คำนำ

ข้าวขาวดอกมะลิเป็นข้าวพันธุ์ส่งเสริมของกรมวิชาการเกษตรที่มีคุณภาพเมล็ดดี มีกลิ่นหอม สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดี ปัจจุบันได้มีการขยายพื้นที่เพาะปลูกทั้งในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้เพิ่มขึ้น เนื่องจากการสนับสนุนของรัฐและแรงจูงใจด้านราคา (กรมการค้าภายใน, 2534; ประสูติ, 2537) ในสภาพแวดล้อมของการปลูกที่แตกต่างกันนี้ การแสดงออกของพืชอาจเปลี่ยนแปลงไปบ้างในพืชผสมตัวเอง แม้ว่าโครงสร้างทางพันธุกรรมของพืชจะอยู่ในรูป homozygous และมี genotype ชนิดเดียว แต่พบว่ายังสามารถเกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรม อันเนื่องมาจากการกลายพันธุ์ของยีนโดยธรรมชาติ การผสมข้ามพันธุ์โดยธรรมชาติ และการรวมตัวของยีนขึ้นใหม่ นอกจากนี้ การใช้เมล็ดไม่บริสุทธิ์ เช่น มีการเจือปนของเมล็ดข้าวต่างพันธุ์ทำให้เกิดความแปรปรวนในประชากรของข้าวได้ (Allard and Bradshaw, 1964)

การศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมสามารถกระทำได้โดยทางสัณฐานที่วัด หรือนับจำนวนได้ แต่หลายลักษณะทางสัณฐาน มีความผันแปรไปตามสภาพแวดล้อมทำให้การจำแนกพันธุ์ไม่แม่นยำเพียงพอ ส่วนการวิเคราะห์ทางเคมี เช่น คุณภาพการหุงต้ม อาจมีส่วนช่วยจำแนกได้บ้าง เนื่องจากข้าวขาวดอกมะลิมีคุณสมบัติเฉพาะ เช่น มีความนุ่มนวล และความหอมของข้าวเมื่อหุงต้ม ปริมาณอมิโลส เป็นต้น ต่อมาได้มีการใช้ประโยชน์ทางเอนไซม์ในพืชในแง่เป็น biochemical marker โ ดยใช้เทคนิคทางอิเลคโตรโฟรีซิส (หทัยรัตน์ *et al.*, 2535) สามารถที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการจำแนกสายพันธุ์พืช และประเมินความแปรปรวนภายในพืชสายพันธุ์เดียวกันในสภาพแวดล้อมหลายๆสภาพแวดล้อม (ดวงพร, 2530) ดังนั้นจึงทำการศึกษาทางไอโซไซม์ ซึ่งเป็นการคัดเลือกภายในโดยดูรูปแบบของโปรตีนแล้วจึงมาพิจารณาดูลักษณะภายนอกซึ่งสามารถเห็นได้ด้วยสายตาคือ ลักษณะทางสัณฐาน และพิจารณาคุณภาพการหุงต้มประกอบด้วย

งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของข้าวขาวดอกมะลิโดย วิเคราะห์ไอโซไซม์ แล้วนำไปจัดกลุ่มข้าวขาวดอกมะลิตามรูปแบบไอโซไซม์ บันทึกลักษณะทางสัณฐาน การเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นข้าว ลักษณะที่สัมพันธ์กับการให้ผลผลิต และผลผลิตของกลุ่มพันธุ์ข้าวดังที่ได้จำแนก พร้อมทั้งวิเคราะห์คุณภาพการหุงต้มของกลุ่มพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิดังที่ได้จำแนกตามรูปแบบของไอโซไซม์ ผลที่คาดว่าจะได้คือความแปรปรวนทางลักษณะภายนอกและเอนไซม์ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิที่เก็บรวบรวมจากแหล่งปลูกต่างๆในประเทศ

ตรวจเอกสาร

ข้าวขาวดอกมะลิ

ข้าวขาวดอกมะลิ หรือที่เรียกทั่วไปว่าข้าวหอมมะลิเป็นข้าวเจ้าที่มีกลิ่นหอมเป็นที่นิยมบริโภคทั้งในและต่างประเทศ เช่น สิงคโปร์ มาเลเซีย ประเทศทางตะวันออกกลาง เป็นต้น ข้าวขาวดอกมะลิเป็นข้าวนาดำไวแสง พันธุ์พื้นเมืองพันธุ์ดี นายสุนทร สีหะเนิน พนักงานเกษตร รวบรวมจากชาวนาในอำเภอบางคล้า ฉะเชิงเทราเมื่อปี พ.ศ. 2493 - 2494 จำนวน 199 รวงแล้วนำไปคัดเลือกแบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ดังนี้

- พ.ศ. 2498 คัดพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง
- พ.ศ. 2500 นำเข้าแปลงเปรียบเทียบที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง
- พ.ศ. 2502 เปรียบเทียบพันธุ์ท้องถิ่น ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนคัดได้สายพันธุ์ 4-2-105 ซึ่งคณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์ได้เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2502 ให้ชื่อว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ข้าวนี้สามารถปลูกได้ทั่วประเทศ แต่แหล่งปลูกที่ดีที่สุด คือ สุรินทร์ บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี และยโสธร เพราะมีสภาพดิน น้ำ และอากาศที่เหมาะสม เป็นพันธุ์ข้าวที่อ่อนแอต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวทั่วไป แต่ทนแล้ง และสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่เป็นดินเค็มและดินเปรี้ยว (วรวิทย์, 2530) ลักษณะทั่วไปของข้าวขาวดอกมะลิ สรุปไว้ในตารางที่ 1 (สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง, 2540)

ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ

พื้นฐานในทางพันธุกรรมของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิเป็น pure line ซึ่งลักษณะทางพันธุกรรมของข้าวแต่ละต้นจะอยู่ในสภาพคงตัว (homozygous) อันเนื่องจากการผสมตัวเอง แต่กระนั้นก็ตามยังมีโอกาสเป็นไปได้ที่พันธุ์พืชผสมตัวเองจะกลายพันธุ์ หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของข้าวขาวดอกมะลิ ทำให้ลักษณะบางอย่างของพันธุ์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของศึกษาได้จากพฤติกรรมของยีน จำนวนยีนที่เกี่ยวข้องตลอดจนความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะของยีน เช่น ลักษณะผลผลิต ทรงต้น เป็นต้น เป็นลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative character) ซึ่งถูกควบคุมโดยยีนมากคู่สภาพแวดล้อมมีบทบาทต่อการแสดงออกของลักษณะดังกล่าว (กฤษฎา,2521) ทำให้กลุ่มพืชปรับตัวในสภาพแวดล้อมต่างๆไม่เหมือนกัน (สุทัศน์, 2536) ในขณะที่ลักษณะเชิงคุณภาพ

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของข้าวขาวดอกมะลิ (สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง, 2540)

ลักษณะทั่วไป	รายละเอียด
ลักษณะต้น	สูงประมาณ 140-150 เซนติเมตร แตกกอดี ลำต้นค่อนข้างเล็ก ใบค่อนข้างแคบและยาว สีเขียวอ่อน รวงขนาดปานกลาง ระแง้ไม่ถี่และไม่ห่าง
ลักษณะเมล็ด	เปลือกเมล็ดสีฟาง รูปร่างเรียวยาว ข้าวกล้องใส เลื่อมมัน ยาวประมาณ 7.5 มิลลิเมตร กว้าง 2.1 มิลลิเมตร หนา 1.8 มิลลิเมตร
อายุ	เป็นข้าวที่ไวต่อแสง ออกดอกประมาณ 20 ตุลาคม เก็บเกี่ยวประมาณ 20 พฤศจิกายน การตอบสนองต่อแสงสั้น (critical photoperiod 12-17 ชั่วโมง) ปลูกได้เฉพาะหน้าฝน เป็นข้าวอายุกลาง (100-120 วัน หลังจากที่เริ่มเพาะแล้ว)
ระยะฟักตัว	8 สัปดาห์
ผลผลิต	500-600 กิโลกรัมต่อไร่
ความต้านทานต่อโรคและแมลง	ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง โรคใบสีส้ม โรคไหม้ โรคจู๋ ไม่ต้านทานแมลงบั่ว หนอนกอและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจั๊กจั่นสีเขียว แต่ต้านทานต่อไส้เดือนฝอยรากปม
ความต้านทานต่อสภาพแวดล้อม	ทนต่อดินเค็มดินเปรี้ยวและทนแล้งได้ดี
คุณภาพการสี	มีคุณภาพการสีดี ถ้าปฏิบัติดูแลรักษาหลังเก็บเกี่ยวเหมาะสม เมื่อสีแล้วจะให้เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดสูง ข้าวสารที่ได้ เรียว ยาว ขาวใส เป็นเงาแกร่งและมีท้องไข่น้อย
คุณภาพการหุงต้ม	เป็นข้าวอมิโลสต่ำ (12-18 เปอร์เซ็นต์) ต้องการน้ำในการหุงต้มค่อนข้างน้อย ในการหุงต้มเมื่อสุกแล้วเป็นข้าวนุ่มและเหนียว ข้าวสุกเลื่อมมัน มีกลิ่นหอมถ้าเป็นข้าวใหม่กลิ่นหอมจะแรงกว่าข้าวเก่า หากเก็บเป็นข้าวเก่ายังคงเมล็ดข้าวนุ่มมาก แต่เหนียวน้อยลงและกลิ่นหอมอาจลดลง รับประทานมีรสชาติดี

(qualitativecharacter) ซึ่งควบคุมด้วยยีนน้อยคู่ สภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะเหล่านี้ได้น้อยในการทำงานของยีนแต่ละแบบสามารถวัดได้จากลักษณะที่แสดงออกมาให้เห็น (phenotype) ลักษณะผลผลิตและลักษณะคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิเป็นลักษณะที่ซับซ้อนมียีนหลายคู่

ควบคุม อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมมีบทบาทต่อการแสดงออกของกลุ่มยีนเหล่านี้ ดังนั้นการปลูกข้าวขาวดอกมะลิในพื้นที่ต่างๆที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันไป ทำให้ผลผลิตและคุณภาพการหุงต้มแตกต่างกันได้ (ประเทศ, 2529) นอกจากนี้ เชื่อกันว่าความแปรปรวนของข้าวขาวดอกมะลิ ส่วนหนึ่งเกิดจากความแตกต่างทางพันธุกรรมของประชากรเมล็ดพันธุ์ข้าวฯาวดอกมะลิที่ใช้ปลูกในพื้นที่ต่างๆมีคุณสมบัติทางพันธุกรรมไม่เหมือนกับเมล็ดพันธุ์คัดจากพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 เดิม ประชากรเดิมของข้าวขาวดอกมะลิรวบรวมมาจากพันธุ์ข้าวหอมพื้นเมือง อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทราพื้นที่เดียวซึ่งเป็นไปได้ว่าในพื้นที่ปลูกข้าวอื่นในประเทศมีพันธุ์ที่คล้ายคลึงกับพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ การศึกษาความแตกต่างของตัวอย่างของข้าวขาวดอกมะลิจากจังหวัดต่างๆในประเทศ กับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 พันธุ์คัด จะช่วยบ่งชี้ถึงฐานของความแปรปรวนในกลุ่มพันธุ์ข้าวหอมที่มีชื่อเรียกว่าข้าวขาวดอกมะลิ

<u>การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมโดยไอโซไซม์</u>

การศึกษาและใช้ความรู้เกี่ยวกับเอนไซม์ในพืชได้ใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย นับตั้งแต่การใช้ในการจำแนกพันธุ์พืชได้อย่างแม่นยำ (อัญชลี, 2536) เนื่องจากในธรรมชาติพืชที่ต่างพันธุ์กันอาจจะแสดงลักษณะทางสัณฐานที่เหมือนกัน แต่พืชยังมีความแตกต่างในทางด้านชีวเคมี นั่นคือโมเลกุลของโปรตีนหรือเอนไซม์ในพืช เป็นผลมาจากข้อมูลทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากพ่อและแม่มาสู่ลูกแล้วแปลงเป็นโมเลกุลโปรตีน หรือเอนไซม์โดยตรงกันที่จะสร้างโมเลกุลอื่น ดังนั้น เอนไซม์เป็นตัวบ่งชี้ถึงลักษณะทางพันธุกรรมของพืชได้ การศึกษาด้านการจำแนกพันธุ์ (systematics) หรือด้านวิวัฒนาการทางพันธุกรรม (phylogenetic) โดยการพิจารณาลักษณะภายนอกเพียงอย่างเดียวเป็นเรื่องค่อนข้างยุ่งยาก (อัญชลี, 2536) การศึกษาไอโซไซม์ในพืชพบว่าสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานด้านนี้ได้ (Scogin, 1969)

ไอโซไซม์ หรือ ไอโซเอนไซม์ (isozyme หรือ isoenzyme) หมายถึง เอนไซม์ที่มีรูปร่างโมเลกุลหลายรูปแบบ (multiple molecular forms) ซึ่งต่างก็ควบคุมปฏิกิริยาชีวเคมีชนิดเดียวกัน มีความจำเพาะต่อ substrate ตัวเดียวกัน (หทัยรัตน์ และคณะ, 2535) หรือ เป็นเอนไซม์ที่มียีนต้นแบบมากกว่าหนึ่งยีน ทำให้ได้เอนไซม์ที่มีองค์ประกอบต่างกัน คุณสมบัติทางไฟฟ้าและโครงสร้างต่างกัน แต่กระตุ้นปฏิกิริยาเคมีเดียวกัน เรียกเอนไซม์พวกนี้ว่า isozymes (จริงแท้, 2531) ซึ่งไอโซไซม์ที่มีความจำเพาะกับเนื้อเยื่อ ระยะการเจริญเติบโต และชนิดของสิ่งมีชีวิต (อัญชลี, 2536) หลักการในการศึกษาไอโซไซม์คือไอโซไซม์เป็นสายโพลิเปปไทด์ (polypeptides) ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโน (amino acid) เรียงกัน ลำดับของกรดอะมิโนที่แตกต่างกัน จะมีประจุสุทธิ ขนาดและรูปร่างของโมเลกุลแตกต่างกันด้วย เมื่อนำไอโซไซม์มา

แยกบนตัวกลางที่เหมาะสมด้วยเทคนิคอิเลคโตรโฟรีซิส ซึ่งเป็นการแยกอนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า โมเลกุลของเอนไซม์จะเคลื่อนที่ในอัตราที่ต่างกัน หลังจากที่ทำการย้อมสีด้วยปฏิกิริยาจำเพาะสำหรับเอนไซม์แต่ละชนิดก็จะเห็นแถบสีของเอนไซม์ในรูปแบบต่างๆ (Bailey, 1983) แถบสีที่ปรากฏนี้เรียกว่า รูปแบบของไอโซไซม์ (isozyme patterns) สำหรับรูปแบบของแถบไอโซไซม์นี้ เรียกว่า ไซโมแกรม (zymogram) ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในขบวนการอิเลคโตรโฟรีซิส เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าตรง (direct current) ไปในสารละลายที่มีอนุภาคต่างๆที่มีประจุไฟฟ้าบวก (net positive charge) อนุภาคเหล่านี้จะเคลื่อนที่ไปยังขั้วลบ (anode) และอนุภาคที่มีประจุลบจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วบวก (cathode) ด้วยอัตราการเคลื่อนที่ที่ขึ้นอยู่กับความเข้มของสนามไฟฟ้าและจำนวนประจุไฟฟ้ารวมของอนุภาค ภายใต้อิทธิพลของแรงต้าน (friction) และความหนืด (viscosity) ของสารละลายตัวกลาง เมื่อเพิ่มปริมาณกระแสไฟฟ้าหรือเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้าให้กับระบบ อัตราความเร็วในการเคลื่อนที่ของอนุภาคจะเพิ่มขึ้น ค่าความต้านทานของสารละลายในตัวกลางจะลดลง ขณะเดียวกันก็จะมีความร้อนเพิ่มมากขึ้น ค่าความต้านทานของสารละลายในตัวกลางจะลดลง ขณะเดียวกันก็จะมีความร้อนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากประจุไฟฟ้ารวมของอนุภาคของสารบางชนิดขึ้นอยู่กับระดับ pH ดังนั้น pH ของสารละลายบัฟเฟอร์จึงมีอิทธิพลอย่างมากต่ออัตราและทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคและที่ระดับ pH เดียวกันบัฟเฟอร์ต่างชนิดกันจะให้ผลในการแยกสารต่างกัน (พิสสวรรณ, 2531) การเคลื่อนที่ของไอโซไซม์ซึ่งมีลักษณะต่างกันนั้นจึงเป็นผลโดยตรงจากลักษณะพันธุกรรมที่แตกต่างกัน (Crawford, 1983)

จากรายงานที่ผ่านมา การศึกษาไอโซไซม์สามารถนำมาใช้ในการจำแนกความแตกต่างของพันธุ์ข้าวกะเหรี่ยงซึ่งมีความหลากหลายในภาคเหนือของประเทศไทย ในการใช้ลักษณะทางสัณฐานสามารถจำแนกได้ 46 กลุ่มพันธุ์ โดยจำแนกความแตกต่างระหว่าง Indica และ Japonica ได้อย่างเด่นชัดและเมื่อย้อมด้วยเอนไซม์พบว่า เอนไซม์ 4 ชนิดคือ Malate dehydrogenase (MDH), Esterase (EST), Peroxidase (POX) และ Superoxide dismutase (SOD) สามารถจำแนกพันธุ์ข้าวภายในกลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกด้วยสัณฐานออกจากกันได้อย่างเด่นชัด (ป่าน, 2539) ส่วนสุปราณี (2538) ได้ทำการจำแนกสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและข้าวไร่ โดยอาศัยรูปแบบของไอโซไซม์ที่แตกต่างกัน ไอโซไซม์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ Isocitrate dehydrogenase (IDH), Glutamate oxaloacetate transaminase (GOT), Superoxide dismutate (SOD), Malic enzyme (ME), Malate dehydrogenase (MDH) และ Esterase (EST) สามารถจำแนกและบ่งบอกสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและข้าวไร่ออกจากกันได้

ปณิตา (2540) ได้ทำการศึกษาถึงความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองซึ่งเกษตรกรบนที่สูงได้คัดเลือกพันธุ์ให้สอดคล้องกับระบบการผลิตที่ใช้ปัจจัยการผลิตต่ำในเขตนิเวศน์ต่างๆ

บนที่สูงทำให้เกิดการปรับตัวแบบจำเพาะของประชากรได้ พบว่าเมื่อนำมาจำแนกโดยวิธีอิเลคโตรโฟรีซิส แล้วย้อมด้วยเอนไซม์ Esterase (EST), Malate dehydrogenase (MDH), Leucine amino peptidase (LAP), Glutamate oxaloacetate transaminase (GOT) และ malic enzyme (ME) สามารถจำแนกได้ 43 กลุ่มพันธุ์ และแต่ละกลุ่มพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์กับการใช้ปุ๋ย ทำให้จำแนกกลุ่มพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อปุ๋ยออกเป็น 3 กลุ่ม

จากงานทดลองของ Brown (1978) พบว่าพืชหลายชนิดที่มีแหล่งกำเนิดเดียวกันจะมีจามผั แปรทางไอโซไซม์น้อยหรืออาจกล่าวได้ว่าความผันแปรของไอโซไซม์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความหลากหลายทางสภาพภูมิศาสตร์

สำหรับการใช้ไอโซไซม์เพื่อศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของข้าวญี่ปุ่นบนที่สูงและบนที่ราบสามารถจำแนกพันธุ์ข้าวเป็น Indica และ Japonica type และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (ecotype) ทำให้เกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรมขึ้น (Ishikawa *et al.*, 1992)

Glaszmann (1988) ศึกษาข้าวพันธุ์พื้นเมืองจากความผันแปรทางไอโซไซม์และการกระจายทางภูมิศาสตร์ พบว่า isozyme polymorphism มีความสัมพันธ์กับระดับความสูงของพื้นที่ (altitude) และพื้นที่แถบเส้นละติจูดต่างๆ (latitude) และข้าว Japonica type มีความผันแปรทางพันธุกรรมสูงสุดในแถบภูเขาในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนข้าว Indica type กระจายไปทั่วเอเชียเขตร้อน

เมื่อนำพันธุ์ข้าว (Oryza sativa L.) 252 พันธุ์ จากถิ่นกำเนิดต่างๆและลูกชั่วที่สอง (F_2) 333 พันธุ์ จากคู่ผสมข้าม 11 คู่ มาศึกษาโดยวิธีการไอโซไซม์ พบว่า สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กับ Japonica และ Javanica type กับกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กับ Indica type โดยพบว่า บาง alleles มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ (Glaszmann, 1984)

จากการศึกษาของ Kochko (1987) พบว่าข้าวในประเทศแถบแอฟริกา มีระดับความหลากหลายทางพันธุกรรมคล้ายกับข้าวในแถบเอเชีย จากผลการวิเคราะห์ทางไอโซไซม์จำแนกผลได้ว่าผลของ alleles เกิดจากการถ่ายทอดยีนบางตัวของพืชต้นหนึ่งไปยังพืชอีกต้นหนึ่ง จากพืชที่มีพันธุกรรมใกล้ชิดกันหรือจากพืชเกิดการกลายพันธุ์ (mutation) ทำให้ข้าวมีวิวัฒนาการตั้งแต่ถูกนำเข้ามาในประเทศแถบนี้

Damania *et al.* (1983) รายงานว่าข้าวสาลีที่เก็บรวบรวมในประเทศเยเมน มีจำนวนรูปแบบของอิเลคโตรโฟรีซิสเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงของพื้นที่ที่ทำการเก็บข้าวสาลี สามารถจำแนกได้ว่าเป็นพันธุ์ปลูก หรือพันธุ์พื้นเมือง จากรูปแบบของอิเลคโตรโฟรีซิส และลักษณะทางสรีรวิทยา

Cox (1987) พบว่าในการเก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวสาลีพันธุ์ Kharkof ซึ่งปลูกกันแพร่หลายมานานในหลายๆพื้นที่ของประเทศอังกฤษ จาก 11 แหล่ง จากรูปแบบของอิเลคโตรโฟรีซิสในโปรตีนของข้าวสาลี (gliadin) พบว่าพันธุ์นี้มีความผันแปรทางพันธุกรรม อาจเนื่องมาจากการผสมข้าม การปะปนของเมล็ดพันธุ์อื่น การกลายพันธุ์ อันเนื่องมาจากการเก็บตัวอย่างพืชไว้เป็นจำนวนน้อย ซึ่งทำให้อัตราส่วนของยีนแต่ละตัวภายในประชากรเปลี่ยนไป (genetic drift) ความแตกต่างของแหล่งเมล็ดพันธุ์เดิมและโดยการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

<u>การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมโดยการพิจารณาคุณภาพการหุงต้ม</u>

โดยปกติแล้วข้าวขาวดอกมะลิจะมีคุณสมบัติเฉพาะคือ ข้าวสารมีรูปร่างเรียวยาว ปลายเมล็ดโค้งเล็กน้อย ข้าวกล้องใส มีความเลื่อมมัน ขนูก (ส่วนคัพภะ) เล็ก เป็นข้าวอมิโลสต่ำ เมื่อหุงแล้วข้าวสุกจะเหนียวนุ่มและหอม ซึ่งแตกต่างไปจากข้าวพันธุ์อื่น และเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคที่มีความพิถีพิถัน และมีรสนิยมสูงในการรับประทานข้าว ดังนั้นคุณภาพการหุงต้มจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมได้ คุณภาพการหุงต้มที่เปลี่ยนแปลงไป อาจเกิดจากสภาพแวดล้อม ประสูติ (2537) ศึกษาถึงสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพการหุงต้มของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ พบว่า เมื่อปลูกในดินร่วนทราย ข้าวกล้องและข้าวสารจะใสเป็นเงา เมื่อนำไปหุง ข้าวสุกจะไม่ค่อยมียางและรสชาติดีกว่าข้าวที่ปลูกในดินเหนียวซึ่งจะมีข้าวสารขุ่นกว่า ข้าวสุกมีความยาวมากกว่าการใส่ปุ๋ยมากเกินไป ข้าวจะหอมน้อยลง ข้าวกล้องจะขุ่นมัวและมลีดข้าวจะกว้างขึ้น ในการเก็บเกี่ยว หากตากข้าวไว้นานเกินไป จะทำให้เมล็ดแตกร้าวเสียคุณภาพในการสีและเมื่อนำดิน จากจังหวัดต่างๆ ได้แก่ สุรินทร์ ร้อยเอ็ด บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี มหาสารคาม ยโสธร ชัยนาท ลพบุรี ฉะเชิงเทรา มาปลูกทดลองในกระถาง โดยแยกชนิดของดินที่เก็บมาได้เป็น 5 กลุ่ม คือ ดินร่วนปนทราย ดินร่วน ดินทรายปนดินร่วน ดินร่วนเหนียวปนทรายและดินเหนียว พบว่า ดินร่วนเหนียวปนทรายและดินเหนียว มีแนวโน้มที่จะให้เมล็ดข้าวที่ยาวกว้างและหนักกว่าดินอีก 3 ชนิด

ดวงใจ *et al.* (2536) รายงานว่า ระดับความเค็มในดินมีผลกระทบต่อคุณภาพทางเคมี การหุงต้มและรับประทาน เช่น เปอร์เซ็นต์อมิโลส ค่าอุณหภูมิแป้งสุกและค่าความคงตัวแป้งสุก โดยมีแนวโน้มทำให้ข้าวสุกมีความนุ่มเหนียวลดน้อยลงหรือมีความแข็งและร่วนมากขึ้นนั่นเอง แต่ความเค็มที่ระดับ 4 mm hos/cm (ความเค็มน้อย) จะให้คุณภาพการหุงต้มที่ดี คือ ความหอม ความนุ่มเหนียว เทียบเท่าได้กับดินชุดควบคุม (ระดับความเค็มที่ 0 mm ho/cm) แต่การยืดตัวและโปรตีนสูงกว่า