บทความวิจัย

การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสในข้าวกล้องโดยการใช้ตัวอย่างปริมาณน้อยและการจัดกลุ่มข้าวไทยจากปริมาณแอมิโลส

ปรมา ประภาสโนบล[1] วราลักษณ์ เกษตรานันท์[2] ชนิตา ปาลิยะวุฒิ[2] สุภาพร จันทร์บัวทอง[3] สมทรง โชติชื่น[4] พีรพล ม่วงงาม[3] อังศุธรย์ วสุสัณห์[4] และ ศุภจิตรา ชัชวาลย์[1*]

ได้รับบทความ: 15 มีนาคม 2562
ได้รับบทความแก้ไข: 12 กรกฎาคม 2562
ยอมรับตีพิมพ์: 16 กรกฎาคม 2562

บทคัดย่อ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชที่มีการปลูกอย่างแพร่หลายในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย ทำให้ประเทศไทยเป็นแหล่งพันธุกรรมของแป้งข้าวลักษณะต่างๆ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสโดยใช้เนื้อเยื่อปริมาณน้อยและนำข้อมูลปริมาณแอมิโลสมาใช้ในการจัดกลุ่มพันธุ์ข้าวไทยจำนวน 100 พันธุ์ที่มาจากภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย การใช้ตัวอย่างข้าวลดลง 5 เท่าจากวิธีดั้งเดิมสามารถใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสและการอ่านค่าด้วยไมโครเพลทรีดเดอร์ได้ เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส พบว่าปริมาณแอมิโลสในข้าวพันธุ์ต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อยู่ในช่วงร้อยละ 7.04 ถึง 32.73 ข้าวพันธุ์เอวมดแดงมีปริมาณแอมิโลสสูงที่สุด ในขณะที่ข้าวพันธุ์กำเมืองน่านมีปริมาณแอมิโลสต่ำที่สุด ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสในข้าวกล้องสามารถแบ่งกลุ่มข้าวเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ข้าวเหนียวที่มีปริมาณแอมิโลสต่ำ ข้าวเจ้าที่มีปริมาณแอมิโลสต่ำ ข้าวเจ้าที่มีปริมาณแอมิโลสปานกลาง และข้าวเจ้าที่มีปริมาณแอมิโลสสูง ตามลำดับ ข้าวเหนียวพบมากในภาคกลางและภาคตะวันออก ข้อมูลจากการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาพันธุ์ข้าวที่มีสมบัติแป้งที่จำเพาะต่อไปได้

คำสำคัญ: การวิเคราะห์จัดกลุ่ม แอมิโลส ข้าวไทย

[1]ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางสิ่งแวดล้อมและสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2]ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[3]ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
[4]กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
[*]ผู้นิพนธ์ประสานงาน, email: s_chadchawan@hotmail.com

Small-Scaled Analysis for Amylose Content in Brown Rice and Thai Rice Clustering based on Amylose Content

Parama Praphasanobol[1], Waraluk Kasettranan[2], Chanita Paliyavuth[2], Supaporn Chanbuathong[3], Somsong Chotechuen[4], Peerapon Moung-Ngam[3], Angsutorn Wasusun[4] and Supachitra Chadchawan[1*]

Received: 15 March 2019
Revised: 12 July 2019
Accepted: 16 July 2019

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) is a plant which distributes throughout Thailand, resulting in the collection of genetic resources for starch characteristics in rice grains. This research aims to develop a small-scaled quantifying method for amylose content determination in rice grains and to use the amylose content for cluster analysis of 100 Thai rice cultivars distributed in Thailand. Five-fold reduction in rice grain weight compared to the original method could be used for amylose content measurement. This method could be applied to use microplate reader for quantification in order to analyze a large number of samples. Rice grains were used for amylose content determination. The amylose contents in various cultivars were significantly different and ranged from 7.04-32.73%. 'Aew Mod Daeng' rice had the highest amylose content, while 'Gam Mueang Nan rice showed the lowest amylose. When amylose content was subjected to cluster analysis, these cultivars could be separated into 4 groups, which were glutinous rice with low amylose content, non-glutinous rice with low amylose content, non-glutinous rice with intermediate amylose content and non-glutinous rice with high amylose content. Glutinous rice cultivars were found in the northern and the upper northeastern of Thailand, while most of rice cultivars were non-glutinous rice with intermediate amylose content and the majority was found in the central and the eastern part of Thailand. This information can be used for breeding program to develop the new cultivar with specific starch characteristics.

Keywords: Cluster analysis, Amylose, Thai rice

[1]Center of Excellence in Environment and Plant Physiology, Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University
[2]Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University
[3]Pathumthani Rice Research Center, Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives
[4]Division of Rice Research and Development, Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives
[*]Corresponding author, email: s_chadchawan@hotmail.com

บทนำ (Introduction)

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชกลุ่มธัญพืชและเป็นอาหารหลักชนิดหนึ่งของประชากรโลก โดยเฉพาะประชากรในทวีปเอเชียซึ่งบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก เนื่องจากอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการและเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ นอกจากนี้ข้าวยังจัดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจใช้ในการค้าขายทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ โดยประเทศในแถบเอเชียมีพื้นที่และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกษตรและการปลูกข้าว ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในทวีปเอเชียที่เป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญ โดยประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตรส่งผลให้พันธุ์ข้าวที่ปลูกในประเทศไทยมีความหลากหลายของชนิดและพันธุ์สูง นอกจากนี้ในปัจจุบันมีการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ข้าวอย่างต่อเนื่อง ทำให้พันธุ์ข้าวมีความหลากหลายส่งผลให้ข้าวมีคุณลักษณะและสมบัติที่แตกต่าง โดยภายในเมล็ดข้าวมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก นอกจากนี้มีโปรตีนร้อยละ 7 ถึง 8 ไขมัน เส้นใย และวิตามิน เป็นส่วนประกอบ โดยคาร์โบไฮเดรตหรือแป้ง (starch) เป็นพอลิแซ็กคาร์ไรด์ที่เกิดจากการเรียงตัวกันของโมเลกุลกลูโคส องค์ประกอบหลักทางเคมีของแป้งประกอบด้วยพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิดคือ แอมิโลส (amylose) และแอมิโลเพกทิน (amylopectin) โดยแอมิโลสเกิดจากการรวมตัวของโมเลกุลกลูโคสต่อกันด้วยพันธะ α-1,4-glycosidic โดยมีโครงสร้างเชื่อมต่อกันเป็นแนวยาว และแอมิโลเพกทินเกิดจากการรวมตัวของโมเลกุลกลูโคสต่อกันด้วยพันธะ α-1,4 และ α-1,6-glycosidic [1] โดยมีโครงสร้างเชื่อมต่อกันในลักษณะโซ่กิ่งซึ่งอัตราส่วนของแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทินที่เป็นองค์ประกอบภายในเมล็ดจะมีปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นกับพันธุ์ข้าวส่งผลให้ข้าวแต่ละพันธุ์มีคุณภาพการหุงสุกของข้าวแตกต่างกัน โดยข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสสูงคือมากกว่าร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะค่อนข้างร่วนและแข็ง ข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสปานกลางคือร้อยละ 20 ถึง 25 โดยน้ำหนัก เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะเหนียวนุ่ม และข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสต่ำคือน้อยกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะเหนียว ดังนั้นจึงมีการใช้ปริมาณแอมิโลสเป็นพื้นฐานในการแบ่งกลุ่มพันธุ์ข้าวตามปริมาณแอมิโลสโดย International Rice Research Institute แบ่งชนิดข้าวได้เป็น 3 กลุ่ม คือ ข้าวที่มีแอมิโลสต่ำ ข้าวที่มีแอมิโลสปานกลาง และข้าวที่มีแอมิโลสสูง [2-3]

การตรวจสอบปริมาณแอมิโลสสามารถทำโดยการวัดการเกิดสีม่วงน้ำเงินของสารเชิงซ้อนไอโอดีนที่ทำปฏิกิริยากับแอมิโลส (colorimetric measurement) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร ซึ่งสารเชิงซ้อนไอโอดีนไม่ทำปฏิกิริยากับแอมิโลเพกทิน และเซลลูโลส ดังนั้นค่าการดูดกลืนแสงสามารถบ่งถึงปริมาณแอมิโลสที่เป็นองค์ประกอบภายในแป้งข้าวได้ เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานแอมิโลส การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสในแป้งข้าวตามวิธีของ Juliano [4] ต้องใช้ตัวอย่างแป้งข้าว 100 มิลลิกรัมสำหรับการวิเคราะห์ ดังนั้นการเตรียมตัวอย่างแป้งสำหรับการวิเคราะห์จึงจำเป็นต้องใช้เมล็ดข้าวในปริมาณมาก ซึ่งในการวิเคราะห์ข้าวพื้นเมืองบางพันธุ์มีตัวอย่างในการศึกษาไม่มากนัก ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสและจัดกลุ่มพันธุ์ข้าวไทย โดยสามารถใช้ตัวอย่างในปริมาณน้อย ลดปริมาณข้าวที่นำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์แต่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำ เพื่อให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวที่มีปริมาณน้อย นอกจากนี้ยังเสนอรูปแบบการวิเคราะห์โดยใช้การอ่านค่าการดูดกลืนแสงของผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการตรวจสอบแอมิโลสโดยการใช้ไมโครเพลตรีดเดอร์ (microplate reader) ซึ่งทำให้สามารถวัดปริมาณแอมิโลสได้พร้อมกันหลายตัวอย่าง และจากข้อมูลปริมาณแอมิโลสที่ศึกษาจากข้าวพันธุ์ต่างๆ ของไทยจำนวน 100 พันธุ์จะนำมาใช้ในการจัดกลุ่มข้าวไทยและการกระจายของพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสที่แตกต่างกันตามถิ่นกำเนิดในประเทศไทย

วิธีการทดลอง

1. การเพิ่มจำนวนเมล็ดข้าว

เมล็ดข้าวจำนวน 100 พันธุ์ ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยเป็นพันธุ์ข้าวที่ถูกรวบรวมมาจากแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือจำนวน 9 พันธุ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 10 พันธุ์ ภาคตะวันออกจำนวน 36 พันธุ์ ภาคกลางจำนวน 37 พันธุ์ ภาคตะวันตกจำนวน 3 พันธุ์ และภาคใต้จำนวน 5 พันธุ์ จากนั้นนำเมล็ดข้าวที่ได้มาปลูกเพิ่มจำนวนที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จ.ปทุมธานี ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงธันวาคม 2560 ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายชื่อพันธุ์ข้าว GS. number ถิ่นที่เก็บตัวอย่าง และภูมิภาค

ลำดับ	ชื่อพันธุ์ข้าว	GS. No.	ถิ่นที่เก็บตัวอย่าง	ภูมิภาค
1	ขาวเมล็ดเล็ก	2519	ชลบุรี	ตะวันออก
2	เหลืองตาเอี่ยม	3034	กาญจนบุรี	ตะวันตก
3	เหลืองไร่ละเกวียน	3038	กาญจนบุรี	ตะวันตก
4	โตนด	3408	สุโขทัย	กลาง
5	ตาขุย	3416	สุโขทัย	กลาง
6	ทองคำ	3452	สุโขทัย	กลาง
7	จำปาซ้อน	3460	สุโขทัย	กลาง
8	เหลืองใบมัน	3512	พิษณุโลก	กลาง
9	ข้าวคัด	3513	พิษณุโลก	กลาง
10	หัวคันนา	3515	พิษณุโลก	กลาง
11	วัดจันทร์	3517	พิษณุโลก	กลาง
12	กระเป๋า	3519	พิษณุโลก	กลาง
13	ข้าวแพร่	3520	พิษณุโลก	กลาง

ตารางที่ 1 รายชื่อพันธุ์ข้าว GS. number ถิ่นที่เก็บตัวอย่าง และภูมิภาค (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อพันธุ์ข้าว	GS. No.	ถิ่นที่เก็บตัวอย่าง	ภูมิภาค
14	ใบสี	3548	พิษณุโลก	กลาง
15	เขียวใหญ่	3802	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
16	ทองมาเอง	5366	สระแก้ว	ตะวันออก
17	เหลืองต้นแข็ง	5410	สระแก้ว	ตะวันออก
18	เหลืองหวล	5558	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
19	เหลืองหางม้า	6169	ราชบุรี	ตะวันตก
20	เจ๊กเชย	6868	สุพรรณบุรี	กลาง
21	ขาวกอเดียว	9583	สุพรรณบุรี	กลาง
22	ขาวตาเอ็ก	10651	ปทุมธานี	กลาง
23	หอมสุรินทร์	10661	ปทุมธานี	กลาง
24	ขาวห้าร้อย	12936	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
25	สุพรรณบุรี 1	13745	สุพรรณบุรี	กลาง
26	ปิ่นแก้ว	14148	สระแก้ว	ตะวันออก
27	รอดหนี้	21191	สระแก้ว	ตะวันออก
28	นกเขา	21332	สุพรรณบุรี	กลาง
29	เม็ดมะเขือ	21334	สุพรรณบุรี	กลาง
30	ปิ่นแก้วเบา 17-4-27	467	ขอนแก่น	ตะวันออกเฉียงเหนือ
31	ทูลฉลอง	5335	ปราจีนบุรี	ตะวันออก
32	นางบุญมี	5399	สระแก้ว	ตะวันออก
33	รวงเดียว	5407	สระแก้ว	ตะวันออก
34	แก่นจันทร์	5433	ปราจีนบุรี	ตะวันออก
35	ตาเจือ	5545	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
36	เศรษฐี	5682	ปทุมธานี	กลาง
37	หลวงประทาน	5684	ปทุมธานี	กลาง
38	ขาวสุพรรณ	5691	ปทุมธานี	กลาง
39	ขาวตาแห้ง 17	6146	ปทุมธานี	กลาง
40	วัดโบสถ์	21111	ปราจีนบุรี	ตะวันออก
41	อีขอด	21140	ปราจีนบุรี	ตะวันออก
42	เหลืองหนองคาย	21158	ปราจีนบุรี	ตะวันออก
43	ก้านมะยม	21181	สระแก้ว	ตะวันออก
44	ขาวมานะ	21213	สระแก้ว	ตะวันออก

ตารางที่ 1 รายชื่อพันธุ์ข้าว GS. number ถิ่นที่เก็บตัวอย่าง และภูมิภาค (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อพันธุ์ข้าว	GS. No.	ถิ่นที่เก็บตัวอย่าง	ภูมิภาค
45	ขาวประกวด	6906	สุพรรณบุรี	กลาง
46	กข27	7125	ปทุมธานี	กลาง
47	เหลืองอ่อน	7132	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
48	ขาวตามล	7136	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
49	ปลุกเสก	7140	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
50	ยายแกร่ง	7252	ระยอง	ตะวันออก
51	เศรษฐีนอก	8025	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
52	ขาวตามล	9369	ปทุมธานี	กลาง
53	พญาชม	9582	สุพรรณบุรี	กลาง
54	เหลืองล้า	10653	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
55	เหลืองอ่อน	12271	ปทุมธานี	กลาง
56	ปิ่นทอง	12278	ปทุมธานี	กลาง
57	ขาวตาเจือ	12391	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
58	เหลืองร้อยเอ็ด	12392	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
59	ขาวชูชาติ	12932	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
60	ขวัญชัย	12933	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
61	ขาวตาเจือ	12937	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
62	เหลืองร้อยเอ็ด (1)	12940	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
63	เหลืองอ่อนเบา	3554	พิษณุโลก	กลาง
64	เมล็ดเล็กเบา	3820	ชลบุรี	ตะวันออก
65	ขาวปากกระบอก	3875	จันทบุรี	ตะวันออก
66	หอมมะลิ	6426	ปทุมธานี	กลาง
67	หอมมะลิ	7145	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
68	ขาวเม็ดเล็ก	12347	ตราด	ตะวันออก
69	ขาวกอเดียว	12382	ฉะเชิงเทรา	ตะวันออก
70	เหนียวบายสี	12399	ชลบุรี	ตะวันออก
71	ขาวดอกมะลิ 105	18431	ปทุมธานี	กลาง
72	ขาวทดลอง	255	เชียงใหม่	เหนือ
73	เก้ารวง	536	สุรินทร์	ตะวันออกเฉียงเหนือ
74	ปิ่นแก้ว	774	ลพบุรี	กลาง
75	บางพระ	851	กรุงเทพมหานคร	กลาง

ตารางที่ 1 รายชื่อพันธุ์ข้าว GS. number ถิ่นที่เก็บตัวอย่าง และภูมิภาค (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อพันธุ์ข้าว	GS. No.	ถิ่นที่เก็บตัวอย่าง	ภูมิภาค
76	ช่อมะกอกกลาง	2044	พระนครศรีอยุธยา	กลาง
77	ขาวกอเดียว	2731	พิจิตร	กลาง
78	มหาวงษ์	3173	น่าน	เหนือ
79	เหนียวเขี้ยวงู	3504	พิษณุโลก	กลาง
80	เล็บนก	4659	นครศรีธรรมราช	ใต้
81	ลายแม่โจ้	6015	เชียงราย	เหนือ
82	เจ็ดรวง	9264	ตาก	เหนือ
83	เอวมดแดง	10049	ปัตตานี	ใต้
84	ประดู่แดง	10720	ปทุมธานี	กลาง
85	สันป่าตองหลวง	18998	แพร่	เหนือ
86	เลย	19742	เชียงราย	เหนือ
87	ข้าวกล่ำ	19772	แม่ฮ่องสอน	เหนือ
88	อัลฮำ	24545	สตูล	ใต้
89	อีเขียวนอนทุ่ง	24811	นครราชสีมา	ตะวันออกเฉียงเหนือ
90	ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่	24824	ปัตตานี	ใต้
91	ก่ำเมืองน่าน	24834	เชียงใหม่	เหนือ
92	ก่ำเชียงใหม่ต้นเขียว	24835	เชียงใหม่	เหนือ
93	เหนียวดำหอมภูเขียว	24840	ขอนแก่น	ตะวันออกเฉียงเหนือ
94	ปลาเข็ง	24653	สกลนคร	ตะวันออกเฉียงเหนือ
95	ปะกาอัมปึล	24709	สุรินทร์	ตะวันออกเฉียงเหนือ
96	ดำด่าง	3217	เลย	ตะวันออกเฉียงเหนือ
97	ก่ำเลี้ยว	3321	ขอนแก่น	ตะวันออกเฉียงเหนือ
98	ก่ำเฟือง	4490	อุดรธานี	ตะวันออกเฉียงเหนือ
99	ช่อปลีขาว	9742	นครศรีธรรมราช	ใต้
100	ข้าวก่ำ	23113	อุดรธานี	ตะวันออกเฉียงเหนือ

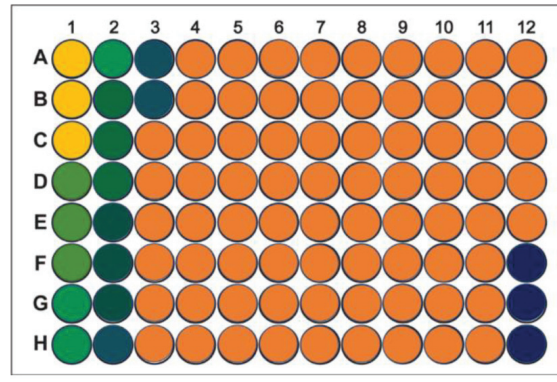
2. การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส

2.1 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส จากตัวอย่างปริมาณน้อยด้วย microplate reader

การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสด้วยสารละลายไอโอดีนโดยการพัฒนาจากวิธีของ Juliano [4] และออกแบบการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ ทำการศึกษาในข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ตามเกณฑ์ของ IRRI ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105, ขาวตาแห้ง 17 และ สุพรรณบุรี 1 ตามลำดับ โดยบดข้าวกล้องให้มีความละเอียด 100 เมซ ชั่งแป้งข้าว 20, 50 และ 100 มิลลิกรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) เติมเอธิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 200, 500 และ 1000 ไมโครลิตร ตามลำดับ เขย่าเบาๆ แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 1.8, 4, 5 และ 9 มิลลิลิตร ตามลำดับ เขย่าเบาๆ นำไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 20, 50 และ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ปิดฝาแล้วเขย่าให้สารละลายเข้ากัน จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างปริมาตร 1, 2.5 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตร ตามลำดับ เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรประมาณ 10 มิลลิลิตร ลงไปก่อนแล้วเติมกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 200, 500 และ 1000 ไมโครลิตร และเติมสารละลายไอโอดีนปริมาตร 400, 1000 และ 2000 ไมโครลิตร ตามลำดับ จากนั้นจึงเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 20, 50 และ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ เขย่าและตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 20 นาที และทำเช่นเดียวกันในการเตรียมชุดทดลองควบคุม (blank) ที่ไม่ใส่สารตัวอย่าง ตรวจวัดสีที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างแป้งและสารละลายไอโอดีนด้วย microplate reader ที่ค่าการดูดกลืนแสง 620 นาโนเมตร การวัดปริมาณแอมิโลสแต่ละตัวอย่างทำ 3 ครั้ง (technical replication)

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสของข้าวที่ปลูกในข้อ 1 โดยใช้ปริมาณแป้งข้าวที่มีปริมาณน้อยที่สุดที่สามารถจำแนกความแตกต่างของปริมาณแอมิโลสได้จากการศึกษาในข้อ 2.1 และออกแบบวิธีการวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสโดยใช้ microplate reader โดยกำหนดให้ในแต่ละ microplate ประกอบด้วย blank, สารละลายแอมิโลสมาตรฐาน, ข้าวพันธุ์ต่างๆ และข้าวอ้างอิงโดยเป็นข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ดังรูปที่ 1 ทำการวัดปริมาณแอมิโลสในตัวอย่างแป้งข้าวพันธุ์ละ 5 ซ้ำ (biological replication) โดยแต่ละตัวอย่างทำ 3 ครั้ง (technical replication) ปริมาณแอมิโลเพกทินได้จากการประมาณเนื่องจากแป้งข้าวประกอบด้วยแอมิโลสและแอมิโลเพกทินเป็นส่วนใหญ่

ดังนั้น ร้อยละของแอมิโลเพกทิน = 100-ร้อยละของแอมิโลส



รูปที่ 1 การออกแบบวิธีการวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสด้วย microplate สีเหลืองแสดงถึง blank สีเขียวแสดงถึงสารละลายมาตรฐานแอมิโลสที่ความเข้มข้นต่างๆ สีส้มแสดงถึงตัวอย่างข้าวแต่ละพันธุ์ จำนวน 25 พันธุ์ พันธุ์ละ 3 ซ้ำ (technical replication) และสีน้ำเงินแสดงตำแหน่งของตัวอย่างแป้งข้าวอ้างอิง

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มข้าวไทย

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

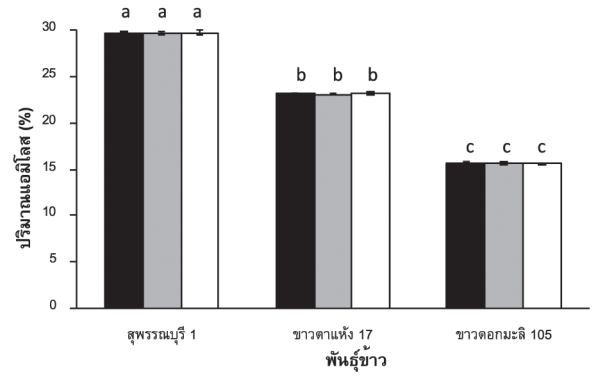
นำข้อมูลปริมาณแอมิโลส แอมิโลเพกทิน และสัดส่วนแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทิน มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย One Way ANOVA โดยวิธี Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P\text{-value} < 0.05$)

3.2 การวิเคราะห์จัดกลุ่ม (cluster analysis) เพื่อจำแนกข้าวพันธุ์ต่างๆ ออกเป็นกลุ่ม โดยพิจารณาจากปริมาณแอมิโลส แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การจัดจำแนกของ International Rice Research Institute [2]

ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส

จากการศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสในข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้แก่ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, ขาวตาแห้ง 17 และ สุพรรณบุรี 1 ตามลำดับ โดยใช้ตัวอย่างแป้งข้าว 20, 50 และ 100 มิลลิกรัม ในการวิเคราะห์ได้ผลแสดงดังรูปที่ 2 โดยจะเห็นได้ว่าข้าว ทั้ง 3 พันธุ์มีปริมาณแอมิโลสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการใช้ปริมาณแป้งข้าวเริ่มต้นที่ 20, 50 และ 100 มิลลิกรัม ให้ผลปริมาณแอมิโลสไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นสามารถใช้ปริมาณแป้งข้าว 20 มิลลิกรัม สำหรับการวิเคราะห์เพื่อระบุปริมาณแอมิโลสได้



รูปที่ 2 ค่าการวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสของข้าวไทยจากตัวอย่างแป้งข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ขาวตาแห้ง 17 และขาวดอกมะลิ 105 เมื่อใช้แป้งข้าว 100 (ดำ) 50 (เทา) และ 20 (ขาว) มิลลิกรัม ตัวอักษรเหนือแท่งกราฟที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Tukey ที่ p-value < 0.05

การออกแบบวิธีการวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสด้วยไมโครเพลต โดยกำหนดให้ในแต่ละไมโครเพลตมีตัวอย่างสารละลายจำนวน 3 ซ้ำ จำนวนพันธุ์ข้าวสูงสุดที่สามารถวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสจากแป้งข้าวด้วยวิธีการนี้เท่ากับ 25 พันธุ์ (รูปที่ 1) เมื่อวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสของข้าวพันธุ์ต่างๆ จำนวน 100 พันธุ์ (ตารางที่ 1) พบว่าข้าวพันธุ์ต่างๆ มีปริมาณแอมิโลสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณแอมิโลสอยู่ในช่วงร้อยละ 7.04 ถึง 32.73 ข้าวพันธุ์เอวมดแดงมีปริมาณแอมิโลสสูงที่สุดเท่ากับ 32.73 ในขณะที่ข้าวพันธุ์ก่ำเมืองน่านมีปริมาณแอมิโลสต่ำที่สุดเท่ากับ 7.04 (ตารางที่ 2) เนื่องจากแป้งข้าวมีองค์ประกอบหลักคือแอมิโลสและแอมิโลเพกทิน จึงประมาณให้ร้อยละของน้ำหนักที่ไม่ใช่ส่วนของแอมิโลสคือแอมิโลเพกทิน ซึ่งจะปรากฏค่าแอมิโลเพกทิน และสัดส่วนระหว่างแอมิโลสและแอมิโลเพกทินเป็นดังปรากฏในตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าพันธุ์ข้าวจากภาคเหนือมีปริมาณแอมิโลสอยู่ในช่วงร้อยละ 7.04 ถึง 26.95 ซึ่งมีค่าปริมาณร้อยละแอมิโลสต่ำกว่าพันธุ์ข้าวจากภาคอื่นๆ ของประเทศ ในขณะที่ข้าวจากภาคตะวันตกมีช่วงของปริมาณร้อยละของแอมิโลสสูงอยู่ในช่วงร้อยละ 27.20 ถึง 30.90 ข้าวจากภาคใต้มีช่วงการแปรของปริมาณร้อยละของแอมิโลสมากที่สุดคืออยู่ระหว่างร้อยละ 7.24 ถึง 32.73

ตารางที่ 2 ปริมาณแอมิโลส แอมิโลเพกทิน และอัตราส่วนแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทินของข้าวไทย (กรัมต่อ 100 กรัม)

ชื่อพันธุ์	GS. No.	ปริมาณแอมิโลส	ปริมาณแอมิโลเพกทิน	อัตราส่วนแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทิน
ภาคเหนือ				
ขาวทดลอง	255	26.47 ± 1.21	73.53 ± 1.21	0.36
มหาวงษ์	3173	7.95 ± 0.74	92.05 ± 0.74	0.09
ลายแม่โจ้	6015	7.61 ± 1.14	92.39 ± 1.14	0.08
สันป่าตองหลวง	18998	8.04 ± 0.52	91.96 ± 0.52	0.09
เลย	19742	8.14 ± 0.99	91.86 ± 0.99	0.09
ข้าวกล่ำ	19772	7.72 ± 0.76	92.28 ± 0.76	0.08
ก่ำเมืองน่าน	24834	7.04 ± 0.59	92.96 ± 0.59	0.08
ก่ำเชียงใหม่ต้นเขียว	24835	8.65 ± 1.07	91.35 ± 1.07	0.09
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ				
เหนียวดำหอมภูเขียว	24840	8.06 ± 0.72	91.94 ± 0.72	0.09
ปิ่นแก้วเบา 17-4-27	467	23.97 ± 0.51	76.03 ± 0.51	0.32
เก้ารวง	536	23.56 ± 0.66	76.44 ± 0.66	0.31
อีเขียวนอนทุ่ง	24811	27.98 ± 1.26	72.02 ± 1.26	0.39
ปลาเข็ง	24653	8.32 ± 0.81	91.68 ± 0.81	0.09
ปะกาอัมปึล	24709	25.22 ± 0.70	74.78 ± 0.70	0.34
ดำด่าง	3217	8.67 ± 0.99	91.33 ± 0.99	0.09
ก่ำเลี้ยว	3321	28.75 ± 1.24	71.25 ± 1.24	0.40
ก่ำเฟือง	4490	11.09 ± 0.74	88.91 ± 0.74	0.12
ข้าวก่ำ	23113	7.13 ± 0.67	92.87 ± 0.67	0.08
เจ็ดรวง	9264	26.95 ± 1.07	73.05 ± 1.07	0.37
ภาคตะวันออก				
ขาวเมล็ดเล็ก	2519	22.04 ± 0.64	77.96 ± 0.64	0.28
เขียวใหญ่	3802	28.70 ± 1.24	71.30 ± 1.24	0.40
ทองมาเอง	5366	29.72 ± 1.20	70.28 ± 1.20	0.42
เหลืองต้นแข็ง	5410	29.93 ± 0.78	70.07 ± 0.78	0.43
เหลืองหวล	5558	26.63 ± 0.79	73.37 ± 0.79	0.36
ปิ่นแก้ว	14148	27.47 ± 1.09	72.53 ± 1.09	0.38
รอดหนี้	21191	25.83 ± 0.19	74.17 ± 0.19	0.35
ทูลฉลอง	5335	25.29 ± 1.35	74.71 ± 1.35	0.34
นางบุญมี	5399	22.50 ± 0.20	77.50 ± 0.20	0.29
รวงเดียว	5407	21.57 ± 0.65	78.43 ± 0.65	0.28

ตารางที่ 2 ปริมาณแอมิโลส แอมิโลเพกทิน และอัตราส่วนแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทินของข้าวไทย (กรัมต่อ 100 กรัม) (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	GS. No.	ปริมาณแอมิโลส	ปริมาณแอมิโลเพกทิน	อัตราส่วนแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทิน
แก่นจันทร์	5433	23.10 ± 0.55	76.90 ± 0.55	0.30
ตาเจือ	5545	22.04 ± 0.39	77.96 ± 0.39	0.28
วัดโบสถ์	21111	22.14 ± 0.75	77.86 ± 0.75	0.28
อีขอด	21140	22.36 ± 1.07	77.64 ± 1.07	0.29
เหลืองหนองคาย	21158	25.98 ± 0.76	74.02 ± 0.76	0.35
ก้านมะยม	21181	26.25 ± 1.29	73.75 ± 1.29	0.36
ขาวมานะ	21213	24.33 ± 1.34	75.67 ± 1.35	0.32
เหลืองอ่อน	7132	24.78 ± 0.84	75.22 ± 0.84	0.33
ขาวตามล	7136	23.70 ± 0.89	76.30 ± 0.89	0.31
ปลุกเสก	7140	25.18 ± 0.88	74.82 ± 0.88	0.34
ยายแกร่ง	7252	31.64 ± 0.26	68.36 ± 0.26	0.46
เศรษฐีนอก	8025	24.07 ± 1.37	75.93 ± 1.37	0.32
เหลืองล้า	10653	27.49 ± 0.96	72.51 ± 0.96	0.38
ขาวตาเจือ	12391	26.20 ± 1.18	73.80 ± 1.18	0.36
เหลืองร้อยเอ็ด	12392	25.24c ± 1.19	74.76 ± 1.19	0.34
ขาวชูชาติ	12932	29.88 ± 0.73	70.12 ± 0.73	0.43
ขวัญชัย	12933	22.52 ± 0.70	77.48 ± 0.70	0.29
ขาวตาเจือ	12937	23.80 ± 1.18	76.20 ± 1.18	0.31
เหลืองร้อยเอ็ด (1)	12940	25.14 ± 0.45	74.86 ± 0.45	0.34
เมล็ดเล็กเบา	3820	22.30 ± 0.85	77.70 ± 0.85	0.29
ขาวปากกระบอก	3875	24.33 ± 0.12	75.67 ± 0.12	0.32
หอมมะลิ	7145	14.72 ± 0.19	85.28 ± 0.19	0.17
ขาวเม็ดเล็ก	12347	26.82 ± 0.36	73.18 ± 0.36	0.37
ขาวกอเดียว	12382	20.12 ± 0.84	79.88 ± 0.84	0.25
เหนียวบายสี	12399	7.67 ± 0.78	92.33 ± 0.78	0.08
ขาวห้าร้อย	12936	29.71 ± 1.32	70.29 ± 1.32	0.42
ภาคกลาง				
โตนด	3408	31.71 ± 1.06	68.29 ± 1.06	0.46
ตาขุย	3416	28.88 ± 0.76	71.12 ± 0.76	0.41
ทองคำ	3452	30.30 ± 0.56	69.70 ± 0.56	0.43
จำปาซ้อน	3460	25.89 ± 0.97	74.11 ± 0.97	0.35
เหลืองใบมัน	3512	30.94 ± 1.14	69.06 ± 1.14	0.45

ตารางที่ 2 ปริมาณแอมิโลส แอมิโลเพกทิน และอัตราส่วนแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทินของข้าวไทย (กรัมต่อ 100 กรัม) (ต่อ)

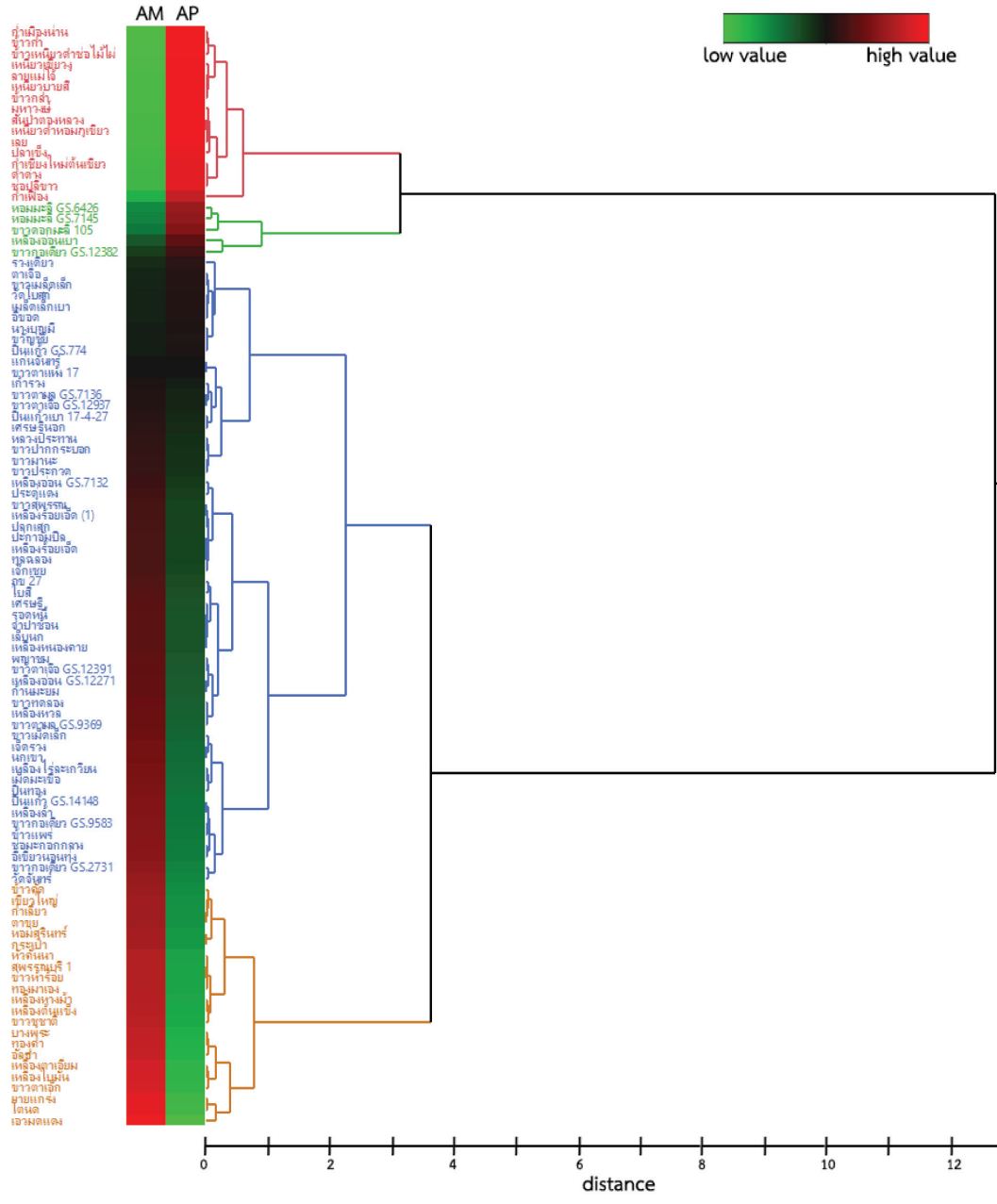
ชื่อพันธุ์	GS. No.	ปริมาณแอมิโลส	ปริมาณแอมิโลเพกทิน	อัตราส่วนแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทิน
ข้าวคัด	3513	28.65 ± 0.56	71.35 ± 0.56	0.40
หัวคันนา	3515	29.63 ± 1.21	70.37 ± 1.21	0.42
วัดจันทร์	3517	28.20 ± 0.49	71.80 ± 0.49	0.39
กระเป๋า	3519	29.18 ± 0.75	70.82 ± 0.75	0.41
ข้าวแพร่	3520	27.74 ± 1.35	72.26 ± 1.35	0.38
ใบสี	3548	25.80 ± 1.02	74.20 ± 1.02	0.35
เจ๊กเชย	6868	25.33 ± 0.89	74.67 ± 0.89	0.34
ขาวกอเดียว	9583	27.60 ± 1.24	72.40 ± 1.24	0.38
ขาวตาเอ็ก	10651	31.11 ± 1.29	68.89 ± 1.29	0.45
หอมสุรินทร์	10661	29.12 ± 0.75	70.88 ± 0.75	0.41
สุพรรณบุรี 1	13745	29.67 ± 1.18	70.33 ± 1.18	0.42
นกเขา	21332	26.98 ± 1.28	73.02 ± 1.28	0.37
เม็ดมะเขือ	21334	27.22 ± 1.31	72.78 ± 1.31	0.37
เศรษฐี	5682	25.81 ± 1.02	74.19 ± 1.02	0.35
หลวงประทาน	5684	24.28 ± 0.61	75.72 ± 0.61	0.32
ขาวสุพรรณ	5691	25.11 ± 1.29	74.89 ± 1.29	0.34
ขาวตาแห้ง 17	6146	23.05 ± 0.88	76.95 ± 0.88	0.30
ขาวประกวด	6906	24.40 ± 0.29	75.60 ± 0.29	0.32
กข27	7125	25.52 ± 1.04	74.48 ± 1.04	0.34
ขาวตามล	9369	26.68 ± 1.20	73.32 ± 1.20	0.36
พญาชม	9582	26.16 ± 1.11	73.84 ± 1.11	0.35
เหลืองอ่อน	12271	26.20 ± 1.17	73.80 ± 1.17	0.36
ปิ่นทอง	12278	27.39 ± 0.99	72.61 ± 0.99	0.38
เหลืองอ่อนเบา	3554	18.21 ± 0.31	81.79 ± 0.31	0.22
หอมมะลิ	6426	14.14 ± 0.27	85.86 ± 0.27	0.16
ขาวดอกมะลิ 105	18431	15.63 ± 0.15	84.37 ± 0.15	0.19
ปิ่นแก้ว	774	22.56 ± 0.93	77.44 ± 0.93	0.29
บางพระ	851	30.27 ± 0.94	69.73 ± 0.94	0.43
ช่อมะกอกกลาง	2044	27.78 ± 0.44	72.22 ± 0.44	0.38
ขาวกอเดียว	2731	28.09 ± 1.41	71.91 ± 1.41	0.39

ตารางที่ 2 ปริมาณแอมิโลส แอมิโลเพกทิน และอัตราส่วนแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทินของข้าวไทย (กรัมต่อ 100 กรัม) (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	GS. No.	ปริมาณแอมิโลส	ปริมาณแอมิโลเพกทิน	อัตราส่วนแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทิน
เหนียวเขี้ยวงู	3504	7.58 ± 0.63	92.42 ± 0.63	0.08
ประดู่แดง	10720	24.94 ± 1.03	75.06 ± 1.03	0.33
ภาคตะวันตก				
เหลืองตาเอี่ยม	3034	30.90 ± 0.81	69.10 ± 0.81	0.45
เหลืองไร่ละเกวียน	3038	27.20 ± 1.13	72.80 ± 1.13	0.37
เหลืองหางม้า	6169	29.76 ± 0.29	70.24 ± 0.29	0.42
ภาคใต้				
เล็บนก	4659	25.81 ± 1.02	74.19 ± 1.02	0.35
เอวมดแดง	10049	32.73 ± 1.09	67.27 ± 1.09	0.49
อัลฮำ	24545	30.41 ± 0.46	69.59 ± 0.46	0.44
ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่	24824	7.24 ± 0.55	92.76 ± 0.55	0.08
ช่อปลีขาว	9742	8.74 ± 0.87	91.26 ± 0.87	0.10
Average		23.13	76.87	0.31
Min-Max		7.04-32.73	67.27-92.96	0.08-0.49
SD		7.40	7.40	0.12
P-value		0.00	0.00	0.00
CV(%)		31.99	9.63	38.71

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มข้าวไทย

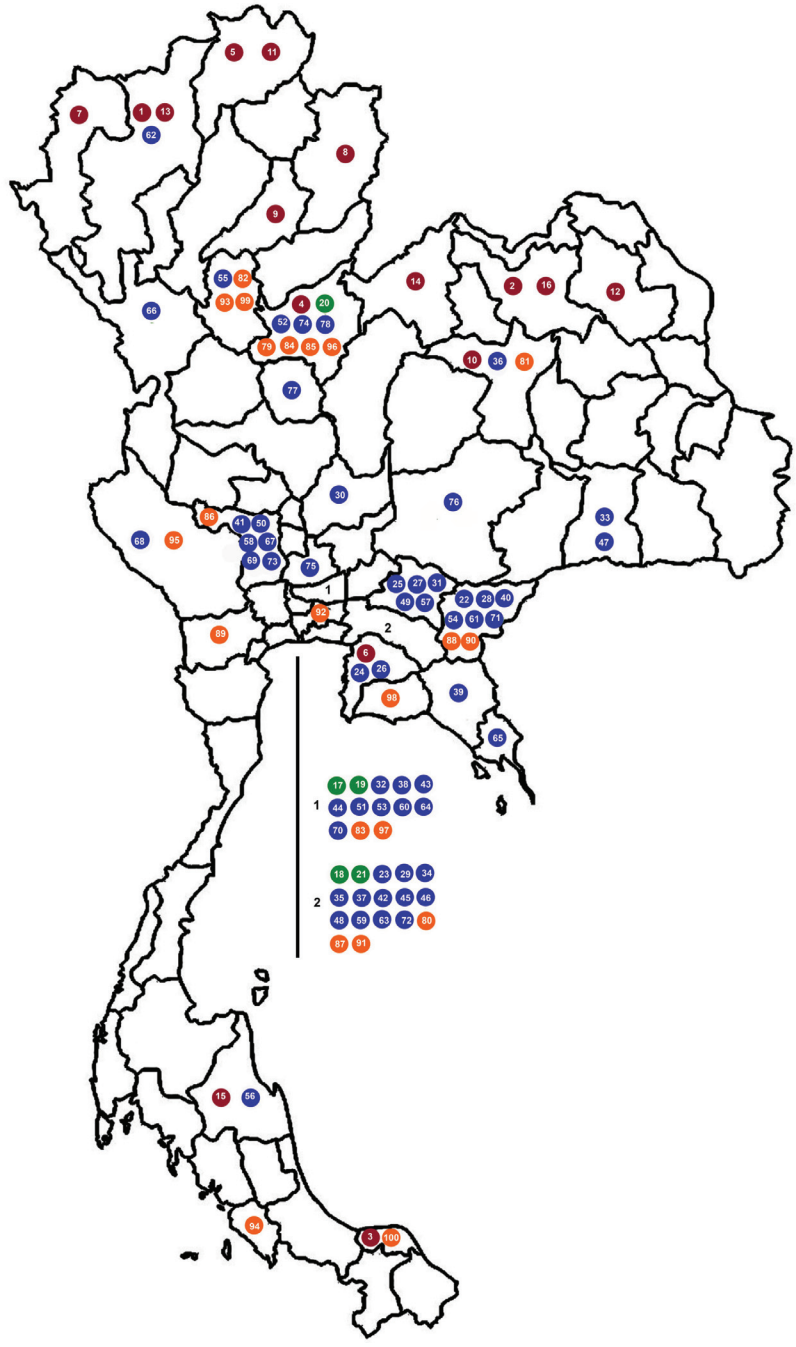
การจัดกลุ่มพันธุ์ข้าวต่างๆ โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (component analysis) ได้แก่ ร้อยละของปริมาณแอมิโลส และปริมาณแอมิโลเพกทิน ได้ผลดังรูปที่ 3 โดยข้าว 100 พันธุ์ที่ทำการศึกษานี้จัดเป็นกลุ่มได้ 4 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 กลุ่มข้าวเหนียวที่มีปริมาณแอมิโลสต่ำ (สีแดง) ประกอบด้วยข้าวจำนวน 16 พันธุ์ซึ่งมีอัตราส่วนแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทินเท่ากับ 0.08 ถึง 0.12 กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มข้าวเจ้าที่มีปริมาณแอมิโลสต่ำ (สีเขียว) ประกอบด้วยข้าวจำนวน 5 พันธุ์ซึ่งมีอัตราส่วน แอมิโลสต่อแอมิโลเพกทินเท่ากับ 0.16 ถึง 0.25 กลุ่มที่ 3 คือกลุ่มข้าวเจ้าที่มีปริมาณแอมิโลสปานกลาง (สีน้ำเงิน) ประกอบด้วยข้าวจำนวน 57 พันธุ์ซึ่งมีอัตราส่วนแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทินเท่ากับ 0.28 ถึง 0.39 และกลุ่มที่ 4 คือกลุ่มข้าวเจ้าที่มีปริมาณแอมิโลสสูง (สีส้ม) ประกอบด้วยข้าวจำนวน 22 พันธุ์ซึ่งมีอัตราส่วนแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทินเท่ากับ 0.40 ถึง 0.49 ตามลำดับ ผลการจัดกลุ่มสรุปได้ดังตารางที่ 3



