที่ 1, 15 กันยายน และ 1, 15 ตุลาคม ผลการทดสอบได้พบว่า เมื่อปลูกข้าวสาลีบนพื้นที่สูงอาศัยน้ำฝนนั้น ช่วงระยะวันปลูกที่เหมาะสมได้แก่วันปลูก 15 กันยายน จะให้ผลผลิตสูงสุด แสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิที่ต่ำและยาวนานกว่าในพื้นที่ต่ำกว่า ระดับความสูง 1,000 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง

กลุ่มผู้ปลูกข้าวสาลีบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

พื้นที่ปลูกข้าวสาลีของบ้านศรีดอนชัยส่วนใหญ่เป็นชุดดินกำแพงเพชร สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย ความลาดชัน 1-3% การระบายน้ำดีปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายแป้ง สีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้ม จากการเก็บตัวอย่างดิน พบว่า ดินเป็นกรดแก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับปานกลาง และเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีระดับความสูง 546 เมตรจากระดับน้ำทะเล และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตลอดฤดูปลูก พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย 24 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนสะสม 59 มิลลิเมตร (เดือนพฤศจิกายน 2563 - เมษายน 2564)

เมื่อพิจารณาระดับของผลผลิตข้าวสาลีของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง พบว่า เกษตรกรมีผลผลิตสูงกว่า 450 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 25.00 ผลผลิตระหว่าง 301-450 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 58.33 และผลผลิตระหว่าง 151-300 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 16.67 (Figure 3)

หากจำแนกพื้นที่ความเหมาะสมในการปลูกข้าวสาลีโดยประเมินจากแหล่งน้ำ ความอุดมสมบูรณ์และเนื้อดิน พบว่า จากขอบเขตพื้นที่บ้านศรีดอนชัยและบ้านโป่ง ประมาณ 14,584 ไร่ มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 1,584 ไร่ และพื้นที่ไม่เหมาะสม 894 ไร่ (Figure 4)

จากการวิเคราะห์ช่วงวันปลูกและสายพันธุ์ที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า วันปลูก สายพันธุ์/พันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างวันปลูกและสายพันธุ์/พันธุ์ ส่งผลให้ผลผลิตของข้าวสาลีมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยการปลูกข้าวสาลีกลางเดือนพฤศจิกายนส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตในทุกสายพันธุ์/พันธุ์สูงสุด ส่วนในวันปลูกอื่น ๆ ผลผลิตแตกต่างกันตามสายพันธุ์/พันธุ์ที่ปลูกในแต่ละวันปลูก การปลูกข้าวสาลีต้นเดือนธันวาคมโดยใช้สายพันธุ์

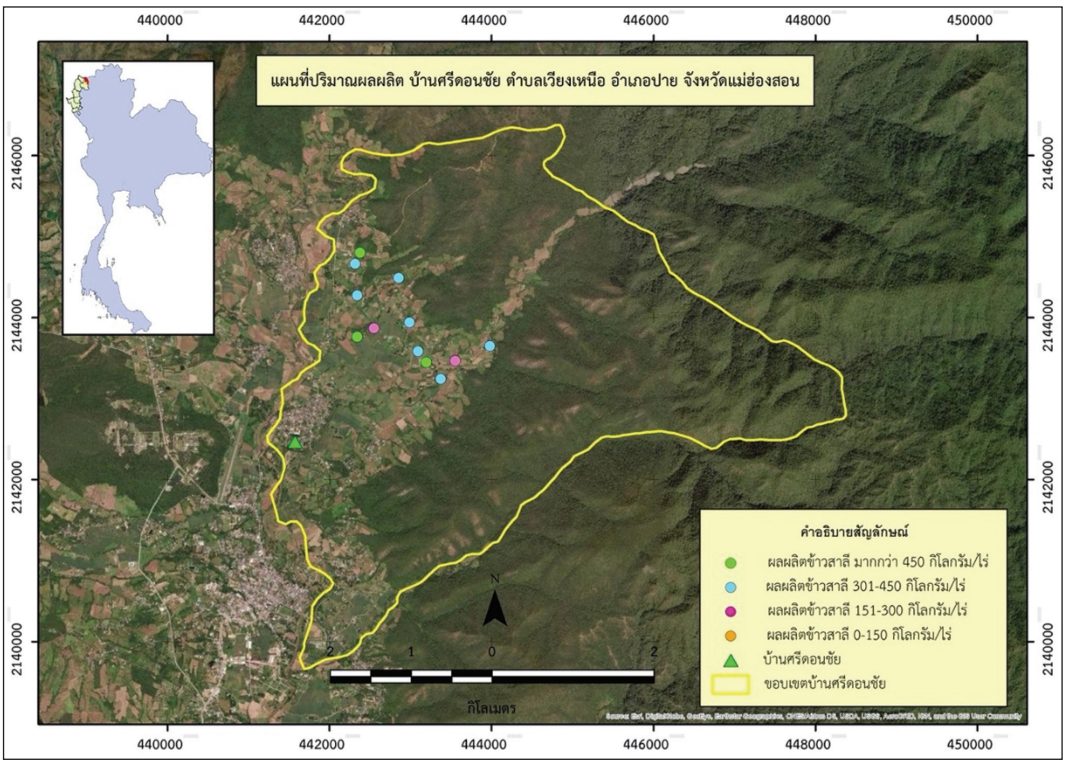

Figure 3 Wheat yield in Ban Sri Don Chai

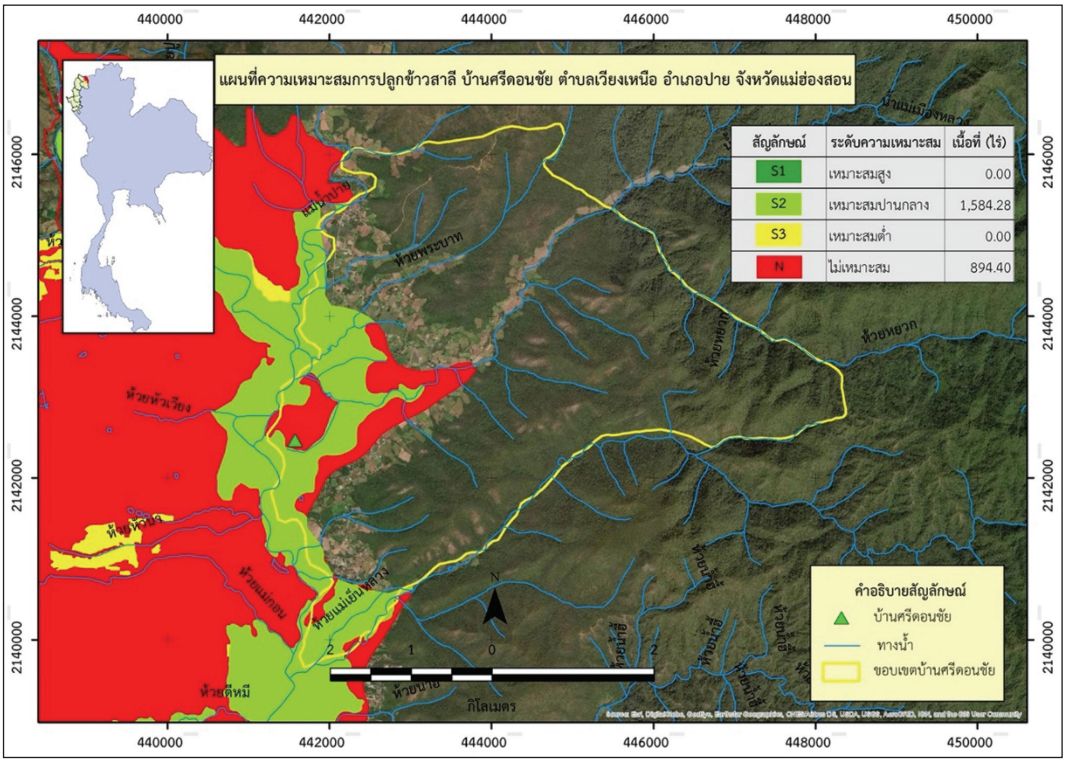

Figure 4 Suitable of wheat in Ban Sri Don Chai

Table 2 Wheat yield (kg/rai) to different planting dates in Ban Sri Don Chai

Line/Variety (V)	Planting Dates (PD)																	
	Mid November				Early December				Mid December				Early January				Average (V)			
PMPBWS89248	232	± 3	a	B	144	± 26	b	C	152	± 16	b	AB	145	± 5	b	A	168	± 13	A
PMPBWS89013	273	± 28	a	AB	186	± 34	b	B	188	± 19	b	A	131	± 23	c	A	194	± 26	AB
SMGBWS88008	238	± 19	a	B	152	± 26	b	BC	67	± 7	c	C	135	± 27	b	A	148	± 20	ABC
LARTC-W89011	257	± 13	a	AB	223	± 11	b	A	119	± 18	c	BC	149	± 22	c	A	187	± 16	A
MHSBWS12010	186	± 21	a	C	35	± 22	b	D	6	± 2	b	D	10	± 4	b	C	59	± 12	D
MHSBWS12046	129	± 20	a	C	56	± 10	b	D	16	± 5	b	D	39	± 16	b	BC	60	± 13	D
FNBW8301-5-5	180	± 29	a	C	157	± 38	a	BC	66	± 13	b	C	74	± 24	b	B	119	± 26	C
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	248	± 5	a	AB	173	± 26	b	BC	165	± 14	bc	AB	134	± 27	c	A	180	± 18	AB
Lampang 2	230	± 42	a	B	142	± 11	b	C	130	± 28	b	BC	136	± 14	b	A	160	± 24	AB
Lampang 5	210	± 27	a	BC	114	± 14	b	C	100	± 22	b	C	125	± 30	b	A	137	± 23	BC
Samerng 2	278	± 9	a	A	200	± 21	b	AB	145	± 11	c	B	134	± 8	c	A	189	± 12	AB
Fang 60	221	± 59	a	BC	154	± 12	b	BC	145	± 28	b	B	131	± 25	b	A	163	± 31	AB
Average of planting dates	223 ± 23 a				145 ± 21 b				108 ± 15 b				112 ± 19 b							
Planting Dates (PD)	P-value = 0.01																			
Line/Variety (V)	P-value = 0.01																			
PDxV	P-value = 0.01																			
CV% (PD)	20.49																			
CV% (V)	14.93																			

Significant difference by LSD0.05 with in row indicated by different lowercase letters, with in column by uppercase letter

LARTC-W89011 และ Samoeng 2 กลางเดือนธันวาคมโดยใช้สายพันธุ์ PMPBWS89248, PMPBWS89013 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 และต้นเดือนมกราคมโดยใช้สายพันธุ์ PMPBWS 89248, PMPBWS89013, SMGBWS88008, LARTC-W89011, FNBW8310-1-SMG-1-1-1, Lampang 2, Lampang 5, Samoeng 2 และ Fang 60 ให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตสูงสุด (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับ Chulsrikaiwan and Tuwalee (1982) ได้ทดลองศึกษาระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลีเพื่อยืนยันผลการทดลองของฤดูปลูกปี 2523 อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้ข้าวสาลี Bread Wheat พันธุ์ Inia 66 ซึ่งเป็นข้าวสาลีสายพันธุ์ดีที่ใช้ส่งเสริมให้แก่เกษตรกรปลูก โดยกำหนดให้มีระยะเวลาปลูกห่างกัน 10 วัน เริ่มปลูกตั้งแต่วันที่ 4 พฤศจิกายน 2524 จนถึงวันที่ 17 มกราคม 2525 ผลการทดลองได้พบว่า ช่วงระยะวันปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลีพันธุ์ Inia 66 อยู่ช่วงเดือนพฤศจิกายน ระหว่างวันที่ 4-27 พฤศจิกายนเท่านั้น ถ้าหากปลูกล่าถอยออกไปจนถึงเดือนธันวาคม จะได้ผลผลิตลดลงอย่างมาก และได้ผลผลิตต่ำทั้งนี้เนื่องจากข้าวสาลีได้รับผลกระทบอากาศร้อนของช่วงปลายฤดูปลูกเช่นเดียวกัน และ สาวิตร (2528) ได้ทดลองศึกษาผลกระทบของวันปลูก และการขาดน้ำของข้าวสาลีพันธุ์ Inia 66 ภายใต้การเพาะปลูกการเกษตรเขตชลประทานได้แบ่งระยะเวลาปลูกออกเป็น 3 ช่วง ช่วงหนึ่งห่างกัน 14 วัน ปลูกวันที่ 12, 27 พฤศจิกายน และ 13 ธันวาคม 2527 ผลการทดลองปลูกได้ยืนยันการทดลอง Chulsrikaiwan *et. al.* (1981) และ Chulsrikaiwan and Tuwalee (1982) กล่าวคือ เมื่อปลูกข้าวสาลีช่วงเดือนพฤศจิกายน จะได้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงกว่าปลูกเดือนธันวาคม

กรมส่งเสริมการเกษตร ได้ริเริ่มงานทดสอบและส่งเสริมการปลูกข้าวสาลีหลังเสร็จสิ้นการทำนาปี ตั้งแต่ปี 2527 พบว่า การปลูกข้าวสาลีมีศักยภาพสูงในพื้นที่นาที่มีน้ำชลประทานในฤดูแล้ง และมีสภาพดินร่วน การระบายน้ำดี ซึ่งจากการวิเคราะห์พื้นที่โดยคณะทำงานวิเคราะห์พื้นที่กำหนดเขตการผลิตข้าวสาลี-ข้าวบาร์เล่ย์ ระบุว่าในภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ แพร่ น่าน พะเยา ลำพูน ลำปาง และแม่ฮ่องสอน มีพื้นที่ที่อยู่ในเขตรับน้ำโครงการชลประทานหลวงโครงการชลประทานขนาดปานกลาง และโครงการชลประทานขนาดเล็ก เหมาะสมแก่การปลูกข้าวสาลีประมาณ 192,789 ไร่ (Masjaroon *et. al.*, 1990) แต่ในปัจจุบันมีพื้นที่ผลิตที่สำคัญมีอยู่ 2 พื้นที่ ได้แก่ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน และอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ สามารถผลิตได้ 43 และ 12 ตัน ตามลำดับ รวมพื้นที่ประมาณ 160 ไร่ (Rice Department, 2019) อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษา พบว่า บ้านทุ่งหลวง มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 491 ไร่ และบ้านศรีดอนชัย มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 1,584 ไร่ รวมทั้งหมด 2,015 ไร่ ที่สามารถส่งเสริมการปลูกข้าวสาลีเป็นพืชหลังนาเสริมรายได้ให้กับเกษตรกรในพื้นที่ได้

การปลูกข้าวสาลีในแถบมรสุม มีข้อจำกัดทางด้านอุณหภูมิคือ มีช่วงฤดูหนาวสั้น ในพื้นที่ราบทางภาคเหนือฤดูหนาวจะเริ่มต้นตั้งแต่ปลายเดือนตุลาคมเป็นต้นไป และจะสั้นประมาณกุมภาพันธ์ อย่างไรก็ตามช่วงเวลาการปลูกข้าวสาลีได้ผลผลิตดีจะอยู่ระหว่างกลางเดือนพฤศจิกายน ถึงกลางเดือนธันวาคม หากปลูกล่าช้ากว่านี้จะมีผลกระทบทำให้จำนวนต้นต่อกอลดลงประมาณ 30-70% จำนวนเมล็ดต่อรวงลดลง 30-40% ขนาดเมล็ดเล็ก 20%

และยังมีผลกระทบต่อคุณภาพแป้งด้วย (Saunders, 1990) ตามข้อเท็จจริงในพื้นที่ในช่วงระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมตามคำแนะนำเกษตรกร โดยส่วนใหญ่ยังเก็บเกี่ยวข้าวไม่เสร็จ และบางรายที่ปลูกข้าวเบาก็มักจะมีงานปลูกพืชอื่น หรือรับจ้างขายแรงงาน ประกอบกับสภาวะธรรมชาติในพื้นที่เหล่านั้นมักจะมีฝนตกในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนเป็นประจำทุกปี ในระยะเวลาอันสั้นและขาดแคลนแรงงานเช่นนี้ จึงทำให้เกษตรกรไม่สามารถปฏิบัติตามคำแนะนำหรือมีการจัดการได้ไม่เหมาะสม จากการกลุ่มตัวอย่าง พบว่า เกษตรกรโดยส่วนใหญ่มีการปฏิบัติตามคำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการเตรียมและการปลูก กล่าวคือ ใช้รถไถในการเตรียมดินทั้งหมด ซึ่งแตกต่างจากแต่ก่อนใช้รถไถในการเตรียมดิน ร้อยละ 62 และใช้จอบร้อยละ 12 และใช้วิธีการปลูกโดยโรยเมล็ดเป็นแถว ร้อยละ 69 (Pongsakul *et. al*., 1990) แต่ปัจจุบันใช้วิธีปลูกโดยโรยเมล็ดแถวด้วยเครื่องจักรและหว่านเพื่อลดแรงงานและเวลา แต่ที่สามารถปลูกได้ทันภายในกลางเดือนธันวาคม ร้อยละ 85 ที่ปลูกหลังกลางเดือนธันวาคม ร้อยละ 15 สำหรับกลุ่มผู้ปลูกข้าวสาลีบ้านศรีดอนชัย และกลุ่มเกษตรกรบ้านทุ่งหลวงปลูกทันก่อนกลางเดือนธันวาคมทั้งหมด จึงเห็นว่ามีเกษตรกรส่วนมากที่ปฏิบัติตรงตามเวลาที่แนะนำและมีข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในแต่ละวันปลูกที่แตกต่างกันอีกด้วย

ดังนั้นควรมีการปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตข้าวสาลีให้เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ โดยเฉพาะการเลือกใช้พันธุ์พืชที่ดี โดยเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับช่วงฤดูปลูกหรือวันปลูกทำให้สามารถปรับตัวเจริญเติบโตได้ดีกับสภาพแวดล้อม นับว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานในการปฏิบัติเพื่อการเพิ่มผลผลิตของข้าวสาลี ซึ่งเป็นการผลิตใช้วิธีการจัดการโดยไม่เพิ่มปัจจัยการผลิต โดยเป็นการจัดการสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมหรือการจัดการพืชให้เข้ากับสภาพแวดล้อมแทนการใส่ปุ๋ยและการใช้สารเคมีต่าง ๆ ที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากข้าวสาลีไม่ใช่พืชท้องถิ่นของประเทศไทย

สรุปผลการวิจัย

บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลี ในระดับปานกลาง 491 ไร่ ควรปลูกสายพันธุ์ PMPBWS89013 และ FNBW8301-5-5 โดยปลูกในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมกราคม และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 1,584 ไร่ ควรปลูกสายพันธุ์ PMPBWS89013, LARTC-W89011 และ Samoeng 2 ในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณจากกรมการข้าว และสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ภายใต้โครงการพัฒนาศูนย์ธัญพืชเมืองหนาวของล้านนาเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่ภาคเหนือประจำปีงบประมาณ 2564 และขอขอบคุณ ดร.กัญญณัช ศิริธัญญา และ ผศ.ดร.สาวิตร มีจุ้ย ที่ได้ให้คำแนะนำและจัดทำแบบสอบถามเกษตรกรเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษา รวมถึงขอขอบคุณเกษตรกรทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถามและเสียสละเวลามา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Sci. 59: 39-45.

Chujo, H. 1966. Difference in vernalization effect in wheat under various temperatures. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 35: 177-186.

Chulsrikaiwan, S. and D. Tuwalee. 1982. Study of the optimal planting date of wheat. In The 3rd Winter Cereals Seminar. Office of Northern Agriculture, Chiang Mai. pp. 257-262.

Chulsrikaiwan, S., D. Tiwalee and W. Pattaro. 1981. Comparison of varieties of Bread wheat, Durum wheat and Triticale when planted at 4 planting dates and 4 phosphate fertilizer levels. In Winter Cereals Seminar. Northern Agriculture Office, Chiang Mai. pp. 82-94.

Department of Land Development. 1996. Land Quality Assessment Manual for Economic Crops. Land Use Planning Division Ministry of Agriculture and Cooperatives.

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

Frank, A.B. and A. Bauer. 1984. Cultivar, nitrogen, and soil water effects on apex development in spring wheat. Agron. J. 76: 656-660.

Kanchanaprachot, A. 1986. Testing and production of wheat at the farmer level in the Royal Project Area. In Workshop Seminar on Research and Development Planning for Winter Cereals 1986-1987, Phitsanulok. pp. 343-346.

Marcellos, H. and W.V. Single. 1972. The influence of cultivar, temperature and photoperiod on post-flowering development of wheat. Aust. J. agric. Res. 23: 533-540.

Masjaroon, A., Pongsakul P. and Lapruay T. 1990. Cultivation of Wheat After the Rice Field. In: Report of the 7th Farming System Seminar, Prince of Songkla University. Songkhla Province. pp. 398-408.

Masjaroon, A., T. Lapruay, P. Pongsakul and N. Sangplang. 1990. Cultivation of Wheat Cropping System. In: Report of the 7th Farming System Seminar. Wangtai Hotel, Surat Thani. pp. 398-408.

Nantapoldej, K. 2018. Value chain analysis of wheat products and products at Ban Thung Luang, Mae Win Subdistrict, Mae Wang District, Chiang Mai Province. M.S. Thesis in Logistics and Supply Chain Management, King Mongkut's University of Technology Thonburi.

Office of Agricultural Economics. 2020. Statistics of imports (Import). Available: http://impexp.oae.go.th/service/import.php (October 27, 2020).

Pongsakul, P., T. Lapruay and A. Masjarun. 1990. Cultivation of Wheat Cropping System. In Farming Systems Seminar Report. Rice Department, Bangkok. pp. 398-408.

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

Rawson, H.M. and L.T. Evans. 1971. The contribution of stem reserves to grain development in a range of wheat of different heights. Aust. J. Agric. Res. 22: 851-863.

Rice Department. 2013. Rice Production Potential Zoning of Chiang Mai. Agricultural Cooperative Printing Demonstrations of Thai Ltd., Bangkok.

Rice Department. 2019. Demand for Temperate Cereal in Thailand. In Development of Temperate Cereal and Products to Increase Commercial Value. Rice Department, Bangkok. pp. 1-8.

Sanuders, A.D. 1990. Wheat Crop Management Reach in Thailand A Review and Recommendations. A paper presented at Annual Wheat Workshop. Chaingrai. pp. 24-26.

statista. 2022. Top U.S. states for wheat yield per harvested acre from 2021. Available: https://www.statista.com/statistics/190370/top-10-us-states-for-wheat-yield-per-harvested-acre/ (April 31, 2022).

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.

Wall, P.C. and P.M. Cartwright. 1974. Effects of photoperiod, temperature and vernatization on the phenology and spikelet numbers of spring wheat. Ann. Appl. Biol. 76: 299-309.

Yamane, T. 1973. Statistics an Introduction Analysis. 3rd Edition. Harper & Row Publishers, Inc., New York. pp. 400.