บทที่ 1

บทนำ

1.1 การหาปริมาณน้ำมันในเมล็ดพืช

วิธีการหาปริมาณน้ำมันในเมล็ดพืชที่เป็นที่นิยมและยอมรับกันมานานคือการสกัดน้ำมันโดยบดเมล็ดพืชแล้วนำไปสกัดน้ำมันในเครื่องสกัดด้วยสารเคมีบางอย่าง ได้แก่ ปิโตรเลียม อีเทอร์ (Petroleum ether) คาร์บอน เตทตระคลอไรด์ (Carbon tetrachloride) การหาปริมาณน้ำมันในเมล็ดพืชโดยวิธีสกัดนี้ต้องใช้เวลานานพอสมควร เพื่อให้แน่ใจว่าสกัดหมดแล้วจริง ๆ และปริมาณเมล็ดพืชที่นำมาสกัดต้องมากพอ อย่างเช่นในการหาปริมาณน้ำมันในเมล็ดข้าวโพดของกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร ซึ่งหาปริมาณน้ำมันจากการสกัดด้วยปิโตรเลียม อีเทอร์ ในซอกซ์เลต (Soxhlet) ใช้เมล็ดข้าวโพดอย่างน้อย 100 กรัม (ประมาณ 300 เมล็ด) ต่อหนึ่งตัวอย่าง (หนึ่งพันธุ์) และค่าปิโตรเลียม อีเทอร์ประมาณ 250 บาทต่อหนึ่งตัวอย่าง ซึ่งเป็นปัญหาต่อการดำเนินการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ เช่น ในการสร้างข้าวโพดลูกผสม ต้องใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 8 ฤดู จึงจะพอทราบผลว่ามีพันธุ์ใดที่ให้ผลดีพอที่จะใช้ปลูกโดยไม่ขาดทุน(1) สำหรับการสร้างข้าวโพดลูกผสมน้ำมันสูง ณ ไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา นั้น แต่ละฤดูทดลองปลูกเป็นร้อยพันธุ์ ซึ่งหมายถึงมีตัวอย่างที่ต้องวิเคราะห์เป็นร้อยตัวอย่าง ค่าใช้จ่ายเฉพาะค่าปิโตรเลียมอีเทอร์ก็ประมาณ 25,000 บาทต่อการวิเคราะห์หนึ่งครั้ง และถ้าพันธุ์ที่วิเคราะห์พบว่ามีปริมาณน้ำมันสูงให้ผลผลิตต่ำ จะเกิดปัญหาการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ที่จะทดลองปลูกในฤดูต่อไป

วิธีการหาปริมาณน้ำมันในเมล็ดพืชวิธีใหม่ที่ได้รับการเสนอขึ้นมา เพื่อขจัดปัญหาบางประการที่เกิดขึ้นในวิธีสกัด คือการหาปริมาณน้ำมันโดยวิธี นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ (Nuclear magnetic resonance) วิธีการนี้หาปริมาณน้ำมันได้รวดเร็ว ใช้เมล็ดพืชปริมาณน้อยกว่ามาก และเมล็ดพืชที่ผ่านการตรวจวัดหาปริมาณน้ำมันแล้วอาจนำไปปลูกได้อีก ถ้าเป็นการตรวจวัดโดยใช้เมล็ดในสภาพสมบูรณ์ (Intact Seeds) วิธีการนี้ยังอาจตรวจวัดความแตกต่างของปริมาณน้ำมันในเมล็ดพืชพันธุ์เดียวกันแต่ต่างเมล็ดกันได้ด้วย ซึ่งการสกัดไม่สามารถทำได้

วิธีหาปริมาณน้ำมันในเมล็ดพืชโดยวิธี นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ เริ่มต้นเมื่อ พ.ศ. 2499 เมื่อมีผู้เสนอแนะว่า นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ อาจจะเป็นวิธีหาปริมาณน้ำมันในส่วนต่าง ๆ ของพืชที่หาได้รวดเร็ว(2) และได้รับการพิสูจน์จากการหาไขมันในข้าวโพดและเยิร์มของข้าวโพด (Corn and corn germ) โดยคอนเวย์และสมิท (Conway and Smith)(3) ในปีพ.ศ. 2505 ต่อมาในปีพ.ศ. 2506 คอนเวย์ และ เอิร์ล (Conway and Earle)(4) ได้ใช้วิธี นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ นี้หาปริมาณน้ำมันในเมล็ดพืชต่าง ๆ 18 ชนิด จากนั้นก็มีการปรับปรุงต่อ ๆ กันมา จนปัจจุบันในต่างประเทศบางประเทศมีเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดปริมาณน้ำมันในเมล็ดพืชโดยวิธี นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ โดยเฉพาะแต่ราคาค่อนข้างสูง และยังไม่มีใช้ในประเทศไทย

การหาปริมาณน้ำมันในเมล็ดพืชเพื่อให้เปรียบเทียบกันได้ จึงคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งคิดจากความสัมพันธ์

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำมัน} = (\text{มวลน้ำมัน}/\text{มวลเมล็ดพืช}) \times 100$$

สำหรับข้าวโพดการทราบปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำมันมีสำคัญไม่เพียงแต่ในการคัดเลือกพันธุ์เท่านั้น เพราะทุก 1 % ที่เพิ่มขึ้นของน้ำมันเป็นผลให้โปรตีนเพิ่มขึ้น 0.38 %

และองค์ประกอบรอง ได้แก่ น้ำตาล เซลลูโลส เพิ่มขึ้นอีก 0.55 % ที่เหลือเป็นเถ้า (Ash) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) แต่ปริมาณแป้งจะลดลง 1.96 % (5)

1.2 นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์

แมกเนติกเรโซแนนซ์ เป็นปรากฏการณ์ที่พบในระบบแม่เหล็ก (Magnetic Systems) ที่มีทั้งโมเมนต์แม่เหล็ก (Magnetic moments) และโมเมนต้มเชิงมุม (Angular momentum) อย่างเช่น นิวเคลียสของอะตอม(6)

ปรากฏการณ์ แมกเนติกเรโซแนนซ์ เกิดขึ้นเมื่อความถี่ที่มากระตุ้นตรงกับความถี่ธรรมชาติของระบบแม่เหล็ก ซึ่งในกรณีของนิวเคลียสหมายถึงความถี่ในการส่าย (Precession) ของโมเมนต์แม่เหล็กในสนามแม่เหล็กสถิต (Static magnetic field) และ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์

นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ ปกติอยู่ในย่านความถี่คลื่นวิทยุ (Radio frequency ; R.F.) จึงใช้สนามอาร์เอฟ (R.F. field) กระตุ้นให้เกิดปรากฏการณ์นี้ และขณะเกิดเรโซแนนซ์ นิวเคลียสจะดูดกลืนพลังงานจากสนามอาร์เอฟ การดูดกลืนนั้นสามารถตรวจวัดและแสดงให้เห็นสัญญาณ นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ ได้บนจอออสซิลโลสโคปหรือเครื่องบันทึกสัญญาณอื่น ๆ

รายละเอียดทฤษฎี นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ อยู่ในบทที่ 2

1.3 น้ำมันในเมล็ดข้าวโพด

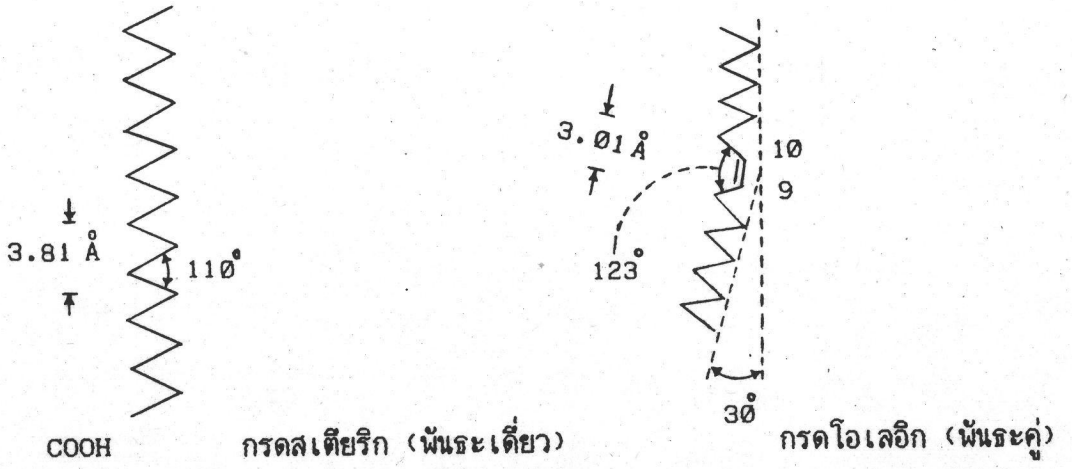
เมล็ดข้าวโพดโดยทั่วไปมีไขมันประมาณ 3-6 % ซึ่งมากกว่าเมล็ดธัญพืชชนิดอื่นแต่ถ้าเป็นข้าวโพดน้ำมันสูงแล้วปริมาณไขมันอาจสูงถึง 15-20 % ส่วนประกอบของไขมันก็เช่นเดียวกับเมล็ดธัญพืชชนิดอื่นคือประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่กรดไลโนเลอิก (Linoleic acid) มากที่สุดประมาณ 34-56 % กรดโอเลอิก (Oleic acid) 30-50 % และกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid) อีกเล็กน้อย ได้แก่กรดปาล์มิติก (Palmitic acid) 8-10 % กรดสเตียริก (Stearic acid) 2-4 % (7)

กรดไขมัน (Fatty acid) มีสูตรทั่วไปเป็น RCOOH โดย R เป็นอะตอมของคาร์บอนที่มาต่อกัน มีจำนวนตั้งแต่ 2-24 อะตอม หรือมากกว่า

กรดไขมันอิ่มตัว เป็นกรดไขมันที่มีพันธะเดี่ยว (Single bond) อยู่ระหว่างอะตอมคาร์บอนหรือเป็นกรดไขมันที่อะตอมคาร์บอนมีไฮโดรเจนจับอยู่เต็ม ทำให้ไม่สามารถรับไฮโดรเจนหรือสารอื่นได้อีก

กรดไขมันไม่อิ่มตัว เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่ (Double bond) อยู่ระหว่างอะตอมคาร์บอนหนึ่งคู่หรือมากกว่าทำให้สามารถรับออกซิเจน ไฮโดรเจน โปรตีน หรือไอโอดีนได้อีก ระดับความอิ่มตัวขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะคู่ที่มี (7)

ตัวอย่าง โครงสร้างของกรดไขมันทั้ง 2 ประเภท ได้แก่ (8)



รูปที่ 1.1 โครงสร้างของกรดสเตรียริกและกรดโอเลอิก

ไขมันแต่ละชนิดประกอบด้วยกรดไขมันแตกต่างกัน จึงมีจุดหลอมเหลวและสมบัติทางเคมีต่างกัน จุดหลอมเหลวสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับจำนวนคาร์บอนของกรดไขมัน ถ้ามีคาร์บอนน้อยจะมีจุดหลอมเหลวต่ำ มีคาร์บอนมากจุดหลอมเหลวจะสูง ถ้าจำนวนคาร์บอนเท่ากัน กรดไขมันอิ่มตัวมีจุดหลอมเหลวสูงกว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัว

สำหรับกรดไขมันในเมล็ดข้าวโพด มีจุดหลอมเหลว ดังแสดง (9)

ชื่อกรดไขมัน	สูตร	จุดหลอมเหลว (°C)
ไลโนเลอิก	$C_{17}H_{31}COOH$	-5
โอเลอิก	$C_{17}H_{33}COOH$	13
ปาล์มิติก	$C_{15}H_{31}COOH$	62.7
สเตียริก	$C_{17}H_{35}COOH$	69.6

ตารางที่ 1.1 จุดหลอมเหลวของกรดไขมันบางชนิด

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรดไขมันไม่อิ่มตัวมีจุดหลอมเหลวต่ำ จึงมีสภาพเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งเรียกว่า น้ำมัน (Oils) ไขมันในเมล็ดข้าวโพดซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงอยู่ในสภาพของเหลวหรือน้ำมัน

นิวเคลียสที่จะวัดสัญญาณนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ ในการศึกษาครั้งนี้คือนิวเคลียสของไฮโดรเจนหรือโปรตอน สัญญาณที่วัดเป็นการวัดเชิงปริมาณ (Quantitative measurement) ของจำนวนนิวเคลียสในสารทดลองที่กำลังศึกษา จึงใช้วัดปริมาณไฮโดรเจนและน้ำมันในเมล็ดข้าวโพดได้ แม้ว่าจะมีไฮโดรเจนในคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนด้วยก็ตามก็สามารถแยกไฮโดรเจนในน้ำมันกับไฮโดรเจนในคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนได้ เนื่องจากน้ำมันในเมล็ดข้าวโพดอยู่ในสภาพของเหลวแต่คาร์โบไฮเดรตกับโปรตีนอยู่ในสภาพของแข็ง สัญญาณจากน้ำมันกับสัญญาณจากคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน จึงมีไลน์วิดท์ (Line width) ต่างกัน หากปรับให้ตรงกับไลน์วิดท์ของน้ำมัน สัญญาณนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ ที่ได้ก็สามารถใช้ตรวจวัดปริมาณน้ำมันได้ (10)

1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์นี้

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาเพื่อตรวจสอบผลการหาปริมาณน้ำมันในเมล็ดข้าวโพดในสภาพสมบูรณ์ โดยวิธีนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ โดยจะเปรียบเทียบกับผลการหาปริมาณน้ำมันจากการกลั่นด้วยปิโตรเลียม อีเทอร์ ในซอกซ์เลต

เพื่อหาปริมาณน้ำมันได้วัดขนาดสัญญาณนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ จากเมล็ดข้าวโพดในสภาพสมบูรณ์ ครั้งละเม็ด ด้วยเทคนิคคอนทินูอัส เวฟ นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ (Continuous wave nuclear magnetic resonance) แล้วนำขนาดสัญญาณไปเปรียบเทียบเป็นปริมาณน้ำมันจากกราฟซึ่งพลอต (plot) ระหว่างขนาดสัญญาณของน้ำมันข้าวโพดที่กลั่นแล้วกับมวลของน้ำมัน

สำหรับเมล็ดข้าวโพดที่ใช้ทดลองหาปริมาณน้ำมันเป็นข้าวโพดลูกผสมที่ดำเนินการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมน้ำมันสูง ณ ไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ อ.ปากช่อง จ. นครราชสีมา จำนวน116 สายพันธุ์ พันธุ์ละ 3 เมล็ด และข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 สุวรรณ 2 สุวรรณ 3 อีกพันธุ์ละ 3 เมล็ด

รายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองอยู่ในบทที่ 3 และผลการทดลองอยู่ในบทที่ 4