



MJU 2017 ANNUAL CONFERENCE

การประชุมวิชาการ
ประจำปี 2560
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รายงาน

การประชุมวิชาการ
ประจำปี 2560

ภาคโปสเตอร์

7-8 ธันวาคม 2560

ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ISBN 978-616-8146-02-6

รายงาน

การประชุมวิชาการ ประจำปี 2560 ภาคโปสเตอร์

เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือ : 978-616-8146-02-6

พิมพ์ครั้งที่ 1 : ธันวาคม 2560, จำนวน 50 เล่ม

ราคา : 1,500 บาท

ผู้เขียน : ผู้เสนอบทความทางวิชาการ ในการประชุมวิชาการ ประจำปี 2560
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คณะกรรมการ : คณะกรรมการจัดประชุมวิชาการ (ฝ่ายวิชาการ) ประจำปี 2560
สาขาเกษตรศาสตร์: พืชศาสตร์
สาขาเกษตรศาสตร์: สัตวศาสตร์
สาขาเกษตรศาสตร์: ประมงและทรัพยากรทางน้ำ
สาขาเกษตรศาสตร์: ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สาขาวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
สาขาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์

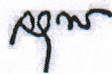
จัดพิมพ์โดย : สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
เลขที่ 63 หมู่ที่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50210

พิมพ์ที่ : หจก. ดีพรีนท์ เลขที่ 397 หมู่ที่ 3 ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

คำนำ

รายงานการประชุมวิชาการฉบับนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการประชุมวิชาการ ประจำปี พ.ศ. 2560 ในวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีเป้าหมายเพื่อเป็นเวทีในการนำเสนอความก้าวหน้าด้านการวิจัยในสาขาวิชาการต่างๆ ตลอดจนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความเคลื่อนไหวทางด้านวิชาการ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต เนื้อหาของรายงานการประชุมวิชาการในเอกสารฉบับนี้มีทั้งภาคโปสเตอร์ จำนวน 70 เรื่อง ประกอบด้วยสาขาเกษตรศาสตร์ (พืชศาสตร์ สัตวศาสตร์ ประมงและทรัพยากรทางน้ำ และทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร และสาขาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์

สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ขอขอบคุณนักวิจัย นักวิชาการ และผู้เข้าร่วมประชุมวิชาการในครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ และคณะกรรมการฝ่ายวิชาการที่เสียสละเวลาในการตรวจผลงานวิชาการและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ตลอดจนคณะผู้จัดทำ และหน่วยงานที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานในครั้งนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารเล่มนี้คงจะเป็นประโยชน์ต่อวงการวิจัยของไทย และผู้สนใจทั่วไป



(รองศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ชำมสี)

ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร

ประธานคณะกรรมการดำเนินงาน

การประชุมวิชาการ ประจำปี 2560

ผลงานทางวิชาการภาคโปสเตอร์

สาขาเกษตรศาสตร์: พืชศาสตร์

1-83

ผลของวัสดุชำและสารชีวภาพต่อการเกิดรากในกิ่งชำแก้วฮวยอินทรีย์

อดิศักดิ์ การพืงตน ธนวัฒน์ รอดขาว..... 1

อิทธิพลของการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตของเตยหอม

ภาวิณี อารีศรีสม นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์ เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์
กอบลาภ อารีศรีสม และรุ่งทิพย์ กาวารี..... 8

ผลของ BAP และ IAA ที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยหอมทอง

จิระศักดิ์ วิชาสวัสดิ์ ประสาทพร กอวยชัย และปิยนุช จันทรัมย์พร..... 17

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากไซยาโนแบคทีเรีย *Oscillatoria* sp.

ในการยับยั้งเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก

ศิริโสภา อินทะ วรรณวงศ์ ภูมิรัตน์ ชัชวาลย์
ฉันทนา ชูแสงทรัพย์ และจิรวิทย์กานท์ อ่อนศรี..... 24

ผลของความเข้มข้นของสารแพคโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของต้นหนามแดง

รุ่งนภา ช่างเจรจา อภิญา พึงเย็น และสันติ ช่างเจรจา..... 32

ผลของไทโอยูเรียต่อการแตกตาของมะกรูด

สันติ ช่างเจรจา ชนัญญู จะงาม และรุ่งนภา ช่างเจรจา..... 39

การพัฒนาเครื่องหมาย SCAR ด้วยเทคนิค Touchdown PCR เพื่อตรวจสอบลำไยลูกผสม

จันทร์เพ็ญ สาระ ฉันทนา วิชรรัตน์ อีรนุช เจริญกิจ
พาวัน มะโนชัย และแสงทอง พงษ์เจริญกิต..... 46

ความแตกต่างระหว่างเพศและตำแหน่งของใบต่อลักษณะและคุณภาพบางประการ

ของมะกิ้ง (*Hogdsonia heteroclita* spp. *heteroclita*)

อดิศักดิ์ จูมวงษ์ นารท นาคเฉลิม วินัย แสงแก้ว และบุญเลิศ อิทธิพลจันทร์..... 55

ฤทธิ์ต้านเชื้อราก่อโรคในข้าวของตะกอนที่แยกได้จากรากพาทมี (*Linostoma pauciflorum* Griff.)

ทวีสิน นาวารัตน์ และอมรรัตน์ ชุมทอง..... 61

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากใบฮ่อมที่เพาะปลูกต่างพื้นที่	
ฉันทนา ชูแสงทรัพย์ อนุวัฒน์ จรัสรัตนไพบูลย์ ศิริโสภา อินชะ วรรณวงศ์ ณรัตน์ ชัชวาล และขวัญจิรัส เชิงปัญญา.....	212
ผลของระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของจึงจูฉาย	
ภาวิณี อารีศรีสม นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์ วาริน สุหนต์ เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์ และกอบลาภ อารีศรีสม.....	221
การตั้งตำรับนาโนอิมัลชันที่ประกอบด้วยน้ำมันอะโวคาโด	
สุวิมล สมวงษ์อินทร์ และวรรณิดา ชัยญาณะ.....	229
การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดน้ำมันจากฝาง	
รุ่งทิพย์ กาวารี นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์ และภาวิณี อารีศรีสม.....	238
การทดสอบกิจกรรมเอนไซม์แอสพาราจิเนสและเมไทโอนีนเนสของแบคทีเรียเอนโดไฟท์ที่แยกได้จากงาขี้ม่อน	
ศรียาญจนา คล้ายเรือง นพมณี ไทปัญญานนท์ ปวีณา ภูมิสุทธาผล และปิยะนุช เนียมทรัพย์.....	247
การตรวจสอบลูกผสมข้ามชนิดระหว่างปทุมมาและพลอยทักษิณ (<i>Curcuma alismatifolia</i> Gagnep. x <i>C. aurantiaca</i> Van Zip.) ด้วยเครื่องหมาย ISSR	
นฤมล เข้มกลัดเงิน และเฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี.....	256
องค์ประกอบทางเคมีของน้ำลูกยอและวุ้นจากการหมัก	
กัญญาวิวิธ บุญศรี สุทธาทิพย์ วันเพ็ญ และเชาวนิพร ชีพประสพ.....	265
การถ่ายยีน Rc ที่ควบคุมการสังเคราะห์โปรแอนโทไซยานินเข้าสู่ข้าว	
รอยพิมพ์ สุขเกษม แสงทอง พงษ์เจริญกิต ศรีเมฆ ขาวโพพวง วรารณ แสงทอง และช่อทิพา สกูลสิงหาโรจน์.....	273
ปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกในข้าวไทย	
ยุพเยาว์ คบพิมาย ปณิธาน คงเทศ อรพิน พะเก๋พอ เกษฎา สายสุภา ศักรินทร์ ชัยทา ภาณุวัฒน์ สะทองป่า ศิริกัญญา สวัสดิชัย กฤษฎา โนะวะ สิริมา สุวรรณ์ วิวัฒน์ หวังเจริญ วรารณ แสงทอง และศรัณย์ จินะเจริญ.....	282
การจัดกลุ่มข้าวไทยด้วยยีนแก้ความเป็นหมันของเรณูในระบบข้าวลูกผสมสามสายพันธุ์	
ทุเรียน ทาเจริญ กนกวรรณ จันทร์เพ็ญ ช่อทิพา สกูลสิงหาโรจน์ วรารณ แสงทอง และแสงทอง พงษ์เจริญกิต.....	291

ปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกในข้าวไทย

Amylose Content and Gel Consistency of Thai Rice

ยุพเยาว์ คบพิมาย^{1*} ปณิธาน คงเทศ² อรพิน พะแกพอ² เจษฎา สายสุภา² ศักรินทร์ ชัยหา²
ภานุวัฒน์ สะทองป่า² ศิริกัญญา สวัสดิ์ชัย² กฤษฎา โนวะ² สิริมา สุวรัตน์¹ วิวัฒน์ หวังเจริญ³
วรารณ แสงทอง¹ และศรัณย์ จินะเจริญ⁴

Yuppayao Kophimai^{1*}, Panitan Kongted², Orrapin Pakaepor², Jessada Saisupa²,
Sakkarin Chaitha², Panuwat Sathongpa², Sirikanya Sawatchai², Kritsada Nowa²,
Sirima Suwarat¹, Wiwat Wangcharoen³, Varaporn Sangtong¹ and Saran Cheenacharoen⁴

¹สาขาวิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

³สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

⁴ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50300

¹Program in Genetics, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

²Department of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

³Department of Science and Food Science, Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