รูปที่ 3 Cluster analysis โดยพิจารณาจากข้อมูลปริมาณแอมิโลสและแอมิโลเพกทินของข้าวจำนวน 100 พันธุ์ (AM: amylose, AP: amylopectin) ซึ่งสามารถจำแนกข้าวเป็น 4 กลุ่ม คือ 1. กลุ่มข้าวเหนียว (สีแดง) 2. กลุ่มข้าวเจ้าแอมิโลสต่ำ (สีเขียว) 3. กลุ่มข้าวเจ้าแอมิโลสปานกลาง (สีน้ำเงิน) 4. กลุ่มข้าวเจ้าแอมิโลสสูง (สีส้ม)

ตารางที่ 3 การจัดกลุ่มของข้าวไทยจำนวน 100 พันธุ์ ซึ่งพิจารณาจากอัตราส่วนของปริมาณแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทิน

กลุ่มที่	อัตราส่วนแอมิโลสต่อแอมิโลเพกทิน	จำนวนพันธุ์	พันธุ์ข้าว
กลุ่ม 1	0.08-0.12	16	1) ก่ำเมืองน่าน 2) ข้าวก่ำ 3) ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ 4) เหนียวเขี้ยวงู 5) ลายแม่โจ้ 6) เหนียวบายสี 7) ข้าวกล่ำ 8) มหาวงษ์ 9) สันป่าตองหลวง 10) เหนียวดำหอมภูเขียว 11) เลย 12) ปลาเข็ง 13) ก่ำเชียงใหม่ ต้นเขียว 14) ดำด่าง 15) ช่อปลีขาว 16) ก่ำเฟือง
กลุ่ม 2	0.16-0.25	5	17) หอมมะลิ (GS.6426) 18) หอมมะลิ (GS.7145) 19) ขาวดอกมะลิ 105 20) เหลืองอ่อนเบา 21) ขาวกอเดียว (GS.12382)
กลุ่ม 3	0.28-0.39	57	22) รวงเดียว 23) ตาเจือ 24) ขาวเมล็ดเล็ก 25) วัดโบสถ์ 26) เมล็ดเล็กเบา 27) อีขอด 28) นางบุญมี 29) ขวัญชัย 30) ปิ่นแก้ว (GS.774) 31) แก่นจันทร์ 32) ขาวตาแห้ง 17 33) เก้ารวง 34) ขาวตามล (GS.7163) 35) ขาวตาเจือ (GS.12937) 36) ปิ่นแก้วเบา 17-4-27 37) เศรษฐีนอก 38) หลวงประทาน 39) ขาวปากกระบอก 40) ขาวมานะ 41) ขาวประกวด 42) เหลืองอ่อน (GS.7132) 43) ประดู่-แดง 44) ขาวสุพรรณ 45) เหลืองร้อยเอ็ด (1) 46) ปลุกเสก 47) ปะกาอัมปึล 48) เหลืองร้อยเอ็ด 49) ทูลฉลอง 50) เจ๊กเชย 51) กข27 52) ใบสี 53) เศรษฐี 54) รอดหนี้ 55) จำปาซ้อน 56) เล็บนก 57) เหลืองหนองคาย 58) พญาชม 59) ขาวตาเจือ (GS.12391) 60) เหลืองอ่อน (GS.12271) 61) ก้านมะยม 62) ขาวทดลอง 63) เหลืองหวล 64) ขาวตามล (GS.9369) 65) ขาวเม็ดเล็ก 66) เจ็ดรวง 67) นกเขา 68) เหลืองไร่ละเกวียน 69) เม็ดมะเขือ 70) ปิ่นทอง 71) ปิ่นแก้ว (GS.14148) 72) เหลืองล้า 73) ขาวกอเดียว (GS.9583) 74) ข้าวแพร่ 75) ช่อมะกอกกลาง 76) อีเขียวนอนทุ่ง 77) ขาวกอเดียว (GS.2731) 78) วัดจันทร์
กลุ่ม 4	0.40-0.49	22	79) ข้าวคัด 80) เขียวใหญ่ 81) ก่ำเลี้ยว 82) ตาขุย 83) หอมสุรินทร์ 84) กระเป๋า 85) หัวคันนา 86) สุพรรณบุรี 1 87) ขาวห้าร้อย 88) ทองมาเอง 89) เหลืองหางม้า 90) เหลืองต้นแข็ง 91) ขาวชูชาติ 92) บางพระ 93) ทองคำ 94) อัลฮำ 95) เหลืองตาเอี่ยม 96) เหลืองใบมัน 97) ขาวตาเอ็ก 98) ยายแกร่ง 99) โตนด 100) เอวมดแดง



รูปที่ 4 การกระจายของข้าวทั้ง 100 พันธุ์ตามจังหวัดและภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย หมายเลขแสดงพันธุ์ข้าวตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 3 เครื่องหมายสีแดงแสดงข้าวกลุ่มที่ 1 ข้าวเหนียวที่มีแอมิโลสต่ำ เครื่องหมายสีเขียวแสดงข้าวกลุ่มที่ 2 ข้าวเจ้าที่มีแอมิโลสต่ำ เครื่องหมายสีน้ำเงินแสดงข้าวกลุ่มที่ 3 ข้าวเจ้าที่มีแอมิโลสปานกลาง และเครื่องหมายสีส้มแสดงข้าวกลุ่มที่ 4 ข้าวเจ้าที่มีแอมิโลสสูง

เมื่อนำกลุ่มข้าวทั้ง 4 กลุ่ม แสดงแหล่งกำเนิดของแต่ละพันธุ์ตามภูมิภาค/จังหวัดต่างๆ ของประเทศไทยจะเป็นดังรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่า ข้าวกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นข้าวเหนียว ส่วนใหญ่มีการกระจายบริเวณภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ซึ่งสอดคล้องกับวิถีการบริโภคข้าวของคนไทยในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่นิยมบริโภคข้าวเหนียว ข้าวกลุ่มที่ 2 ข้าวเจ้าแอมิโลสต่ำ เป็นกลุ่มข้าวเจ้าที่มีความนุ่ม เหนียว เช่น ข้าวหอมมะลิ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นต้น ข้าวกลุ่มที่ 3 ข้าวเจ้าแอมิโลสปานกลาง เป็นข้าวกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดมีจำนวนมากเกินกว่าครึ่งหนึ่งของพันธุ์ข้าวที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ ข้าวกลุ่มนี้มีการกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย พบมากในภาคกลางและภาคตะวันออก สำหรับข้าวกลุ่มที่ 4 ซึ่งเป็นข้าวเจ้าแอมิโลสสูงพบจำนวนพันธุ์มากที่สุดในตัวอย่างข้าวจากจังหวัดสุโขทัย และ พิษณุโลก แต่ข้าวเจ้าแอมิโลสสูงที่สุดที่พบในการศึกษาครั้งนี้คือข้าวพันธุ์เอวมดแดง จากจังหวัดปัตตานีซึ่งมีปริมาณแอมิโลสสูงถึงร้อยละ 32 โดยน้ำหนักของแป้งข้าว

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสในแป้งข้าวจากวิธีของ Juliano [4] ซึ่งรายงานการใช้แป้งข้าว 100 มิลลิกรัมในการวิเคราะห์ โดยใช้แป้งข้าวลดลงเป็น 50 และ 20 มิลลิกรัม พบว่าผลวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสให้ผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นสามารถใช้ปริมาณแป้งข้าว 20 มิลลิกรัมในการวิเคราะห์เพื่อระบุปริมาณแอมิโลสได้ ซึ่งเป็นการลดปริมาณสารและแป้งข้าวที่ใช้ลง 5 เท่าจากปกติ และค่าที่วิเคราะห์ได้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำ

การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, ขาวตาแห้ง 17 และ สุพรรณบุรี 1 ซึ่งมีปริมาณแอมิโลสระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการรายงานมาก่อนของ Thitiprasert และคณะ [5] โดยข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีปริมาณแอมิโลสต่ำ โดยมีแอมิโลสร้อยละ 15.63 ข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 มีปริมาณแอมิโลสปานกลาง โดยมีแอมิโลสร้อยละ 23.05 และข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีปริมาณแอมิโลสสูง คือร้อยละ 29.67 โดยกลุ่มพันธุ์ข้าวที่ทำการศึกษานี้พบข้าวที่มีแอมิโลสสูงที่สุดคือพันธุ์เอวมดแดง ซึ่งมีปริมาณแอมิโลสสูงกว่าร้อยละ 32 ซึ่งสูงกว่าข้าวในกลุ่ม mini-core collection [6] ของ USDA ที่ได้รวบรวมพันธุ์ข้าวจากทั่วโลกจำนวน 217 พันธุ์ [7] โดยในกลุ่มข้าว mini-core collection ดังกล่าว พบข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสสูงสุดคือร้อยละ 28.3 [6] จากการศึกษาของ Chen และคณะ [8] พบว่าปริมาณแอมิโลสมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณ resistant starch ซึ่งการบริโภค resistant starch จะส่งผลดีต่อสุขภาพของระบบทางเดินอาหาร ลดความเสี่ยงการเกิดโรคอ้วน เบาหวานประเภทที่ 2 และโรคหลอดเลือดหัวใจ [9] และข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสสูงกว่าร้อยละ 30 จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาอาหารสุขภาพ [8] ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบข้าวไทยที่มีแอมิโลสสูงกว่าร้อยละ 30 ได้แก่ ข้าวพันธุ์โตนด ทองคำ เหลืองใบมัน บางพระ เหลืองตาเอี่ยม อัลฮำ ยายแกร่ง ขาวตาเอ็ก และเอวมดแดง จากข้อมูลเบื้องต้นนี้แสดงให้เห็นว่า ข้าวพื้นเมืองไทยมีลักษณะการสร้างแป้งที่มีแอมิโลสสูงซึ่งอาจนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อการพัฒนาพันธุ์ข้าวเพื่อสุขภาพต่อไปในอนาคต

การจัดแบ่งกลุ่มข้าวได้เป็น 4 กลุ่มนี้สอดคล้องกับการจัดแบ่งกลุ่มข้าวตามที่ National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards [10] ได้จัดแบ่งกลุ่มข้าวตามปริมาณแอมิโลสเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มข้าวเหนียวที่มีปริมาณแอมิโลสต่ำ กลุ่มข้าวเจ้าที่มีปริมาณแอมิโลสต่ำ กลุ่มข้าวเจ้าที่มี

ปริมาณแอมิโลสปานกลาง และกลุ่มข้าวเจ้าที่มีปริมาณแอมิโลสสูง โดยพบว่าข้าวส่วนมากอยู่ในกลุ่มข้าวเจ้าที่มีปริมาณแอมิโลสปานกลาง รองลงมาคือกลุ่มข้าวเจ้าที่มีปริมาณแอมิโลสสูง กลุ่มข้าวเหนียวที่มีปริมาณแอมิโลสต่ำ และกลุ่มข้าวเจ้าที่มีปริมาณแอมิโลสต่ำ ตามลำดับ ซึ่งการจัดกลุ่มพันธุ์ข้าวโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลักทำให้สามารถอธิบายถึงลักษณะกลุ่มพันธุ์ข้าวได้เข้าใจง่ายขึ้นจึงเป็นประโยชน์ต่อนักปรับปรุงพันธุ์พืช และเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ที่มีลักษณะตรงกับความต้องการในเบื้องต้นก่อนพิจารณารายละเอียดของพันธุ์ในกลุ่มที่ต้องการ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการยืนควบคุมลักษณะคุณค่าทางอาหารของข้าวเพื่อพัฒนาข้าวคุณภาพสูงสำหรับการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (PRP6105020640) ปรมา ประภาสโนบล ได้รับทุนการศึกษาจากโครงการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ (ทุนเรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย)

เอกสารอ้างอิง

1. Smith, P. S. (1982). Starch derivatives and their uses in foods. *In Food Carbohydrates.* AVI Publishing Companies, Inc., Connecticut. p. 237-269.
2. International Rice Research Institute. (1971). *Annual Report for 1970.* Los Baños, Philippines. p. 265.
3. Kumar, I., & Khush, G. S. (1986). Gene dosage effects of amylose content in rice endosperm. *The Japanese Journal of Genetics, 61,* 559-568.
4. Juliano, B. O. (1971). A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Science Today, 16,* 334-340.
5. Thitiprasert, W., Jaichagun, M., Markluea, T., Tongjeurphet, P., Raksasin, S., Deeman, A., & Vutiyano, C. (2001). *Plant germplasm database: Rice. Bangkok.* Rice Research Institute and Plant Varieties Protection Office, Department of Agriculture. The Agriculture Co-operative Federation of Thailand, LTD. p. 682. (in Thai)
6. Song, J. M., Arif, M., Zhang, M., Sze, S. H., & Zhang, H. B. (2019). Phenotypic and molecular dissection of grain quality using the USDA rice mini-core collection. *Food Chemistry, 284,* 312-322.
7. Agrama, H. A., Yan, W., Lee, F., Fjellstrom, R., Chen, M. H., Jia, M., & McClung, A. (2009). Genetic assessment of a mini-core subset developed from the USDA Rice Genebank. *Crop Science, 49,* 1336-1346.
8. Chen, M. H., Bergman, C. J., McClung, A. M., Everette, J. D., & Tabien, R. E. (2017). Resistant starch: Variation among high amylose rice varieties and its relationship with

apparent amylose content, pasting properties and cooking methods. *Food Chemistry, 234,* 180-189.

9. Keenan, M. J., Zhou, J., Hegsted, M., Pelkman, C., Durham, H. A., Coulon, D. B., & Martin R. J. (2015). Role of resistant starch in improving gut health, adiposity, and insulin resistance. *Advances in Nutrition, 6,* 198-205.
10. National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. (2017). *Thai Agricultural Standard: Thai Rice.* TAS 4004-2017. (in Thai)