บทที่ 5
วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาด้านพัฒนาการของข้าวที่สัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิสะสม พบว่า ข้าวทุกพันธุ์มีค่าอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยจากระยะต้นกล้าถึงระยะสุกแก่ทางสรีระลดลงตามวันปลูกที่ล่าช้าออกไป โดยวันปลูกที่ 1 กรกฎาคมมีค่าอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยที่ใช้ในระยะพัฒนาการจากจากระยะต้นกล้าถึงระยะสุกแก่ทางสรีระเท่ากับ 2,371 องศาเซลเซียส ซึ่งเทียบเท่ากับ 126 วันหลังปลูก ส่วนวันปลูกที่ 1 สิงหาคมและ 1 กันยายน มีค่าอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 1,991 และ 1,815 องศาเซลเซียส เทียบเท่ากับ 107 และ 103 วันหลังปลูก ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ อัจฉรา (2551) ที่พบว่าวันปลูกมีผลต่อระยะพัฒนาการและการเจริญเติบโตของข้าว ซึ่งพันธุ์ข้าวเหนียวก่ำเป็นพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสง เมื่อมีการเจริญเติบโตทางต้น และใบแต่ยังไม่สามารถให้กำเนิดช่อดอกได้เนื่องจากช่วงแสงของวันไม่เหมาะสม ดังนั้นข้าวจะเจริญเติบโตทางต้น และใบไปเรื่อย ๆ ซึ่งส่งผลต่อการยืดระยะเวลาของการเข้าสู่ระยะสืบพันธุ์ ดังผลที่แสดงให้เห็นว่าข้าวที่ปลูกในวันที่ 1 กรกฎาคมจะมีระยะเวลาการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบยาวนานก่อนที่จะเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อดอก ส่วนข้าวที่ปลูกในเดือนสิงหาคม และกันยายน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ใกล้วันสั้นจึงมี ค่าอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยลดลง เนื่องจากข้าวเข้าสู่ระยะสืบพันธุ์เร็ว นอกจากนี้ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ของระยะพัฒนาการจาก ระยะต้นกล้าถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ โดยพบว่าพันธุ์ PGMHS 17 มีอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยที่ใช้ในระยะพัฒนาการจาก ระยะต้นกล้าถึงระยะสุกแก่ทางสรีระสูงสุด ซึ่งมากกว่า พันธุ์สะเมิง 3 และพันธุ์ PGMHS 15 ส่วนพันธุ์ MHS 1 และพันธุ์ PGMHS 6 มีอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งความแตกต่างนี้แสดงถึงการพัฒนาการที่ควบคุมโดยพันธุกรรม

จากการศึกษายังพบว่าค่าอุณหภูมิสะสมเพื่อการพัฒนาการหนึ่งใบของข้าวแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน ทั้งสามวันปลูก ข้าวพันธุ์ สะเมิง 3 พันธุ์ PGMHS 6 และพันธุ์ PGMHS 15 มีแนวโน้มของค่าอุณหภูมิสะสมเพื่อการพัฒนาการหนึ่งใบเพิ่มขึ้นเมื่อปลูกล่าออกไป ส่วนพันธุ์ MHS 1และพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

PGMHS 17 มีค่าอุณหภูมิสะสมสูงสุดในวันปลูกที่ 1 กรกฎาคม และ 1 กันยายน ซึ่งสอดคล้องกับอ้อยทิน (2540) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการของใบอ้อยและอุณหภูมิสะสม ซึ่งพบว่าค่าอุณหภูมิสะสมของใบอ้อยแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์และวันปลูก ทั้งนี้การพัฒนาการใบหนึ่งใบจะขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของพืชและปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่สำคัญ คือ อุณหภูมิ และความยาววัน (เฉลิมพล, 2540)

จากการวิเคราะห์ จำนวนวันสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด น้ำหนักแห้งสูงสุด และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุดของข้าวนั้นพบว่า ข้าวทุกพันธุ์ มีแนวโน้ม ของจำนวนวันสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด น้ำหนักแห้งสูงสุด และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด ลดลงเมื่อวันปลูกล่าออกไปจากเดือนกรกฎาคมโดยข้าวที่ปลูกในเดือนกันยายนมีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด การที่ข้าวมีน้ำหนักแห้งสูงสุดเฉลี่ยลดลงตามเดือนปลูกที่ล่าออกไปนั้น สอดคล้องกับการศึกษาของ จิรวัฒน์ (2544) ที่พบว่า ข้าวพันธุ์ไวแสงที่ปลูกในเดือน มิถุนายนถึงกันยายน มีการสะสมน้ำหนักแห้งลดลงตามลำดับ ทั้งนี้เป็นไปได้เพราะข้าวเหนียวก่ำเป็นข้าวพันธุ์ไวแสงที่จะเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อดอกในเดือนกันยายน ดังนั้นข้าวที่ปลูกก่อนจะมีระยะเวลาการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบมากกว่าข้าวที่ปลูกใกล้ระยะกำเนิดช่อดอก ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนกันยายน ส่งผลให้มีการสะสมน้ำหนักต้น และใบสูงกว่า และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเป็นอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักแห้งสูงสุดต่อระยะเวลาการสะสมน้ำหนัก ดังนั้นผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าส่วนของน้ำหนักแห้งสะสมของแต่ละวันปลูกลดลงมากในขณะที่จำนวนวันที่ใช้ในการสะสมน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งการปลูกข้าวในวันปลูกแรก ๆ นั้น นอกจากข้าวจะมีโอกาสในการสะสมน้ำหนักต้นและใบในช่วงระยะเวลายาวนานก่อนเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อดอก ปัจจัยที่อาจส่งผลให้อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งสูงขึ้น เป็นไปได้เพราะอุณหภูมิและช่วงแสง ซึ่งข้าวที่ปลูกในวันแรก ๆ จะได้รับช่วงแสงที่ยาวนาน ประกอบกับมีอุณหภูมิที่สูง จึงส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงที่มากขึ้น (จักรี , 2540) ผลการวิเคราะห์ยังพบว่า การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนสามารถทำให้ จำนวนวันสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด น้ำหนักแห้งสูงสุด และ อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของข้าวเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการสังเคราะห์แสง (Matsushima *et al*.,1963) จึงทำให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้น และใบ ที่เป็นแหล่งสังเคราะห์สารอาหาร (source) เพิ่มขึ้น จึงส่งผลทำให้อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นด้วย สอดคล้องกับธีรเดช (2542) ที่พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ข้าวมีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนของผลผลิต พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ และวันปลูก ซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักแห้งสูงสุด กล่าวคือ ผลผลิตของข้าวทุกพันธุ์ที่ปลูกในเดือนกันยายนจะได้ผลผลิตต่ำสุด ทั้งนี้เป็นไปได้จากสาเหตุสองประการ ได้แก่ การที่ข้าวมีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยในวันปลูกเดือนกันยายน ซึ่งน้ำหนักแห้งดังกล่าวถือเป็นแหล่งผลิตสารสังเคราะห์ เมื่อแหล่งผลิตมีน้อยจึงทำให้มีการส่งถ่ายสารสังเคราะห์ไปสะสมยังเมล็ดน้อยตามไปด้วย ประการที่สอง ถึงแม้ว่าข้าวจะเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อดอกพร้อมกัน แต่ในขณะเดียวกันพบว่าจะมีการพัฒนาของรวงที่ช้ากว่าเนื่องจากในระยะเริ่มสร้างรวงอ่อน ระยะแบ่งตัวของเซลล์สืบพันธุ์ และระยะพัฒนาการของเกสร มีอุณหภูมิต่ำ จึงทำให้เกิดการผสมเกสรช้ากว่าและมีโอกาสที่จะเกิดเมล็ดลีบมากกว่า (IRRI, 1979 ; Gupta and O'Toole, 1986) สอดคล้องกับสมเจตต์ (2544) ที่พบว่าถ้าข้าวเข้าสู่ระยะผสมเกสรในช่วงที่อุณหภูมิต่ำจะส่งผลให้เมล็ดเป็นหมัน

ในส่วนของความแตกต่างระหว่างพันธุ์นั้นพบว่า ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงคือ พันธุ์สะเมิง 3, PGMHS 15 และ PGMHS 17 โดยมีค่าผลผลิตเฉลี่ยจากวันปลูกกรกฎาคม และสิงหาคม เท่ากับ 349, 327 และ 314 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนข้าวพันธุ์ PGMHS 6 พบว่า ผลผลิตสูงสุดได้มาจากข้าวที่ปลูกในเดือนสิงหาคม โดยมีผลผลิตเท่ากับ 301 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนั้นยังพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสามารถเพิ่มผลผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยผลผลิตเฉลี่ยของข้าวที่ได้รับอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 8 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ เท่ากับ 179 กิโลกรัมต่อไร่ และข้าวที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 16 และ 24 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 232 กิโลกรัมต่อไร่

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเมล็ด พบปฏิสัมพันธ์ระหว่าง วันปลูก อัตราปุ๋ยไนโตรเจน และพันธุ์โดยพบว่า ข้าวที่ปลูกในเดือนกรกฎาคม ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดสูงสุดในพันธุ์ PGMHS 17 ที่อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 8 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.27 Gallic acid [mg/ml] รองลงมาคือ พันธุ์ PGMHS 6 ที่อัตราปุ๋ย 16 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.02 Gallic acid [mg/ml] สำหรับพันธุ์ MHS 1 มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 อัตราปุ๋ย โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.95 Gallic acid [mg/ml] ส่วนข้าวที่ปลูกในเดือนสิงหาคมนั้น พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดของข้าวทุกพันธุ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่ใส่ โดยข้าวพันธุ์สะเมิง 3 มีปริมาณประกอบฟีนอลิ คสูงสุดที่อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 24 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ รองลงมาได้แก่พันธุ์ PGMHS15 และ PGMHS 17 ที่อัตราปุ๋ย 16 กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไนโตรเจนต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.85 และ 43.39 Gallic acid [mg/ml] ตามลำดับ ส่วนข้าวที่ปลูกในเดือนกันยายนนั้น พบว่าพันธุ์ MHS 1 สะเมิง 3 และ PGMHS 6 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดต่ำในทุกๆอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ แต่พบว่าพันธุ์ PGMHS 17 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคสูงสุดที่อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 24 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.93 Gallic acid [mg/ml] รองลงมาคือพันธุ์ PGMHS 15 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคสูงสุดที่อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 8 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.80 Gallic acid [mg/ml] ความแปรปรวนของการสะสมสารฟีนอลิคในเมล็ดนั้นมีสาเหตุมาจากพันธุกรรมของข้าวที่มีศักยภาพในการสร้างและสะสมสารฟีนอลิคในเมล็ดที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสายบัว (2552) ที่พบความหลากหลายดังกล่าว นอกจากนั้นการจัดการ เช่น ปุ๋ยไนโตรเจนส่งผลต่อการสร้างสารประกอบฟีนอลิคเช่นกัน โดย Kestitalo (2003) พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลดการสะสมของสารประกอบฟีนอลิคในข้าว แต่ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าในข้าวบางพันธุ์นั้น การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนส่งเสริมการเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลิคในเมล็ดได้ ทั้งนี้เป็นไปได้เพราะศักยภาพของพันธุ์ดังกล่าว ตอบสนองต่อการสร้างและสะสมสารประกอบฟีนอลิคในสภาพที่มีปุ๋ยไนโตรเจนสูง หรือไนโตรเจนส่งผลต่อการเพิ่มแหล่งสร้างสารสังเคราะห์ทั้งต้น และใบ ซึ่งสามารถส่งผลต่อการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลิคจากต้นและใบ และเคลื่อนย้ายไปสู่เมล็ดได้มากขึ้น

จากการวิเคราะห์ผลผลิตของข้าวพบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนเมล็ดดีต่อรวง และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง ซึ่งเป็นองค์ประกอบผลผลิต โดยทั่วไปแล้วความสามารถในการให้ผลผลิตเป็นผลลัพธ์มาจากองค์ประกอบของผลผลิต ดังนั้นการที่จะได้ผลผลิตที่สูงก็จะต้องมีองค์ประกอบผลผลิตที่สูง (ทรงเชาว์ , 2528) ดังนั้นในการเพิ่มผลผลิตของข้าวเหนียวก่ำจะต้องคำนึงถึง ถึงการจัดการที่เหมาะสม เช่นการกำหนดวันปลูก และอัตราปุ๋ยไนโตรเจน เพื่อส่งเสริมให้เพิ่มองค์ประกอบผลิตที่สัมพันธ์กับผลผลิตดังกล่าว อย่างไรก็ตามการเพิ่มผลผลิตสามารถทำได้โดยการเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตตัวใดตัวหนึ่งหรือหลายตัว แต่การเพิ่มตัวใดตัวหนึ่งอาจมีผลทำให้องค์ประกอบผลผลิตตัวอื่นเปลี่ยนแปลงไป เมื่อองค์ประกอบผลผลิตตัวหนึ่งลดลงถูกแทนที่ด้วยองค์ประกอบตัวอื่น ตามกฎของการทดแทน (Law of Compensation) (Yoshida, 1981)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กล่าวโดยสรุปการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ข้าวเหนียวก่ำพันธุ์พื้นเมืองที่ศึกษาเป็นข้าวพันธุ์ไวแสงที่ตอบสนองต่อช่วงวันสั้น ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า การปลูกเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน ข้าวเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อดอกใกล้เคียงกัน คือ เดือนกันยายน การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนไม่สามารถที่จะทำให้ข้าวที่ปลูกให้ผลผลิตหรือคุณภาพเมล็ดที่ดีขึ้นได้ โดยทั่วไปวันปลูกที่เหมาะสมของข้าวเหนียวก่ำ จะอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคม ทั้งนี้เพราะจะมีช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตทางต้น และใบก่อนถึงระยะกำเนิดช่อดอกที่เหมาะสม ถึงแม้การปลูกเดือนกรกฎาคม ให้ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดไม่แตกต่างจากการปลูกในเดือนสิงหาคมทางสถิติ แต่การปลูกทั้งสองเดือนนี้ ข้าวจะมีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนคล้ายคลึงกันกล่าวคือ ผลผลิตที่ได้สูงสุดอยู่ที่การใส่ปุ๋ยในอัตรา 16 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ถึงแม้การปลูกในเดือนกรกฎาคมจะมีน้ำหนักมวลชีวภาพที่มากกว่า แต่ผลผลิตไม่แตกต่างกับการปลูกในเดือนสิงหาคม สำหรับปริมาณสารประกอบฟีนอลิคในเมล็ดนั้น พบว่า มีความแปรปรวนระหว่างพันธุ์ และระดับของปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งนี้เป็นไปได้เพราะศักยภาพของพันธุ์ที่สามารถที่จะรองรับไนโตรเจนในการสร้างและการสะสมสารประกอบฟีนอลิค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved