บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ลักษณะของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549)

ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวที่มีความไวต่อช่วงแสง กล่าวคือ พันธุ์ข้าวจะออกดอกในวันที่กลางคืนยาวกว่ากลางวันเท่านั้น ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวจึงทำให้สามารถปลูกได้เฉพาะนาปีเท่านั้น และจัดอยู่ในประเภทข้าวขาว เพราะเปลือกข้าวมีสีขาวหรือสีฟางคล้ายสีขาวของดอกมะลิ และมีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย โดยลักษณะที่สำคัญของข้าวหอมมะลิ คือ เมล็ดข้าวเปลือกเรียวได้มาตรฐานข้าวชั้นหนึ่ง เมื่อขัดสีเป็นข้าวสารจะได้เมล็ดที่เรียวยาว ขาว ใส เป็นเงาแกร่ง และมีท้องไข่น้อย เมื่อหุงเป็นข้าวสุกก็จะได้ข้าวที่มีความเลื่อมมัน อ่อนนุ่ม และมีกลิ่นหอม

ข้าวที่ปลูกเพื่อใช้เป็นข้าวหอมมะลิมี 2 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข.15 ซึ่งข้าวกข.15 ก็คือ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่นำไปอาบรังสีแกมม่าทำให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ประมาณ 4-6 เปอร์เซ็นต์ ข้าวทั้งสองพันธุ์นี้มีลักษณะเมล็ดข้าวจะพักตัวในเวลาประมาณ 8 สัปดาห์ เมล็ดมีเปลือกสีน้ำตาล ยาว 7.4 มิลลิเมตร รูปร่างเรียว เมื่อข้าวสุกจะหอมนุ่ม มีอะมิโลส (amylose) 14-17 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังสามารถปลูกได้ในที่นาดอนทั่วไป ทนต่อสภาพแห้งแล้ง ดินเปรี้ยว และดินเค็มได้ดี ต้านทานต่อไส้เดือนฝอยรากปม แต่มีข้อจำกัดคือ ไม่ต้านทานโรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง โรคใบสีส้ม เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และหนอนกอ ต้นล้มง่ายถ้าหากปลูกในบริเวณดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง

โรคเมล็ดพันธุ์ข้าว

ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก โดยเฉพาะประเทศในภูมิภาคเอเชียที่นิยมรับประทานข้าวเป็นอาหารประจำวันมากกว่าในภูมิภาคอื่นๆ ของโลก จากสถิติของกระทรวงเกษตรสหรัฐระบุว่าในปี 2544 มีการผลิตข้าวสารทั่วโลกทั้งสิ้นประมาณ 397 ล้านตัน โดยการผลิตส่วนใหญ่อยู่ในทวีปเอเชีย 360 ล้านตัน โดยจีนเป็นประเทศที่มีการผลิตข้าวมากที่สุด ประมาณร้อยละ 30 ของผลผลิตข้าวทั้งหมด ส่วนในประเทศไทยนั้นมีการผลิตข้าวร้อยละ 4 ของผลผลิตข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งหมด จากรายงานของสถาบันวิจัยข้าว ระบุว่าผลผลิตเฉลี่ยข้าวของประเทศไทย ในปี 2543/2544 มีประมาณ 387 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตเฉลี่ยของประเทศผู้ผลิตข้าวที่สำคัญ โดยประเทศเวียดนามมีผลผลิตเฉลี่ย ประมาณ 633 กิโลกรัมต่อไร่ สหรัฐอเมริกา ประมาณ 1,017 กิโลกรัมต่อไร่ และจีนประมาณ 969 กิโลกรัมต่อไร่ สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตต่อไร่ในระดับต่ำ เนื่องมาจากการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืช (plant pathogen)

เชื้อสาเหตุโรคพืชที่สำคัญของข้าว ได้แก่ เชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส ไฟโตพลาสมา และไส้เดือนฝอย (ชาตรี, 2539) จากเชื้อสาเหตุโรคพืชดังกล่าว เชื้อราถือได้ว่าเป็นเชื้อสาเหตุที่สำคัญ เนื่องจากสามารเข้าทำลายข้าวได้ทุกระยะการเจริญเติบโต เริ่มตั้งแต่ระยะต้นกล้า ไปจนกระทั่งถึงระยะเก็บเกี่ยว และหลังการเก็บเกี่ยว เชื้อราสาเหตุโรคข้าวที่สำคัญ ได้แก่ โรคไหม้ (blast; *Pyricularia oryzae*) โรคกาบใบแห้ง (sheath blight; *Rhizoctonia solani*) โรคถอดฝักดาบ (bakanae; *Fusarium moniliforme*) โรคใบจุดสีน้ำตาล (brown leaf spot; *Bipolaris oryzae*) โรคใบขีดสีน้ำตาล (narrow brown leaf spot; *Cercospora oryzae*) โรคข้าวดอกกระถิน (false smut; *Ustilaginoidea virens*) และโรคเมล็ดด่าง (dirty panicle; *Curvularia lunata, Trichoconis padwickii, F. semitectum, F. moniliforme* และ *B. oryzae*) (ชาตรี, 2539) อนันต์ (2542) รายงานว่า โรคสำคัญที่เกิดกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้แก่ โรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง โรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคถอดฝักดาบ โดยพบว่ามีการระบาดในทุกพื้นที่ที่มีการเพาะปลูก แต่การระบาดมักจะเกิดขึ้นในพื้นที่บริเวณที่ไม่กว้างมากนัก

โรคถอดฝักดาบ (Elongation or Bakanae disease)

โรคนี้ระบาดรุนแรง โดยเฉพาะในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือเท่านั้น ส่วนภาคอื่นมีระบาดเป็นจำนวนมาก สาเหตุของโรคเกิดจากเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ซึ่งเป็นเชื้อราที่สามารถติดมากับเมล็ดพันธุ์ได้ รวมทั้งการมีชีวิตอยู่ในตอซัง ฟางข้าว และอยู่ในดินได้หลายเดือน ซึ่งเมื่อนำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ติดเชื้อจากโรคนี้ไปเพาะจะทำให้ต้นกล้าแสดงอาการของโรค โดยมีอาการทั้งต้นเตี้ยแคระแกรนและต้นข้าวแสดงอาการสูงชะลูดผิดปกติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการติดเชื้อว่ามีมากน้อยเพียงใด (สมคิด, 2532) โดยพบอาการของโรคในระยะกล้า ต้นกล้าจะแห้งตายหลังจากปลูกได้ไม่เกิน 7 วัน แต่มักพบกับข้าวอายุมากกว่า 15 วัน ต้นข้าวที่เป็นโรคจะผอมสูงเด่นกว่ากล้าข้าว โดยทั่วๆ ไป ต้นข้าวผอมมีสีเขียวอ่อนซีดมักย่างปล้อง บางกรณีข้าวจะไม่ย่างปล้อง แต่รากจะเน่าช้ำเวลาถอนมักจะขาดตรงบริเวณโคนต้น ถ้าเป็นรุนแรงกล้าข้าวจะตาย หากไม่รุนแรงอาการจะแสดงหลังจากย้ายไปปักดำได้ 15-45 วัน โดยต้นที่เป็นโรคจะสูงกว่าข้าวปกติ ใบมีสีเขียวซีด เกิดรากแขนงที่ข้อลำต้นตรงระดับน้ำ บางครั้งพบกลุ่มเส้นใยสีชมพูตรงบริเวณข้อที่ย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปล้องขึ้นมา ต้นข้าวที่เป็นโรคมักจะตายและมีน้อยมากที่อยู่รอดจนถึงออกรวง สปอร์ของเชื้อรา สามารถแพร่กระจายไปโดยลมและตกลงไปในดอกข้าว แล้วเชื้อราก็จะอยู่ที่เมล็ดข้าวจนถึงเวลาตกกล้าในฤดูต่อไป ทำให้โรคนี้สามารถแพร่กระจายทางเมล็ดพันธุ์ (seedborne) เพราะเมื่อเอาเมล็ดที่มีเชื้อโรคนี้ไปปลูก เชื้อโรคก็จะเข้าทำลายต้นข้าวตั้งแต่เมล็ดงอกเป็นต้นกล้า แล้วแสดงอาการของโรคออกมาให้เห็น ซึ่งเชื้อราสาเหตุสามารถเป็นได้ทั้ง seedborne และ soilborne สามารถเข้าทำลายต้นข้าวที่แข็งแรงได้มีผลทำให้ปริมาณของผลผลิตลดลง (Ou, 1985)

โรคใบจุดสีน้ำตาล (Brown leaf spot disease)

โรคนี้ระบาดรุนแรงในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินเลว โดยเฉพาะในบางท้องที่ในภาคกลางและภาคใต้ สาเหตุของโรคเกิดจากเชื้อรา *Bipolaris oryzae* สปอร์ของเชื้อรานี้ปลิวไปได้กับลม และเมื่อตกลงบนดอกข้าวหรือเมล็ดข้าวที่ยังไม่แก่ สปอร์จะงอกเข้าทำลายเมล็ดข้าว ทำให้เมล็ดข้าวเป็นรอยด่างดำ นอกจากนี้เชื้อรายังสามารถเข้าทำลายแป้งของเมล็ดด้วย ทำให้เมล็ดที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายมีคุณภาพไม่ดี น้ำหนักเบา เมื่อนำไปสีจะหักมาก โดยอาการที่พบบนเมล็ดข้าวจะพบแผลเป็นจุดขนาดเล็กและใหญ่สีน้ำตาลไหม้ ทำให้เมล็ดข้าวดูสกปรก คุณภาพและน้ำหนักของเมล็ดลดลง (Datnoff *et al*., 2002) เชื้อราจะติดอยู่กับเมล็ดข้าวจนถึงเวลาตกกล้า เมื่อนำเมล็ดที่มีเชื้อราไปตกกล้า เชื้อราที่ติดมาก็จะเจริญเติบโต และขยายพันธุ์แล้วเข้าทำลายต้นกล้า ทำให้ใบของต้นกล้ามีจุดสีน้ำตาลคล้ายรูปไข่ นอกจากนี้เชื้อราที่ปลิดมากับลมยังสามารถทำให้ต้นข้าวในระยะแตกกอมีจุดดังกล่าวที่ใบด้วย ดังนั้นเชื้อราดังกล่าวจึงสามารถแพร่กระจายได้ทั้งโดยเมล็ดพันธุ์และโดยลม (กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, 2543)

โรคไหม้ (Blast disease)

โรคนี้ระบาดทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย เกิดจากเชื้อรา *Pyricularia oryzae* ซึ่งเป็นเชื้อที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวและสามารถถ่ายทอดไปยังต้นกล้าได้ เมื่อสปอร์ของเชื้อรานี้แพร่กระจายไปได้โดยปลิวไปกับลม (airborne) เมื่อสปอร์ของเชื้อราตกลงบนส่วนต่างๆ ของต้นข้าวที่มีความชื้นสูงก็จะงอกเป็นเส้นใยเข้าทำลายต้นข้าว ปกติโรคนี้จะทำให้ใบของต้นกล้าเกิดเป็นแผลสีเทารูปกลมหรือคล้ายรูปตา และบางครั้งอาจมีขอบของแผลเป็นสีน้ำตาล เมื่อใบข้าวถูกเชื้อโรคเข้าทำลายอย่างรุนแรง แต่ละใบก็จะมีแผลโรคเป็นจำนวนมากแล้วทำให้ใบข้าวแห้งตาย ถ้าใบข้าวจำนวนมากแห้งตายไปเพราะโรค ในที่สุดก็จะทำให้ต้นข้าวแห้งตาย (ชาตรี, 2539) นอกจากนี้เชื้อรายังสามารถทำให้คอรวงเน่าเป็นสีน้ำตาลแก่ ทำให้เมล็ดลีบ และโรคระบาดเข้าทำลายช่อรวง เชื้อสาเหตุจะอาศัยและติดอยู่ในเมล็ดข้าว สำหรับประเทศไทยโรคนี้รุนแรงมากในฤดูฝน ในระยะที่ต้นข้าวเป็นต้นกล้าและกำลังออกรวง ความรุนแรงจะมีมากยิ่งขึ้นถ้าชาวนาปลูกด้วยพันธุ์ที่ไม่มีความต้านทานโรค และดินใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูง (กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โรคเมล็ดด่าง (Dirty panicle disease)

โรคเมล็ดด่างมีสาเหตุจากเชื้อราหลายชนิดได้แก่ *Curvularia lunata* (Wakk) Boed., *Cercospora oryzae* I.Miyake, *Helminthosporium oryzae* Breda de Haan., *Fusarium semitectum* Berk & Rav., *Trichoconis padwickii* Ganguly และ *Sarocladium oryzae* โดยอาการจะพบแผลเป็นจุดสีน้ำตาลหรือดำที่เมล็ดบนรวงข้าว บางส่วนก็มีลายสีน้ำตาลดำ และบางพวกมีสีเทาปนชมพู ทั้งนี้เพราะมีเชื้อราหลายชนิดที่สามารถเข้าทำลายและทำให้เกิดอาการต่างกันไป (สมคิด, 2532) การเข้าทำลายของเชื้อรามักจะเกิดในช่วงดอกข้าวเริ่มโผล่จากกาบหุ้มรวงจนถึงระยะเมล็ดข้าวเริ่มเป็นน้ำนม และอาการด่างของเมล็ดจะปรากฏเด่นชัดในระยะใกล้เก็บเกี่ยว โดยเชื้อราสามารถแพร่กระจายไปกับลม ติดไปกับเมล็ด และอาจสามารถแพร่กระจายในยุ้งฉางได้ (กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, 2543)

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรามีผลทำให้ความแข็งแรงและคุณภาพของเมล็ดลดลง (Neergaad, 1979) ซึ่ง Agarwal and Sinclair (1997) แบ่งแยกความเสียหายที่เกิดจากเชื้อราเข้าทำลาย ได้ดังนี้ คือ

1. **ลดปริมาณผลผลิต**

ปริมาณผลผลิตพืชทั่วโลกลดลงถึง 12 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเชื้อสาเหตุโรคเข้าทำลาย ซึ่งคิดเป็นมูลค่าความเสียหายกว่า 50 ล้านล้านดอลล่าร์ เฉพาะในทวีปเอเชียมีความเสียหายประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ทวีปยุโรปประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ และทวีปอเมริกาเหนือประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ (Cramer, 1967) ความเสียหายดังกล่าวนำไปสู่การใช้สารเคมีในการกำจัดเชื้อรา ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต และส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ทั้งยังอาจมีผลทำให้เชื้อสาเหตุโรคเกิดการดื้อยาได้

2. **เมล็ดสูญเสียความงอก**

เชื้อสาเหตุโรคเมล็ดพันธุ์ ส่วนใหญ่มักจะแสดงอาการเมื่อนำเมล็ดไปเพาะ ซึ่งจะมีผลทำให้เมล็ดถูกทำลาย และ/หรือ ต้นกล้าเกิดการเน่าก่อนและหลังงอก ส่งผลให้ต้นกล้างอกในแปลงลดลง Mathur *et al.* (1972) รายงานความเสียหายของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เกิดจากเชื้อรา *Alternaria padwickii* เข้าทำลาย ว่ามีผลทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพ รากและ coleoptiles เน่า ซึ่งส่งผลทำให้ต้นกล้าตายได้

3. **เชื้อสาเหตุโรคมีการพัฒนา**

เมล็ดพันธุ์ถือว่าเป็นพาหะนำโรคที่ดี เชื้อสาเหตุโรคพืชสามารถมีชีวิตรอดได้ดี เมื่ออาศัยอยู่ในเมล็ด และเชื้อสามารถแพร่กระจายไปยังแหล่งอื่นได้พร้อมกับเมล็ด เมื่อนำเมล็ดนั้นไปปลูกยังแหล่งต่างๆ หรือมีการเคลื่อนย้ายเมล็ดไปยังแหล่งใหม่ หากแหล่งใหม่ที่เมล็ดนั้นเดินทางไปถึง มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เชื้อสาเหตุโรคจะมีการปรับตัวและพัฒนาเพื่อให้มีชีวิตอยู่รอด และเชื้อสาเหตุนั้นอาจมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นได้ วิธีการในการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อสาเหตุโรค ในปัจจุบันสามารถทำได้โดยใช้วิธีการกักกันพืช หรือวิธีการทางกฎหมายของประเทศหรือท้องถิ่นนั้นๆ

4. **เมล็ดเสื่อมคุณภาพและมีสีเปลี่ยนแปลงไป**

เชื้อสาเหตุโรคมีผลทำให้เมล็ดแสดงอาการต่างๆ เช่น เสื่อมคุณภาพหรือมีสีที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (Sinclair, 1982) ยกตัวอย่างเช่น เชื้อรา *Alternaria alternata* เป็นสาเหตุทำให้เกิดจุดสีดำบนเมล็ดข้าวสาลี หรือ *Cercospora kikuchii* เป็นสาเหตุทำให้เมล็ดถั่วเหลืองเกิดรอยด่างสีม่วงบนผิวเมล็ด เป็นต้น

5. **เมล็ดเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี**

เมล็ดที่ถูกเชื้อราเข้าทำลาย จะมีผลทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของคุณสมบัติทางชีวเคมีและคุณค่าทางอาหารของเมล็ดเปลี่ยนแปลงไป เช่น เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ถูกเชื้อรา *Phomopsis* spp. เข้าทำลายจะมีคุณภาพแป้งและน้ำมันลดลง เชื้อรา *Aspergillus flavus, Botryodiplodia* sp. และ *Cladosporium herbarum* มีผลทำให้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดถั่วลิสงลดลง ในขณะที่เชื้อรา *Macrophomina phaseolina* มีผลทำให้ปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (Lalithakumari *et al*., 1971) เป็นต้น

6. **เกิดสารพิษ**

เชื้อสาเหตุโรคบางชนิดสามารถสร้างสารพิษได้ เช่น *Aspergillus flavus* สร้างสารพิษที่ชื่อ aflatoxin ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง หรือเชื้อรา *Penicillium islandicum* ที่เข้าทำลายเมล็ดข้าว ทำให้เมล็ดข้าวเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เมื่อนำเมล็ดข้าวนี้ไปเป็นอาหารสัตว์ มีผลกระทบต่อตับของสัตว์และสัตว์อาจตายได้ เป็นต้น

จากความเสียหายที่เกิดจากเชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดพันธุ์ที่กล่าวมาข้างต้น ถือเป็นความเสียหายร้ายแรง ส่งผลต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของมนุษย์ ไม่เพียงแต่มนุษย์จะมีปริมาณอาหารที่ลดลงแล้ว มนุษย์ยังอาจได้รับอันตรายที่เกิดจากเชื้อราที่สามารถสร้างสารพิษได้ จากปัญหาโรคเข้าทำลายเหล่านี้ มนุษย์จึงได้หาวิธีการในการป้องกันกำจัดมากมาย เช่น การใช้สารเคมี การใช้พันธุ์ต้านทาน วิธีกล เปลี่ยนแปลงระบบการปลูกพืช หรือใช้วิธีการทางกฎหมายกักกันพืช เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การป้องกันกำจัดโรคเมล็ดพันธุ์ข้าว

The National Academy of Science (Anon, 1968 อ้างโดย สถาบันวิจัยข้าว, 2549) ได้วางหลักการป้องกันกำจัดโรคพืช ไว้ 6 ข้อดังนี้ คือ 1) หลีกเลี่ยงพืชไม่ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค (avoidance) ได้แก่ การเลือกปลูกพืชในเวลาหรือพื้นที่ที่ไม่เหมาะต่อเชื้อสาเหตุโรค 2) การกีดกันหรือป้องกันไม่ให้เชื้อสาเหตุโรคเข้ามาในบริเวณที่ไม่เคยมีโรคมาก่อน (exclusion) ได้แก่ การตรวจหาเชื้อโรคจากส่วนของพืชที่นำมาใช้เป็นส่วนขยายพันธุ์ เช่น เมล็ด และกิ่งพันธุ์ หากพบเชื้อโรคให้กำจัดหรือฆ่าเชื้อโรคก่อนนำไปปลูก 3) การลดปริมาณหรือทำลายประชากรเชื้อโรคในพื้นที่ปลูก (eradication) เช่น การปลูกพืชหมุนเวียน การกำจัดพืชอาศัยของเชื้อโรค การกำจัดเศษซากพืชที่เป็นโรค การฆ่าหรือทำลายประชากรเชื้อโรคโดยการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช หรือใช้ความร้อน หรือการเผาพืชที่เป็นโรค 4) การป้องกันส่วนของพืชไม่ให้ถูกเชื้อโรคเข้าทำลาย (protection) เช่น ใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชฉีดพ่นส่วนของพืชเพื่อป้องกันพืชไม่ให้ถูกเชื้อโรคเข้าทำลาย โดยสารป้องกันกำจัดโรคพืชจะทำให้เชื้อโรคพืชหมดความสามารถในการเข้าทำลายพืช 5) การปลูกพืชโดยใช้พันธุ์พืชที่ต้านทานโรค (disease resistance) เมื่อเชื้อสาเหตุโรคเข้าทำลายพืชที่มีคุณสมบัติต้านทานต่อโรค จะทำให้เชื้อโรคนั้นลดประสิทธิภาพในการเข้าทำลายพืชได้ อาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขบวนการทางสรีรวิทยาของพืช หรือ พืชมีโครงสร้างธรรมชาติที่สามารถต่อต้านการเข้าทำลายของเชื้อโรคได้ 6) การรักษาพืช (therapy) เพื่อลดความรุนแรงของโรคในพืชที่ถูกเชื้อเข้าทำลายแล้ว

จากหลักการป้องกันกำจัดโรคพืชดังกล่าว การใช้สารเคมีคลุกหรือแช่เมล็ดข้าวก่อนปลูกนับว่าเป็นการป้องกันการเกิดโรคในเบื้องต้นลดระดับแหล่งระบาด (source of inoculum) ที่ลงทุนต่ำแต่ให้ผลคุ้มค่า ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า การคลุกหรือแช่เมล็ดข้าวก่อนปลูกเป็นปฏิบัติการที่ให้หลักประกันในการป้องกันกำจัดการแพร่ระบาดของโรคข้าวสำคัญที่มีเชื้อติดเมล็ดและอยู่ในดิน ตลอดฤดูกาลปลูกในแต่ละครั้งอย่างได้ผลดี กลุ่มงานวิจัยโรคข้าว กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร ได้แนะนำสารเคมีในการกำจัดโรคข้าว 2 ชนิด คือ benomyl + thiram และ mancozeb กรรมวิธีการคลุกหรือแช่เมล็ดด้วยสารเคมีทั้งสองชนิดนี้ กระทำได้โดยให้คลุกสารเคมีกับเมล็ดโดยตรง หรือจะแช่เมล็ดในสารเคมี ก็จะได้ผลในการป้องกันกำจัดโรคถอดฝักดาบได้อย่างดี และถ้าใช้สารเคมีกับข้าวงอก (รากงอกยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร) จะยิ่งได้ผลดีมากขึ้น กองโรคพืชและจุลชีววิทยา (2543) แนะนำว่า การคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนปลูกด้วย Benlate-T อัตรา 3 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม สามารถป้องกันกำจัดโรคใบจุดสีน้ำตาลได้ หรือเมื่อคลุกเมล็ดด้วย Carbendazim หรือ Mancozeb อัตรา 3 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม สามารถควบคุมโรคเมล็ดด่างได้ผลดี นอกจากนี้ Ahmed *et al.* (2002) รายงานว่า Dithane M-45 มีประสิทธิภาพสูงที่สุดใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การยับยั้งเชื้อรา *B. oryzae* ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm โดยสามารถยับยั้งได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Dharam *et al.* (1970) ว่าสามารถกำจัดเชื้อรา *B. oryzae* ได้อย่างสมบูรณ์ โดยการคลุกเมล็ดด้วย Dithane M-45 ที่ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเมล็ด

อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ทั้งยังมีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศด้วย

ผลกระทบจากการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัด

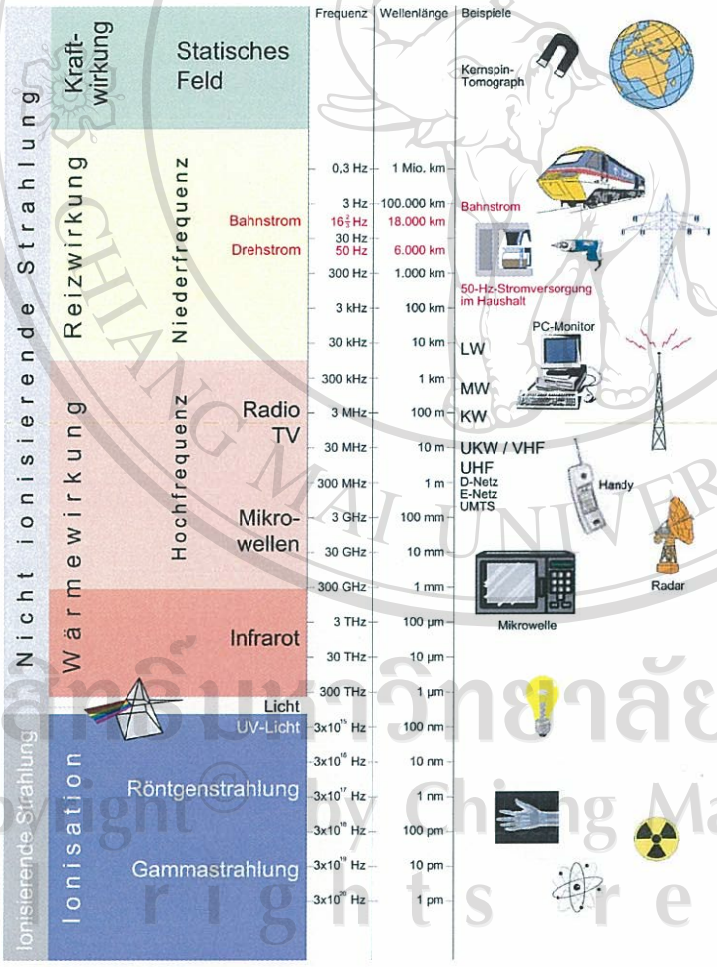
โรคเมล็ดพันธุ์ของข้าวถือได้ว่าเป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งของเกษตรกร ทั้งนี้เนื่องจากมีผลทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดลดลง ตลอดจนทำให้ต้นกล้าแสดงอาการผิดปกติ (Neergaard, 1979) ส่งผลทำให้ผลผลิตลดลง ดังนั้นเกษตรกรจึงนิยมใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการคลุกหรือรมเมล็ดก่อนปลูกหรือการเก็บรักษา เพื่อควบคุมโรคและแมลงที่เข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศกสิกรรมอยู่ในเขตร้อนสามารถปลูกพืชได้ตลอดปี โดยสภาพดังกล่าวส่งเสริมให้ศัตรูพืชระบาดอย่างรุนแรง ทำให้เกษตรกรมีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีสังเคราะห์กันมากขึ้น เนื่องจากเป็นวิธีการที่ทำให้ได้สะดวกและเห็นผลอย่างรวดเร็ว โดยมีสถิติการนำเข้าทั้งปริมาณและมูลค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ แต่การใช้สารเคมีกันอย่างแพร่หลายนั้นมีผลทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้นและยังมีผลต่อการเจ็บป่วยและการเสียชีวิตของเกษตรกรเพิ่มมากขึ้น (ธวัช และคณะ, 2542) นอกจากนี้ยังมีพิษตกค้างในผลผลิตเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและมีการปนเปื้อนลงสู่แม่น้ำลำคลองอีกด้วย (Basilico and Basilico, 1999; Satish *et al.*, 1999; Fiori *et al.*, 2000; Jobling, 2000; Paranagama *et al.*, 2003) และที่สำคัญยิ่งกว่านั้นคือแมลงศัตรูหรือเชื้อราบางชนิดสามารถพัฒนาการให้มีความทนทานต่อสารเคมีหรือเกิดอาการดื้อยาขึ้น ทำให้เกษตรกรต้องใช้สารเคมีในปริมาณและความเข้มข้นที่สูงขึ้นกว่าเดิมส่งผลทำให้เกิดผลเสียทั้งทางด้านสุขภาพ สิ่งแวดล้อม การจัดการ และเศรษฐกิจ

แนวทางหนึ่งในการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีอย่างหนัก คือ การใช้วิธีการทางฟิสิกส์หรือใช้วิธีกล การประยุกต์ใช้คลื่นความถี่วิทยุในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตรมีเพิ่มมากขึ้น (Wang *et al.*, 2003) คลื่นความถี่วิทยุสามารถทำให้เกิดความร้อนโดยตรงจากผลผลิตและสามารถลดระยะเวลาในการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิได้ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการใช้น้ำร้อนหรือใช้อากาศร้อน ทั้งยังไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม และมีผลกระทบต่อผลผลิตในระดับที่ยอมรับได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะของคลื่นความถี่วิทยุ

คลื่นความถี่วิทยุ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่อยู่ในช่วงระหว่าง 3 เมกกะเฮิรต์ - 300 เมกกะเฮิรต์ ช่วงคลื่นความถี่ที่นำมาประยุกต์ใช้อยู่ที่ระดับ 13, 27 และ 40 เมกกะเฮิรต์ สามารถกระจายความร้อนผ่านวัตถุที่มีความหนาได้ดีกว่าคลื่นไมโครเวฟ สามารถนำมาใช้ในกระบวนการที่ทำกับวัตถุที่มีขนาดใหญ่หลายชิ้นพร้อมๆ กันหรือมีองค์ประกอบที่ถูกกำจัดทิ้งมากๆ เช่น มีน้ำในตัววัตถุมาก ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นอย่างมาก เช่น การใช้คลื่นไมโครเวฟในกระบวนการแปรรูปผลผลิตจากพืชและสัตว์ เช่น ใช้เพื่อการออกฤทธิ์ของ inactivated enzymes ที่มีอยู่ในเมล็ดของพืชผลต่างๆ เช่น ถั่วเหลือง เมล็ดฝ้าย รำข้าว ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคและแมลงต่างๆ ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ



ที่มา : Wolfgang Lücke (2003)

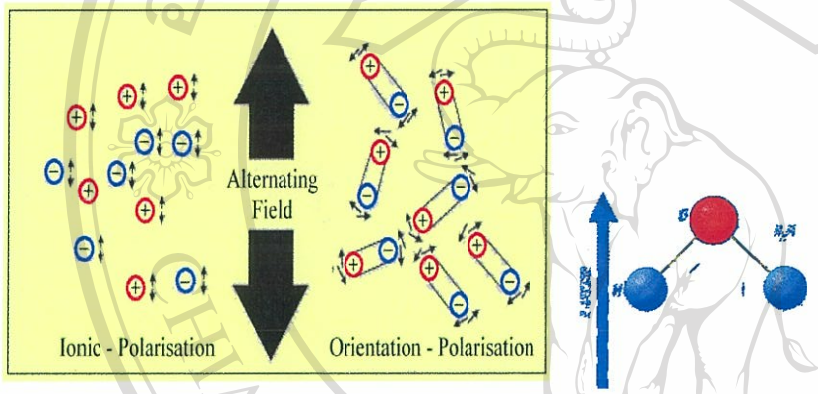
ภาพที่ 2.1 ช่วงคลื่นความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลักการทำงานของคลื่นความถี่วิทยุ

การให้ความร้อนโดยคลื่นความถี่วิทยุ อาศัยหลักการเดียวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอื่นๆ กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงพลังงานในรูปของสนามคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาเป็นพลังงานความร้อนในตัววัตถุ โดยไม่มีการกระจายของประจุในวัตถุนั้นในสนามคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูง โมเลกุลของวัตถุเกิดการสั่นสะเทือนตามการเหนี่ยวนำไปในทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นจำนวนหลายล้านครั้ง ในเวลา 1 วินาที ทำให้เกิดปรากฏการณ์ 2 รูปแบบ คือ

การทำงานของคลื่นความถี่วิทยุ



ที่มา : Wolfgang Lücke (2003)

ภาพที่ 2.2 ลักษณะการเปลี่ยนจากพลังงานจลน์ไปเป็นพลังงานความร้อนภายในตัววัตถุเมื่อถูกนำไปวางไว้ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

1. Intermolecule Friction ที่เกิดจากแรงดึงดูดกันระหว่างโมเลกุล
2. Hysteresis เป็นแรงต้านทางประจุไฟฟ้าเนื่องมาจากแรงเฉื่อย ซึ่งขึ้นกับจำนวนประจุ มวล และรูปร่างของโมเลกุล

เมื่อวัตถุมีการดูดซับพลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก่อให้เกิดความร้อนได้ 2 แบบร่วมกัน ได้แก่

1. Ionic Polarization เป็นการเกิดความร้อนเนื่องจากผลของการเคลื่อนที่ของไอออนในสารละลายเมื่อเข้าไปอยู่ในสนามไฟฟ้า โดยแต่ละไอออนที่มีประจุไฟฟ้าประจำตัวถูกกระตุ้นและเร่งให้เกิดการเคลื่อนที่ทำให้เกิดการเสียดสีกันระหว่างไอออน ในขณะเดียวกันเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงานจลน์เป็นพลังงานความร้อนขึ้น แล้วเกิดการกระจายความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ร้อนไปยังส่วนอื่นๆ ซึ่งการเกิดความร้อนลักษณะนี้เกิดขึ้นในส่วนของของเหลวภายในเซลล์ที่อยู่ในรูปของสารละลายต่างๆ

2. Dipole Rotation เป็นการเกิดความร้อนกับสารประกอบที่มีขั้ว (polar) ซึ่งได้แก่ น้ำในสภาพปกติการเรียงตัวของประจุบวกและประจุลบของสารประกอบที่มีขั้วนี้เรียงตัวอย่างไม่มีระเบียบ (random oriented) เมื่อเข้าไปอยู่ในสนามไฟฟ้า ประจุบวกและประจุลบของสารเกิดการเคลื่อนที่เพื่อเปลี่ยนทิศทางการเรียงตัวที่เป็นระเบียบขึ้น

การเคลื่อนที่ด้วยการหมุนตัวกลับไปมาเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วตามระดับความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ให้ ซึ่งในคลื่นความถี่วิทยุ การเคลื่อนที่ของประจุ 3-300 ล้านครั้งต่อ 1 วินาที ซึ่งผลของความเร็วในการหมุนตัวและการเสียดสีกันก่อให้เกิดเป็นความร้อนขึ้นมาอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลา 2-3 วินาทีหรือประมาณ 1 นาที หลังจากได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ต่อจากนั้นความร้อนที่เกิดขึ้นเกิดการกระจายตัวไปยังส่วนอื่นๆ เนื่องจากผลจากการเดือดของน้ำ โดยกระบวนการนำความร้อน และสามารถเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อเปรียบเทียบกับการลดความชื้น โดยใช้ลมร้อนแล้วการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะใช้เวลาและพลังงานในปริมาณน้อยมาก

ผลของคลื่นความถี่วิทยุต่อการกำจัดเชื้อรา

Cwiklinski and von HÖrsten (1999) ที่รายงานว่าการกำจัดเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี โดยกรรมวิธีการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถกำจัดเชื้อได้อย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิระหว่าง 70-75 องศาเซลเซียล ระยะเวลา 150-180 วินาที โดยที่ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์อยู่ที่ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสด โดยใช้เครื่อง combined microwave-steam ซึ่งมีการพ่นละอองน้ำ เพื่อช่วยให้การกระจายของคลื่นในสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้นสม่ำเสมอ และช่วยลดความรุนแรงของคลื่นต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เช่นเดียวกับ Lozano *et al.* (1986) รายงานถึงการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงคลื่นไมโครเวฟที่กำลัง 1,400 วัตต์ ความถี่ 2,450 เมกะเฮิร์ต ในการกำจัดเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดมันสำปะหลัง ในระยะเวลา 120 วินาที พบว่า ประสิทธิภาพของคลื่นไมโครเวฟในการกำจัดเชื้อราที่เหมาะสมอยู่ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียล

Reddy *et al.* (1998) ได้ทำการศึกษาวิจัยผลของการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นไมโครเวฟต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่มีการปนเปื้อนด้วยเชื้อรา *Fusarium graminearum* พบว่า คลื่นไมโครเวฟสามารถกำจัดเชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดพันธุ์ได้เพิ่มมากขึ้น เมื่อให้พลังงานไมโครเวฟเพิ่มขึ้น แต่กลับพบว่าความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์และความแข็งแรงของต้นกล้าลดลง โดยเมล็ดพันธุ์มีการปนเปื้อนของเชื้อสาเหตุเริ่มต้น 36 เปอร์เซ็นต์ ความงอกเริ่มต้น 100 เปอร์เซ็นต์ และความแข็งแรงของต้นกล้าเริ่มต้น 838.5 จากผลการทดลองระบุว่า เชื้อสาเหตุจะถูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำให้ลดลงเหลือ 4-7 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ยังคงสามารถรักษาความงอกของเมล็ดพันธุ์อยู่ที่ 85 เปอร์เซ็นต์ และความแข็งแรงของต้นกล้า 670 (80 เปอร์เซ็นต์ ของความแข็งแรงเริ่มต้น) ทั้งนี้การใช้คลื่นไมโครเวฟจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์เป็น 14 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าที่ความชื้นเริ่มต้น 8 หรือ 20 เปอร์เซ็นต์

ปรัชญา (2548) รายงานว่า การให้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียล มีผลทำให้เชื้อราลดลงได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ การให้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียล แก่เมล็ดพันธุ์งาที่มีความชื้นเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมที่สุดในการควบคุมปริมาณเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ซึ่งไม่ส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์โดยรวมลดลง และยังสามารถลดปริมาณเชื้อรา *M. phaseolina* ลงได้ถึง 51 เปอร์เซ็นต์

ผลของคลื่นความถี่วิทยุต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

Jonas and Herbert (1952a,b) รายงานผลของคลื่นความถี่วิทยุต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ผักหลายชนิด พบว่า คลื่นความถี่วิทยุที่ความถี่ 43-44 เมกะเฮิร์ต มีผลในการเพิ่มความงอกของเมล็ดพันธุ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มของสนาม พลังงานที่ให้ และอุณหภูมิของเมล็ดพันธุ์ด้วย

Nelson *et. al*. (1968) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วบางชนิด เช่น alfalfa, red clover และ arrowleaf clover มีการตอบสนองต่อการให้คลื่นความถี่วิทยุ โดยมีเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าปกติเพิ่มมากขึ้น และมีปริมาณเมล็ดแข็งลดลง ผลของคลื่นความถี่วิทยุต่อเมล็ดพันธุ์พืชไร่ เช่น ข้าวโพด ฝ้าย และข้าวสาลี พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการงอกและต้นกล้ามีการพัฒนาที่ดีขึ้น

ผลของคลื่นความถี่วิทยุต่อองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดพันธุ์

การใช้อุณหภูมิ ทั้งอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ มีผลต่อการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ แต่ก็ส่งผลกระทบต่อคุณค่าทางอาหารเช่นกัน อุณหภูมิสูงสามารถกำจัดสปอร์และส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อได้ และอาจทำลายสารพิษที่สร้างโดยเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ได้ด้วย กรรมวิธีการใช้น้ำร้อนขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของเชื้อที่ปรากฏ สภาพแวดล้อม ปัจจัยภายนอก เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความเค็มหรือการเจือจาง และผลของความร้อนต่อผลิตภัณฑ์นั้นๆ โดยทั่วไป อุณหภูมิที่สามารถกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ได้มักมีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์อาหารด้วย ทั้งนี้ควรพิจารณาการกระจายตัวของความร้อน (Lynn, 1996)

Irfan and Elke (1999) พบว่า การใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นไมโครเวฟที่อุณหภูมิ 80-100 องศาเซลเซียล (อุณหภูมิที่ผิวของเมล็ดพันธุ์) มีผลในการลดปริมาณกรดและเพอร์ร็อกไซด์ในน้ำมันได้ แต่ว่าปริมาณกรด thiobarbituric (TBA) และกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในน้ำมัน ไม่ได้รับผลกระทบจากการใช้คลื่นไมโครเวฟเลย แต่กิจกรรมของเอนไซม์เพอร์รีอกสิเดส และเอนไซม์ methylumbelliferyl-palmitic-acid-esterhydrolase (MU-Pase) ในเมล็ดพันธุ์ถูกทำให้ลดลง ประโยชน์ของการใช้คลื่นความถี่วิทยุเมื่อเปรียบเทียบกับคลื่นไมโครเวฟ คือ การใช้คลื่นความถี่วิทยุจะไม่เกิดการเผาไหม้ของสารหอม ซึ่งยืนยันได้ด้วยการประยุกต์ใช้กับ rapeseed ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียล พวกเขาสรุปว่า การใช้อุณหภูมิสูงกับเมล็ด rapeseed ส่วนประกอบของคุณภาพน้ำมันบางชนิด เช่น ปริมาณกรด ปริมาณเพอร์รีอกไซด์ และปริมาณ TBA ไม่มีการการเปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า คลื่นวิทยุไม่มีผลกระทบต่อส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved