The Relationship of Maximum Frequency Response and Storage Day of Monthong Durian after Harvested

Rachun Thongrod, Niyom Sombatwong and Somchai Arunrungrusmi[1]

Abstract

An investigation is made to establish the basic relationship between the storage day and maximum frequency responses (MFR) of Monthong durian. The MFR can be obtained by analyzing the recorded thumping signal in frequency domain. The maximum of signal spectra in this domain is used as the maximum response of durian. In order to carry out the spectra, Fourier transform is used to converse the signal from time domain into frequency domain. In order to formulate the relationship, the MFR values are compared with interested parameters, including weight, and storage day of durian. In the experiments, 7 samples of Monthong durian are used to study the relationship. We store the durian for 4 days and collect the MFR values every day. The relationship can be established by applying the regression method to the data. The experimental results show that the MFR is inversely proportion to the number of storage day and durian weight.

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอ การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวและน้ำหนัก กับ ความถี่ตอบสนองสูงสุดของทุเรียนหมอนทอง โดยค่าความถี่ตอบสนองสูงสุดของผลทุเรียนสามารถหาได้จากวิเคราะห์สัญญาณเสียงเคาะที่อยู่ในรูปของความถี่ ค่าสูงสุดของความถี่จะถูกใช้เป็นค่าตอบสนองสูงสุดของทุเรียน ในการแปลงสัญญาณเสียงเคาะให้อยู่ในรูปของสัญญาณความถี่สามารถกระทำได้ด้วยการแปลงฟูเรียร์ ส่วนการสร้างความสัมพันธ์นั้น ค่าความถี่ตอบสนองสูงสุดจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะที่สนใจของทุเรียนอันได้แก่ น้ำหนักและระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยว โดยในการทดลองได้ใช้ทุเรียนหมอนทองจำนวน 7 ผล และทำการเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 4 วัน ในแต่ละวันได้ทำการเคาะเพื่อเก็บสัญญาณเสียงและชั่งน้ำหนักทุเรียน โดยข้อมูลที่ได้นี้จะนำไปหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอย จากการทดลองพบว่าค่าความถี่ตอบสนองสูงสุดแปรผกผันกับระยะเวลาในการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังแปรผกผันกับน้ำหนักของทุเรียนอีกด้วย

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการผลิตและส่งออกผลทุเรียนมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก [1] ในปี 2545 พบว่ามีการส่งออกทุเรียนไปจำหน่ายยังต่างประเทศถึง 113,481 ตัน [2] อย่างไรก็ตามการส่งออกทุเรียนมักประสบกับปัญหาในเรื่อง ผลิตผลที่ไม่ได้คุณภาพ ซึ่งทำให้ไม่สามารถส่งออกทุเรียนดังกล่าวได้ หรือ ถ้าทำการส่งออกไปก็ทำให้ราคาทุเรียนตกต่ำลง ส่งผลกระทบเป็นลูกโซ่ต่อระบบการตลาด ดังนั้นการแก้ปัญหาดังกล่าวจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีระบบตรวจสอบหรือตรวจวัดคุณภาพผลทุเรียนให้ได้ตรงตามมาตรฐานก่อนที่จะทำการส่งผลทุเรียนไปจำหน่าย ไม่ว่าจะเป็นการจำหน่ายภายในหรือภายนอกประเทศ

การตรวจวัดหรือการจัดลำดับชั้นคุณภาพผลทุเรียนนั้นสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทคือ คุณภาพภายนอก และ คุณภาพภายใน การจัดลำดับชั้นคุณภาพผลทุเรียนจากลักษณะภายนอกตามมาตรฐานการส่งออกทุเรียน [1] ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์นั้น จะพิจารณาจาก ขนาด รูปทรง สีสรรของพลู และ การปราศจากร่องรอยขีดข่วนหรือตำหนิที่เกิดจากแมลงหรือศัตรูพืชของทุเรียน สำหรับทุเรียนหมอนทอง ซึ่งเป็นทุเรียนที่มีการส่งออกเป็นอันดับหนึ่ง ต้องมีขนาดราว 2 – 4.5 กิโลกรัม มีจำนวน

[1] Signal Processing Laboratory Department of Electrical Technology Education , King Mongkut's University of Technology Thonburi
91 Pracha-Utis Rd., Bangmod, Toong-kru, Bangkok 10140 Thailand Tel: 02-470-8548 Fax: 02-470-5841 Email : somchai.aru@kmutt.ac.th

4 พลูขึ้นไป แต่ละพลูมีขนาดสมบูรณ์ ส่วนคุณลักษณะภายในที่ต้องการคือ แกนไม่ชื้น อย่างไรก็ตามตัวชี้วัดคุณภาพที่สำคัญคือระดับความสุกและความแก่อ่อนของทุเรียน ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญอย่างมากต่อการส่งออก ทั้งในด้านของการกำหนดราคา ระยะเวลาในการเดินทางของทุเรียนเพื่อส่งไปจำหน่ายยังปลายทาง รวมถึงระยะเวลาที่สามารถเก็บรักษาได้อีกด้วย ในการบ่งบอกถึงระดับความสุกและความแก่อ่อนของทุเรียนสามารถกระทำได้ด้วยการนับวันหรืออายุของผลทุเรียน ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการที่ยุ่งยากและยังต้องใช้แรงงานอย่างมาก ดังนั้นในการเก็บเกี่ยวจริงจึงต้องใช้แรงงานที่มีความสามารถในการทำนายระดับอายุและความสุกของผลทุเรียน โดยในปัจจุบันมักจะเก็บเกี่ยวที่ระดับความแก่ประมาณ 80 – 90 % [1] ซึ่งทำให้สามารถเก็บรักษาผลทุเรียนหลังจากเก็บเกี่ยวไว้ได้เป็นระยะเวลา 5 – 10 วัน อย่างไรก็ตามทุเรียนที่จำหน่ายทั้งในและนอกประเทศก็ยังไม่ได้คุณลักษณะของระดับความสุกตามที่ต้องการ ทั้งนี้เนื่องจากความผิดพลาดในการทำนายอายุและระดับความสุก รวมทั้งกลไกลทางการตลาดที่ทำให้ต้องเก็บเกี่ยวผลทุเรียนก่อนเวลาอันสมควร

ดังนั้นกระบวนการตรวจวัดอายุทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการคัดสรรคุณภาพทุเรียนเพื่อการจำหน่าย การตรวจวัดระดับอายุของทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยวสามารถกระทำได้หลายวิธี ทั้ง การใช้เครื่องเอกซ์เรย์ [3] หรือ การใช้สัญญาณอัลตราโซนิกซ์ [4] รวมถึงการเคาะเพื่อฟังเสียง [5] ในการใช้เครื่องเอกซ์เรย์หรือเครื่องอัลตราซาวด์สำหรับตรวจวัดนั้นพบว่ามีค่าใช้จ่ายที่สูงเป็นอย่างมากและยังไม่มีความแม่นยำในการตรวจวัดมากนัก ส่วนการใช้สัญญาณอัลตราโซนิกซ์ ด้วยการใช้สัญญาณเพียงความถี่เดียว นั้นให้ผลที่ไม่แน่นอนเนื่องจากขนาดของสัญญาณที่ตรวจวัดได้จะมีขนาด (Amplitude) เปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะรูปทรง และ ตำแหน่งในการวัด ส่วนการเคาะเพื่อฟังเสียงนั้นพบว่าให้ความถูกต้องมากกว่า ซึ่งทำให้วิธีการตรวจวัดด้วยเสียงที่ได้จากการเคาะได้รับความสนใจจากนักวิจัยเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามวิธีการตรวจวัดระดับอายุของผลทุเรียนยังไม่ประสบผลสำเร็จมากนัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาและวิจัยถึงวิธีการตรวจวัดระดับอายุของผลทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยว

บทความนี้ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวกับความถี่ตอบสนองสูงสุดของทุเรียนหมอนทอง ในการศึกษาครั้งนี้ทำการทดลองกับทุเรียนหมอนทองจำนวน 7 ผล โดยเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 4 วัน ในแต่ละวันจะทำการเคาะผลทุเรียนเพื่อเก็บตัวอย่างเสียง รวมทั้งการชั่งน้ำหนัก เสียงเคาะที่ได้จะถูกนำไปประมวลผลเพื่อหาความถี่ที่มีการตอบสนองสูงสุด โดยเรียกความถี่ดังกล่าวว่าความถี่ตอบสนองสูงสุด

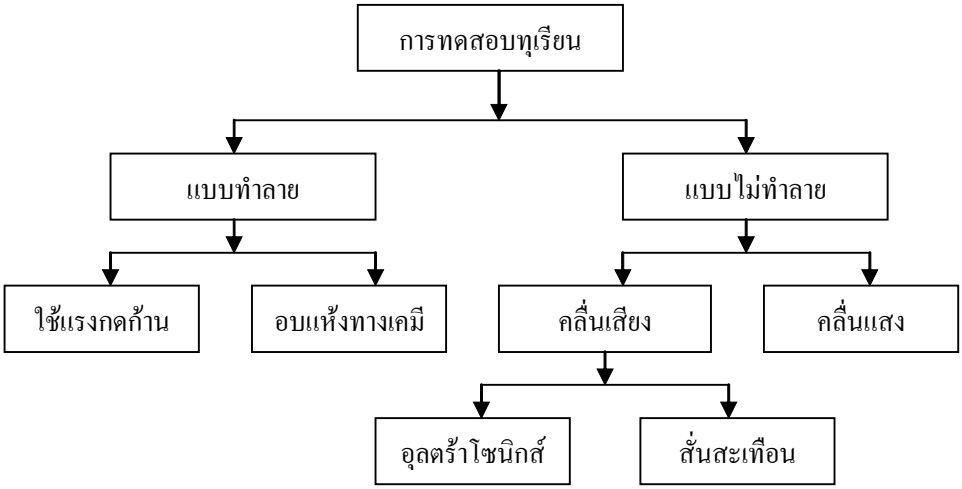
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิธีการทดสอบทุเรียนโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะด้วยกันคือการทดสอบแบบทำลาย (Destructive Testing) ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบที่ในการทดลองเพื่อพิสูจน์ผลโดยตัวอย่างที่ทดสอบจะถูกทำให้เสียหาย วิธีการนี้ส่วนใหญ่แล้วจะนำผลที่ได้จากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างไปตีความหมายกลุ่มประชากรทั้งหมด ส่วนการทดสอบวิธีที่สอง คือ การทดสอบแบบไม่ทำลาย (Non-destructive Testing) เป็นวิธีทดสอบที่แตกต่างจากการทดสอบวิธีแรกโดยวิธีการนี้จะหลีกเลี่ยงการทำลายกลุ่มตัวอย่างให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติหรือรูปร่างไปจากเดิมรวมทั้งไม่สร้างความเสียหายให้กับกลุ่มตัวอย่างอีกด้วย และสามารถใช้ทดสอบได้กับทุกหน่วยของกลุ่มประชากร ทำให้การประเมินผลมีความถูกต้องมากขึ้น ในรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงวิธีการทดสอบผลทุเรียนประเภทต่างๆ

จากอดีตจนถึงปัจจุบันพบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพของผลทุเรียนอยู่หลายวิธีด้วยกัน โดย นฤพล ฟ้าทวีพร [6] มีแนวความคิดว่าความแข็งของก้านทุเรียนสุกและดิบน่าจะมีความแตกต่างกันซึ่งอาจจะสามารถใช้วิเคราะห์หาระดับความสุกได้ จึงได้วิจัยโดยใช้แรงที่เท่ากันกดลงบนก้านทุเรียนสุกและดิบแล้วนำมาเปรียบเทียบ พบว่าก้านทุเรียนมี ความแข็งเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บเกี่ยว จากแนวความคิดดังกล่าวทำให้ พลกร นันท-เอกพงศ์ [7] ได้นำไปสร้างเครื่องมือวัดความแข็งของก้านทุเรียนขึ้นมา เพื่อพิสูจน์สมมุติฐานเกี่ยวกับก้านของทุเรียน จากการทดสอบพบว่า ยังไม่สามารถนำเครื่องมือดังกล่าวไป

ใช้งานในการตรวจสอบหาระดับความสุกได้ เนื่องจากประสิทธิภาพในการวัดจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของสวนที่ใช้ทดสอบ

บัณฑิต จริโมภาส [8] เห็นว่าจากวิธีการข้างต้นนั้นถึงแม้จะทำการตรวจสอบหาระดับความสุกได้แต่ก็ไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริงเนื่องจากเป็นการทำลายกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ทำให้สูญเสียทรัพยากรไปโดยเปล่าประโยชน์ จึงได้เสนอแนวคิดให้ใช้เทคนิคการตรวจหาระดับ ความสุกโดยการวัดหาค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่น(Modulus of elasticity)ของก้านทุเรียน โดยใช้วิธียึดก้านทุเรียนให้อยู่ในแนวนอน แล้วให้ส่วนปลายที่เหลือจากการยึดถ่วงด้วยน้ำหนักคงที่ พบว่าก้านทุเรียนผลดิบจะมีสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นต่ำกว่าก้านทุเรียนผลสุก เนื่องจากมีความโค้งมากกว่านั่นเอง อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล [5] ก็เป็นนักวิจัยอีกท่านหนึ่งที่ให้ความสนใจเกี่ยวกับการทำนายอายุของทุเรียน จึงได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงดัชนีความถี่ธรรมชาติของทุเรียนหมอนทองระหว่างการพัฒนา



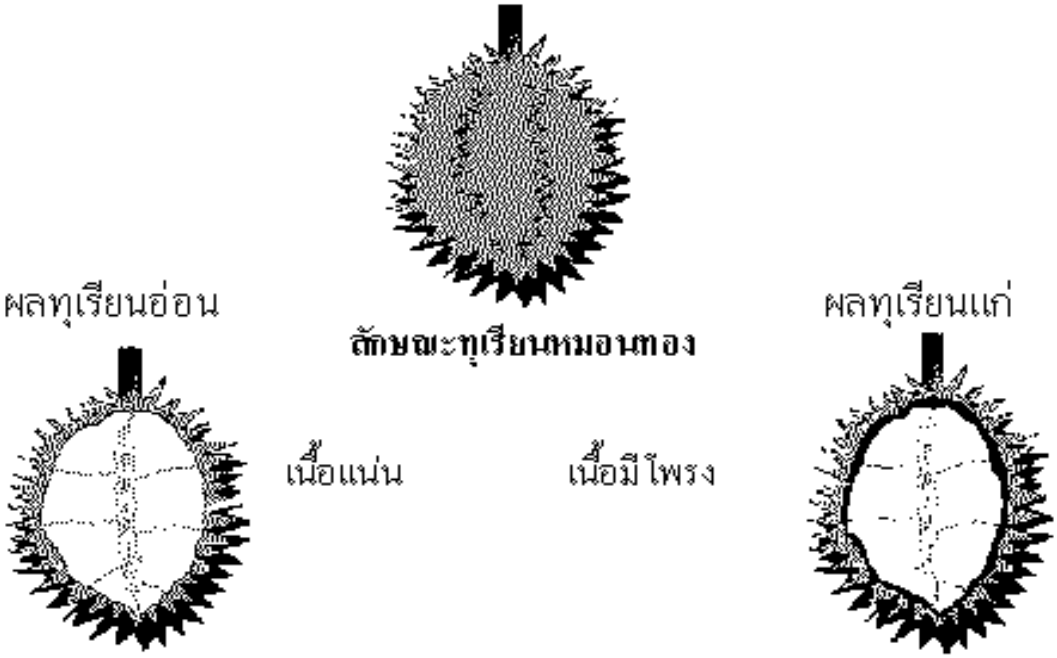
รูปที่ 1 แสดงวิธีการรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อทดสอบหาระดับความสุกของทุเรียน

บนต้น(ซึ่งค่าดัชนีความถี่ธรรมชาตินี้เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างความถี่ธรรมชาติกับน้ำหนักของผลทุเรียนแต่ละลูก) เพื่อใช้ในการวัดหาระดับความสุกของผลทุเรียน โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันหลังดอกบานประมาณ 55 วัน จนถึง 132 วัน(ซึ่งเป็นเวลาที่ทุเรียนแก่เต็มที่) พบว่าค่าความถี่และน้ำหนักของทุเรียนมีการเปลี่ยนแปลงลดลง แบบเอ็กซ์โปเน็นเชี่ยลกับทุเรียนทุกกลุ่มที่ทำการทดลอง และพบว่าจะเกิดสูงกับกลุ่มของทุเรียนที่มีอายุวันมากกว่า การเก็บข้อมูลใน แต่ละครั้งยังพบว่า ขนาดของแรงและวัตถุที่ใช้เคาะไม่มีผลทำให้ค่าความถี่ธรรมชาติของทุเรียน แต่ละผลเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจากผลการทดลองดังกล่าวทำให้ วุฒิวัฒน์ คงรัตนประเสริฐ [4] ได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการวิจัยเกี่ยวเพื่อตรวจหาระดับความแก่อ่อนแบบไม่ทำลาย โดยใช้ วิธีการสั่นสะเทือนและวิธีการใช้คลื่นอุลตร้าโซนิกส์เปรียบเทียบกันแล้วนั้น ปรากฏว่าวิธีการใช้คลื่นอุลตร้าโซนิกส์สามารถคัดแยกได้แม่นยำกว่า วิธีการสั่นสะเทือนแต่ติดปัญหาก็คือ ราคาอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างมีราคาแพง และมีวิธีออกแบบที่ยุ่งยากกว่า

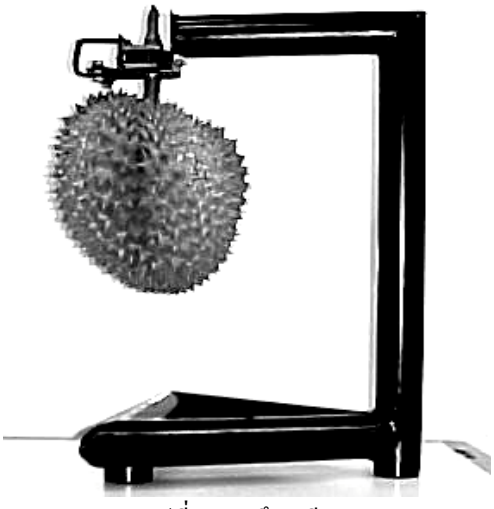
วิธีการ

แนวคิดของโครงงานนี้ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ธรรมชาติ และระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวรวมถึงการศึกษาความสัมพันธ์กับระดับความสุกของของผลทุเรียนหมอนทองด้วยวิธีการสั่นสะเทือนด้วยการเคาะด้วย โดยปกติแล้วทุเรียนที่มีอายุต่างกัน จะมีโพรงอากาศภายใน มวล ความยืดหยุ่นและความมั่นคงแข็งแรง แตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 2 และเมื่อใช้ไม้เคาะกระตุ้นให้ทุเรียนเกิดการสั่นสะเทือนโดยอิสระจะทำให้เกิดความถี่ตอบสนองเกิดขึ้น โดยแนวความคิดของการศึกษาคือ ค่าความถี่ที่มีการตอบสนองสูงสุด มีความสัมพันธ์กับอายุหรือระดับความแก่อ่อนของทุเรียน

ขั้นตอนในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ การตรวจวัดเสียงและอุปกรณ์ตรวจวัด การวิเคราะห์สัญญาณเสียง และ การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ โดยการวิเคราะห์นี้จะกล่าวถึงในผลการทดลอง



รูปที่ 2 ลักษณะทุเรียนที่มีอายุต่างกัน แสดงให้เห็นว่ามีโพรงอากาศที่ต่างกัน

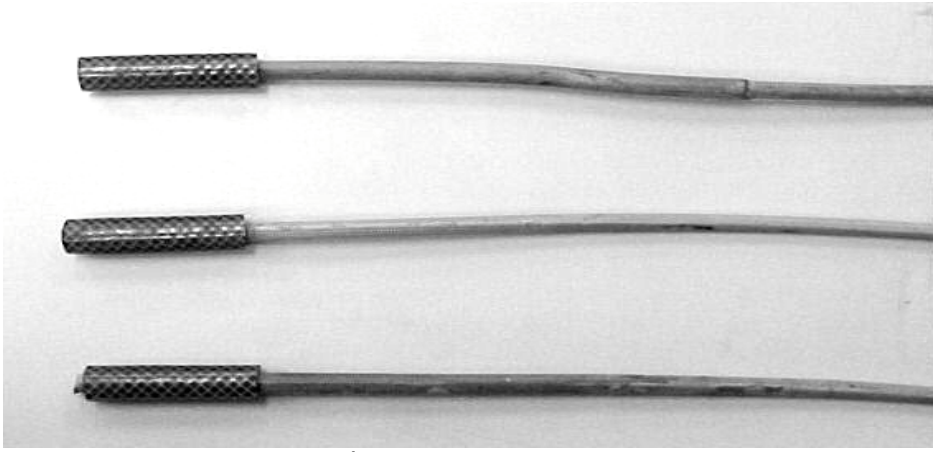


รูปที่ 3 ฐานยึดทุเรียน

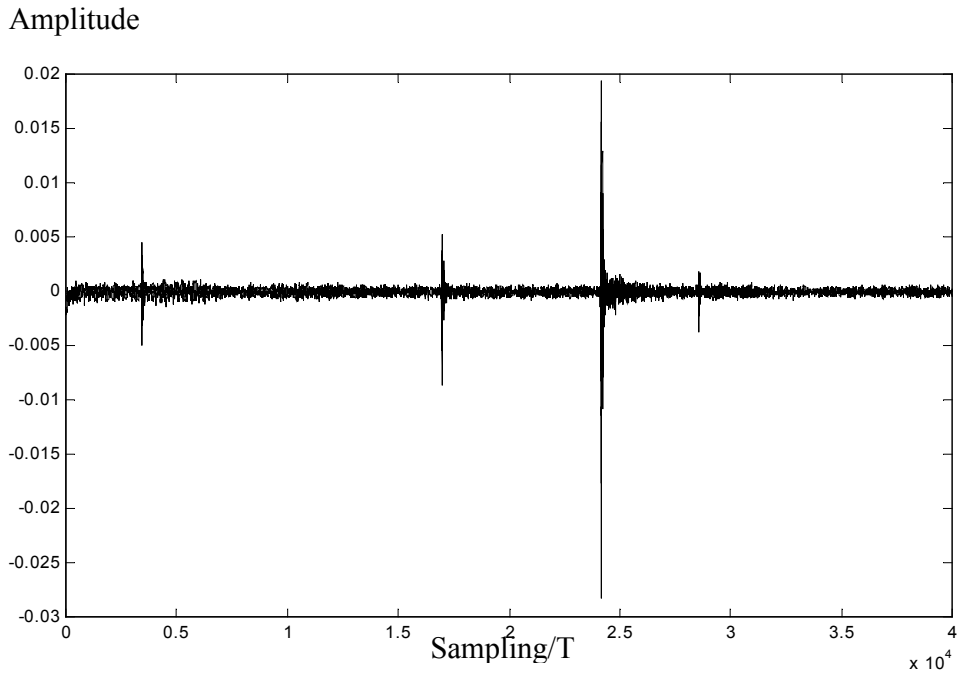
1. การตรวจวัดเสียง และ อุปกรณ์ตรวจวัด

ในการเคาะเพื่อตรวจวัดเสียง จำเป็นต้องมีฐานสำหรับยึดผลทุเรียนให้สามารถแกว่งไปมาได้อย่างอิสระเมื่อทำการเคาะ ซึ่งส่วนที่ใช้ยึดก้านโดยตรงจะเลือกใช้ยางเพื่อไม่ให้ก้านทุเรียนช้ำ โดยยึดสูงจากโคนก้านประมาณ 5 เซนติเมตร แสดงได้ดังรูปที่ 3 ส่วนไม้เคาะทุเรียน เป็นไม้หวายหุ้มพาสติกมีความยาวประมาณ 50 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร แสดงได้ดังรูปที่ 4 ในการเคาะผลทุเรียนต้องไม่เคาะแรงจนเกินไปเพราะอาจทำให้ทุเรียนช้ำได้และตำแหน่งที่เคาะเพื่อวัดความถี่ตอบสนองคือบริเวณกลางพู ซึ่งตำแหน่งที่จะวัดสัญญาณจะอยู่ตรงข้ามกับตำแหน่งที่เคาะนี้ ทั้งนี้เนื่องจากคลื่นเสียงเดินทางเป็นเส้นตรง (คลื่นตามยาว)

การตรวจวัดสัญญาณเสียงเคาะนั้น จะใช้ไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ เพราะมีความไวต่อเสียงและสามารถตอบสนองความถี่ในช่วง 20Hz - 6KHz ซึ่งทำให้สามารถตรวจวัดสัญญาณความถี่ในช่วงของคลื่นเสียง และจะต้องเป็นชนิดที่สามารถรับสัญญาณได้ในทิศทางเดียวเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดจากบริเวณรอบข้าง หลังจากนั้นไมโครโฟนจะทำหน้าที่รับสัญญาณที่เกิดจากการเคาะมาแปลงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า



รูปที่ 4 ไม้สำหรับเคาะผลทุเรียน



รูปที่ 5 สัญญาณเสียงที่ได้จากการเคาะ

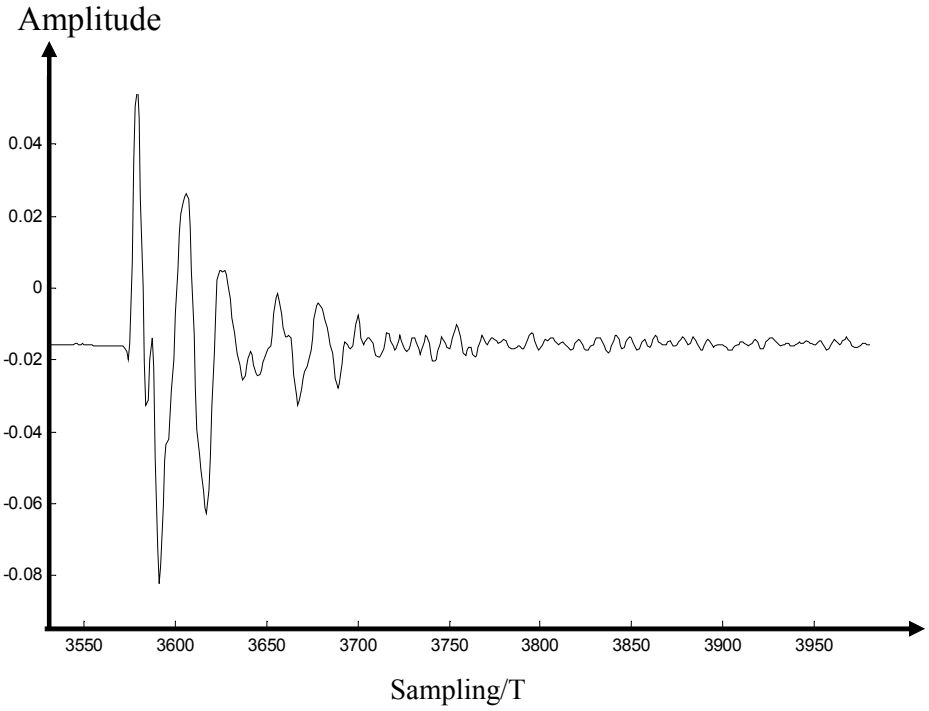
หลังจากได้สัญญาณจากการเคาะในรูปของสัญญาณไฟฟ้า จะต้องทำการขยายสัญญาณให้มีขนาดสูงขึ้นเสียก่อน เนื่องจากสัญญาณที่เข้ามาทางด้านอินพุทเป็นสัญญาณที่มีค่าต่ำมาก โดยใช้ไอซีเบอร์ LM741 ซึ่งเป็นไอซีที่มีคุณสมบัติในการตอบสนองความถี่ต่ำได้ดี หลังจากนั้นนำสัญญาณที่ได้ขยายแล้วมากรองเอาความถี่เลือกเอาเฉพาะสัญญาณความถี่ที่ต้องการ คือช่วงความถี่ที่ต่ำกว่า 3 KHz เพราะต้องการตัดสัญญาณรบกวนทางอนาล็อกในห้องทดลองออกให้หมดเช่นเสียงแอร์และเสียงคนพูดเป็นต้น และสัญญาณรบกวนทางอนาล็อกต้องกรองความถี่ด้วยอุปกรณ์ทางด้านพาสซีพด้วย ในโครงงานนี้จึงใช้วงจร RC มาช่วยในการกรองความถี่ และมีคุณสมบัติที่เหนือกว่าวงจร LC เพราะการปลดปล่อยพลังงานในรูปของความร้อนย่อมจะดีกว่าการเหนี่ยวนำ โดยสามารถหาค่า RC ได้จากสมการที่ 1 ในช่วงทำการขยายสัญญาณขั้นต้นก็จะต่อวงจรเป็นเป็นวงจรกรองความถี่ต่ำ

ผ่านอันดับ 5 ก่อนส่งเข้าสู่การ์ดเสียงของคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการเก็บและวิเคราะห์สัญญาณต่อไป โดยสัญญาณที่ได้แสดงได้ดังรูปที่ 5

$$f = \frac{1}{2\pi RC} \tag{1}$$

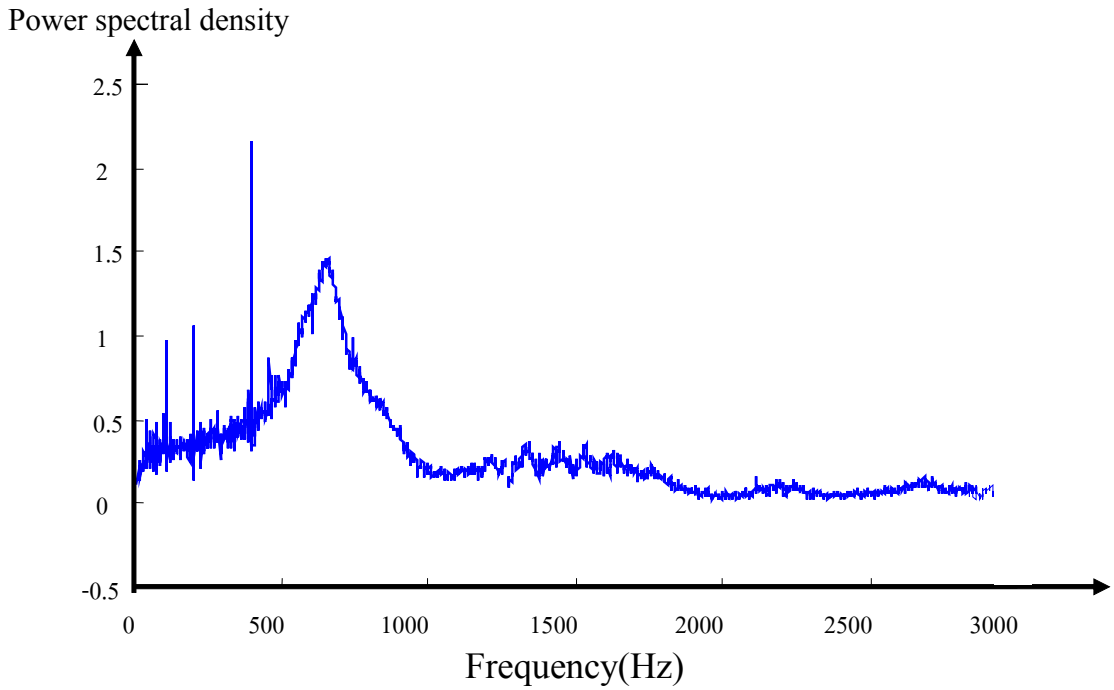
โดย $RC = \frac{1}{2\pi(3000)}$

ในการนำเข้าสัญญาณสู่คอมพิวเตอร์นั้น ได้กำหนดอัตราสุ่ม(Sampling) ไว้ที่ 8,000 ตัวอย่างต่อวินาที การกำหนดอัตราสุ่มสามารถที่จะกำหนดได้มากกว่านี้ แต่จะสิ้นเปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูล หลังจากนั้นสัญญาณที่ได้จะถูกนำไปกรองความถี่ด้วยการใช้เวฟเลทฟิลเตอร์ กรองสัญญาณรบกวนที่เกิดจากตัวคอมพิวเตอร์หรือจากภายนอกออก และ



รูปที่ 6 สัญญาณเสียงเคาะหลังจากตัดช่วงสัญญาณว่างและกรองความถี่สูงออก

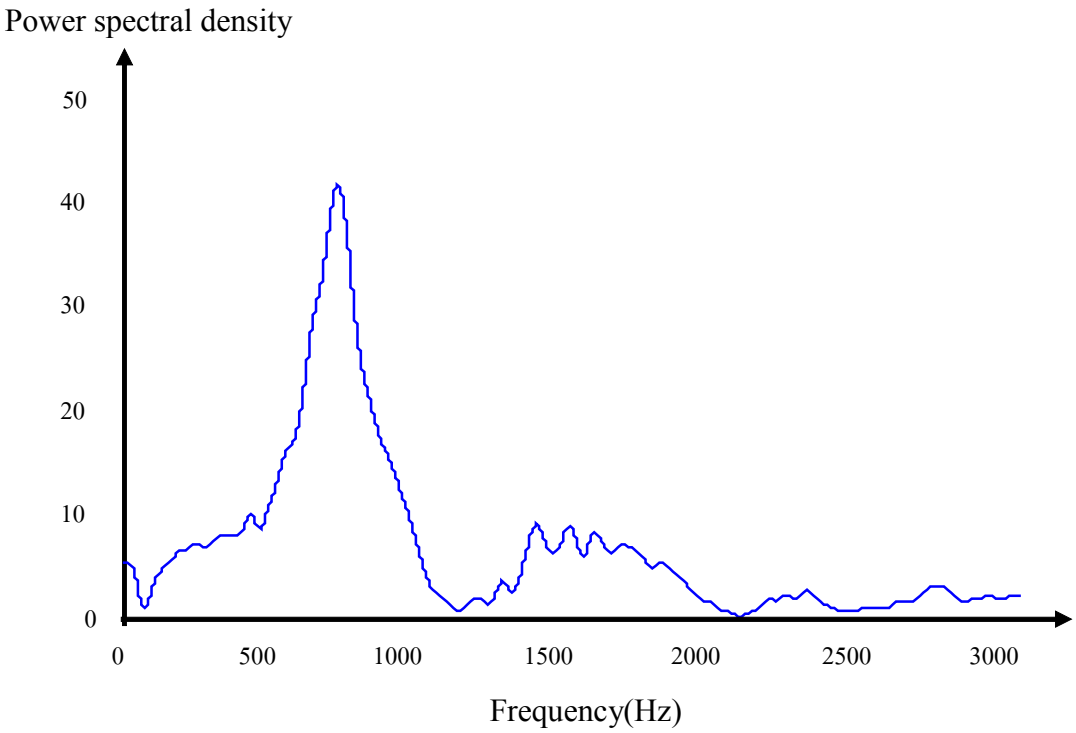
ในขั้นตอนนี้ได้ทำการตัดสัญญาณที่ไม่ต้องการออก เหลือไว้เพียงสัญญาณช่วงที่เกิดจากการเคาะจริงก่อนทำการกรองความถี่ ซึ่งผลที่ได้จากการตัดสัญญาณที่ไม่ต้องการและกรองความถี่สูงออก แสดงได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 7 สัญญาณเสียงเคาะในรูปของความถี่

2. การวิเคราะห์สัญญาณเสียง

หลังจากที่ได้สัญญาณเสียงเคาะที่ค่อนข้างสมบูรณ์และมีสัญญาณรบกวนน้อยลงแล้ว กระบวนการต่อไปคือต้องทำการเปลี่ยนสัญญาณเสียงดังกล่าวให้อยู่ในรูปของสัญญาณความถี่ โดยในการทดลองนี้ใช้การแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว(Fast Fourier Transform) ในการแปลงค่าจากแกนเวลาเป็นแกนความถี่ ซึ่งผลที่ได้เรียกว่าสเปคตรัมของสัญญาณเสียงเคาะ แสดงได้ดังรูปที่ 7 แต่อย่างไรก็ตามพบว่าสเปกตรัมที่ได้ ยังมีสัญญาณรบกวนแฝงมาตามยอดคลื่นของสัญญาณ ถ้านำไปวิเคราะห์หาค่าความถี่ตอบสนองสูงสุดจะทำให้ได้ค่าที่ผิดพลาด ดังนั้นจึงต้องทำการกรองสัญญาณอีกรอบหนึ่ง ด้วยการใช้ เวฟเลทฟิลเตอร์ และทำการขยายสัญญาณให้มากขึ้น ซึ่งผลที่ได้แสดงได้ดังรูปที่ 8 หลังจากนั้นทำการหาความถี่ที่มีการตอบสนองสูงสุด โดยจากรูปที่ 8 พบว่ามีความถี่ตอบสนองสูงสุดประมาณ 748 Hz



รูปที่ 8 สัญญาณเสียงเคาะในรูปความถี่หลังได้ตัดสัญญาณรบกวนออกด้วยเวฟเลทฟิลเตอร์

การทดลองและผลการทดลอง

1. วิธีการทดลอง

วิธีการที่ใช้ในการทดสอบหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความถีตอบสนองสูงสุด และระดับอายุของผลทุเรียนนั้น จะอาศัยการเคาะเก็บผลของความถี่และน้ำหนักจากกลุ่มตัวอย่างในแต่ละวันเอาไว้เป็นเวลา 4 วัน โดยเลือกเคาะเฉพาะพูที่สมบูรณ์ที่สุดจำนวน 3 พูต่อหนึ่งลูก ใช้คนเคาะจำนวน 5 คนเพื่อลดอคติในการเคาะ ใช้ทุเรียนหมอนทองจำนวน 7 ผล หลังจากนั้นจะนำค่าที่ได้ไปใช้ในการเปรียบเทียบสรุปผลหาค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของกลุ่มตัวอย่างต่อไป โดยผลที่ได้จากการทดลองมีดังนี้

2. ผลการทดลอง

ผลของการศึกษาความสัมพันธ์ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบด้วยกันคือ

- ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยว
- ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยว
- ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับระดับความสุกของผลทุเรียน

2.1 การเปลี่ยนแปลงของความถี่กับระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยว

จากการทดลองเก็บข้อมูลติดต่อกันเป็นเวลา 4 วัน เพื่อการศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงความถี่ตอบสนองของทุเรียนโดยวิธีการเคาะ พบว่าความถี่ตอบสนองมีการเปลี่ยนแปลงในทางลดลงเมื่อจำนวนวันเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าแรงที่ใช้เคาะไม่มีผลต่อความถี่ตอบสนอง ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ตอบสนองสูงสุด ต่อระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียนทั้ง 7 ลูก สามารถพิจารณาได้ดังรูปที่ 9

จากรูปที่ 9 ความถดถอยของความถี่จะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงในลักษณะของเอ็กซ์โปเน็นเชี่ยล ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังสมการ (2)

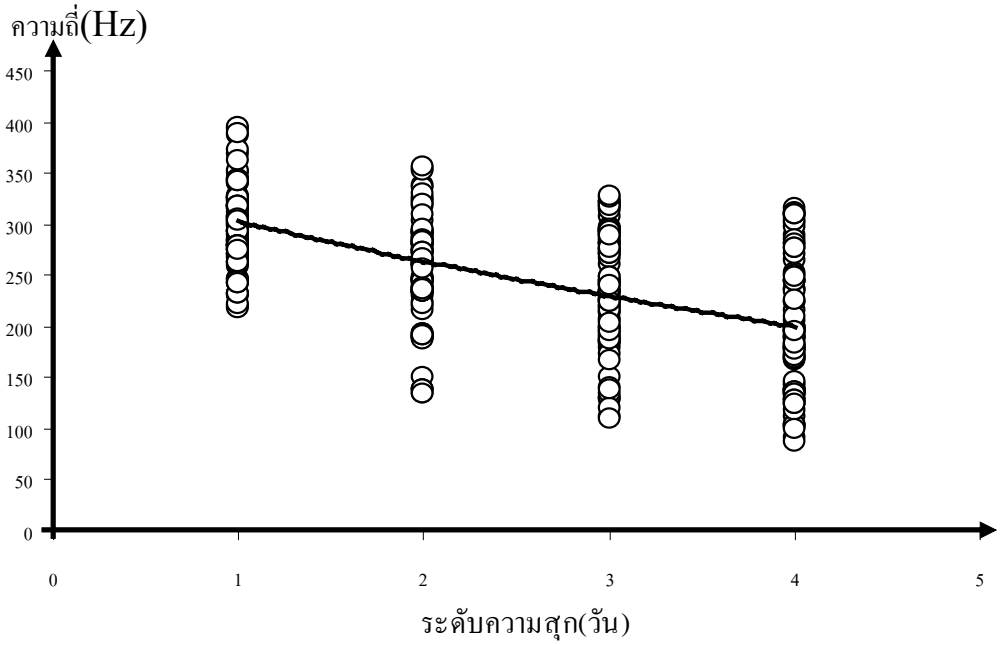
$$f = 347e^{-0.1374D} \qquad (2)$$

ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย $R^2 = 0.9644$

โดยที่ f คือ ความถี่ตอบสนองสูงสุดที่ได้จากการเคาะ (H_z)

D คือ ระยะเวลาหลังเก็บเกี่ยวทุเรียน (วัน)

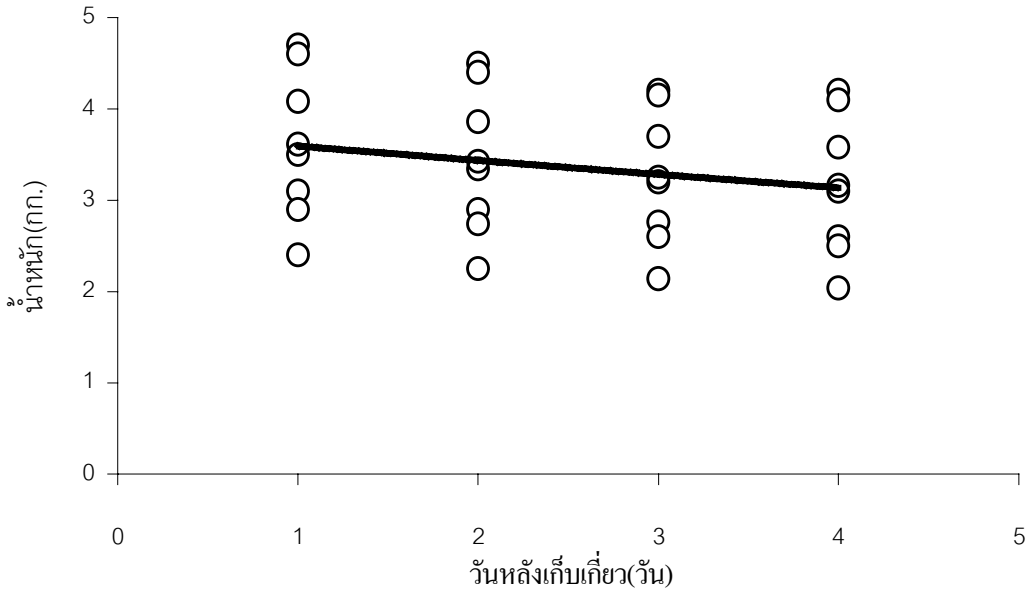
R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาหลังเก็บเกี่ยวกับความถี่ตอบสนองสูงสุด

2.2 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักกับระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยว

จากผลการทดลองพบว่าน้ำหนักของทุเรียนแต่ละลูกจะมีการเปลี่ยนแปลงลดลง โดยมีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงอยู่ในรูปเอ็กซ์โปเน็นเชี่ยล เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงความถี่ตอบสนองสูงสุด โดยค่าความถดถอยของน้ำหนักได้จากค่าเฉลี่ยของความถดถอยเชิงเส้นของน้ำหนักในแต่ละวัน ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักต่อระยะเวลาหลังเก็บเกี่ยวสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาหลังเก็บเกี่ยวกับน้ำหนักของทุเรียน

จากรูปที่ 10 ความถดถอยของน้ำหนักจะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป โดยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงแบบเอ็กซ์โปเน็นเชี่ยล ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังสมการ (3)

$$w = 3.761e^{-0.0454D} \qquad (3)$$

ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย $R^2 = 0.9828$

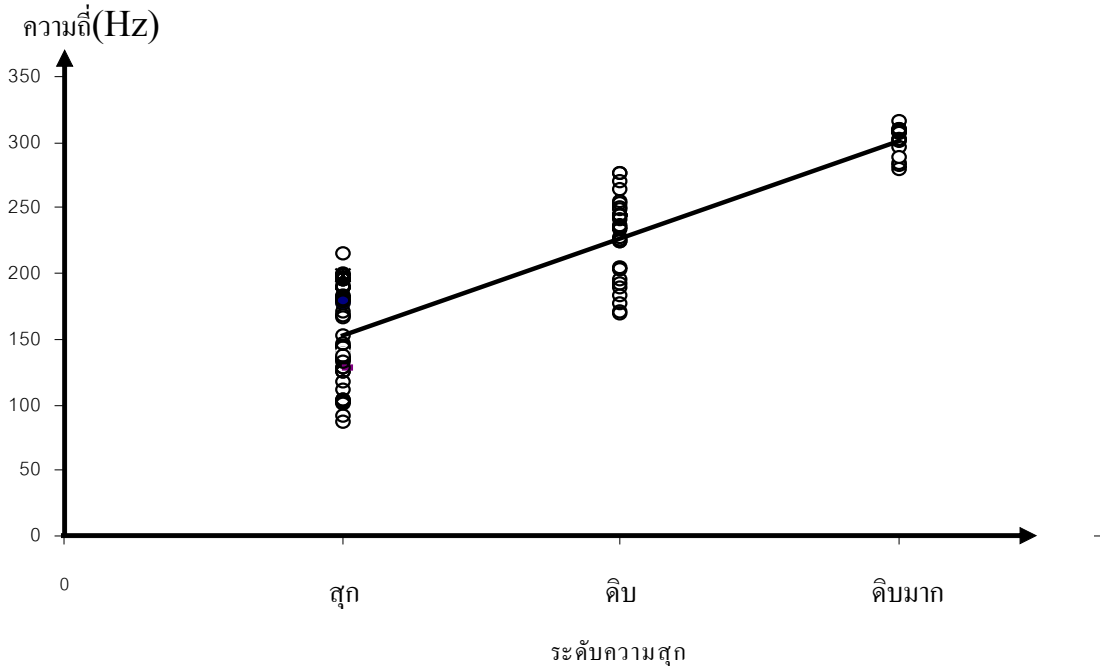
โดยที่ w คือ น้ำหนักของผลทุเรียน (k_g)

D คือ ระยะเวลาหลังเก็บเกี่ยวทุเรียน (วัน)

R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ตอบสนองสูงสุดกับระดับความสุกของผลทุเรียน

ในการทดลองนี้ได้ทำการแบ่งกลุ่มทุเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสุก กลุ่มดิบ และดิบมาก โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านในการคัดแยก ซึ่งทุเรียนทั้งกลุ่มเป็นทุเรียนชุดเดียวกันกับที่ใช้ทำการทดลองในหัวข้อ 4.2.1 และ 4.2.2 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ตอบสนองสูงสุดกับระดับความสุกของผลทุเรียน ซึ่งจากการทดลองพบว่าได้ความสัมพันธ์ดังสมการ (4) และรูปที่ 11



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสุกกับความถี่ตอบสนองสูงสุด

$$f = 111.45e^{0.338r} \quad (4)$$

ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย $R^2 = 0.99$

โดยที่ f คือ ความถี่ที่ได้จากการเคาะ (H_z)

r คือ ระดับความสุก

R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย

สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวและน้ำหนักหลังการเก็บเกี่ยว มีความสัมพันธ์กับความถี่ตอบสนองสูงสุดด้วยค่าสัมประสิทธิ์การทำนายร้อยละ 96.44 และ 98.28 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าเป็นตัวเลขที่ค่อนข้างน่าเชื่อถือได้ ซึ่งทำให้สามารถนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปใช้ในการทำนายความถี่ตอบสนองสูงสุด ระยะเวลาและน้ำหนักที่จะเปลี่ยนแปลงไปหลังการเก็บเกี่ยวได้ ส่วนการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ตอบสนองสูงสุดกับระดับความสุกพบว่าเมื่อทุเรียนแก่ขึ้นหรือสุกมากขึ้นจะมีความถี่ตอบสนองสูงสุดลดลงอย่างดังสมการ (4) แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ จำนวนของกลุ่มตัวอย่างทุเรียนที่ใช้ในการทดลองยังมีจำนวนน้อยอยู่มาก จึงควรที่เพิ่มกลุ่มตัวอย่างให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

www.dit.go.th/english/durian.harvest.htm

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร www.oae.go.th

http://www.chiangmai.ac.th/abstract1998/Abstract/gs/abstract/gs980013.html

วุฒิวัฒน์ คงรัตนประเสริฐ, 2543, การตรวจหาความแก่อ่อนของทุเรียนโดยการสั่นสะเทือนเปรียบเทียบกับการใช้อุลตร้าโซนิกส์, วิทยานิพนธ์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อนุพันธ์ เทอดวรวงศ์กุล, 2541, การเปลี่ยนแปลงดัชนีความถี่ธรรมชาติของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองระหว่างการพัฒนาบนต้น, ปริญญานิพนธ์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

นฤพล ฟ้าทวีพร. ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของก้านและอายุของผลทุเรียน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร มหาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน, 2533.

พลกร นันทเอกพงศ์. ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของก้านผลและวัยของผลทุเรียนพันธุ์ชะนีและหมอนทอง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บัณฑิต จริโมภาส และคณะ. รายงานการวิจัยโครงการการควบคุมคุณภาพทุเรียนตัดอ่อน, สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, 2530.