บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การศึกษาการตายของด้วงงวงข้าวโพดระยะต่าง ๆ เมื่อได้รับคลื่นความถี่วิทยุ

ด้วงงวงข้าวโพด ระยะ ไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ที่อาศัยอยู่ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บรรจุถุง polyethylene ขนาด 1,000 กรัม เมื่อได้รับพลังงาน 670 วัตต์ เป็นเวลา 120 วินาที พบว่าตัวเต็มวัยเป็นระยะที่ทนทานที่สุดโดยมีอัตราการตายน้อยที่สุด 49.93±2.81 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากระยะ ไข่ หนอน และดักแด้ ซึ่งมีอัตราการตายเท่ากับ 76.13±1.52, 66.59±5.30 และ 70.27±5.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 4.1) (ตารางภาคผนวก 1 และ 2) ด้วงงวงข้าวโพดในระยะตัวเต็มวัยเป็นระยะที่ทนทานที่สุดต่อคลื่นความถี่วิทยุ รองลงมาได้แก่ ระยะหนอน และดักแด้อาจเป็นเพราะหนอนและดักแด้มีความชื้นหรือน้ำในลำตัวมาก ประกอบกับผนังลำตัวบางเป็นเหตุให้เมื่อได้รับความร้อนจะได้รับผลกระทบรุนแรงกว่าระยะตัวเต็มวัยซึ่งมีโครงสร้างแข็งภายนอก ผลกระทบของความร้อนที่เกิดขึ้นกับแมลงในเบื้องต้นมีผลทำให้แมลงขาดน้ำ (Nelson *et al*., 1998; Chapman, 1998) นอกจากนี้มีผลกระทบต่อระบบการหายใจของแมลงทำให้อัตราการหายใจ และขบวนการเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้น ระบบการทำงานของเอนไซม์และฮอร์โมนในร่างกายบางอย่างมีความเฉพาะเจาะจงต่ออุณหภูมิ ดังนั้นเมื่อได้รับความร้อนจะมีผลต่อระบบดังกล่าวและเกิดสภาพที่ไม่เป็นไปตามปกติ เช่น การมี Juvenile hormone ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่มีหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนรูปร่างของแมลงในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้แมลงระยะตัวอ่อนมีการลอกคราบมากขึ้น หรือมีระยะการเจริญเติบโตผิดปกติ นอกจากนี้ความร้อนมีผลในการยับยั้งการสร้างสาร vitellin ซึ่งเป็นโปรตีนสำคัญในการสร้างและพัฒนาไข่ของแมลง ด้วยเหตุนี้แมลงระยะไข่จึงได้รับผลกระทบและไม่สามารถพัฒนาไปเป็นหนอนได้ (Neven, 2000) แมลงแต่ละชนิดมีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงที่แตกต่างกัน โดยระยะเวลาที่สัมผัสคลื่นความถี่วิทยุ และอุณหภูมิมีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแมลง การใช้คลื่นความถี่วิทยุกับมอดหัวป้อม (*Rhyzopertha dominica* (F.)) ที่ความถี่ 27.12 MHz อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 วินาที พบว่าตัวเต็มวัยเป็นระยะที่มีอัตราการตายน้อยที่สุด และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 150 ถึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

180 วินาทีทำให้มอดหัวป้อมมีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ (กฤษณา, 2552) สอดคล้องกับ พัทยา และสุชาดา (2549) พบว่าเมื่อนำมอดหัวป้อมที่เข้าทำลายเมล็ดข้าวเปลือก ในอัตรา 125 ตัวต่อกิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 70-85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 วินาที สามารถทำให้มอดหัวป้อมมีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในมอดแป้งที่ปะปนในอาหารไก่เมื่อนำมาผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ที่ความถี่ 27.12 MHz อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 วินาที พบว่าดักแด้เป็นระยะที่มีอัตราการตายน้อยที่สุด และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วินาทีขึ้นไปทำให้มอดแป้งมีอัตราการตายสมบูรณ์100 เปอร์เซ็นต์ (กรรณิการ์, 2552)

ตาราง 4.1 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของด้วงงวงข้าวโพดในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ เมื่อได้รับคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงาน 670 วัตต์ เป็นเวลา 120 วินาที

ระยะการเจริญเติบโต	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย ± SE[1]
ไข่	76.13 ± 1.52 b
หนอน	66.59 ± 5.30 b
ดักแด้	70.27 ± 5.36 b
ตัวเต็มวัย	49.93 ± 2.81 a

[1]ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Tukey HSD

เมื่อนำด้วงงวงข้าวโพดในระยะไข่ หนอน ดักแด้ ตัวเต็มวัย และเมล็ดข้าวโพดความชื้นเมล็ด 12 เปอร์เซ็นต์ไปวัดค่า dielectric constant ซึ่งเป็นค่าที่บอกความสามารถในการดูดซับพลังงานคลื่นของวัตถุ ที่ระดับความถี่ 27 MHz อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าระยะไข่มีค่า dielectric constant สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระยะไข่มีค่า dielectric constant เท่ากับ 2.16 ± 0.002 ไม่แตกต่างจาก ระยะตัวเต็มวัย และระยะหนอนมีค่า dielectric constant เท่ากับ 2.10 ± 0.001 และ 2.09 ± 0.004 ซึ่งแตกต่างจากระยะดักแด้มีค่าเท่ากับ 2.12 ± 0.008 ส่วนเมล็ดข้าวโพด มีค่า dielectric constant ต่ำที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากเมล็ดข้าวโพดที่มีแมลงอาศัยอยู่หรือปะปนอยู่ 2.08 ± 0.003 (ตาราง 4.2) (ตารางภาคผนวก 3 และ 4)

ค่า dielectric loss factor ซึ่งเป็นค่าที่บอกความสามารถในการเปลี่ยนแปลงไปเป็นพลังงานความร้อนของวัตถุ ที่ระดับความถี่ 27 MHz อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าระยะไข่มีค่า dielectric loss factor สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเท่ากับ 2.19 ± 0.006 รองลงมาคือ ระยะดักแด้ ตัวเต็มวัย หนอน และเมล็ดข้าวโพด มีค่า dielectric loss factor เท่ากับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.10 ± 0.003, 2.07 ± 0.002, 2.06 ± 0.008 และ 2.06 ± 0.010 ตามลำดับ (ตาราง 4.3) (ตารางภาคผนวก 5 และ 6)

ค่า Loss tangent (tan δ) แสดงถึงระดับการทะลุทะลวงของสนามไฟฟ้า และการกระจายพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน ถ้าค่านี้สูง วัตถุเกิดความร้อนดีขึ้น ที่ระดับความถี่ 27 MHz อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าระยะไข่มีค่า loss tangent สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเท่ากับ 1.02 ± 0.0016 รองลงมาคือ ระยะดักแด้ เมล็ดข้าวโพด หนอน และตัวเต็มวัยมีค่า loss tangent เท่ากับ 0.99 ± 0.002, 0.99 ± 0.002, 0.98 ± 0.002 และ 0.98 ± 0.0002 ตามลำดับ (ตาราง 4.4) (ตารางภาคผนวก 7 และ 8)

จากผลการทดลองพบว่าด้วงงวงข้าวโพดในระยะไข่ มีค่า dielectric และ loss tangent สูงที่สุด อาจแสดงได้ว่าระยะไข่ของแมลงที่อาศัยอยู่ในเมล็ดนั้น สามารถดูดซับพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไว้ได้มาก และเกิดความร้อนได้ดีที่สุด เมื่อนำไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุ สอดคล้องกับผลการทดลองที่ 3.1 พบว่า ระยะไข่มีอัตราการตายมากที่สุดเมื่อนำไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุ นอกจากนี้ Wang *et al.* (2005) พบว่าที่ความถี่ 27.12 MHz ช่วงอุณหภูมิระหว่าง 20-60 องศาเซลเซียส ระยะไข่ของ Medfly มีค่า dielectric constants มากกว่าในระยะหนอน โดยในระยะไข่ มีค่า dielectric constants เท่ากับ 107-158.1 ในระยะหนอนมีค่าเท่ากับ 98.4-134.5 ตามลำดับโดยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้มีค่า dielectric constants เพิ่มขึ้นด้วย ส่วนในด้วงถั่วเขียวนั้นพบว่าที่ระดับความถี่ 40, 200 และ 995 MHz ในระยะหนอนและดักแด้มีค่า dielectric constant เท่ากับ 50, 36 และ 30 มีค่า dielectric loss factor เท่ากับ 168, 40 และ 15 ซึ่งมีค่ามากกว่าในระยะตัวเต็มวัย มีค่า dielectric constant เท่ากับ 55, 34 และ 28 มีค่า dielectric loss factor เท่ากับ 104, 29 และ 10 ตามลำดับ กล่าวได้ว่าระยะหนอนและดักแด้ของแมลงมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นพลังงานความร้อนได้ดีกว่าระยะตัวเต็มวัย และพบว่าเมล็ดถั่วเขียว ที่ความถี่ 27 MHz อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นเมล็ด 10.2-22.4 เปอร์เซ็นต์มีค่า dielectric properties เพิ่มขึ้นเมื่อเมล็ดมีความชื้นเพิ่มขึ้นมีค่า dielectric constant เท่ากับ 3.38-11.56 และมีค่า dielectric loss factor เท่ากับ 0.24-4.64 ตามลำดับ (Jiao *et al.,* 2011)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.2 ค่า dielectric constant ของด้วงงวงข้าวโพดในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ และเมล็ดข้าวโพดความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความถี่ 27 MHz อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ระยะการเจริญเติบโต และเมล็ดข้าวโพด	dielectric constant ± SE[1]
ไข่ในเมล็ดข้าวโพด	2.16 ± 0.002 b
หนอนในเมล็ดข้าวโพด	2.09 ± 0.004 ab
ดักแด้ในเมล็ดข้าวโพด	2.12 ± 0.008 c
ตัวเต็มวัยปะปนกับเมล็ดข้าวโพด	2.10 ± 0.001 bc
เมล็ดข้าวโพด	2.08 ± 0.003 a

[1]ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Tukey HSD

ตาราง 4.3 ค่า dielectric loss factor ของด้วงงวงข้าวโพดในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ และเมล็ดข้าวโพดความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความถี่ 27 MHz อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ระยะการเจริญเติบโต และเมล็ดข้าวโพด	dielectric loss factor ± SE[1]
ไข่ในเมล็ดข้าวโพด	2.19 ± 0.006 c
หนอนในเมล็ดข้าวโพด	2.06 ± 0.008 a
ดักแด้ในเมล็ดข้าวโพด	2.10 ± 0.003 b
ตัวเต็มวัยปะปนกับเมล็ดข้าวโพด	2.07 ± 0.002 a
เมล็ดข้าวโพด	2.06 ± 0.010 a

[1]ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Tukey HSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.4 ค่า loss tangent (tan δ) ของด้วงงวงข้าวโพดในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ และเมล็ดข้าวโพดความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความถี่ 27 MHz อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ระยะการเจริญเติบโต และเมล็ดข้าวโพด	loss tangent (tan δ) ± SE[1]
ไข่ในเมล็ดข้าวโพด	1.02 ± 0.0016 a
หนอนในเมล็ดข้าวโพด	0.98 ± 0.0020 b
ดักแด้ในเมล็ดข้าวโพด	0.99 ± 0.0026 b
ตัวเต็มวัยปะปนกับเมล็ดข้าวโพด	0.98 ± 0.0002 b
เมล็ดข้าวโพด	0.99 ± 0.0030 b

[1]ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Tukey HSD

4.2 การศึกษาระดับพลังงานคลื่นความถี่วิทยุและเวลาที่เหมาะสมในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพดตายอย่างสมบูรณ์

จากการทดลองที่ 4.1 พบว่าด้วงงวงข้าวโพดระยะตัวเต็มวัย เป็นระยะที่ทนทานที่สุดจึงได้มีการนำเมล็ดข้าวโพดปริมาณ 1,000 กรัม มาบรรจุในถุงพลาสติกชนิด polyethylene พร้อมกับด้วงงวงข้าวโพด จำนวน 30 ตัว (คละเพศ) นำไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงาน 5 ระดับ 700, 730, 750, 780 และ 810 วัตต์ เป็นเวลา 60, 120, 180 และ 240 วินาที เปรียบเทียบกับแมลงที่ตายโดยไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ (ชุดควบคุม) รวม 20 กรรมวิธี (5 ระดับพลังงาน x 4 ระยะเวลา) จากนั้นนำแมลงที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 สัปดาห์ พบว่า ระดับพลังงาน และระยะเวลาการให้คลื่นความถี่วิทยุ มีผลทำให้ระยะตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดมีอัตราการตายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างระดับ*พลังงาน*และ*เวลา*ในการใช้คลื่นความถี่วิทยุ โดยเมื่อเพิ่มระดับ*พลังงาน*ของคลื่นความถี่วิทยุพบว่าจะทำให้*พลังงาน*ความร้อนเพิ่มขึ้นมีการใช้*ระยะเวลา*ในการปล่อยคลื่นความถี่วิทยุลดลงที่สามารถทำให้แมลงตายได้พอ ๆ กัน ที่ระดับพลังงานคลื่นความถี่วิทยุ 780 และ 810 วัตต์ ในระยะเวลา 240 วินาที สามารถทำให้ด้วงงวงข้าวโพดระยะตัวเต็มวัยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.5) (ตารางภาคผนวก 9) ($P<0.05$) ซึ่งอาจเป็นผลจากการที่เพิ่มพลังงานให้สูงขึ้นและระยะเวลาการให้พลังงานที่ยาวนานขึ้น ทำให้มีอุณหภูมิภายในบรรจุภัณฑ์สูงขึ้นด้วยส่งผลให้แมลงตายมากขึ้น จากการศึกษากาใช้คลื่นความถี่วิทยุ มาใช้ในการกำจัดมอดแป้ง *(Tribolium castaneum*) ในแป้งข้าวสาลีและด้วงงวงข้าวในข้าวสาร พบว่าความถี่คลื่นวิทยุ 13.56, 27.12 และ 40.68 MHz อุณหภูมิ 45, 46 และ 47 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45, 35 และ 15 วินาที ตามลำดับ สามารถกำจัดมอดแป้งได้ 100

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปอร์เซ็นต์ ส่วนด้วงงวงข้าวนั้น พบว่าที่ความถี่คลื่นวิทยุ 13.56 และ 27.12 MHz อุณหภูมิ 57 และ 58 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 105 และ 95 วินาที ตามลำดับ สามารถกำจัดด้วงงวงข้าวได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (Mirhoseini *et al*., 2009) จากการศึกษาของ Vassanacharoen *et al.* (2007) พบว่า เมื่อใช้คลื่นความถี่วิทยุ ที่ความถี่ 27.12 MHz ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ใช้เวลาไม่เกิน 10 นาที สามารถกำจัดตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวได้สมบูรณ์ 100 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 4.5 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของด้วงงวงข้าวโพดในระยะตัวเต็มวัย เมื่อได้รับคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz ที่ระดับพลังงาน 700, 730, 750, 780 และ 810 วัตต์ เป็นเวลา 60, 120, 180 และ 240 วินาที

พลังงานคลื่นความถี่วิทยุ (วัตต์)	เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดระยะตัวเต็มวัย ± SE[1] ที่ระยะเวลาการให้คลื่นความถี่วิทยุ (วินาที)			
	60	120	180	240
700	1.99 ± 0.82 a	58.00 ± 5.23 bcdef	72.00 ± 6.55 defg	86.0 ± 3.86efg
730	22.92 ± 4.34 ab	68.55 ± 7.59 efg	72.48 ± 4.99 defg	93.31 ± 1.81 fg
750	27.25 ± 2.87 abc	60.32 ± 5.07 cdef	79.50 ± 3.00 efg	93.71 ± 3.10 fg
780	39.93 ± 6.21 bcd	67.26 ± 4.46 defg	80.25 ± 4.43 efg	100.00 g
810	50.60 ± 8.48 bcde	62.70 ± 3.98 cdefg	84.84 ± 4.01 efg	100.00 g

[1]ค่าเฉลี่ยในสดมภ์และแถวเดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Tukey HSD

เมื่อนำด้วงงวงข้าวโพดระยะตัวเต็มวัยที่เหลือรอดจากการผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ที่ระดับพลังงาน 700, 730, 750, 780 และ 810 วัตต์ เป็นเวลา 60, 120, 180 และ 240 วินาที เก็บรักษานาน 6 สัปดาห์ พบว่าเมล็ดข้าวโพดหลังจากผ่านคลื่นความถี่วิทยุเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม มีความเสียหายของเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยเมื่อใช้ระยะเวลาในการให้คลื่นความถี่วิทยุนานขึ้น พบว่าความเสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงลดลง ในชุดควบคุมจากการปล่อยแมลง 30 ตัว ต่อเมล็ดข้าวโพด 1,000 กรัม พบว่าทำให้เมล็ดข้าวโพดเกิดความเสียหาย 8-10 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับชุดที่นำไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุพบว่า แมลงที่เหลือรอดจากการผ่านคลื่นความถี่วิทยุ เป็นเวลา 60-180 วินาที ทำให้เกิดความเสียหายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในกรรมวิธีที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นเวลา 240 วินาที ระดับพลังงาน 780-810 วัตต์ พบว่าความเสียหายแตกต่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากกรรมวิธีอื่น ๆ และไม่พบความเสียหายของเมล็ดเลย (0 เปอร์เซ็นต์) (ตาราง 4.6) (ตารางภาคผนวก 10) อาจกล่าวได้ว่าในการป้องกันกำจัดแมลงหากพบว่ายังคงมีแมลงบางส่วนรอดชีวิตอยู่ แมลงยังคงสามารถวางไข่ได้ จึงทำให้ยังคงพบแมลงในรุ่นลูก และยังพบความเสียหายอยู่ส่วนแมลงในชุดควบคุมยังคงมีความแข็งแรงและสามารถเข้าทำลายเมล็ดให้เกิดความเสียหายได้อย่างต่อเนื่อง Larrain *et al.* (1995) พบว่าด้วงงวงข้าวโพดตัวเมียจำนวนตั้งแต่ 2-4 ตัวสามารถวางไข่ได้ 43.7-79.6 ฟองและสามารถให้จำนวนรุ่นลูก F1 ได้ตั้งแต่ 21.3-28.9 ตัวและยังสามารถทำลายให้เกิดความเสียหายแก่เมล็ดข้าวโพดได้ 50.8-64.9 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 4.6 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดข้าวโพดจากด้วงงวงข้าวโพดหลังจากผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับพลังงานและเวลาต่าง ๆ (700, 730, 750, 780 และ 810 วัตต์ เวลา 60, 120, 180 และ 240 วินาที) และเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์

พลังงานคลื่นความถี่วิทยุ (วัตต์)	เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดข้าวโพดจากด้วงงวงข้าวโพด ± SE[1]				
	ที่ระยะเวลาการให้คลื่นความถี่วิทยุ (วินาที)				
	ชุดควบคุม	60	120	180	240
700	8.76±0.53 b	7.76±1.05 b	8.52±0.64 b	8.58±0.50 b	7.68±0.84 b
730	8.90±0.37 b	7.04±0.68 b	8.46± 0.70 b	8.78±0.45 b	5.28±1.16 ab
750	9.08±0.47 b	7.28±0.46 b	6.92± 0.64 b	7.34±0.72 b	4.76±1.33 ab
780	10.30±0.30 b	8.42±0.48 b	10.02±0.20 b	9.30±0.65 b	0.00 a
810	9.42±0.53 b	7.34±0.60 b	9.06±2.12 b	8.38±0.64 b	0.00 a

[1]ค่าเฉลี่ยในสดมภ์และแถวเดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Tukey HSD

เมื่อนำตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด ที่รอดเหลือจากการผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ที่ระดับพลังงาน 5 ระดับ (700, 730, 750, 780 และ 810 วัตต์ เวลา 60, 120, 180 และ 240 วินาที และชุดควบคุม เก็บรักษานาน 6 สัปดาห์ พบว่าที่ระดับพลังงาน 780 และ 810 วัตต์ เวลา 240 วินาที แมลงไม่สามารถให้จำนวนรุ่นลูกเกิดขึ้น (ตาราง 4.7) (ตารางภาคผนวก 11) สอดคล้องกับการทดลองที่ 4.2 ที่ระยะเวลาและระดับพลังงานเดียวกันส่งผลให้แมลงมีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ โดยด้วงงวงข้าวโพดกรรมวิธีที่ให้คลื่นความถี่วิทยุที่ระดับพลังงานต่าง ๆ มีผลให้มีจำนวนรุ่นลูกแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) และระยะเวลาของการให้คลื่นความถี่วิทยุมีผลทำให้รุ่นลูก F1 แตกต่างกันทาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สถิติ ($P<0.05$) และมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง*ระดับพลังงาน*กับ*ระยะเวลา*ที่เพิ่มขึ้นต่อจำนวนรุ่นลูกของด้วงงวงข้าวโพดแมลงในระยะตัวเต็มวัยที่รอดเหลือจากการผ่านคลื่นความถี่วิทยุ และเก็บรักษาปะปนกับเมล็ดข้าวโพดในถุง polyethylene นาน 6 สัปดาห์ แมลงในชุดควบคุมให้ลูก F1 มีค่า 47.8-81.4 ตัว กรรมวิธีที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ สามารถให้รุ่นลูก อยู่ในช่วง 29.8-97.6 ตัว ยกเว้นระดับพลังงาน 780 และ 810 วัตต์ เป็นเวลา 240 วินาทีไม่พบแมลงในรุ่นลูกเลย ด้วงงวงข้าวโพดรุ่นลูกของแมลงในชุดควบคุมหรือชุดที่ไม่ได้ผ่านคลื่นความถี่วิทยุมีการให้ลูกจำนวน 59.8-81.4 ตัว จากรุ่นพ่อและแม่รวม 30 ตัว มีแนวโน้มแตกต่างจากจำนวนรุ่นลูกที่เกิดจากรุ่นพ่อแม่ที่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุ (ตาราง 4.7) อาจเป็นเพราะด้วงงวงข้าวโพดได้รับสภาพที่ไม่เหมาะสมนั่นคือ ได้รับความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุจึงมีผลทำให้แมลงมีการปรับตัววางไข่มากขึ้นหรือเรียกสภาพการณ์นี้ว่า oviposition plasticity ซึ่งหมายถึง การที่แมลงมีการปรับตัววางไข่ลดลงเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม และเมื่อแมลงกลับเข้าสู่สภาวะปกติอีกครั้ง แมลงจะมีการวางไข่มากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Danho (2002) พบว่าเมื่อนำด้วงงวงข้าวโพดไปเลี้ยงในแป้งข้าวโพด ซึ่งเป็นสภาพที่แมลงไม่ชอบเนื่องจากด้วงงวงข้าวโพดต้องการเมล็ดเต็ม ๆ มากกว่าแป้งข้าวโพดที่บดละเอียดไม่เหมาะสมกับตัวอ่อนของแมลง หลังจากที่แมลงอาศัยอยู่ในแป้งข้าวโพด 1-3 สัปดาห์และย้ายกลับมาอยู่ในสภาพที่มีเมล็ดข้าวโพดเป็นอาหารและที่อยู่อาศัย จึงกล่าวได้ว่าด้วงงวงข้าวโพดมีการปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้เป็นอย่างดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 จำนวนรุ่นลูกของด้วงงวงข้าวโพดหลังจากผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ที่ระดับพลังงานและเวลาต่าง ๆ (700, 730, 750, 780 และ 810 วัตต์ เวลา 60, 120, 180 และ 240 วินาที) และเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์

พลังงานคลื่นความถี่วิทยุ (วัตต์)	จำนวนรุ่นลูกของด้วงงวงข้าวโพด ± SE[1] ที่ระยะเวลาการให้คลื่นความถี่วิทยุ (วินาที)				
	ชุดควบคุม	60	120	180	240
700	59.8±12.67 ab	50.4±14.37 ab	92.0±13.53 b	96.2±13.01 b	55.4±26.62 ab
730	67.6±3.25 ab	80.4±12.88 b	91.8± 9.49 b	75.4±4.04 b	29.8±8.09 ab
750	73.8±3.26 b	36.0±11.8 ab	62.2± 6.88 ab	64.0±8.56 ab	39.4±15.97ab
780	81.4±9.87 b	78.2±10.14 b	97.6±11.38 b	89.6±12.74 b	0.00 a
810	47.8±15.16 ab	67.0±22.81 ab	71.0±20.82 b	90.8±14.77 b	0.00 a

[1]ค่าเฉลี่ยในสดมภ์และแถวเดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Tukey HSD

4.3 การศึกษาผลของคลื่นความถี่วิทยุต่อส่วนประกอบทางกายภาพและทางเคมีของเมล็ดข้าวโพด

จากการวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดข้าวโพดในชุดควบคุม (ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุและหลังจากผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับพลังงาน 780 วัตต์ เป็นเวลา 240 วินาที โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบเชิงประมาณ (Proximate analysis) ตามวิธีของ AOAC (2005) โดยการวัดเปอร์เซ็นต์ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และสารสกัดที่ปราศจากไนโตรเจน ตามลำดับ (ตาราง 4.8) (ตารางภาคผนวก 12-17) พบว่าความชื้น ปริมาณไขมัน เถ้า และสารสกัดที่ปราศจากไนโตรเจนไม่เปลี่ยนแปลง ($P>0.05$) แต่ปริมาณโปรตีนลดลง และเยื่อใยเพิ่มขึ้น ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.8 เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของเมล็ดข้าวโพดหลังจากผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับพลังงาน 780 วัตต์ เวลา 240 วินาที

องค์ประกอบเมล็ดข้าวโพด	เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบเมล็ดข้าวโพด ± SE[1]	
	ก่อนผ่านคลื่นความถี่วิทยุ (ชุดควบคุม)	หลังผ่านคลื่นความถี่วิทยุ
ความชื้น	12.07 ± 0.17 ns	12.13 ± 0.13
โปรตีน	6.61 ± 0.09 a	5.37 ± 0.09 b
ไขมัน	2.42 ± 0.20 ns	1.75 ± 0.11
เยื่อใย	3.01 ± 0.02 a	3.36 ± 0.03 b
เถ้า	1.24 ± 0.05 ns	1.18 ± 0.04
สารสกัดที่ปราศจากไนโตรเจน	74.65 ± 0.48 ns	76.20 ± 0.24

[1]ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Tukey HSD

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Tukey HSD

4.1.1 ความชื้น

ความชื้นของเมล็ดข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ที่วัดโดยการอบลมร้อน (ISTA, 1999) ในชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 12.07 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กับความชื้นของเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ระดับพลังงาน 780 วัตต์ เป็นเวลา 240 วินาที ซึ่งมีความชื้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยมีค่าเท่ากับ 12.13 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองนี้เป็นการทดลองโดยมีการบรรจุเมล็ดข้าวโพดในถุง polyethylene ปิดสนิท แล้วนำไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุ หลังจากผ่านคลื่นพบว่า ถุงมีไอน้ำเกาะมาก ซึ่งการให้คลื่นความถี่วิทยุ และระยะเวลา ที่สัมผัสคลื่น มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นในเมล็ดข้าวโพด โดยอุณหภูมิสูงเมล็ดมีการคายน้ำมากขึ้นมีผลต่อการเกิดไอน้ำภายในถุง ซึ่งภายในเมล็ดประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำที่เป็นความชื้นในเมล็ด คลื่นความถี่วิทยุจะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของโมเลกุล การเสียดสีของโมเลกุล และทำให้เกิดความร้อนอย่างรวดเร็วโดยตรงภายในแก่วัตถุ (Orsat and Ranghavan, 2005) พลังงานความร้อนจะทำให้เมล็ดมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้น้ำในเมล็ดเกิดการระเหยสู่อากาศ ส่งผลให้อากาศ มีอุณหภูมิลดลง มีความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ส่งผลให้เมล็ดมีความชื้นลดลง (สมชาติ, 2540) ในการทดลองนี้เนื่องจากมีการบรรจุในถุงพลาสติก จึงมีการขัดขวางความชื้นออกสู่สภาพแวดล้อม ทำให้ความชื้นหรือไอน้ำที่ออกจากเมล็ดสามารถดูดกลับเข้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไปได้เพื่อเป็นการปรับสมดุลภายในเมล็ด จึงอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้เมล็ดมีความชื้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยไม่แตกต่างจากชุดควบคุม สมชาติ (2540) รายงานว่า หากเก็บเมล็ดที่ยังมีอุณหภูมิสูงอยู่ จะทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศ เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ทำให้เกิดการควบแน่นของไอน้ำในอากาศ จึงทำให้เมล็ดพืชที่ควบแน่นมีความชื้นสูงขึ้น เมล็ดอัลมอนด์บรรจุถุงพลาสติกไนลอนเจาะรูด้านล่าง เมื่อนำมาผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ความถี่ 27 MHz อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที พบว่า เมล็ดอัลมอนด์ที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุมีความชื้นภายในเมล็ด และบริเวณเปลือกผิวเมล็ด มีค่าเท่ากับ 3.23 และ 2.92 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 3.80 และ 2.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งบรรจุภัณฑ์เป็นตัวหนึ่งที่ขวางกั้นไอน้ำที่ออกมาจากเมล็ดสู่บรรยากาศภายนอก แต่เมล็ดสามารถดูดกลับความชื้นเข้าสู่ภายในเมล็ด ในการศึกษาครั้งนี้เมล็ดข้าวโพดในถุงพลาสติกที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุพบว่าความชื้นไม่เปลี่ยนแปลง

4.1.2 โปรตีน

ปริมาณโปรตีนรวมหรือโปรตีนหยาบ (crude protein) ในชุดควบคุมหรือก่อนนำไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุ มีค่าเท่ากับ 6.61 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากปริมาณโปรตีนของเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับพลังงาน 780 วัตต์ เป็นเวลา 240 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเท่ากับ 5.37 เปอร์เซ็นต์

หลังจากให้คลื่นความถี่วิทยุแก่เมล็ดข้าวโพด จากการดูดซับคลื่นของเมล็ดข้าวโพด และการเปลี่ยนรูปของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียสก็สามารถทำให้โปรตีนที่อยู่ในเอนโดเสปิร์ม (endosperm) เริ่มเกิดการเสื่อมสภาพได้ (Eckhoff and Paulsen, 1969) สอดคล้องกับการทดลองของ Medel *et al*., (2004) พบว่าเมื่อนำเมล็ดข้าวโพดไปผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 99 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาทีทำให้เมล็ดข้าวโพดมีปริมาณโปรตีนรวมลดลงเล็กน้อย จาก 84 กรัมต่อกิโลกรัม เป็น 83 กรัมต่อกิโลกรัม กรกิตติ์ (2552) พบว่า เมื่อให้ความร้อนโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุที่ความถี่ 27.12 MHz แก่เมล็ดข้าวโพด อุณหภูมิ 50, 60, 70, และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-8 นาที พบว่าที่อุณหภูมิ ตั้งแต่ 80 องศาเซลเซียสขึ้นไป มีผลทำให้มีปริมาณโปรตีนรวมลดลงมีค่าประมาณ 6.3-6.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในชุดควบคุมมีค่าประมาณ 6.8 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อให้ความร้อนแก่เมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุที่ความถี่ 27.12 MHz อุณหภูมิ 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-3 นาที โดยที่เวลาและอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลทำให้โปรตีนรวมของข้าวลดลงเล็กน้อยจาก 9.66 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับในชุดควบคุมเป็น 9.40 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (พัทยา, 2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.3 ไขมัน

ปริมาณไขมันรวมของเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ระดับพลังงาน 780 วัตต์ เป็นเวลา 240 วินาทีพบว่ามีค่าลดลงเท่ากับ 1.75 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 2.42 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (*P>0.05*) ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของเมล็ดเล็กน้อย โดยส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไขมันในเมล็ด ซึ่งการเสื่อมสภาพของไขมันในเมล็ดพืชนั้น เกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลเปสที่มีในเมล็ดและการเกิดออกซิเดชัน และการเกิดความเสียหายบริเวณ germ ของเมล็ด ซึ่งการย่อยสลายของไขมันในเมล็ดพืชนั้น จะย่อยทั้งกรดไขมัน และกลีเซอรอล โดยการเกิดออกซิเดชันของไขมัน (Kent, 1983) กรดไขมันเป็นส่วนที่เล็กที่สุดของไขมัน ในการทดลองนี้ใช้คลื่นความถี่วิทยุไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไขมันในเมล็ด เมื่อให้ความร้อนแก่เมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุที่ความถี่ 27.12 MHz อุณหภูมิ 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-3 นาที พบว่าระยะเวลาการให้ความร้อนที่นานขึ้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงไขมันรวมในเมล็ดข้าว โดยให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (*P>0.05*) (พัทยา, 2550) สอดคล้องกับการทดลองของ ปรัชญา (2548) พบว่า เมื่อให้คลื่นความถี่วิทยุ ความถี่ 27.12 MHz อุณหภูมิ 60-90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 วินาทีแก่เมล็ดงา ที่มีความชื้นแตกต่างกัน คือ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงกรดไขมันในเมล็ดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีกรดไขมันอิสระเฉลี่ย เท่ากับ 2762.8 ไมโครกรัมต่อกรัม Wang *et al*., (2002) พบว่าเมื่อให้คลื่นความถี่วิทยุ ความถี่ 27 MHz ร่วมกับการใช้ลมร้อน เป็นเวลา 10 นาทีกับผลวอลนัท และเก็บรักษา นาน 0, 10 และ 20 วัน พบว่า การให้คลื่นความถี่วิทยุ ไม่มีผลกระทบต่อการเกิดกรดไขมันกับเมล็ด มีค่าอยู่ในช่วง 0.1-0.2 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ผลไม่แตกต่างจากชุดควบคุม แต่ระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดวอลนัทนั้นมีผลเกิดกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นได้ และการให้คลื่นความถี่วิทยุ ไม่มีผลกระทบต่อการเกิดกลิ่นเหม็นหืนของผลวอลนัท (Wang and Tang, 2004)

4.1.4 เยื่อใย

ปริมาณเยื่อใยของเมล็ดข้าวโพด ในชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 3.01 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกับเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ระดับพลังงาน 780 วัตต์ เป็นเวลา 240 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P<0.05*) ซึ่งมีปริมาณเยื่อใยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยมีค่าเท่ากับ 3.36 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยเป็นสารประกอบพวก คาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่ง เป็นโพลิเซคคาไรด์ พบมากในพืช ประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพกตินเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งคลื่นความถี่วิทยุอาจมีผลทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเยื่อใยเมล็ดข้าวโพด อาจเกิดจากการที่เมล็ดข้าวโพดได้รับความร้อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และมีการสูญเสียน้ำส่วนหนึ่งออกจากเมล็ดทำให้โครงสร้างโมเลกุลของเมล็ดเกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย การสูญเสียน้ำของเมล็ดอาจมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณเยื่อใยเมื่อเทียบกับชุดควบคุมได้ สอดคล้องกับ กรรณิการ์ (2552) พบว่า เมื่อนำอาหารไก่ไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ความถี่ 27.12 MHz ระดับอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาทีพบว่าหลังจากผ่านคลื่นความถี่วิทยุและเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์ อาหารไก่มีความชื้นเพิ่มขึ้นจากชุดควบคุม คือ 10.87 เปอร์เซ็นต์ เป็น 12.93 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณเยื่อใยลดลงจาก 2.80 เปอร์เซ็นต์ในชุดควบคุม เป็น 2.75 เปอร์เซ็นต์ หลังจากผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ซึ่งปริมาณความชื้นอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเยื่อใย

4.1.5 เถ้า

ปริมาณเถ้าของเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ระดับพลังงาน 780 วัตต์ เป็นเวลา 240 วินาทีพบว่ามีค่าลดลงเท่ากับ 1.18 เปอร์เซ็นต์ และในชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 1.24 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) จากการศึกษาของ กรรณิการ์ (2552) พบว่าอาหารไก่ที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ความถี่ 27.12 MHz อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ที่เก็บรักษานาน 0-6 สัปดาห์ มีผลทำให้ปริมาณเถ้าลดลง มีค่าเท่ากับ 6.35-6.77 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 6.87 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเถ้าเป็นสารอินทรีย์ที่เหลือจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงจนกระทั่งสารอินทรีย์ถูกเผาไหม้หมดไปซึ่งมีการสูญเสียระหว่างการเผาทำให้ค่าที่ได้อาจมีค่าลดลงเล็กน้อยกว่าปกติ (กมลวรรณ, 2549)

4.1.6 สารสกัดที่ปราศจากไนโตรเจน

เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เมื่อนำไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุ พบว่ามีสารสกัดที่ปราศจากไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 76.20 เปอร์เซ็นต์ และในชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 74.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าสารสกัดที่ปราศจากไนโตรเจน เป็นค่าแสดงคาร์โบไฮเดรตส่วนที่สัตว์ทุกชนิดย่อยได้ง่ายประกอบด้วยแป้งและน้ำตาล ซึ่งมีส่วนของเฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ปนอยู่ ซึ่งค่านี้ได้จากการนำค่าเปอร์เซ็นต์ของ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย หยาบ และเถ้า ที่ได้จากการวิเคราะห์รวมกันแล้วหักออกจาก 100 จึงได้ค่าสารสกัดที่ปราศจากไนโตรเจน จากการทดลองพบว่าระดับโปรตีน ที่ลดลงในกรรมวิธีที่เมล็ดข้าวโพดได้รับคลื่นความถี่วิทยุ กับปริมาณเยื่อใยที่เพิ่มขึ้นไม่ส่งผลให้สารสกัดที่ปราศจากไนโตรเจนเปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved