# บทที่ 2

## การตรวจเอกสาร

### ความแปรปรวนภายในรวงข้าวต่อการถ่ายเทสารสังเคราะห์และคุณภาพข้าว

ผลผลิตของข้าวถูกกำหนดโดยจำนวนเมล็ดข้าวต่อรวง แต่เนื่องจากลำดับการผสมเกสรของดอกภายในช่อดอกเดียวกันเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน โดยดอกจะบานจากปลายลงมาถึงโคนรวงภายในระยะเวลาประมาณ 9 วันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนดอกที่มีอยู่ในรวงและสภาวะของสิ่งแวดล้อม เช่น ช่อดอกเล็ก (รวงบาง) ซึ่งมีดอกน้อย ดอกข้าวจะบานหมดเร็วกว่าช่อดอกใหญ่หรือรวงหนาเป็นต้น (จำรัส, 2534) การศึกษาความแปรปรวนของผลผลิตในถั่วเหลือง Shibles *et al*. (1975); Egli (1993) รายงานว่า แหล่งสร้างสารสังเคราะห์ เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดผลผลิต โดยที่การสะสมสารสังเคราะห์ในเมล็ดภายในช่อดอกเดียวกัน มีความแตกต่างกันไปตามอายุการพัฒนาของแต่ละเมล็ด (Jenner *et al*., 1991) สอดคล้องกับ Cheng *et al*., (2002) ที่พบว่าตำแหน่งของเมล็ดบนรวงข้าวมีความแตกต่างกันทั้งด้านคุณภาพการสีและคุณค่าทางโภชนาการ เช่น ปริมาณโปรตีนในเมล็ด เป็นต้น นอกจากความแปรปรวนของเมล็ดข้าวที่เกิดภายในรวงเดียวกันแล้ว ความแปรปรวนยังเกิดได้จากสารเหตุอื่น อาทิ รูปแบบการปลูกข้าว ซึ่งพบว่าข้าวนาหว่าน ต้นข้าวจะไม่ค่อยแตกกอ ทำให้รวงข้าวแต่ละรวงสุกพร้อมกัน เมล็ดข้าวมีการสุกแก่สม่ำเสมอ มีเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดสูงเพราะมีต้นหลัก (main stem) เป็นส่วนใหญ่ (สำนักงานเกษตรจังหวัดชัยนาท, 2524) ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพเมล็ดข้าว ให้มีความแปรปรวนน้อยกว่าเมล็ดข้าวที่ปลูกในแปลงนาดำเนื่องจากข้าวนาดำมีการแตกกอมากกว่า และหน่อข้าวที่แตกกอออกมาโตไม่ทันต้นหลัก ทำให้เกิดปัญหาข้าวออกรวงไม่สม่ำเสมอ เพราะต้นหลักแก่ก่อน (เขียน, 2527)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

### ผลของจิบเบอเรลลิน (Gibberellin ; GA) ที่มีต่อข้าว

จิบเบอเรลลิน (GA) เป็นฮอร์โมนที่พืชสังเคราะห์ขึ้นตามธรรมชาติ โดยพบมากในเมล็ดที่กำลังพัฒนา หรือในส่วนของปลายยอด และรากในช่วงที่กำลังมีการยืดเซลล์ ปัจจุบันค้นพบทั้งหมด 72 ชนิด (Sponsel, 1987) $GA_3$ หรือ Gibberellic acid เป็นชนิดที่ถูกนำมาใช้มากทาง

การเกษตร ซึ่งพบว่ามีผลต่อการยืดตัวของเซลล์พืช จากการทดลองใช้ $GA_3$ ในข้าวนั้น Takahashi *et al*. (1972) พบว่า เมื่อพ่น $GA_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 พีพีเอ็ม ก่อนที่ข้าวจะเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อดอก จะกระตุ้นให้ข้าวมีการยืดของลำต้นและใบมากขึ้น และ $GA_3$ ส่งผลให้ส่วนยอดของพืชนั้นแบ่งเซลล์และเจริญได้เร็วขึ้น เมื่อให้ $GA_3$ที่ระยะกำเนิดช่อดอก พบว่าทำให้จำนวนของก้านดอก ระแง้ และดอกของข้าวเพิ่มขึ้น (Shimizu, 1966) และจากการศึกษาของ Ito *et al*. (1994) พบว่าการฉีดพ่น $GA_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม ให้แก่ข้าวที่ระยะเวลา 25 วันก่อนออกดอก มีผลทำให้จำนวนเมล็ดข้าวที่สุกแก่ภายในรวงมากขึ้น เมล็ดที่ยังไม่สุกน้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับ $GA_3$

**ผลของโพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium Iodide; KI) ที่มีต่อคุณภาพข้าว**

ศักดาและคณะ (2544) ศึกษาถึงผลของการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์แก่ข้าว พบว่ามีผลต่อคุณภาพการสีของข้าว โดยการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.2g%KI ตั้งแต่ระยะกำเนิดช่อดอกจนถึงระยะผสมเกสร สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวเพิ่มขึ้น 0.35-12.32% เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ฉีดพ่น นอกจากนี้ยังทำให้เมล็ดข้าวมีความแข็งเพิ่มขึ้นทั้งเมล็ดข้าวสารและข้าวกล้อง อีกทั้งยังทำให้เปอร์เซ็นต์ไอโอดีนในเมล็ดข้าวกล้องเพิ่มสูงขึ้น (แขสุมาลย์, 2543)

วราภรณ์และคณะ (2545) ศึกษาถึงผลของอัตราและความถี่ของการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์ต่อผลผลิต คุณภาพการสี และคุณภาพทางโภชนาการของข้าวพบว่า อัตราและความถี่ของการพ่นไม่มีผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต แต่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นและความแข็งของเมล็ดเพิ่มสูงขึ้น ส่วนผลที่มีต่อคุณภาพทางโภชนาการนั้นพบว่า ข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์มีเปอร์เซ็นต์ไอโอดีนเพิ่มขึ้น และนอกจากนั้นยังพบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์ว่าเพิ่มขึ้นมากกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นถึง 0.85%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**ผลของสารไดเมทธิพิน (Dimethipin) ที่มีต่อการสุกแก่ของข้าว**

สารไดเมทธิพิน (Dimethipin) มีชื่อทางเคมีคือ 2,3-Dihydro-5,6-dimethyl 1,1,4,4-tetroxide ชื่อในทางการค้าคือ “Harvade” (Lacadie, 1987) จัดเป็นสารช่วยการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators) จากการศึกษาของ McIntie (1977) รายงานว่าสามารถ

ใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชแบบ post-directed herbicide ในฝ้าย โดยพบว่าทำให้ cotyledon และใบล่างร่วงภายหลังใช้สาร 4 วัน นอกจากนั้นยังใช้เป็นสารทำให้ใบร่วง (defoliant) ซึ่งได้ทดลองในnursery stock มันฝรั่งและไม้ผลสารไดเมทธิพีนถูกนำมาใช้เป็นสาร muturiation agent หรือสาร maturity accelerant หรือสารเร่งอายุการเก็บเกี่ยว หรือสารเร่งการสุกแก่ใช้เร่งให้ใบฝ้ายร่วงเพื่อให้เก็บสมอฝ้ายเร็วขึ้น ใช้ฉีดพ่นเถามันฝรั่งให้แห้งและเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น จากการทดลองในประเทศฮังการี พบว่าข้าวที่ปลูกในเดือนกันยายนมีช่วงสุกแก่ในช่วงอากาศหนาวและฝนตกชุก ช่วงสุกแก่จึงยืดออกไป การใช้สารไดเมทธิพีนสามารถเร่งการสุกแก่ทางการเก็บเกี่ยวโดยไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากไม่มีพิษตกค้าง และไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด (Benyak, 1987) Araullo (1976) ใช้สารไดเมทธิพีนฉีดพ่นข้าวในช่วงสุกแก่ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ในปริมาณ 1.5 ลิตรต่อเฮกตาร์ หลังจากนั้น 2 วันความชื้นลดลงเหลือ 11.8 เปอร์เซ็นต์ และความงอกของเมล็ด 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการตากเมล็ดได้ สอดคล้องกับการทดลองของ Benyak ( 1987) เมื่อฉีดพ่นไดเมทธิพีนกับข้าวฟ่าง อัตรา 1.5 ลิตรต่อเฮกตาร์ ทำให้ความชื้นลดลงโดยไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ด การตอบสนองของพืชต่อการพ่นสารไดเมทธิพีน แตกต่างกันและแปรผันตามสายพันธุ์ของพืช การฉีดพ่นสารนี้ปริมาณ 0.1 และ 1.0 มิลลิลิตร กับต้นฝ้ายแล้วย้ายเก็บในที่ร่ม จากนั้น 24 ชั่วโมงจึงนำมาวัดอัตราการคายน้ำ (transpiration rate ) พบว่ามีค่าสูงกว่าชุดควบคุม โดยสารนี้มีผลรบกวนและสูญเสียการควบคุมการปิดเปิดของปากใบ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความแต่งและการเหี่ยวของ guard cell ที่อยู่บริเวณปากใบ ทำให้รูของการคายน้ำของปากใบเปิดตลอดเวลา การเข้าและออกของน้ำจากปากใบกับบรรยากาศผิดปกติไป Limpiti and Lueang-a-papong (1996) พบว่าการใช้สารไดเมทธิพินฉีดพ่นแก่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพื่อเร่งการสุกแก่และลดความชื้นก่อนเก็บเกี่ยวพบว่า สามารถลดความชื้นของเมล็ดลงได้อย่างรวดเร็ว โดยที่การฉีดพ่นสารดังกล่าวในอัตรา 500 และ 700 มิลลิลิตรต่อเฮกตาร์ ที่ระยะเวลา 4 และ 8 วันก่อนเก็บเกี่ยวไม่ทำให้ผลผลิตลดลง แต่เมื่อฉีดพ่นที่ 12 วันก่อนเก็บเกี่ยวนั้นมีผลทำให้ผลผลิตลดลงอย่างเห็นได้ชัด และนอกจากนั้นยังพบว่า ข้าวที่ได้รับสารไดเมทธิพินนั้นมีคุณภาพการสีสูงกว่า เมื่อนำข้าวไปสีโดยไม่นำข้าวตากแดด เมื่อฉีดพ่นสารไดเมทธิพินในอัตรา 750 มิลลิลิตรต่อเฮกตาร์ สามารถลดความชื้นของข้าวที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาลงมาถึง 14 เปอร์เซ็นต์ ได้โดยใช้เวลาเพียง 4 วัน (เยาวเรศ, 2541) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของชมพูนุช (2545) ซึ่งพบว่า เมื่อไม่มีการฉีดพ่นสารไดเมทธิพินความชื้นของเมล็ดจะลดลงจาก 30.8 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเป็นประมาณ 16.4 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 11 วัน ส่วนการฉีดพ่นสารไดเมทธิพินที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาและหลังจากนั้น 4 วัน สามารถลดความชื้นของข้าวจาก 31.8 เปอร์เซ็นต์ 32.6 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ลงมาถึง 16 เปอร์เซ็นต์ ได้ในเวลาเพียง 5 และ 8 วัน ตามลำดับ ทำให้เก็บเกี่ยวข้าวได้เร็วขึ้น 3-6 วัน ซึ่งจะมีความชื้นต่ำกว่าข้าวที่ไม่ได้ฉีดพ่นมาก

**ความไม่สม่ำเสมอของเมล็ดภายในรวงต่อคุณภาพข้าว**

จารุวรรณและคณะ (2542) รายงานว่า เมล็ดแต่ละเมล็ดในรวง จะสะสมอาหารไม่พร้อมกัน โดยจะเป็นไปตามลำดับการบานของดอก ซึ่งดอกจะบานจากปลายรวงลงมายังโคนรวง ดังนั้น การสะสมอาหารจึงเกิดบริเวณปลายรวงก่อน และยังพบอีกว่า ในระแง้เดียวกัน การสะสมอาหารจะเกิดที่เมล็ดบน primary branch ก่อนแล้วจึงมาสะสมที่เมล็ดบน secondary branch การศึกษาของ Ahn (1986) พบว่า เมล็ดบริเวณปลายรวงจะมีน้ำหนักและความหนาแน่นของเมล็ดมากกว่าเมล็ดที่โคนรวง ซึ่งความหนาแน่นของเมล็ดจะมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น โดยเมล็ดที่มีความหนาแน่นสูงเมื่อนำไปขัดสีแล้วจะให้ข้าวสารเต็มเมล็ดมากกว่าเมล็ดที่มีความหนาแน่นต่ำ ซึ่งความไม่สม่ำเสมอของการสุกแก่ของเมล็ดภายในรวงนั้น เนื่องมาจากเมล็ดแต่ละเมล็ดมีระยะพัฒนาการที่แตกต่างกัน โดยที่ ณ เวลาหนึ่งๆ ในรวงข้าวจะมีทั้งเมล็ดที่ยังอ่อนอยู่ การสะสมอาหารยังไม่สมบูรณ์ เมล็ดยังมีความชื้นสูง และในขณะเดียวกันก็จะมีเมล็ดส่วนหนึ่งที่สุกแก่ก่อน และมีความชื้นต่ำ แล้วเกิดการดูดความชื้นกลับ จนทำให้เกิดรอยร้าวในเมล็ด ซึ่งมีผลต่อคุณภาพการสี คือทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลง (Jongkaewwattana *et al*., 1993)

นอกจากจะเกิดความไม่สม่ำเสมอภายในรวงเดียวกันแล้ว ยังเกิดความไม่สม่ำเสมอจากแต่ละรวงบนหน่ออีกด้วย ข้าวที่ปลูกแบบปักดำจะมีการแตกกอมาก มีจำนวนหน่อมาก ซึ่งแต่ละหน่อที่แตกออกมาจะมีการเจริญเติบโตไม่พร้อมกัน และช้ากว่าต้นหลัก เมื่อถึงระยะออกรวง จึงออกรวงไม่สม่ำเสมอกันทั้งกอ สำหรับข้าวที่ปลูกแบบหว่าน ต้นข้าวจะมีการแตกกอน้อย ทำให้แต่ละหน่อและรวงในกอเจริญเติบโตสม่ำเสมอกัน เมล็ดข้าวในแต่ละรวงมีการสุกแก่สม่ำเสมอกัน

**คุณภาพการสี**

คุณภาพการสีของข้าวนั้นประกอบด้วย 2 องค์ประกอบด้วยกัน คือ ปริมาณผลผลิตข้าวสาร (milled rice) ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยน้ำหนักของข้าวสารทั้งหมดต่อน้ำหนักข้าวเปลือกที่สี และเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น (head rice) เป็นอัตราส่วนโดยน้ำหนักของข้าวเต็มเมล็ด หรือข้าวที่หักส่วนปลายโดยที่ยังเหลือความยาวเมล็ดในสัดส่วนตามมาตรฐานที่กำหนดต่อน้ำหนักข้าวเปลือกที่สี (IRRI, 1992) ตามมาตรฐานดังกล่าวกำหนดให้ข้าวต้น คือเมล็ดข้าวสารที่หลังจากผ่านกระบวนการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สีแล้ว เหลือความยาวเมล็ดอย่างน้อย 8/10 ของข้าวสารเต็มเมล็ด ซึ่งตัวกำหนดมูลค่าข้าวในตลาดคือเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น เนื่องจากส่วนใหญ่ผู้บริโภคจะนิยมบริโภคข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงมากกว่าข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นต่ำ จึงทำให้ข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงนั้นมีราคาสูงกว่าข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นต่ำ (IRRI, 1992) ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า ราคาข้าวจะแตกต่างกันไปตามเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเมล็ดข้าว หรือแตกต่างกันตามคุณภาพการสีของข้าว

**สารให้ความหอมในข้าว**

Buttery and Ling (1982) ได้รายงานการค้นพบสารให้ความหอมในข้าวคือ 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) และเสนอให้เป็นสารหลักที่ให้กลิ่นหอมในข้าว โดยมีกลิ่นหอมใกล้เคียงที่สุดกับกลิ่นของข้าวสุก และมีกลิ่นหอมเหมือนข้าวโพดคั่ว ซึ่งพบในข้าวหอมและข้าวไม่หอมในปริมาณต่างกัน โดยประยุกต์เทคนิคการสกัดด้วยไอน้ำ มาเป็นการสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่องตามแบบของ Likens-Nikersen simultaneous steam distillation/solvent extraction apparatus (Likens and nikerson, 1964) โดยใช้ตัวอย่างข้าวเพียง 500 กรัม

ต่อมา Buttery *et al.* (1983) ได้ทำการวิเคราะห์ข้าวหอมโดยใช้ข้าวหอม 8 พันธุ์จากประเทศต่าง ๆ เปรียบเทียบกับข้าวไม่หอม 2 พันธุ์ซึ่งสามารถจำแนกและพิสูจน์โครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่ทำให้เกิดกลิ่นหอมในข้าวคือ 2AP ซึ่งพบสารนี้ทั้งในพันธุ์ข้าวหอมเช่น Malagkit Sungsong และข้าวขาวดอกมะลิ 105 และในพันธุ์ข้าวไม่หอม เช่น Calose เป็นต้น โดยพบในปริมาณมากน้อยต่างกัน

นอกจากนี้ จากรายงานของ Mahatheeranont *et al.* (2001) ได้ปรับปรุงเทคนิคการตรวจสอบหาสาร 2AP ในข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 โดยการสกัดด้วยสารละลายกรดและสกัดต่อด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ วิเคราะห์ทางด้านปริมาณด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟฟี ใช้ตัวตรวจวัดคือ เฟลมไอออไนเซชัน ใช้คอลัมน์แบบ capillary ที่มี phase เป็น CP-wax 51 ซึ่งสามารถตรวจหาสาร 2AP ได้ไวและให้ขีดจำกัดของการตรวจวัดที่สามารถใช้ปริมาณสารตัวอย่างเพียง 0.5 กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved