

ผลการบริโภคมะละกอดัดแปรพันธุกรรมต่อเลือดของหนูนอร์เวย์ ;

Rattus norvegicus

Efficacy of Feeding Transgenic Papaya on Blood of *Rattus norvegicus*

¹น.ส.พวงทอง บุญทรง ¹นาย ปราสาททอง พรหมเกิด ²นางวิไล ปราสาทศรี

¹น.ส.ปิยาณี หนูกาฬ

- 1) กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
- 2) สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

ผลการศึกษาเนื้อเยื่อวิทยาของหนูนอร์เวย์ที่ปลอดเชื้อ;*Rattus norvegicus* สายพันธุ์ Wistar ที่กินมะละกอดัดแปรพันธุกรรมและแชกดำ ทั้งดิบและสุก ที่ดัดแปรพันธุกรรมและไม่ดัดแปรพันธุกรรม และกรรมวิธีที่ให้อาหารหนูโดยเลี้ยงหนูตั้งแต่อายุ 4 สัปดาห์ ที่ห้องปฏิบัติการควบคุมอุณหภูมิของกลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร จนหนูมีอายุ 11 สัปดาห์จึงฆ่าหนูแล้วเก็บเนื้อเยื่อ กระเพาะอาหาร ลำไส้ ตับ ไต อัณฑะ ท่อเก็บสะสมสุจิส่วนปลาย (cauda epididymis) รังไข่ มาศึกษาทางมิถุนวิทยา ด้วยการคงสภาพในฟอร์มาลิน 10% นาน 1 วัน ล้างชิ้นเนื้อเยื่อด้วยน้ำ ประปาที่ไหล 1 ชั่วโมง จึงเก็บรักษาในแอลกอฮอล์ 70% แล้วนำมาทำสไลด์ถาวรที่ย้อมสีฮีมาทอกไซลินและสีอีโอซิน เมื่อตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่า เซลล์และเนื้อเยื่อของ กระเพาะอาหาร ลำไส้ ตับ ไต อัณฑะ ท่อเก็บสะสมสุจิส่วนปลาย และ รังไข่ ของหนู ที่กินมะละกอดัดแปรพันธุกรรม และแชกดำ ทั้งดิบและสุก ที่ดัดแปรพันธุกรรมและไม่ดัดแปรพันธุกรรม มีลักษณะปกติคือ เซลล์มีนิวเคลียสติดสีม่วงแดง ไซโตพลาสซึมติดสีชมพูเหมือนกับกรรมวิธีที่หนูกินอาหารหนู

คำนำ

มะละกอ (*Carica papaya* L.) เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอเมริกา คาดว่ามีการนำมะละกอมาปลูกในประเทศไทย หลังปี พ.ศ.2169 ปัจจุบันมีการปลูกและบริโภคทั่วทุกภาคของประเทศ โดยมะละกอดิบใช้ประกอบอาหารหลายชนิดโดยเฉพาะทำ “ส้มตำ” มะละกอสุกเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารคือมีวิตามินเอ วิตามินซี และโปตัสเซียมสูง (Morton,1987) นอกจากนี้ยังมีการแปรรูปมะละกอเป็นรูปผลไม้กระป๋องและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ส่งไปขายยังต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น อเมริกา ยุโรป และตะวันออกกลาง โดยเฉพาะประเทศจีนมีความต้องการมะละกอสุกและมะละกอแปรรูปจากไทยเพิ่มมากขึ้นทุกปี อย่างไรก็ตาม การส่งออกมะละกอของไทยยังน้อยมาก เพราะผลผลิตกว่า 90% ใช้บริโภคภายในประเทศ (นิรนาม, 2545)

ปัญหาสำคัญของการปลูกมะละกอคือโรคจุดวงแหวนที่มีสาเหตุจากเชื้อ Papaya Ringspot Virus (PRSV) พบระบาดทั่วโลก.Jensen (1949) รายงานการระบาดของโรคนี้อันครั้งแรกที่ฮาวายปี พ.ศ. 2488 ประเทศไทยมีการระบาดของโรคจุดวงแหวนครั้งแรกในปี 2518 ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ถวิล,2518) ปัจจุบันโรคนี้อันระบาดทุกจังหวัดในภูมิภาคนี้ และมีความรุนแรง 100% โรคนี้อันเพี้ยนอ่อนหลายชนิดเป็นพาหะ (วีไล และคณะ,2546) กรมวิชาการเกษตรได้ประสบความสำเร็จ ในการสร้างมะละกอดัดแปรพันธุกรรม ที่มีศักยภาพต้านทาน PRSV โดยนักวิชาการ 2 คน คือ ดร.นงลักษณ์ ศรีนทุ และ ดร.ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ซึ่งได้เดินทางไปปฏิบัติงานที่มหาวิทยาลัยคอร์เนลในปี 2539 พร้อมกับนำเมล็ดพันธุ์มะละกอสายพันธุ์ไทยและเชื้อ PRSV สายพันธุ์จากจังหวัดขอนแก่นเพื่อสร้างมะละกอดัดแปรพันธุกรรม โดยใช้วิธีการและเทคโนโลยีของ Maureen Fitch และคณะ (1992) และ Gonsalves (1998) จนถึงปี 2540 ก็ประสบความสำเร็จ นำต้นมะละกอดัดแปรพันธุกรรมรุ่น R0 ที่มีศักยภาพต้านทาน PRSV จำนวน 25 ต้น และเนื้อเยื่ออีกจำนวนหนึ่งกลับมาดำเนินงานวิจัยต่อที่สถานีวิจัยสวนขอนแก่น(นงลักษณ์และคณะ,2540) เพื่อทำการปลูกและคัดเลือกต้นและสายพันธุ์ที่มีความต้านทานสูงและคุณภาพดีตั้งแต่รุ่นR1,R2 จนถึง R3 ในปี 2546 จึงคัดเลือกได้มะละกอดัดแปรพันธุกรรมที่มีความต้านทานและคุณภาพดีเป็นพันธุ์แขกนวล รุ่น R3 ซึ่งเหมาะสำหรับทำส้มตำ คือสายพันธุ์ 319-1KN-181 มีความต้านทานโรคไวรัสจุดวงแหวน 97 % และเป็นพันธุ์แขกดำรุ่น R3 ซึ่งเหมาะสำหรับกินสุกและส่งโรงงาน จำนวน 1 สายพันธุ์ คือสายพันธุ์ 300 KD-9 ที่มีความต้านทานโรคไวรัสจุดวงแหวน 100 % (วีไล และคณะ,2545)และกรมวิชาการเกษตรได้มีการศึกษาผลการบริโภคมะละกอดัดแปรพันธุกรรมสองสายพันธุ์นี้ต่อการเจริญเติบโตของหนูนอร์เวย์พบว่าไม่มีความแตกต่างกับหนูที่บริโภคมะละกอธรรมดา (พวงทอง และคณะ 2551) นอกจากนี้มีการศึกษาปริมาณการผลิตสารพิษตามธรรมชาติ benzyl isothiocyanate (BITC)ซึ่งพบได้ในน้ำยางมะละกอดิบ เนื้อของผล เนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บ เมล็ดและรากมะละกอ ในเนื้อมะละกอขณะผลอ่อนจะมีสาร BITC มากกว่าในเนื้อผลแก่ ส่วนในเมล็ดเมื่ออายุมากขึ้นจะมีสาร BITC สูงขึ้น BITC หรือ benzyl mustard oil มีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลือง มีน้ำหนักโมเลกุล 149.22 มีจุดเดือดที่ 243 องศา

เซลเซียส ไม่ละลายในน้ำ ละลายได้ดีใน ethyl alcohol เมื่อละลายใน alcohol สามารถดูดแสงในช่วงคลื่น 247.5 นาโนเมตร ได้ดีที่สุด (Pollock และ Stevens, 1965; Chan, Jr. และคณะ, 1978; Tang และ Takenaka, 1983; Tang, 1971)

เนื่องจากพืชตัดแปรพันธุกรรมของทุกประเทศถูกควบคุมโดยข้อกำหนดของแต่ละประเทศและสากล ที่จะต้องทำการประเมินความปลอดภัยทางชีวภาพและด้านอาหารของสายพันธุ์ที่คัดเลือก ทั้งนี้ต้องมีการทดสอบความปลอดภัยทางด้านอาหารภายใต้ข้อกำหนดของคณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพด้านการเกษตรของกรมวิชาการเกษตร และภายใต้คำแนะนำของคณะกรรมการเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพด้านอาหารซึ่งกำหนดตามมาตรฐานสากล (นิรนาม, 2547) การทดสอบนี้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินความปลอดภัยด้านอาหารของมะละกอตัดแปรพันธุกรรม 2 สายพันธุ์คือ แขนกวล R₃ 319-KN-181 และ แขนกดำ R₃ 300KD-9 ของกรมวิชาการเกษตร เพื่อทราบผลต่อเซลล์และเนื้อเยื่อของอวัยวะระบบทางเดินอาหาร ระบบสืบพันธุ์ ตับ และไตของหนูนอร์เวย์ ; *Rattus norvegicus* ในห้องปฏิบัติการ

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

สัตว์ทดลอง

- หนูนอร์เวย์ (*Rattus norvegicus*) สายพันธุ์ Wistar ที่ปลอดเชื้ออายุ 4 สัปดาห์ อาหารเลี้ยงหนู

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- มะละกอพันธุ์แขนกวลตัดแปรพันธุกรรม R 3 319-KN-181 และ แขนกดำตัดแปรพันธุกรรม R 3 300 KD จากสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 จ.ขอนแก่น และมะละกอพันธุ์แขนกวล และ แขนกดำธรรมดา (ที่ไม่ตัดแปรพันธุกรรม) ทั้งผลดิบและผลสุกและอาหารหนู
- กรงเลี้ยงหนู อุปกรณ์ผ่าตัดหนู
- อุปกรณ์ทางสัตววิทยา กล้องจุลทรรศน์

สารเคมี

- สีฮีมาท็อกไซลิน และ สีอีโอซิน
- โซลีน พอร์มาลีน แอลกอฮอล์ 70%, 100%

แผนการทดลอง

- แผนการทดลอง แบบ RCB 5 กรรมวิธี 10 ซ้ำ คือตัวผู้ 5 ตัว และตัวเมีย 5 ตัว
- กรรมวิธีที่ 1 หนูกินอาหารเลี้ยงหนูตามปกติอย่างเดียว
- กรรมวิธีที่ 2 หนูกินมะละกอดิบธรรมดา (ที่ไม่ตัดแปรพันธุกรรม) และอาหารเลี้ยงหนู
- กรรมวิธีที่ 3 หนูกินมะละกอสุกธรรมดา (ที่ไม่ตัดแปรพันธุกรรม) และอาหารเลี้ยงหนู

กรรมวิธีที่ 4 หนูกินมะละกอดิบ(ตัดแปรพันธุ์กรรม)และอาหารเลี้ยงหนู

กรรมวิธีที่ 5 หนูกินมะละกอสุก(ตัดแปรพันธุ์กรรม)และอาหารเลี้ยงหนู

วิธีการ ปี 2553 ศึกษาผลการบริโภคมะละกอดัดแปรพันธุ์กรรมต่อเนื้อเยื่อหนู

การศึกษาเนื้อเยื่อ

นำหนูนอร์เวย์ที่ปลอดเชื้ออายุ 4 สัปดาห์ มาเลี้ยงที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสัตววิทยา การเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช โดยชั่งน้ำหนักหนูทุกตัวแล้วแยกเลี้ยงกรงละ 1 ตัว ตามแผนการทดลองของแต่ละกรรมวิธีให้น้ำและอาหารทุกวัน ด้วยการชั่งน้ำหนักอาหารก่อนให้และอาหารที่เหลือของแต่ละวัน ทำเช่นนี้ทุกวัน ทำการชั่งน้ำหนักหนูทุก 7 วัน จนหนูมีอายุ 11 สัปดาห์ นำหนูเพศผู้และเพศเมีย มาผ่าตัดเอา ตับ ไต กระเพาะอาหาร และลำไส้ ในหนูเพศผู้ ตัดลูกอัณฑะ(testis) และ ท่อเก็บน้ำเชื้ออสุจิ(cauda epididymis) ในหนูเพศเมียตัด รังไข่ นำอวัยวะที่ตัดออกมาทำ ความสะอาดด้วยน้ำเกลือ 0.8% แล้วคงสภาพในฟอร์มาลิน10% นาน 1 คืน นำมาล้างน้ำประปาที่ไหล นาน1 ชั่วโมงเก็บรักษาเนื้อเยื่อเหล่านั้นในแอลกอฮอล์ 70% เพื่อสำหรับเตรียมทำสไลด์เนื้อเยื่อถาวรต่อไป

ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2552 สิ้นสุด กันยายน 2553 รวม 1 ปี

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาเนื้อเยื่อวิทยาของหนูนอร์เวย์ที่ปลอดเชื้อ;*Rattus norvegicus* สายพันธุ์ Wistar ที่กินมะละกอดิบพันธุ์แขกนวล และแขกดำ ทั้งดิบและสุก ที่ตัดแปรพันธุ์กรรมและไม่ตัดแปรพันธุ์กรรม และกรรมวิธีที่ให้อาหารหนู จนหนูมีอายุ 11 สัปดาห์จึงฆ่าหนูแล้วเก็บเนื้อเยื่อ กระเพาะอาหาร ลำไส้ ตับ ไต อัณฑะ ท่อเก็บสุมอสุจิส่วนปลาย(cauda epididymis) รังไข่ มาศึกษาทางมิถุนวิทยา พบว่า

หนูนอร์เวย์ที่กินมะละกอดิบและสุก ทั้งที่ตัดแปรพันธุ์กรรมและไม่ตัดแปรพันธุ์กรรม และกรรมวิธีที่ให้อาหารหนูพบว่าเซลล์และเนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆเหล่านั้นเป็นปกติ คือ

กระเพาะอาหาร (Stomach) เซลล์ในชั้นมิวโคซ่า(Tunica mucosa) ได้แก่ เซลล์มีวัด บ่อยที่gastric pit มีลักษณะCuboidal cells มีนิวเคลียสกลมติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึมติดสีชมพู และชั้นกล้ามเนื้อ(Tunica muscularis)มีเซลล์ชั้นกล้ามเนื้อห่านิวเคลียสรีติติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึมติดสีชมพู

ลำไส้เล็ก(Small intestine)ชั้นมิวโคซ่าจะมีVilli ยื่นเข้าไปในหลอดลำไส้เพื่อเพิ่มพื้นที่ดูดอาหาร เซลล์บุผิวเป็นSimple columnar epithelium นิวเคลียสรูปไข่อยู่ที่ฐานของเซลล์ติดสีม่วงแดง ไซโตพลาสซึมติดสีชมพู และชั้นกล้ามเนื้อ(Tunica muscularis)มีเซลล์ชั้นกล้ามเนื้อห่านิวเคลียสรีติติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึมติดสีชมพู

อวัยวะตับ(Liver)พบว่าเซลล์ตับ (Hepatocyte) มีนิวเคลียสกลมติดสีม่วงแดง ส่วนไซโตพลาสซึมติดสีชมพู

อวัยวะไต(Kidney)เซลล์ในหน่วยกรองของเสียของไต(Glomerulus)เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะพบหลอดเลือดฝอย(Capillaries)หดตัวไปมาอยู่ในBowman capsule เซลล์มีนิวเคลียสกลมติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึม ติดสีชมพูและพบส่วนที่เป็นท่อในหน่วยไตซึ่งเซลล์มีนิวเคลียสกลมติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึม ติดสีชมพู

อัณฑะ(Testis)พบว่ามึลักษณะเป็นท่อ เรียกว่าท่อผลิตอสุจิ(Seminiferous tubules) ภายในท่อพบเซลล์สืบพันธุ์ชนิดต่างๆได้แก่ Spermatogonium cells , Spermatocyte cells , Spermatid cells และ spermatozoa cells โดยเซลล์เหล่านี้ มีนิวเคลียสกลม ติดสีม่วงแดง ส่วนไซโตพลาสซึม ติดสีชมพู และพบ Leydig cells เป็นเซลล์รูปสามเหลี่ยมอยู่เป็นกลุ่มระหว่างท่อผลิตอสุจินิวเคลียสกลมติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึม ติดสีชมพู ทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนเพศชาย (Testosterone)

ท่อเก็บสะสมอสุจิ(Caudal epididymis) เซลล์เยื่อบุผิวท่อเป็นPseudostratified columnar epithelium มีนิวเคลียสกลมติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึม ติดสีชมพู ภายในท่อพบตัวอสุจิปริมาณมาก

รังไข่ (Ovary)จะพบเซลล์หลายชนิดได้แก่Oogonium cell, Follicle cell และกลุ่มTheca cells ที่อยู่ใน Corpus albican ซึ่งเป็นรอยผลเป็นหลังจากฟอลลิเคิลนั้นตกไข่ไปแล้ว Theca cells จะมีนิวเคลียสกลมติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึม ติดสีชมพู (ภาพที่ 1)

หนูนอร์เวย์ ที่กินมะละกอแขกดำ ดิบและสุก ทั้งที่ตัดแปรพันธุกรรมและไม่ตัดแปรพันธุกรรม และกรรมวิธีที่ให้อาหารหนูพบว่าเซลล์และเนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆเหล่านั้นเป็นปกติ คือ

กระเพาะอาหาร (Stomach) เซลล์ในชั้นมิวโคซา(Tunica mucosa) ได้แก่ เซลล์มีวักคุดอยู่ที่gastric pit มีลักษณะCuboidal cells มีนิวเคลียสกลม ติดสีม่วงแดง ส่วนไซโตพลาสซึมติดสีชมพู และชั้นกล้ามเนื้อ(Tunica muscularis)มีเซลล์ชั้นกล้ามเนื้อห่านิวเคลียสรีติติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึมติดสีชมพู

ลำไส้เล็ก(Small intestine)ชั้นมิวโคซาจะมี Villi ยื่นเข้าไปในหลอดลำไส้เพื่อเพิ่มพื้นที่ดูดอาหาร เซลล์บุผิวเป็นSimple columnar epithelium นิวเคลียสรูปไข่อยู่ที่ฐานของเซลล์ติดสีม่วงแดง ไซโตพลาสซึมติดสีชมพูและชั้นกล้ามเนื้อ(Tunica muscularis)มีเซลล์ชั้นกล้ามเนื้อห่านิวเคลียสรีติติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึมติดสีชมพู

อวัยวะตับ (Liver)พบว่าเซลล์ตับ (Hepatocyte)มีนิวเคลียสกลม ติดสีม่วงแดง ส่วนไซโตพลาสซึมติดสีชมพู

อวัยวะไต(Kidney) เซลล์ในหน่วยกรองของเสียของไต (Glomerulus) เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบหลอดเลือดฝอย(Capillaries)หดตัวไปมาอยู่ในBowman capsule เซลล์มีนิวเคลียสกลมติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึม ติดสีชมพู และพบส่วนที่เป็นท่อในหน่วยไตซึ่งเซลล์มีนิวเคลียสกลมติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึม ติดสีชมพู

อัณฑะ(Testis)พบว่ามีลักษณะเป็นท่อ เรียกว่าท่อผลิตอสุจิ(Seminiferous tubules) ภายในท่อพบเซลล์สืบพันธุ์ชนิดต่างๆได้แก่ Spermatogonium cells , Spermatoocyte cells , Spermatid cellsและspermatozoa cells เซลล์เหล่านี้มีนิวเคลียสกลมติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึม ติดสีชมพู และพบ Leydig cells เป็นเซลล์รูปสามเหลี่ยมอยู่เป็นกลุ่มระหว่างท่อผลิตอสุจินิวเคลียสกลมติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึม ติดสีชมพู ทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนเพศชาย (Testosterone)

ท่อเก็บสะสมอสุจิ(Caudal epididymis) เซลล์เยื่อบุผิวท่อเป็นPseudostratified columnar epithelium มีนิวเคลียสกลมติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึม ติดสีชมพู ภายในท่อพบตัวอสุจิปริมาณมาก

รังไข่(Ovary) จะพบเซลล์หลายชนิดได้แก่ Oogonium cell,Follicle cell และกลุ่มTheca cellsที่อยู่ใน Corpus albican ซึ่งเป็นรอยแผลเป็นหลังจาก ฟอลลิเคิล นั้นตกไข่ไปแล้ว Theca cells จะมีนิวเคลียสกลมติดสีม่วงแดงส่วนไซโตพลาสซึม ติดสีชมพู (ภาพที่ 2)

จากผลการทดลองหลังจากที่หนูกินมะละกอต้งทั้งพันธุ์แขกนวลและแขกดำที่ดิบและสุก ทั้งที่ตัดแปรพันธุ์กรรมและไม่ตัดแปรพันธุ์กรรม เปรียบเทียบกับหนูที่กินอาหารเลี้ยงหนู ตั้งแต่อายุ 4 สัปดาห์จนมีอายุ 11 สัปดาห์ กินมะละกอนานถึง 7 สัปดาห์ ซึ่งหนูเติบโตเป็นตัวเต็มวัยมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตามปกติไม่แตกต่างกันและเซลล์และเนื้อเยื่อของอวัยวะกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ตับ ไต อัณฑะ ท่อเก็บสะสมอสุจิและรังไข่ มีเซลล์และเนื้อเยื่อปกติเหมือนกันทุกกรรมวิธี สอดคล้องกับการศึกษาของ พวงทองและคณะ2551ที่ศึกษา ผลการบริโภคมะละกอดัดแปรพันธุ์กรรมสองสายพันธุ์นี้ต่อการเจริญเติบโตของหนูนอร์เวย์พบว่าไม่มีความแตกต่างกับหนูที่บริโภคมะละกอรธรรมดา

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองหลังจากที่หนูกินมะละกอต้งทั้งพันธุ์แขกนวลและแขกดำ ที่ดิบและสุก ทั้งที่ตัดแปรพันธุ์กรรมและไม่ตัดแปรพันธุ์กรรม เปรียบเทียบกับหนูที่กินอาหารเลี้ยงหนูพบว่าเซลล์และเนื้อเยื่อของอวัยวะกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ตับ ไต อัณฑะ ท่อเก็บสะสมอสุจิ และรังไข่ มีเซลล์และเนื้อเยื่อปกติเหมือนกันทุกกรรมวิธี นั้นแสดงว่ามะละกอดัดแปรพันธุ์กรรมทั้งสองสายพันธุ์ ทั้งดิบและสุกไม่มีผลต่อเซลล์และเนื้อเยื่อของหนูจึงทำให้หนูเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ได้อย่างปกติ

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการประเมินความปลอดภัยด้านอาหารของมะละกอดัดแปรพันธุ์กรรม2 สายพันธุ์คือแขกนวล R₃ 319-KN-181 และแขกดำ R₃ 300KD-9 ของกรมวิชาการเกษตร เพื่อ deregulate มะละกอดัดแปรพันธุ์กรรม ดังกล่าวและแจกจ่ายให้เกษตรกรนำไปปลูกเพื่อแก้ปัญหาโรคไวรัสจุดวงแหวนของมะละกอต้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

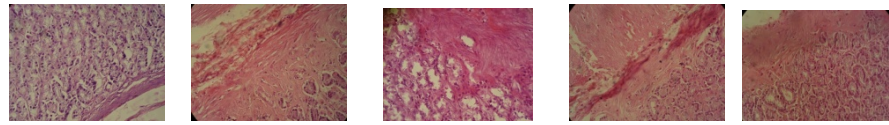
- ถวิล ศรีสมชัย. 2518. การศึกษาโรคใบด่างมะละกอ. หน้า. 228-232. ใน: รายงานประจำปี 2518. สำนักงานภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.ขอนแก่น.
- นิรนาม. 2540-45. รายการสถิติการปลูกรวมทุกพืช. กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร
- นิรนาม. 2547. การวิจัยและพัฒนามะละกอดัดแปรพันธุกรรมในประเทศไทย. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ BIOSAFETY FORUM เรื่อง การวิจัยพัฒนาและทดสอบความปลอดภัยมะละกอดัดแปลงพันธุกรรมในประเทศไทย 23 สิงหาคม 2547 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จ.ปทุมธานี 4 หน้า
- นงลักษณ์ ศรีนทุ วิไล ปราสาทศรี ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล Paula Tennant และ Dennis Gonsalves. 2540. การสร้างพันธุ์มะละกอด้านทานไวรัสโรคจุดวงแหวนโดยวิธีพันธุกรรม. การประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่องมะละกอ. 2-4 กรกฎาคม 2540. โรงแรมเจริญธานีปรีนเซส จ.ขอนแก่น
- พวงทอง บุญทรง ปราสาททอง พรหมเกิด ปิยาณี หนูภาพ วิไล ปราสาทศรี เมธินี ศรีวิวัฒน์กุล . การศึกษาความปลอดภัยจากการบริโภคมะละกอดัดแปรพันธุกรรมของหนูนอร์เวย์ ; *Rattus norvegicus* สายพันธุ์ Wistar รายงานผลการวิจัย ปี 2551 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร 12 หน้า
- วิไล ปราสาทศรี นงลักษณ์ ศรีนทุ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล สุวิทย์ ชัยเกียรติยศ รัชณี ศิริยาน และ Dennis Gonsalves. 2545. การทดสอบและการคัดเลือกมะละกอดัดต่อสารพันธุกรรม รุ่น R2 และ R3. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 2 28-30 พฤษภาคม 2545 โรงแรมเจริญธานีปรีนเซส จ.ขอนแก่น หน้า 10 (บทคัดย่อ)
- วิไล ปราสาทศรี. 2546. โรคจุดวงแหวนมะละกอและการป้องกันกำจัด. เอกสารทางวิชาการสถานีทดลองพืชสวนขอนแก่น ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร 43 หน้า
- Brugger, R.L. 1982. Preference of *Bandicota bengalensis* for oil. Page 32-35. In : Vertebrate Damage Control Research in Agriculture. 1982. Annual Report. Denver Wildlife Research Center. U.S.A.
- Chakraborty, R. and S. Chakraborty. 1990. Food habit and feeding behaviour of the large bandicoot at, *Bandicota indica* (Bechstein). Rodent Newsletter 14:5-6.
- Chan, H.t., Jr., R.A. Heu, C.S. Tang, E.N. Okasaki and S. M. Ishizaki. 1978. Composition of papaya seeds. J. Food Sci. 43:255-288.
- Fitch, M., R. Manshardt, D. Gonsalves, J. Slinghtom and J. Sanford. 1992. Virus resistant papaya derived from tissues bombarded with the coat protein gene of papaya ringspot virus. Bio / Technology 10:1466-1472.

- Gonsalves,D.1998. Control of papaya ringspot virus in papaya:A case study. Annual Review of Phytopathology 36:415-437.
- Jensen.D.D. 1949. Papaya virus disease with special reference to papaya ringspot. Phytopathology 39:191-211.
- Katoch,K.1981. Study of food preference of *Rattus rattus* . Rodent Newsletter.5(4):27
- Morton.J.1987.Papaya.Pages 336-346.*In*:Fruits of warm climates.Miami.Florida.
- Pollock,J.R.A. and R. Stevens. 1965. Dictionary of Organic Compound Vol.1: A:Cholp. Eyre & Spottiswoode (Publishers),Ltd., London. 588 p.
- Purselove,J.W. 1974. Tropical Crops Dicotyledons Volumes1 and 2 Combined. Longman Group Ltd., London. 719 p.
- Sultiman,S.M.,S.A.Shumake and W.B.Jackson. 1984. Food preference in the Nile rat, *Arvicanter niloticus*. Tropical Pest Management.20(2) :151-158.
- Tang C.S. 1971. Benzyl isothiocyanate of papaya fruit. Phytochemistry 10:117-120.
- Tang C.S and T. Takenaka. 1983. Quantitation of a bioactive metabolite in undisturbed rhizosphere-benzyl isothiocyanate from *Carica papaya* L. J. Chem. Ecol. 9: 1247-1253.

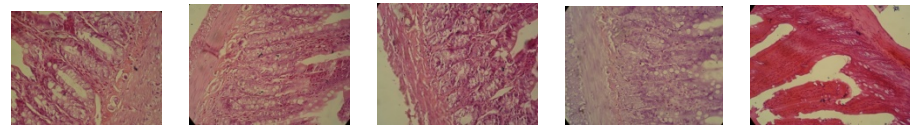
ภาพที่ 1 เซลล์และเนื้อเยื่อกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ตับ ไต อัณฑะ ท่อเก็บสะสมอสุจิ และรังไข่
 ของหนูกินมะละกอ ทั้งพันธุ์แขกนวล ที่ดิบและสุก ทั้งที่ตัดแปรพันธุกรรมและไม่ตัดแปร
 พันธุกรรม เปรียบเทียบกับหนูที่กิน อาหารเลี้ยงหนู (40x)

กินอาหารหนู กินมะละกอดิบไม่ กินมะละกอสุกไม่ กินมะละกอดิบ กินมะละกอสุก
 ตัดแปรพันธุกรรม ตัดแปรพันธุกรรม ตัดแปรพันธุกรรม ตัดแปรพันธุกรรม

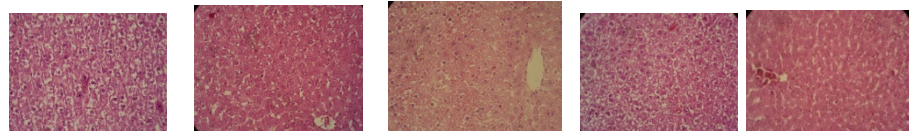
กระเพาะอาหาร



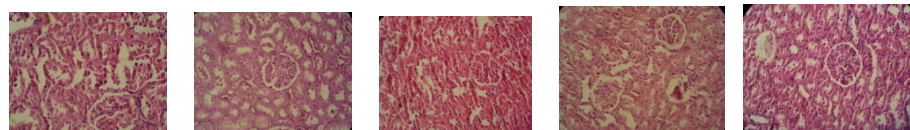
ลำไส้เล็ก



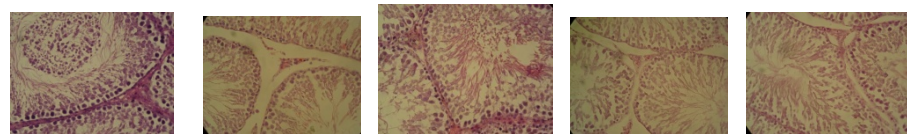
ตับ



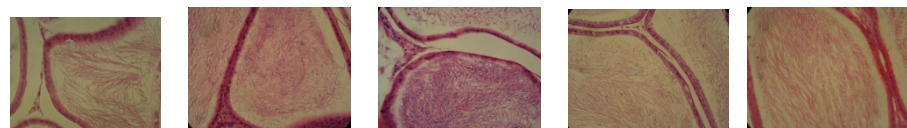
ไต



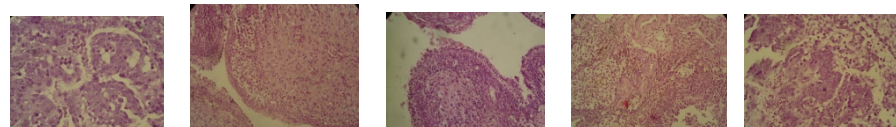
อัณฑะ



ท่อเก็บอสุจิ



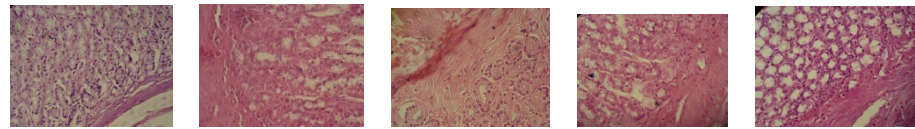
รังไข่



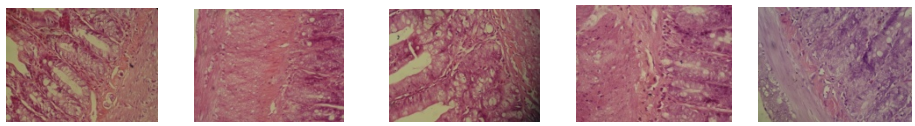
ภาพที่ 2 เซลล์และเนื้อเยื่อกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ตับ ไต อัณฑะ ท่อเก็บสะสมสุจิ และรังไข่ ของหนูกิน มะละกอ ทั้งพันธุ์แขกดำ ที่ดิบและสุก ทั้งที่ตัดแปรพันธุกรรมและไม่ตัดแปรพันธุกรรมเปรียบเทียบกับหนูที่กินอาหาร เลี้ยงหนู (40x)

กินอาหารหนู กินมะละกอดิบไม่ กินมะละกอสุกไม่ กินมะละกอดิบ กินมะละกอสุก
ตัดแปรพันธุกรรม ตัดแปรพันธุกรรม ตัดแปรพันธุกรรม ตัดแปรพันธุกรรม

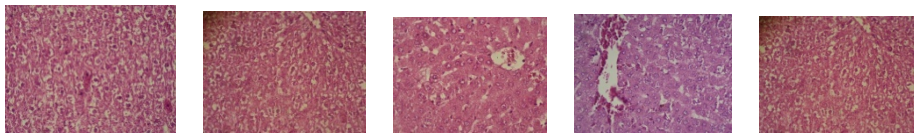
กระเพาะอาหาร



ลำไส้เล็ก



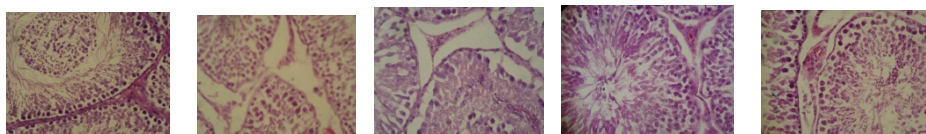
ตับ



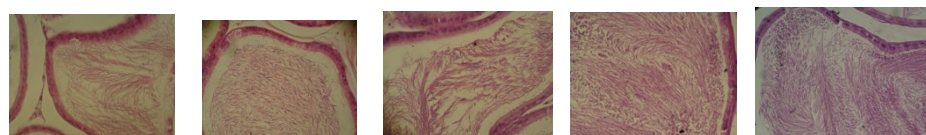
ไต



อัณฑะ



ท่อเก็บสุจิ



รังไข่

