

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

พื้นที่สูงของไทยส่วนใหญ่กลุ่มชาติพันธุ์ปลูกข้าวเจ้า (พันธุ์ข้าวท้องถิ่น) เพื่อบริโภค และปลูกข้าวเหนียวเพื่อบริโภคในบางชุมชน แต่ส่วนใหญ่ใช้ประกอบพิธีกรรม การปลูกข้าวบนพื้นที่สูงมี 2 สภาพ คือ สภาพไร่ (พื้นที่ลาดชัน) และสภาพนา (นาขั้นบันได) โดยปลูกข้าวปีละครั้ง อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว 2 ปัจจัย คือ (1) ปัจจัยพันธุกรรมหรือพันธุ์ (Genetic) ซึ่งเป็นสิ่งที่เกษตรกรให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เช่น พันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง ทนโรค/แมลง คุณภาพหุงต้มอร่อย ทนแล้งหรือใช้น้ำน้อย ทนน้ำท่วมมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นต้น และ (2) ปัจจัยสภาพแวดล้อม (Environment) เป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมหรือจัดการได้มากนัก โดยเฉพาะสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวนซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าวบนพื้นที่สูงมากที่สุด ได้แก่ น้ำหรือน้ำฝนที่มีความแปรปรวนของปริมาณและช่วงเวลาการตกของฝน เกิดภาวะฝนทิ้งช่วง ขาดน้ำสำหรับไถเตรียมที่นาในต้นฤดูส่งผลต่อเนื่องทำให้ต้นกล้ามีอายุแก่เกินปักดำ บางพื้นที่ฝนตกในระยะข้าวโผล่รวงหรือผสมเกสรส่งผลให้ข้าวติดเมล็ดน้อย หากเกิดฝนหลงฤดูในระยะเก็บเกี่ยวทำให้ผลผลิตข้าวเสียหาย

(1) ปัจจัยด้านพันธุกรรมหรือพันธุ์

ชุมชนบนพื้นที่สูงของไทยนิยมปลูกพันธุ์ข้าวท้องถิ่นหรือเรียกสั้นๆ ว่า “ข้าวตอย” ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวของชุมชนนั้นๆ แต่ละชาติพันธุ์เรียกชื่อพันธุ์ข้าวแตกต่างกัน อาทิ ชนเผ่ากะเหรี่ยงเรียกคำว่า “ข้าว” ว่า “ปือ” ชนเผ่าละว้าเรียกว่า “เฮงอะ” ชนเผ่าม้งเรียกว่า “เบล” และชนเผ่าลีซอเรียกว่า “จะ/จา” และชนเผ่าอาข่าเรียกว่า “แฮะ” เป็นต้น

เกษตรกรกลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูงมีปัญญการปลูกข้าวที่สืบทอดกันมาหลายชั่วรุ่น โดยปลูกข้าวที่หลากหลายพันธุ์สำหรับบริโภค และเพื่อช่วยลดความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศหากข้าวพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งเสียหายจากการเข้าทำลายของโรคหรือแมลง หรือพันธุ์ข้าวใดอ่อนแอต่อสภาวะแล้งยังคงเหลือพันธุ์ข้าวที่ทนทานหรือรอดชีวิตสำหรับบริโภค แต่วิธีการปลูกพันธุ์ข้าวที่หลากหลายพันธุ์และต่อเนื่องเป็นเวลายาวนาน โดยไม่มีวิธีการเก็บเมล็ดพันธุ์ที่ถูกต้อง มักส่งผลให้เกิดการปนพันธุ์และกลายพันธุ์ของข้าว ซึ่งการปนพันธุ์ของข้าวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการปนของเมล็ดพันธุ์และการผสมข้ามของพันธุ์ข้าวที่หลากหลายในแปลงนาการปนพันธุ์สังเกตจากลักษณะที่แตกต่างจากข้าวพันธุ์ปลูก เช่น ความสูงต้น วันโผล่รวง สีดอก ทรงกอ ทรงใบหางของเมล็ด เป็นต้น การปนพันธุ์ส่งผลให้ระยะสุกแก่ของข้าวทั้งกอไม่พร้อมกัน หากเก็บเกี่ยวล่าช้าเมล็ดข้าวที่สุกแก่ก่อนจะร่วงหล่น ส่วนเมล็ดข้าวที่สุกแก่ช้าจะยังติดเขียว กรณีหากพันธุ์ข้าวเหนียวปนกับพันธุ์ข้าวเจ้าเมื่อหุงต้มจะได้ข้าวที่ร่วนซุย รับประทานไม่อร่อย ส่งผลให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวลดลง (seed) และขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับปลูกในฤดูถัดไป ด้วยเหตุนี้ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวบนพื้นที่สูงควรคัดและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวท้องถิ่นให้บริสุทธิ์ตรงตามพันธุ์ เพื่อให้มีเมล็ดพันธุ์ข้าวไว้ใช้ในชุมชน ลดต้นทุนด้านเมล็ดพันธุ์ข้าว และยังเป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตข้าวจากการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพ (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, 2558)

ปัจจุบันสภาพอากาศที่แปรปรวน พบว่าส่งผลกระทบต่อการผลิตข้าว โดยเฉพาะความแห้งแล้ง (drought) หรือข้าวขาดน้ำ เนื่องจากการที่ฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลานานกว่าปกติในระยะต้นกล้าทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวเสียหายหรือลดลงถึงร้อยละ 25 (Kumar et al., 2008) ซึ่งผลผลิตข้าวที่กระทบแล้งในช่วงต้นฤดูปลูกหรือในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Vegetative stage) จะลดลงน้อย

กว่าข้าวที่ได้รับผลกระทบในช่วงปลายฤดูปลูก เพราะข้าวที่กระทบแล้งในช่วงต้นฤดูปลูกมีโอกาสในการฟื้นตัวได้มากกว่า ทั้งนี้การขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกทำให้ข้าวแตกกออ่อน (Bernier et al., 2008) พื้นที่ใบลดลง (Farooq et al., 2010) ส่งผลให้น้ำหนักแห้งทั้งหมดลดลง (Kumar et al., 2008)

การคัดเลือกข้าวพันธุ์ที่มีคุณลักษณะทนแล้งหรือใช้น้ำน้อยสามารถดำเนินการได้ในช่วงต้นฤดูปลูกซึ่งควรคัดพันธุ์ข้าวที่มีค่าดัชนีทนแล้งของผลผลิตสูง (น้ำหนักเมล็ด) มีค่าดัชนีทนแล้งของน้ำหนักรากแห้งสูงและมีความสามารถในการฟื้นตัวหลังให้น้ำได้ดี (recovery) นอกจากนี้ยังสามารถใช้ลักษณะการม้วนใบและอาการใบตายมาเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวทนแล้งได้เช่นกัน Mitchell et al. (1998) รายงานว่าลักษณะใบตายสามารถใช้ประเมินพันธุ์ข้าวที่มีความทนทานต่อสภาพแล้งในช่วงระยะต้นกล้าได้ และ Narenoot et al. (2017) ได้รายงานที่ผลผลิตข้าวที่ลดลงเมื่อกระทบแล้งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการลดลงของพื้นที่ใบในการสังเคราะห์แสง เนื่องจากเกิดการม้วนใบและแสดงอาการใบตาย สำหรับข้าวพันธุ์ที่มีความสามารถในการฟื้นตัวได้ดีก็จะสามารถให้ผลผลิตที่สูง

1.1 คุณค่าทางโภชนาการข้าว

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักของชุมชนบนพื้นที่สูงเน้นการบริโภคข้าวเป็นหลักให้อิ่มท้องให้พลังงานแก่ร่างกาย เนื่องจากมีโอกาสน้อยในการบริโภคอาหารที่หลากหลายเหมือนเช่นคนพื้นราบ ข้าวมีสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการในปริมาณที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับธัญพืชอื่นๆ อย่างข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ (Juliano, 1993) แต่ก็ยังมีพันธุ์ข้าวพื้นเมืองบางพันธุ์ที่มีการรายงานว่ามีส่วนประกอบของสารอาหารที่เป็นประโยชน์ในปริมาณสูง เช่น ธาตุเหล็ก ธาตุสังกะสี สารแกมมาโอไรซานอล และแอนโทไซยานิน โดยเฉพาะในพันธุ์ข้าวที่ส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดประกอบไปด้วยรงควัตถุสีต่างๆ ได้แก่ สีดำ สีม่วง และสีแดง (Pintasen et al., 2007; Boonsit et al., 2010; Daiponmak et al., 2010) ข้าวแดงคือ ข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดประกอบไปด้วยสีดำ สีม่วง และสีแดง สีที่เกิดขึ้นมาจากการสะสมของรงควัตถุ 3 ชนิด คือ แอนโทไซยานิน ฟลาโวนอยด์ และโปรแอนโทไซยานิน โดยเฉพาะสารแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารที่ละลายในน้ำได้ดีและมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเมล็ดสีของข้าวแต่ละพันธุ์มีความแปรปรวนของปริมาณสารแอนโทไซยานิน ธาตุเหล็ก และธาตุสังกะสี ทั้งในข้าวกล้อง ข้าวสาร และรำข้าวขึ้นอยู่กับลักษณะทางพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม สำหรับพันธุ์ข้าวที่มีเมล็ดสีดำจะมีสารแอนโทไซยานินมากกว่าเมล็ดสีแดงและสีน้ำตาล และในรำข้าวของข้าวที่มีปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระและฟีนอลิกมากกว่าพันธุ์ข้าวที่ไม่มียังรงควัตถุในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (Muntana et al., 2010; Higashi et al., 2009) ปริมาณสารแคโรทีนอยด์และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) จากข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีต่างกัน คือ สีดำ สีแดง และสีขาว พบว่าข้าวในกลุ่มสีดำจะมีปริมาณของสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์และฟลาโวนอยด์สูงกว่าข้าวที่มีสีแดงและขาว (Kim et al., 2010; Pereira-Caro et al., 2013)

ข้าวกล้องแบ่งตามสีของเยื่อหุ้มเมล็ดตามลักษณะประจำพันธุ์เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มข้าวกล้องที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือสีม่วงดำ เช่น ข้าวเจ้าพันธุ์มะลินิลสุรินทร์ ข้าวเจ้าพันธุ์หอมนิล ข้าวเจ้าพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผิว ข้าวเหนียวพันธุ์ช่อไม้ไผ่ 49 ข้าวเหนียวพันธุ์เหนียวดำหมอ 37

2) กลุ่มข้าวกล้องที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง เช่น ข้าวเจ้าพันธุ์สังข์หยดพัทลุง ข้าวเจ้าพันธุ์กช 69 (ทับทิมชุมแพ) ข้าวเจ้าพันธุ์หอมกุหลาบแดง ข้าวเจ้าพันธุ์หอมแดง ข้าวเจ้าพันธุ์ หอมกระดังงา 59 ข้าวเจ้าพันธุ์มะลิโกเมนสุรินทร์

ข้าวสีแดงมีลักษณะเด่น คือ เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีแดง มีความสำคัญในด้านเชิงพาณิชย์เป็นพันธุ์ข้าวที่ปลูกเพื่อใช้บริโภคและจำหน่ายในตลาดเพราะมีผลต่อคุณภาพ และการสีข้าว ยกเว้นข้าวแดงที่ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ในต่างประเทศมีข้าวแดงอีกหลายสายพันธุ์ เช่น ข้าวแดงสายพันธุ์ vermilion และข้าวแดงสาย

พันธุ์ italian เป็นต้น ข้าวแดงในประเทศไทยส่วนใหญ่ เช่น ข้าวมันปูในภาคกลาง ข้าวกริบ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ข้าวสังข์หยด ในภาคใต้ ในข้าวหอมแดงมีปริมาณเส้นใยอาหาร ธาตุเหล็ก แคลเซียม สังกะสี โปรตีน และสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าพันธุ์ข้าวหอมดอกมะลิ 105 Srisawat U. et al. (2010) ได้ศึกษาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ ด้วยเทคนิคอัลตราไวโอเลตวิสิเบิลสเปกโทรสโกปี (Ultraviolet Visible Spectroscopy) และวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ lipid peroxidation inhibit ของข้าวแดงชนิดสังข์หยดและข้าวขาวชนิดหอมดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยน้ำ พบว่า สารสกัดข้าวแดงให้ผลต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าวขาวอย่างมีนัยสำคัญ โดยเกิดจากสารสกัดข้าวแดง มีสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ในปริมาณสูง

นอกจากนั้นจันทรจิรา และคณะ (2564-2565) ได้ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการข้าวเจ้าดำ (พันธุ์จากเนเน) มีค่าความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระสูงถึง 876.29 และมีปริมาณสารแอนโทไซยานิน สูงถึง 6,207 mg/kg และมีปริมาณอะไมโลส 8.99%

ตาราง 1 ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของพันธุ์ข้าวท้องถิ่นกลุ่มสีดำ เทียบกับพันธุ์ข้าวทางการค้า

ที่	รายการทดสอบ	จัญเนเน	จากุเนเน	ข้าวไรซ์เบอร์รี่	ก่ำ มช. 107	ข้าวลิ้มฝัว	ข้าวหอมนิล	ก่ำพระบาท
1	ใยอาหารรวม (Crude fiber) (mg/100g)	1240	1200	1650	940	1808	1300	1370
2	ปริมาณสารแกมมา โอโรซานอล (mg/100g sample)	3525.9	2427.9	1789	3174.2	1808.5	2925.1	2916.5
3	ความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ (DPPH radical scavenging activity)	433.66	876.29	325.92	307.49	564.05	338.74	601.03
4	แคลเซียม (Ca) (mg/kg)	230	237	277	246	287	267	283
5	เหล็ก (Fe) (mg/kg)	12.4	12.1	14.3	13.7	15.3	14.8	21.7
6	สังกะสี (Zn) (mg/kg)	21.5	21	22.8	21.2	20.8	19.9	22.3
7	อะไมโลส (%)	2.92	8.99	8.56	11.20	2.75	3.60	2.26
8	Anthocyanin (mg/kg)	3181	6207	577.51	472.41	1968	768.92	2501

สารสำคัญทั้งแอนโทไซยานินและ โปรแอนโทไซยานินมีฤทธิ์ทางโภชนเภสัชในการป้องกันการเกิดมะเร็ง สารทั้ง 2 ชนิดถูกพบในปริมาณสูงจากสารสกัดรำและจมูกข้าวแดงสีดำและแดง ตามลำดับ ซึ่งพบว่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง และฤทธิ์ต้านมะเร็ง ข้าวแดงที่มีสารโปรแอนโทไซยานินสูงนั้น สามารถยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งเต้านมได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

ตาราง 2 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าว

ประเภทข้าว	โปรตีน (กรัม/100 กรัม)	เหล็ก (มิลลิกรัม/100 กรัม)	สังกะสี (มิลลิกรัม/ 100 กรัม)	เส้นใย (กรัม/100 กรัม)
1. ข้าวขาวขัดสี	6.8	1.2	0.5	0.6
2. ข้าวสีน้ำตาล	7.9	2.2	0.5	2.8
3. ข้าวสีแดง	7.0	5.5	3.3	2.0
4. ข้าวสีม่วง	8.3	3.9	2.2	1.4
5. ข้าวสีดำ	8.5	3.5	-	4.9

1.2 ผลิตรั้วอาหารสุขภาพจากข้าว

ข้าวเมื่อมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ สามารถเพิ่มมูลค่าของข้าวได้ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากข้าวอินทรีย์ ข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และแปรรูปเป็นอาหารฟังก์ชันหรือผลิตภัณฑ์อาหารที่เมื่อบริโภคเข้าสู่ร่างกายแล้วจะมีประโยชน์ต่อร่างกายนอกจากรสชาติและความอุ่ม เช่น คาร์โบไฮเดรต ไฟเบอร์ วิตามิน บี1 บี2 บี6 วิตามินอี ไนอะซิน โฟเลต โพลีฟีนอล โอเมก้า 3 โอเมก้า 6 โอเมก้า 9 สารแอนโทไซยานิน แกมมาโอไรซานอล เบต้าแคโรทีน ลูทีน สารต้านอนุมูลอิสระ และแร่ธาตุต่างๆ เช่น เหล็ก แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม โพแทสเซียม ทองแดง สังกะสี เซเลเนียม และแคลเซียม เป็นต้น ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการ (Nutritive values) หมายถึง ปริมาณสารอาหารที่มีเฉพาะในอาหารแต่ละชนิดที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง สารอาหารที่เป็นส่วนประกอบของอาหารแต่ละชนิดสามารถรู้ได้จากการนำอาหารนั้นๆ ไปวิเคราะห์ทางเคมีหรือเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารจากรายการคุณค่าอาหารที่ได้มีการวิเคราะห์ไว้แล้วโดยอาศัยหลักคุณค่าทางโภชนาการทำให้มีการจัดสารประกอบต่างๆ ในอาหารออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ (พีระพงษ์, 2541)

สมควร (2562) ทิศทางของตลาดการแปรรูปข้าวยังมีโอกาสเติบโตอย่างมาก โดยเฉพาะการแปรรูปเป็นอาหารสุขภาพ เพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญเรื่องโภชนาการและการเข้าสู่สังคมสูงวัย ซึ่งจากการศึกษาวิจัยพบว่า ข้าวมีสารไบโอแอคทีฟ (Bioactive compounds) จากธรรมชาติออกฤทธิ์ทางชีวภาพไม่มีผลในทางลบต่อร่างกาย เช่น โปรตีนไฮโดรไลเสท (Protein hydrolysate) เป็นสารกลุ่มไบโอแอคทีฟที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและลดความดันเลือด ป้องกันมะเร็งมีสารต้านอนุมูลอิสระ การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวไม่เพียงแต่เป็นการสร้างมูลค่าแต่ยังเป็นการช่วยเหลือเกษตรกร ลดความผันผวนของราคาข้าว แต่ปัจจัยสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คือการสร้างความแตกต่างให้ผลิตภัณฑ์ เมื่อประเทศไทยเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ ผู้บริโภคกลุ่มนี้จะให้ความสำคัญกับการใช้ “โภชนาบำบัด” หรือการรับประทานอาหารที่เป็นยา จึงเป็นโอกาสที่เกษตรกรไทย ธุรกิจเอกชน และผู้ส่งออกไทยในการพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์จากข้าวบนพื้นที่สูง

(2) ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม

พื้นที่ปลูกข้าวบนพื้นที่สูงส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชัน พื้นที่ปลูกข้าวนาอยู่ในรูปแบบนาขั้นบันได พื้นที่ปลูกข้าวไร่เป็นพื้นที่เนินเขา มีความลาดชันสูง จึงเกิดการชะล้างของดิน ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมีการหมุนเวียนพื้นที่ทุกปีและถาง/เผาพื้นที่ก่อนหยอดข้าวไร่ เหตุที่ต้องหมุนเวียนพื้นที่ปลูกข้าวไร่ทุกปีเนื่องจากผลผลิตข้าวไร่ลดลงถ้าปลูกในพื้นที่เดิม ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ปัญหาแมลงในดิน เช่น หนอนด้วงแก้ว รวมทั้งปัญหาเรื่องวัชพืช จึงต้องหมุนเวียนพื้นที่ปลูกข้าวไร่ โดยตัดถางและเผาป่าในฤดูแล้งก่อนเข้าสู่ฤดูฝนการใช้ประโยชน์จากดินตลอดเวลาจึงต้องมีการเพิ่มเติมและฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผลผลิตข้าวไร่ที่ไม่ลดลงและลดรอบการหมุนเวียนพื้นที่

พื้นที่ปลูกข้าวไร่ส่วนใหญ่มีความลาดชันของพื้นที่มากกว่าร้อยละ 35 ขึ้นไป จึงเกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ดินเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็วทำให้ผลผลิตข้าวไร่ลดลง ด้วยเหตุนี้จึงมีการจัดการพื้นที่ลาดชันได้แก่การอนุรักษ์ดินและน้ำ การปรับปรุงบำรุงดิน การปลูกข้าวไร่ให้จัดทำขั้นบันได จัดทำคูน้ำรอบเขาปลูกหญ้าแฝกตามแนวระดับขวางตามความลาดเทของพื้นที่โดยปลูกห่างกัน 6-10 เมตร ขึ้นอยู่กับความลาดชันของพื้นที่ปลูกข้าวไร่เป็นแถวขวางความลาดเท ใช้เศษพืชคลุมดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) ซึ่งการขึ้นแปลงปลูกข้าวไร่ที่ถูกต้องคือทำตามแนวขวางทางลาดชันหรือให้เฉียงขวางเพื่อให้หน้าค่อยๆ ไหลลงสู่ที่ต่ำ

การทำขั้นบันได (Bench terraces) เป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมในการสร้างระบบการเกษตรที่ถาวรบนพื้นที่สูง แต่ก็ยังไม่เหมาะสมกับสภาพดินบางแห่ง (เช่น ระดับความลึกหรือชนิดของดิน) ดินไม่สามารถกัก

เก็บน้ำหรืออุ้มน้ำได้และต้องใช้แรงงานมากเมื่อเทียบกับการใช้พีชปลูกเป็นแนวกัน วิธีการตัดหน้าดินทำเป็นชั้นบันไดคล้ายกับวิธีการ cut and fill คือ ตัดหน้าดินส่วนหนึ่งแล้วถมให้เกิดที่ดินอีกส่วน โดยรักษาสมดุลของดินตัดและดินถม สำหรับแนวทางของพื้นที่ทางการเกษตรอาจประยุกต์วิธีการนี้มาเป็นการขุดตัดหน้าดินในพื้นที่ปลูกข้าวไร่แล้วเติมหรือเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของหน้าดินที่หายไป ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์สม่ำเสมอ สามารถกักเก็บน้ำในดินได้ ลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินด้วยการปลูกหญ้าแฝก ดินมีความอุดมสมบูรณ์โดยการเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารต่างๆ ตลอดจนเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ และลดรอบการหมุนเวียนพื้นที่หรือการถางเปิดพื้นที่ทุกปี ทั้งทำให้เกิดการใช้น้ำและดินอย่างมีประสิทธิภาพ (จันทร์จิรา และคณะ, 2561)

(3) เทคโนโลยีด้านการเกษตร

การนำเครื่องจักรกลการเกษตรที่เหมาะสมทั้งด้านเทคโนโลยีและประสิทธิภาพมาใช้ในการเกษตรกรรมเป็นปัจจัยสำคัญในการขยายกำลังการผลิต ลดต้นทุนการผลิต ลดระยะเวลา และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้น เนื่องจากปัจจุบันภาคการเกษตรขาดแคลนแรงงาน สาเหตุจากแรงงานภาคเกษตรส่วนหนึ่งย้ายไปสู่ภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการอื่นๆ ดังนั้น การนำเครื่องทุ่นแรงมาใช้จึงเป็นการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะชาวนาไทยที่ปัจจุบันยังคงใช้แรงงานคนเป็นหลักในการเพาะปลูก

การใช้เครื่องมือทุ่นแรงก่อให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

- 1) เครื่องมือทุ่นแรงทำงานได้รวดเร็ว ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการจ้างแรงงานคนและสามารถทำงานได้ทันต่อช่วงเวลาการเพาะปลูกที่เหมาะสม
- 2) เกษตรกรสามารถเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกได้มากขึ้น เนื่องจากเครื่องมือทุ่นแรง สามารถช่วยแก้ไขปัญหากเกี่ยวกับแรงงานคนและช่วงเวลาที่มียู่งจำกัด อันจะเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร
- 3) เครื่องทุ่นแรงช่วยให้เกษตรกรสามารถปฏิบัติงานตามขั้นตอนต่างๆ ของการเพาะปลูกได้อย่างประณีต เช่น กำจัดวัชพืชได้สะดวก ปลูก เก็บเกี่ยว และนวดหรือกะเทาะได้ทันฤดูกาล ทำให้ผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น
- 4) ลดการสูญเสียผลิตผลในช่วงเก็บเกี่ยวและนวด ซึ่งการใช้แรงงานคนทำให้เมล็ดพืชร่วงหล่นมาก
- 5) ลดความเหนื่อยยากลำบากของเกษตรกร ในการประกอบเกษตรกรรม

เครื่องหยอดเมล็ดข้าว

จันทร์จิรา และคณะ (2566) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการใช้เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ พันธุ์ข้าวที่ใช้ทดสอบได้แก่ พันธุ์เล่าทุหย้า โดยทำการทดสอบ 3 พื้นที่ ได้แก่ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่แฮหลวง อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงสบเมย อ.สบเมย จ.แม่ฮ่องสอน และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ พบว่า เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ ขนาด 8 ปาก ปลูกที่ระยะห่าง 20 ซม. x 45 ซม. จำนวนเมล็ดข้าวที่จะถูกหยอดหรือฝังลงในดิน 5-10 เมล็ดต่อหลุม ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวประมาณ 4 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถประหยัดเมล็ดพันธุ์ข้าวเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปลูกวิธีเดิมที่ร้อยละ 70 โดยเฉลี่ยพบว่า พื้นที่ 1 ไร่ ใช้แรงงานคน 1 เครื่องต่อ 1 คน ระยะเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ส่วนในพื้นที่ที่มีความลาดชันของพื้นที่จะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที

ธัญธรรมช และคณะ (2562) ศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องหยอดข้าวนาแห้งแบบต่อพ่วงจอบหมุนตีดินที่สามารถเปิดร่อง หยอดเมล็ด และกลบดินเสร็จในขั้นตอนเดียว สามารถลดต้นทุนการทำนาแบบปักดำและแบบหว่านด้วยมือ ลดขั้นตอนการทำนาแบบเดิมที่ต้องเตรียมแปลงหลายขั้นตอนมาเป็นการทำนารอบเดียวเสร็จ ตัวเครื่องหยอดมีขนาด 150 x 120 x 110 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ทำเหล็ก อลูมิเนียม และพลาสติก น้ำหนักเบา 120 กิโลกรัม ซ่อมบำรุงง่ายอะไหล่หาได้ง่ายจากร้านค้าในท้องถิ่น จากผลการทดลองหยอดข้าว 10 ไร่ ใช้เวลา 5 ชั่วโมง ต่อพ่วงเครื่องหยอดกับรถไถ ขนาด 24 แรงม้า ใช้น้ำมันดีเซลทั้งหมด 10 ลิตร

เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใช้ 5 กิโลกรัมต่อไร่ เปรียบเทียบกับการเป็นทำนาแบบเดิมใช้เมล็ดพันธุ์ 30 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถลดต้นทุนการทำนาจากปกติ 1,800 บาท เหลือเพียง 850 บาทต่อไร่

(4) การเพิ่มมูลค่าพันธุ์ข้าวท้องถิ่นบนพื้นที่สูง

ลัดดา (2561) น้ำมันรำข้าว (Rice Bran Oil) เป็นผลิตภัณฑ์จากรำข้าวดิบ ที่ได้จากการนำรำข้าว (ส่วนผสมของรำละเอียดและคัพภะ) มาสกัดให้ได้น้ำมันรำข้าวดิบ (Crude rice bran oil) แล้วนำมาทำให้บริสุทธิ์ (refine) เพื่อลดสี กลิ่นและสิ่งเจือปนในอื่นๆ น้ำมันรำข้าวมีองค์ประกอบของไขมัน 3 ประเภท ได้แก่ กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid : SFA) 18 % กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid: MUFA) 45 % และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid: PUFA) 37 % โดยมีสัดส่วนของ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid: MUFA) สูง คือ 10-15 ส่วน ส่วน กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid : SFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid: PUFA) น้อยกว่า 10 ส่วน น้ำมันรำข้าวจึงเป็นน้ำมันพืชเพื่อสุขภาพ นอกจากนี้ น้ำมันรำข้าวยังประกอบด้วยสารโภชนเภสัช (Nutraceutical) ซึ่งเป็นสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ประกอบด้วย

1) แกมมา-ออริซานอล (γ -oryzanol) เป็นสารที่มีความสำคัญมากที่สุดคือน้ำมันรำข้าว โดยทั่วไป น้ำมันรำข้าวมีสารแกมมา-ออริซานอล 2,000-4,000 มิลลิกรัม/ลิตร สารออริซานอลค้นพบโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญชนิดหนึ่ง โดยสถาบันวิจัยบรานสวิคส์ (Brunswick Laboratories) แห่งสหรัฐอเมริกาทำการวิจัยและพบว่าแกมมา-ออริซานอลสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าวิตามินอีถึง 10 เท่า ช่วยป้องกันการออกซิเดชันของกรดไขมันอิ่มตัวได้ดีกว่าวิตามินอีกลุ่มโทโคฟีรอลและกลุ่มโทโคไตรอีนอลซึ่งเกิดออกซิเดชันนั้นเป็นสาเหตุของการเกิดสภาวะที่ผิดปกติในร่างการ เช่น โรคหัวใจและโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือด

2) วิตามินอี (Vitamin E) ที่พบในธรรมชาติมี 8 ชนิด โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) โทโคฟีรอล (tocopherol) พบได้ทั่วไปในน้ำมันพืชทุกชนิด และ (2) โทโคไตรอีนอล (tocotrienol) พบในน้ำมันพืชบางชนิดเท่านั้น ประโยชน์ของวิตามินอี (Vitamin E) ช่วยในเรื่องของการชะลอวัย ช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด และลดการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ น้ำมันรำข้าวประกอบด้วยวิตามินอีในกลุ่มโทโคฟีรอล (tocopherol) ประมาณ 19-40 % และกลุ่มโทโคไตรอีนอล (tocotrienol) 51-81 % ของวิตามินอีทั้งหมด

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าวที่ใช้บริโภคมีอยู่ 2 ประเภท ได้แก่

(1) น้ำมันรำข้าวสำหรับปรุงอาหาร : สารออริซานอลในน้ำมันรำข้าวจะลดการดูดซึมคอเลสเตอรอลในทางเดินอาหารทำให้ลดปริมาณการได้รับคอเลสเตอรอลลง จึงทำให้การบริโภคน้ำมันรำข้าวแทนน้ำมันพืชชนิดอื่นช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในร่างกายได้ นอกจากนี้ น้ำมันรำข้าวมีกลิ่นไม่รุนแรงจึงไม่มีผลต่อรสชาติและกลิ่นรสของอาหาร และไม่ว่าจะปรุงด้วยความร้อนสูงอย่างการทอดหรือผัด ในขณะเดียวกันสารออริซานอลในน้ำมันรำข้าวสามารถทนความร้อนจากการปรุงอาหารได้สูงถึง 254 องศาเซลเซียส ดังนั้นความร้อนจากการปรุงอาหารจะไม่ทำให้คุณค่าของสารออริซานอลสูญเสียไป

(2) น้ำมันรำข้าวในรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมบรรจุในแคปซูลนิ่ม : น้ำมันรำข้าวในรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริม มีปริมาณออริซานอลสูงกว่าที่ใช้ปรุงอาหารปกติ โดยน้ำมันรำข้าวแคปซูลนิ่มน้ำหนักประมาณ 350-500 มิลลิกรัม มีปริมาณออริซานอลประมาณ 9-12 มิลลิกรัม เมื่อบริโภคเปรียบเทียบกับน้ำมันรำข้าวชนิดปรุงอาหารทั่วไปจะมีปริมาณออริซานอลมากกว่า 10-12 เท่า คือมีประมาณ 23,400-23,800 มิลลิกรัม/ลิตร อย่างไรก็ตามการรับประทานน้ำมันรำข้าวในรูปแบบอาหารเสริมอาจมีผลข้างเคียงถ้ารับประทานมากจะยิ่งทำให้อาการอักเสบเพิ่มมากขึ้น เช่น มีแผนร้อนในมากขึ้น ผิวหนังอาจจะอักเสบจาก

การติดเชื้อมีได้ง่ายขึ้น มีอาการร้อนใน ปวดศีรษะไมเกรนกำเริบ ปวดประจำเดือนมากขึ้น สำหรับผู้ที่เป็
 สิวอักเสบอาจทำให้เกิดการอักเสบมากขึ้น เนื่องจากได้รับโอเมก้า 6 มากเกินไป

โดยการบริโภคน้ำมันรำข้าวทั้ง 2 ประเภทสรรพคุณของน้ำมันรำข้าวมีลักษณะคล้ายๆกัน ปัจจุบัน
 น้ำมันรำข้าวมีหลายเกรดขึ้นกับปริมาณแกมมาออโรซานอล ปริมาณสารสกัดดังกล่าวนี้มีมากขึ้นอยู่กับ
 วิธีการสกัดและการทำให้บริสุทธิ์ การสกัดและการทำให้น้ำมันรำข้าวบริสุทธิ์โดยวิธีพิเศษจะได้สารแกมมา-
 ออโรซานอลสูงถึง 8,000 มิลลิกรัม/ลิตร โดยที่การกำหนดราคาน้ำมันรำข้าวแปรผันตามปริมาณแกมมา-
 ออโรซานอล เนื่องจากการสกัดน้ำมันรำข้าวด้วยวิธีการพิเศษมีต้นทุนการสกัดที่สูงกว่าน้ำมันรำข้าวที่ขายใน
 ท้องตลาดโดยน้ำมันรำข้าวที่มีปริมาณแกมมาออโรซานอลเริ่มต้นที่ 2,000 มิลลิกรัม/ลิตร หรือปริมาณ 2 กรัม/
 ลิตร ราคาขายที่ 60-65 บาท

ตาราง 3 เปรียบเทียบข้อมูลโภชนาการและคุณสมบัติของน้ำมันรำข้าวกับน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ

คุณสมบัติ	น้ำมันรำข้าว	น้ำมันมะกอก	น้ำมันถั่วเหลือง	น้ำมันมะพร้าว	น้ำมันคาโนลา
จุดเดือด (°C)	232	190-220	234	177	204
ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว	สูง	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง
ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน	สูง	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	ปานกลาง
ไขมันอิ่มตัว	ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	ต่ำ
สารต้านอนุมูลอิสระ	สูง	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง
โอเมก้า 3	ปานกลาง	ต่ำ	สูง		
โอเมก้า 6	สูง	ต่ำ	สูง		
วิตามินอี	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง		
แกมมา-โอโรซานอล	สูง	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี



ภาพ 1 ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

วิธีการสกัดน้ำมันรำข้าวแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่

1) การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction) สามารถสกัดน้ำมันได้ปริมาณสูง
 โดยปริมาณน้ำมันที่ได้อยู่ที่ประมาณ 98 % และมีความชื้นเหลืออยู่น้อยกว่า 0.15 % โดยน้ำหนัก และ
 มีขั้นตอนในการสกัดไม่ยุ่งยาก ซึ่งตัวทำละลายที่นิยมมากที่สุดได้แก่ เฮกเซน คาร์บอนไดซัลเฟต และ
 ไดเอทิลอีเทอร์ เป็นต้น แต่เนื่องจากเป็นตัวทำละลายมีความเป็นพิษยากต่อการกำจัดเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม
 ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ผลิตและผู้บริโภคหากตกค้างในผลิตภัณฑ์ จึงทำให้การสกัดน้ำมันโดยใช้ตัวทำละลาย
 ไม่เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ปัจจุบันจึงมีหลายงานวิจัยที่ศึกษาหาตัวทำละลายชนิดอื่นมาใช้ในการ
 สกัดวิตามินอีและแกมมาโอโรซานอลแทน เช่น ไอโซโพรพานอล เอทิลอะซิเตต เอทานอล เป็นต้น

(Hu et al., 1996; Xu & Godber, 2000; Imsanguan et al., 2008) แต่อย่างไรก็ตามขั้นตอนการสกัดดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยสภาวะที่เหมาะสม เพื่อให้การสกัดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2) การบีบหรือใช้แรงอัด (Mechanical expression) เป็นการอัดแบบวิธีธรรมชาติมักใช้กับพืชที่มีปริมาณน้ำมันสูง โดยในการสกัดน้ำมันรำข้าวจำเรียกว่า วิธีการแบบบีบเย็น เป็นการสกัดน้ำมันรำข้าวด้วยเครื่องบีบอัดแบบไฮดรอลิก หรือเครื่องบีบอัดแบบสกรูเพลส โดยปริมาณน้ำมันรำข้าวที่ได้จะอยู่ที่ประมาณ 3-10 % ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่อง คุณภาพของรำข้าว และการเตรียมรำข้าวก่อนบีบ ซึ่งวิธีการสกัดเย็นเป็นวิธีการสกัดน้ำมันไม่ซับซ้อนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและซ่อมบำรุงต่ำ จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับการสกัดน้ำมันรำข้าวสำหรับกลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ทั้งนี้ข้อเสียของการสกัดน้ำมันรำข้าวด้วยวิธีดังกล่าวจะทำให้ได้ส่วนของน้ำมันออกมาน้อย ยังคงมีน้ำมันเหลืออยู่ในกาก ดังนั้นในทางอุตสาหกรรมจึงต้องอาศัยตัวทำละลายมาช่วยในการสกัด เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันออกมามากที่สุด