⁴Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai, Thailand 50300

*Corresponding author: kophimai@yahoo.com

บทคัดย่อ

ปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกเป็นตัวกำหนดคุณภาพการหุงต้มและเนื้อสัมผัสของข้าว งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาปริมาณอะไมโลส ค่าความคงตัวของแป้งสุก และความสัมพันธ์ระหว่างสองลักษณะนี้ในข้าว พันธุ์ต่างๆ จำนวน 114 ตัวอย่าง และเปรียบเทียบปริมาณอะไมโลสและค่าความคงตัวของแป้งสุกระหว่างข้าวที่ปลูก ฤดูกาลปีและนาปรังจำนวน 35 ตัวอย่าง พบว่าข้าวเหนียวมีปริมาณอะไมโลสต่ำ (4.15-8.52 เปอร์เซ็นต์) และมีค่า ความคงตัวของแป้งสุกอ่อน (ระยะทางการไหลของแป้งสุก 97.67-125.67 มม.) ส่วนข้าวเจ้ามีการกระจายตัวของ ค่าทั้งสองในช่วงกว้าง โดยมีปริมาณอะไมโลส 12.40-31.80 เปอร์เซ็นต์ และมีความคงตัวของแป้งสุกตั้งแต่ 24.67- 150.67 มม. ปริมาณอะไมโลสกับค่าความคงตัวของแป้งสุกมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก (ข้าวเหนียว $r=0.359$, $p=0.0137$ และข้าวเจ้า $r=0.135$, $p=0.0258$) และพบว่าปริมาณอะไมโลสและค่าความคงตัวของแป้งสุกของข้าว ที่ปลูกนาปีและนาปรังไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูล ในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวสำหรับการศึกษาอื่นที่ควบคุมปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกในข้าวไทย

คำสำคัญ: ข้าว อะไมโลส ความคงตัวของแป้งสุก

Abstract

Amylose content and gel consistency influence on cooking quality and texture of cooked rice. This research aimed to study amylose content, gel consistency and a correlation between amylose content and gel consistency among 114 rice samples. Moreover, we also compared those two traits among 35 rice samples planted in season and off season. The results showed that waxy rice samples had low amylose content (4.15-8.52%) and soft gel consistency (length of gel 97.67-125.67 mm), while the two traits varied widely among samples of nonwaxy rice with amylose content ranging from 12.40-31.80% and gel consistency ranging from 24.67-150.67 mm. The correlations between amylose content and gel consistency were positive with $r=0.359$ ($p=0.0137$) in waxy rice and $r=0.135$ ($p=0.0258$) in nonwaxy rice. Furthermore, amylose content and gel consistency of rice grown in season and off season were not significantly different. These data are helpful in selecting of rice samples for determining gene controlling amylose content and gel consistency of Thai rice.

Keywords: rice, amylose content, gel consistency

คำนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักและพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย และมีผลผลิตประมาณปีละ 25 ล้านตัน (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2560) ข้าวยังเป็นพืชอาหารที่สำคัญของโลก โดยพลังงานจากข้าวคิดเป็น 21% ของปริมาณพลังงานที่ได้จากการบริโภคอาหารของคนทั้งโลก และคิดเป็น 76% ของชาวเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

คุณภาพการหุงต้มและการรับประทานของข้าวแต่ละพันธุ์ เป็นปัจจัยสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกบริโภคของผู้ซื้อและเป็นตัวกำหนดราคาข้าว โดยเฉพาะปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสูกเป็นตัวกำหนดลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงเมื่อหุงต้มต้องการน้ำมาก เมล็ดข้าวขยายตัวมาก ข้าวร่วนไม่ติดกัน จึงหุงขึ้นหม้อ ส่วนข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำต้องการน้ำน้อยเมื่อหุง เมล็ดข้าวขยายตัวน้อย ข้าวเหนียว หุงขึ้นหม้อน้อยกว่าข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูง (งามชื่น, 2547) ปริมาณอะไมโลสในเมล็ดข้าวแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ 0-9% เป็นข้าวเหนียว 10-19% เป็นข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำ เมื่อหุงสุกจะเหนียวนุ่ม แต่แฉะง่าย 20-25% เป็นข้าวเจ้าอะไมโลสปานกลาง เมื่อหุงสุกข้าวค่อนข้างอ่อน และอะไมโลสมากกว่า 25% เป็นข้าวเจ้าอะไมโลสสูง เมื่อหุงสุกข้าวจะร่วนไม่ติดกัน (เขาวนัพร และคณะ, 2558)

แม้ว่าปริมาณอะไมโลสจะมีผลต่อความแข็งของข้าวสุก แต่ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสเท่ากันอาจมีความแข็งแตกต่างกันเนื่องจากแป้งสูกมีอัตราการคืนตัวไม่เท่ากัน ค่าที่ใช้เปรียบเทียบระดับความแข็งของข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสเท่ากันคือ ความคงตัวของแป้งสูก โดยพิจารณาจากระยะทางที่แป้งสูกไหลในขณะที่แป้งเย็นตัว ข้าวที่มีระยะทางไหลของแป้งมากจะอ่อนนุ่มกว่าข้าวที่มีระยะทางไหลของแป้งน้อย ความคงตัวของแป้งสูก แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

คือ ระยะทางแบ่งไหลน้อยกว่า 40 มม. จะมีความคงตัวแบ่งสูงแข็ง ระยะทางแบ่งไหล 40-60 มม. ความคงตัวแบ่งสูงปานกลาง และหากแบ่งไหลมากกว่า 60 มม. จัดเป็นความคงตัวแบ่งสูงอ่อน (Cuevas and Fitzgerald, 2012)

Zhang *et al.* (2012) รายงานว่ายีน *Waxy* ควบคุมลักษณะปริมาณอะไมโลสในข้าว และมี 5 รูปแบบ (อัลลีล) คือ Wx^a Wx^b Wx^{op} Wx^{in} และ wx โดยปริมาณอะไมโลสในข้าวจะมีมากเมื่อมีอัลลีล Wx^a Wx^{in} Wx^b Wx^{op} และ wx ตามลำดับ (Mikami *et al.*, 2008) นอกจากนี้จากการศึกษาของ Su *et al.* (2011) และ Tran *et al.* (2011) พบว่ายีน *Waxy* ยังควบคุมลักษณะความคงตัวของแบ่งสูงในข้าวอีกด้วย โดยบริเวณที่มีผลมากต่อความคงตัวของแบ่งสูงคือการแทนที่เบสในเอกซอนที่ 10 ของยีน *Waxy* (G/T) นอกจากนี้ปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแบ่งสูงจะถูกควบคุมด้วยยีนตำแหน่งเดียวกันแล้ว ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแบ่งสูงในข้าวต่างประเทศอีกด้วย (ละมุน, 2555)

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแบ่งสูงในข้าวตัวอย่างต่าง ๆ ของประเทศไทย ทั้งข้าวพันธุ์การค้า ข้าวพื้นเมือง และข้าวไร่ รวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแบ่งสูงในข้าวไทย เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกข้าวเพื่อศึกษายีนที่ควบคุมปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแบ่งสูงในข้าวไทยต่อไป และเนื่องจากสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ปริมาณแสง ความชื้น มีผลต่อคุณภาพเมล็ดข้าว (Chen *et al.*, 2012) จึงได้ศึกษาผลของสภาพแวดล้อมในการปลูกข้าวต่อปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแบ่งสูง โดยปลูกข้าวในฤดูนาปรังเทียบกับฤดูนาปีอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างข้าวที่ศึกษา

ตัวอย่างข้าวที่ศึกษาคือ ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปรัง พ.ศ. 2558 จำนวน 35 ตัวอย่าง เป็นข้าวเหนียว 10 ตัวอย่าง และข้าวเจ้า 25 ตัวอย่าง และข้าวที่ปลูกในฤดูนาปี พ.ศ. 2559 จำนวน 114 ตัวอย่าง เป็นข้าวเหนียว 49 ตัวอย่าง ข้าวเจ้า 65 ตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างข้าว

นำเมล็ดข้าวมาสีและขัดให้เป็นข้าวสารขาว แล้วบดด้วยโกร่งบด นำมาร้อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช (mesh) ได้ผงแบ่งข้าวละเอียดเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

การวัดปริมาณอะไมโลส

การวัดปริมาณอะไมโลสตัดแปลงจากวิธีของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช 4000-2546) โดยมีขั้นตอนโดยสังเขปดังต่อไปนี้

1. ชั่งแบ่ง 0.100 ± 0.0005 กรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มล.
2. เติมน้ำเอธิลแอลกอฮอล์ 95% จำนวน 1 มล. และเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 นอร์มัล จำนวน 9 มล.
3. ผสมตัวอย่างบนเครื่องผสมสารโดยใช้แท่งแม่เหล็กเป็นเวลา 10 นาที
4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มล.

5. นำขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มล. ใส่น้ำกลั่นประมาณ 70 มล. เติมกรดอะซิติกเข้มข้น 1 นอร์มัล จำนวน 2 มล. และเติมสารละลายไอโอดีน 2 มล. ตูดตัวอย่างสารละลายน้ำแบ่งที่ได้จากข้อ 4 จำนวน 5 มล. และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มล. เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

6. เตรียมสารตามวิธีในข้อ 5 แต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่างสารละลายน้ำแบ่งเพื่อใช้เป็น blank

7. วัดความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ในข้อ 5 ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร

8. ทำการทดลอง 3 ซ้ำ สำหรับข้าวแต่ละตัวอย่าง แต่ละซ้ำวัดค่าการดูดกลืนแสง 2 ครั้ง คำนวณหาปริมาณอะไมโลส โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของอะไมโลส

9. การทำกราฟมาตรฐาน

9.1 ชั่งอะไมโลส 0.040 ± 0.0005 กรัม ใส่ในขวดแก้วปริมาตรที่แห้งสนิทแล้วดำเนินการตามข้อ 2 ถึงข้อ 4

9.2 เตรียมขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 มล. จำนวน 5 ขวด เติมน้ำกลั่นขวดละ 70 มล. เติมกรดกลูเซิลอะซิติก ปริมาตร 0.4 มล. ในขวดที่ 1 ปริมาตร 0.8 มล. ในขวดที่ 2 ปริมาตร 1.2 มล. ในขวดที่ 3 ปริมาตร 1.6 มล. ในขวดที่ 4 และปริมาตร 2.0 มล. ในขวดที่ 5 ตามลำดับ แล้วเติมสารละลายไอโอดีน 2 มล. ลงในแต่ละขวด

9.3 ตูดสารละลายข้อ 9.1 ปริมาตร 1 มล. 2 มล. 3 มล. 4 มล. และ 5 มล. ซึ่งเทียบเท่าปริมาณอะไมโลส 8, 16, 24, 32 และ 40% ตามลำดับ ใส่ในขวดที่เตรียมไว้ในข้อ 9.2 เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร หลังปรับเครื่องด้วย blank ให้ได้ค่าการดูดกลืนแสง เท่ากับ 0

9.4 นำค่าการดูดกลืนแสง กับปริมาณอะไมโลสในสารละลายมาตรฐานตามข้อ 9.3 มาเขียนเป็นเส้นกราฟมาตรฐาน

การวัดความคงตัวของแป้งสุก

การวัดความคงตัวของแป้งสุกดัดแปลงจากวิธีของ Cagampang *et al.* (1973) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ชั่งแป้ง 0.100 ± 0.0005 กรัม ใส่หลอดทดลองขนาด 16 x 150 มม.

2. เติม Thymol blue 0.025 % ปริมาตร 200 ไมโครลิตร

3. เติม KOH ความเข้มข้น 0.2 นอร์มัล ปริมาตร 2 มล.

4. เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixture ประมาณ 10 วินาที

5. ปิดปากหลอดทดลองด้วยลูกแก้ว นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 8 นาที

6. เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex mixture ประมาณ 10 วินาที

7. แช่หลอดทดลองในน้ำแข็งเป็นเวลา 20 นาที

8. วางหลอดทดลองแนวนอนในกระดาษกราฟเป็นเวลา 30 นาที

9. บันทึกระยะทางการไหลของแป้งเป็นมิลลิเมตร

หมายเหตุ: ทำการทดลอง 3 ซ้ำ สำหรับข้าวแต่ละตัวอย่าง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม R (R core team, 2016) ทดสอบค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกโดยใช้วิธี Spearman และทดสอบความแตกต่างระหว่างข้าวนาปีและนาปรังโดยใช้วิธี Wilcoxon

ผลการวิจัย

ข้าวนาปี

จากการศึกษาปริมาณอะไมโลสของข้าวที่ปลูกในฤดูนาปีพบว่า ข้าวเหนียวมีปริมาณอะไมโลสต่ำ กระจายตัวอยู่ในช่วงแคบคือ 4.15-8.19 % ส่วนข้าวเจ้ามีปริมาณอะไมโลสกระจายตัวในช่วงกว้างคือ 13.74-31.80 % ความคงตัวของแป้งสุกของข้าวเหนียวมีค่าระยะทางการไหลของแป้งมาก โดยมีค่ากระจายตัวอยู่ในช่วงแคบคือ 97.67-125.67 มม. ส่วนข้าวเจ้ามีการกระจายตัวของค่าระยะทางการไหลของแป้งสุกเป็นช่วงกว้างคือ 24.67-150.67 มม. ดังแสดงใน Figure 1

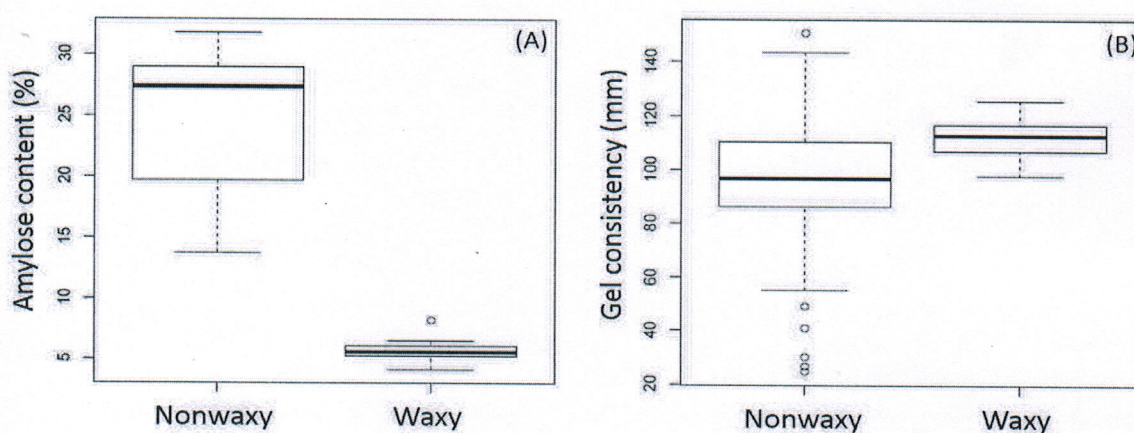


Figure 1 Boxplot of average amylose content (A) and gel consistency (B) in 114 Thai rice samples grown in season 2016

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกในข้าวนาปี โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงพบว่าปริมาณอะไมโลสกับค่าความคงตัวของแป้งสุกสัมพันธ์กันเชิงบวกในระดับต่ำ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.359 และ 0.135 และค่า p เท่ากับ 0.0137 และ 0.0258 ในข้าวเหนียวและข้าวเจ้าตามลำดับ ดังแสดงใน Figure 2

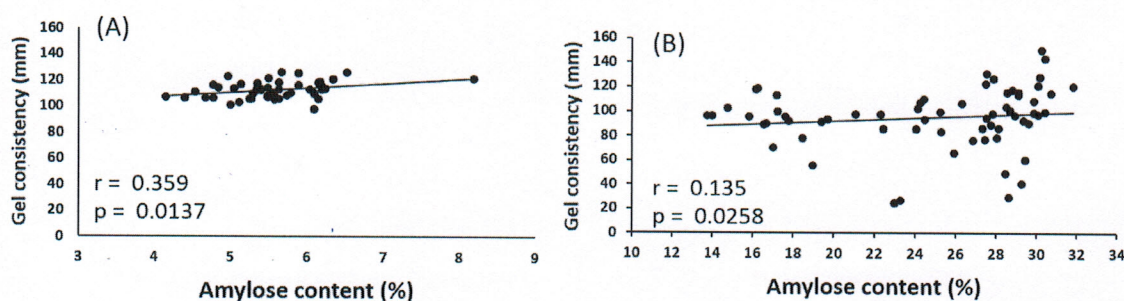


Figure 2 Correlations between amylose content and gel consistency of Thai rice samples grown in season 2016. N = 49 for waxy rice samples (A) and N = 65 for nonwaxy rice samples (B)

ข้าวนาปรัง

ปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกของข้าวที่ปลูกในฤดูนาปรังมีรูปแบบการกระจายตัวคล้ายกับในข้าวนาปี คือ ปริมาณอะไมโลสของข้าวเหนียวมีค่าน้อยและมีการกระจายตัวในช่วงแคบ คือ 4.65-8.52% ส่วนข้าวเจ้ามีการกระจายตัวของปริมาณอะไมโลสกว้างคือในช่วง 12.40-31.44% ค่าความคงตัวของแป้งสุกในข้าวเหนียวมีค่าระยะทางการไหลของแป้งมาก คือในช่วง 92.00-123.67 มม. ส่วนข้าวเจ้ามีการกระจายตัวของระยะทางการไหลของแป้งมากกว่าข้าวเหนียว คือในช่วง 46.00-125.67 มม. ดังแสดงใน Figure 3

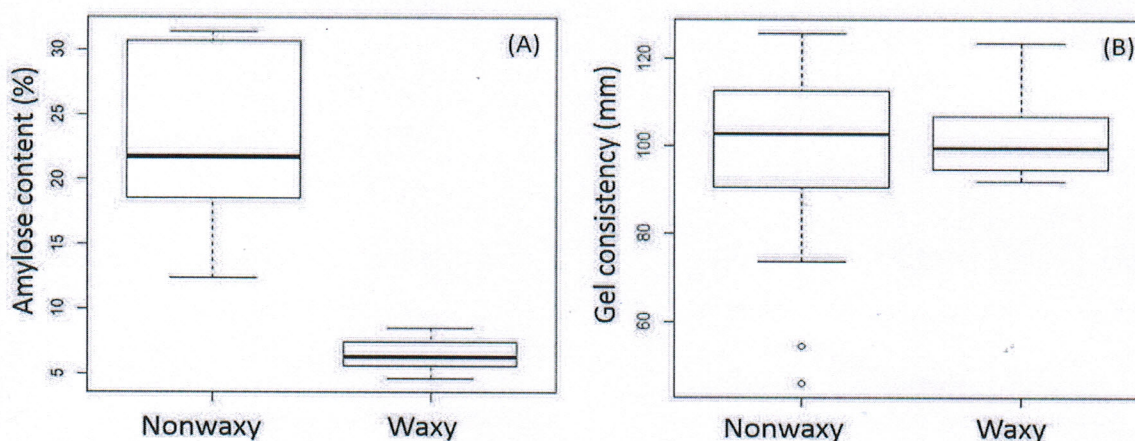


Figure 3 Boxplot of average amylose content (A) and gel consistency (B) in 35 Thai rice samples grown off season in 2015

ความสอดคล้องของปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกระหว่างข้าวที่ปลูกฤดูนาปีกับนาปรัง

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอะไมโลส (Figure 4A) และค่าความคงตัวของแป้งสุก (Figure 4B) ระหว่างข้าวที่ปลูกในฤดูนาปีและนาปรังจำนวน 35 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกโดยส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ ($p = 0.6135$ และ $p = 0.7026$ สำหรับปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกตามลำดับ)

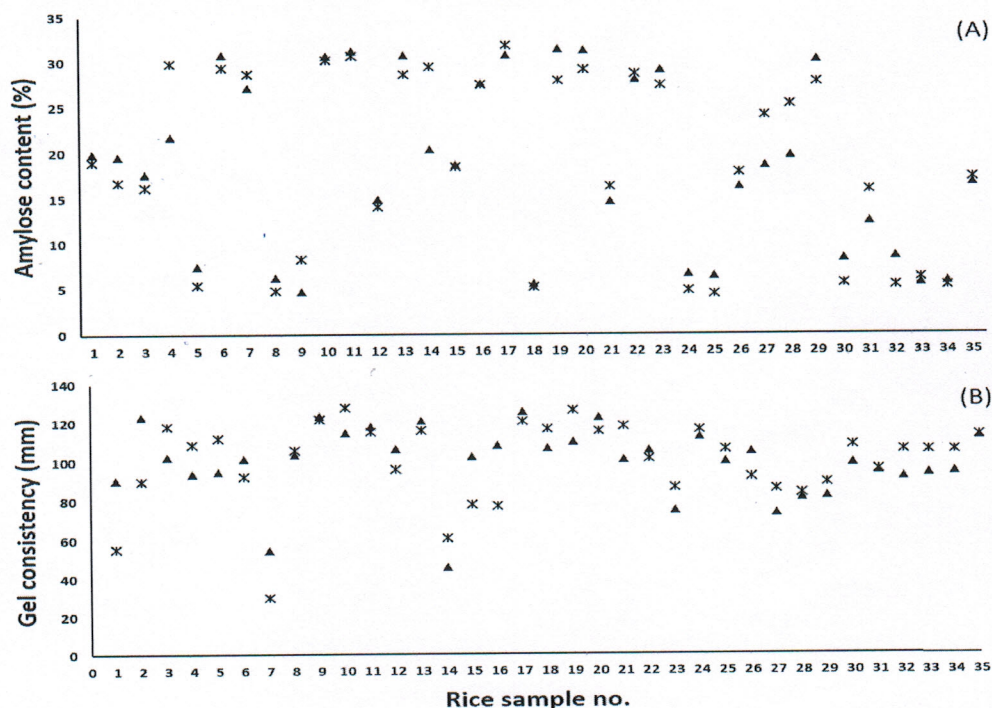


Figure 4 Physiochemical properties of 35 Thai rice samples grown in season (asterisk) and off season (triangle). Amylose content (A) and gel consistency (B)

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการวิจัยปริมาณอะไมโลสในข้าว พบว่าตัวอย่างข้าวเหนียวมีอะไมโลสในปริมาณต่ำ (0-9%) ส่วนข้าวเจ้าสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำ (10-19%) ข้าวเจ้าอะไมโลสปานกลาง (20-25%) และข้าวเจ้าอะไมโลสสูง (>25%) และจากการศึกษาความคงตัวของแป้งสุก พบว่ามีทั้งข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกแข็ง (<40 มม.) ความคงตัวของแป้งสุกปานกลาง (40-60 มม.) และความคงตัวของแป้งสุกอ่อน (>60 มม.)

ในงานวิจัยนี้พบว่าข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ เช่น ข้าวเหนียวทุกตัวอย่างมีความคงตัวของแป้งสุกอ่อน ส่วนข้าวเจ้าซึ่งมีปริมาณอะไมโลสแตกต่างกันเป็นช่วงกว้างมีความคงตัวของแป้งสุกเป็นช่วงกว้างตั้งแต่แข็งไปถึงอ่อน และยังพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกทั้งในข้าวเหนียวและข้าวเจ้า ซึ่งแตกต่างจากการรายงานของละมุน (2555) ที่พบว่าข้าวที่มีอะไมโลสสูงมีแนวโน้มของค่าความคงตัวของแป้งสุกแข็ง แต่สอดคล้องกับรายงานของ Cuevas and Fitzgerald (2012) ที่พบว่าข้าวเจ้ามีค่าความคงตัวของแป้งสุกตั้งแต่แข็งไปถึงอ่อน ทั้งนี้ความสัมพันธ์ทางสถิติที่ตรวจพบอาจเนื่องจากข้าวที่นำมาทดลองเป็นข้าวที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์หรือคัดเลือกพันธุ์ข้าวให้เหมาะกับความชอบของผู้บริโภค ดังนั้นแม้มีปริมาณอะไมโลสสูงแต่ข้าวหุงสุกไม่แข็งเนื่องจากมีความคงตัวของแป้งสุกอ่อน และเนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกเป็นความสัมพันธ์ในระดับต่ำ ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้ปริมาณอะไมโลสในการทำนายค่าความคงตัวของแป้งสุกได้

จากการเปรียบเทียบค่าปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกระหว่าง 2 ฤดูปลูก พบว่าไม่แตกต่างทางสถิติ ดังนั้นความแตกต่างระหว่างข้าวแต่ละตัวอย่างน่าจะเป็นผลจากพันธุกรรม ซึ่งน่าจะมีความหลากหลายทาง

พันธุกรรมของยีน *Waxy* ถ้ายึดตามการศึกษาของ Mikami *et al.* (2008) และ Zhang *et al.* (2012) พบว่าข้าวไทยที่ศึกษาน่าจะประกอบด้วยอัลลีล Wx^a (ปริมาณอะไมโลส 26 - 30 %) เช่น กข 57 กข 47 กข 31 สุพรรณบุรี 90 เป็นต้น อัลลีล Wx^{in} (ปริมาณอะไมโลส 22 - 25 %) เช่น หันตรา 60 และนางมลเอส-4 เป็นต้น อัลลีล Wx^b (ปริมาณอะไมโลส 12-16 %) เช่น ปทุมธานี 1 กข 39 กข 21 และเจ้าหอมนิล เป็นต้น อัลลีล Wx^{op} (ปริมาณอะไมโลส 12-13 %) เช่น กข 33 เป็นต้น และอัลลีล wx ซึ่งเป็นข้าวเหนียว เช่น เหนียวเขียว สันป่าตอง 1 และ กข 6 เป็นต้น ความแตกต่างของ ปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกระหว่างฤดูของข้าวบางพันธุ์อาจเกิดจากอายุในการเก็บรักษาข้าว เนื่องจากข้าวแต่ละตัวอย่างมีองค์ประกอบทางเคมี เช่น ปริมาณไขมัน และโปรตีน แตกต่างกันจึงเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงในเมล็ดข้าวแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ อลิษา และคณะ (2556) ที่พบว่าข้าวแต่ละพันธุ์มีการเปลี่ยนคุณสมบัติทางเคมีตามระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่เหมือนกัน และอุณหภูมิในการเก็บรักษาก็ส่งผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของข้าวเช่นเดียวกัน โดยเมื่อเก็บข้าวที่อุณหภูมิสูง ทำให้การเปลี่ยนแปลงจากข้าวใหม่เป็นข้าวเก่าเกิดได้เร็วขึ้น (เพลงพิน, 2541; อลิษา และคณะ, 2556) ซึ่งในการทดลองนี้ได้ปลูกข้าวนาปรังเร็วกว่าข้าวนาปี 6 เดือน และเก็บเมล็ดไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาประมาณ 9 เดือน ส่วนเมล็ดข้าวนาปีถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 เดือน ดังนั้นระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาจึงน่าจะส่งผลให้ข้าวบางตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี นอกจากนี้สภาวะการปลูกที่แตกต่างกันระหว่างข้าวทั้ง 2 ฤดู ก็อาจจะส่งผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของข้าวบางตัวอย่างเช่นเดียวกัน (Chen *et al.*, 2012)

สรุปผลการวิจัย

ข้าวไทยที่ศึกษามีความหลากหลายทั้งในปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุก โดยสภาพแวดล้อมในการปลูกข้าว เช่น อุณหภูมิ ช่วงแสง ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ เป็นต้น ไม่มีผลหรือมีผลน้อยต่อปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกในข้าวไทยส่วนใหญ่ ดังนั้นข้าวไทยจึงน่าจะมีความหลากหลายของยีนที่ควบคุมลักษณะปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุก ข้อมูลที่ได้นี้จะเป็นประโยชน์ในการเลือกตัวอย่างข้าวเพื่อศึกษายีนที่เกี่ยวข้องกับปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุก เพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 ขอขอบคุณ ดร.กฤษณะ ลาน้ำเที่ยง ที่ช่วยให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

- งามชื่น คงเสรี. 2547. คุณภาพข้าวสวย. น. 41-62. ใน คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- เชาวนิพร ชีพประสพ ฤทัยทิพย์ อโนมณี และหาสันต์ สาเหล็ม. 2558. องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณอะไมโลสในข้าวพันธุ์พื้นเมือง จังหวัดพัทลุง. 40 น. ใน รายงานผลการวิจัย. สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

- เพลงพิน ศิวาพรักษ์. 2541. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณอะไมโลส
คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 56 น.
- ละมุน วิเศษ. 2555. ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพด้านการหุงต้มของข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา
17(1): 172-180.
- สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. 2560. ผลผลิตข้าว. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา
<http://www.thairiceexporters.or.th/production.htm> (14 สิงหาคม 2560).
- อลิษา ชมพูพล้อย เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม ศันสนีย์ จำจด และชนากานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย. 2556. ผลของอุณหภูมิ
ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงความหนืดของข้าวพันธุ์ต่างๆ. แก่นเกษตร 41(4): 411-418.
- Cagampang, G.B., CM. Perez and B.O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality in rice.
J. Sci. Food Agr. 24: 1598-1594.
- Chen, Y., M. Wang and P. B. F. Ouwerkerk. 2012. Molecular and environmental factors determining
grain quality in rice. Food and Energy Security 1(2): 111-132.
- Cuevas, R.P. and M. A. Fitzgerald. 2012. Genetic Diversity of Rice Grain Quality. pp. 285-310. In
Çalışkan, M. (ed.). Genetic Diversity in Plants.
- Fitzgerald, M.A., S.R. McCouch and R.D. Hall. 2009. Not just a grain of rice: the quest for quality.
Trends in Plant Science 14: 133-139.
- Mikami, I., N. Uwatoko, Y. Ikeda, J. Yamaguchi, H.Y. Hirano, Y. Suzuki and Y. Sano. 2008. Allelic
diversification at the wx locus in landraces of Asian rice. Theor. Appl. Genet. 116:979-989.
- R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. [Online]. Available
<http://www.R-project.org/> (14 August 2017)
- Su, Y., Y. Rao, S. Hu, Y. Yang, Z. Gao, G. Zhang, J. Liu, J. Hu, M. Yan, G. Dong, L. Zhu, L. Guo, Q. Qian
and D. Zeng. 2011. Map-based cloning proves qGC-6, a major QTL for gel consistency of
japonica/indica cross, responds by Waxy in rice (Oryza sativa L.). Theor. Appl. Genet. 123:
859-867
- Tran, N.A., V.D. Daygon, A.P. Resurreccion, R.P. Cuevas, H.M. Corpuz and M.A. Fitzgerald. 2011. A
single nucleotide polymorphism in the Waxy gene explains a significant component of gel
consistency. Theor Appl Genet. 123: 519-525.
- Zhang, Z., M. Li, Y. Fang, F. Liu, Y. Lu, Q. Meng, J. Peng, X. Yi, M. Gu and C. Yan. 2012. Diversification
of the Waxy gene is closely related to variations in rice eating and cooking quality. Plant
Mol. Biol. Rep. 30: 462-469