ตรวจสอบการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้นด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า
DETECTION OF ADULTERATION IN PINEAPPLE JUICE CONCENTRATE USING ELECTRICAL TECHNIQE

ถิรพล สมุทรกลิน
วริศรา สินสมุทร
หนึ่งฤทัย อภัยรัตน์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหาร
คณะอุตสาหกรรมอาหาร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ตรวจสอบการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้นด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า

DETECTION OF ADULTERATION IN PINEAPPLE JUICE CONCENTRATE USING ELECTRICAL TECHNIQE

จัดทำโดย

ถิรพล สมุทรกลิน รหัสนักศึกษา 62080186

วริศรา สินสมุทร รหัสนักศึกษา 62080222

หนึ่งฤทัย อภัยรัตน์ รหัสนักศึกษา 62080233

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 21/ 5 /2023

(รศ.ดร. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ ตรวจสอบการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้นด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า
ชื่อนักศึกษา ถิรพล สมุทรกลิน รหัสนักศึกษา 62080186
วริศรา สินสมุทร รหัสนักศึกษา 62080222
หนึ่งฤทัย อภัยรัตน์ รหัสนักศึกษา 62080233
หลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ. 2566
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ

บทคัดย่อ

น้ำสับปะรด เป็นเครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำเนื้อและแกนสับปะรดที่สด สะอาด สุก มาผ่านกรรมวิธีแยกส่วนที่เป็นกากออก นำน้ำสับปะรดที่ได้ไปต้มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส อาจเจือจางด้วยน้ำและแต่งรสด้วยน้ำตาลหรือเกลือแล้วบรรจุลงในภาชนะบรรจุ เนื่องจากเราไม่อาจทราบได้ว่าน้ำสับปะรดมีการปลอมปนน้ำตาลมาหรือไม่ จึงใช้วิธีการทางไฟฟ้าเพื่อทำการตรวจสอบ โดยมีตัวแปรทางไฟฟ้า 7 ตัวแปร คือ R, Q, C, D, L, Z และ Deg ซึ่งจะวัดที่ความถี่ 0.012, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 50, 100 และ 200 kHz ค่าของตัวแปรทางไฟฟ้าที่ได้จะนำมาสร้างสมการเพื่อใช้ในการทำนายการปลอมปนของน้ำสับปะรดเข้มข้นด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณหรือ Multiple Linear Regression (MLR) โดยจะแบ่งข้อมูลเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกคือ กลุ่มสำหรับการสร้างสมการ (Calibration set) จำนวน 100 ตัวอย่าง และกลุ่มที่สองคือ กลุ่มการทำนาย (Prediction set) จำนวน 50 ตัวอย่าง ผลที่ได้คือ ตัวแปรทางไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ทำนายการปลอมปนของน้ำสับปะรดเข้มข้นได้ดีที่สุดคือตัวแปร R เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (Coefficient of correlation, R) เท่ากับ 0.9973 และค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย หรือ Root mean square error of prediction (RMSEP) เท่ากับ 2.163 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโมเดลที่สร้างขึ้นมีความสามารถในการทำนายการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้นอย่างมีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูง

คำสำคัญ: น้ำสับปะรด เครื่องวัดค่าแอลซีอาร์ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Detection of adulteration in pineapple juice concentrate using electrical technique
Student name	Thirapol Smutrakalin Student ID 62080186
	Varisara Sinsamut Student ID 62080222
	Nuengruthai Apairat Student ID 62080233
Program	Bachelor of Science in Food Process Engineering
Year	2023
Adviser	Assoc.Prof.Dr. Sontisuk Teerachaichayut

ABSTRACT

Pineapple juice is a type of drink obtained by taking pineapple pulp and pineapple core that is fresh, clean and ripe. It comes through the process of separating the pulp parts. Bring the resulting pineapple juice to a boil at a temperature not exceeding 100 degrees Celsius. It may be diluted with water and flavored with sugar or salt and then packed into containers. Because we cannot know if pineapple juice is adulterated with sugar or not. Therefore, electrical method was used to perform inspections. There were 7 electrical variables R, Q, C, D, L, Z and θ. It was measured at frequencies of 0.012, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 50, 100 and 200 kHz. The values of the resulting electrical variables were used to create equations for predicting adulteration of pineapple juice concentrates using Multiple Linear Regression (MLR) analysis methods. The data was divided into two groups, the first group was the calibration set of 100 samples and the second group was the prediction set of 50 samples. As a result, the most suitable electrical variable for predicting adulteration of concentrated pineapple juice was the R variable because coefficient of correlation (R) was 0.9973 and the root mean square error of prediction (RMSEP) was 2.163. This showed that the generated model could predict adulteration in concentrated pineapple juice with efficiency and high accuracy.

Keywords: Pineapple juice, LCR meter, Multiple Linear Regression

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากหลายท่าน ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ถ่ายทอดความรู้และตรวจสอบข้อบกพร่องต่างๆ ให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ นางสาวอชิรญา ตันตินันทตระกูล ผู้ช่วยของรศ.ดร. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ ที่คอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือต่างๆ และการทดลองให้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณห้องปฏิบัติการคณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนสถานที่เพื่อใช้ในการทดลอง

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวและเพื่อน ๆ ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจที่สำคัญในการดำเนินงานในครั้งนี้

ถิรพล สมุทรกลิน
วริศรา สินสมุทร
หนึ่งฤทัย อภัยรัตน์
14 พฤษภาคม 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 สับปะรด	3
2.2 กลูโคส	3
2.3 ฟรุกโตส	3
2.4 ซูโคส	3
2.5 LCR meter	3
2.6 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ	4
2.7 สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์	4
2.8 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของการทำนาย	5
2.9 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	7
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	7
3.2 อุปกรณ์	7
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	8
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	12
4.1 การศึกษาการปลอมปนของน้ำสับปะรดด้วยวิธีการทางไฟฟ้า	12
4.2 ผลการวิเคราะห์	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 21

บรรณานุกรม 22

ภาคผนวก 24

ภาคผนวก ก 25

ภาคผนวก ข 30

ภาคผนวก ค 65

ประวัติผู้เขียน 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การแปรความหมายของค่า R	5
3.1	ตัวอย่างอัตราส่วนการผสมน้ำสับปะรดเข้มข้นกับสารละลายน้ำตาล	10
4.1	ข้อมูลตัวอย่างน้ำสับปะรดปลอมปนในกลุ่ม Calibration และกลุ่ม Prediction	16
4.2	ข้อมูลจากการทำ Calibration และ Prediction	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	หั่นสับปะรดให้เป็นขนาดเล็กๆ	8
3.2	สับปะรดที่หั่นเสร็จแล้ว	8
3.3	การคั้นสับปะรดด้วยเครื่อง Hydraulic press	9
3.4	การระเหยน้ำสับปะรดด้วยเครื่อง evaporator	9
4.1	อุปกรณ์ใส่น้ำสับปะรดสำหรับวัดค่าทางไฟฟ้า	12
4.2	การวัดค่าทางไฟฟ้าของน้ำสับปะรดโดยใช้ LCR meter	12
4.3	กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร R กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด	13
4.4	กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร Q กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด	13
4.5	กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร C กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด	14
4.6	กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร D กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด	14
4.7	กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร L กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด	15
4.8	กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร Z กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด	15
4.9	กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร Deg กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด	16
4.10	แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร R (ความต้านทาน)	17
4.11	แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร Q (คุณภาพ)	18
4.12	แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร C (ความจุไฟฟ้า)	18
4.13	แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร D (การกระจาย)	19
4.14	แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร L (ความเหนี่ยวนำไฟฟ้า)	19
4.15	แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร Z (อิมพีแดนซ์)	20
4.16	แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร Deg (มุมเฟส)	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สับปะรด (pineapple) เป็นพืชล้มลุก ทรงพุ่มใหญ่ ลำต้นเดี่ยวอยู่ใต้ดิน ลำต้นแข็งและเหนียว ผลมีลักษณะทรงกระบอก มีเปลือกแข็งมีตารอบผล มีเนื้อในสีเหลือง มีรสชาติหวานหอมเย็น จะรับประทานเมื่อสุก มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ ประเทศไทยนั้นจะปลูกสับปะรด ทั่วทุกภาคและปลูกได้ทุกฤดู มีประโยชน์และสรรพคุณทางยา ใช้นำมารักษาโรคต่างๆ ได้หลายอย่าง นำมาประกอบอาหาร ได้หลากหลายเมนู นำมาทำเป็นเครื่องดื่มชื่นใจมาก โดยประโยชน์ของสับปะรดนั้นมีอยู่หลากหลาย เพราะอุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามินต่าง ๆ จำนวนมาก ซึ่งได้แก่ คาร์โบไฮเดรต วิตามินซี วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 3 วิตามินบี 5 วิตามินบี 6 กรดโฟลิก ธาตุแคลเซียม ธาตุโพแทสเซียม ธาตุแมกนีเซียม ธาตุแมงกานีส ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก ธาตุสังกะสี เป็นต้น ซึ่งเหล่านี้ถือว่ามีประโยชน์ต่อร่างกายและสุขภาพเราเป็นอย่างมาก และสรรพคุณสับปะรดทางสมุนไพรนั้น ก็ช่วยรักษาอาการต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายเช่นกัน เช่น โรคบิด โรคนิ่ว ช่วยบรรเทาอาการแผลเป็นหนอง ขับปัสสาวะ เป็นต้น

น้ำสับปะรด หมายถึง เครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำเนื้อและแกนสับปะรดที่สด สะอาด สุก มาผ่านกรรมวิธีแยกส่วนที่เป็นกากออกนำน้ำสับปะรดที่ได้ไปต้มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส โดยอาจเจือน้ำและแต่งรสด้วยน้ำตาล เกลือหรือไม่ก็ได้บรรจุในภาชนะบรรจุ

1.1.1. น้ำสับปะรดแท้ หมายถึง น้ำสับปะรดที่ไม่มีการเจือน้ำอาจแต่งรสด้วยน้ำตาล เกลือ

1.1.2 น้ำสับปะรดปรุง หมายถึง น้ำสับปะรดที่ทำจากน้ำสับปะรดแท้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก มีการเจือน้ำปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาลและเกลืออาจแต่งสีและกลิ่น (flavoring agent)

ปัจจุบันมีการนำผลไม้หลากหลายชนิดไปทำเป็นน้ำผลไม้ สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด ส่วนใหญ่รสชาติที่ได้จะมีความหวาน แต่เป็นเรื่องยากที่จะบอกได้ว่าความหวานมาจากตัวของผลไม้หรือมาจากสารให้ความหวาน การที่ผู้ผลิตเลือกที่จะเติมสารให้ความหวานแทนการใช้ผลไม้สด 100 เปอร์เซ็นต์ ช่วยทำให้ลดต้นทุนในการผลิตและได้กำไรจากการขายมายิ่งขึ้น

ในการทดลองนี้จึงได้นำน้ำสับปะรดมาตรวจสอบ เนื่องจากเราไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า ชิม หรือแม้แต่การที่จะนำน้ำสับปะรดเข้าไปตรวจสอบทางเคมีขั้นสูงก็เป็นเรื่องที่ยากและค่าตรวจสอบมีราคาที่แพงมาก อีกทั้งผู้ผลิตยังใส่สัดส่วนของสารให้ความหวานในอัตราส่วนที่เหมือนกับตัวความหวานสับปะรดโดยตรง ซึ่งเป็นไปได้ยากมากที่จะตรวจสอบที่เพื่อบอกถึงความแตกต่างได้ ดังนั้นเราจึงทำวิจัยนี้เพื่อหาความแตกต่างระหว่างน้ำสับปะรดแท้และน้ำสับปะรดปลอมโดยการนำเทคนิคทางไฟฟ้ามาตรวจสอบน้ำสับปะรดทั้ง 2 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาความแตกต่างค่าทางไฟฟ้าต่างๆของน้ำสับปะรดแท้และสับปะรดปลอม

1.2.2 ศึกษาวิธีการตรวจสอบน้ำสับปะรดด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า

1.2.3 เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของวิธี LCR meter โดยการสร้างโมเดลในการทำนายการปลอมปน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาเรื่อง ตรวจสอบการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้นด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า โดยใช้จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 150 ตัวอย่าง แบ่งออกเป็นน้ำสับปะรดแท้ 150 ตัวอย่างและน้ำสับปะรดที่มีสารเติมแต่ง 150 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 10 ml

สำหรับตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1.3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ค่าทางไฟฟ้าต่างๆ

1.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ สารให้ความหวาน (สารละลายฟรุกโตส สารละลายกลูโคส สารละลายซูโครส)

1.3.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่ อุณหภูมิขณะทำการการทดลอง ปริมาณของน้ำสับปะรดที่ใช้ตรวจวัด ซึ่งตัวแปรทางไฟฟ้าที่ต้องการจะวัดค่าคือ R (ความต้านทาน), C (ความจุไฟฟ้า), D (การกระจาย), Q (คุณภาพ), L (ความเหนี่ยวนำไฟฟ้า), Z (อิมพีแดนซ์) และ Deg (มุมเฟส) ที่ความถี่ 0.012, 0.05, 0.1, 0.2, 5, 10, 50, 100 และ 200 kHz

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อให้ทราบความแตกต่างระหว่างน้ำสับปะรดแท้และน้ำสับปะรดปลอม

1.4.2 เพื่อให้ทราบความแม่นยำของการตรวจหาสารปลอมปนในน้ำสับปะรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สับปะรด

สับปะรดเป็นผลไม้เมืองร้อนที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายในอเมริกาใต้ ซึ่งสามารถบริโภคได้ทั้งแบบสดและแบบแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เป็นอันดับสามในการผลิตผลไม้เมืองร้อนรองจากกล้วยและส้ม ตลาดสับปะรดเติบโตอย่างกว้างขวาง สับปะรดส่วนใหญ่ปลูกในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน ทำให้สามารถเก็บผลผลิตได้ตลอดทั้งปี อายุการเก็บรักษาของสับปะรดสามารถยืดอายุได้โดยการเก็บผลไม้ภายใต้สภาวะและอุณหภูมิการเก็บรักษาที่เฉพาะเจาะจง (Maimunah และคณะ, 2020)

2.2 กลูโคส

กลูโคสมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เด็กซ์โทรส (Dextrose) กลูโคสเป็นแอลดีไฮด์เป็นคาโบไฮเดรตกลุ่มโมโนแซ็กคาไรด์ สมบัติทั่วไปของกลูโคส ได้แก่ สูตรโมเลกุล $C_6H_{12}O_6$ มีน้ำหนักโมเลกุล 180.16 กรัมต่อโมล มีจุดหลอมเหลว 146 องศาเซลเซียส ความหนาแน่น 1.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (จิณากานต์, 2562)

2.3 ฟรุกโทส

ฟรุกโทส หรือ เลวูโลส เป็นคาโบไฮเดรตกลุ่มโมโนแซ็กคาไรด์ ได้จากการย่อยสลายของซูโครส ซึ่งซูโครสเป็นไดแซ็กคาไรด์ ที่ประกอบด้วย ฟรุกโทส และ กลูโคส โดยที่ฟรุกโทสเป็นคีโตน ถูกพบมากในผลไม้หลายชนิด มีความสามารถในการละลายน้ำสูง สูตรโมเลกุล $C_6H_{12}O_6$ มีมวลโมเลกุล 180.16 กรัมต่อโมล มีจุดหลอมเหลว 103 องศาเซลเซียส ความหนาแน่น 1.69 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (จิณากานต์, 2562)

2.4 ซูโครส

เรียกทั่วไปว่าน้ำตาลทราย เป็นคาโบไฮเดรตกลุ่มไดแซ็กคาไรด์ ประกอบด้วย 2 โมเลกุลของโมโนแซ็กคาไรด์ คือ ฟรุกโทส และ กลูโคส ซึ่งเชื่อมกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก จะพบมากในอ้อยและหัวบีช ซูโครสสามารถเกิดปฏิกิริยาการสลายตัวทางเคมีได้ที่อุณหภูมิสูง และ สภาวะกรดได้เป็นฟรุกโทส และ กลูโคส เรียกว่าน้ำตาลรีดิวซ์ มีสูตรโมเลกุล $C_{12}H_{22}O_{11}$ มีน้ำหนักโมเลกุล 342.30 กรัมต่อโมล มีจุดเดือด 186 องศาเซลเซียส ความหนาแน่น 1.59 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (จิณากานต์, 2562)

2.5 LCR meter

LCR meter เป็นเครื่องมือทดสอบทางไฟฟ้าสำหรับวัดค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Inductance : L) คือ ผลมาจากสนามแม่เหล็กรอบตัวนำที่มีกระแสไหลผ่าน, ค่าความจุไฟฟ้า (Capacitance : C) คือ ความสามารถของวัตถุในการเก็บหรือสะสมประจุความจุไฟฟ้าของวัตถุใด ๆ และค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistance : R) คือ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้านทานไฟฟ้าเป็นสมบัติเฉพาะของวัตถุในการที่จะขวางหรือต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้าที่จะไหลผ่านวัตถุนั้นๆ นอกจากนี้ยังสามารถแสดงอิมพีแดนซ์ (Z) คือ ปริมาณทางกายภาพที่แสดงถึงประสิทธิภาพของส่วนประกอบหรือประสิทธิภาพทางไฟฟ้าของส่วนหนึ่งของวงจร, มุมเฟส (θ) คือ มุมที่ใช้กำหนดตำแหน่งบนคลื่นขณะที่เคลื่อนที่ โดยมีความสัมพันธ์กับการกระจัดของการเคลื่อนที่ของคลื่น , การกระจาย (D) คือ การวัดอัตราการสูญเสียพลังงานของโหมดการสั่น , คุณภาพ (Q) คือ เป็นพารามิเตอร์ที่ไม่มีมิติที่อธิบายว่าออสซิลเลเตอร์หรือเรโซเนเตอร์มีน้อยเพียงใด ซึ่ง LCR meter มี 2 ประเภท คือ LCR meter แบบมือถือหรือพกพา (Handheld LCR Meter) เป็นมิเตอร์น้ำหนักเบาเหมาะกับการพกพาเป็นแบบใช้แบตเตอรี่ในการทำงาน ความถูกต้องแม่นยำอยู่ใน 0.2% ถึง 0.1% ความถี่ทดสอบมีตั้งแต่ 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, และ 100 kHz อีกประเภทคือ LCR meter แบบตั้งโต๊ะ (Bench-top LCR Meter) โดยทั่วไปมีคุณสมบัติมากกว่าแบบมือถือพกพา เช่น ความถี่โปรแกรมที่ดีกว่า การควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์และข้อมูลที่เก็บรวบรวมสำหรับการใช้งานโดยอัตโนมัติ คุณลักษณะขั้นสูงกว่า เช่น DC Bias voltage, DC Bias Current และมีความแม่นยำ 0.01% ความถี่ทดสอบสูง กว่า 100 kHz (สุธาทิพย์, 2558)

2.6 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression)

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression, MLR) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variable) กับตัวแปรตาม (Dependent Variable) จะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity) ถ้าศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหนึ่งตัวกับตัวแปรตามหนึ่งตัวเรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นเชิงเดี่ยว หรือการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) ถ้าตัวแปรอิสระมีมากกว่าหนึ่งตัวกับตัวแปรตามหนึ่งตัวเรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) วัตถุประสงค์ของการใช้การวิเคราะห์การถดถอยคือนำไปใช้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม และศึกษาปัจจัยหรือตัวแปรอิสระที่ร่วมกันทำนาย หรือพยากรณ์ตัวแปรตาม (ศศิธร และคณะ, 2021)

2.7 สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (Coefficient of correlation)

สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (R) แสดงระดับซึ่งข้อมูล 2 ชุด (ข้อมูลตัวเลข X และ Y ในที่นี้ข้อมูล X คือข้อมูลจากการวัดด้วยวิธีอ้างอิง ข้อมูล Y คือข้อมูลจากการวัดด้วยวิธีเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี) สอดคล้องซึ่งกันและกัน ความสอดคล้องที่สมบูรณ์จะไม่มีความแตกต่างกันเลยระหว่าง 2 ชุดข้อมูล ผลของค่า R จะเท่ากับ 1.00 ในทางปฏิบัตินั้นเป็นไปไม่ได้ และ X และ Y อาจจะมีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกหรือลบก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การแปรความหมายของค่า R

R	ความหมาย
ถึง +/-0.5	ไม่สามารถใช้ใน NIR calibration
+/-0.51-0.70	เป็นความสัมพันธ์ที่ไม่ดี ควรหาเหตุผล
+/-0.71-0.80	OK สำหรับการคัดเลือก (แบ่งกลุ่ม) อย่างหยาบๆ
+/-0.81-0.90	OK สำหรับการคัดเลือก (แบ่งกลุ่ม) และประมาณค่าอย่างหยาบๆ
+/-0.91-0.95	ใช้ด้วยความระมัดระวังในการประยุกต์ใช้ส่วนใหญ่รวมถึงการวิจัย
+/-0.96-0.98	ใช้ในการประยุกต์ใช้ส่วนใหญ่ รวมถึงการประกันคุณภาพ
+/-0.99+	ดีเยี่ยม ใช้ได้กับทุกการประยุกต์ใช้

ที่มา: Williams (2007)

2.8 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของการทำนาย (Root mean square of the prediction)

ค่าเฉลี่ยกำลังสองของการทำนาย (RMSEP) เป็นค่าที่แสดงประสิทธิภาพของแบบจำลอง การคำนวณค่า RMSEP ได้รวมค่า Bias ไว้ด้วย ถ้าไม่มีค่า bias ค่า SEP และ RMSEP จะมีค่าเท่ากัน มีการใช้ RMSEP มากกว่า SEP แต่การรายงานผลโดยใช้ SEP กับ Bias แสดงถึงความแม่นยำของการทำนายได้ดี เนื่องจากRMSEP เกี่ยวข้องกับ Bias แต่ไม่ได้แสดงขนาดและเครื่องหมา (Williams, 2007)

2.9 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

Bhosale และ Sundaram (2014) ศึกษาวิธีวัดความแน่นของแอปเปิ้ลแบบไม่ทำลาย โดยใช้วิธีการวัดคุณสมบัติค่าความจุไฟฟ้า ซึ่งจะใช้ตัวเก็บประจุแบบขนาน วิธีนี้จะไม่ทำลายเนื้อสัมผัสและสารอาหารของผลไม้ และสามารถตรวจสอบได้ในปริมาณที่มาก

Bhosale (2017) ศึกษาวิธีการตรวจหาปริมาณของน้ำตาลในส้ม โดยใช้วิธีการวัดความจุไฟฟ้าแล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างความจุไฟฟ้าต่อน้ำหนัก (ดัชนีน้ำตาล) วิธีนี้จะช่วยลดการสูญเสียผลไม้หลังจากการเก็บเกี่ยวได้

Samal และคณะ (2022) ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบสิ่งเจือปนของน้ำแอปเปิ้ลด้วยการวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรต (ฟรุกโทส กลูโคส ซอร์บิทอล ซูโครสและมอลโตส) โดยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวประสิทธิภาพสูง (HPLC) ซึ่งติดตั้งด้วยเครื่องตรวจจับดัชนีการหักเหของแสง หลังจากได้ผลการทดลองของ HPLC-RID แล้วได้นำไปวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อแยกแยะประเภทของสารเจือปน และมีการใช้ PCA และ LDA เพื่อแยกแยะตัวอย่างตามความเข้มข้นและประเภทของการเจือปนที่เติมเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Joanna และ Ryszard (2021) ได้ศึกษาวิธีการประเมินการเจือปนน้ำแอปเปิ้ลด้วยน้ำตาลซูโครสตามคุณสมบัติทางไฟฟ้าและแบบจำลอง RCC โดยในการการทดลองนี้ได้วัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของน้ำแอปเปิ้ลที่มีการเติมน้ำตาลซูโครสตั้งแต่ 0 – 30% ผลที่ได้คือเนื่องจากไม่มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญระหว่างความถี่ 100 Hz และ 100 kHz ดังนั้นการวิเคราะห์คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสารละลายน้ำแอปเปิ้ลสกัดเข้มข้นจึงได้ดำเนินการตามแบบจำลองที่เทียบเท่า RCC เพื่อหาปริมาณน้ำตาลซูโครสในน้ำแอปเปิ้ล

José Luis และคณะ (2022) ศึกษาการตรวจสอบการปลอมปนในน้ำผลไม้โดยใช้วิธี FT – IR Spectroscopic Data ในการทดลองได้เลือกให้น้ำองุ่นเป็นสารเจือปน โดยนำน้ำผลไม้ชนิดอื่นผสมน้ำองุ่นลงไปในอัตราส่วนตั้งแต่ 5- 50% แล้วนำไปวิเคราะห์ ผลที่ได้คือกลุ่มตัวอย่างแบ่งแยกกันไม่ชัดเจนรวมกลุ่มย่อยกัน ดังนั้นจึงมีการทำ PCA เพื่อให้สามารถอธิบายความแปรปรวน และแยกแยะตัวอย่างระหว่างน้ำองุ่นกับน้ำผลไม้อื่นๆให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 น้ำสับปะรดเข้มข้น จากบริษัทสามร้อยยอด จำกัด

3.1.2 สารเคมี

3.1.1.1 สารละลายฟรุกโตส จากบริษัท กรุงเทพเคมี จำกัด

3.1.1.2 สารละลายกลูโคส จากบริษัท กรุงเทพเคมี จำกัด

3.1.1.3 สารละลายซูโครส จากบริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด

3.1.1.4 น้ำกลั่น

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 เครื่อง LCR meter (Instek LCR-819, Taiwan)

3.2.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง) (Shimadzu TX2202L, Japan)

3.2.3 เครื่องระเหย (Evaporator : Buchi B490/R200, Switzerland)

3.2.4 เครื่องคั้นน้ำผลไม้ (Hydraulic press : Sakava 12, Japan)

3.2.5 เครื่องวัดความหวาน (Brix refractometer : PAL-1, Japan)

3.2.6 บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50 และ 250 มิลลิลิตร (PYREX, Japan)

3.2.7 ดรอปเปอร์ (Dropper) (PYREX, Japan)

3.2.8 แท่งแก้ว (Stirring rod) (PYREX, Japan)

3.2.9 ขวดสีชา (Amber glass bottle) (บริษัท กรุงเทพเคมีจำกัด,Thailand)

3.2.10 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) (PYREX, Japan)

3.2.11 เตาไฟฟ้า (Hot plate) (PYREX, Japan)

3.2.12 หม้อ (Pot) 4 ลิตร (บริษัท เสถียรสเตนเลสสตีล จำกัด (มหาชน), Thailand)

3.2.13 ทัพพี (Ladle) (บริษัท เสถียรสเตนเลสสตีล จำกัด (มหาชน), Thailand)

3.2.14 มีด (Knife) (บริษัท เสถียรสเตนเลสสตีล จำกัด (มหาชน), Thailand)

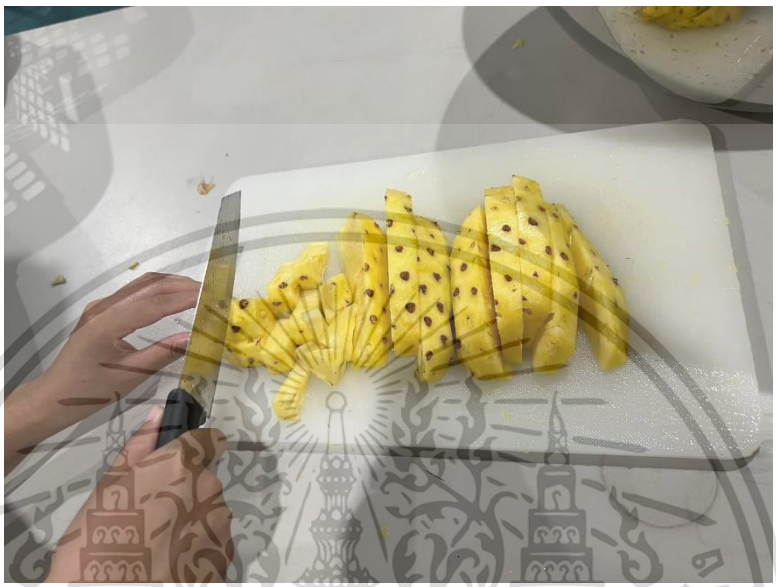
3.2.15 เขียง (Chopping board) (บริษัท เสถียรสเตนเลสสตีล จำกัด (มหาชน), Thailand)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

3.3.1.1 นำผลสับปะรดตัดหัว แล้วปอกเปลือกจากนั้นหั่นสับปะรดเป็นชิ้นๆ



ภาพที่ 3.1 หั่นสับปะรดให้เป็นขนาดเล็กๆ

ภาพที่ 3.2 สับปะรดที่หั่นเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 เมื่อหั่นสับปะรดเรียบร้อย ให้นำใส่ลงในถุงผ้าสีขาว แล้วนำเข้าเครื่องคั้นน้ำผลไม้

ภาพที่ 3.3 การคั้นสับปะรดด้วยเครื่อง Hydraulic press

3.3.1.3 นำน้ำสับปะรดไปเข้าเครื่อง evaporator โดยใช้เวลา 45 นาที ที่ความร้อน 70 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยให้ได้น้ำสับปะรดที่มีความเข้มข้น 60 brix

ภาพที่ 3.4 การระเหยน้ำสับปะรดด้วยเครื่อง evaporator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การเตรียมตัวอย่างน้ำสับปะรด

สำหรับน้ำสับปะรดแท้ เริ่มนำน้ำสับปะรดเข้ามาในห้องปฏิบัติการ โดยจะนำน้ำสับปะรดเทลงขวดสีชา โดยชั่งน้ำหนักขวดละ 100 กรัม จนครบ 150 ตัวอย่าง สำหรับการทำน้ำสับปะรดที่ปลอมปน จะผสมสารละลายน้ำตาลลงไป ตั้งแต่ความเข้มข้นที่ 0.5 - 99.5% (w/w) โดยที่สารละลายน้ำตาลที่จะนำมาผสมนี้จะต้องมีอัตราส่วนของ Fructose : Glucose : Sucrose คือ 12 : 13 : 28 และความหวานต้องได้ 60 brix ในการผสมจะกำหนดสัดส่วนของแต่ละตัวอย่างไว้ ตามตารางที่ 3.1 น้ำสับปะรดที่ปลอมปนจะมีทั้งหมด 150 ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างอัตราส่วนการผสมน้ำสับปะรดเข้มข้นกับสารละลายน้ำตาล

สัดส่วนของน้ำสับปะรดเข้มข้น (g)	**สัดส่วนของสารละลายน้ำตาล (g)**
99.5	0.5
99	1
98.5	1.5
98	2
.	.
.	.
.	.
1.5	98.5
1	99
0.5	99.5

3.3.2.1 ขั้นตอนเตรียมสารละลายน้ำตาล

นำสารละลาย Fructose มาตรวจด้วยเครื่องวัด Brix เพื่อเช็คค่าความหวาน ในการทดลองนี้สารละลาย Fructose มีความหวาน 60 Brix อยู่แล้วจึงไม่ต้องทำอะไร

นำสารละลาย Glucose มาตรวจด้วยเครื่องวัด Brix เมื่อเช็คแล้วพบว่า Glucose มีความหวานที่ 80 Brix ซึ่งมีค่าเกิน จึงต้องนำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 60 Brix แล้วใช้ทัพพีคนให้เข้ากัน

นำน้ำตาลทรายหรือ Sucrose มาตรวจด้วยเครื่องวัด Brix ในการทดลองนี้ น้ำตาลทรายหรือ Sucrose มีความหวาน 100 Brix ซึ่งมีค่าเกิน จึงนำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 60 Brix แต่น้ำตาลทรายหรือ Sucrose นั้นไม่สามารถละลายได้จึงต้องใช้เตาไฟฟ้ามาช่วยให้ความร้อนเพื่อให้ละลายได้หมด แล้วใช้ทัพพีคนให้เข้ากัน

จากนั้นนำสารละลายน้ำตาลแต่ละชนิดที่ได้มาผสมให้เข้ากันให้ได้อัตราส่วน Fructose : Glucose : Sucose คือ 12 : 13 : 28 แล้วใช้ทัพพีคนให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 สมบัติกายภาพและเคมี

3.3.3.1การวัดค่าทางไฟฟ้า โดยใช้เครื่อง LCR meter

นำน้ำสับปะรด 10 ml ใส่ลงในภาชนะสำหรับวัดค่าทางไฟฟ้าแล้วนำโพรบจุ่มลงไป ซึ่งตัวอย่างจะถูกวัดโดยความถี่ที่ 0.012, 0.05, 0.1, 0.2, 5, 10, 50, 100 และ 200 kHz ตามลำดับ ในแต่ละความถี่ค่าที่ต้องวัด ได้แก่ R, C, D, L, Q, Z และ θ ทำให้ครบทุกความถี่จนครบ 300 ตัวอย่าง

3.3.4 การสร้างโมเดล

นำข้อมูลมาจัดเรียงใน Microsoft Excel ให้เรียบร้อย ในการสร้างการทำนายการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้นจากค่าตัวแปรทางไฟฟ้า จะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือกลุ่ม Calibration เพื่อนำไปสร้างโมเดล อีกกลุ่มคือ Prediction เพื่อใช้ในการทำนาย ในการสร้างโมเดลจะใช้วิธีการการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณหรือ Multiple Linear Regression (MLR) และใช้วิธีปรับเทียบแบบ Full cross-validation ทำให้ได้เป็นโมเดล ส่วนของการทำนายจะเลือกโมเดลของตัวแปรที่ต้องการทำนายแล้วแทนค่าลงไปในโมเดลจะทำให้ได้ค่าของ Correlation coefficient (R) และค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย หรือ Root mean square error of prediction (RMSEP) ที่ใช้บ่งบอกว่าโมเดลนี้มีความสามารถในการทำนายความแม่นยำมากน้อยเพียงใด ซึ่งโมเดลที่มีความแม่นยำจะต้องมีค่า Correlation coefficient ที่สูง

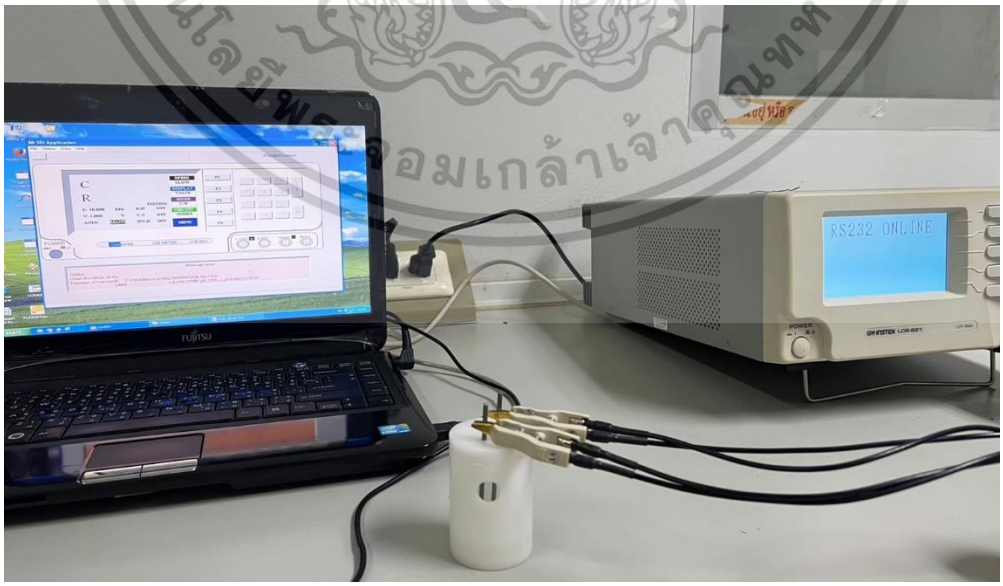
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การศึกษาการปลอมปนของน้ำสับปะรดด้วยวิธีการทางไฟฟ้า

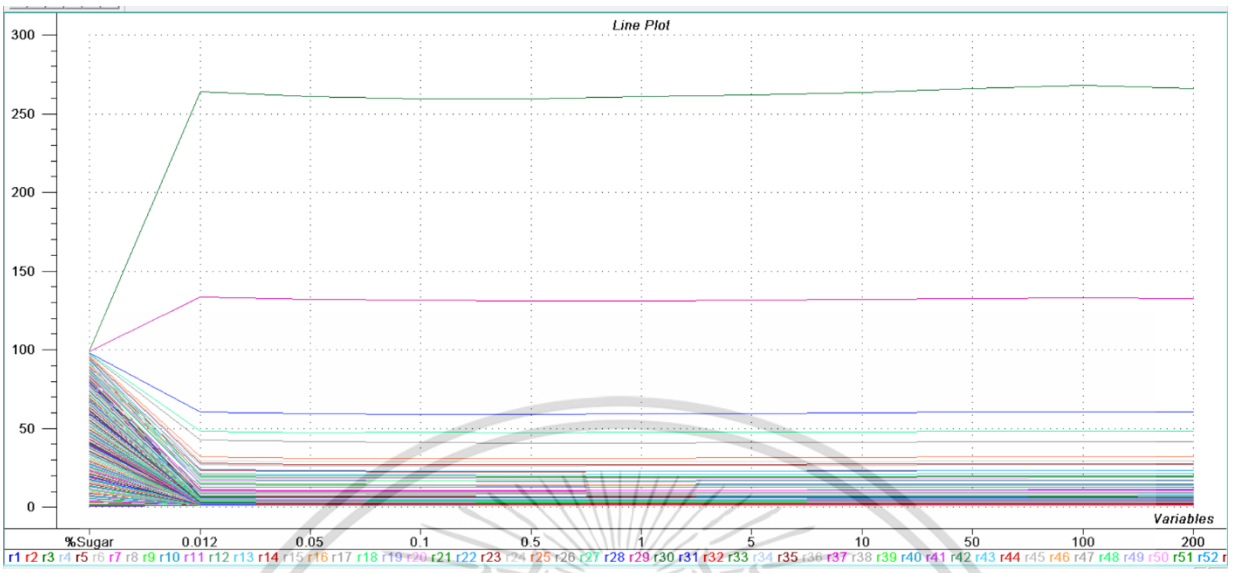
นำน้ำสับปะรดมาทำการวัดค่าทางไฟฟ้าโดยใช้ LCR meter ตามภาพที่ 4.1 และ 4.2 โดยวัดแต่ละตัวแปรที่ความถี่ 0.012, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 50, 100 และ 200 kHz ให้ครบทุกตัวแปร ดังกราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้ากับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด ดังภาพที่

ภาพที่ 4.1 อุปกรณ์ใส่น้ำสับปะรดสำหรับวัดค่าทางไฟฟ้า

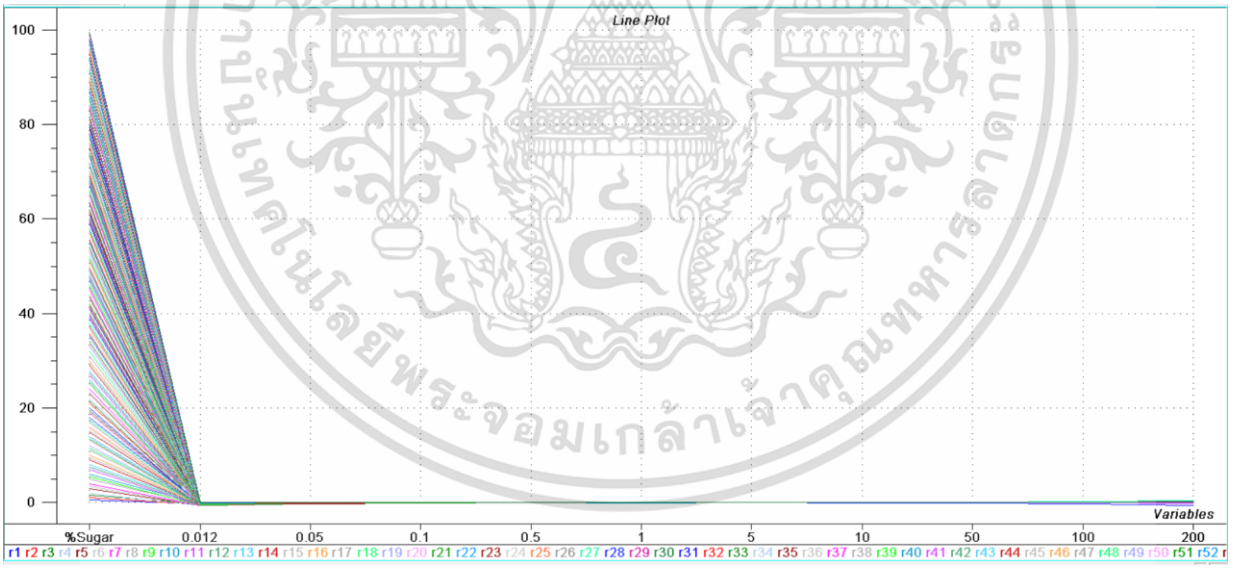


ภาพที่ 4.2 การวัดค่าทางไฟฟ้าของน้ำสับปะรดโดยใช้ LCR meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

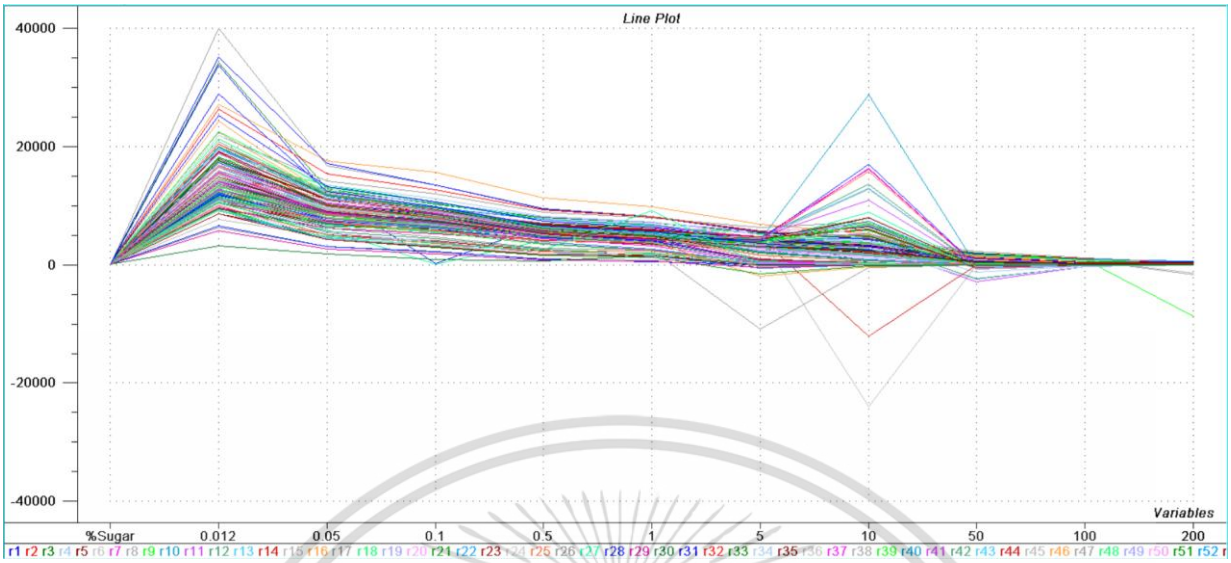


ภาพที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร R กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด

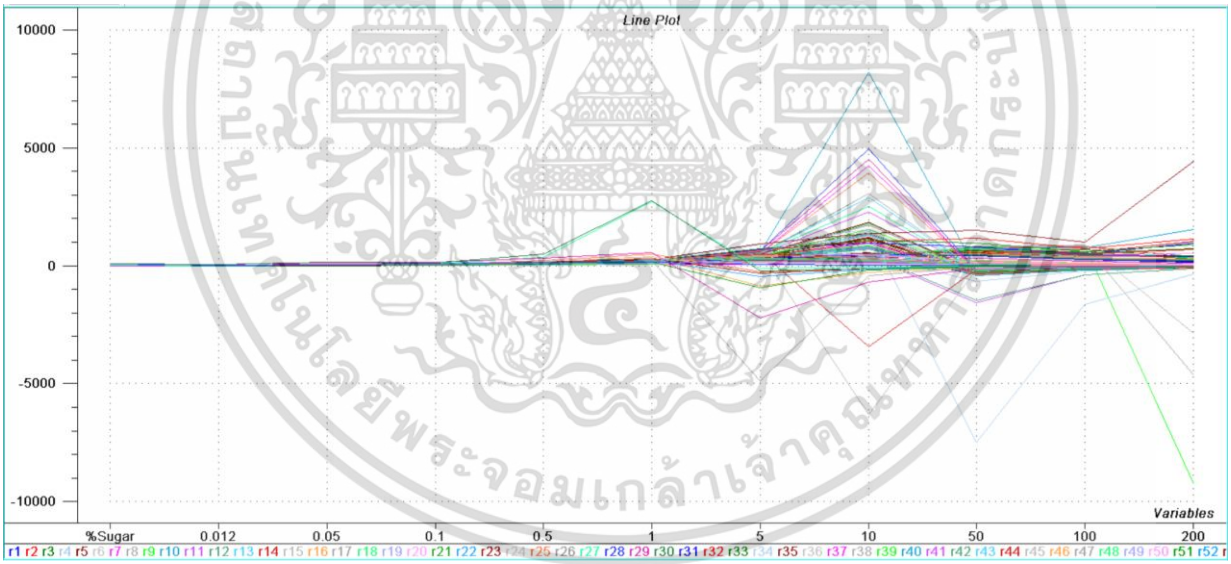


ภาพที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร Q กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

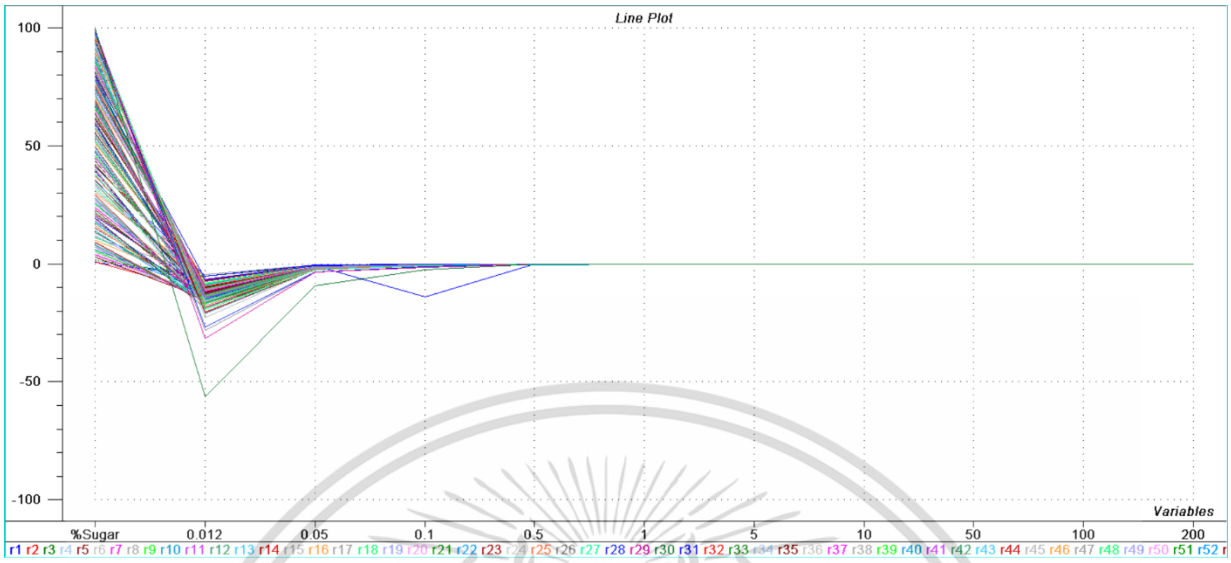


ภาพที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร C กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด

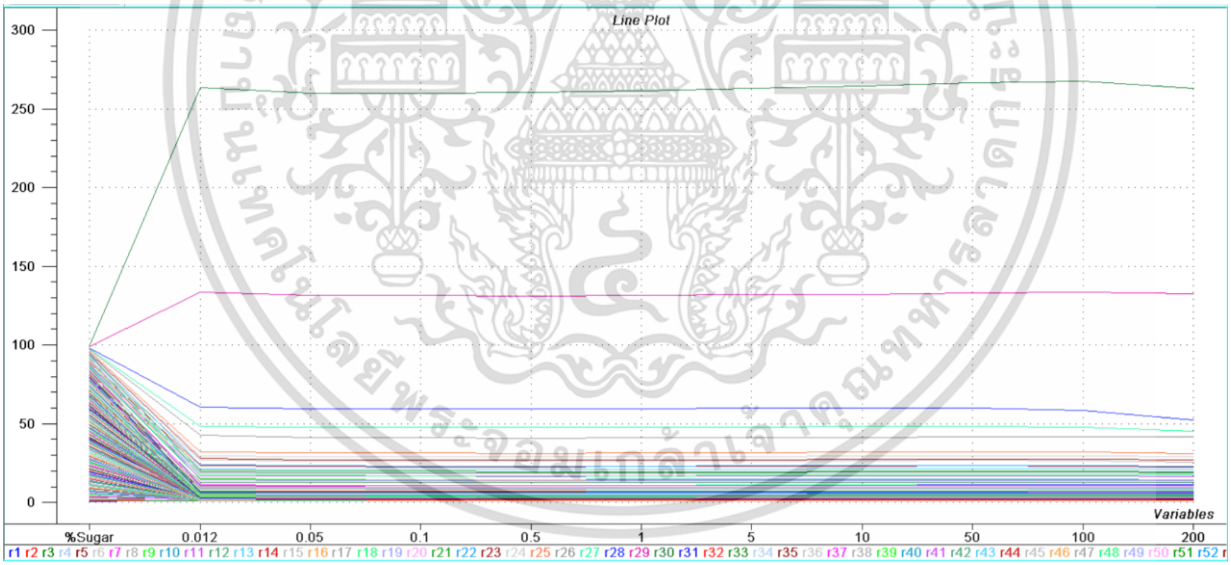


ภาพที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร D กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

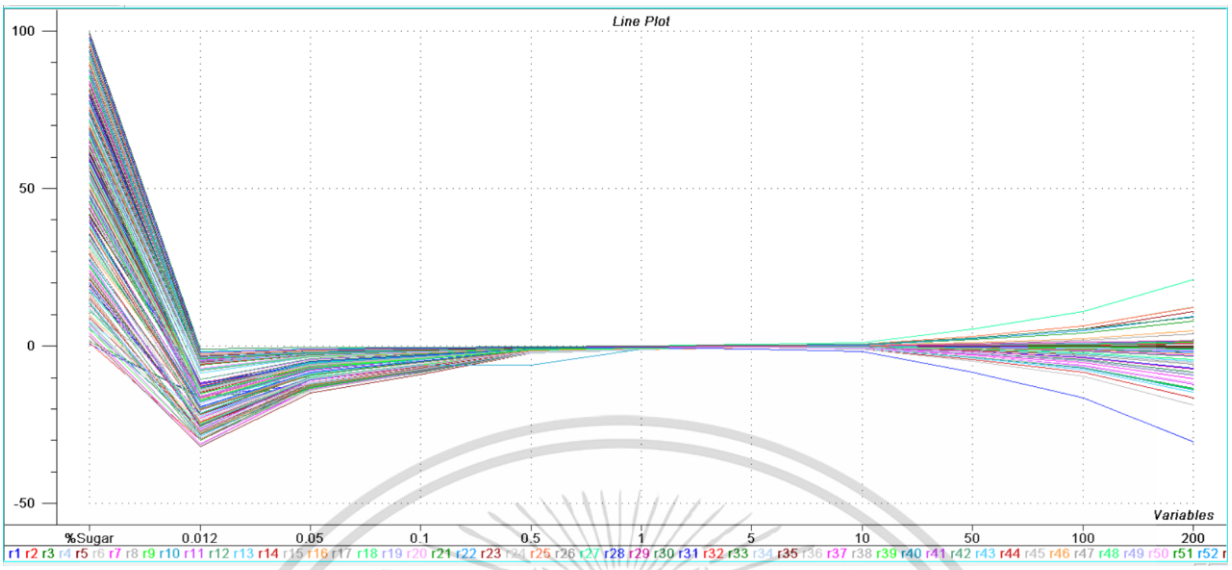


ภาพที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร L กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด



ภาพที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร Z กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ค่าทางไฟฟ้าของตัวแปร Deg กับความถี่ของตัวแปรทั้งหมดของตัวอย่างทั้งหมด

ในการวิเคราะห์ผลงานวิจัยนี้ มีตัวอย่างน้ำสับปะรดปลอมปน 150 ตัวอย่าง แล้วทำการแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกจำนวน 100 ตัวอย่าง ใช้เป็นกลุ่มสำหรับการสร้างสมการ (Calibration set) และกลุ่มที่สองจำนวน 50 ตัวอย่าง ใช่เป็นกลุ่มสำหรับการทำนาย (Prediction set) ได้ผลดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลตัวอย่างน้ำสับปะรดปลอมปนในกลุ่ม Calibration และกลุ่ม Prediction

Characteristic	Item	Calibration	Prediction
Dependent variable	Number of sample	100	50
	Range	0.5-99.5	1-99
	Mean	50.04	50.18
	SD	29.01	23.16

4.2 ผลการวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์โดยใช้วิธีMultiple Linear Regression (MLR) พบว่าในกลุ่ม Calibration จำนวน 100 ตัวอย่าง ค่า Correlation coefficient (R) ของตัวแปร R, Q, C, D, L, Z และ Deg มีดังนี้ 0.9980, 0.9736, 0.9036, 0.9242, 0.7503, 0.8563 และ 0.9776 ตามลำดับ และค่าของความความผิดพลาดหรือ Root mean square error of calibration (RMSEC) ของตัวแปร R, Q, C, D, L, Z และ Deg เท่ากับ 1.8231, 6.5830, 12.3633, 11.0212, 19.0828, 14.9088 และ 6.0729 ตามลำดับ ส่วนในกลุ่ม Prediction จำนวน 50 ตัวอย่าง ค่า Correlation coefficient (R) ของตัวแปร R, Q, C, D, L, Z และ Deg มีดังนี้ 0.9973, 0.9564, 0.8897, 0.8377, 0.6055, 0.5715 และ 0.9669 ตามลำดับ และค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยหรือ Root mean square error of prediction (RMSEP) ของตัวแปร R, Q, C, D, L, Z และ Deg เท่ากับ

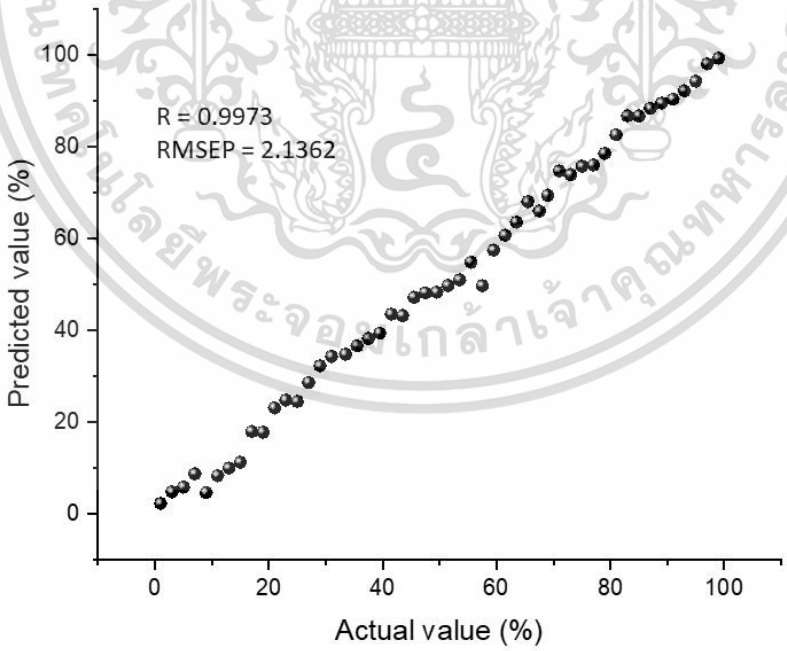
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1362 %, 8.8386 %, 13.6392 %, 17.2668 %, 25.8773 %, 46.4048 % และ 7.4359 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลจากการทำ Calibration และ Prediction

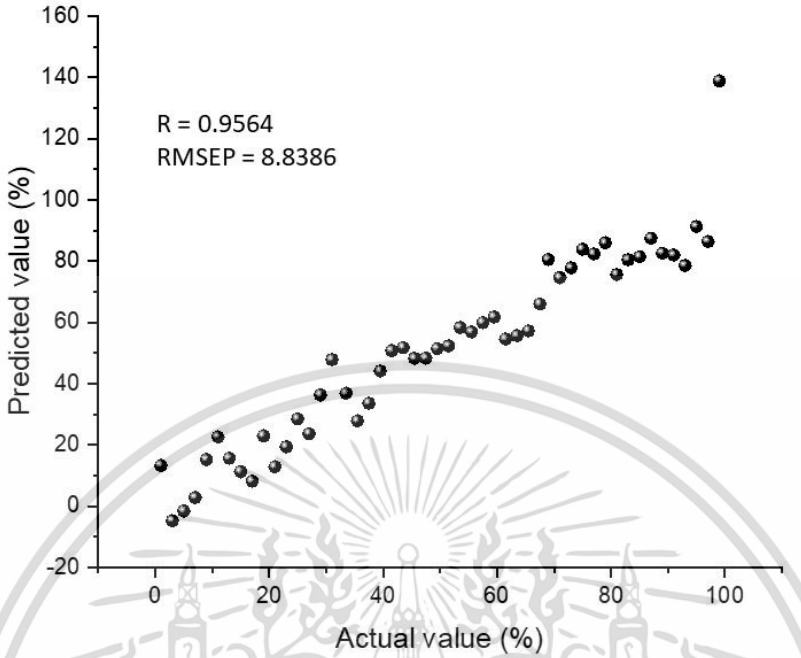
Parameters	N	Calibration			Prediction		
		N	R_C	RMSEC(%)	N	R_P	RMSEP(%)
% Sugar	R (kOhm)	100	0.9980	1.8231	50	0.9973	2.1362
	Q	100	0.9736	6.5830	50	0.9564	8.8386
	C (nF)	100	0.9036	12.3633	50	0.8897	13.6392
	D	100	0.9242	11.0212	50	0.8377	17.2668
	L (H)	100	0.7503	19.0828	50	0.6055	25.8773
	Z (kOhm)	100	0.8563	14.9088	50	0.5715	46.4048
	Deg (θ)	100	0.9776	6.0729	50	0.9669	7.4359

จากการที่ทำการทดลองจะได้ค่าทางไฟฟ้าของแต่ละตัวแปรออกมา (R, C, Q, D, L, Z และ Deg) แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ไปแยกกลุ่มเป็น Calibration เพื่อนำไปสร้างสมการเพื่อทำนาย และกลุ่ม Prediction เพื่อนำค่าลงไปแทนในสมการและนำไปสร้างกราฟ ได้ผลแสดงตามในภาพที่ 4.9 - 4.15

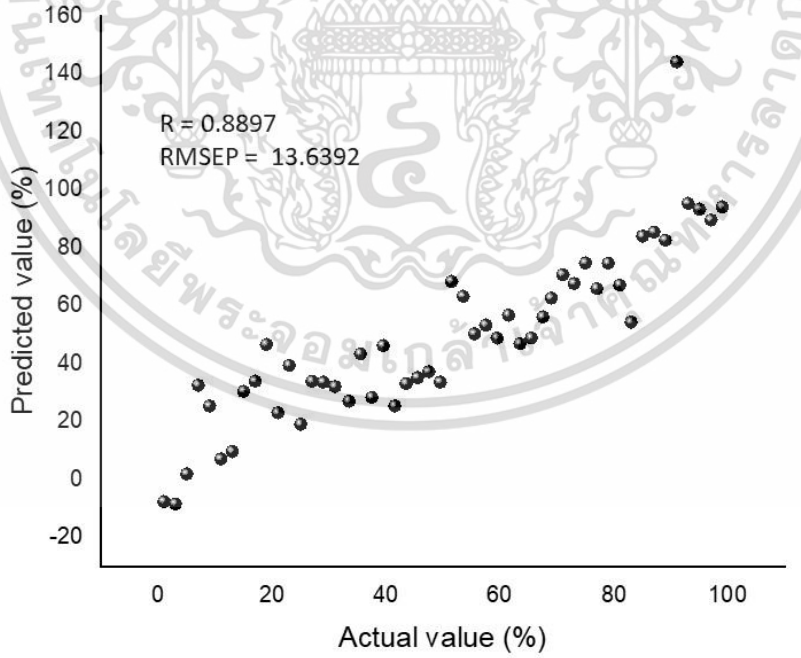


ภาพที่ 4.10 แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร R (ความต้านทาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

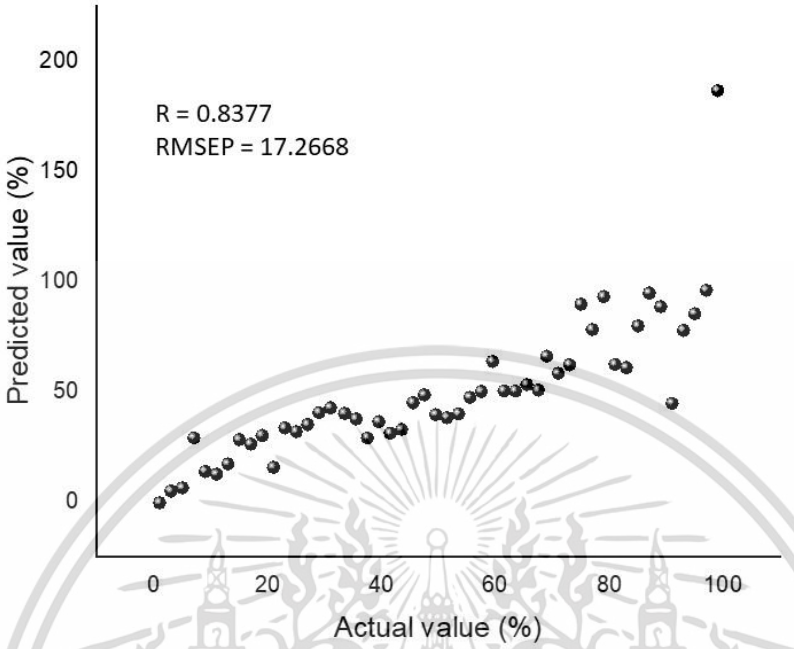


ภาพที่ 4.11 แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร Q (คุณภาพ)

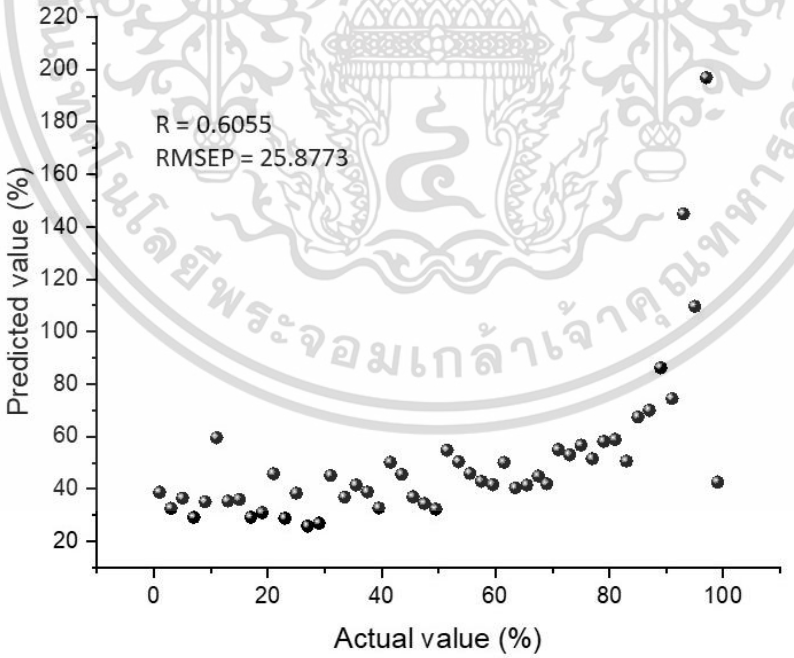


ภาพที่ 4.12 แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร C (ความจุไฟฟ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

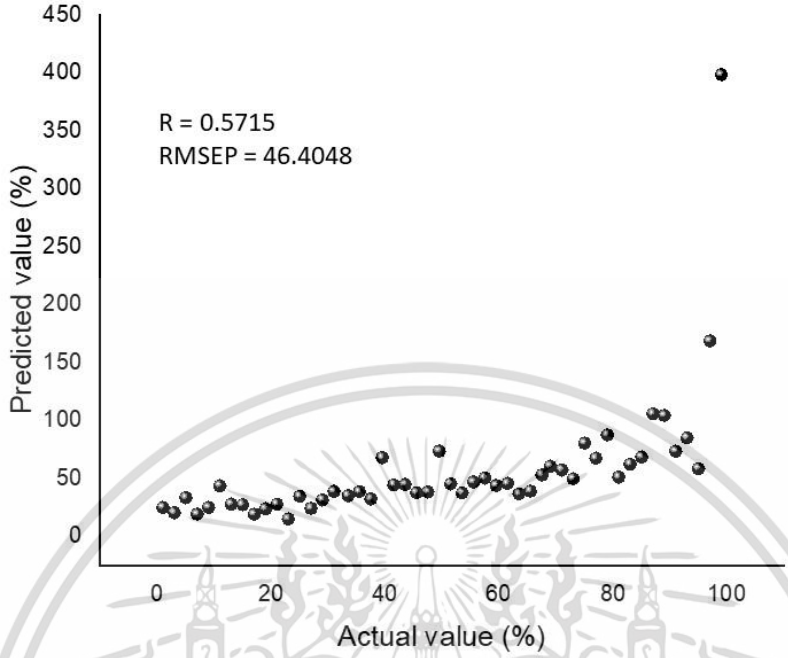


ภาพที่ 4.13 แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร D (การกระจาย)

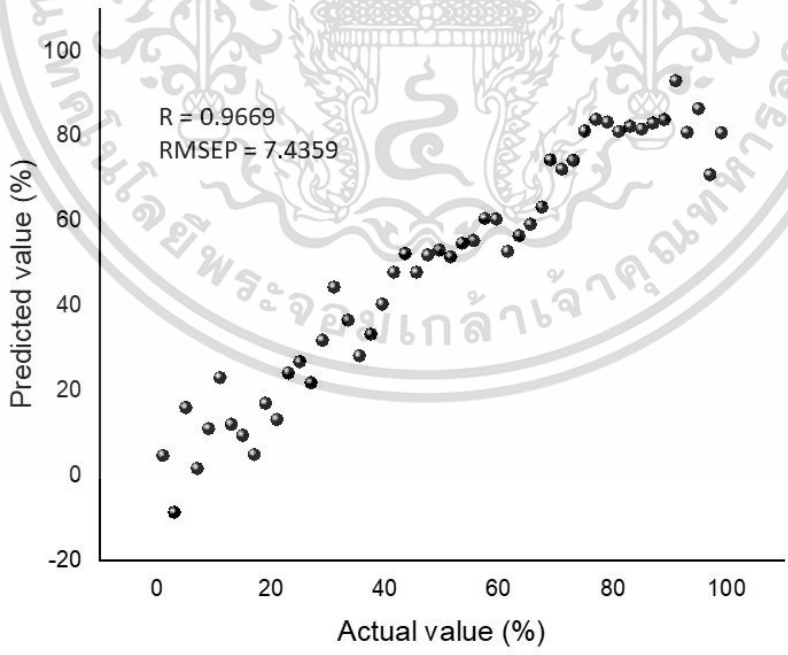


ภาพที่ 4.14 แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร L (ความเหนี่ยวนำไฟฟ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร Z (อิมพีแดนซ์)



ภาพที่ 4.16 แสดงผลการทำนายค่าของตัวแปร Deg (มุมเฟส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการที่ได้ทำการทดลองด้วยวิธีการทางไฟฟ้า เพื่อสร้างสมการที่ใช้ในทำนายการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้น จากการทดสอบโมเดลทำนายการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้น ผลการวิเคราะห์ของตัวแปร R, Q, C, D, L, Z และ θ ให้ผลค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์หรือ Correlation coefficient (R) เท่ากับ 0.9973, 0.9564, 0.8897, 0.8377, 0.6055, 0.5715 และ 0.9669 ตามลำดับ และค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย หรือ Root mean square error of prediction (RMSEP) เท่ากับ 2.1362 %, 8.8386 %, 13.6392 %, 17.2668 %, 25.8773 %, 46.4048 % และ 7.4359 % ตามลำดับ กล่าวได้ว่าตัวแปรทางไฟฟ้า R, Q, C และ Deg สามารถนำไปใช้สร้างโมเดลเพื่อตรวจสอบการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้นได้ แต่ตัวแปร L และ Z ไม่ควรนำไปใช้สร้างโมเดล เนื่องจากอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี จะทำให้โมเดลไม่มีความแม่นยำ แต่ตัวแปรที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้สร้างโมเดลมากที่สุดคือ ตัวแปร R ซึ่งมีค่า Correlation of coefficient (R) เท่ากับ 0.9973 และค่า RMSEP เท่ากับ 2.1362 แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่สร้างขึ้นมีความสามารถในการทำนายการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้นอย่างมีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูงในการทำนาย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการวัดค่าทางไฟฟ้าต้องระวังเรื่องอุณหภูมิของน้ำสับปะรด ควรควบคุมอุณหภูมิขณะวัดค่าทางไฟฟ้าเพื่อไม่ให้ค่าทางไฟฟ้าผิดเพี้ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จิณากานต์ อักษร. 2562. การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสแบบกระดาษสำหรับอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเคมีประยุกต์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มาหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. 2563. สับปะรด. [ออนไลน์] เข้าได้จาก : https://arit.kpru.ac.th/ap2/local/?nu=pages&page_id=1789&code_db=610010&code_type=01&fbclid=IwAR1G60bV2JKnC9g8xdjgDCOUT4sA8f7YuedTmqjJwJ4quB9abptMsMVURw

Food Network Solution ศูนย์ข้อมูลเครือข่ายอาหารครบวงจร. น้ำสับปะรด. [ออนไลน์] เข้าได้จาก : https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3687/pineapple-juice-%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%AA%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%9B%E0%B8%B0%E0%B8%A3%E0%B8%94#google_vignette

Suthathip. 2558. [ออนไลน์] เข้าได้จาก : https://sites.google.com/site/suthathip7205/9-r-l-c

THAI-THAIFOOD. 2016. สับปะรด. [ออนไลน์] เข้าได้จาก : https://www.thaithaifood.com/th/%E0%B8%AA%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%9B%E0%B8%B0%E0%B8%A3%E0%B8%94/?fbclid=IwAR0CzEGsvUiA8iOG9R9knAFyLLzm-hJJQEJ_AXICQlTlem1WHyj5YCIl7_I

Tuemaster. 2020. [ออนไลน์] เข้าได้จาก : https://tuemaster.com/blog/__trashed-2/

Sasithorn K., Pongsit T. 2021. The Accuracy of Multiple Regression Models in Conditional Randomized Database Analysis to Predict Academic Performance of Naval Cadets. Journal of Science and Technology. Vol 4 No. 1.

Ana R., Daniel F., José L. P. C., Marta F., Miguel P. 2022. Detection of Adulterations in Fruit Juices Using Machine Learning Methods over FT-IR Spectroscopic Data. *Agronomy 12*. 683.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Banach J. K., Zywica R. A. 2021. Method of Evaluating Apple Juice Adulteration with Sucrose Based on Its Electrical Properties and RCC Model. Sustainability 13. 6716.

Bhosale A. A., Sundaram K. K. 2014. Firmness Prediction of the Apple Using Capacitance Measurement, Procedia Technology, Volume 12, Pages 163-167

Bhosale A. A. 2017. Detection of Sugar Content in Citrus Fruits by Capacitance Method, Procedia Engineering, Volume 181, Pages 466-471

Khalil F., Saber A., Samal Y., Khalil Farhadi. 2022. Rapid detection of apple juice concentrate adulteration with date concentrate fructose and glucose syrup using HPLC-RID

Maimunah M. A., Norhashila H., Ola L., Samsuzana A. A. 2020. Pineapple (Ananas comosus) : A comprehensive review of nutritional values, volatile compounds, health benefits and potential food products. Food Research International. Volume 137.

Williams P. 2007. Near-infrared Technology-Getting the Best Out of Light. PDK Grain, Nanaimo, British Columbia, and Winnipeg, Manitoba, Canada.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
อัตราส่วนระหว่างน้ำสับปะรดเข้มข้นกับสารละลายน้ำตาล

ตาราง ก.1 แสดงอัตราส่วนระหว่างน้ำสับปะรดเข้มข้นกับสารละลายน้ำตาล

น้ำสับปะรดเข้มข้น (g)	สารละลายน้ำตาล (g)
99.5	0.5
99	1
98.5	1.5
98	2
97	3
96.5	3.5
96	4
95	5
94.5	5.5
94	6
93	7
92.5	7.5
92	8
91	9
90.5	9.5
90	10
89	11
88.5	11.5
88	12
87	13
86.5	13.5
86	14
85	15
84.5	15.5
84	16
83	17
82.5	17.5
82	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำสับปะรดเข้มข้น (g)	สารละลายน้ำตาล (g)
81	19
80.5	19.5
80	20
79	21
78.5	21.5
78	22
77	23
76.5	23.5
76	24
75	25
74.5	25.5
74	26
73	27
72.5	27.5
72	28
71	29
70.5	29.5
70	30
69	31
68.5	31.5
68	32
67	33
66.5	33.5
66	34
65	35
64.5	35.5
64	36
63	37
62.5	37.5
62	38
61	39
60.5	39.5
60	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำสับปะรดเข้มข้น (g)	สารละลายน้ำตาล (g)
59	41
58.5	41.5
58	42
57	43
56.5	43.5
56	44
55	45
54.5	45.5
54	46
53	47
52.5	47.5
52	48
51	49
50.5	49.5
50	50
49	51
48.5	51.5
48	52
47	53
46.5	53.5
46	54
45	55
44.5	55.5
44	56
43	57
42.5	57.5
42	58
41	59
40.5	59.5
40	60
39	61
38.5	61.5
38	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำสับปะรดเข้มข้น (g)	สารละลายน้ำตาล (g)
37	63
36.5	63.5
36	64
35	65
34.5	65.5
34	66
33	67
32.5	67.5
32	68
31	69
30.5	69.5
30	70
29	71
28.5	71.5
28	72
27	73
26.5	73.5
26	74
25	75
24.5	75.5
24	76
23	77
22.5	77.5
22	78
21	79
20.5	79.5
20	80
19	81
18.5	81.5
18	82
17	83
16.5	83.5
16	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำสับปะรดเข้มข้น (g)	สารละลายน้ำตาล (g)
15	85
14.5	85.5
14	86
13	87
12.5	87.5
12	88
11	89
10.5	89.5
10	90
9	91
8.5	91.5
8	92
7	93
6.5	93.5
6	94
5	95
4.5	95.5
4	96
3	97
2.5	97.5
2	98
1	99
0.5	99.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ข้อมูลการวัดค่าตัวแปรทางไฟฟ้า

ตาราง ข.1 ข้อมูลการวัดค่าตัวแปร R (kOhm) ทางไฟฟ้า

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
1	0.5	1.418	1.243	1.244	1.197	1.198	1.169	1.173	1.177	1.189	1.195
2	1	1.586	1.302	1.268	1.244	1.248	1.249	1.252	1.257	1.262	1.268
3	1.5	1.337	1.098	1.07	1.046	1.048	1.049	1.052	1.056	1.062	1.065
4	2	1.549	1.26	1.229	1.205	1.21	1.217	1.223	1.229	1.236	1.238
5	3	1.793	1.478	1.44	1.409	1.42	1.409	1.41	1.418	1.424	1.43
6	3.5	1.697	1.425	1.395	1.373	1.378	1.38	1.387	1.391	1.396	1.401
7	4	1.634	1.4638	1.368	1.348	1.357	1.36	1.366	1.365	1.371	1.377
8	5	2.13	1.907	1.8309	1.787	1.7974	1.8032	1.8859	1.8945	1.9002	1.9011
9	5.5	1.908	1.6886	1.5933	1.5381	1.5382	1.5374	1.5454	1.5511	1.5567	1.5578
10	6	1.775	1.5691	1.5036	1.4626	1.4697	1.4755	1.4854	1.4945	1.4989	1.649
11	7	2.099	1.8728	1.7729	1.7156	1.7208	1.7242	1.7304	1.7357	1.743	1.7432
12	7.5	2.254	2.0061	1.9199	1.8753	1.8897	1.9048	1.9191	1.9314	1.9431	1.9451
13	8	2.888	2.5995	2.5084	2.4557	2.4518	2.4567	2.4664	2.4784	2.4863	2.4847
14	9	2.64	2.3805	2.2914	2.2416	2.2554	2.2712	2.2846	2.2963	2.3065	2.3106
15	9.5	2.291	2.0241	1.9141	1.8403	1.859	1.8703	1.8821	1.906	1.9185	1.928
16	10	1.617	1.363	1.329	1.299	1.302	1.299	1.304	1.323	1.326	1.328
17	11	1.294	1.095	1.068	1.044	1.045	1.047	1.053	1.056	1.06	1.062
18	11.5	1.558	1.318	1.388	1.358	1.355	1.353	1.354	1.355	1.358	1.36
19	12	1.923	1.7193	1.6683	1.6214	1.6203	1.6219	1.6256	1.6312	1.6337	1.6327
20	13	1.903	1.7138	1.6413	1.5974	1.599	1.5986	1.605	1.6101	1.6167	1.6186
21	13.5	1.772	1.5866	1.5095	1.4685	1.4709	1.4726	1.4773	1.4823	1.4863	1.484
22	14	2.197	1.9835	1.8915	1.8394	1.847	1.8537	1.8681	1.8783	1.8902	1.8964
23	15	1.962	1.7568	1.68	1.6334	1.6354	1.6389	1.651	1.6561	1.6645	1.6655
24	15.5	2.168	1.9528	1.8741	1.8267	1.8389	1.8475	1.8564	1.861	1.868	1.8688
25	16	2.303	2.076	1.9837	1.9239	1.9262	1.9255	1.9327	1.9385	1.9425	1.942
26	17	2.182	1.9541	1.8602	1.8027	1.8092	1.8156	1.8235	1.8357	1.845	1.8504
27	17.5	2.945	2.6894	2.6144	2.5694	2.5837	2.595	2.6127	2.6209	2.6309	2.6344
28	18	2.992	2.701	2.6371	2.6017	2.6208	2.6334	2.6574	2.672	2.6889	2.6946
29	19	3.139	2.8398	2.7564	2.707	2.7157	2.7337	2.753	2.7705	2.7805	2.7846
30	19.5	2.645	2.3781	2.2711	2.2016	2.2147	2.2271	2.2406	2.2511	2.262	2.2681

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
31	20	1.812	1.5601	1.4942	1.442	1.448	1.45	1.461	1.469	1.474	1.4732
32	21	1.962	1.7173	1.6322	1.5718	1.5736	1.5749	1.5815	1.5835	1.5917	1.5958
33	21.5	2.097	1.8389	1.7487	1.6886	1.6924	1.6953	1.7072	1.7143	1.7215	1.7202
34	22	1.994	1.7322	1.6407	1.579	1.5823	1.5852	1.5938	1.6008	1.6065	1.6092
35	23	2.205	2.102	1.9297	1.8866	1.8906	1.8953	1.9042	1.9145	1.9218	1.9222
36	23.5	2.282	2.0099	1.9272	1.8758	1.8838	1.891	1.9022	1.9106	1.9218	1.9267
37	24	2.334	2.0946	2.0225	1.9756	1.9825	1.9906	2.0003	2.0115	2.0165	2.0208
38	25	1.939	1.7331	1.6747	1.6436	1.6536	1.6626	1.686	1.6946	1.7043	1.7077
39	25.5	2.496	2.2476	2.1712	2.1259	2.1363	2.1462	2.1611	2.1711	2.1762	2.1782
40	26	2.54	2.2984	2.2226	2.1818	2.1818	2.2078	2.2253	2.2354	2.2445	2.2471
41	27	2.597	2.3403	2.253	2.2017	2.2082	2.2145	2.2247	2.2349	2.2445	2.248
42	27.5	3.376	3.1013	3.0368	3.0073	3.022	3.0325	3.048	3.0634	3.0689	3.0652
43	28	3.08	2.8397	2.7785	2.7532	2.7729	2.7875	2.809	2.829	2.847	2.8521
44	29	3.142	2.8846	2.8204	2.7871	2.8048	2.823	2.8444	2.8655	2.8867	2.8924
45	29.5	2.694	2.4123	2.3344	2.298	2.3147	2.3283	2.3474	2.3642	2.3824	2.3938
46	30	1.642	1.4935	1.4631	1.402	1.413	1.415	1.417	1.418	1.386	1.387
47	31	2.109	1.9345	1.8424	1.8133	1.8159	1.8207	1.8302	1.8354	1.8433	1.8451
48	32	2.129	1.9437	1.9102	1.8823	1.8852	1.8893	1.905	1.9095	1.9193	1.9246
49	33	2.127	1.928	1.8814	1.8511	1.8586	1.8653	1.8751	1.8829	1.893	1.8982
50	33.5	2.339	2.1125	2.06	2.0269	2.0338	2.0386	2.0464	2.0577	2.0638	2.0663
51	34	2.369	2.1354	2.0728	2.0318	2.0316	2.0347	2.0404	2.0444	2.0516	2.0498
52	35	2.208	2.0126	1.9684	1.9452	1.9582	1.9682	1.9804	1.9905	1.9986	1.9972
53	35.5	2.648	2.3881	2.3346	2.3036	2.3237	2.3816	2.4039	2.4158	2.4262	2.431
54	36	3.198	2.8722	2.7732	2.7049	2.7208	2.7331	2.745	2.7555	2.7722	2.7827
55	37	2.533	2.2609	2.191	2.1131	2.1195	2.1258	2.1357	2.1432	2.1499	2.1528
56	37.5	2.74	2.4354	2.3695	2.328	2.341	2.3494	2.361	2.3725	2.3823	2.3847
57	38	4.714	4.2054	4.184	4.0559	4.0616	4.0685	4.1168	4.1367	4.1043	4.1004
58	39	3.374	3.0633	2.9993	2.9733	2.9967	3.0196	3.0451	3.0697	3.0815	3.0897
59	39.5	4.428	4.0948	4.0294	4.01	4.064	4.1192	4.1255	4.1502	4.1702	4.1263
60	40	3.474	3.0906	2.9895	2.8036	2.8118	2.8302	2.8458	2.8635	2.8902	2.9009
61	41	1.946	1.7515	1.7244	1.7023	1.7146	1.7238	1.7354	1.7453	1.7534	1.7548
62	41.5	2.046	1.8593	1.8156	1.7871	1.7974	1.8074	1.8208	1.8339	1.8434	1.8475
63	42	2.736	2.4965	2.4363	2.404	2.4074	2.4236	2.4389	2.456	2.4686	2.4516
64	43	2.304	2.111	2.0732	2.046	2.0519	2.0558	2.0653	2.0763	2.0851	2.089
65	43.5	2.826	2.5936	2.5422	2.5146	2.5295	2.5412	2.5581	2.5733	2.5845	2.5827
66	44	3.026	2.7917	2.7409	2.709	2.7188	2.7303	2.7477	2.7615	2.7711	2.7748

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
67	45	2.889	2.6554	2.6091	2.5837	2.5973	2.6125	2.6308	2.645	2.6568	2.6618
68	45.5	3.112	2.858	2.8047	2.7665	2.7738	2.7779	2.79	2.7962	2.8023	2.8041
69	46	3.054	2.8228	2.7774	2.7442	2.7563	2.7681	2.7823	2.796	2.8074	2.8094
70	47	3.169	2.902	2.8378	2.7995	2.8101	2.8246	2.8409	2.8535	2.8636	2.8667
71	47.5	3.687	3.4035	3.3465	3.3042	3.3189	3.3283	3.3416	3.3498	3.3581	3.3572
72	48	3.901	3.6177	3.5544	3.5191	3.5388	3.5468	3.5707	3.5842	3.5987	3.598
73	49	3.972	3.64	3.5548	3.5115	3.5181	3.528	3.555	3.5722	3.5854	3.5904
74	49.5	4.55	4.2308	4.1619	4.1311	4.1559	4.1854	4.2197	4.4388	4.4548	4.4626
75	50	4.556	4.2186	4.1551	4.1178	4.1378	4.1491	4.1785	4.1999	4.2584	4.2595
76	51	2.666	2.3924	2.3523	2.3208	2.3276	2.3324	2.3412	2.3488	2.358	2.3594
77	51.5	2.733	2.5038	2.4563	2.4217	2.4374	2.4532	2.4757	2.4858	2.4969	2.5019
78	52	2.568	2.3559	2.3188	2.2887	2.3018	2.3161	2.3294	2.3431	2.3564	2.3604
79	53	3.071	2.8261	2.7694	2.7298	2.738	2.7436	2.7571	2.8063	2.8154	2.8156
80	53.5	3.668	3.3769	3.3267	3.2999	3.3415	3.3537	3.3657	3.3748	3.3851	3.391
81	54	3.951	3.6761	3.6137	3.5879	3.5959	3.6076	3.6258	3.6396	3.658	3.65
82	55	3.05	2.8333	2.8203	2.8084	2.8133	2.8247	2.8381	2.8558	2.8644	2.8679
83	55.5	3.157	2.9115	2.8668	2.8408	2.8624	2.8834	2.9083	2.9262	2.945	2.9493
84	56	3.755	3.4927	3.4414	3.3943	3.4037	3.4147	3.4284	3.4381	3.4559	3.4596
85	57	4.287	4.0069	3.9567	3.9192	3.9349	3.9471	3.9709	3.9947	4.0056	4.0063
86	57.5	4.363	4.0856	4.039	4.0132	4.0411	4.0726	4.1079	4.1279	4.1353	4.1322
87	58	4.83	4.5334	4.4972	4.4699	4.4875	4.5084	4.5324	4.5642	4.5815	4.5867
88	59	4.939	4.6579	4.6292	4.5952	4.6152	4.628	4.655	4.6677	4.6754	4.6836
89	59.5	4.73	4.4459	4.392	4.3556	4.374	4.4007	4.4272	4.446	4.4688	4.4708
90	60	5.107	4.8064	4.7562	4.7295	4.7514	4.7768	4.8045	4.9233	4.9208	4.9125
91	61	2.617	2.3972	2.3694	2.3461	2.3617	2.3722	2.3891	2.4066	2.4197	2.4257
92	61.5	3.031	2.801	2.7551	2.7213	2.7385	2.7528	2.7718	2.7883	2.8031	2.8101
93	62	3.311	3.0477	2.9875	2.9518	2.966	2.9806	3.0019	3.0203	3.0366	3.042
94	63	3.516	3.2361	3.1749	3.1314	3.147	3.1601	3.1803	3.1992	3.2179	3.2226
95	63.5	4.095	3.7852	3.7136	3.6613	3.6728	3.685	3.7002	3.7181	3.736	3.7427
96	64	4.063	3.7533	3.6876	3.637	3.6538	3.6623	3.6784	3.6963	3.7132	3.7156
97	65	4.405	4.0946	4.0856	4.0437	4.0622	4.0868	4.1182	4.142	4.1633	4.1666
98	65.5	4.18	3.8496	3.7766	3.7336	3.7573	3.7753	3.8082	3.8297	3.8456	3.8596
99	66	3.879	3.5596	3.4779	3.4264	3.4438	3.4638	3.4928	3.5175	3.5364	3.5396
100	67	4.869	4.5288	4.4658	4.429	4.4555	4.4797	4.516	4.5496	4.584	4.6022
101	67.5	5.089	4.8169	4.7844	4.765	4.8017	4.832	4.8632	4.8927	4.9232	4.9284
102	68	5.669	5.357	5.3261	5.3096	5.3435	5.3796	5.4087	5.4426	5.4719	5.4815

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
103	68.5	8.471	8.1265	8.1255	8.1327	8.1871	8.2429	8.2808	8.3358	8.3761	8.3869
104	69	9.814	9.4144	9.3567	9.3537	9.4276	9.4859	9.5427	9.5746	9.5959	9.6138
105	69.5	9.527	9.1175	9.0411	9.0281	9.071	9.1161	9.1702	9.2208	9.2702	9.2902
106	70	4.929	4.6452	4.5929	4.5508	4.5714	4.584	4.6088	4.6343	4.6627	4.6762
107	71	5.108	4.86	4.8257	4.8013	4.8217	4.8372	4.8548	4.8703	4.8838	4.8828
108	71.5	4.97	4.7438	4.7239	4.7091	4.7409	4.7698	4.8187	4.8577	4.8871	4.8949
109	72	5.691	5.4441	5.4078	5.3961	5.4265	5.4622	5.5064	5.5524	5.5925	5.5657
110	73	6.543	6.2701	6.2544	6.2497	6.3307	6.3714	6.4258	6.4585	6.4897	6.5114
111	73.5	6.9	6.7	6.7159	6.7418	6.8094	6.8578	6.9217	6.9771	7.0202	7.043
112	74	7.063	6.8149	6.7738	6.7684	6.8147	6.8554	6.9092	6.9723	7.0415	7.0605
113	75	8.71	8.449	8.4423	8.4549	8.5147	8.5689	8.6281	8.6878	8.7352	8.7389
114	75.5	8.413	8.1561	8.1531	8.1756	8.2466	8.3102	8.3835	8.456	8.5221	8.5543
115	76	9.059	8.8052	8.8189	8.8307	8.8913	8.9517	9.0208	9.0693	9.1185	9.1161
116	77	8.841	8.5464	8.51	8.5032	8.5439	8.6002	8.6447	8.6824	8.7171	8.7364
117	77.5	11.04	10.767	10.804	10.854	10.945	11.035	11.133	11.206	11.29	11.309
118	78	10.78	10.463	10.514	10.571	10.707	10.828	10.943	11.045	11.14	11.183
119	79	10.76	10.498	10.517	10.546	10.637	10.731	10.833	10.909	10.964	10.99
120	79.5	12.94	12.615	12.608	12.648	12.767	12.851	12.937	13.013	13.055	13.093
121	80	6.486	6.1689	6.0806	6.0324	6.027	6.0359	6.0568	6.0822	6.1077	6.1125
122	81	7.443	7.1119	7.0491	7.0155	7.0681	7.1135	7.1574	7.1962	7.2532	7.2743
123	81.5	7.332	7.0038	6.9567	6.9417	6.9989	7.0523	7.1289	7.1797	7.2296	7.2476
124	82	9.09	8.6617	8.5615	8.5082	8.5684	8.6199	8.6824	8.7464	8.7901	8.8095
125	83	10.24	9.8465	9.7817	9.7545	9.7927	9.829	9.8751	9.9229	9.9776	9.9871
126	83.5	10.27	9.8951	9.8236	9.7982	9.8203	9.8697	9.9192	9.9536	10.008	10.028
127	84	11.25	10.825	10.737	10.705	10.768	10.841	10.895	10.977	11.03	11.063
128	85	9.754	9.4065	9.3321	9.3087	9.3404	9.3764	9.4154	9.4417	9.4495	9.4475
129	85.5	15.17	14.688	14.592	14.549	14.575	14.618	14.66	14.701	14.744	14.721
130	86	15.12	14.604	14.543	14.535	14.604	14.687	14.768	14.847	14.905	14.916
131	87	17.12	16.671	16.662	16.628	16.609	16.685	16.747	16.836	16.879	16.858
132	87.5	19.48	18.874	18.791	18.79	18.91	18.987	19.131	19.309	19.451	19.456
133	88	21.66	20.903	20.777	20.718	20.815	20.95	21.119	21.299	21.41	21.446
134	89	23.49	22.763	22.648	22.628	22.755	22.894	23.109	23.291	23.431	23.422
135	89.5	27.04	26.256	26.216	26.227	26.333	26.492	26.659	26.842	26.988	26.977
136	90	14.82	14.329	14.234	14.223	14.294	14.347	14.411	14.478	14.535	14.54
137	91	14.86	14.294	14.155	14.045	14.085	14.137	14.192	14.238	14.284	14.303
138	91.5	17.94	17.254	17.09	16.919	16.936	17.316	17.355	17.377	17.424	17.413

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
139	92	14.55	13.934	13.734	13.595	13.634	13.692	13.776	13.869	13.926	13.928
140	93	19.15	18.408	18.258	18.132	18.22	18.337	18.461	18.597	18.704	18.723
141	93.5	20.64	19.921	19.744	19.557	19.588	19.629	19.68	19.758	19.823	19.823
142	94	24.064	23.255	23.14	23.043	23.149	23.222	23.34	23.431	23.518	23.513
143	95	27.88	27.118	27.081	26.998	27.11	27.237	27.339	27.462	27.536	27.639
144	95.5	29.6	28.911	28.898	28.887	29.047	29.207	29.306	29.435	29.546	29.477
145	96	31.91	31.335	31.258	31.243	31.35	31.627	31.768	31.953	32.1	32.066
146	97	42.75	41.602	41.148	40.856	40.936	41.059	41.224	41.52	41.729	41.652
147	97.5	48.39	47.581	47.632	47.503	47.695	47.889	48.1	48.362	48.496	48.472
148	98	60.47	59.311	59.2	59.063	59.319	59.651	60.012	60.384	60.62	60.538
149	99	133.8	131.87	131.36	130.85	131.18	131.72	132.01	132.64	133.3	132.74
150	99.5	264.2	260.98	259.21	259.4	260.7	261.89	263.53	265.9	268.15	265.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.2 ข้อมูลการวัดค่าตัวแปร Q ทางไฟฟ้า

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
1	0.5	-0.2617	-0.2074	-0.1378	-0.0394	-0.0227	-0.0063	-0.0037	-0.0015	-0.0015	-0.003
2	1	-0.5134	-0.217	-0.1436	-0.0396	-0.0223	-0.0059	-0.0035	-0.0013	-0.0012	-0.0026
3	1.5	-0.2796	-0.2188	-0.1424	-0.0381	-0.0214	-0.0057	-0.0034	-0.0015	-0.0017	-0.0034
4	2	-0.5838	-0.232	-0.1493	-0.0404	-0.0225	-0.0058	-0.0035	-0.0015	-0.0015	-0.003
5	3	-0.603	-0.2627	-0.157	-0.04	-0.0218	-0.0055	-0.0033	-0.0013	-0.0014	-0.0029
6	3.5	-0.5919	-0.2455	-0.1365	-0.035	-0.0195	-0.0055	-0.0038	-0.0045	-0.0077	-0.0157
7	4	-0.5887	-0.2374	-0.1314	-0.0332	-0.0184	-0.0052	-0.0036	-0.0046	-0.0079	-0.016
8	5	-0.422	-0.1978	-0.1171	-0.0297	-0.0166	-0.0049	-0.0027	-0.0012	-0.0012	0.0002
9	5.5	-0.5507	-0.2344	-0.1367	-0.034	-0.0186	-0.0048	-0.0029	-0.0012	-0.0012	0.0001
10	6	-0.278	-0.2135	-0.1288	-0.0329	-0.0183	-0.005	-0.003	-0.0013	-0.0013	0.0001
11	7	-0.559	-0.2366	-0.1392	-0.0348	-0.0191	-0.0048	-0.0026	0.0006	0.0026	0.0077
12	7.5	-0.4976	-0.2074	-0.1207	-0.0297	-0.0162	-0.0041	-0.0022	0.0007	0.0026	0.0077
13	8	-0.2652	-0.1767	-0.1071	-0.0281	-0.0157	-0.0044	-0.0028	-0.0018	-0.0023	-0.0018
14	9	-0.3976	-0.2012	-0.1204	-0.0309	-0.0171	-0.0046	-0.0028	-0.0015	-0.0017	-0.0009
15	9.5	-0.4808	-0.2404	-0.1478	-0.039	-0.0217	-0.0057	-0.0034	-0.0014	-0.0011	0.0003
16	10	-0.3592	-0.1934	-0.1211	-0.0359	-0.0211	-0.0062	-0.0038	-0.0015	-0.0015	-0.0028
17	11	-0.2488	-0.1707	-0.1098	-0.0319	-0.0185	-0.0053	-0.0032	-0.0013	-0.0012	-0.0024
18	11.5	-0.4636	-0.18	-0.107	-0.0306	-0.0177	-0.005	-0.0031	-0.0014	-0.0015	-0.0032
19	12	-0.4668	-0.1881	-0.1119	-0.0297	-0.0168	-0.0047	-0.0029	-0.0018	-0.0025	-0.0025
20	13	-0.457	-0.197	-0.1161	-0.0304	-0.0171	-0.0047	-0.0029	-0.0017	-0.0022	-0.002
21	13.5	-0.5527	-0.2197	-0.1274	-0.0323	-0.018	-0.0052	-0.0036	-0.005	-0.0085	-0.0142
22	14	-0.5324	-0.2125	-0.1247	-0.0321	-0.0179	-0.0051	-0.0036	-0.0052	-0.0092	-0.016
23	15	-0.3756	-0.2033	-0.1205	-0.0312	-0.0175	-0.0051	-0.0036	-0.005	-0.0088	-0.0151
24	15.5	-0.4369	-0.1995	-0.1173	-0.0298	-0.0165	-0.0048	-0.0034	-0.0053	-0.0094	-0.0164
25	16	-0.4985	-0.213	-0.1261	-0.0323	-0.0179	-0.0052	-0.0037	-0.0054	-0.0096	-0.0168
26	17	-0.5456	-0.2247	-0.1323	-0.0336	-0.0186	-0.0053	-0.0038	-0.0055	-0.0097	-0.0171
27	17.5	-0.3489	-0.1663	-0.0985	-0.0251	-0.0141	-0.0044	-0.0035	-0.0068	-0.0128	-0.023
28	18	-0.2493	-0.1712	-0.1032	-0.027	-0.0153	-0.0049	-0.0039	-0.0075	-0.0136	-0.0246
29	19	-0.4367	-0.1844	-0.1093	-0.028	-0.0156	-0.0047	-0.0036	-0.0068	-0.0124	-0.0226
30	19.5	-0.5079	-0.2249	-0.1342	-0.0344	-0.0191	-0.0055	-0.004	-0.0061	-0.0108	-0.0191
31	20	-0.4159	-0.207	-0.1276	-0.035	-0.0199	-0.0055	-0.0034	-0.0017	-0.0021	-0.001
32	21	-0.3562	-0.2048	-0.1274	-0.0349	-0.0199	-0.0055	-0.0034	-0.0017	-0.002	-0.0014
33	21.5	-0.4116	-0.2065	-0.1267	-0.0338	-0.019	-0.0052	-0.0031	-0.0016	-0.0019	-0.0013
34	22	-0.4382	-0.2062	-0.1265	-0.0338	-0.0187	-0.0047	-0.0024	0.0016	0.0044	0.0113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
35	23	-0.4906	-0.2024	-0.1117	-0.029	-0.0159	-0.0038	-0.0018	0.0026	0.0063	0.0149
36	23.5	-0.4268	-0.1844	-0.1101	-0.0283	-0.0156	-0.0045	-0.0033	-0.0058	-0.0107	-0.0192
37	24	-0.3399	-0.1734	-0.1041	-0.0268	-0.015	-0.0045	-0.0034	-0.0059	-0.0107	-0.0191
38	25	-0.3689	-0.1714	-0.1007	-0.0254	-0.0141	-0.0041	-0.0031	-0.0055	-0.01	-0.0177
39	25.5	-0.4337	-0.1779	-0.104	-0.0261	-0.0144	-0.0043	-0.0033	-0.0064	-0.012	-0.0218
40	26	-0.4539	-0.1824	-0.1067	-0.0267	-0.0267	-0.0034	-0.0014	0.0034	0.0078	0.018
41	27	-0.4904	-0.1888	-0.11	-0.0273	-0.0148	-0.0034	-0.0014	0.0036	0.0083	0.0189
42	27.5	-0.3085	-0.141	-0.0827	-0.0209	-0.0115	-0.0026	-0.0007	0.0052	0.0114	0.0252
43	28	-0.3455	-0.1449	-0.0838	-0.0209	-0.0114	-0.0026	-0.0008	0.0047	0.0103	0.0229
44	29	-0.3785	-0.1492	-0.0862	-0.0214	-0.0117	-0.0026	-0.0008	0.0046	0.0101	0.0224
45	29.5	-0.4539	-0.1784	-0.103	-0.0254	-0.0138	-0.0032	-0.0013	0.0036	0.0083	0.019
46	30	-0.284	-0.1232	-0.0735	-0.02	-0.0114	-0.0033	-0.0022	-0.0017	-0.0029	-0.0064
47	31	-0.2819	-0.1167	-0.0718	-0.0196	-0.0111	-0.0028	-0.0012	0.0026	0.006	0.0142
48	32	-0.2552	-0.1309	-0.0806	-0.0221	-0.0127	-0.0032	-0.0015	0.0027	0.0065	0.0152
49	33	-0.2901	-0.134	-0.0804	-0.0214	-0.012	-0.003	-0.0013	0.0027	0.0064	0.015
50	33.5	-0.3618	-0.1448	-0.0852	-0.0218	-0.0121	-0.0029	-0.0012	0.0031	0.007	0.0161
51	34	-0.3808	-0.1499	-0.0873	-0.0222	-0.0124	-0.0038	-0.003	-0.0061	-0.0114	-0.0206
52	35	-0.2942	-0.1407	-0.0833	-0.0213	-0.012	-0.0037	-0.003	-0.006	-0.0111	-0.02
53	35.5	-0.2084	-0.152	-0.0915	-0.0237	-0.0133	-0.0043	-0.0034	-0.0071	-0.0133	-0.0244
54	36	-0.3624	-0.1773	-0.1073	-0.028	-0.0157	-0.0048	-0.0038	-0.0077	-0.0143	-0.0264
55	37	-0.2693	-0.1546	-0.0935	-0.0242	-0.0136	-0.0043	-0.0034	-0.0067	-0.0123	-0.0224
56	37.5	-0.3214	-0.1491	-0.089	-0.0229	-0.0128	-0.0036	-0.0023	-0.002	-0.0031	-0.004
57	38	-0.275	-0.1221	-0.0954	-0.0189	-0.0106	-0.0031	-0.0023	-0.0031	-0.0053	-0.0083
58	39	-0.2672	-0.1414	-0.0841	-0.0211	-0.0117	-0.0032	-0.0022	-0.0024	-0.004	-0.0058
59	39.5	-0.2549	-0.1269	-0.075	-0.0192	-0.0108	-0.0032	-0.0023	-0.0032	-0.0055	-0.0087
60	40	-0.3289	-0.1604	-0.0964	-0.0224	-0.0124	-0.0034	-0.0022	-0.0021	-0.0034	-0.0047
61	41	-0.171	-0.1063	-0.0682	-0.0197	-0.0114	-0.0034	-0.0022	-0.0018	-0.0027	-0.0032
62	41.5	-0.2199	-0.1122	-0.0691	-0.0192	-0.011	-0.0031	-0.002	-0.0015	-0.0023	-0.0026
63	42	-0.2506	-0.1162	-0.0715	-0.0197	-0.0112	-0.0031	-0.002	-0.0015	-0.0022	-0.0024
64	43	-0.2368	-0.1126	-0.0687	-0.0188	-0.0108	-0.0031	-0.002	-0.0018	-0.0027	-0.0033
65	43.5	-0.2462	-0.1113	-0.0681	-0.0184	-0.0104	-0.0029	-0.0019	-0.0017	-0.0028	-0.0035
66	44	-0.284	-0.1206	-0.0725	-0.0196	-0.0111	-0.0027	-0.0011	0.0032	0.0072	0.0165
67	45	-0.2565	-0.118	-0.07	-0.0184	-0.0103	-0.0025	-0.001	0.0028	0.0064	0.015
68	45.5	-0.2877	-0.1204	-0.0709	-0.0184	-0.0102	-0.0024	-0.0009	0.0033	0.0074	0.0169
69	46	-0.2984	-0.12	-0.0704	-0.0182	-0.0103	-0.0026	-0.0011	0.0024	0.0055	0.0132
70	47	-0.2962	-0.1256	-0.074	-0.0194	-0.0109	-0.0027	-0.0012	0.0024	0.0057	0.0137

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
71	47.5	-0.2834	-0.1097	-0.064	-0.0167	-0.0093	-0.0021	-0.0004	0.0052	0.0111	0.0244
72	48	-0.2324	-0.1055	-0.0621	-0.0162	-0.0091	-0.002	-0.0003	0.0056	0.012	0.0261
73	49	-0.2467	-0.1048	-0.0617	-0.016	-0.009	-0.0019	-0.0003	0.0054	0.0115	0.0251
74	49.5	-0.2535	-0.1013	-0.0595	-0.0155	-0.0086	-0.0017	0.0002	0.0073	0.0154	0.0329
75	50	-0.2514	-0.1007	-0.059	-0.0153	-0.0085	-0.0016	0.0002	0.0074	0.0158	0.0337
76	51	-0.1985	-0.1148	-0.0709	-0.0206	-0.0121	-0.0037	-0.0024	-0.0019	-0.0028	-0.0034
77	51.5	-0.2169	-0.107	-0.0674	-0.0204	-0.0121	-0.0041	-0.0034	-0.007	-0.0132	-0.0242
78	52	-0.2155	-0.1035	-0.0642	-0.0187	-0.0109	-0.0037	-0.0031	-0.007	-0.0133	-0.0245
79	53	-0.2213	-0.0994	-0.0615	-0.0179	-0.0105	-0.0036	-0.0032	-0.0078	-0.015	-0.0278
80	53.5	-0.2225	-0.0983	-0.061	-0.0178	-0.0104	-0.0037	-0.0034	-0.0091	-0.0174	-0.0327
81	54	-0.2066	-0.0946	-0.059	-0.0173	-0.01	-0.0023	-0.0006	0.0052	0.0112	0.0243
82	55	-0.1961	-0.0967	-0.0606	-0.0174	-0.01	-0.0024	-0.0009	0.0036	0.0079	0.018
83	55.5	-0.2227	-0.0979	-0.0595	-0.0168	-0.0097	-0.0024	-0.0009	0.0035	0.0079	0.018
84	56	-0.1969	-0.0943	-0.0576	-0.0162	-0.0093	-0.0021	-0.0006	0.0046	0.0098	0.0218
85	57	-0.2221	-0.0928	-0.0558	-0.0152	-0.0086	-0.0018	-0.0003	0.0056	0.0119	0.0259
86	57.5	-0.2219	-0.0906	-0.0545	-0.0153	-0.0088	-0.0021	-0.0006	0.0045	0.0099	0.022
87	58	-0.2083	-0.0877	-0.0533	-0.0148	-0.0085	-0.0019	-0.0004	0.0051	0.0109	0.0239
88	59	-0.2268	-0.0869	-0.0513	-0.0138	-0.0078	-0.0016	-0.0002	0.0052	0.011	0.0241
89	59.5	-0.1674	-0.0798	-0.0479	-0.013	-0.0074	-0.0016	-0.0002	0.0048	0.0102	0.0224
90	60	-0.1936	-0.0791	-0.0469	-0.0125	-0.007	-0.0014	0.0001	0.0059	0.0122	0.0263
91	61	-0.1713	-0.1004	-0.0629	-0.0183	-0.0107	-0.0032	-0.0021	-0.0022	-0.0037	-0.0054
92	61.5	-0.1899	-0.097	-0.0605	-0.0172	-0.0099	-0.0025	-0.001	0.0028	0.0063	0.0147
93	62	-0.1966	-0.1008	-0.0625	-0.0175	-0.01	-0.0024	-0.0009	0.0033	0.0072	0.0166
94	63	-0.2149	-0.1024	-0.063	-0.0172	-0.0097	-0.0022	-0.0007	0.0035	0.0077	0.0175
95	63.5	-0.2279	-0.101	-0.0613	-0.0164	-0.0092	-0.002	-0.0005	0.0042	0.009	0.0201
96	64	-0.2259	-0.1045	-0.0644	-0.0182	-0.0104	-0.0024	-0.0007	0.0048	0.0104	0.0229
97	65	-0.2135	-0.0987	-0.0601	-0.0164	-0.0093	-0.0019	-0.0002	0.0059	0.0125	0.0271
98	65.5	-0.2243	-0.0988	-0.0599	-0.0162	-0.009	-0.0019	-0.0003	0.0052	0.0111	0.0243
99	66	-0.224	-0.1135	-0.0701	-0.0198	-0.0112	-0.0025	-0.0006	0.005	0.0108	0.0237
100	67	-0.1953	-0.093	-0.0563	-0.0154	-0.0087	-0.0017	-0.0001	0.006	0.0127	0.0276
101	67.5	-0.1734	-0.0728	-0.044	-0.0122	-0.0071	-0.0032	-0.0037	-0.0132	-0.026	-0.0499
102	68	-0.1815	-0.0705	-0.0415	-0.0111	-0.0064	-0.003	-0.0038	-0.0144	-0.0285	-0.0551
103	68.5	-0.1257	-0.0576	-0.0344	-0.0095	-0.0057	-0.0035	-0.005	-0.0212	-0.0421	-0.0823
104	69	-0.1156	-0.0487	-0.029	-0.0081	-0.0049	-0.0035	-0.0054	-0.0233	-0.0462	-0.0907
105	69.5	-0.1101	-0.0476	-0.0283	-0.0078	-0.0048	-0.0036	-0.0055	-0.0237	-0.0472	-0.0926
106	70	-0.089	-0.0585	-0.0379	-0.0118	-0.0071	-0.0025	-0.0021	-0.0045	-0.0085	-0.0151

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาผลประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
107	71	-0.1197	-0.058	-0.0364	-0.011	-0.0065	-0.0023	-0.0021	-0.0052	-0.0099	-0.0179
108	71.5	-0.1057	-0.0555	-0.0349	-0.0104	-0.0061	-0.0022	-0.002	-0.0052	-0.01	-0.0183
109	72	-0.1113	-0.0521	-0.0322	-0.0094	-0.0055	-0.0021	-0.0021	-0.0062	-0.012	-0.0221
110	73	-0.1097	-0.05	-0.0307	-0.0089	-0.0054	-0.0021	-0.0022	-0.0068	-0.0131	-0.0244
111	73.5	-0.0907	-0.0402	-0.0248	-0.0076	-0.0047	-0.0022	-0.0026	-0.0094	-0.0186	-0.0354
112	74	-0.0858	-0.0387	-0.024	-0.0072	-0.0043	-0.0021	-0.0026	-0.0096	-0.0191	-0.0364
113	75	-0.0665	-0.0339	-0.0212	-0.0063	-0.0038	-0.0021	-0.0028	-0.0109	-0.0215	-0.0412
114	75.5	-0.0691	-0.0347	-0.0218	-0.0066	-0.0041	-0.0022	-0.0029	-0.0112	-0.0223	-0.0427
115	76	-0.077	-0.0356	-0.022	-0.0065	-0.0039	-0.0022	-0.003	-0.0116	-0.023	-0.0441
116	77	-0.0929	-0.0362	-0.0218	-0.0063	-0.0039	-0.0035	-0.0057	-0.0256	-0.0511	-0.1005
117	77.5	-0.0737	-0.0314	-0.019	-0.0056	-0.0036	-0.0039	-0.0068	-0.0315	-0.063	-0.1246
118	78	-0.0588	-0.0298	-0.0184	-0.0056	-0.0037	-0.0039	-0.0067	-0.031	-0.0623	-0.1233
119	79	-0.0686	-0.0288	-0.0176	-0.0053	-0.0035	-0.0039	-0.0068	-0.0317	-0.0634	-0.1257
120	79.5	-0.0735	-0.0288	-0.0174	-0.0052	-0.0035	-0.0044	-0.0078	-0.0366	-0.0732	-0.1451
121	80	-0.0546	-0.0413	-0.0266	-0.0079	-0.0047	-0.0014	-0.001	-0.0012	-0.0021	-0.0025
122	81	-0.0751	-0.0444	-0.0284	-0.0086	-0.005	-0.0015	-0.0009	-0.0008	-0.0013	-0.0009
123	81.5	-0.0904	-0.0444	-0.0278	-0.0081	-0.0047	-0.0014	-0.0009	-0.001	-0.0017	-0.0014
124	82	-0.0891	-0.0402	-0.0249	-0.0073	-0.0042	-0.0011	-0.0006	0.0001	0.0006	0.0028
125	83	-0.0855	-0.0355	-0.0219	-0.0063	-0.0037	-0.0011	-0.0007	-0.0006	-0.001	-0.0002
126	83.5	-0.0832	-0.0339	-0.0208	-0.0065	-0.0043	-0.0051	-0.0088	-0.0412	-0.0826	-0.1637
127	84	-0.0649	-0.0332	-0.0212	-0.0068	-0.0046	-0.0055	-0.0097	-0.0457	-0.0915	-0.1819
128	85	-0.0734	-0.034	-0.0215	-0.0068	-0.0045	-0.0051	-0.0088	-0.0411	-0.0824	-0.1629
129	85.5	-0.0731	-0.0314	-0.0196	-0.0064	-0.0046	-0.0071	-0.0128	-0.061	-0.1219	-0.2412
130	86	-0.0709	-0.029	-0.0178	-0.0057	-0.0042	-0.007	-0.0129	-0.0622	-0.1246	-0.2478
131	87	-0.0585	-0.026	-0.0164	-0.0053	-0.0038	-0.0061	-0.0112	-0.0541	-0.1082	-0.2143
132	87.5	-0.055	-0.0295	-0.0191	-0.0064	-0.0046	-0.0067	-0.0123	-0.0588	-0.1183	-0.2354
133	88	-0.0636	-0.0318	-0.0207	-0.007	-0.005	-0.0075	-0.0136	-0.0651	-0.1302	-0.2605
134	89	-0.0612	-0.0273	-0.0173	-0.0057	-0.0043	-0.008	-0.0151	-0.0736	-0.148	-0.2948
135	89.5	-0.0623	-0.0244	-0.0148	-0.0049	-0.004	-0.0091	-0.0175	-0.0842	-0.169	-0.3367
136	90	-0.0723	-0.0312	-0.0193	-0.0056	-0.0029	0.0012	0.0036	0.0205	0.0413	0.0841
137	91	-0.0619	-0.0357	-0.0239	-0.0079	-0.0045	0.0002	0.0024	0.0161	0.0326	0.067
138	91.5	-0.0612	-0.0365	-0.0249	-0.0082	-0.0046	-0.0033	-0.0046	-0.0186	-0.037	-0.0724
139	92	-0.0768	-0.043	-0.0302	-0.0119	-0.0079	-0.0061	-0.0093	-0.0403	-0.0803	-0.1588
140	93	-0.0631	-0.0387	-0.0275	-0.0105	-0.0071	-0.0069	-0.0113	-0.0515	-0.1031	-0.2047
141	93.5	-0.0637	-0.0376	-0.027	-0.0102	-0.0061	0.0011	0.0053	0.0342	0.0697	0.1405
142	94	-0.0573	-0.032	-0.0222	-0.0081	-0.0046	0.0023	0.007	0.0408	0.0828	0.167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
143	95	-0.0531	-0.0273	-0.019	-0.0067	-0.0036	0.0031	0.0081	0.0468	0.0945	0.1912
144	95.5	-0.0467	-0.0244	-0.0166	-0.0055	-0.0026	0.0042	0.0099	0.0544	0.1096	0.2198
145	96	-0.0409	-0.0205	-0.014	-0.0045	-0.0021	0.0043	0.0099	0.0542	0.1094	0.2191
146	97	-0.0453	-0.0259	-0.0187	-0.008	-0.0053	-0.0016	-0.0007	0.0037	0.0081	0.0185
147	97.5	-0.0277	-0.0142	-0.01	-0.0027	-0.0004	0.0087	0.0184	0.0959	0.1922	0.3855
148	98	-0.0302	-0.0167	-0.0123	-0.0061	-0.0059	-0.0155	-0.0299	-0.1455	-0.2915	-0.5824
149	99	-0.0157	-0.0094	-0.0071	-0.003	-0.0018	0.0006	0.0015	0.0087	0.0221	0.0416
150	99.5	-0.0147	-0.0094	-0.0061	-0.002	-0.0003	0.0049	0.0093	0.0463	0.0926	0.1653

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.3 ข้อมูลการวัดค่าตัวแปร C (nF) ทางไฟฟ้า

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
1	0.5	33714	11971	179.02	6678.9	5827.3	4472	3683.2	1831.7	905.9	224.22
2	1	15084	11140	8590.1	6378.1	5697.7	4325	3638.1	1922.8	1013.7	240.85
3	1.5	34224	12835	10274	7909.4	7087.7	5311.2	4400.2	1988.7	896.74	216.44
4	2	14127	10832	8519.6	6464.7	5838.6	4483.5	3736.5	1773	854.49	210.62
5	3	11984	8063.7	7017.4	5645.7	5116.1	4026.8	3378.9	1667.8	794.04	192.26
6	3.5	12958	12958	8371	6576.9	5908.3	4172.3	3020.6	509.96	146.41	146.41
7	4	13482	9568	8867.9	7054.9	6378.9	4530.5	3230.5	511.03	146.65	36.017
8	5	13484	8668.8	7487.6	5979.8	5340	3600.6	3168.1	1397.8	722.92	-1668.8
9	5.5	12212	8408.2	7423.6	6086.8	5558	4282.3	3581.3	1664.4	856.96	-8661
10	6	16399	9712.8	8308.6	6603.6	5890.8	4297.2	3527.6	1578.2	850.92	667.94
11	7	11035	7468.2	6550.1	5325.1	4841.8	3802.9	3509.3	-2878.7	-346.22	-58.715
12	7.5	11401	7856.5	6945.4	5716.2	5210.9	4112	3770.6	-2351.4	-310.99	-52.715
13	8	12025	7010.2	5964.6	4598.1	4134.8	2960.6	2332.4	714.79	284.64	169.73
14	9	10914	6806.3	5804.1	4588.2	4122.4	3037.7	2483.8	942.3	398.1	346.18
15	9.5	11181	6812.2	5716.7	4394.8	3941.6	2969.5	2481.1	1238.7	698.56	-1391.5
16	10	20351	12300	9824.6	6775.6	5782.4	3975.5	3213	1550	798.43	212.17
17	11	39930	16772	13488	9488.3	8192.5	5772.1	4698.2	2311.6	1224.2	308.77
18	11.5	18046	13439	10617	7611.4	6646.2	4716.1	3830.7	1695.2	769.92	179.88
19	12	14123	10109	8594.2	6605.2	5843.4	4195.4	3370.4	1050.7	392.92	232.81
20	13	14060	9629.9	8429	6548.4	5800.7	4233	3436.6	1142.6	442.99	257.4
21	13.5	13163	9439.9	8384.6	6703.8	6006.6	4168.8	2958.1	432.8	126.68	37.613
22	14	11088	7791.1	6829.2	5392.6	4824.7	3345.2	2366.2	326.24	90.888	26.103
23	15	13979	9138	7941.3	6240.5	5544.3	3801.4	2693.5	383.34	109.01	31.698
24	15.5	12501	8361.2	7302.5	5840.5	5230.6	3578.3	2484.1	324.75	90.263	25.966
25	16	11080	7395.2	6434.1	5121.2	4601.7	3198.6	2246	301.85	84.627	24.365
26	17	10898	7497.6	6553.9	5246.4	4725.1	3298.8	2324.7	314.1	88.009	25.212
27	17.5	11094	7164.5	6207	4917.3	4364.2	2788.2	1750	175.91	47.232	13.139
28	18	12098	6947.4	5874	4518.9	3965.6	2460.6	1519.2	158.64	43.472	11.999
29	19	9529	6171.6	5321.6	4198.3	3759	2461.7	1579.4	168.15	45.522	12.499
30	19.5	9475.9	6132.9	5292.1	4198.4	3764.7	2583	1789.1	232.98	64.962	18.426
31	20	16600	10112	8454.9	6303	5515.3	3976.1	3203.1	1274.4	526.63	504.49
32	21	15706	9269.6	7733.7	5781	5070.9	3638.6	2982.8	1186.5	506.07	353.5
33	21.5	14056	8623.8	7258	5565	4937.9	3617.3	2968.5	1162.8	488	350.84
34	22	14783	9178.3	7757.2	5955	5345.2	4234.9	4130.3	-1281.3	-222.21	-43.614

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
35	23	13797	8747.1	7374.7	5885	5285.9	4380	4759.5	-636.87	-131.36	-27.554
36	23.5	13376	8768.7	7566.6	5995.1	5413.1	3748.2	2517.7	285	77.058	21.502
37	24	14190	8879.6	7602.2	5988.2	5339.4	3567.1	2361.3	267.94	73.408	20.594
38	25	16487	10886	9494.9	7615.4	6824.5	4609.8	3020.6	339.5	92.745	26.175
39	25.5	11823	8088	7097.6	5723.4	5161.7	3466.8	2229.2	225.55	60.733	16.718
40	26	11224	7735.4	6762.4	5462.7	4976.6	4239.8	5098.8	-420.64	-90.721	-19.734
41	27	10471	7356	6481.6	5289.6	4849.5	4229.2	5247	-394.29	-85.354	-18.894
42	27.5	11085	7305	6349.3	5051.4	4560.7	4094.2	7235.3	-198.94	-45.401	-10.308
43	28	11334	7771.8	6850.9	5534.3	5008.6	4460.8	7377.8	-239.9	-53.786	-12.168
44	29	10668	7453	6571	5332	4842.3	4282.8	6680.6	-242.19	-54.297	-12.219
45	29.5	10645	7539.6	6663.7	5449.5	4969.1	4203.1	5099.4	-375.7	-80.533	-17.444
46	30	27176	17547	15670	11357	9881.8	6835.1	5180.2	1323.8	390.71	89.269
47	31	21840	14174	12046	8943.8	7871.8	6274.4	7196.4	-667.94	-142.14	-30.256
48	32	20366	12570	10329	7611.9	6640.3	5210.2	5752.9	-606.12	-127.88	-27.087
49	33	19499	12404	10531	8027.2	7098.7	5686.2	6478.4	-618.11	-131.8	-27.888
50	33.5	15297	10490	9094.1	7172.8	6470.5	5439.4	6665.1	-505.18	-110.39	-23.744
51	34	14378	10061	8830.9	7042.2	6315.2	4101	2580.7	254.84	67.865	18.813
52	35	17633	11260	9732.4	7645.5	6768.5	4329.4	2698.1	267.39	71.727	19.893
53	35.5	15122	8815.7	7465.4	5814.9	5140.4	3136	1938.8	185.2	49.311	13.36
54	36	10166	6315.3	5382.4	4187.5	3721.6	2397.9	1510.1	150.04	39.946	10.798
55	37	15455	9176.2	7792.8	6212.7	5489.6	3463.8	2172.8	222.68	60.013	16.516
56	37.5	13958	8821.5	7569.8	5956.4	5318.3	3803.4	2932.8	668.28	214.03	85.675
57	38	9120.3	5861.4	28.421	4134.8	3691.2	2456.2	1699.6	252.58	73.407	23.29
58	39	11805	7341.4	6314.9	5050.1	4545.4	3244.2	2403.6	426.85	127.88	43.855
59	39.5	9656.8	6123.7	5268	4134.8	3597.8	2397.4	1704.9	240.28	77.597	22.124
60	40	10605	6466.9	6113.2	5051.3	4547.2	3279.3	2499.1	521.91	163.3	58.529
61	41	35070	17119	13515	9467.2	8110.1	5471.9	4239.5	1034.4	338.13	138.16
62	41.5	26326	15333	12695	9237.7	8008.3	5598.5	4391.9	1119.7	369.31	165.53
63	42	18213	11029	9134.4	6682.3	5880.6	4201.2	3310.2	860.98	286.24	135.96
64	43	21924	13436	11175	8246.1	7196.8	5041.9	3875.8	863	276.51	113.52
65	43.5	17936	11009	9166.3	6882.5	6050.4	4323.2	3329	711.22	220.91	88.789
66	44	15039	9472.9	8022.9	5985.6	5265	4309.2	5408.5	-360.06	-79.574	-17.306
67	45	15880	10135	8713.7	6682.8	5903	4804.5	5867.8	-424.68	-92.834	-19.882
68	45.5	13966	9270.6	8021	6248.2	5591.3	4742.3	6407.3	-344.16	-76.835	-16.766
69	46	13964	9402.3	8160.4	6347.7	5619.8	4442.2	5019	-481.87	-102.18	-21.377
70	47	13263	8781.8	7596	5844.9	5174.5	4092.7	4567.2	-457.75	-96.649	-20.186

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
71	47.5	12554	8548.5	7444	5771.4	5138.2	4657.5	10926	-182.65	-42.467	-9.7007
72	48	12804	8334.3	7210.2	5560.9	4916.7	4557.5	13675	-158.24	-36.805	-8.4681
73	49	12631	8343.4	7254.9	5642.4	5040.7	4664.9	12997	-165.89	-38.64	-8.8771
74	49.5	11283	7434.6	6427.3	4953.5	4434	4496.1	-12054	-97.302	-23.181	-5.4124
75	50	11360	7520.2	6484.8	5032.5	4520.7	4850	-23964	-99.273	-23.602	-5.5289
76	51	22455	11681	9569.9	6633.5	5648.1	3727.8	2889.3	729.12	242.82	99.331
77	51.5	20723	11911	9605	6424.7	5353.9	3127.9	1904.5	181.54	48.1	13.057
78	52	22586	13057	10688	7421.3	6312.7	3711.2	2199.8	193.41	50.798	13.722
79	53	18723	11344	9347.4	6499.7	5536	3205.3	1829.3	144.23	37.719	10.139
80	53.5	15833	9607	7833.8	5414.8	4579.3	2559.7	1385.4	103.93	26.929	7.1709
81	54	15275	9145.2	7454.3	5109.2	4419.8	3882	7946.1	-168.17	-38.822	-8.9609
82	55	19521	11571	9240.2	6474.6	5630.8	4682.5	6566.5	-310.63	-69.922	-15.421
83	55.5	17580	11148	9286.2	6632.9	5733.7	4651.4	6394.9	-305.82	-67.434	-14.937
84	56	15603	9629.2	8021.4	5788.5	5035.4	4338.6	8024	-202.46	-46.678	-10.569
85	57	13373	8535.4	7211.3	5324.4	4680	4398	15819	-141.84	-33.321	-7.6622
86	57.5	13288	8582.7	7223.5	5186.4	4470.4	3773.1	6812.1	-169.33	-38.777	-8.7371
87	58	12474	7962.9	6627.4	4803.7	4165.6	3678.6	8822.6	-137.45	-31.765	-7.2521
88	59	11752	7846.2	6704.9	5004.6	4436.8	4268.4	16971	-132.25	-30.961	-7.0321
89	59.5	14087	8917.4	7547.5	5591.1	4908.1	4592.8	16178	-149.17	-34.76	-7.9253
90	60	12539	8329.4	7125.8	5386	4779	4739.1	339.26	-110.69	-26.473	-6.1561
91	61	25280	13237	10656	7378.1	6283.4	4179.4	3117.7	585.96	175.53	61.215
92	61.5	20325	11695	9526	6782.1	5860.8	4710.9	5853.1	-408.65	-89.666	-19.239
93	62	17486	10324	8512.6	6127.1	5344.7	4453.5	5997.4	-323.11	-72.194	-15.682
94	63	15784	9552.5	7951.4	5883.6	5188.7	4501	6723.3	-281.21	-63.684	-14.053
95	63.5	13200	8300.2	6988.9	5275.7	4708.5	4281.8	7881.1	-205.33	-47.014	-10.539
96	64	13366	8081.8	6703.8	4803.7	4177.1	3606.5	6297.9	-178.49	-41.079	-9.3274
97	65	12827	7852.9	6477.1	4778.6	4225.3	4077	16371	-129.86	-30.452	-7.0365
98	65.5	13337	8346.6	7030.4	5260	4677.6	4417.3	12801	-159.52	-37.171	-8.4829
99	66	13181	7878.9	6522.2	4682.8	4122.9	3708.5	7026.1	-179.21	-41.406	-9.4389
100	67	12232	7520.6	6317.7	4651.6	4122.9	4111.9	28827	-116.83	-27.214	-6.247
101	67.5	14189	9007	7531.8	5481.4	4645.7	2077	883.93	49.137	12.417	3.2251
102	68	12521	8382.9	7184.5	5401.7	4654	1951.1	774.99	40.408	10.184	2.6323
103	68.5	10622	6749.7	5676.8	4120.2	3416.5	1095	380.29	17.975	4.511	1.1573
104	69	10478	6885.8	5852	4200.7	3421.3	943.81	308.34	14.24	3.583	0.91654
105	69.5	11091	7277.8	6198.7	4479.9	3645.2	976.55	316.16	14.511	3.6344	0.93167
106	70	24339	11676	9105.3	5883.6	4872.2	2778.4	1649.9	151.23	39.874	11.221

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
107	71	19769	11238	9046.5	6028.4	5088.1	2860.2	1588.8	125.3	32.865	9.0868
108	71.5	21317	12011	9631.5	6499.3	5474.3	3064.6	1656.3	124.66	32.287	8.8469
109	72	18894	11156	9096.5	6245.6	5283.7	2776.4	1385.8	92.45	23.866	6.4466
110	73	16565	10081	8273.5	5544.7	4655.9	2354.9	1125.4	72.864	18.607	4.9718
111	73.5	20024	11754	9518.4	6187.8	4979.9	2087.4	866.81	48.074	12.132	3.1772
112	74	19897	11967	9755.9	6543.9	5401.5	2196.5	882.81	46.851	11.798	3.0903
113	75	19140	11001	8871.8	5932.3	4869.5	1776.3	662.61	33.602	8.4518	2.2036
114	75.5	19342	11189	8922.4	5850.4	4749.8	1757.1	657.14	33.28	8.3573	2.1755
115	76	16786	10071	8184.9	5535.6	4530.8	1597.7	591.51	30.15	7.5954	1.98
116	77	15940	10271	8570.7	5929.2	4727.9	1064.5	324.27	14.295	3.5737	0.91255
117	77.5	15272	9357.4	7706.9	5200.5	3979.8	730.85	210.22	8.9835	2.2365	0.57243
118	78	17318	10163	8183.7	5357.8	4059.2	755.27	217.14	9.2269	2.2913	0.58098
119	79	16842	10428	8570.8	5701.9	4305.9	758.03	216.05	9.1703	2.2871	0.58299
120	79.5	13785	8711.2	7244.3	4827.1	3579.6	567.23	158.33	6.6815	1.669	0.42589
121	80	28917	12446	9819.6	6629.4	5624.7	3664.1	2573.1	425.46	122.07	52.018
122	81	19016	9998.5	7902.3	5278.1	4449.9	3039.2	2324.2	518.66	162.21	128.84
123	81.5	17620	10151	8210.8	5643.3	4828.9	3271.1	2350.2	421.51	129.1	71.998
124	82	15248	9087.8	7432	5128.8	4417.6	3295.1	2838.9	-2518.1	-301.84	-31.721
125	83	14826	9069.8	7430.2	5127.9	4434.9	3051.8	2235	489.46	155.06	385.64
126	83.5	15416	9487	7764.8	5020.9	3758.1	636.62	181.76	7.7388	1.9352	0.49638
127	84	15689	8757.3	6948.9	4349.7	3185.9	529.99	150.52	6.3367	1.5808	0.40763
128	85	16881	9873.6	7858	5029.7	3760.9	661.91	191.32	8.2053	2.0564	0.52955
129	85.5	11561	6898.3	5558.1	3405.6	2363.7	309.09	84.912	3.56	0.89742	0.23679
130	86	12261	7528.1	6133.5	3817.2	2613.3	311.37	83.589	3.4514	0.86711	0.22781
131	87	12411	7299.1	5812.7	3556.9	2485.7	311.74	84.59	3.4975	0.88108	0.22995
132	87.5	10454	5673.4	4407.2	2619.7	1827.7	248.44	67.579	2.7949	0.69928	0.18332
133	88	8563.9	4730	3679.3	2186	1520.8	203.43	55.162	2.3048	0.57684	0.15167
134	89	8560.3	5087.8	4045.4	2444.2	1611.3	172.95	45.459	1.8559	0.46769	0.12479
135	89.5	7727.3	4854	4081.2	2460.2	1502.5	131.62	33.997	1.4119	0.35788	0.09731
136	90	12397	7124	5782.5	3996.5	3829.1	-1918	-309.88	-10.722	-2.6475	-0.65395
137	91	12972	6193.2	4688.1	2851.7	2492.7	-10911	-473.44	-13.916	-3.4033	-0.82972
138	91.5	10587	5013.9	3723.6	2281.4	2035.7	564.06	199.8	9.8158	2.4646	0.63321
139	92	11308	5337	3823.9	1962	1470	377.85	123.88	5.6869	1.4291	0.36664
140	93	10056	4427.1	3161.8	1668.5	1227.1	252.01	76.07	3.3243	0.8318	0.21551
141	93.5	9495.9	4215	2980.9	1584.3	1324.9	-1517.6	-151.58	-4.7074	-1.1533	-0.2907
142	94	9165.7	4251.3	3089.3	1706.4	1507.2	-596.71	-96.99	-3.3221	-0.81933	-0.20825

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
143	95	8664.8	4282.4	3070.4	1743.6	1614.9	-383.38	-71.618	-2.4791	-0.61408	-0.15567
144	95.5	9242.4	4502.5	3292.5	2003.4	2077.9	-261.07	-54.845	-1.9873	-0.49636	-0.12862
145	96	9935.2	5049.7	3646.1	2252.6	2451.5	-233.76	-50.364	-1.8381	-0.45654	-0.11895
146	97	6322.7	2996.9	2052.3	978.43	737.21	479.63	603.44	-20.547	-4.4287	-1.0394
147	97.5	9210.5	4555.8	3322.9	2489.2	9214.7	-75.931	-17.904	-0.69213	-0.17651	-0.04886
148	98	6639.6	3045.8	2252.8	883.7	456.47	34.304	8.8646	0.36875	0.09749	0.03016
149	99	5729.4	2696.4	1873.3	806.95	685.1	-506.97	-89.001	-2.6355	-0.48052	-0.20781
150	99.5	3184.6	1826.6	954.95	626.4	1585.8	-26.07	-6.6206	-0.26938	-0.06401	-0.01821

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.4 ข้อมูลการวัดค่าตัวแปร D ทางไฟฟ้า

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
1	0.5	3.651	4.768	7.158	25.18	44.05	157.3	271.7	677.7	678.9	334.6
2	1	1.851	4.581	6.871	25.02	44.73	170	286.6	760.1	802.5	382.3
3	1.5	3.483	4.458	6.948	26.09	46.74	175.1	290.7	656.7	600.9	289.4
4	2	1.672	4.299	6.605	24.56	44.42	171.3	287	683.5	665.9	327.9
5	3	1.634	3.762	6.354	25	45.78	180.1	299.8	741.5	708.7	344.7
6	3.5	1.668	4.035	7.334	28.42	51.18	181	263.6	220.3	220.3	63.29
7	4	1.674	4.174	7.618	29.93	54.38	54.38	277.2	219.3	126.3	62.36
8	5	2.236	5.007	8.514	33.59	60.36	204.2	375.9	831.1	866.9	-4613
9	5.5	1.77	4.233	7.304	29.4	53.72	206.9	347.9	812.2	828.8	-9203
10	6	2.555	4.591	7.733	30.36	54.45	199.5	329.6	745.5	776.4	1541
11	7	1.761	4.17	7.168	28.72	52.38	206.1	382.1	-1565	-382	-128.7
12	7.5	1.959	4.754	8.272	33.71	61.94	246.4	455.1	-1466	-380.9	-127.7
13	8	2.84	5.563	9.305	35.52	63.73	228.6	361.8	557.3	435.5	539.7
14	9	2.247	4.906	8.277	32.33	58.5	217	356.9	670	579.6	1020
15	9.5	1.969	4.106	6.745	25.54	46.1	174.8	295	738.2	897.9	-2856
16	10	2.606	5.267	8.209	27.72	47.35	162.2	263.4	642.9	668.4	355.8
17	11	3.928	5.779	9.064	31.19	53.86	189.7	311.1	763.4	817.2	409.6
18	11.5	2.135	5.561	9.293	32.54	56.6	200.6	325.8	720.1	650.1	309.3
19	12	2.059	5.273	8.903	33.65	59.5	213.8	344.4	539.5	405.2	400.2
20	13	2.066	4.998	8.585	32.84	58.29	212.7	346.7	588.3	452	520.1
21	13.5	1.777	4.493	7.834	30.92	55.52	193	274.9	201.4	118.3	70.38
22	14	1.847	4.648	8.003	31.18	56.03	194.9	278.2	192.9	108.6	62.41
23	15	2.182	4.846	8.271	32.02	56.99	196	279.6	200	113.9	66.33
24	15.5	2.097	4.941	8.496	33.54	60.51	207.9	290	190.4	106.3	61
25	16	1.946	4.626	7.902	30.95	55.71	193.7	272.9	183.8	103.8	59.42
26	17	1.807	4.387	7.542	29.72	53.77	188.3	266.6	181.7	102.7	58.63
27	17.5	2.564	5.907	10.11	39.74	70.91	227.5	287.6	145.9	78.19	43.46
28	18	2.999	5.748	9.656	37	65.4	203.8	253.9	133.5	73.57	40.64
29	19	2.266	5.342	9.124	35.72	64.22	211.7	273.6	146.6	79.54	44.11
30	19.5	1.912	4.375	7.434	29.05	52.44	181	252.1	165	92.62	52.31
31	20	2.294	4.781	7.822	28.57	50.22	181.2	294.5	587.4	484.9	979.9
32	21	2.458	4.809	7.818	28.54	50.16	180.2	296.7	591.4	503.9	696.6
33	21.5	2.279	4.783	7.863	29.52	52.53	192.9	318.8	626.3	536.7	747.6
34	22	2.246	4.799	7.878	29.54	53.18	211.1	414	-642.4	-225.2	-88.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
35	23	2.022	5.321	8.87	34.77	62.81	261	569.9	-384.7	-159.1	-66.86
36	23.5	2.315	5.362	9.064	35.35	64.11	222.9	301.1	171.3	93.38	52.23
37	24	2.609	5.681	9.569	37.18	66.55	223.3	297.2	169.6	93.26	52.31
38	25	2.48	5.765	9.904	39.35	70.96	241	320.4	181.2	99.67	56.37
39	25.5	2.247	5.544	9.593	38.26	69.33	234.1	303	154.3	83.16	45.93
40	26	2.171	5.415	9.352	37.46	68.7	294.4	713.7	-295.9	-128.1	-55.65
41	27	2.047	5.231	9.074	36.6	67.35	294.5	734.1	-277.6	-121.1	-53.07
42	27.5	2.919	6.99	12.05	47.77	86.67	390.4	1387	-191.1	-87.77	-39.73
43	28	2.692	6.802	11.9	47.93	87.38	391.1	1303	-214	-96.71	-43.62
44	29	2.562	6.618	11.58	46.73	85.43	380.7	1195	-219.8	-98.65	-44.67
45	29.5	2.173	5.543	9.693	39.38	72.37	308	753.3	-279.9	-121	-52.54
46	30	3.368	8.125	14.04	50.04	87.82	303.9	462.1	589.9	340.7	154.8
47	31	3.501	8.523	13.88	51	89.87	359.2	828.1	-386.1	-165.4	-70.16
48	32	3.438	7.554	12.34	45.02	78.7	309.5	689.2	-362.6	-154.4	-65.75
49	33	3.213	7.389	12.39	46.71	82.99	333.5	763.8	-366.4	-157.1	-66.66
50	33.5	2.717	6.827	11.7	45.72	82.75	348.6	857.8	-321.3	-142.9	-61.78
51	34	2.595	6.604	11.42	44.94	80.65	262.4	331	163.5	87.79	48.49
52	35	3.046	6.997	11.97	46.79	83.42	267.9	336.3	167.5	90.2	50.02
53	35.5	3.401	6.478	10.88	42.13	75.15	235.2	293.2	140.9	75.34	40.9
54	36	2.535	5.534	9.279	35.62	63.73	206	260.6	130.4	69.72	37.81
55	37	3.16	6.371	10.65	41.25	73.16	231.5	291.8	150.3	81.31	44.7
56	37.5	2.973	6.615	11.18	43.6	78.28	281	435.5	498.1	321.3	254
57	38	3.307	7.818	13.68	52.68	94.27	316.8	440.6	311.4	189.8	120.8
58	39	3.15	6.93	11.85	47.24	85.73	308.1	460.5	414.8	249.2	173.1
59	39.5	3.331	7.767	13.29	52.15	92.19	310.8	442.4	313.6	179.4	114.8
60	40	2.841	6.129	11.04	44.5	80.45	291.8	447.5	473.1	295.3	215.8
61	41	5.352	9.333	14.61	50.66	87.44	296.9	462.7	569.1	373.4	306.1
62	41.5	4.176	8.855	14.43	51.92	90.62	318.3	503.2	648	428	383.3
63	42	3.824	8.536	13.94	50.63	89.16	320.3	507.7	663.4	475.8	419.9
64	43	3.914	8.812	14.52	53.02	92.83	325.8	503.2	564.8	364.6	298.1
65	43.5	3.886	8.868	14.62	54.38	96.29	345.5	535.6	575.9	361	289.6
66	44	3.473	8.208	13.75	50.96	89.92	370.1	934.2	-313.1	-138.4	-60.47
67	45	3.548	8.353	14.24	54.29	96.48	395	971.2	-353.5	-155.5	-66.73
68	45.5	3.319	8.217	14.07	54.35	97.51	414.5	1124	-303.2	-135.6	-59.19
69	46	3.259	8.233	14.18	54.77	97.45	386.6	878.4	-425.1	-180.2	-75.6
70	47	3.207	7.889	13.48	51.44	91.52	363.8	816.1	-410.9	-174	-72.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
71	47.5	3.506	9.042	15.6	59.95	107.3	487.3	2295	-192.4	-89.65	-40.95
72	48	3.874	9.371	16.06	61.57	109.4	508.2	3070	-178.3	-83.42	-38.33
73	49	3.868	9.435	16.15	62.3	111.5	517.4	2907	-186.5	-87.08	-39.83
74	49.5	3.855	9.791	16.78	64.35	116	591.9	-3440	-136.1	-64.9	-30.33
75	50	3.927	9.872	16.89	65.16	117.6	632.9	-6300	-134.3	-63.22	-29.59
76	51	4.737	8.692	14.09	48.39	82.67	273.4	425.3	537	359.3	295.4
77	51.5	4.397	9.282	14.78	48.93	82.24	241.2	296.4	142.2	75.72	41.27
78	52	4.364	9.579	15.53	53.44	91.44	270.4	322.4	142.8	75.33	40.81
79	53	4.383	9.988	16.22	55.8	95.33	276.5	317.2	127.4	66.81	35.95
80	53.5	4.403	10.1	16.34	56.19	96.25	269.9	293.1	110.3	57.42	30.54
81	54	4.619	10.49	16.9	57.6	99.93	440.4	1811	-192.9	-89.35	-40.91
82	55	4.66	10.23	16.38	57.16	99.63	415.9	1172	-279.4	-125.9	-55.61
83	55.5	4.276	10.11	16.71	59.27	103.3	422.1	1170	-281.4	-126	-55.43
84	56	4.613	10.49	17.3	61.76	107.8	465.6	1729	-218.6	-101.7	-45.9
85	57	4.386	10.66	17.89	65.6	115.8	545.7	3949	-178.4	-83.95	-38.63
86	57.5	4.42	10.94	18.31	65.44	113.7	483.9	1761	-219.9	-101	-45.45
87	58	4.618	11.27	18.7	67.52	117.6	521.6	2514	-197.7	-91.88	-41.88
88	59	4.381	11.42	19.46	72.32	128.8	621.4	4966	-193.9	-91.1	-41.44
89	59.5	5.288	12.38	20.8	76.61	135	636	4503	-209.2	-97.76	-44.55
90	60	4.932	12.5	21.28	80.15	142.9	712	132.4	-170.8	-82.12	-38.02
91	61	5.281	9.893	15.83	54.52	93.37	311.8	468.6	443.2	267.9	186.6
92	61.5	4.829	10.21	16.45	58.07	101	407.9	1020	-359.2	-158.5	-67.98
93	62	4.574	9.79	15.93	56.89	99.71	417.5	1133	-307.3	-137.7	-60.14
94	63	4.309	9.621	15.81	57.91	102.7	447.3	1345	-283.3	-128.9	-57.03
95	63.5	4.162	9.777	16.25	60.73	108.7	496.2	1834	-239.9	-110.7	-49.66
96	64	4.228	9.445	15.48	54.92	96.01	415.4	1457	-208.6	-96.1	-43.57
97	65	4.38	10.01	16.59	60.75	108	524.3	4242	-169.3	-79.79	-36.87
98	65.5	4.279	10	16.65	61.78	110.6	524.6	3067	-192.3	-90.11	-41.19
99	66	4.024	8.706	14.2	50.46	89.33	404.4	1544	-198.6	-92.23	-42.18
100	67	4.655	10.62	17.7	64.8	115.5	579.6	8190	-167.7	-78.72	-36.18
101	67.5	5.577	13.57	22.65	82.16	140.3	315.6	270.4	75.8	38.47	19.98
102	68	5.402	14.05	24.04	90.21	156.5	330.1	263.6	69.33	35.07	18.14
103	68.5	7.064	17.2	28.99	105.4	175.9	284	198.1	47.18	23.75	12.14
104	69	7.985	20.32	34.41	123.6	202.9	281.4	184.9	42.89	21.61	11.01
105	69.5	8.322	20.8	35.23	127.2	208	279.9	182.4	42.14	21.18	10.79
106	70	9.621	17	26.27	84.23	140.1	400.5	478.2	220.9	117.3	66.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
107	71	7.865	17.12	27.43	91.05	154.2	435.1	484.9	191.9	101	55.83
108	71.5	8.398	17.86	28.59	96.27	163.3	460	502.4	191.3	99.5	54.64
109	72	8.362	19.04	30.93	106	180.3	477	480.1	161.7	83.45	45.25
110	73	8.238	19.84	32.52	109.6	185.4	472.2	454.8	148	76.14	40.85
111	73.5	10.66	24.75	40.22	131.2	213.3	450.4	377.7	105.7	53.7	28.18
112	74	10.9	25.58	41.58	139.3	231.6	473.7	383.8	103.3	52.35	27.42
113	75	13.17	29.19	47.11	157.8	260.9	478.9	359.7	91.79	46.45	24.26
114	75.5	12.91	28.68	45.77	150.5	246.4	459.4	346.9	88.72	44.88	23.41
115	76	11.89	27.86	45.39	153.8	253.4	450	335.5	86.02	43.75	22.67
116	77	10.69	27.55	45.84	158.5	254.1	287.8	176.2	39.05	19.57	9.941
117	77.5	12.97	31.68	52.38	177.6	274.1	253.7	147.2	11.23	15.85	8.023
118	78	14.83	33.44	54.16	178.3	273.5	257.3	149.6	32.16	16.04	8.087
119	79	13.92	34.4	56.69	189.2	288.2	255.9	147.2	31.5	15.75	7.945
120	79.5	13.49	34.53	57.43	192.2	287.4	229.3	128.8	27.35	13.65	6.885
121	80	15.58	24.06	37.5	125.7	213.2	695.4	979.7	816.1	478.7	406.3
122	81	11.17	22.29	35	116.5	197.9	679.8	1046	1179	740.5	1125
123	81.5	10.12	22.28	35.89	123.3	212.7	726	1054	962.5	595	910.8
124	82	10.68	24.67	39.95	137.3	238.1	893.3	1550	-7491	-1649	-348.7
125	83	11.53	28.02	45.66	157.3	273	942.9	1388	1520	989.2	4410
126	83.5	11.97	29.45	47.91	154.7	232.1	197.6	113.4	24.23	12.11	6.106
127	84	13.88	29.73	46.91	146.3	216	180.6	103.2	21.88	10.92	5.493
128	85	12.73	29.13	46.11	147.1	221	195.1	113.2	24.31	12.14	6.135
129	85.5	13.35	31.79	50.99	155.8	216.5	141.9	78.21	16.38	8.199	4.144
130	86	14.02	34.49	56.08	174.5	240	143.8	77.62	16.08	8.019	4.033
131	87	16.41	38.21	60.88	186.1	259.6	163.6	89.08	18.49	9.24	4.663
132	87.5	15.91	33.62	52.09	154.8	217.4	148.3	81.37	16.96	8.441	4.252
133	88	14.48	31.01	48.05	142.4	199.1	134	73.31	15.41	7.64	3.847
134	89	15.5	36.34	57.58	173.9	230.7	124.5	66.08	13.56	6.755	3.389
135	89.5	15.89	40.03	67.17	203	249	109.8	57.12	11.86	5.914	2.968
136	90	13.84	33.43	51.79	178.7	344.1	-865.2	-280.8	-48.72	-24.2	-11.89
137	91	15.17	27.76	41.71	125.9	220.7	-4897	-422.5	-62.3	-30.61	-14.92
138	91.5	14.8	27.15	39.95	121.3	216.7	307.1	217.9	53.63	27.05	13.79
139	92	12.52	23.26	32.99	83.9	126	162.7	107.3	24.77	12.45	6.289
140	93	14.95	25.58	36.28	95.18	140.7	145.3	88.34	19.42	9.69	4.879
141	93.5	15.12	26.35	36.96	97.39	163.2	-936.5	-187.5	-29.21	-14.36	-7.114
142	94	16.83	31.05	44.96	123.7	219.5	-435.6	-142.4	-24.48	-12.07	-5.987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
143	95	18.46	36.5	52.56	148.1	275.9	-325.8	-123.2	-21.34	-10.57	-5.226
144	95.5	20.91	40.95	60.09	182.2	379.4	-240.2	-101.2	-18.35	-9.129	-4.551
145	96	24.1	49.71	70.55	221.3	486.1	-232.3	-100.9	-18.43	-9.116	-4.576
146	97	21.08	39.13	54.26	125.5	189.6	629.5	1370	-267.4	-117.1	-54.38
147	97.5	34.58	68.34	100.5	372.5	2728	-114.6	-54.23	-10.44	-5.196	-2.593
148	98	30.86	56.83	79.91	164.7	170.6	64.46	33.46	6.867	3.429	1.716
149	99	60.81	111.8	150.4	333.2	566.4	-2213	-688.6	-106.6	-42.98	-27.13
150	99.5	65.03	149.1	138.5	505.1	2747	-228.2	-109.4	-22.37	-10.62	-6.004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.5 ข้อมูลการวัดค่าตัวแปร L (H) ทางไฟฟ้า

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
1	0.5	-5.260	-0.849	-14.112	-0.015	-0.0044	-0.00023	-6.9E-05	-5.5E-06	-2.8E-06	-2.8E-06
2	1	-11.886	-0.916	-0.296	-0.016	-0.0045	-0.00023	-7E-05	-5.3E-06	-2.5E-06	-2.7E-06
3	1.5	-5.224	-0.793	-0.247	-0.013	-0.0036	-0.00019	-5.8E-05	-5.1E-06	-2.9E-06	-2.9E-06
4	2	-12.576	-0.939	-0.299	-0.016	-0.0043	-0.00023	-6.8E-05	-5.7E-06	-2.9E-06	-3E-06
5	3	-14.759	-1.263	-0.362	-0.018	-0.0050	-0.00025	-7.5E-05	-6.1E-06	-3.2E-06	-3.3E-06
6	3.5	-13.644	-1.133	-0.303	-0.015	-0.0043	-0.00024	-8.4E-05	-2E-05	-1.7E-05	-1.8E-05
7	4	-13.123	-1.069	-0.286	-0.014	-0.0040	-0.00022	-7.8E-05	-2E-05	-1.7E-05	-1.8E-05
8	5	-13.302	-1.182	-0.340	-0.017	-0.0048	-0.00026	-8E-05	-7.3E-06	-3.5E-06	3.4E-07
9	5.5	-14.489	-1.214	-0.342	-0.017	-0.0046	-0.00024	-7.1E-05	-6.1E-06	-3E-06	4E-08
10	6	-11.255	-1.063	-0.308	-0.015	-0.0043	-0.00024	-7.2E-05	-6.3E-06	-3.1E-06	-7.5E-07
11	7	-16.048	-1.372	-0.389	-0.019	-0.0052	-0.00027	-7.2E-05	3.52E-06	7.29E-06	1.08E-05
12	7.5	-15.538	-1.302	-0.367	-0.018	-0.0049	-0.00025	-6.7E-05	4.37E-06	8.08E-06	1.21E-05
13	8	-15.243	-1.465	-0.429	-0.022	-0.0062	-0.00034	-0.00011	-1.4E-05	-8.8E-06	-3.8E-06
14	9	-16.407	-1.508	-0.439	-0.022	-0.0062	-0.00033	-0.0001	-1.1E-05	-6.4E-06	-1.9E-06
15	9.5	-15.976	-1.511	-0.446	-0.023	-0.0065	-0.00034	-0.0001	-8.3E-06	-3.7E-06	5.7E-07
16	10	-9.324	-0.823	-0.258	-0.015	-0.0044	-0.00026	-8.1E-05	-6.6E-06	-3.2E-06	-3.1E-06
17	11	-4.423	-0.605	-0.188	-0.011	-0.0031	-0.00018	-5.4E-05	-4.4E-06	-2.1E-06	-2.1E-06
18	11.5	-9.811	-0.755	-0.239	-0.013	-0.0038	-0.00021	-6.6E-05	-6E-06	-3.3E-06	-3.5E-06
19	12	-12.488	-1.009	-0.297	-0.015	-0.0044	-0.00024	-7.5E-05	-9.7E-06	-6.5E-06	-3.2E-06
20	13	-12.699	-1.064	-0.302	-0.016	-0.0044	-0.00024	-7.4E-05	-8.9E-06	-5.7E-06	-2.5E-06
21	13.5	-13.461	-1.084	-0.303	-0.015	-0.0042	-0.00024	-8.6E-05	-2.3E-05	-2E-05	-1.7E-05
22	14	-15.916	-1.314	-0.372	-0.019	-0.0053	-0.00030	-0.00011	-3.1E-05	-2.8E-05	-2.4E-05
23	15	-12.983	-1.125	-0.321	-0.016	-0.0046	-0.00027	-9.4E-05	-2.6E-05	-2.3E-05	-2E-05
24	15.5	-14.298	-1.228	-0.349	-0.017	-0.0049	-0.00028	-0.0001	-3.1E-05	-2.8E-05	-2.4E-05
25	16	-16.040	-1.387	-0.396	-0.020	-0.0055	-0.00032	-0.00011	-3.4E-05	-3E-05	-2.6E-05
26	17	-16.230	-1.368	-0.388	-0.019	-0.0054	-0.00031	-0.00011	-3.2E-05	-2.9E-05	-2.5E-05
27	17.5	-16.207	-1.436	-0.411	-0.021	-0.0058	-0.00036	-0.00015	-5.8E-05	-5.4E-05	-4.9E-05
28	18	-15.281	-1.485	-0.436	-0.023	-0.0064	-0.00041	-0.00017	-6.4E-05	-5.8E-05	-5.3E-05
29	19	-18.560	-1.665	-0.479	-0.024	-0.0068	-0.00041	-0.00016	-6E-05	-5.6E-05	-5.1E-05
30	19.5	-18.706	-1.673	-0.481	-0.024	-0.0068	-0.00039	-0.00014	-4.4E-05	-3.9E-05	-3.4E-05
31	20	-10.684	-1.012	-0.301	-0.016	-0.0046	-0.00026	-7.9E-05	-8E-06	-4.8E-06	-1.2E-06
32	21	-11.424	-1.108	-0.330	-0.018	-0.0050	-0.00028	-8.5E-05	-8.6E-06	-5.1E-06	-1.7E-06
33	21.5	-12.699	-1.190	-0.351	-0.018	-0.0052	-0.00028	-8.6E-05	-8.8E-06	-5.1E-06	-1.8E-06
34	22	-11.984	-1.115	-0.328	-0.017	-0.0048	-0.00024	-6.2E-05	7.93E-06	1.14E-05	1.46E-05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
35	23	-15.128	-1.188	-0.346	-0.017	-0.0048	-0.00023	-5.3E-05	1.59E-05	1.94E-05	2.29E-05
36	23.5	-13.226	-1.168	-0.336	-0.017	-0.0047	-0.00027	-0.0001	-3.6E-05	-3.3E-05	-2.9E-05
37	24	-12.744	-1.160	-0.336	-0.017	-0.0048	-0.00028	-0.00011	-3.8E-05	-3.5E-05	-3.1E-05
38	25	-10.838	-0.943	-0.269	-0.013	-0.0037	-0.00022	-8.4E-05	-3E-05	-2.7E-05	-2.4E-05
39	25.5	-14.992	-1.267	-0.359	-0.018	-0.0049	-0.00029	-0.00011	-4.5E-05	-4.2E-05	-3.8E-05
40	26	-15.755	-1.326	-0.377	-0.377	-0.0051	-0.00024	-5E-05	2.41E-05	0.000028	3.22E-05
41	27	-16.791	-1.391	-0.393	-0.019	-0.0052	-0.00024	-4.8E-05	2.58E-05	2.98E-05	3.35E-05
42	27.5	-16.195	-1.405	-0.402	-0.020	-0.0056	-0.00025	-3.5E-05	5.09E-05	5.59E-05	6.15E-05
43	28	-15.722	-1.319	-0.372	-0.018	-0.0051	-0.00023	-3.4E-05	4.23E-05	4.71E-05	5.21E-05
44	29	-16.605	-1.375	-0.388	-0.019	-0.0053	-0.00024	-3.8E-05	4.21E-05	4.64E-05	5.2E-05
45	29.5	-16.557	-1.356	-0.382	-0.019	-0.0051	-0.00024	-5E-05	2.7E-05	3.15E-05	3.64E-05
46	30	-6.486	-0.583	-0.162	-0.009	-0.0026	-0.00015	-4.9E-05	-8E-06	-6.5E-06	-7.1E-06
47	31	-8.121	-0.719	-0.212	-0.011	-0.0032	-0.00016	-3.5E-05	1.53E-05	1.78E-05	2.11E-05
48	32	-8.857	-0.821	-0.248	-0.013	-0.0038	-0.00020	-4.4E-05	1.68E-05	1.98E-05	2.35E-05
49	33	-9.195	-0.828	-0.243	-0.013	-0.0036	-0.00018	-3.9E-05	1.65E-05	1.92E-05	2.27E-05
50	33.5	-11.552	-0.975	-0.280	-0.014	-0.0039	-0.00019	-3.8E-05	2.01E-05	2.31E-05	2.67E-05
51	34	-12.281	-1.016	-0.288	-0.014	-0.0040	-0.00025	-9.8E-05	-4E-05	-3.7E-05	-3.4E-05
52	35	-10.240	-0.915	-0.263	-0.013	-0.0038	-0.00024	-9.4E-05	-3.8E-05	-3.5E-05	-3.2E-05
53	35.5	-12.326	-1.169	-0.343	-0.018	-0.0050	-0.00033	-0.00013	-5.5E-05	-5.1E-05	-4.7E-05
54	36	-17.688	-1.631	-0.474	-0.024	-0.0068	-0.00042	-0.00017	-6.8E-05	-6.3E-05	-5.9E-05
55	37	-11.853	-1.123	-0.322	-0.016	-0.0046	-0.00029	-0.00012	-4.6E-05	-4.2E-05	-3.8E-05
56	37.5	-12.766	-1.166	-0.337	-0.017	-0.0048	-0.00027	-8.7E-05	-1.5E-05	-1.2E-05	-7.5E-06
57	38	-18.547	-1.802	-0.490	-0.025	-0.0069	-0.00041	-0.00015	-4E-05	-3.5E-05	-2.9E-05
58	39	-15.263	-1.404	-0.404	-0.020	-0.0056	-0.00031	-0.00011	-2.4E-05	-2E-05	-1.4E-05
59	39.5	-18.548	-1.680	-0.486	-0.025	-0.0071	-0.00042	-0.00015	-4.2E-05	-3.5E-05	-2.9E-05
60	40	-16.773	-1.588	-0.405	-0.020	-0.0056	-0.00031	-0.0001	-2E-05	-1.6E-05	-1.1E-05
61	41	-5.207	-0.609	-0.189	-0.011	-0.0031	-0.00019	-6E-05	-9.8E-06	-7.5E-06	-4.6E-06
62	41.5	-6.819	-0.668	-0.201	-0.011	-0.0032	-0.00018	-5.8E-05	-9.1E-06	-6.9E-06	-3.9E-06
63	42	-9.772	-0.928	-0.279	-0.015	-0.0043	-0.00024	-7.7E-05	-1.2E-05	-8.9E-06	-4.6E-06
64	43	-8.166	-0.763	-0.229	-0.012	-0.0035	-0.00020	-6.6E-05	-1.2E-05	-9.1E-06	-5.6E-06
65	43.5	-9.934	-0.931	-0.278	-0.015	-0.0042	-0.00024	-7.6E-05	-1.4E-05	-1.1E-05	-7.1E-06
66	44	-11.844	-1.082	-0.319	-0.017	-0.0048	-0.00024	-4.7E-05	2.82E-05	3.2E-05	3.66E-05
67	45	-11.258	-1.012	-0.293	-0.015	-0.0043	-0.00021	-4.3E-05	2.39E-05	2.73E-05	3.18E-05
68	45.5	-12.701	-1.103	-0.317	-0.016	-0.0045	-0.00021	-4E-05	2.95E-05	3.3E-05	3.78E-05
69	46	-12.721	-1.089	-0.312	-0.016	-0.0045	-0.00023	-5.1E-05	2.1E-05	2.48E-05	2.97E-05
70	47	-13.383	-1.164	-0.335	-0.017	-0.0049	-0.00025	-5.5E-05	2.22E-05	2.63E-05	3.14E-05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
71	47.5	-14.056	-1.194	-0.342	-0.018	-0.0049	-0.00022	-2.3E-05	5.56E-05	5.99E-05	6.53E-05
72	48	-13.986	-1.227	-0.353	-0.018	-0.0052	-0.00022	-1.9E-05	6.41E-05	6.89E-05	7.49E-05
73	49	-14.130	-1.225	-0.351	-0.018	-0.0050	-0.00022	-2E-05	6.11E-05	6.58E-05	7.14E-05
74	49.5	-15.702	-1.372	-0.396	-0.021	-0.0057	-0.00023	1.44E-05	0.000104	0.000109	0.000117
75	50	-15.558	-1.358	-0.393	-0.020	-0.0056	-0.00021	1.05E-05	0.000102	0.000107	0.000115
76	51	-8.434	-0.874	-0.267	-0.015	-0.0045	-0.00027	-8.8E-05	-1.4E-05	-1E-05	-6.4E-06
77	51.5	-8.636	-0.859	-0.265	-0.016	-0.0048	-0.00032	-0.00013	-5.6E-05	-5.3E-05	-4.9E-05
78	52	-8.125	-0.786	-0.239	-0.014	-0.0040	-0.00027	-0.00012	-5.3E-05	-5E-05	-4.6E-05
79	53	-9.470	-0.900	-0.273	-0.016	-0.0046	-0.00032	-0.00014	-7E-05	-6.7E-05	-6.3E-05
80	53.5	-11.155	-1.065	-0.326	-0.019	-0.0056	-0.00040	-0.00018	-9.8E-05	-9.4E-05	-8.8E-05
81	54	-11.668	-1.119	-0.345	-0.020	-0.0058	-0.00026	-3.2E-05	6.03E-05	6.51E-05	7.09E-05
82	55	-9.220	-0.887	-0.278	-0.016	-0.0045	-0.00022	-3.9E-05	3.27E-05	3.63E-05	4.11E-05
83	55.5	-10.137	-0.919	-0.275	-0.015	-0.0044	-0.00022	-4E-05	3.32E-05	3.73E-05	4.27E-05
84	56	-11.497	-1.067	-0.318	-0.018	-0.0051	-0.00023	-3.2E-05	5.01E-05	5.43E-05	6E-05
85	57	-13.317	-1.199	-0.353	-0.019	-0.0054	-0.00023	-1.6E-05	7.15E-05	7.61E-05	8.27E-05
86	57.5	-13.340	-1.192	-0.353	-0.020	-0.0057	-0.00027	-3.7E-05	5.99E-05	6.53E-05	7.24E-05
87	58	-14.271	-1.291	-0.385	-0.021	-0.0061	-0.00028	-2.9E-05	7.38E-05	7.96E-05	8.74E-05
88	59	-15.006	-1.301	-0.379	-0.020	-0.0057	-0.00024	-1.5E-05	7.67E-05	8.2E-05	9E-05
89	59.5	-12.843	-1.152	-0.338	-0.018	-0.0052	-0.00022	-1.6E-05	6.82E-05	7.28E-05	7.99E-05
90	60	-14.193	-1.229	-0.358	-0.019	-0.0053	-0.00021	1.14E-05	9.14E-05	9.57E-05	0.000103
91	61	-7.200	-0.777	-0.240	-0.014	-0.0041	-0.00024	-8.2E-05	-1.7E-05	-1.5E-05	-1E-05
92	61.5	-8.873	-0.880	-0.268	-0.015	-0.0043	-0.00022	-4.3E-05	2.48E-05	2.83E-05	3.3E-05
93	62	-10.295	-0.995	-0.300	-0.017	-0.0048	-0.00023	-4.2E-05	3.14E-05	3.51E-05	4.05E-05
94	63	-11.358	-1.076	-0.321	-0.017	-0.0049	-0.00023	-3.8E-05	3.61E-05	3.98E-05	4.51E-05
95	63.5	-13.487	-1.235	-0.365	-0.019	-0.0054	-0.00024	-3.2E-05	4.94E-05	5.4E-05	6.02E-05
96	64	-13.382	-1.269	-0.380	-0.021	-0.0061	-0.00028	-4E-05	5.68E-05	6.17E-05	6.8E-05
97	65	-13.943	-1.307	-0.393	-0.021	-0.0060	-0.00025	-1.5E-05	7.81E-05	8.33E-05	9.03E-05
98	65.5	-13.322	-1.227	-0.362	-0.019	-0.0054	-0.00023	-2E-05	6.37E-05	6.82E-05	7.48E-05
99	66	-13.659	-1.301	-0.391	-0.022	-0.0062	-0.00027	-3.6E-05	5.66E-05	6.13E-05	6.72E-05
100	67	-14.743	-1.362	-0.403	-0.022	-0.0062	-0.00025	-8.6E-06	8.7E-05	9.32E-05	0.000102
101	67.5	-12.569	-1.141	-0.339	-0.019	-0.0055	-0.00049	-0.00029	-0.00021	-0.0002	-0.0002
102	68	-14.141	-1.220	-0.354	-0.019	-0.0055	-0.00052	-0.00033	-0.00025	-0.00025	-0.00024
103	68.5	-16.925	-1.521	-0.449	-0.025	-0.0075	-0.00093	-0.00067	-0.00056	-0.00056	-0.00055
104	69	-17.051	-1.484	-0.436	-0.024	-0.0074	-0.00108	-0.00082	-0.00071	-0.00071	-0.00069
105	69.5	-16.134	-1.405	-0.411	-0.023	-0.0070	-0.00104	-0.0008	-0.0007	-0.0007	-0.00068
106	70	-7.597	-0.882	-0.280	-0.017	-0.0052	-0.00037	-0.00015	-6.7E-05	-6.3E-05	-5.7E-05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
107	71	-9.080	-0.909	-0.282	-0.017	-0.0050	-0.00035	-0.00016	-8.1E-05	-7.7E-05	-7E-05
108	71.5	-8.501	-0.855	-0.265	-0.016	-0.0046	-0.00033	-0.00015	-8.1E-05	-7.9E-05	-7.2E-05
109	72	-9.482	-0.918	-0.280	-0.016	-0.0048	-0.00037	-0.00018	-0.00011	-0.00011	-9.8E-05
110	73	-10.700	-1.012	-0.308	-0.018	-0.0055	-0.00043	-0.00023	-0.00014	-0.00014	-0.00013
111	73.5	-9.013	-0.872	-0.269	-0.016	-0.0051	-0.00049	-0.00029	-0.00021	-0.00021	-0.0002
112	74	-8.972	-0.852	-0.261	-0.016	-0.0047	-0.00046	-0.00029	-0.00022	-0.00021	-0.00021
113	75	-9.469	-0.934	-0.288	-0.017	-0.0052	-0.00057	-0.00038	-0.0003	-0.0003	-0.00029
114	75.5	-9.347	-0.921	-0.286	-0.017	-0.0054	-0.00058	-0.00039	-0.00031	-0.0003	-0.00029
115	76	-10.677	-1.017	-0.312	-0.018	-0.0056	-0.00064	-0.00043	-0.00034	-0.00033	-0.00032
116	77	-11.059	-0.992	-0.297	-0.017	-0.0054	-0.00095	-0.00078	-0.00071	-0.00071	-0.00069
117	77.5	-11.673	-1.091	-0.331	-0.020	-0.0064	-0.00140	-0.00121	-0.00113	-0.00113	-0.00111
118	78	-10.415	-1.015	-0.312	-0.019	-0.0063	-0.00135	-0.00117	-0.0011	-0.00111	-0.0011
119	79	-10.568	-0.982	-0.297	-0.018	-0.0059	-0.00134	-0.00118	-0.00111	-0.00111	-0.00109
120	79.5	-12.787	-1.169	-0.351	-0.021	-0.0071	-0.00180	-0.0016	-0.00152	-0.00152	-0.00149
121	80	-6.525	-0.827	-0.260	-0.015	-0.0045	-0.00028	-9.9E-05	-2.4E-05	-2.1E-05	-1.2E-05
122	81	-9.598	-1.029	-0.323	-0.019	-0.0057	-0.00033	-0.00011	-2E-05	-1.6E-05	-5.6E-06
123	81.5	-10.206	-1.011	-0.311	-0.018	-0.0053	-0.00031	-0.00011	-2.4E-05	-1.9E-05	-7.9E-06
124	82	-11.652	-1.124	-0.343	-0.020	-0.0058	-0.00031	-8.9E-05	4.22E-06	7.79E-06	1.99E-05
125	83	-11.895	-1.125	-0.342	-0.020	-0.0057	-0.00033	-0.00011	-2.1E-05	-1.6E-05	-1.7E-06
126	83.5	-11.425	-1.072	-0.328	-0.020	-0.0068	-0.00160	-0.0014	-0.00131	-0.00131	-0.00128
127	84	-11.527	-1.170	-0.368	-0.023	-0.0080	-0.00192	-0.00169	-0.0016	-0.00161	-0.00156
128	85	-10.572	-1.038	-0.324	-0.020	-0.0068	-0.00153	-0.00132	-0.00123	-0.00123	-0.0012
129	85.5	-15.279	-1.480	-0.458	-0.030	-0.0108	-0.00328	-0.003	-0.00285	-0.00282	-0.00267
130	86	-14.355	-1.353	-0.415	-0.027	-0.0097	-0.00327	-0.00304	-0.00294	-0.00292	-0.00278
131	87	-14.396	-1.411	-0.439	-0.028	-0.0102	-0.00327	-0.00301	-0.00289	-0.00288	-0.00276
132	87.5	-17.175	-1.811	-0.580	-0.039	-0.0139	-0.00410	-0.00377	-0.00364	-0.00363	-0.00346
133	88	-20.937	-2.177	-0.695	-0.047	-0.0167	-0.00502	-0.00462	-0.0044	-0.00439	-0.00417
134	89	-20.798	-2.031	-0.630	-0.042	-0.0158	-0.00590	-0.00561	-0.00547	-0.00542	-0.00508
135	89.5	-22.852	-2.102	-0.623	-0.041	-0.0169	-0.00772	-0.00746	-0.00719	-0.00709	-0.00652
136	90	-14.156	-1.421	-0.438	-0.025	-0.0066	0.00053	0.00082	0.000945	0.000958	0.00097
137	91	-13.833	-1.643	-0.543	-0.036	-0.0102	0.00009	0.000539	0.000729	0.000746	0.000763
138	91.5	-16.873	-2.046	-0.682	-0.045	-0.0125	-0.00179	-0.00127	-0.00104	-0.00103	-0.001
139	92	-15.598	-1.894	-0.667	-0.052	-0.0173	-0.00269	-0.00206	-0.00179	-0.00177	-0.00173
140	93	-17.774	-2.303	-0.806	-0.061	-0.0207	-0.00403	-0.00334	-0.00305	-0.00305	-0.00294
141	93.5	-18.728	-2.414	-0.854	-0.064	-0.0192	0.00067	0.001675	0.00216	0.002192	0.002178
142	94	-19.341	-2.378	-0.824	-0.060	-0.0168	0.00171	0.002621	0.003054	0.003103	0.003054

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
143	95	-20.508	-2.367	-0.827	-0.058	-0.0157	0.00265	0.00354	0.004095	0.004133	0.004074
144	95.5	-19.254	-2.299	-0.770	-0.051	-0.0122	0.00388	0.00462	0.005108	0.005109	0.004932
145	96	-17.830	-2.119	-0.696	-0.045	-0.0105	0.00434	0.00504	0.005543	0.005555	0.005322
146	97	-28.354	-3.384	-1.221	-0.103	-0.0343	-0.00210	-0.00044	0.000493	0.000572	0.00057
147	97.5	-19.493	-2.396	-0.757	-0.041	-0.0028	0.01335	0.01416	0.014642	0.014375	0.01299
148	98	-26.887	-3.448	-1.189	-0.115	-0.0557	-0.02958	-0.02863	-0.02751	-0.02603	-0.021
149	99	-31.579	-3.501	-1.372	-0.126	-0.0371	0.00177	0.00279	0.003943	0.004463	0.00312
150	99.5	-56.215	-9.326	-2.638	-0.163	-0.0136	0.03889	0.03855	0.039095	0.038952	0.03502

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.6 ข้อมูลการวัดค่าตัวแปร Z (kOhm) ทางไฟฟ้า

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
1	0.5	1.5294	1.2721	1.2375	1.1995	1.1986	1.1713	1.1748	1.1806	1.1915	1.1957
2	1	1.8339	1.3383	1.2863	1.2482	1.2506	1.2498	1.2541	1.2586	1.2647	1.2713
3	1.5	1.4023	1.1295	1.083	1.0485	1.0503	1.0495	1.0528	1.0574	1.0635	1.0671
4	2	1.8258	1.2985	1.2469	1.2088	1.2141	1.2188	1.2252	1.2304	1.2372	1.2381
5	3	2.1159	1.5354	1.4608	1.4135	1.4239	1.4042	1.4131	1.4202	1.4256	1.4317
6	3.5	1.9895	1.4722	1.4107	1.3779	1.3798	1.3827	1.388	1.3919	1.3981	1.4028
7	4	1.916	1.4355	1.3831	1.3529	1.3594	1.3619	1.3668	1.3652	1.3722	1.3786
8	5	2.3629	1.8861	1.831	1.7961	1.8046	1.8798	1.8929	1.8986	1.9058	1.9046
9	5.5	2.2044	1.6523	1.583	1.5406	1.5405	1.5419	1.5498	1.5548	1.5618	1.5621
10	6	1.9782	1.5507	1.5022	1.4698	1.4776	1.4816	1.4925	1.4988	1.5038	1.6306
11	7	2.4318	1.8381	1.7655	1.7231	1.7258	1.7285	1.7353	1.7412	1.7469	1.7466
12	7.5	2.5411	1.9756	1.9184	1.8888	1.9012	1.9144	1.9276	1.9395	1.9496	1.9492
13	8	3.1252	2.5785	2.5131	2.4556	2.4575	2.464	2.4749	2.4848	2.4903	2.4894
14	9	2.9343	2.3604	2.3001	2.255	2.2697	2.2819	2.2934	2.3037	2.3147	2.3161
15	9.5	2.6109	1.9928	1.9102	1.8604	1.87	1.8795	1.9032	1.9127	1.9274	1.9356
16	10	1.7808	1.3912	1.3423	1.3036	1.3033	1.3023	1.3213	1.3237	1.3274	1.3298
17	11	1.3355	1.1132	1.0763	1.0464	1.0474	1.0501	1.0548	1.0568	1.0604	1.0634
18	11.5	1.7288	1.3476	1.3981	1.3598	1.3564	1.354	1.3547	1.3564	1.3592	1.3611
19	12	2.1382	1.691	1.6628	1.6249	1.625	1.625	1.6307	1.6332	1.6373	1.6146
20	13	2.138	1.6891	1.6361	1.6015	1.6023	1.6038	1.6091	1.6143	1.6214	1.6212
21	13.5	2.046	1.5566	1.5057	1.4731	1.4743	1.4766	1.4821	1.4869	1.4878	1.4863
22	14	2.5049	1.9488	1.8864	1.8478	1.8534	1.8627	1.8768	1.885	1.8996	1.9028
23	15	2.1984	1.7297	1.6748	1.6382	1.6401	1.6474	1.6541	1.6622	1.6695	1.6672
24	15.5	2.4321	1.9281	1.8707	1.837	1.8479	1.855	1.8601	1.8658	1.8739	1.8732
25	16	2.6154	2.0476	1.9766	1.9291	1.9292	1.931	1.938	1.9412	1.9469	1.9442
26	17	2.5093	1.922	1.8548	1.8113	1.8157	1.821	1.8318	1.8419	1.8536	1.8541
27	17.5	3.2046	2.6794	2.6147	2.5846	2.596	2.6073	2.6202	2.6292	2.6387	2.6409
28	18	3.2295	2.6969	2.652	2.6199	2.6348	2.6485	2.6665	2.6824	2.7004	2.7026
29	19	3.4577	2.8279	2.7604	2.7165	2.7339	2.7473	2.7673	2.7788	2.7905	2.7922
30	19.5	3.0135	2.3467	2.2652	2.215	2.2269	2.2372	2.2496	2.2587	2.2705	2.2738
31	20	1.9858	1.5518	1.4904	1.4471	1.4511	1.4525	1.4639	1.4703	1.4754	1.4763
32	21	2.1527	1.6955	1.6267	1.5763	1.5788	1.5801	1.5822	1.5887	1.5982	1.6014
33	21.5	2.312	1.814	1.7438	1.6969	1.6974	1.7027	1.7123	1.7193	1.7248	1.7217
34	22	2.1938	1.7063	1.6337	1.5847	1.5874	1.5922	1.5991	1.6051	1.6121	1.6132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
35	23	2.6841	1.9918	1.9341	1.8919	1.8953	1.902	1.9117	1.9206	1.9266	1.9258
36	23.5	2.4967	1.989	1.9241	1.8849	1.8911	1.8981	1.9081	1.916	1.9297	1.9334
37	24	2.537	2.0776	2.0202	1.9834	1.99	1.9974	2.0091	2.0167	2.0228	2.0253
38	25	2.1147	1.719	1.6758	1.6527	1.6617	1.6706	1.6918	1.7009	1.7095	1.7122
39	25.5	2.7474	2.2257	2.1697	2.138	2.1451	2.1575	2.1694	2.1756	2.1803	2.1839
40	26	2.8133	2.2802	2.2246	2.2246	2.2074	2.22	2.2332	2.2411	2.2505	2.2532
41	27	2.8922	2.3151	2.2498	2.2088	2.2152	2.2206	2.231	2.2428	2.2508	2.2531
42	27.5	3.5956	3.0916	3.0474	3.021	3.0321	3.0452	3.0575	3.069	3.074	3.0692
43	28	3.3099	2.8284	2.7859	2.769	2.7866	2.802	2.8226	2.8422	2.8575	2.8586
44	29	3.3852	2.8709	2.8278	2.8037	2.8193	2.8399	2.8595	2.881	2.8966	2.9035
45	29.5	2.9579	2.3889	2.3404	2.3123	2.327	2.3405	2.3603	2.3755	2.3952	2.402
46	30	1.7183	1.4959	1.428	1.4047	1.4155	1.4171	1.4178	1.3899	1.3865	1.3871
47	31	2.2026	1.9335	1.8449	1.8178	1.821	1.8269	1.8345	1.841	1.8488	1.8507
48	32	2.2437	1.942	1.916	1.8872	1.8902	1.8972	1.9079	1.9179	1.9252	1.9312
49	33	2.2448	1.9207	1.8836	1.8591	1.8667	1.8712	1.881	1.8907	1.8993	1.9041
50	33.5	2.4996	2.0995	2.061	2.0345	2.0399	2.044	2.0548	2.0629	2.07	2.0725
51	34	2.5462	2.1184	2.0696	2.0339	2.0369	2.0388	2.0435	2.049	2.0557	2.0546
52	35	2.3573	2.0089	1.9745	1.9561	1.9675	1.9765	1.989	1.9966	2.0008	2.0008
53	35.5	2.8136	2.3845	2.3419	2.3206	2.3389	2.4004	2.4123	2.4245	2.4328	2.4367
54	36	3.4731	2.8489	2.7674	2.72	2.7344	2.7416	2.7525	2.7668	2.7826	2.787
55	37	2.6928	2.245	2.1555	2.1201	2.1273	2.1322	2.1419	2.1484	2.1566	2.1584
56	37.5	2.877	2.4247	2.3698	2.3384	2.3499	2.3572	2.3695	2.3798	2.389	2.3893
57	38	4.7685	5.2401	4.1645	4.0634	4.0737	4.1117	4.1341	4.1072	4.1121	4.1025
58	39	3.5725	3.0549	3.0158	2.995	3.02	3.0369	3.0597	3.0779	3.0946	3.0988
59	39.5	4.6623	4.0946	4.0498	4.0221	4.0976	4.116	4.1448	4.1659	4.132	4.1411
60	40	3.6894	3.0674	2.861	2.8116	2.8293	2.8394	2.8598	2.8849	2.9042	2.911
61	41	1.9941	1.7606	1.7339	1.7095	1.7219	1.7325	1.7429	1.7507	1.7583	1.7594
62	41.5	2.1146	1.8542	1.8191	1.7968	1.8075	1.8162	1.8298	1.841	1.8498	1.8528
63	42	2.8387	2.4864	2.4425	2.4097	2.4222	2.4354	2.4513	2.4657	2.4683	2.4592
64	43	2.3919	2.1132	2.0804	2.0522	2.0572	2.0623	2.0735	2.0824	2.0922	2.0941
65	43.5	2.9309	2.5889	2.555	2.5247	2.5396	2.554	2.5671	2.5821	2.5888	2.5869
66	44	3.1757	2.7915	2.7501	2.7204	2.7303	2.7451	2.7578	2.768	2.7792	2.7799
67	45	3.0208	2.6527	2.6188	2.5955	2.6114	2.6266	2.6417	2.6539	2.6662	2.6687
68	45.5	3.263	2.8541	2.8067	2.7746	2.7791	2.7873	2.7954	2.8013	2.8085	2.8112
69	46	3.2094	2.819	2.7801	2.7549	2.7685	2.7786	2.7929	2.8046	2.8148	2.8155
70	47	3.3322	2.8907	2.8432	2.811	2.8242	2.837	2.8502	2.8617	2.8721	2.8731

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
71	47.5	3.8431	3.3964	3.3501	3.3173	3.3312	3.3389	3.3479	3.3567	3.3641	3.3644
72	48	4.0467	3.6078	3.5625	3.5359	3.549	3.5635	3.5794	3.5925	3.6074	3.6072
73	49	4.0996	3.6163	3.5526	3.5198	3.5283	3.5437	3.5701	3.583	3.5988	3.5912
74	49.5	4.7212	4.223	4.1802	4.1522	4.1804	4.2053	4.4165	4.4527	4.4675	4.4661
75	50	4.7011	4.2195	4.1643	4.1347	4.1523	4.1718	4.1954	4.2549	4.2676	4.2681
76	51	2.7447	2.4001	2.3658	2.3322	2.3357	2.3382	2.3463	2.3576	2.3637	2.3635
77	51.5	2.8175	2.5056	2.4669	2.4357	2.4553	2.4708	2.4833	2.4947	2.5051	2.5098
78	52	2.643	2.3604	2.3279	2.3001	2.3144	2.3243	2.3409	2.3536	2.3651	2.3679
79	53	3.1569	2.8224	2.7765	2.741	2.7464	2.752	2.8013	2.8133	2.8204	2.8217
80	53.5	3.772	3.3785	3.3418	3.3284	3.3575	3.3642	3.3731	3.3832	3.3963	3.3955
81	54	4.0666	3.6764	3.6457	3.5983	3.605	3.6172	3.6342	3.6551	3.6593	3.6528
82	55	3.1446	2.8413	2.8506	2.8153	2.825	2.8349	2.8501	2.8627	2.872	2.8713
83	55.5	3.2438	2.9103	2.8808	2.8612	2.8808	2.8985	2.9194	2.9405	2.9533	2.9622
84	56	3.864	3.4948	3.444	3.4052	3.4169	3.4221	3.4379	3.4498	3.4679	3.4627
85	57	4.4109	4.0069	3.9671	3.9346	3.9475	3.9655	3.9886	4.004	4.0139	4.011
86	57.5	4.4844	4.0894	4.0603	4.0341	4.0647	4.1006	4.1231	4.1338	4.1415	4.1383
87	58	4.9588	4.5475	4.5142	4.4871	4.5091	4.5225	4.5507	4.5775	4.5914	4.6043
88	59	5.0902	4.6768	4.6427	4.6145	4.6249	4.6451	4.6674	4.6749	4.6888	4.688
89	59.5	4.8275	4.4411	4.3966	4.3734	4.3919	4.4157	4.4393	4.4606	4.4809	4.4766
90	60	5.2219	4.8002	4.7673	4.7507	4.7704	4.7967	4.9414	4.9189	4.9258	4.9166
91	61	2.6847	2.4077	2.383	2.3612	2.3735	2.3848	2.3999	2.4142	2.4301	2.4335
92	61.5	3.1122	2.8031	2.7616	2.738	2.7508	2.7655	2.7833	2.8003	2.813	2.819
93	62	3.4036	3.0401	2.9944	2.9664	2.9801	2.994	3.0165	3.0328	3.0468	3.0555
94	63	3.6155	3.2299	3.179	3.144	3.158	3.1733	3.1929	3.2125	3.2279	3.2324
95	63.5	4.2241	3.7756	3.713	3.6745	3.6859	3.6963	3.7163	3.7299	3.748	3.7505
96	64	4.1934	3.7511	3.6953	3.6531	3.667	3.6753	3.6897	3.7106	3.7233	3.7205
97	65	4.5358	4.1066	4.0985	4.0617	4.0842	4.1084	4.1373	4.1539	4.1744	4.1744
98	65.5	4.2932	3.8408	3.7858	3.7541	3.7748	3.7962	3.8245	3.8415	3.862	3.8685
99	66	4.0133	3.5463	3.4858	3.4441	3.4635	3.4827	3.5103	3.5297	3.5464	3.5534
100	67	4.9914	4.5303	4.4809	4.4516	4.4735	4.5017	4.541	4.5743	4.6079	4.6183
101	67.5	5.1884	4.8311	4.8089	4.7924	4.8251	4.8525	4.8822	4.9158	4.9367	4.937
102	68	5.7689	5.3707	5.3453	5.3346	5.3674	5.4015	5.4284	5.4639	5.4848	5.4927
103	68.5	8.5768	8.1644	8.1669	8.1775	8.2266	8.2687	8.3149	8.3595	8.3879	8.3805
104	69	9.8816	9.4072	9.3951	9.4066	9.4715	9.5158	9.5686	9.5914	9.6196	9.6035
105	69.5	9.5736	9.0985	9.0661	9.0604	9.106	9.1508	9.2023	9.2514	9.2979	9.2731
106	70	4.9619	4.6478	4.6051	4.5699	4.584	4.6008	4.6252	4.6533	4.6793	4.6955

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
107	71	5.1672	4.8724	4.8478	4.8206	4.8362	4.8479	4.8646	4.8833	4.8938	4.8903
108	71.5	5.0224	4.7603	4.7475	4.7332	4.762	4.8026	4.8471	4.8803	4.9048	4.9102
109	72	5.7462	5.4559	5.4368	5.4229	5.4525	5.493	5.5385	5.5814	5.5732	5.5842
110	73	6.6051	6.2962	6.288	6.3248	6.3611	6.4091	6.4523	6.4782	6.5193	6.5352
111	73.5	6.9832	6.74	6.7728	6.782	6.8461	6.9001	6.961	7.0072	7.0512	7.0638
112	74	7.088	6.8159	6.7991	6.8038	6.8457	6.8874	6.9518	7.0204	7.0673	7.0811
113	75	8.7419	8.4704	8.4936	8.5005	8.5564	8.6119	8.677	8.7222	8.7556	8.7603
114	75.5	8.4447	8.1874	8.2094	8.2297	8.2913	8.3589	8.4376	8.499	8.561	8.5742
115	76	9.1048	8.8535	8.8671	8.8769	8.9355	8.9944	9.0509	9.1015	9.1349	9.1301
116	77	8.8687	8.5588	8.5363	8.5371	8.5865	8.6319	8.6716	8.7075	8.7354	8.7154
117	77.5	11.102	10.821	10.877	10.919	11.003	11.095	11.174	11.258	11.301	11.247
118	78	10.775	10.537	10.59	10.671	10.786	10.899	11.012	11.106	11.172	11.18
119	79	10.8	10.552	10.574	10.618	10.7	10.794	10.873	10.946	10.98	10.936
120	79.5	12.983	12.65	12.668	12.736	12.826	12.909	12.985	13.031	13.065	13.005
121	80	6.4945	6.144	6.0862	6.0324	6.039	6.0534	6.0707	6.1013	6.1201	6.1349
122	81	7.4693	7.1095	7.0643	7.0557	7.1024	7.1443	7.1841	7.241	7.288	7.2768
123	81.5	7.3514	7.0002	6.9833	6.9842	7.0374	7.1053	7.1677	7.22	7.2556	7.2698
124	82	9.0822	8.6324	8.5639	8.553	8.605	8.6633	8.7232	8.7785	8.8213	8.8383
125	83	10.251	9.8433	9.8026	9.7862	9.8188	9.8576	9.9076	9.9599	10.009	10.01
126	83.5	10.279	9.8855	9.8513	9.8159	9.8505	9.9016	9.944	9.9857	10.006	9.9249
127	84	11.244	10.807	10.769	10.747	10.827	10.883	10.949	11.01	11.035	10.919
128	85	9.7707	9.3985	9.3614	9.3336	9.3692	9.4052	9.4281	9.4403	9.4331	9.3412
129	85.5	15.192	14.688	14.625	14.584	14.624	14.64	14.697	14.699	14.647	14.323
130	86	15.105	14.605	14.59	14.593	14.665	14.739	14.812	14.863	14.834	14.52
131	87	17.148	16.713	16.703	16.597	16.664	16.737	16.819	16.838	16.804	16.51
132	87.5	19.514	18.887	18.874	18.881	18.977	19.055	19.24	19.368	19.361	18.982
133	88	21.626	20.886	20.839	20.794	20.919	21.053	21.25	21.33	21.291	20.801
134	89	23.462	22.765	22.688	22.711	22.853	23.041	23.244	23.334	23.225	22.542
135	89.5	27.004	26.321	26.306	26.299	26.428	26.588	26.783	26.862	26.676	25.637
136	90	14.837	14.315	14.275	14.286	14.33	14.386	14.457	14.512	14.554	14.526
137	91	14.861	14.291	14.176	14.091	14.136	14.167	14.229	14.269	14.321	14.31
138	91.5	17.95	17.263	17.087	16.95	16.995	17.351	17.363	17.396	17.45	17.419
139	92	14.569	13.886	13.77	13.647	13.693	13.755	13.841	13.903	13.913	13.813
140	93	19.159	18.439	18.337	18.219	18.32	18.419	18.549	18.633	18.661	18.411
141	93.5	20.664	19.927	19.773	19.626	19.661	19.666	19.742	19.795	19.817	19.676
142	94	24.045	23.301	23.226	23.143	23.227	23.302	23.421	23.469	23.504	23.251

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
143	95	27.946	27.241	27.189	27.084	27.222	27.309	27.403	27.48	27.581	27.203
144	95.5	29.663	28.994	29.036	29.013	29.148	29.27	29.393	29.478	29.4	28.847
145	96	31.969	31.374	31.376	31.343	31.594	31.731	31.895	31.995	32.003	31.312
146	97	42.748	41.446	41.219	40.921	41.075	41.188	41.424	41.668	41.82	41.685
147	97.5	48.406	47.837	47.693	47.631	47.853	48.034	48.251	48.212	47.745	45.331
148	98	60.443	59.468	59.347	59.278	59.604	59.867	60.165	59.939	58.378	52.41
149	99	133.58	131.68	131.47	131.03	131.59	131.92	132.25	132.96	133.44	132.67
150	99.5	263.37	259.83	259.85	260.29	261.26	262.96	264.45	266.48	267.72	262.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.7 ข้อมูลการวัดค่าตัวแปร Deg (θ) ทางไฟฟ้า

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
1	0.5	-15.89	-12.15	-8.04	-2.29	-1.31	-0.36	-0.22	-0.09	-0.09	-0.18
2	1	-29.77	-12.5	-8.37	-2.32	-1.29	-0.34	-0.21	-0.08	-0.08	-0.16
3	1.5	-16.41	-12.79	-8.27	-2.22	-1.23	-0.33	-0.2	-0.09	-0.1	-0.2
4	2	-31.64	-13.18	-8.68	-2.35	-1.3	-0.34	-0.2	-0.09	-0.09	-0.18
5	3	-31.9	-15.03	-8.97	-2.3	-1.26	-0.33	-0.2	-0.08	-0.09	-0.17
6	3.5	-31.26	-14.04	-7.76	-2.03	-1.13	-0.32	-0.22	-0.26	-0.45	-0.91
7	4	-31.25	-13.59	-7.47	-1.93	-1.06	-0.3	-0.21	-0.27	-0.46	-0.93
8	5	-25.43	-11.41	-6.73	-1.71	-0.96	-0.26	-0.16	-0.07	-0.07	0.02
9	5.5	-29.8	-13.42	-7.83	-1.96	-1.07	-0.28	-0.17	-0.08	-0.07	0.01
10	6	-26.24	-12.52	-7.43	-1.9	-1.06	-0.29	-0.18	-0.08	-0.08	-0.04
11	7	-30	-13.62	-7.97	-2	-1.1	-0.28	-0.16	0.04	0.16	0.45
12	7.5	-27.59	-12	-6.91	-1.7	-0.93	-0.24	-0.13	0.05	0.16	0.46
13	8	-22.21	-10.35	-6.18	-1.62	-0.91	-0.26	-0.16	-0.11	-0.13	-0.11
14	9	-25.27	-11.64	-6.91	-1.78	-0.98	-0.27	-0.17	-0.09	-0.1	-0.06
15	9.5	-27.82	-13.87	-8.47	-2.26	-1.25	-0.33	-0.2	-0.08	-0.07	0.03
16	10	-24.22	-10.7	-6.96	-2.08	-1.22	-0.36	-0.23	-0.09	-0.09	-0.17
17	11	-14.49	-9.84	-6.32	-1.85	-1.07	-0.31	-0.19	-0.08	-0.07	-0.14
18	11.5	-25.44	-10.18	-6.18	-1.77	-1.02	-0.29	-0.18	-0.08	-0.09	-0.19
19	12	-26.22	-10.83	-6.45	-1.71	-0.97	-0.27	-0.17	-0.11	-0.15	-0.15
20	13	-26.94	-11.47	-6.69	-1.76	-0.99	-0.28	-0.17	-0.1	-0.13	-0.12
21	13.5	-29.92	-12.68	-7.3	-1.86	-1.04	-0.3	-0.21	-0.29	-0.49	-0.82
22	14	-28.71	-12.27	-7.14	-1.84	-1.03	-0.3	-0.21	-0.3	-0.54	-0.92
23	15	-27.04	-11.86	-6.95	-1.8	-1.01	-0.3	-0.21	-0.29	-0.51	-0.87
24	15.5	-26.7	-11.6	-6.75	-1.72	-0.96	-0.28	-0.2	-0.31	-0.54	-0.94
25	16	-27.77	-12.34	-7.25	-1.86	-1.04	-0.3	-0.21	-0.32	-0.56	-0.97
26	17	-29.33	-12.97	-7.58	-1.93	-1.07	-0.31	-0.22	-0.32	-0.57	-0.98
27	17.5	-22.81	-9.75	-5.69	-1.45	-0.81	-0.26	-0.2	-0.4	-0.74	-1.32
28	18	-21.66	-10.03	-5.96	-1.56	-0.88	-0.29	-0.23	-0.43	-0.79	-1.42
29	19	-24.01	-10.71	-6.28	-1.61	-0.9	-0.28	-0.21	-0.4	-0.73	-1.31
30	19.5	-28.1	-13.01	-7.69	-1.98	-1.1	-0.32	-0.23	-0.35	-0.63	-1.09
31	20	-24.11	-11.93	-7.32	-2.02	-1.15	-0.32	-0.2	-0.1	-0.12	-0.06
32	21	-23.99	-11.91	-7.35	-2.02	-1.15	-0.32	-0.19	-0.1	-0.12	-0.08
33	21.5	-24.75	-11.98	-7.29	-1.96	-1.1	-0.3	-0.19	-0.1	-0.11	-0.08
34	22	-24.47	-11.9	-7.28	-1.95	-1.09	-0.28	-0.14	0.09	0.26	0.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
35	23	-25.36	-10.86	-6.47	-1.67	-0.92	-0.22	-0.11	0.15	0.37	0.86
36	23.5	-23.65	-10.68	-6.32	-1.63	-0.9	-0.26	-0.2	-0.34	-0.62	-1.11
37	24	-22.71	-10.17	-6.02	-1.55	-0.87	-0.26	-0.2	-0.34	-0.62	-1.1
38	25	-23.08	-9.98	-5.8	-1.47	-0.81	-0.24	-0.18	-0.32	-0.58	-1.03
39	25.5	-24.45	-10.34	-5.98	-1.5	-0.83	-0.25	-0.19	-0.38	-0.69	-1.26
40	26	-25.1	-10.58	-6.13	-6.13	-0.84	-0.2	-0.08	0.2	0.45	1.04
41	27	-25.96	-10.93	-6.31	-1.57	-0.86	-0.2	-0.08	0.21	0.48	1.08
42	27.5	-20.08	-8.25	-4.77	-1.21	-0.67	-0.15	-0.05	0.3	0.66	1.45
43	28	-21.2	-8.46	-4.83	-1.2	-0.66	-0.15	-0.05	0.27	0.6	1.32
44	29	-21.82	-8.7	-4.96	-1.23	-0.68	-0.16	-0.05	0.27	0.58	1.29
45	29.5	-24.9	-10.32	-5.9	-1.46	-0.8	-0.19	-0.08	0.21	0.48	1.1
46	30	-16.59	-7.05	-4.1	-1.15	-0.66	-0.19	-0.13	-0.11	-0.17	-0.37
47	31	-16.26	-6.74	-4.15	-1.14	-0.65	-0.17	-0.07	0.15	0.35	0.82
48	32	-17.65	-7.7	-4.7	-1.29	-0.74	-0.19	-0.09	0.16	0.38	0.88
49	33	-18.29	-7.84	-4.66	-1.24	-0.7	-0.18	-0.08	0.16	0.37	0.87
50	33.5	-20.48	-8.41	-4.91	-1.26	-0.7	-0.17	-0.07	0.18	0.41	0.93
51	34	-21.41	-8.7	-5.03	-1.28	-0.72	-0.22	-0.18	-0.35	-0.66	-1.19
52	35	-19.58	-8.28	-4.83	-1.24	-0.7	-0.22	-0.18	-0.35	-0.64	-1.15
53	35.5	-20.03	-8.97	-5.31	-1.37	-0.77	-0.25	-0.2	-0.41	-0.77	-1.41
54	36	-22.95	-10.42	-6.2	-1.62	-0.91	-0.28	-0.23	-0.45	-0.83	-1.52
55	37	-19.98	-9.13	-5.4	-1.4	-0.79	-0.25	-0.2	-0.39	-0.71	-1.29
56	37.5	-19.83	-8.74	-5.15	-1.32	-0.74	-0.21	-0.14	-0.12	-0.18	-0.23
57	38	-17.01	-9.01	-4.37	-1.1	-0.61	-0.19	-0.13	-0.19	-0.31	-0.52
58	39	-19.1	-8.36	-4.85	-1.22	-0.67	-0.19	-0.13	-0.14	-0.24	-0.34
59	39.5	-17.74	-7.45	-4.34	-1.11	-0.63	-0.19	-0.13	-0.19	-0.31	-0.5
60	40	-20.26	-9.41	-5.12	-1.3	-0.72	-0.2	-0.13	-0.13	-0.2	-0.27
61	41	-11.68	-6.27	-3.95	-1.14	-0.66	-0.2	-0.13	-0.11	-0.16	-0.19
62	41.5	-14.3	-6.53	-4	-1.11	-0.64	-0.19	-0.12	-0.09	-0.14	-0.16
63	42	-15.17	-6.77	-4.13	-1.14	-0.65	-0.18	-0.12	-0.09	-0.11	-0.14
64	43	-15.08	-6.56	-3.98	-1.09	-0.63	-0.18	-0.12	-0.11	-0.16	-0.2
65	43.5	-14.95	-6.53	-3.94	-1.06	-0.6	-0.17	-0.11	-0.1	-0.16	-0.2
66	44	-16.52	-7.03	-4.2	-1.13	-0.64	-0.16	-0.07	0.19	0.42	0.95
67	45	-16.54	-6.91	-4.05	-1.06	-0.6	-0.15	-0.06	0.17	0.37	0.87
68	45.5	-17.16	-7.02	-4.09	-1.06	-0.59	-0.14	-0.06	0.19	0.43	0.97
69	46	-17.53	-7	-4.05	-1.05	-0.59	-0.15	-0.07	0.14	0.32	0.76
70	47	-17.75	-7.29	-4.26	-1.12	-0.63	-0.16	-0.08	0.14	0.33	0.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
71	47.5	-16.05	-6.37	-3.69	-0.96	-0.54	-0.12	-0.03	0.3	0.64	1.41
72	48	-15.29	-6.16	-3.59	-0.94	-0.53	-0.12	-0.02	0.33	0.69	1.5
73	49	-15.19	-6.13	-3.57	-0.93	-0.52	-0.12	-0.02	0.31	0.66	1.44
74	49.5	-14.56	-5.88	-3.42	-0.9	-0.5	-0.1	0.02	0.43	0.89	1.89
75	50	-14.49	-5.83	-3.41	-0.89	-0.49	-0.1	0.01	0.44	0.91	1.94
76	51	-13.68	-6.59	-4.08	-1.19	-0.7	-0.21	-0.14	-0.11	-0.17	-0.2
77	51.5	-13.55	-6.22	-3.89	-1.18	-0.7	-0.24	-0.2	-0.41	-0.76	-1.4
78	52	-13.53	-6.03	-3.7	-1.08	-0.63	-0.22	-0.18	-0.41	-0.77	-1.41
79	53	-13.14	-5.77	-3.55	-1.04	-0.61	-0.21	-0.19	-0.46	-0.86	-1.6
80	53.5	-12.96	-5.71	-3.53	-1.03	-0.6	-0.22	-0.2	-0.53	-1.01	-1.88
81	54	-12.65	-5.51	-3.44	-1.01	-0.58	-0.14	-0.04	0.3	0.65	1.4
82	55	-12.99	-5.67	-3.53	-1.01	-0.58	-0.14	-0.05	0.21	0.46	1.04
83	55.5	-13.75	-5.72	-3.45	-0.98	-0.56	-0.14	-0.05	0.21	0.46	1.04
84	56	-13.17	-5.53	-3.34	-0.94	-0.54	-0.13	-0.04	0.27	0.57	1.25
85	57	-13.29	-5.42	-3.22	-0.88	-0.5	-0.11	-0.02	0.33	0.69	1.49
86	57.5	-13.05	-5.28	-3.14	-0.88	-0.51	-0.12	-0.04	0.27	0.57	1.27
87	58	-12.64	-5.16	-3.08	-0.86	-0.49	-0.12	-0.03	0.3	0.63	1.38
88	59	-12.87	-5.03	-2.95	-0.8	-0.45	-0.1	-0.02	0.3	0.63	1.39
89	59.5	-11.81	-4.71	-2.78	-0.76	-0.43	-0.1	-0.02	0.28	0.59	1.29
90	60	-12.03	-4.65	-2.71	-0.72	-0.41	-0.09	0.01	0.34	0.7	1.51
91	61	-12.03	-5.86	-3.65	-1.06	-0.62	-0.19	-0.13	-0.13	-0.22	-0.31
92	61.5	-12.63	-5.71	-3.52	-1	-0.57	-0.15	-0.06	0.17	0.37	0.85
93	62	-13.4	-5.94	-3.63	-1.02	-0.58	-0.14	-0.06	0.19	0.42	0.96
94	63	-13.86	-6.04	-3.66	-1	-0.57	-0.13	-0.05	0.21	0.45	1.01
95	63.5	-14.06	-5.93	-3.56	-0.95	-0.53	-0.12	-0.04	0.24	0.52	1.16
96	64	-14.1	-6.14	-3.73	-1.05	-0.6	-0.14	-0.04	0.28	0.6	1.32
97	65	-13.57	-5.78	-3.47	-0.95	-0.54	-0.11	-0.02	0.34	0.72	1.56
98	65.5	-13.63	-5.79	-3.46	-0.93	-0.52	-0.11	-0.02	0.3	0.64	1.4
99	66	-15.11	-6.65	-4.06	-1.14	-0.65	-0.15	-0.04	0.3	0.63	1.37
100	67	-13.08	-5.45	-3.25	-0.89	-0.5	-0.1	-0.01	0.35	0.74	1.59
101	67.5	-10.66	-4.28	-2.55	-0.71	-0.41	-0.19	-0.22	-0.76	-1.5	-2.88
102	68	-10.72	-4.11	-2.4	-0.64	-0.37	-0.18	-0.22	-0.83	-1.64	-3.17
103	68.5	-8.69	-3.38	-1.99	-0.55	-0.33	-0.21	-0.3	-1.22	-2.42	-4.72
104	69	-7.56	-2.85	-1.68	-0.47	-0.29	-0.21	-0.32	-1.34	-2.66	-5.2
105	69.5	-7.39	-2.8	-1.64	-0.46	-0.28	-0.21	-0.32	-1.37	-2.72	-5.31
106	70	-7.597	-3.45	-2.21	-0.69	-0.42	-0.15	-0.12	-0.27	-0.49	-0.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
107	71	-7.7	-3.38	-2.1	-0.63	-0.38	-0.14	-0.12	-0.3	-0.57	-1.03
108	71.5	-7.5	-3.26	-2.02	-0.6	-0.36	-0.13	-0.12	-0.31	-0.58	-1.06
109	72	-7.25	-3.05	-1.86	-0.55	-0.32	-0.13	-0.12	-0.36	-0.69	-1.27
110	73	-7.07	-2.91	-1.77	-0.53	-0.31	-0.13	-0.13	-0.39	-0.76	-1.41
111	73.5	-5.68	-2.35	-1.45	-0.44	-0.27	-0.13	-0.16	-0.55	-1.08	-2.04
112	74	-5.55	-2.27	-1.39	-0.42	-0.25	-0.13	-0.15	-0.56	-1.1	-2.1
113	75	-4.79	-2	-1.23	-0.37	-0.23	-0.13	-0.17	-0.63	-1.24	-2.37
114	75.5	-4.88	-2.04	-1.26	-0.39	-0.24	-0.13	-0.17	-0.65	-1.29	-2.45
115	76	-5.14	-2.08	-1.27	-0.38	-0.23	-0.13	-0.18	-0.67	-1.32	-2.54
116	77	-5.4	-2.1	-1.26	-0.37	-0.23	-0.2	-0.33	-1.48	-2.94	-5.76
117	77.5	-4.59	-1.83	-1.1	-0.33	-0.21	-0.23	-0.4	-1.82	-3.62	-7.11
118	78	-4.26	-1.74	-1.07	-0.33	-0.21	-0.23	-0.39	-1.79	-3.59	-7.09
119	79	-4.27	-1.69	-1.02	-0.31	-0.2	-0.23	-0.4	-1.83	-3.65	-7.19
120	79.5	-4.27	-1.67	-1	-0.3	-0.2	-0.26	-0.45	-2.11	-4.2	-8.29
121	80	-4.58	-2.44	-1.55	-0.46	-0.28	-0.09	-0.06	-0.08	-0.13	-0.14
122	81	-5.73	-2.63	-1.66	-0.5	-0.3	-0.09	-0.06	-0.05	-0.08	-0.06
123	81.5	-6.09	-2.62	-1.61	-0.47	-0.28	-0.08	-0.06	-0.06	-0.1	-0.1
124	82	-5.59	-2.36	-1.45	-0.42	-0.25	-0.07	-0.04	0.01	0.04	0.17
125	83	-5.03	-2.07	-1.27	-0.37	-0.22	-0.07	-0.05	-0.04	-0.06	-0.02
126	83.5	-4.82	-1.96	-1.21	-0.38	-0.25	-0.3	-0.51	-2.38	-4.74	-9.32
127	84	-4.52	-1.97	-1.24	-0.4	-0.27	-0.32	-0.56	-2.63	-5.26	-10.34
128	85	-4.73	-2.01	-1.26	-0.4	-0.27	-0.3	-0.51	-2.37	-4.72	-9.27
129	85.5	-4.37	-1.82	-1.13	-0.38	-0.27	-0.41	-0.74	-3.5	-6.96	-13.59
130	86	-4.11	-1.68	-1.03	-0.33	-0.24	-0.4	-0.74	-3.57	-7.13	-13.96
131	87	-3.68	-1.54	-0.96	-0.31	-0.23	-0.36	-0.65	-3.11	-6.18	-12.11
132	87.5	-3.88	-1.75	-1.12	-0.38	-0.27	-0.39	-0.71	-3.39	-6.78	-13.27
133	88	-4.26	-1.89	-1.21	-0.41	-0.29	-0.43	-0.79	-3.73	-7.47	-14.65
134	89	-3.87	-1.63	-1.01	-0.34	-0.25	-0.47	-0.88	-4.24	-8.44	-16.48
135	89.5	-3.68	-1.44	-0.86	-0.29	-0.24	-0.53	-1.01	-4.84	-9.62	-18.68
136	90	-4.12	-1.78	-1.11	-0.32	-0.17	0.07	0.21	1.18	2.38	4.83
137	91	-4.09	-2.08	-1.38	-0.46	-0.26	0.02	0.14	0.93	1.88	3.86
138	91.5	-4.12	-2.14	-1.44	-0.48	-0.27	-0.19	-0.27	-1.07	-2.13	-4.16
139	92	-4.64	-2.47	-1.74	-0.69	-0.46	-0.36	-0.54	-2.32	-4.6	-9.05
140	93	-4.06	-2.26	-1.59	-0.61	-0.41	-0.4	-0.66	-2.96	-5.91	-11.62
141	93.5	-3.95	-2.19	-1.56	-0.6	-0.36	0.07	0.31	1.97	3.99	8.02
142	94	-3.5	-1.85	-1.28	-0.47	-0.27	0.14	0.41	2.35	4.75	9.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

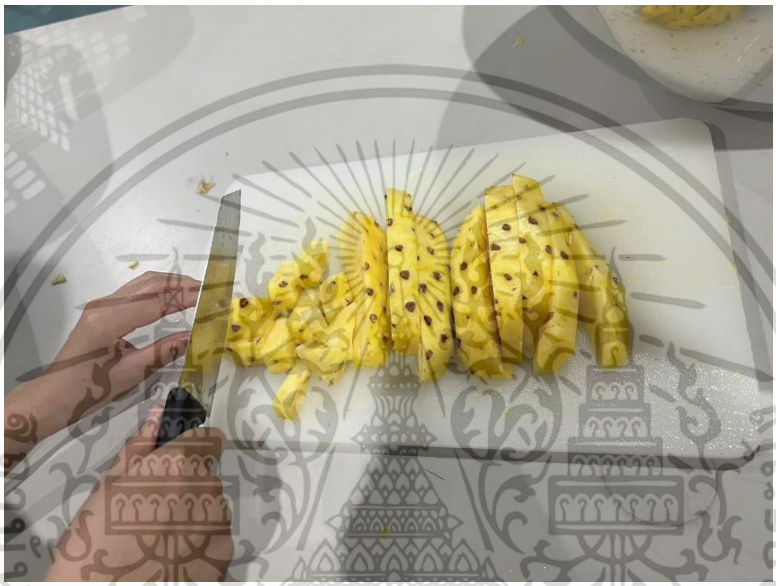
No	Additive	0.012	0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100	200
143	95	-3.19	-1.59	-1.1	-0.39	-0.21	0.18	0.47	2.69	5.44	10.89
144	95.5	-2.83	-1.4	-0.96	-0.32	-0.16	0.24	0.57	3.13	6.27	12.43
145	96	-2.43	-1.14	-0.81	-0.26	-0.13	0.25	0.57	3.13	6.28	12.34
146	97	-2.91	-1.5	-1.07	-0.46	-0.3	-0.1	-0.04	0.22	0.5	1.01
147	97.5	-1.78	-0.9	-0.58	-0.16	-0.03	0.51	1.06	5.48	10.93	21.16
148	98	-1.95	-0.97	-0.69	-0.35	-0.34	-0.9	-1.72	-8.3	-16.31	-30.3
149	99	-1.05	-0.55	-0.39	-0.18	-0.11	0.03	0.08	0.58	1.3	1.65
150	99.5	-0.94	-0.42	-0.42	-0.12	-0.02	0.27	0.54	2.65	5.29	9.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การตรวจสอบการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้นด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า

ค.1 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ



ปอกเปลือกแล้วหั่นสับปะรดให้เป็นชิ้นจากนั้นนำใส่ภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำสับปะรดใส่ในถุงผ้าสีขาวแล้วนำเข้าเครื่อง Hydraulic press จะได้น้ำสับปะรดออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

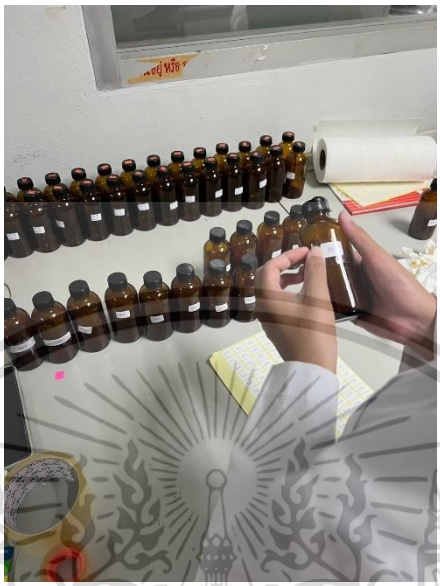
ค.2 การเหยน้ำสับปะรด

นำน้ำสับปะรดเข้าเครื่อง evaporator ใช้เวลา 45 นาที ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

น้ำสับปะรดเข้มข้น ความหวาน 60 °Brix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

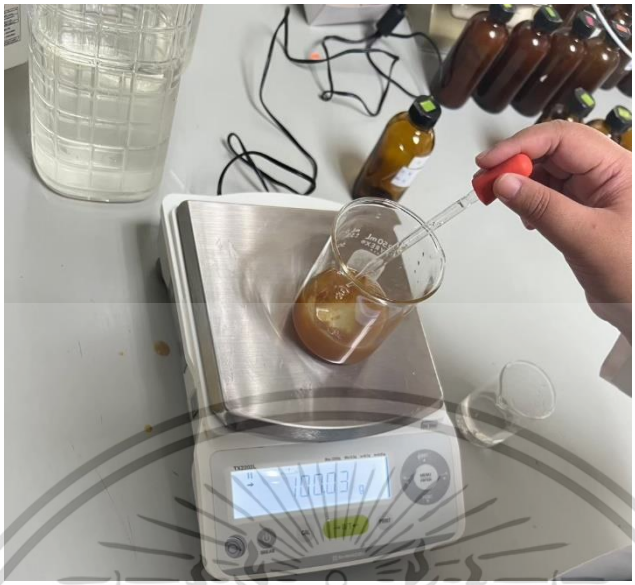
ค.3 การเตรียมตัวอย่างน้ำสับปะรดแท้และน้ำสับปะรดปลอม



เตรียมขวดสีชา แล้วติด label ลงบนขวด

นำน้ำสับปะรดแท้ที่ระเหยแล้ว มีความหวาน 60 ° Brix เทลงในขวดสีชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



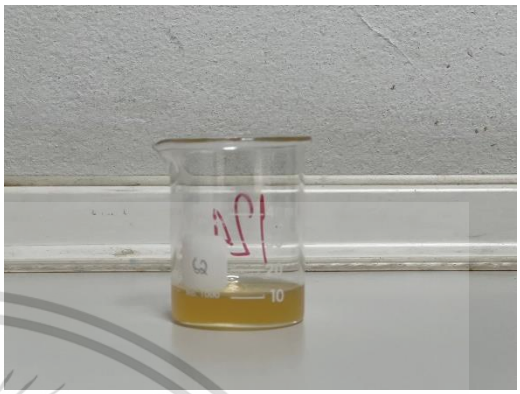
การเตรียมน้ำสับปะรดปลอมจะเติมสารละลายน้ำตาลลงในน้ำสับปะรดตามสัดส่วนที่กำหนดไว้แล้วผสมเข้าด้วยกัน

เทน้ำสับปะรดปลอมที่ผสมแล้วใส่ขวดสีชาตามสัดส่วนที่ติดไว้ที่ขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

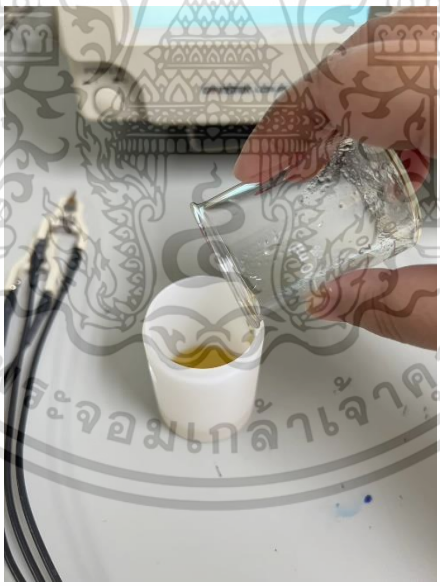
ค.4 การวัดค่าทางไฟฟ้าด้วย LCR meter

ภาพที่ ค.1 น้ำสับปะรดแท้



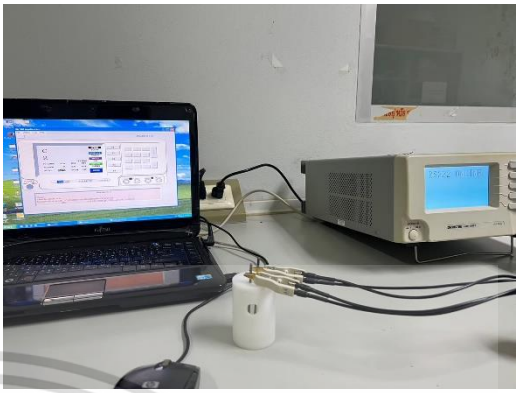
ภาพที่ ค.2 น้ำสับปะรดปลอม

การวัดค่าทางไฟฟ้าของน้ำสับปะรดแท้ให้นำน้ำสับปะรดแท้ใส่บีกเกอร์ปริมาณ 10 ml ในการวัดค่าทางไฟฟ้าของน้ำสับปะรดปลอมก็ให้ทำเหมือนกัน

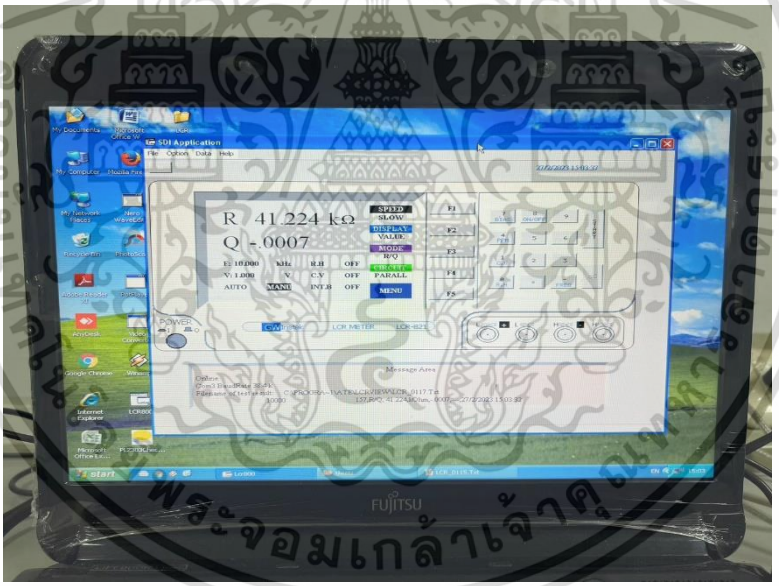


เทน้ำสับปะรดลงในภาชนะสำหรับวัดค่าทางไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วัดค่าทางไฟฟ้าแต่ละตัวแปรที่ความถี่ 0.012, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 50, 100 และ 200 kHz ให้ครบทุกตัวแปร



ภาพที่ ค.3 หน้าจอแสดงผลค่าของตัวแปรต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ถิรพล สมุทรกลิน
วัน เดือน ปี เกิด	3 มีนาคม 2544
ประวัติการศึกษา	จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปัจจุบันกำลังศึกษาในคณะอุตสาหกรรมอาหาร หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการทำงานและผลงานวิจัย	ตรวจสอบการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้นด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า (DETECTION OF ADULTERATION IN PINEAPPLE JUICE CONCENTRATE USING ELECTRICAL TECHNIQE)
รางวัลที่เคยได้รับ	-
ชื่อ-นามสกุล	วริศรา สินสมุทร
วัน เดือน ปี เกิด	10 มกราคม 2544
ประวัติการศึกษา	จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมจากโรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปัจจุบันกำลังศึกษาในคณะอุตสาหกรรมอาหาร หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการทำงานและผลงานวิจัย	ตรวจสอบการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้นด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า (DETECTION OF ADULTERATION IN PINEAPPLE JUICE CONCENTRATE USING ELECTRICAL TECHNIQE)
รางวัลที่เคยได้รับ	-
ชื่อ-นามสกุล	หนึ่งฤทัย อภัยรัตน์
วัน เดือน ปี เกิด	24 มีนาคม 2543
ประวัติการศึกษา	จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๔ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปัจจุบันกำลังศึกษาในคณะอุตสาหกรรมอาหาร หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการทำงานและผลงานวิจัย	ตรวจสอบการปลอมปนในน้ำสับปะรดเข้มข้นด้วยเทคนิคทางไฟฟ้า (DETECTION OF ADULTERATION IN PINEAPPLE JUICE CONCENTRATE USING ELECTRICAL TECHNIQE)
รางวัลที่เคยได้รับ	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้