บทที่ 2

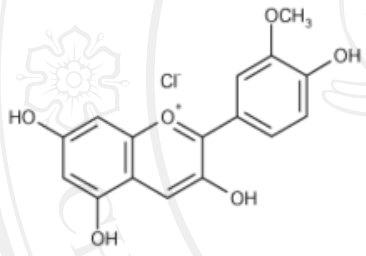
ตรวจเอกสาร

ข้าวเหนียวก่ำ

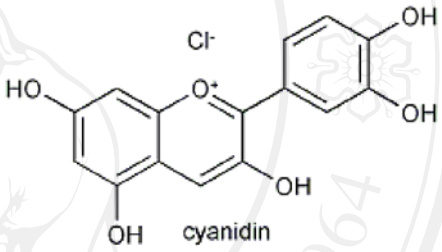
ข้าวเหนียวก่ำในภาษาพื้นเมือง หมายถึงข้าวเหนียวดำที่มีลักษณะสีของเมล็ดเป็นสีม่วงดำหรือแดงเข้มปลูกมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่ปลูกไว้เพื่อทำเป็นขนมพื้นบ้าน บางพื้นที่ชาวนาจะปลูกไว้ในกระทงนาเล็กๆโดยมีความเชื่อเพื่อความอุดมสมบรูณ์ของผืนนานั้นๆ มีลักษณะเป็นข้าวพันธุ์ไวแสง ปลูกได้เฉพาะฤดูนาปี และเกษตรกรจะเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้สำหรับปลูกในฤดูต่อไปเอง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้าวเหนียวมีบางส่วนที่เป็นข้าวเจ้าปนข้าวเหนียวแต่มีปริมาณน้อยมาก ในภูมิปัญญาท้องถิ่นข้าวที่เป็น ข้าวก่ำ จะต้องมีลักษณะเฉพาะคือมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วง แม้ว่าในส่วนอื่นจะมีลักษณะเป็นสีม่วงหรือไม่เป็นสีม่วงก็ตาม ทำให้ข้าวเหนียวก่ำที่ปลูกในประเทศไทยมีความหลากหลายในลักษณะสีม่วงในส่วนต่างๆ ของลำต้นและใบของแต่ละพันธุ์ ซึ่งการเรียกชื่อพันธุ์ยังคงเน้นที่ลักษณะเฉพาะคือ หากข้าวพันธุ์ใดมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงก็จะเรียกชื่อพันธุ์ข้าวนั้นว่า “ข้าวก่ำ” ทำให้ข้าวชนิดนี้มีชื่อพันธุ์เพียงชื่อเดียว ซึ่งแตกต่างจากข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีขาว (ดำเนิน และคณะ , 2552) นอกจากนี้ข้าว เหนียว ก่ำมีสารที่คุณค่าทางโภชนาการอาหารสูง ซึ่งธีรพงศ์ (2538)ได้ทำการศึกษาคุณค่าทางอาหารของข้าวก่ำประกอบด้วย ปริมาณโปรตีน ไขมัน ฟอสฟอรัส โปแทสเซียม และแคลเซียม ทั้งในส่วนของเปลือกและข้าวกล้อง พบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วกลุ่มข้าวก่ำมีปริมาณธาตุอาหารทั้งห้าชนิดในข้าวกล้องสูงกว่ากลุ่มข้าวขาว ซึ่งสอดคล้องกับ Sompong *et al*., (2009) ที่ได้ศึกษาปริมาณโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ในข้าวพันธุ์ Niaw Dam Pleuak Khao และพันธุ์ Niaw Dam Pleuak Dam ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่พบในประเทศไทย พบว่า มีประมาณไขมัน 3.72 และ 3.65 % ปริมาณคาร์โบไฮเดรต 74.09 และ 71.99 % ส่วนปริมาณโปรตีนในข้าวพันธุ์ Niaw Dam Pleuak Dam มีปริมาณโปรตีนสูงสุด 10.85 % ซึ่งจากลักษณะเฉพาะที่แตกต่างไปจากข้าวทั่วไปที่เห็นอย่างชัดเจนคือการปรากฏของสารสีม่วงบนส่วนต่างๆของต้น เช่นกาบใบ แผ่นใบ กลีบดอก เปลือกเมล็ด และเยื่อหุ้มเมล็ด นั้น ปริมาณของสีจะเข้มข้นแตกต่างกันไปเป็นลักษณะประจำพันธุ์ ซึ่งตามภูมิปัญญาท้องถิ่น เช่น ข้าวเหนียวก่ำไร่ จะมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

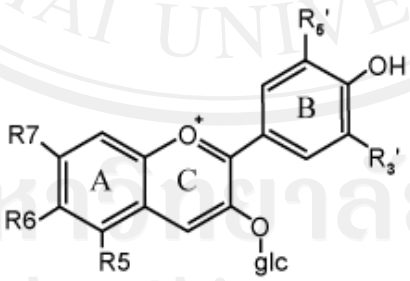
ลักษณะสีม่วงเฉพาะส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดเท่านั้น ส่วนข้าวเหนียวก่ำนา จะมีลักษณะสีม่วงปรากฏอยู่ในส่วนอื่นด้วย (ดำเนิน และคณะ, 2552) ซึ่งรงควัตถุที่ทำให้เกิดสีที่สำคัญคือ แอนโทไซยานิน (anthocyanin) โดยมี ไซยานิดีน (Cyanidin) และพีโอนิดีน (Peonidin) (ภาพที่ 1) เป็นองค์ประกอบหลักซึ่งมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาการเจริญเติบโตของข้าว เช่นในการงอก มักไม่พบแอนโทไซยานิน แต่ในช่วงหลังการออกดอกจะพบว่าแอนโทไซยานินจะไปสะสมรวมกันอยู่ที่ส่วนของใบ เปลือก และเมล็ดมากกว่าส่วนอื่น (สรศักดิ์, 2531)



Peonidin



Cyanidin



แอนโทไซยานิน

ภาพที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานของแอนโทไซยานิน ไซยานิดิน และพีโอนิดิน (Moskowitz and Hroazdina, 1981 อ้างโดย ยุทธนา, 2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อิทธิพลของวันปลูก (Planting date) ที่มีต่อระยะพัฒนาการที่สัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิสะสม (Growing degree day)

ระยะ พัฒนาการของพืชเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตในระยะการมีชีวิตของพืช ดังนั้นการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative growth) และการเจริญเติบโตระยะสืบพันธุ์ (reproductive growth) จึงเป็นตัวแทนของขั้นตอนการเจริญเติบโตที่แบ่งได้อย่างชัดเจน ซึ่งในพืชล้มลุก เช่น ข้าว ข้าวสาลี สามารถวิเคราะห์พัฒนาการได้เป็น 3 ระยะ ระยะแรกเริ่มจากเมล็ดเริ่มงอก จนเป็นต้นกล้า รวมทั้งขั้นตอนการเจริญเติบโตของระบบราก ใบ ต้น และการแตกกอ อยู่ใน ระยะการเจริญ เติบโตและพัฒนา การ ทางลำต้นและใบ (vegetative phase) สำหรับการเริ่มเกิดการปรากฏของตาดอก การตั้งท้อง การออกรวงเป็น ระยะการเจริญและพัฒนาทางด้านการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (reproductive phase) และระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาการทางด้านการสร้างเมล็ดและการสุกแก่ของเมล็ด (grain formation and ripening phase) (นคร , 2527) ซึ่งการนับวันเพื่อใช้ในการทำนายระยะพัฒนาการของพืชนั้นเป็นวิธีที่ไม่มีความแม่นยำนักในการช่วยตัดสินใจ รวมถึงการคาดการณ์ระยะพัฒนาการและผลผลิตของพืช การคาดการณ์ระยะพัฒนาการโดยใช้ค่าอุณหภูมิสะสมเป็นวิธีที่แม่นยำกว่า ซึ่ง Tollenaar *et al.*, (1979) ได้ศึกษาสมการที่ใช้คาดการณ์ผลของอุณหภูมิสะสมที่มีผลต่ออัตราพัฒนาการของข้าวโพดจากการปรากฏของใบเปรียบเทียบกับวิธีการนับวันและเปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณอุณหภูมิสะสมวิธีต่างๆ พบว่าวิธี growing degree day ใช้คาดการณ์ให้ผลแม่นยำกว่าการนับวัน ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณค่าของอุณหภูมิในแต่ละวันโดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด (maximum temperature) อุณหภูมิต่ำสุด (minimum temperature) ของอากาศในแต่ละวันตลอดช่วงฤดูปลูกของพืชแต่ละชนิด และอุณหภูมิวิกฤติต่ำสุดที่พืชแต่ละชนิดจะมีชีวิตอยู่รอดได้ แต่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (base temperature) เพื่อนำค่าอุณหภูมิรายวันที่คำนวณได้มาหาผลรวมของอุณหภูมิสะสม (accumulated growing degree-day หรือ $\sum$GDD) ที่สัมพันธ์กับระยะพัฒนาการของพืชจากระยะหนึ่งไปสู่อีกระยะหนึ่ง จึงมีการนำข้อมูลในส่วนของอุณหภูมิที่พืชได้รับในแต่ละวันมาเป็นปัจจัยหนึ่งเพื่อใช้ในการทำนายการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชในแต่ละระยะตลอดจนกระทั่งพืชนั้นสุกแก่ (Huang *et al.*, 1998) ซึ่งในพันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสงวันสั้น วันปลูกนั้นมีอิทธิพลต่อระยะพัฒนาการและค่าอุณหภูมิสะสมของข้าว โดยข้าวที่ปลูกล่าช้าออกไปจากวันปลูกที่เหมาะสมมีแนวโน้มต้องการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิสะสมและจำนวนวันที่ใช้ในการพัฒนาการตั้งแต่แตกกอจนถึงระยะเก็บเกี่ยวลดลง (อัจฉรา , 2551) นอกจากนี้ Halder (2004) ได้ศึกษาผลกระทบของวันปลูกในข้าวพันธุ์ Nizerail, BR11 และพันธุ์ BR22 โดยทำการปลูกในวันที่ 1 และ 15 ของเดือนสิงหาคม วันที่ 1 , 15 และ 22 ของเดือนกันยายน วันที่ 1 และ 7 ของเดือนตุลาคม พบว่า การปลูกข้าวที่ล่าออกไป ส่งผลต่อระยะกำเนิดช่อดอก ระยะออกรวงและระยะสุกแก่ เนื่องจากอุณหภูมิและแสงดวงอาทิตย์ที่ลดลง และอุณหภูมิต่ำมีผลต่อการพัฒนาของรวงเป็นผลทำให้การออกรวงไม่สมบรูณ์และไม่สม่ำเสมอ และส่งผลกระทบต่อกระบวนการเติมเต็มเมล็ด

ผลของวันปลูกต่อการการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าว

วันปลูกที่เหมาะสมของพืชไร่แต่ละชนิดในแต่ละท้องที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและสภาพแวดล้อมแต่ละท้องที่ ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมของแต่ละท้องที่ที่เกี่ยวข้องกับวันปลูกที่เหมาะสมก็ได้แก่ อุณหภูมิ การตอบสนองต่อช่วงแสง รูปแบบของการกระจายของน้ำฝนในท้องถิ่นนั้น (ทรงเชาว์, 2528) ซึ่ง Hsiao (1982) ได้เสนอว่าการกำหนดวันปลูกนั้นควรจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนและการกระจายของน้ำฝน โดยพยายามหลีกเลี่ยงการขาดแคลนน้ำในระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์หรือ 20 วันก่อนออกดอกถึง 10 วันหลังออกดอก โดยพบว่าในระยะผสมเกสรเป็นระยะที่อ่อนแอต่อการขาดน้ำมากที่สุด นอกจากนี้การกำหนดวันปลูกโดยเฉพาะในข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่สามารถใช้ปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิตจะปลูกได้เฉพาะฤดูนาปี ซึ่งตามปกติแล้วเกษตรกรจะปลูกในต้นฤดูฝน โดยมีกำหนดวันปลูกในช่วงเดือน กรกฎาคมถึงสิงหาคม หลังจากปลูกแล้วต้นข้าวจะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบจนถึงปลายเดือนกันยายน ซึ่งเป็นระยะที่มีความยาวของกลางวันสั้นกว่า 12 ชั่วโมง และจะกระตุ้นให้ข้าวสร้างตาดอก (สุทัศน์ , 2536) จากการศึกษาของสุจิตร (2529) ที่ได้ศึกษาการตอบสนองของพันธุ์ข้าวไร่ต่อวันปลูกในระยะเวลาที่แตกต่างกันคือ วันที่ 20 พฤษภาคม วันที่ 10 มิถุนายน วันที่ 8 กรกฎาคมและวันที่ 1 สิงหาคม เป็นพันธุ์ข้าวไร่ 8 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เจ้าฮ่อ , อาร์ 293, อาร์ 258 ,อีตำ่ ,ขาวหนองหอย ,ซิวแม่จัน ,UPL Ri-3 และ C171-136 พันธุ์ข้าวนาสวนหนึ่งพันธุ์คือพันธุ์ กข 23 พบว่าข้าวไร่ที่ปลูกวันที่ 8 กรกฎาคมมีการพัฒนาพื้นที่ใบทั้งในระยะเริ่มสร้างรวงอ่อนและระยะออกดอกมากกว่าข้าวไร่ที่ปลูกในวันอื่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากได้รับปริมาณน้ำฝนและการกระจายของน้ำฝนดีและพันธุ์ UPL Ri-3, C171-136 และพันธุ์ กข 23 จะให้ดัชนีพื้นที่ใบ ผลผลิตและดัชนีเก็บเกี่ยวสูงในวันปลูกวันที่ 20 พฤษภาคมส่วนพันธุ์อีต่ำและขาวหนองหอยจะให้ผลผลิตสูงในวันปลูกวันที่ 8 กรกฎาคม นอกจากนี้พบว่าอายุการเก็บเกี่ยวของข้าวไร่แตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างของอายุการเก็บเกี่ยวของข้าวไร่ที่ปลูก ในวันปลูกที่แตกต่างกันกันนั้นเกิดจากความยาวของช่วงระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ซึ่งมีแนวโน้มว่าอายุการเก็บเกี่ยวสั้นลงเมื่อปลูกข้าวไร่ให้ล่าออกไป การที่ความยาวของช่วงระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบมีความแตกต่างกันนั้น แสดงว่าข้าวแต่พันธุ์มีความไวต่อช่วงแสงที่สั้นลงหลังเดือนมิถุนายน ซึ่ง อัจฉรา (2551) ได้ศึกษาอิทธิพลของวันปักดำในข้าวเหนียวก่ำจำนวน 10 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ 19125 ส.1, 16815, 7677, ก่ำดอยสะเก็ด, 9103, 13815,16089 และ16083 กำหนดให้มีวันปักดำ 3 ครั้งคือวันที่ 12 กรกฎาคม วันที่ 11 สิงหาคม และวันที่ 10 กันยายนพบว่า วันปลูกวันที่ 11 สิงหาคมข้าวมีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดและข้าวที่ปลูกในวันที่ 10 กันยายนให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำที่สุดและพบว่าวันปลูกมีผลต่อระยะพัฒนาการ จำนวนวันที่สะสมน้ำหนักแห้งสูงสุดและอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นและใบ พัฒนาการและการเจริญเติบโตของข้าวทุกพันธุ์มีแนวโน้มลดลงตามวันปลูกที่ล่าออกไป ซึ่งสอดคล้องกับ Linscombe *et al*., (2004) ศึกษาการตอบสนองต่อวันปลูกของข้าว พบว่าวันปลูกมีผลกระทบต่อพัฒนาการและศักยภาพในการให้ผลผลิตของข้าว และมีผลต่อจำนวนวันที่ปรากฏรวง 50 % จะลดลงเมื่อปลูกช้าออกไป ซึ่ง สมเจตต์ (2544) ได้ศึกษาการตอบสนองของข้าวต่อวันปลูกในระยะเวลาที่แตกต่างกัน 4 วันปลูกได้แก่ วันที่ 15 มิถุนายน 15 กรกฎาคม 15 สิงหาคมและ 15 กันยายน ในข้าว 3 สายพันธุ์ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105 เจ้าหอมคลองหลวง 1 และพันธุ์ก่ำดอกสะเก็ด พบว่าเมื่อปลูกในระยะเวลาที่แตกต่างกันจะมีระยะพัฒนาการ วันที่ปรากฏน้ำหนักแห้งสูงสุด น้ำหนักแห้งสูงสุด และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนของต้นและใบมีแนวโน้มลดลงและพบว่าข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์มีผลผลิตสูงสุดเมื่อปลูกในวันที่ 15 กรกฎาคม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสำคัญของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับพืช พืชทุกชนิดมีความต้องการธาตุนี้ในปริมาณที่สูงเพื่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต ดินที่ใช้ในการเพาะปลูกโดยทั่วไปจะขาดธาตุไนโตรเจน ดังนั้นการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ (เฉลิมพล , 2540) เนื่องจากไนโตรเจนมีบทบาทที่สำคัญต่อ การเจริญ เติบโต ทางลำต้นและใบ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง โดยไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบคลอโรฟิลล์ที่มีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง และช่วยให้พืชสังเคราะห์โปรตีน เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ต่างๆ ที่มีหน้าที่ควบคุมการเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมีภายในต้นพืช อีกทั้งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในต้นพืชอีกมาก เช่น นิวคลีโอโปรตีน มีหน้าที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีนและสร้างสารพลังงานสูงให้แก่ ATP (adenosine triphosphate) และวิตามิน (สรินทร์ และคณะ , 2523) ไนโตรเจนมีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโดย ทำให้อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นใบ และรวงของข้าวเพิ่มขึ้น และข้าวต้องการไนโตรเจนในปริมาณที่สูง ทั้งนี้ในการสร้างผลผลิต 1 ตันข้าวเปลือกต้องใช้ไนโตรเจน 15-24 กิโลกรัม อย่างไรก็ตามไนโตรเจนส่วนมากเมื่อใส่ลงในดินนา จะสูญเสียไปง่ายโดยกระบวนการต่างๆ เช่น การละเหยสูญเสียในรูปแอมโมเนีย (ammonia Volatilization) การสูญเสียในรูปก๊าซไนโตรเจน (denitrification) และการสูญเสียจากการชะล้าง (leaching) (De Datta, 1981) ซึ่งอารีรัตน์ (2542) ได้ทำการศึกษาข้าว 2 พันธุ์คือพันธุ์ชัยนาท 1 และขาวมะลิ 105 และระดับปุ๋ยไนโตรเจน 4 อัตราคือ 0, 45, 90 และ135 กก.ต่อเฮกตาร์ พบว่าข้าวทั้ง2 พันธุ์ให้ผลผลิตแตกต่างกันและเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับปุ๋ยไนโตรเจน 90 กก. ต่อเฮกตาร์ ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ให้ผลผลิตสูงสุด แต่เมื่อใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นกว่านี้ทำให้ผลผลิตลดลงเนื่องจากการหักล้ม ซึ่งจากการศึกษาของ ก มลทิพย์ (2550) ได้ทำการศึกษาพันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ ได้แก่ หอมนิล , Number 16815 ซึ่งทั้งสองพันธุ์เป็นพันธุ์ข้าวก่ำ และหอมสกล เป็นพันธุ์ข้าวขาว และอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 3 อัตรา ได้แก่ 8, 16 และ 24 กก.ไนโตรเจนต่อไร่ พบว่าข้าวทั้ง 3 พันธุ์ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนโดยมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุดของต้นในอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ 16 กก. ไนโตเจนต่อไร่จะให้น้ำหนักแห้งของต้นสูงสุด ส่วนผลผลิตพบว่าข้าวพันธุ์หอมสกลมีผลผลิตมากที่สุด และไม่พบว่าองค์ประกอบผลผลิต ของข้าวทั้งสามพันธุ์ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน นอกจากนี้ Saito *et al*., (2005) ได้ศึกษาการตอบสนองของข้าวต่อปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในข้าวพันธุ์ปรับปรุง จะมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำหนักแห้งและดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้ผลิตเพิ่มขึ้นจาก 3.1 เป็น 4.0 ตันต่อเฮกตาร์ และในข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 1.6 เป็น 1.9 ตันต่อเฮกตาร์ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับ ฟอสฟอรัส ทำให้ข้าวมีผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว ซึ่งแขสุมาลย์ (2543) ได้ทำการศึกษาพันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ได้แก่พันธุ์คลองหลวง 1 และพันธุ์แพร่ 1 พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ให้ต้นข้าวในฤดูนาปรังและปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ให้ต้นข้าวในฤดูนาปี ทำให้วันสะสมน้ำหนักแห้งของใบและรวงสูงสุดยาวนานขึ้นตามอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น และมีผลต่อความแตกต่างของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวทั้งสองพันธุ์ นอกจากนี้ ธีรเดช (2542) ศึกษาการตอบสนองของข้าวขาวดอกมะลิต่อปุ๋ยไนโตรเจนภายใต้สภาวะการเตรียมดินน้อย พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ความสูงและน้ำหนักแห้งของข้าวเพิ่มขึ้น และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น ส่วนองค์ประกอบผลผลิตพบว่า ในแต่ละระดับของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนเปอร์เซ็นเมล็ดลีบจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวจะลดลงตามอัตราปุ๋ยไนโตรเจน และวชิราวุธ (2552) ศึกษาพันธุ์ข้าวไร่จำนวน 2 พันธุ์คือ พันธุ์คอยอมะ และพันธุ์คาเจะ พบว่าอัตราปุ๋ยไนโตรเจนและพันธุ์ข้าวไร่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อกอ ส่วนจำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนัก 1, 000 เมล็ดไม่มีความแตกต่างที่ระดับปุ๋ยไนโตรเจน

สารต้านอนุมูลอิสระ(Antioxidants) และสารประกอบฟีนอลิค

สารต้านอนุมูลอิสระ หรือแอนติออกซิแดนท์ (antioxidants) คือสารเคมีที่ทำหน้าที่ต่อต้านหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งรวมถึงสารที่สามารถยับยั้งและควบคุมอนุมูลอิสระไม่ให้ไปกระตุ้นการเกิดเกิดปฏิกิริยาออก ซิเดชัน จึงช่วยยับยั้งอนุมูลอิสระไม่ให้ไปทำลายองค์ประกอบของเซลล์ (วัลยา และพัชรี , 2542) โดยจะมีบทบาทสำคัญหลายอย่างทั้งในด้านการป้องกัน ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจ โรคปอด และโรคอื่นๆ การบำบัดรักษาโรคต่างๆที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและอนุมูลอิสระ ซึ่ง ในข้าวพบว่ามีสาร ที่มีคุณสมบัติ การเป็นสารต้านออกซิเดชัน เช่น สารประกอบฟีนอลิค โดยในสารสกัดจากส่วนต่างๆของเมล็ดข้าว เช่นในส่วนรำข้าว (bran) ซึ่ง Nakornriab (2007) ศึกษาคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้าวขาว ข้าวแดง และข้าวดำ ในระยะแตกกอ ระยะสร้างรวงอ่อน ระยะตั้งท้อง ระยะเมล็ดน้ำนม และระยะสุกแก่ พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิคในใบข้าวสูงสุดในระยะแตกกอ และข้าวดำมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคสูงกว่าข้าวขาว และข้าวแดง ซึ่งสอดคล้องกับ ดำเนิน และคณะ (2552) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิคโดยรวมของข้าวเหนียวก่ำ จำนวน 32 พันธุ์ โดยเปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 จากการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคโดยรวมของข้าวเหนียวก่ำ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.41 mg/g GE และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคโดยรวมสูงกว่าในเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ ที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคโดยรวมเพียง 0.75 mg/g GE และข้าวพันธุ์ กข 6 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคโดยรวม 0.64 mg/g GE และนอกจากนี้ยังพบว่า ขนาดของเมล็ด คือความกว้างและความยาวส่งผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด โดยเมล็ดที่มีขนาดใหญ่จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคโดยรวมสูงสูงกว่าเมล็ดที่มีขนาดกลาง และขนาดเล็ก โดยสารประกอบฟีนอลิคที่พบในธรรมชาติมีหลายชนิดมีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีที่ต่างกัน (ภาพที่ 2) ซึ่งกลุ่มใหญ่ที่สุดที่พบเป็นสารประกอบพวกฟลาโวนอยด์ การจำแนกชนิดของสารประกอบฟีนอลิคแตกต่างกันไปสามารถจำแนกชนิดของสารประกอบฟีนอลิคได้ 4 กลุ่มคือ

1. Hydroxylated devivatives ของ benzoic และ cinnamic acid ได้แก่สารประกอบที่มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นพวกกรดฟีนอลิค ได้แก่ benzoic acid พบในธรรมชาติส่วนใหญ่อยู่ในรูปเอสเทอร์ กับ quinic acid หรือน้ำตาล

2. Counarins เป็นพวกที่มีโครงสร้างเป็น C6-C3 เหมือน cinnamic acid แต่ C3 เกิดเป็น oxygen heterocyde coumarin โดยมากในรูปของ glycosite

3. ฟลาโวนอยด์ เป็นสารประกอบฟีนอลิคหลักที่พบในพืชโดยมีโครงสร้างเป็น C6-C3-C6 สามารถแบ่งตามกลุ่มย่อยๆ ตามความแตกต่างของ C3 ได้เป็น flavones, flavanols, anthocyanidins, chlcones และ aurones ซึ่ง Uota (1952) ได้ศึกษาผลของระยะเวลาที่ได้รับแสงอาทิตย์ ร่วมกับอุณหภูมิต่ำต่อการเกิดสีของแอนโทไซยานิน โดยสภาพที่ได้รับแสงนานจะกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน ถ้าอุณหภูมิในเวลากลางคืนสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส จะชะลอหรือยับยั้งการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน

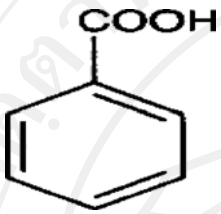
4. โพลีฟีนอลิค แทนนิน และลิกนิน polymeric phenols สามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มย่อยตามลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้จากให้ความร้อนด้วยกรดหรือด่างคือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

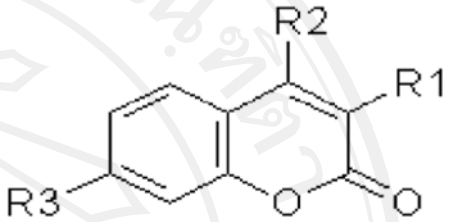
- Hydrolysable tannins เมื่อถูกไฮโดรไลส์ด้วยกรดได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดฟีนอลิคกับกลูโคส

- Condensed tannins เมื่อถูกไฮโดรไลส์ด้วยกรดได้ผลิตภัณฑ์เป็นฟลาโวนอยด์

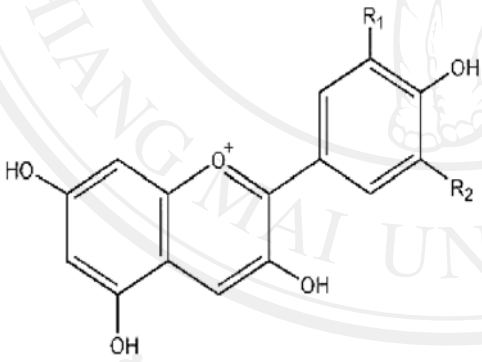
- ลิคนินเมื่อถูกไฮโดรไลส์ด้วยด่างได้ผลิตภัณฑ์อนุพันธ์ของ benzoic acid cinnamic



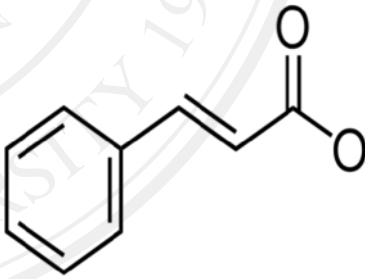
Benzoic acid



Coumarins



Flavonoids



Cinnamic acid

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 2 โครงสร้างของสารประกอบฟีนอลิคบางชนิด (Lea and Lee good, 1999 อ้างโดย ยุทธนา, 2549)