

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีไทยที่ปลูกในบางท้องที่ของภาคเหนือตอนบน Seed Quality of Thai Wheat Grown under Some Up-north Locations

นิตย์ ศกุนนาร์ักษ์¹ เอกวิทย์ ตรีเนตร² และพื้งพร เนียมทรัพย์³
Nit Sakunnarak¹, Ekawit Treenate² and Puengporn Niumsup³

¹ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

³ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹Agronomy Department, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiangmai, Thailand 50290

²Chemistry Department, Faculty of Science, Maejo University, Chiangmai, Thailand 50290

³Mathematics and Statistics Department, Faculty of Science, Maejo University, Chiangmai, Thailand 50290

E-mail: nit@mju.ac.th

Abstract

Genotypes and location environments significantly influenced wheat seed quality. This experiment was thus carried out to assess seed quality of 12 Thai wheat lines/cultivars grown at five locations of up-north conditions of Thailand during the 2001-2002 dry season. The results showed that Mueang-Ngai (MNG), Chiangmai, had a great potential in production of high quality seed as determined by standard germination, shoot growth (SG), vigour index (VI), accelerated ageing, brick grit and field emergence. Although Pai district (MP) of Mae Hong Son province produced seeds with the highest weight, its germination and vigour were the lowest. Variation among cultivars on quality depended on locations. The seeds of MJUWS 1, MJUWS 4, MJUWS 5, MJUWS 7 and MJUWS 8 were good in various characteristics studied, and these lines were able to adapt to a wide range of conditions. Alpha-amylase contents were closely correlated with accelerated aged-seed germination or brick grit value, indicating the possible effect of α -amylase activities on the vigour of wheat seeds as influenced by cultivars and environments.

Keywords: wheat, locations, seed quality, seed vigour, α -amylase

บทคัดย่อ

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีแตกต่างกันไปตามพันธุ์ และสภาพแวดล้อมของแหล่งปลูก การตรวจสอบคุณภาพจึงมีความจำเป็นในการตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับแหล่งปลูก เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ ในการทดลองนี้ได้ตรวจสอบคุณภาพ

เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีจำนวน 12 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ผลิตมาจาก 5 แหล่งปลูก ในภาคเหนือตอนบน ในฤดูแล้ง ปี 2544-2545 ปรากฏว่า สวนเกษตรเมืองงาย อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ มีศักยภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่มีความงอก และความแข็งแรง ที่ประเมินจากความยาวยอด ดัชนีความแข็งแรง การเร่งอายุ Brick grit value และความงอกในสภาพไร่

สูงสุด และมีปริมาณเอนไซม์อัลฟา-อะไมเลสต่ำ ส่วนอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน แม้ว่าให้น้ำหนัก 100 เมล็ดสูง แต่มีความงอกและความแข็งแรงต่ำ ความแตกต่างระหว่างพันธุ์แปรปรวนไปตามแหล่งปลูก สายพันธุ์ที่สามารถนำไปผลิตเมล็ดพันธุ์คุณภาพดีได้ในหลายแหล่งปลูก และมีคุณภาพดีในหลายลักษณะ ได้แก่ MJUWS 3, MJUWS 4, MJUWS 5 MJUWS 7 และ MJUWS 8 ส่วนสายพันธุ์ MJUWS 6 ไม่เหมาะกับแหล่งปลูกส่วนใหญ่ ปริมาณอัลฟา-อะไมเลสในเมล็ดมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความงอกภายหลังการเร่งอายุและ Brick grit value แสดงว่าปริมาณอัลฟา-อะไมเลส มีผลต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี อันมีผลกระทบมาจากพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม

คำสำคัญ: ข้าวสาลี แหล่งปลูก คุณภาพเมล็ดพันธุ์ ความแข็งแรง อัลฟา-อะไมเลส

คำนำ

ประเทศไทยมีความต้องการแป้งสาลีในปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ การผลิตข้าวสาลีไว้ใช้ภายในประเทศจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ดังนั้น การผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง คุณภาพเมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยที่กำหนดศักยภาพในการงอก การเจริญเติบโต ความทนทานต่อสภาพที่ไม่เหมาะสมต่างๆ การเก็บรักษา แม้กระทั่งผลผลิต ดังที่ Baalbaki (1989) อ้างโดย Basu (1995) พบว่าข้าวสาลีเมล็ดใหญ่มีน้ำหนักมากจะมีโปรตีนสูงกว่า และเก็บรักษาได้นานกว่าเมล็ดที่มีน้ำหนักน้อย หรือมีโปรตีนต่ำ และเมื่อนำไปปลูกจะให้ผลผลิตสูงกว่า แต่ด้วยเหตุที่คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีมีความแปรปรวนไปตามสภาพแวดล้อมของแหล่งปลูก (นิตย, 2545) โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิสูงในระยะสะสมอาหาร ที่จะไปลดทั้งอัตราและระยะเวลาในการสะสม

น้ำหนัก (Grain filling period) ส่งผลให้น้ำหนักแห้งของเมล็ดลดลง (Tashiro and Wardlaw, 1989 อ้างตาม Duffus, 1992) อย่างไรก็ตาม Gan and Stobbe (1996) รายงานว่า เมล็ดขนาดเล็กมีผลทำให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าต่ำในบางกรณีเท่านั้น โดยไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกและผลผลิต ยิ่งกว่านั้น นิตย (2545) ยังพบว่า ข้าวสาลีบางพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดเล็กมีความงอก และความแข็งแรงสูงกว่าพันธุ์ที่มีเมล็ดใหญ่ ในกรณีที่ประเมินความแข็งแรงจากความเร็วในการงอก หรือดัชนีความแข็งแรง

ความเสียหายจากเมล็ดงอกก่อนการเก็บเกี่ยว เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คุณภาพเมล็ดต่ำ ด้วยปัญหานี้ทำให้รัฐบาลแอฟริกาใต้ ต้องอนุญาตให้บริษัทจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่มีความงอกเพียง 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับว่าต่ำมากสำหรับพืชชนิดนี้ (Barnard and Purchase, 1998) ขั้นตอนเริ่มแรกของการงอกก่อนเก็บเกี่ยว คือ การย่อยสลายของแป้งในเมล็ด ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอัลฟา-อะไมเลส (α -amylase) (Hagemann and Cihra, 1984) งานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาผลกระทบของการงอกก่อนเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพแป้งที่นำไปแปรรูป มีงานวิจัยไม่มากนักที่ศึกษาผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่จะนำไปปลูก และแม้ว่ารายงานส่วนใหญ่จะมีแนวโน้มไปในทางที่พบความเสียหายจากการงอกก่อนเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะทำให้ความงอก และการเติบโตของต้นกล้าในระยะแรกงอกต่ำ หรือมีข้อจำกัดในการปลูกลึก หรือคลุกสารป้องกันรา และการนำไปเก็บรักษาต่อ แต่ก็ยังมีข้อยกเว้นในบางกรณี ทั้งนี้ขึ้นกับความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดจากการงอกก่อนเก็บเกี่ยว พันธุ์เทคนิคที่ใช้ทดสอบ ตลอดจนลักษณะทางคุณภาพที่นำมาประเมิน (Elias and Copeland, 1991; Chastian *et al.*, 1994; Barnard and Purchase, 1998)

ในการตรวจสอบเพื่อหาพันธุ์ที่ทนทานต่อการงอกก่อนเก็บเกี่ยวของข้าวสาลี นักวิจัยพยายาม

หาวิธีการที่ง่าย เร็ว และแม่นยำ เช่น Hagemann and Cihra (1984) แนะนำว่า การทดสอบความงอกเหมาะสำหรับใช้บ่งบอกว่าพันธุ์ใดไม่ทนทานต่อการงอก ก่อนเก็บเกี่ยว ส่วนการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเอนไซม์อัลฟา-อะไมเลส จะบอกความเสียหายที่เกิดจากการงอกที่แท้จริงได้ถูกต้องกว่าวิธีอื่นๆ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่ผลิตภายใต้สภาพแวดล้อมของแหล่งปลูกที่ต่างกัน
2. เพื่อประเมินเปรียบเทียบความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการงอกก่อนเก็บเกี่ยวของข้าวสาลีอันเนื่องมาจากพันธุกรรม และสภาพแวดล้อม โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์อัลฟา-อะไมเลส กับการงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

เมล็ดพันธุ์ ทดสอบกับข้าวสาลี 12 สายพันธุ์/พันธุ์ โดย 8 สายพันธุ์ ได้จากโครงการพัฒนาพันธุ์ข้าวสาลีของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้แก่ MJUWS 1, MJUWS 2, MJUWS 3, MJUWS 4, MJUWS 5, MJUWS 6, MJUWS 7 และ MJUWS 8 ส่วนอีก 4 พันธุ์ เป็นพันธุ์แนะนำของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ Insee 1, Fang 60, สะเมิง 1 (SMG 1) และสะเมิง 2 (SMG 2) ที่เก็บเกี่ยวระยะสุกแก่ (field maturity) จากแปลงทดสอบศักยภาพของพันธุ์ข้าวสาลีที่ปลูกใน 4 จังหวัด ของภาคเหนือตอนบน 5 แห่ง ได้แก่ 1) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ (MJ) 2) โครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงาย อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ (MNG) 3) แปลงเกษตรกรอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน (MP) 4) แปลงเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย (CR) 5) แปลงเกษตรกร อำเภอเมือง

จังหวัดลำปาง (LP) ซึ่งปลูกระหว่างปลายเดือนพฤศจิกายน 2544 ถึงต้นเดือนมีนาคม 2545 นำเมล็ดของแต่ละพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวมาจากแต่ละแหล่งปลูก มาแบ่งเป็น 2, 3 หรือ 4 ซ้ำ แล้วแต่กรณี เพื่อใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ combined พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับแหล่งปลูก จึงแยกวิเคราะห์ความแปรปรวนของพันธุ์ในแต่ละแหล่งปลูก โดยใช้แผนสุ่มสมบูรณ์ ด้วยโปรแกรม SAS หรือคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความงอกแปลงเป็น $\arcsin \sqrt{\%/100}$ ก่อนนำไปวิเคราะห์

การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ความชื้นในเมล็ดและน้ำหนักเมล็ด การตรวจสอบความชื้นทำตามวิธีที่ดัดแปลงจาก ISTA (1999) โดยอบตัวอย่างเมล็ด 5 กรัม 2 ซ้ำ ที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส นาน 17 ชั่วโมง แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นด้วยมาตรฐานน้ำหนักสด ส่วนการหาน้ำหนักแห้งต่อ 100 เมล็ด ได้จากน้ำหนักของตัวอย่างเมล็ด 100 เมล็ด 4 ซ้ำ ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ และเวลา เช่นเดียวกับการหาความชื้น

ความงอกมาตรฐานและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ทดสอบกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด ด้านความงอกมาตรฐาน เพาะตัวอย่างเมล็ดพันธุ์บนกระดาษ (Top paper) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ตรวจนับต้นกล้าที่สมบูรณ์เมื่อ 4 และ 8 วัน ภายหลังเพาะ (ISTA, 1999) และคำนวณอัตราการงอก (Shoot growth) หรือดัชนีความแข็งแรง (Vigour index) จากผลรวมของจำนวนต้นกล้าสมบูรณ์หารด้วยจำนวนวันภายหลังเพาะ (AOSA, 1983) สำหรับความยาวของยอด การเร่งอายุ (Accelerated ageing) และ Brick grit test ทำตามวิธีที่แนะนำโดย Hampton and Tekrony (1995) ส่วนความงอกในสภาพไร่ (Field emergence) นำตัวอย่างเมล็ด 3 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด ไปปลูกเป็นแถว ในแปลงทดลอง

ที่ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในเดือนมกราคม 2546 นับจำนวนต้นที่โผล่พ้นดิน 14 วัน ภายหลังจากปลูก (หมายเหตุ: ระหว่างทำการทดสอบคุณภาพ ได้เก็บรักษาตัวอย่างเมล็ดไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส)

การหาปริมาณเอนไซม์อัลฟา-อะไมเลสในเมล็ด ทำตามวิธีของพรพรรณ (2540) และอัคกะบทคาน (2540) โดยสรุป ดังนี้

การเตรียมมอลท์ข้าวสาลี นำเมล็ดที่ผ่านการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ไปผึ่งในกระชอน 24 ชั่วโมง ก่อนเกลี่ยลงในกระบะที่รองด้วยกระสอบป่าน คลุมด้วยผ้าดำ 24 ชั่วโมง แล้วนำไปอบที่ 50-60 องศาเซลเซียส นาน 4-5 ชั่วโมง ก่อนบดแล้วเก็บในโถสุญญากาศที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

การสกัดเอนไซม์อะไมเลส เติม Tris-HCl buffer 20 มล. ในผงมอลท์ 0.5 กรัม เขย่า 40-45 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำสารละลายที่ได้ไปปั่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที นาน 30 นาที นำส่วนที่เป็นสารละลายไปปรับให้ได้ปริมาตร 20 มล. ด้วย Tris buffer เก็บใส่ขวดพลาสติกและนำไปแช่แข็ง

การหาปริมาณเอนไซม์อะไมเลส นำสารละลายที่แช่แข็งไว้มาเจือจาง 30 เท่า ก่อนปิเปตต์มา 0.5 มล. นำไปต้ม ที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เติมน้ำแบ่งเข้มข้น 1%w/v 0.5 มล. เขย่าแล้วจึงเติม DNS reagent 1.0 มล. พร้อมเขย่า ก่อนนำไปแช่ในน้ำเดือด 5 นาที แล้วแช่ในน้ำเย็นทันที รอจนอยู่ที่อุณหภูมิห้องก่อนเติมน้ำ 10 มล. เขย่าให้เข้ากัน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ชนิดลำแสงเดี่ยว ที่ 540 นาโนเมตร นำค่าที่อ่านได้ไปคำนวณหาปริมาณอะไมเลส โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานน้ำตาลมอลโทส

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลกระทบของพันธุ์ และแหล่งปลูกต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

น้ำหนัก 100 เมล็ด

เมล็ดข้าวสาลี 12 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ได้จากการปลูกในสภาพแวดล้อมของแหล่งปลูก 5 แห่ง มีน้ำหนักแห้งต่างกันไปตามพันธุ์ และแหล่งปลูก (Table 1) โดยพบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ชัดเจนในทุกพื้นที่ เมล็ดที่ผลิตจากอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน (MP) มีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงที่สุด ขณะที่เมล็ดจากลำปาง (LP) มีน้ำหนักต่ำที่สุด และมีช่วงความแตกต่างระหว่างพันธุ์มากที่สุด สายพันธุ์ MJUWS 1, MJUWS 5 และ MJUWS 6 มีน้ำหนักสูงอยู่ในลำดับต้นๆ ในทุกแหล่งปลูก SMG 1 และ MJUWS 7 มีน้ำหนักต่ำในทุกแหล่งปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปลูกที่ลำปางที่มีอุณหภูมิสูงกว่าแหล่งปลูกอื่นๆ (Table 7)

โดยทั่วไป ข้าวสาลีพันธุ์ที่มีเมล็ดสีขาว ส่วนใหญ่มีน้ำหนักมาก ซึ่งเป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมการแปรรูปเพราะมีแป้งมาก แต่มักมีปัญหาจากการงอกก่อนเก็บเกี่ยว (Freed *et al.*, 1976) ในการทดลองนี้ MJUWS 1 และ Insee 1 ซึ่งเป็นเมล็ดสีอ่อนที่มีน้ำหนักมาก และ SMG 2 เป็นพันธุ์ที่เมล็ดมีสีเข้มที่มีน้ำหนักน้อย แต่ส่วนพันธุ์อื่นส่วนใหญ่ไม่ได้เป็นไปตามลักษณะดังกล่าวนี้เสมอไป คือ MJUWS 5 และ MJUWS 6 ที่มีเมล็ดสีเข้ม แต่มีน้ำหนักมาก นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำหนักเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางลบกับอัลฟา-อะไมเลส (Table 6) แสดงว่า สภาพแวดล้อมของแหล่งปลูก มีผลกระทบต่อน้ำหนักเมล็ดมากกว่าพันธุ์ (Table 1) และข้าวสาลีที่มีเมล็ดขนาดใหญ่มีศักยภาพในการทนทานต่อการงอกก่อนเก็บเกี่ยวอย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ในทางลบระหว่างน้ำหนัก

เมล็ดกับค่า Brick grit ด้วย (Table 6) ยังคงยืนยันว่า ซึ่งทางผ่านชั้นกรวดที่หนาได้
เมล็ดขนาดใหญ่สามารถงอกเป็นต้นกล้าที่แข็งแรง

Table 1 Seed dry weight (g 100 seeds⁻¹) of 12 wheat lines/cultivars produced at five locations in the north during the 2001-2002 dry season

Line/cultivar	MJ	MNG	MP	CR	LP	Average
MJUWS 1	3.25 a	3.29 abc	3.30 cde	2.91 bcd	2.70 b	3.09
MJUWS 2	2.65 bc	2.99 d	3.18 ef	2.78 d	2.77 b	2.98
MJUWS 3	2.59 bc	3.22 bc	3.20 def	2.98 b	2.42 d	2.88
MJUWS 4	2.80 abc	3.17 c	3.26 def	2.81 cd	2.74 b	2.92
MJUWS 5	2.95 ab	3.37 ab	3.47 bc	3.39 a	3.15 a	3.11
MJUWS 6	2.78 abc	3.40 a	3.52 b	3.41 a	3.13 a	3.26
MJUWS 7	2.60 bc	2.92 de	2.76 g	2.79 d	2.14 e	2.94
MJUWS 8	2.81 abc	3.16 c	3.23 def	2.97 bc	2.70 b	2.81
Fang 60	2.86 abc	3.30 abc	3.40 bcd	2.89 bcd	2.45 d	2.98
Insee 1	3.00 ab	3.30 abc	3.72 a	2.87 bcd	2.64 bc	3.04
SMG 1	2.37 c	2.81 e	3.06 f	2.74 d	1.96 f	2.85
SMG 2	2.63 bc	3.35 ab	3.10 ef	2.83 bcd	2.51 cd	2.74
Average	2.77	3.19	3.27	2.94	2.61	2.97
F-test	**	**	**	*	**	
CV (%)	9.2	2.8	3.4	3.0	3.7	

1/ Means in the same column associated with a common letter are not different by DMRT (P=0.05, df = 36).

2/ Data presented are means of four replicates.

3/ MJ = Maejo, MNG = Muang Ngai, MP = Pai, CR = Chiangrai, LP= Lampang

4/ * = significant, ** = highly significant

ความงอกมาตรฐาน

เมล็ดข้าวสาลีทุกพันธุ์ที่ผลิตจากสวนเกษตรเมืองงาย (MNG) มีความงอกสูง (Table 2) สำหรับแม่โจ้ (MJ) และเชียงราย (CR) เมล็ดมีความงอกใกล้เคียงกัน แต่เมล็ดของพันธุ์ Insee 1 จากแม่โจ้ (MJ) มีความงอกสูงมากถึง 97 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่เชียงราย (CR) เมล็ดที่ได้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำสุด (85 เปอร์เซ็นต์) ส่วนเมล็ดจากอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน (MP) ทุกพันธุ์มีความงอกมาตรฐานต่ำ

และพบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ชัดเจนกว่าแหล่งปลูกอื่นๆ

เมื่อพิจารณาพันธุ์ที่เหมาะสมกับแหล่งปลูกที่ให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกสูง พบว่า MJUWS 3, MJUWS 4 และ MJUWS 7 มีคุณภาพการงอกดีอยู่ในลำดับที่ 1-5 จาก 4 ใน 5 แหล่งปลูกที่ศึกษาทดลองจัดว่าเป็นสายพันธุ์ที่ให้เมล็ดพันธุ์ดี ขณะที่ SMG 1 SMG 2 และ MJUWS 6 ไม่เหมาะจะปลูกที่อำเภอปาย

Table 2 Percentages of standard germination of 12 wheat lines/cultivars produced at five locations in the north during the 2001-2002 dry season

Line/cultivar	MJ	MNG	MP	CR	LP	Average
MJUWS 1	88 (1.22 ab)	99 (1.45)	85 (1.17 ab)	94 (1.33 abcd)	87 (1.21 abc)	97 (1.27)
MJUWS 2	90 (1.25 ab)	98 (1.43)	79 (1.10 bcd)	98 (1.41 a)	79 (1.09 bc)	90 (1.26)
MJUWS 3	97 (1.39 a)	99 (1.49)	77 (1.08 bcd)	95 (1.34 abc)	92 (1.28 a)	92 (1.29)
MJUWS 4	92 (1.29 ab)	100 (1.57)	83 (1.15 b)	97 (1.39 ab)	89 (1.24 ab)	94 (1.32)
MJUWS 5	96 (1.38 ab)	99 (1.49)	91 (1.26 a)	93 (1.30 abcd)	80 (1.10 bc)	94 (1.32)
MJUWS 6	87 (1.20 b)	98 (1.41)	71 (1.01 def)	94 (1.33 abcd)	77 (1.07 c)	90 (1.25)
MJUWS 7	96 (1.37 ab)	100 (1.54)	84 (1.16 b)	87 (1.20 cd)	87 (1.20 abc)	90 (1.25)
MJUWS 8	94 (1.32 ab)	100 (1.54)	75 (1.04 cdef)	89 (1.23 bcd)	90 (1.24 ab)	92 (1.28)
Fang 60	91 (1.27 ab)	100 (1.52)	75 (1.04 cdef)	89 (1.24 bcd)	78 (1.08 c)	90 (1.25)
Insee 1	97 (1.39 a)	99 (1.49)	81 (1.12 bc)	85 (1.17 d)	82 (1.13 abc)	90 (1.24)
SMG 1	91 (1.28 ab)	99 (1.50)	67 (0.95 f)	92 (1.29 abcd)	84 (1.16 abc)	90 (1.25)
SMG 2	95 (1.36 ab)	98 (1.41)	69 (0.98 ef)	97 (1.39 ab)	85 (1.18 abc)	90 (1.25)
Average	94 (1.31)	99 (1.49)	78 (1.09)	93 (1.30)	84 (1.17)	91 (1.27)
F-test	ns	ns	**	**	**	
% CV	7.2	5.8	5.2	6.4	7.0	

1/ The arcsin SQRT transformed data are in parentheses. Germination percentages are back transformed means of four replicates.

2/ Means in the same column associated with a common letter are not different by DMRT(P=0.05, df = 36).

3/ MJ = Maejo, MNG = Muang Ngai, MP = Pai, CR = Chiangrai, LP= Lampang

4/ ns = not significant, * = significant, ** = highly significant

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดข้าวสาลีโดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย เพื่อต้องการข้อมูลที่ชี้ชัดลงไปว่า เมล็ดมีคุณภาพเด่นหรือด้อยในทางใดจากการวัดความยาวยอดของต้นกล้าที่สมบูรณ์ ซึ่งใช้บ่งบอกการเจริญเติบโตของต้นกล้า และดัชนีความแข็งแรง ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความเร็วในการงอกให้ผลในทำนองเดียวกับความงอกมาตรฐาน (Table 2) ทั้งลำดับของพันธุ์ในแต่ละแหล่งปลูก และศักยภาพของแหล่งปลูกที่ให้เมล็ดที่แข็งแรง การที่ความยาวยอดและดัชนีความแข็งแรง ไม่ได้ให้ข้อมูลที่ดีกว่าความงอกมาตรฐานในการทดลองนี้ อาจเนื่องจากเป็นวิธีการตรวจสอบความแข็งแรงภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่นเดียวกับความงอกมาตรฐาน และเมล็ดที่งอกได้เป็นเมล็ดที่งอกเร็วและเจริญเติบโตดี

ส่วนการเร่งอายุ (Table 3) เป็นการทดสอบความงอกของเมล็ดที่ผ่านการเก็บไว้ในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิสูง ซึ่งใช้พยากรณ์ความสามารถในการเก็บรักษาและความงอกในสภาพไร่ (Hampton and Tekrony, 1995) ในภาพรวมความงอกภายหลังการเร่งอายุ ต่ำกว่าความงอกมาตรฐาน และในทุกแหล่งปลูก ยกเว้นแม่โจ้ (MJ) มีการตอบสนองทำนองเดียวกับความงอกมาตรฐาน แสดงว่า เมล็ดที่งอกได้ส่วนใหญ่เป็นเมล็ดที่แข็งแรงในด้านความทนทานต่อความเครียดจากสภาพร้อนชื้น ซึ่งบ่งบอกว่าจะเก็บรักษาไว้ได้นาน

การวัดความสามารถของต้นกล้าที่จะแทงผ่านชั้นกรวดหยาบที่ปิดทับตามวิธี Brick grit test หรือ Hiltner test เป็นเทคนิคที่ใช้ประเมินความเสียหายที่เกิดจากการงอกก่อนเก็บเกี่ยวได้ (Hampton and Tekrony, 1995) ข้อมูลของ Brick grit value ค่อนข้างแตกต่างจากผลการตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธีอื่นๆ (Table 4) แม้กระนั้นก็ตาม เมล็ดจากเมืองงาย (MNG)

ยังคงมีคุณภาพสูงกว่าแหล่งปลูกอื่นๆ โดยมีเชิงราย (CR) และปาย (MP) อยู่ในอันดับปานกลาง ขณะที่เมล็ดจากลำปาง (LP) และแม่โจ้ (MJ) สามารถงอกผ่านชั้นกรวดได้น้อยมาก แต่ที่แม่โจ้ (MJ) พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์เด่นชัดกว่าแหล่งปลูกอื่น ในทุกแหล่งปลูก พบความแตกต่างด้านนี้ระหว่างพันธุ์ชัดเจนกว่าความงอกมาตรฐานและความงอกภายหลังการเร่งอายุ แสดงว่า เทคนิคนี้มีความไว (Sensitive) ที่สามารถจำแนกความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีได้ดี

จากการทดสอบความงอกในสภาพไร่ กลับแทบไม่พบความแตกต่างอย่างเด่นชัดระหว่างพันธุ์ในหลายแหล่งปลูก โดยภาพรวมเปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพไร่เฉลี่ยจากทุกพันธุ์ และทุกแหล่งปลูกต่ำกว่าของความงอกมาตรฐานถึง 40 เปอร์เซ็นต์ แม้ผลกระทบจากแหล่งปลูกจะเป็นไปในทำนองเดียวกันคือ เมล็ดจากเมืองงาย (MNG) มีความงอกในสภาพไร่สูง (53-67 เปอร์เซ็นต์) ใกล้เคียงกันทุกพันธุ์ และเฉพาะเมืองปาย (MP) เท่านั้น ที่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์อย่างเด่นชัด และมีความงอกต่ำสุด (24-52 เปอร์เซ็นต์) สภาพไร่ที่ใช้ทดสอบความงอกคือ มหาวิทยาลัยแม่โจ้แห่งเดียว และวันปลูกเดียว (ฤดูแล้ง หรือเดือนมกราคม) อาจมีสภาพความเครียดที่รุนแรงกว่าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ หรือเพราะเมล็ดเริ่มเสื่อมเนื่องจากเก็บรักษานานข้ามปี แม้จะเก็บที่อุณหภูมิต่ำก็ตาม

ความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างความงอกกับความแข็งแรงทุกวิธี และระหว่างแต่ละวิธีที่ใช้ประเมินความแข็งแรง (Table 6) ยืนยันว่า เมล็ดที่งอกเป็นเมล็ดที่แข็งแรงในหลายๆ ด้าน และเทคนิคที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ สามารถพยากรณ์ความงอกในสภาพไร่ได้ทุกวิธี

Table 3 Germination percentages of accelerated aged-seeds of 12 wheat lines/cultivars produced at five locations in the north during the 2001-2002 dry season

Line/cultivar	MJ	MNG	MP	CR	LP	Average
MJUWS 1	77 (1.07 cde)	96 (1.36)	79 (1.09 abc)	88 (1.21 ab)	79 (1.09 bcd)	84 (1.16)
MJUWS 2	74 (1.03 de)	98 (1.43)	74 (1.04 bc)	94 (1.32 ab)	84 (1.17 abc)	86 (1.18)
MJUWS 3	84 (1.16 abc)	99 (1.47)	83 (1.15 ab)	94 (1.32 ab)	79 (1.10 bcd)	88 (1.22)
MJUWS 4	75 (1.04 cde)	99 (1.46)	75 (1.05 bc)	91 (1.27 ab)	86 (1.19 ab)	88 (1.22)
MJUWS 5	86 (1.19 ab)	99 (1.49)	89 (1.23 a)	88 (1.22 ab)	76 (1.05 cd)	88 (1.22)
MJUWS 6	71 (1.00 e)	99 (1.45)	70 (0.99 bc)	92 (1.29 ab)	76 (1.06 cd)	87 (1.20)
MJUWS 7	82 (1.13 bcd)	99 (1.46)	78 (1.08 abc)	82 (1.14 b)	90 (1.25 a)	86 (1.19)
MJUWS 8	91 (1.27 a)	99 (1.47)	66 (0.95 c)	94 (1.33 a)	83 (1.14 abcd)	88 (1.22)
Fang 60	75 (1.05 cde)	99 (1.50)	71 (1.00 bc)	93 (1.31 ab)	75 (1.04 d)	87 (1.21)
Insee 1	80 (1.10 b-e)	99 (1.47)	81 (1.12 abc)	90 (1.26 ab)	81 (1.12 bcd)	87 (1.20)
SMG 1	71 (1.00 e)	99 (1.48)	72 (1.01 bc)	91 (1.26 ab)	82 (1.13 bcd)	87 (1.20)
SMG 2	80 (1.11 b-e)	100 (1.54)	68 (0.97 bc)	91 (1.26 ab)	79 (1.09 bcd)	86 (1.19)
Average	79 (1.10)	98 (1.47)	76 (1.06)	91 (1.26)	81 (1.12)	87 (1.20)
F-test	**	ns	**	*	**	
CV (%)	5.8	6.9	8.8	6.1	5.7	

1/ The arcsin SQRT transformed data are in parentheses. Germination percentage are back transformed means of four replicates.

2/ Means in the same column associated with a common letter are not different by DMRT (P=0.05, df = 36).

3/ MJ = Maejo, MNG = Muang Ngai, MP = Pai, CR = Chiangrai, LP= Lampang

4/ ns = not significant, * = significant, ** = highly significant

Table 4 Percentages brick grit value of 12 wheat lines/cultivars produced at five locations in the north during the 2001-2002 dry season

Line/cultivar	MJ	MNG	MP	CR	LP	Average
MJUWS 1	53 (0.81 cde)	96 (1.37 ab)	84 (1.16 ab)	77 (1.07 bc)	68 (0.97 a)	77 (1.07)
MJUWS 2	66 (0.95 bc)	90 (1.25 abc)	83 (1.14 ab)	84 (1.16 ab)	56 (0.85 bc)	77 (1.06)
MJUWS 3	53 (0.81 cde)	93 (1.31 abc)	82 (1.13 ab)	85 (1.17 ab)	53 (0.82 e)	76 (1.06)
MJUWS 4	64 (0.92 bc)	87 (1.20 bc)	79 (1.10 abc)	84 (1.16 ab)	65 (0.94 ab)	76 (1.12)
MJUWS 5	86 (1.19 a)	97 (1.40 ab)	84 (1.16 ab)	81 (1.12 abc)	73 (1.03 a)	81 (1.11)
MJUWS 6	43 (0.72 de)	82 (1.13 c)	77 (1.07 abc)	92 (1.29 a)	66 (0.94 ab)	80 (1.06)
MJUWS 7	63 (0.91 bc)	94 (1.32 abc)	78 (1.09 abc)	85 (1.17 ab)	71 (1.00 a)	77 (1.11)
MJUWS 8	76 (1.06 ab)	96 (1.36 ab)	73 (1.02 bc)	85 (1.17 ab)	70 (0.99 a)	80 (1.10)
Fang 60	59 (0.88 cd)	99 (1.45 a)	80 (1.11 abc)	87 (1.20 ab)	50 (0.79 c)	80 (1.09)
Insee 1	58 (0.86 cd)	94 (1.32 abc)	90 (1.25 a)	69 (0.98 c)	73 (1.02 a)	78 (1.05)
SMG 1	37 (0.65) e	94 (1.32 abc)	53 (0.81 d)	89 (1.23 ab)	71 (1.00 a)	75 (1.04)
SMG 2	58 (0.86 cd)	97 (1.39 ab)	66 (0.94 cd)	90 (1.26 a)	65 (0.94 ab)	74 (1.08)
Average	60 (0.89)	94 (1.32)	78 (1.08)	84 (1.17)	65 (0.94)	78 (1.08)
F-test	**	*	**	**	**	
CV (%)	10.7	9.0	8.7	8.3	6.9	

1/ The arcsin SQRT transformed data are in parentheses. Percentage data presented are back transformed means of four replicates.
2/ Means in the same column associated with a common letter are not different by DMRT (P=0.05, df = 36).
3/ MJ = Maejo, MNG = Muang Ngai, MP = Pai, CR = Chiangrai, LP= Lampang
4/ ns = not significant, * = significant, ** = highly significant

ปริมาณเอนไซม์อัลฟา-อะไมเลส

ปริมาณเอนไซม์อัลฟา-อะไมเลสในเมล็ดข้าวสาลีซึ่งวัดจากปริมาณน้ำตาลมอลโทสที่เกิดจากการย่อยแป้ง (Table 6) จะเห็นว่าเมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ต่างๆ ที่ผลิตจากแม่โจ้ มีอัลฟา-อะไมเลส สูงกว่าแหล่งปลูกอื่นๆ ส่วนเมล็ดจากเมืองงายมีเอนไซม์นี้ต่ำที่สุด แต่ทั้งแม่โจ้ และเมืองงาย พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์

ชัดเจนกว่าอีก 3 แหล่งปลูก โดยสายพันธุ์ MJUWS 4 MJUWS 1 และ MJUWS 2 จากเมืองงาย มีอัลฟา-อะไมเลสต่ำสุด ขณะที่ในหลายแหล่งปลูก Insee 1 MJUWS 8, SMG1 และ SMG 2 อยู่ในกลุ่มที่มีเอนไซม์ในเมล็ดค่อนข้างสูง และสายพันธุ์ MJUWS 3 และ MJUWS 5 มีปริมาณปานกลาง

Table 5 Means of α -amylase contents of seeds (unit g⁻¹) in 12 wheat lines/cultivars produced at five locations in the north during the 2001-2002 dry season

Line/ cultivar	MJ	MNG	MP	CR	LP	Average
MJUWS 1	113	85	168	157	146	134
MJUWS 2	217	88	130	159	180	144
MJUWS 3	172	111	141	147	170	156
MJUWS 4	193	83	150	168	181	156
MJUWS 5	201	110	204	159	157	161
MJUWS 6	165	150	150	147	179	162
MJUWS 7	196	131	176	131	144	157
MJUWS 8	244	158	135	169	181	167
Fang 60	224	174	136	202	146	177
Insee 1	259	217	166	189	171	188
SMG 1	274	102	151	167	187	188
SMG 2	277	145	154	150	202	181
Average	213	130	155	164	170	164

1/ Means were calculated from three replicates.

2/ Standard deviations were less than 0.1 (not shown).

3/ MJ = Maejo, MNG = Muang Ngai, MP = Pai, CR = Chiangrai, LP= Lampang

เมล็ดที่มีอัลฟา-อะไมเลสสูง แสดงว่า แบ่งในเมล็ดถูกย่อย อันเป็นกระบวนการเริ่มต้นของการงอก โดยรากยังไม่แทงออกมา การย่อยแบ่งจะเกิดขึ้นในเมล็ดที่ไม่มีการพักตัว ซึ่งขึ้นกับพันธุ์ และสภาพแวดล้อมขณะที่เมล็ดกำลังพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิ ถ้าเมล็ดได้รับอุณหภูมิสูงก่อนอุณหภูมิต่ำ เมล็ดจะพักตัวได้ดีกว่าได้รับอุณหภูมิต่ำก่อน แต่เมล็ดที่พักตัวในระยะสุกแก่เหล่านี้ จะพ้นจากการพักตัวอย่างรวดเร็วเมื่อเมล็ดแห้ง ซึ่งอุณหภูมิสูงจะช่วยเร่งให้พ้นจากการพักตัวเร็วขึ้น (Bewley and Black, 1994) ดังนั้น ISTA (1999) จึงแนะนำให้ทำลายการพักตัวของเมล็ดข้าวสาลีด้วยการอบแห้ง (Predrying) ในการทดลองนี้ เก็บเกี่ยวเมล็ดขณะที่อากาศร้อน และแห้ง (Table 7) เมล็ดที่เก็บเกี่ยวจากทุกแหล่งปลูกมีความชื้นค่อนข้างต่ำใกล้เคียงกัน อยู่ระหว่าง 9.1-10.4 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดที่มีความชื้นระดับนี้มีผลให้เมล็ดพ้นจากการพักตัวได้ ดังที่ Bauer and Black (1983)

พบว่า เมล็ดข้าวสาลีที่ถูกลดความชื้นลงจนเหลือ 12 เปอร์เซ็นต์ นาน 2 วัน สามารถชักนำให้เมล็ดงอกได้ ข้อมูลความงอกของเมล็ดที่อายุเก็บเกี่ยวต่างๆ ทั้งก่อน และภายหลังการอบแห้งของพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ซึ่ง นิตย และคณะ (2550) สนับสนุนความคิดเห็นดังกล่าว

จากการที่ปริมาณอัลฟา-อะไมเลส ในเมล็ดมีความสัมพันธ์ในทางลบกับความงอก ภายหลังการเร่งอายุ และกับ Rick grit value (Table 6) บ่งบอกว่า ความเสียหายที่เกิดจากการงอกก่อนเก็บเกี่ยวของเมล็ดข้าวสาลี น่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดต่ำในด้านที่ไม่สามารถเก็บรักษาได้นาน และไม่สามารถงอกในดินแข็ง หรือเมื่อปลูกลึก ซึ่งเน้นให้เห็นถึงความสำคัญของกิจกรรมของอัลฟา-อะไมเลส ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี อย่างน้อยก็ในสายพันธุ์ที่ทดสอบ

Table 6 Correlation coefficients (r) between seed quality tested by different techniques (df=58)

	Germn	SG	VI	AA	BG	FE	Amylase
DWT	-0.05 ^{ns}	0.02 ^{ns}	-0.18 ^{ns}	0.22 ^{ns}	0.52**	-0.04 ^{ns}	-0.36**
Germination		0.74**	0.90**	0.81**	0.52**	0.74**	-0.08 ^{ns}
SG			0.71**	0.60**	0.44**	0.58**	0.10 ^{ns}
VI				0.68**	0.31*	0.74**	0.08 ^{ns}
AA					0.77**	0.64**	-0.32*
BG						0.39**	-0.47**
FE							-0.03 ^{ns}

1/ ns = not significant, * = significant , ** = highly significant
2/ DWT= seed dry weight, VI= vigour index, SG= shoot growth, AA= % accelerated aged-seed germination
BG= % brick grit value, FE= % field emerged seedling

Table 7 Rainfall, air temperature and relative humidity at five locations during the growing season in 2001-2002

Location	Month	Rainfall (mm)	Air temperature (° C)		%RH	
			Max.	Min.	Max.	Min.
MJ	Nov. 01	8.6	29.2	16.4	92 †	48 †
	Dec. 01	16.1	29.8	16.7	93 †	48 †
	Jan. 02	12.9	29.6	15	91 †	42 †
	Feb. 02	16.6	33.2	16.2	86 †	34 †
MNG	NR	NR	NR	NR	NR	NR
MHS	Nov. 01	23.3	29.7	16.5	95	52
	Dec. 01	16.8	29.3	17.4	96	54
	Jan. 02	T	29.5	14.8	95	44
	Feb. 02	22.5	33.5	14.7	92	32
CR	Nov. 01	T	28.3	15.4	94	47
	Dec. 01	4.5	28.5	15.3	94	48
	Jan. 02	23.5	28.1	13.8	94	44
	Feb. 02	39	31.3	15.1	93	37
LP	Nov. 01	4.6	30.3	16.9	97	50
	Dec. 01	T	31.4	17.1	96	47
	Jan. 02	12.1	31.1	15.5	96	42
	Feb. 02	5.9	35.1	17.9	91	32

1/ MJ = Maejo, MNG = Muang Ngai, MHS = Maehongson, CR = Chiangrai, LP= Lampang
2/ NR = no record
3/ † = %RH at Mueang district, Chaingmai

สรุปผลการทดลอง

จากการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดข้าวสาลีจำนวน 12 สายพันธุ์/พันธุ์ ที่ผลิตมาจาก 5 แหล่งปลูก โดยใช้เทคนิคต่างๆ กัน สรุปได้ ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมของแหล่งปลูกมีอิทธิพลสูงต่อลักษณะทางคุณภาพที่ทดสอบส่วนใหญ่ โดยโครงการพิเศษสวนเกษตรเมืองงาย อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ (MNG) เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่มีคุณภาพดี คือ มีความงอก และความแข็งแรงสูง ปริมาณเอนไซม์อัลฟา-อะไมเลสค่อนข้างต่ำ ส่วนอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน (MP) ไม่เหมาะที่จะใช้เป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี เพราะให้เมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำในหลายลักษณะ

2. ความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์มาก หรือน้อยขึ้นกับแหล่งปลูก สายพันธุ์ที่มีเมล็ดพันธุ์คุณภาพดีในหลายลักษณะ และในหลายแหล่งปลูก ได้แก่ MJUWS 3, MJUWS 4, MJUWS 5, MJUWS 7 และ MJUWS 8 แต่สายพันธุ์ MJUWS 6 ไม่เหมาะกับแหล่งปลูกส่วนใหญ่

3. ปริมาณอัลฟา-อะไมเลสในเมล็ดมีความสัมพันธ์กับความงอกภายหลังการเร่งอายุ และ Brick grit value แสดงว่า ปริมาณอัลฟา-อะไมเลส มีผลต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสภาวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณ คุณอรุณศรี เอี่ยมรัมย์ และคุณอนุรัตน์ วั่งวงศ์ นักศึกษาภาควิชาเคมี ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์เอนไซม์ คุณอาทิตย์ จองแดง นักศึกษาปริญญาโทพืชไร่ ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดเตรียมรายงาน

เอกสารอ้างอิง

- นิตย ศกุนรักษ์. 2545. คุณภาพเมล็ดข้าวสาลีจาก 6 แหล่งปลูก. รายงานการสัมมนาวิชาการ ัญชีพืชเมืองหนาวแห่งชาติ ครั้งที่ 21. 6-8 กุมภาพันธ์ ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. น 139-151.
- นิตย ศกุนรักษ์ เอกวิทย์ ตรีเนตร พึ่งพร เนียมทรัพย์ และฉันทนา สี่ฝั่ง. 2550. การทดสอบ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่ปลูกภายใต้ สภาพแวดล้อมภาคเหนือตอนบน. รายงาน ผลงานวิจัย. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- พรพรรณ กันทะอุโมงค์. 2540. การผลิตมอลโท เดกซ์ทรินโดยใช้เอนไซม์อะไมเลสจาก มอลท์ข้าวสาลีและแบคทีเรีย. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- อัคกะบทคาน ปาทาน. 2540. การผลิตมอลโทเดกซ์ ทรินโดยใช้มอลท์ธัญพืช. ภาควิชาเคมี คณะ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- AOSA, 1983. **Seed Vigor Testing Handbook.** Contribution No. 32 to the handbook on seed testing. Association of official Seed analysts, Nebraska. 93 p.
- Baalbaki, R.Z. 1989. The effect of seed size, density and protein content on field performance, vigour and storability of two winter wheat varieties. **Sci. and Eng.** 50: 815B.
- Barnard, A. and J.L. Purchase. 1998. The relationship of preharvest sprouted seed and seed treatment to emergence and yield of winter wheat in the Eastern Free State. **Seed Sci. and Technol.** 26: 711-718.

- Basu, R.N. 1995 Seed Viability. *In*: Basra, A.S (ed.) **Seed quality: basic mechanism and agricultural implications**. Food Products Press, Binghamton. 1-44 pp.
- Bauer, A. and A.L. Black. 1983. Sprouting in intact mature spike of hard red spring wheat. **Agron J.** 75: 1016-1022.
- Bewley, J.D. and M. Black. 1994. **Seeds: Physiology of development and Germination**. (2nd ed.) Plenum Press, New York and London. 445 p.
- Chastain, T.G., B.L. Klepper and D.E. Wilkins. 1994. Relationship of wheat and seed sprouting severity, planting depth, and seed treatment of emergence and yield. **Crop Sci.** 34: 508-513.
- Duffus, C.M. 1992. Control grain growth and development. *In*: Marshall, C. and J. Grace (eds.) **Fruit and Seed Production**. Cambridge University Press, Cambridge. 125-149 pp.
- Elias, S. and L.O. Copeland. 1991. Effect of preharvest sprouting on germination, storability, and field performance of red and white wheat seed. **J. Seed Technol.** 15: 67-78.
- Freed, R.D., E.H. Everson, K. Ringlund and M. Gullord. 1976. Seed coat color in wheat and the relationship to seed dormancy at maturity. **Cereal Res. Commun.** 4: 147-149.
- Gan, Y. and E.H. Stobbe. 1996. Seedling vigor and grain yield of 'Roblin' wheat affected by seed size. **Agron. J.** 88: 456-460.
- Hampton J.G and D.M. Tekrony. 1995. **Handbook of Vigour Test Methods**. The International Seed Testing Association, Zurich. 117 p.
- Hagemann, M.G. and A. J. Ciha. 1984. Evaluation of methods used in testing winter wheat susceptibility to preharvest sprouting. **Crop Sci.** 24: 249-252.
- ISTA. 1999. International rule for seed testing. **Seed Sci. and Technol.** 27: supplement.
- Tashiro, T. and I.F. Wardlaw. 1989. A comparison of the effect of high temperature on grain development in wheat and rice. **Ann. of Bot.** 64: 59-65