รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การตรวจสอบการเจือปน isopropyl alcohol ในสุราโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟาเรด

Detection of isopropyl alcohol adulteration in spirit by near infrared spectroscopy

นายสนธิสุข ธีระชัยชยุติ

ระจิตร สุวพานิช

บุศรากรณ์ มหาโยธี

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2561

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การตรวจสอบการเจือปน isopropyl alcohol ในสุราโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟาเรด

Detection of isopropyl alcohol adulteration in spirit by near infrared spectroscopy

นายสนธิสุข ธีระชัยชยุติ

ระจิตร สุวพานิช

บุศรากรณ์ มหาโยธี

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2561

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การตรวจสอบการเจือปน isopropyl alcohol ในสุราโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟาเรด

ชื่อโครงการ Detection of isopropyl alcohol adulteration in spirit by near infrared spectroscopy

แหล่งเงิน เงินงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 382,500 บาท

ระยะเวลาการทำวิจัย 1 ปี (1 ตุลาคม 2560 - 30 กันยายน 2561)

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

รศ.ดร. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

มีการผลิตสุราปลอมแปลง โดยการปลอมปนแอลกอฮอล์แปลงสภาพที่มีสาร isopropyl alcohol สูตรที่ 13 ปนอยู่ (DA13: IPA1%) ซึ่งมีการห้ามนำไปผสมลงในสุรา ทั้งนี้เพื่อหวังจะหาผลกำไร การทดลองนี้จึงนำเทคนิคการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟาเรด เพื่อมาวิเคราะห์การปลอมปนของ DA13: IPA1% ใช้วิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณใช้วิธี partial least squares regression และการวิเคราะห์เชิงคุณภาพใช้วิธี discriminant analysis ทำการเตรียมสุราแท้และสุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90% ดำเนินการทั้งสุราขาวและสุราสี ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ พบว่าสามารถสร้างสมการทำนาย DA13: IPA1% ในสุราขาวประเภทวอดก้า ได้ความแม่นยำที่สุดคือ correlation coefficient (R)=0.909, root mean square error of prediction (RMSEP)=12.56% และในสุราสีประเภทวิสกี้ ได้ความแม่นยำที่สุดคือ R=0.731 , RMSEP=20.91% ในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ พบว่าสามารถสร้างสมการการคัดแยกสุราที่ผสม DA13: IPA1% ในสุราขาวประเภทวอดก้า ได้ความแม่นยำที่สุดคือ 91.49% และในสุราสีประเภทวิสกี้ ได้ความแม่นยำที่สุดคือ 93.62% จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าเทคนิคการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟาเรด มีศักยภาพที่จะนำมาใช้ในการทำนายและคัดแยกสุราที่มีการผสม DA13: IPA1% ได้

คำสำคัญ: การตรวจสอบ, ไม่ทำลาย, การปลอมปน, สุรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

There is a production of spirit's adulteration by using a denature alcohol, formula 13 (DA13: IPA1%) in order to make a profit. That is forbidden to mix in spirits. The technique of near infrared spectroscopy was used in order to predict the adulteration of spirit by quantitative and qualitative analysis in this study. For quantitative analysis, partial least squares regression was used to develop the model to predict DA13: IPA1% in spirit. For qualitative analysis, partial least squares-discriminant analysis was used to develop the classification model to classify the adulteration in spirit. The preparation of adulteration of spirits using 1 to 90% of DA13: IPA1% was done in this research. The results of quantitative analysis found that the best model could be used to predict DA13: IPA1% in vodka (correlation coefficient or R=0.909, RMSEP=12.56%) and to predict DA13: IPA1% in whisky (R=0.731, RMSEP=20.91%). The results of qualitative analysis found that the best classification model could be used to classify the adulteration in vodka with the accuracy of 91.49% and used to classify the adulteration in whisky with the accuracy of 93.62%. Therefore the technique of near infrared spectroscopy has a potential to use for prediction and classification of adulteration of DA13: IPA1% in spirits.

Keywords evaluate, nondestructive, adulteration, spirit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินทุนงบประมาณประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือในงานวิจัย คณะผู้วิจัยหวังว่ารายงานวิจัยฉบับนี้คงจะเป็นประโยชน์กับผู้ที่สนใจ หากรายงานวิจัยฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

รศ.ดร.สนธิสุข ธีระชัยชยุติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
สัญลักษณ์คำย่อและอักษรย่อ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 สุรากลั่น	4
2.2 หลักการของเทคโนโลยีเนียร์อินฟาเรดสเปกโทสโกปี	14
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	31
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	31
3.2 อุปกรณ์	31
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	32
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	36
4.1 ตอนที่ 1 การทำนายปริมาณการเจือปน DA13: IPA1% ในสุราขาวประเภทวอดก้าและสุราสีประเภทวิสกี้	36
4.2 ตอนที่ 2 การตรวจสอบและคัดแยกสุราผสม DA13: IPA1% ในสุราขาวประเภทวอดก้าและสุราสีประเภทวิสกี้	63
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	77
บรรณานุกรม	79
ภาคผนวก	82
ภาคผนวก ก	85
ภาคผนวก ข	165
ประวัติผู้เขียน	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ค่าที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดมาตรฐานสุรากลั่นตาม มอก. 2088-2544	11
2.2	ค่าที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดมาตรฐานสุรากลั่นตาม มอก. 2088-2544	23
3.1	ปริมาณของ Denature Alcohol สูตร 13 (DA13: IPA1%) ในสุราผสมที่ทำขึ้นเพื่อใช้ในการทดลอง	33
3.2	ปริมาณน้ำกลั่นที่ใช้เพื่อการเตรียม DA13: IPA1% – 40 ดีกรี	34
3.3	ปริมาณน้ำกลั่นที่ใช้เพื่อการเตรียม DA13: IPA1% – 35 ดีกรี	34
4.1	ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	36
4.2	ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration	38
4.3	ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	39
4.4	ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	39
4.5	ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration	41
4.6	ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	42
4.7	ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	42
4.8	ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration	44
4.9	ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	45
4.10	ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	45
4.11	ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration	47
4.12	ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	48
4.13	ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	48
4.14	ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration	50
4.15	ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	51
4.16	ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	51
4.17	ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration	53
4.18	ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	54
4.19	ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	54
4.20	ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration	56
4.21	ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	57
4.22	ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่		หน้า
4.23	ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration	59
4.24	ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	60
4.25	ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	60
4.26	ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration	62
4.27	ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction	63
4.28	ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราขาว VK1 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction	64
4.29	ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราขาว VK2 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction	65
4.30	ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราขาว VK3 แท้และปลอม ในกลุ่ม calibration และ prediction	67
4.31	ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราขาว VK4 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction	68
4.32	ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราขาว VK5 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction	70
4.33	ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราสี WS1 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction	71
4.34	ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราสี WS2 แท้และสุราผสม DA13: IPA1%ในกลุ่ม calibration และ prediction	73
4.35	ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราสี WS3 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction	75
4.36	ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราสี WS4 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction	76
ข.1	ปริมาณของ IPA ในสุราปลอมที่ทำขึ้น	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงขั้นตอนการสร้างระบบ NIR ในงานคุณภาพ	15
2.2	ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล NIR Spectroscopy	27
4.1	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราขาว VK1 ผสม DA13: IPA1%	37
4.2	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราขาว VK1 ผสม DA13: IPA1%	37
4.3	กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราขาว VK1 ผสม DA13: IPA1%	38
4.4	กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราขาว VK1 ผสม DA13: IPA1%	39
4.5	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราขาว VK2 ผสม DA13: IPA1%	40
4.6	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราขาว VK2 ผสม DA13: IPA1%	40
4.7	กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราขาว VK2 ผสม DA13: IPA1%	41
4.8	กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราขาว VK2 ผสม DA13: IPA1%	42
4.9	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราขาว VK3 ผสม DA13: IPA1%	43
4.10	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราขาว VK3 ผสม DA13: IPA1%	43
4.11	กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราขาว VK3 ผสม DA13: IPA1%	44
4.12	กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราขาว VK3 ผสม DA13: IPA1%	45
4.13	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราขาว VK4 ผสม DA13: IPA1%	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่		หน้า
4.14	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราขาว VK4 ผสม DA13: IPA1%	46
4.15	กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราขาว VK4 ผสม DA13: IPA1%	47
4.16	กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราขาว VK4 ผสม DA13: IPA1%	48
4.17	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราขาว VK5 ผสม DA13: IPA1%	49
4.18	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราขาว VK5 ผสม DA13: IPA1%	49
4.19	กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราขาว VK5 ผสม DA13: IPA1%	50
4.20	กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราขาว VK5 ผสม DA13: IPA1%	51
4.21	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราสี WS1 ผสม DA13: IPA1%	52
4.22	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราสี WS1ผสม DA13: IPA1%	52
4.23	กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราสี WS1 ผสม DA13: IPA1%	53
4.24	กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราสี WS1 ผสม DA13: IPA1%	54
4.25	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราสี WS2 ผสม DA13: IPA1%	55
4.26	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราสี WS2 ผสม DA13: IPA1%	55
4.27	กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราสี WS2 ผสม DA13: IPA1%	56
4.28	กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราสี WS2 ผสม DA13: IPA1%	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่		หน้า
4.29	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราสี WS3 ผสม DA13: IPA1%	58
4.30	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราสี WS3 ผสม DA13: IPA1%	58
4.31	กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราสี WS3 ผสม DA13: IPA1%	59
4.32	กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราสี WS3 ผสม DA13: IPA1%	60
4.33	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราสี WS4 ผสม DA13: IPA1%	61
4.34	ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราสี WS4 ผสม DA13: IPA1%	61
4.35	กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราสี WS4 ผสม DA13: IPA1%	62
4.36	กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราสี WS4 ผสม DA13: IPA1%	63
4.37	ผลการคัดแยกของสุราขาว VK1 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	64
4.38	ผลการคัดแยกของสุราขาว VK1 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	64
4.39	ผลการคัดแยกของสุราขาว VK2 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	66
4.40	ผลการคัดแยกของสุราขาว VK2 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	66
4.41	ผลการคัดแยกของสุราขาว VK3 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	67
4.42	ผลการคัดแยกของสุราขาว VK3 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่		หน้า
4.43	ผลการคัดแยกของสุราขาว VK4 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	69
4.44	ผลการคัดแยกของสุราขาว VK4 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	69
4.45	ผลการคัดแยกของสุราขาว VK5 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	70
4.46	ผลการคัดแยกของสุราขาว VK5 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	70
4.47	ผลการคัดแยกของสุราสี WS1 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	72
4.48	ผลการคัดแยกของสุราสี WS1 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	72
4.49	ผลการคัดแยกของสุราสี WS2 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	73
4.50	ผลการคัดแยกของสุราสี WS2 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	73
4.51	ผลการคัดแยกของสุราสี WS3 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	75
4.52	ผลการคัดแยกของสุราสี WS3 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	75
4.53	ผลการคัดแยกของสุราสี WS4 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	76
4.54	ผลการคัดแยกของสุราสี WS4 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5	76
ก.1	รูปเหล้าที่จัดซื้อจัดหา	83
ก.2	ลำเลียงวัตถุดิบไปที่ห้องปฏิบัติการ	83
ก.3	เหล้าแท้ที่จัดซื้อและเตรียมสำหรับการทดลอง	84
ก.4	ดำเนินการทดลองผสม เหล้าแท้และ IPA และปรับสีปรับกลิ่น	84
ก.5	รูปเครื่องมือ NIRS สำหรับการทดลอง	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์คำย่อและอักษรย่อ

DA13: IPA1% = denature alcohol, formula 13 (ethanol 99 % : IPA 1 %)
PLSR = partial least squares regression
PLS-DA = partial least squares-discriminant analysis
R = correlation coefficient
RMSEC = root mean square error of calibration
RMSEP = root mean square error of prediction
VK1 = vodka ยี่ห้อ Smirnoff
VK2 = vodka ยี่ห้อ Absolute
VK3 = vodka ยี่ห้อ Gilbey's vodka
VK4 = vodka ยี่ห้อ Jupiter vodka
VK5 = vodka ยี่ห้อ Shaker
WS1 = whisky ยี่ห้อ Black label
WS2 = whisky ยี่ห้อ Red label
WS3 = whisky ยี่ห้อ 100 Piper
WS4 = whisky ยี่ห้อ Benmore 4 Cask

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

สุรา คือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ (ชนิดเอทิลแอลกอฮอล์) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ โดยแอลกอฮอล์มีฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลาง ผู้ที่ดื่มสุราในปริมาณไม่มากจะรู้สึกผ่อนคลายเนื่องจากแอลกอฮอล์ไปกดจิตใต้สำนึกที่คอยควบคุมตนเอง ทำให้กล้าแสดงออกมากขึ้น (นิลเนตรและคณะ, 2550) สุราเป็นที่รู้จักของคนไทยมาช้านาน เป็นเครื่องดื่มที่อยู่คู่กับวัฒนธรรมไทยซึ่งเห็นได้จากงานรื่นเริงต่างๆ เช่น วันปีใหม่ วันสงกรานต์ เข้าพรรษา ออกพรรษา งานแต่งงาน งานบวช ฯลฯ โดยสุราแบ่งเป็นสองประเภท คือ สุราแช่และสุรากลั่น สุราแช่ หมายถึง สุราที่ได้จากการหมักส่าให้เกิดแอลกอฮอล์แต่ไม่นิยมนำมากลั่น โดยมีแรงแอลกอฮอล์ของน้ำหมักไม่เกิน 15 ดีกรี ส่วนสุรากลั่นจะใช้น้ำส่าหมักที่มีแรงแอลกอฮอล์จากการหมักอย่างน้อย 8 ดีกรี ขึ้นไป จึงจะเหมาะที่จะนำไปกลั่นเป็นสุรากลั่น สุราแช่มักจะหมักจากเมล็ดธัญพืช ผลไม้และน้ำตาลจากพืช เช่น เบียร์ ไวน์ กระแช่ น้ำขาว น้ำตาลเมา เป็นต้น ส่วนสุรากลั่นหมายถึง สุราที่เกิดจากการเอาน้ำส่า (แป้งหรือน้ำตาลหมักด้วยยีสต์ จนเกิดแอลกอฮอล์) มากลั่น อาจจะมีการเติมสีปรุงกลิ่นแต่งรสด้วยสารปรุงแต่งอื่นๆ แล้วเก็บบ่มต่อไป สุราประเภทนี้ได้แก่ สุราขาว สุราผสมพิเศษ และสุราปรุงพิเศษ เป็นต้น สำหรับสุรากลั่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่คนไทยให้ความนิยมสูง มีอัตราการบริโภคหลายหมื่นล้านบาทต่อปี (พินิจ, 2536)

ประเทศไทยมีการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มากเป็นอันดับ 3 ของทวีปเอเชีย จากการสำรวจในปี 2554 พบว่าปริมาณการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของประชากรไทยโดยเฉลี่ยเป็น 52 ลิตร/คน/ปีหรือคิดเป็น 7.1 ลิตรแอลกอฮอล์บริสุทธิ์/คน/ปี ความชุกของนักดื่มในประชากรผู้ใหญ่ (อายุ 15 ปีขึ้นไป) คิดเป็นร้อยละ 31.5 และความชุกของนักดื่มในประชากรวัยรุ่น (อายุ 15 – 19 ปี) คิดเป็นร้อยละ 14 ในแต่ละปีประเทศไทยมีนักดื่มหน้าใหม่เพิ่มขึ้นประมาณ 2.5 แสนคน ส่วนใหญ่นักดื่มเหล่านี้ คือ กลุ่มเด็กและเยาวชน และนักดื่มในกลุ่มนี้สัดส่วนของนักดื่มประจาเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 70 ภายในระยะเวลา 3 ปี (2551 – 2553) ปัจจุบันคนไทยใช้เวลาโดยเฉลี่ยเพียง 4 นาที ในการเดินทางไปร้านขายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เด็กและเยาวชนที่อายุ ต่ำกว่า 20 ปี ถึงร้อยละ 98.7 ยังสามารถซื้อหาเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้ด้วยตนเอง (มนันญา, 2559) ซึ่งหมายความว่าการเข้าถึงหรือหาซื้อสุรามาบริโภคนั้นยังเป็นไปได้ง่าย แม้ว่าจะมีกฎหมายออกมาควบคุมพื้นที่ในการจำหน่ายและจำกัดเวลาในการจำหน่ายแล้วก็ตาม

ในด้านการผลิตสุรานั้นคณะรัฐมนตรีได้มีมติเมื่อวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2541 เห็นชอบนโยบายการเปิดเสรีการผลิตและจาหน่ายสุราในประเทศ หลังจากนั้นกระทรวงการคลังก็ได้ออกข้อกำหนดคุณสมบัติของผู้มีสิทธิขอรับใบอนุญาตทำและขายส่งสุรา รวมทั้งมาตรฐานโรงงานสุราไว้ใน “ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการบริหารงานสุรา พ.ศ. 2543” ต่อมาใน พ.ศ. 2544 รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชน โดยอนุญาตให้ผู้ผลิตรายย่อยทำการผลิตและจาหน่ายสุราพื้นบ้าน ประเภทสุราแช่และสุรากลั่นชุมชนอย่างเสรีมากขึ้น รวมทั้งมีมาตรการป้องกันและปราบปรามสุราหลบหนีภาษีนโยบายดังกล่าว เท่ากับเป็นการส่งเสริมให้มีโรงงานผลิตสุรารายย่อยเกิดขึ้นจานวนมากในชุมชนหลัง พ.ศ. 2544 รัฐได้ตระหนักถึงผลกระทบจากกรณีการดื่มสุราเป็นต้นเหตุของปัญหาสังคมมากมาย ต่อมารัฐบาลจึงได้จัดตั้งคณะกรรมการควบคุมการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แห่งชาติขึ้น เพื่อจัดทาแผนยุทธศาสตร์ลดการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และลดผลกระทบที่เกิดจากการดื่มสุรา (มนันญา, 2559) ซึ่งจำนวนผู้ประกอบการสุราชุมชนทั่วประเทศจากการสำรวจในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2558 มีอยู่ประมาณ 2,900 ราย ในจำนวนนี้ 220 รายเป็นกลุ่มที่ต้องเฝ้าระวัง (คมชัดลึก, 2559)

ปัญหาของการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์นั้น นอกจากจะต้องควบคุมวินัยการดื่มให้เป็นไปตามกฎหมายจราจรแล้ว ยังมีในเรื่องของการควบคุมอายุของผู้ดื่ม และควบคุมช่วงเวลาในการจำหน่าย เป็นต้น อย่างไรก็ตาม สิ่งที่จะละเลยการตรวจสอบไม่ได้คือมาตรฐานด้านคุณภาพของสุรา ซึ่งแม้จะมีการออกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสุราแช่และสุรากลั่นเพื่อควบคุมมาตรฐานการผลิตแล้วก็ตาม แต่ก็ยังพบปัญหาคุณภาพสุราไม่ได้มาตรฐานอยู่เรื่อยๆ โดยเฉพาะการปนเปื้อนหรือมีปริมาณสารพิษต่างๆ เกินค่ามาตรฐาน เช่น ตะกั่ว ทองแดง สารหนู เอทิลคาร์บาเมต และ เมทิลแอลกอฮอล์ ส่งผลให้ผู้บริโภคเจ็บป่วยและมีปัญหาสุขภาพตามมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปนเปื้อนของเมทิลแอลกอฮอล์ในสุราที่ทำให้ผู้ดื่มตาบอดและถึงขั้นเสียชีวิตได้ ในปัจจุบันการปนเปื้อนของสารพิษในสุราส่วนมากมักเกิดจากการนำแอลกอฮอล์แปลงสภาพ (Denatured alcohol) สูตรที่ 13 ที่ผสมสารไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ (Isopropyl alcohol) ในอัตราส่วน 1 เปอร์เซ็นต์ ลงไป ลักษณะของแอลกอฮอล์สูตรนี้คือ ใส ไม่มีสี ไม่มีรสและกลิ่น ซึ่งแอลกอฮอล์สูตรนี้จะห้ามนำมาบริโภค แต่จะถูกนำไปใช้ในด้านต่างๆ เช่น การล้างทำความสะอาดเครื่องมือแพทย์ ใช้ผสมหรือเป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมเคมีหลายชนิด ด้วยเหตุที่แอลกอฮอล์ชนิดนี้มีราคาไม่แพงจึงมีผู้ลักลอบนำไปผสมกับสุราประเภทสุราขาวและในไวน์ผลไม้พร้อมดื่ม รวมถึงสุราปลอมและสุราเถื่อนด้วย ดังตัวอย่างการจับกุมสุราเถื่อนและสุราปลอมยี่ห้อของกรมสรรพในช่วงเดือนกรกฎาคม ปี 2557 ซึ่งพบว่ามีการใช้แอลกอฮอล์ที่ผสมสาร Isopropyl alcohol สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมและวงการแพทย์ในโรงงานสุราเขตจังหวัดราชบุรี (ไทยรัฐออนไลน์, 2557) และในเดือนสิงหาคมปี 2557 ผู้อำนวยการ องค์การสุรา กรมสรรพสามิต กล่าวว่า ปัจจุบันมีกลุ่มผู้ประกอบการลักลอบนำแอลกอฮอล์แปลงสภาพสูตร 13 ไปผสมเป็นสุราเถื่อนด้วยการนำแอลกอฮอล์ผสมกับสารไอโซโพพิลสัดส่วน 100 : 1 เพราะเป็นสารไม่มีสี ไม่สีกลิ่น ไม่มีรส เพื่อนำสารเหล่านี้ไปผสมกับเหล้าจริง หรือน้ำประเภทอื่นจนกลายเป็นเหล้าปลอม ซึ่งกรมสรรพสามิตสามารถจับกุมสุราปลอมดังกล่าว ได้มากกว่า 16,000 ลิตร ทางภาคใต้และเริ่มระบาดไปหลายแห่งทั่วประเทศ (สำนักข่าวไทย, 2557) การตรวจสอบสุราเถื่อนหรือสุราที่มีการปลอมปนจะใช้วิธีมาตรฐานในการตรวจสอบคือตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง gas chromatography (GC) ซึ่งต้องใช้เวลาในการเตรียมเครื่องและตรวจวิเคราะห์ต่อตัวอย่างค่อนข้างนาน หากมีตัวอย่างสุราที่ต้องตรวจวิเคราะห์โดยเร่งด่วนหรือปริมาณมาก อาจมีปัญหาในการตรวจสอบและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเมินผลได้ ดังนั้นจึงได้เกิดแนวความคิดในการนำเทคนิคการตรวจสอบด้วยเทคนิคเนียร์อินฟาเรด ซึ่งเป็นวิธีที่รวดเร็วกว่าและมีความแม่นยำสูงมาช่วยในการแก้ปัญหาการตรวจสอบตัวอย่างที่มีเป็นจำนวนมาก ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาสุราเถื่อนและสุราปลอมปน ที่มีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของผู้บริโภคและป้องกันการลักลอบทำผิดกฎหมายได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อให้ได้สมการที่ใช้ในการทำนายปริมาณการเจือปน isopropyl alcohol ในสุราขาวประเภทวอดก้าและสุราสีประเภทวิสกี้โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟาเรด

1.2.2 เพื่อให้ได้เทคนิคในการตรวจสอบและคัดแยกสุราปลอม

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 สามารถสร้างสมการที่ใช้ทำนายปริมาณการเจือปน isopropyl alcohol ในสุราขาวประเภทวอดก้าและสุราสีประเภทวิสกี้เพื่อเป็นการป้องกันการปลอมแปลงสินค้าและป้องกันการกระทำที่ผิดกฎหมาย ซึ่งเป็นไปตามนโยบายของรัฐบาล รวมถึงป้องกันอันตรายที่จะมีต่อสุขภาพของผู้บริโภคด้วย

1.4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาการสร้างสมการเพื่อทำนายการปลอมปน isopropyl alcohol ในสุราขาวประเภทวอดก้าและสุราสีประเภทวิสกี้ โดยการศึกษาจะทำการวัดปริมาณของ isopropyl alcohol ที่ผสมในสุราในระดับต่างๆ โดยใช้เครื่อง GC และใช้เครื่อง NIR spectrometer วัดสเปกตรัมของตัวอย่างทั้งหมด จากนั้นใช้เทคนิควิเคราะห์การดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟาเรดวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการทำนายปริมาณของ isopropyl alcohol ที่ผสมในสุรา และตรวจสอบความแม่นยำของสมการที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันมีการลักลอบผลิตสุราปลอมแปลงให้เหมือนสุรายี่ห้อที่มีราคาแพง โดยการปลอมปนแอลกอฮอล์แปลงสภาพที่มีสาร isopropyl alcohol ปนอยู่ ซึ่งมีการห้ามนำไปผสมลงในสุรา ทั้งนี้เพื่อหวังจะลดต้นทุนการผลิต ถือเป็นการกระทำที่ผิดกฎหมายและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค การตรวจสอบสุราเหล่านี้ใช้การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง GC ซึ่งใช้เวลาในการตรวจสอบแต่ละตัวอย่างนาน ดังนั้นจึงมีความคิดที่จะนำเทคนิคการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟาเรดมาใช้ เนื่องจากใช้เวลารวดเร็วและเป็นเทคนิคที่มีการยอมรับว่ามีความแม่นยำและเชื่อถือได้ อันจะมีส่วนช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบ ลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ ช่วยคัดแยกสุราปลอมที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

2.1 สุรากลั่น

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้ให้คำจำกัดความของสุรากลั่นเพื่อใช้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์สุราไว้ว่า สุรากลั่น (distilled liquors หรือ distilled spirits) หมายถึงสุราที่ได้จากการหมักวัตถุดิบต่างๆ ให้เกิดแรงแอลกอฮอล์แล้วนำไปกลั่น และบางชนิดต้องเก็บไว้นานเพื่อให้มีคุณภาพดี แล้วอาจปรุงแต่งให้มีแรงแอลกอฮอล์มากน้อยตามต้องการ

ประเภทและชนิดของสุรากลั่น

ในส่วนของกรมสรรพสามิตนั้น ได้กำหนดประเภทและชนิดของสุรากลั่นที่อนุญาตให้ทำขึ้นในราชอาณาจักร ตามความในมาตรา 5 แห่งพระราชบัญญัติภาษีสุรา พ.ศ. 2493 ไว้ดังนี้ (ยุพา, 2531)

1. สุราขาว คือ สุราที่กลั่นมาจากข้าวหรือน้ำตาล โดยปราศจากเครื่องย้อมหรือสิ่งปรุงแต่งอย่างใดและเมื่อนำออกจากโรงงานเพื่อเสียภาษีต้องมีแรงแอลกอฮอล์ระดับต่างๆ ดังนี้คือ 28 , 30 , 35 และ 40 ดีกรี

2. สุราสามทับ (แอลกอฮอล์) คือสุรากลั่นที่ปราศจากเครื่องย้อมหรือสิ่งปรุงแต่ง และเมื่อนำออกจากโรงงานเพื่อเสียภาษี จะต้องมีแรงแอลกอฮอล์ตั้งแต่ 80 ดีกรี ขึ้นไป (เป็นแอลกอฮอล์ที่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมยา เครื่องสำอาง เคมีภัณฑ์ เป็นต้น)

3. สุราผสม คือ สุรากลั่นที่มีกรรมวิธีใช้สิ่งปรุงแต่งขึ้นจากสุราขาวหรือสุราสามทับ เมื่อผสมปรุงแต่งแล้ว และเมื่อนำออกจากโรงงานเพื่อเสียภาษีต้องมีแรงแอลกอฮอล์ระดับต่างๆ ดังนี้คือ 28 , 30 และ 35 ดีกรี

4. สุราปรุงพิเศษ คือ สุรากลั่นที่ผสมปรุงแต่งขึ้นจากสุราขาวและสุราสามทับโดยมี กรรมวิธีพิเศษ เมื่อผสมปรุงแต่งแล้วจะต้องได้รับอนุมัติว่าเป็นสุราปรุงพิเศษจึงถือว่าเป็นสุราปรุงพิเศษ และเมื่อนำออกจากโรงงานเพื่อเสียภาษี ต้องมีแรงแอลกอฮอล์ขนาดต่างๆ ดังนี้คือ 35 และ 40 ดีกรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สุราพิเศษ คือ สุราที่กลั่นโดยตรงจากข้าวบาร์เลย์ ข้าวโพด ผลอุ่น หรือพืชผลอื่นๆ หรือสุราที่ผสมปรุงแต่งขึ้นจากสุราที่กลั่นได้นั้นโดยกรรมวิธีพิเศษ

สำหรับความหมายและประเภทของสุรากลั่นตาม Standards of Identity for Distilled Spirits (CFR 27 1975) ของรัฐบาลอเมริกามีดังนี้ (เมทนี, 2521)

(**หมายเหตุ :** 100 ดีกรีพรู๊ปอเมริกัน เท่ากับแอลกอฮอล์เข้มข้น 50 % หรือ 50 ดีกรี)

ประเภทที่ 1 แอลกอฮอล์ (Neutral spirits หรือ alcohol) เป็นสุรากลั่นที่ผลิตจากสารใดๆ ก็ได้โดยให้มีปริมาณแอลกอฮอล์ 190 ดีกรีพรู๊ปหรือมากกว่า และถ้าบรรจุขวดต้องมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป ได้แก่

1.1 วอดก้า เป็นแอลกอฮอล์ที่กลั่นซ้ำ หรือหลังจากกลั่นนำมากรองด้วยถ่าน (charcoal) หรือสารอื่นจนปราศจาก สี กลิ่น รส

1.2 แอลกอฮอล์ผลิตจากธัญพืช (Grain spirits) เป็นแอลกอฮอล์ที่กลั่นจากเมล็ดธัญพืชที่ผ่านการหมักแล้วเก็บไว้ในภาชนะทำด้วยไม้โอ๊ค

ประเภทที่ 2 วิสกี้ เป็นสุรากลั่นจากเมล็ดธัญพืช หมักให้มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยกว่า 190 ดีกรีพรู๊ป สุรามีรส กลิ่น และลักษณะคุณสมบัติของวิสกี้ เก็บไว้ในภาชนะทำด้วยไม้โอ๊ค (ยกเว้นคอร์นวิสกี้) บรรจุขวดโดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป และรวมถึงส่วนผสมของสุราประเภทนี้ซึ่งไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้โดยเฉพาะ ได้แก่

2.1.1 เบอร์บอนวิสกี้ ไรย์วิสกี้ วีทวิสกี้ มอลต์วิสกี้ หรือไรย์มอลต์วิสกี้ เป็นวิสกี้ซึ่งกลั่นให้มีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 160 ดีกรีพรู๊ป จากการหมักเมล็ดธัญพืช มีข้าวโพด ข้าวไรย์ ข้าวสาลี มอลต์จากข้าวบาร์เลย์ หรือมอลต์จากข้าวไรย์ ไม่น้อยกว่า 51 % ตามลำดับ เก็บไว้โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่มากกว่า 135 ดีกรีพรู๊ป ในถังไม้โอ๊คใหม่เผาไฟ และรวมถึงส่วนผสมของวิสกี้ประเภทเดียวกัน

2.1.2 คอร์นวิสกี้ เป็นวิสกี้กลั่นให้มีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 160 ดีกรีพรู๊ป จากการหมักเมล็ดธัญพืชซึ่งมีข้าวโพดไม่น้อยกว่า 80 % ถ้าเก็บในถังไม้โอ๊คต้องเก็บไว้โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่มากกว่า 125 ดีกรีพรู๊ป ในถังไม้โอ๊คเก่า หรือถังใหม่เผาไฟ ห้ามใช้ถังไม้เผาไฟ และรวมถึงส่วนผสมของวิสกี้ประเภทเดียวกัน

2.1.3 วิสกี้ที่เป็นไปตามเงื่อนไขของมาตรฐาน ซึ่งได้เก็บไว้ในถังไม้โอ๊คชนิดที่กำหนดเป็นเวลา 2 ปี หรือมากกว่าจะระบุคำว่า “แท้” (straight) เช่น เบอร์บอนวิสกี้แท้ คอร์นวิสกี้แท้ และวิสกี้ที่เป็นไปตามเงื่อนไขของมาตรฐาน แต่ผลิตจากการหมักเมล็ดธัญพืชชนิดหนึ่งน้อยกว่า 51 % และเก็บไว้ในถังไม้โอ๊คใหม่เผาไฟเป็นเวลา 2 ปี หรือมากกว่าจะระบุชื่อเพียงว่า “วิสกี้แท้” (straight whisky) วิสกี้แท้รวมถึงส่วนผสมของวิสกี้ซึ่งมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน และส่วนผสมของวิสกี้แท้ประเภทเดียวกัน อายุไม่ต่ำกว่า 4 ปี ผลิตจากโรงงานแห่งเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เบอร์บอนวิสกี้ เป็นวิสกี้ผลิตในสหรัฐอเมริกามีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 160 ดีกรี พรู๊ป กลั่นจากการหมักเมล็ดธัญพืชซึ่งมีข้าวโพด ข้าวไรย์ ข้าวสาลี มอลต์จากข้าวบาร์เลย์ หรือมอลต์จากข้าวไรย์ ไม่น้อยกว่า 51 % ตามลำดับ และเก็บในถังไม้โอ๊คเก่า และรวมถึงส่วนผสมของวิสกี้เหล่านี้ชนิดเดียวกัน วิสกี้ที่เป็นไปตามมาตรฐานของคอร์นวิสกี้ต้องระบุชื่อว่า คอร์นวิสกี้

2.3 ไลท์วิสกี้ (Light whisky) เป็นวิสกี้ผลิตในสหรัฐอเมริกามีปริมาณแอลกอฮอล์มากกว่า 160 ดีกรีพรู๊ป เก็บในถังไม้โอ๊คเก่าหรือถังใหม่ไม่เผาไฟ และรวมถึงส่วนผสมของวิสกี้ประเภทนี้ ถ้าไลท์วิสกี้ผสมด้วยวิสกี้แท้น้อยกว่า 20 % โดยพรู๊ปแกลลอน จะระบุชื่อว่า ไลท์วิสกี้ผสม (blended light whisky หรือ light whisky...a blend)

2.4 วิสกี้ผสม (Blended whisky หรือ whisky...a blend) เป็นส่วนผสมซึ่งประกอบด้วยวิสกี้แท้ 20 % โดยพรู๊ปแกลลอนกับวิสกี้ หรือแอลกอฮอล์ หรือทั้งสองอย่าง วิสกี้ผสมซึ่งมีวิสกี้แท้ประเภทใดประเภทหนึ่งไม่น้อยกว่า 51 % โดยพรู๊ปแกลลอน จะระบุชื่อของวิสกี้แท้ด้วย เช่น ไรย์วิสกี้ผสม

2.5 วิสกี้แท้ผสม (A blended of straight whiskies หรือ blended straight whiskies) เป็นส่วนผสมของวิสกี้แท้ วิสกี้แท้ผสมที่ประกอบด้วยวิสกี้แท้ประเภทใดประเภทหนึ่ง และไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของมาตรฐานของวิสกี้แท้ จะระบุชื่อของวิสกี้แท้แต่ละประเภทนั้น เช่น ไรย์วิสกี้แท้ผสม

2.6 สปิริตวิสกี้ (Spirit whisky) เป็นส่วนผสมของแอลกอฮอล์และไม่น้อยกว่า 5 % โดย พรู๊ปแกลลอนของวิสกี้ หรือวิสกี้แท้ หรือวิสกี้แท้กับวิสกี้ โดยในกรณีหลังนี้วิสกี้แท้ที่เป็นองค์ประกอบต้องมีน้อยกว่า 20 % โดยพรู๊ปแกลลอน

2.7 สก๊อตวิสกี้ (Scotch whisky) เป็นวิสกี้ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะของสก๊อตแลนด์ ผลิตในสก๊อต-แลนด์ ภายใต้การยินยอมของกฎหมายของสหราชอาณาจักรซึ่งควบคุมการผลิตสก๊อต วิสกี้สำหรับการบริโภคในสหราชอาณาจักร โดยมีเงื่อนไขว่าถ้าผลิตภัณฑ์นั้นเป็นส่วนผสมของวิสกี้ ผลิตภัณฑ์นั้นจะมีชื่อว่า สก๊อตวิสกี้ผสม

2.8 ไอริชวิสกี้ (Irish whisky) เป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะของไอร์แลนด์ ผลิตทั้งในสาธารณรัฐไอร์แลนด์หรือในไอร์แลนด์เหนือภายใต้กฎหมายควบคุมการผลิตไอริชวิสกี้สำหรับการบริโภคภายในประเทศโดยมีเงื่อนไขว่าถ้าผลิตภัณฑ์นั้นเป็นส่วนผสมของวิสกี้ ผลิตภัณฑ์นั้นจะมีชื่อว่า ไอริชวิสกี้ผสม

2.9 คานาเดียนวิสกี้ (Canadian whisky) เป็นวิสกี้ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะของคานาดา ผลิตในคานาดา ภายใต้การยินยอมของกฎหมายของคานาดา ซึ่งควบคุมการผลิตคานาเดียนวิสกี้สำหรับการบริโภคในคานาดาโดยมีเงื่อนไขว่าถ้าผลิตภัณฑ์นั้นเป็นส่วนผสมของวิสกี้ ผลิตภัณฑ์นั้นจะมีชื่อว่า คานาเดียนวิสกี้ผสม

ประเภทที่ 3 ยิน (Gin) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นครั้งเดียวจากการหมักหรือจากการ กลั่นสุรากลั่นซ้ำ หรือจากการผสมแอลกอฮอล์กับจูนิเพอร์เบอรี่ (juniper berries) บรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป ยินที่ผลิตโดยการกลั่นเพียงครั้งเดียว หรือกลั่นซ้ำ อาจระบุคำว่า “กลั่น” (distilled)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในชื่อ และยังมีชื่อที่รู้จักกันคือ Dry gin (London dry gin) Geneva gin (Hollands gin) และ Old Tom gin (Tom gin)

ประเภทที่ 4 บรั่นดี (Brandy) เป็นสุราซึ่งกลั่นจากการหมักน้ำผลไม้หรือไวน์ ให้มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยกว่า 190 ดีกรีพรู๊ป ผลิตภัณฑ์มีรส กลิ่น และลักษณะเฉพาะของบรั่นดี บรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป บรั่นดีหรือส่วนผสมของบรั่นดีที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานของบรั่นดี จะระบุว่าเป็นบรั่นดีได้จะต้องระบุองค์ประกอบโดยความจริง

4.1 บรั่นดีผลไม้ (Fruit brandy) เป็นบรั่นดีกลั่นจากผลไม้ หรือน้ำผลไม้หมัก โดยใช้ผลไม้สุกคุณภาพดี หรือกลั่นจากไวน์องุ่น ไวน์ส้ม หรือไวน์ผลไม้อื่น ถ้ามีการเติมกากของผลไม้ หรือกากจากการหมักไวน์ ต้องเติมไม่มากกว่า 20 % โดยน้ำหนักของกาก (pomace) ของน้ำผลไม้ หรือไวน์ชนิดนั้น หรือไม่มากกว่า 30 % โดยปริมาตรของกาก (lee) ของไวน์ชนิดนั้น หรือทั้งสองอย่าง บรั่นดีผลไม้ที่ทำจากองุ่นจะระบุชื่อ บรั่นดีองุ่น ยกเว้นในกรณีบรั่นดีกลั่นจากน้ำองุ่นหมักหรือผลองุ่นหมัก หรือไวน์องุ่นหรือกากของไวน์องุ่น ซึ่งได้เก็บในถังไม้โอ๊คเป็นเวลาน้อยกว่า 2 ปี การบอกชนิดและประเภทต้องบอกด้วยว่า immature บรั่นดีผลไม้ที่ไม่ใช่บรั่นดีองุ่น จะระบุชื่อเป็นบรั่นดีเสริมด้วยชื่อของผลไม้ชนิดนั้นเช่น บรั่นดีพีช ยกเว้นบรั่นดีแอปเปิล อาจระบุเป็นแอปเปิลแจค (applejack) บรั่นดีผลไม้ทำจากผลไม้มากกว่าหนึ่งชนิดจะระบุเป็น บรั่นดีผลไม้เสริมด้วยข้อความบอกถึงองค์ประกอบโดยความจริง

4.2 คอนยาร์ค (Cognac หรือ Cognac grape brandy) เป็นบรั่นดีองุ่นที่ทำในตำบล คอนยาร์ค ในประเทศฝรั่งเศส ซึ่งมีสิทธิใช้ชื่อนี้ตามกฎหมายของรัฐบาลฝรั่งเศส

4.3 บรั่นดีผลไม้แห้ง (Dried fruit brandy) เป็นบรั่นดีที่เป็นไปตามมาตรฐานของบรั่นดีผลไม้ แต่ทำจากผลไม้แห้งคุณภาพดีหรือทำจากไวน์ผลไม้แห้ง บรั่นดีทำจากลูกเกด (raisins) หรือจากไวน์ลูกเกด จะระบุชื่อบรั่นดีลูกเกด บรั่นดีอื่นจะระบุชื่อทำนองเดียวกับบรั่นดีผลไม้จากผลไม้ชนิดหนึ่งหรือหลายชนิด แต่ต้องระบุด้วยว่าเป็นผลไม้แห้ง

4.4 ลีบรั่นดี (Lees brandy) เป็นบรั่นดีกลั่นจากกาก (lees) ของไวน์องุ่น ไวน์ส้ม หรือไวน์ ผลไม้อื่น และจะระบุชื่อว่า ลีบรั่นดี เสริมด้วยชื่อของผลไม้ที่ใช้

4.5 โพเมซบรั่นดี (Pomace brandy หรือ marc brandy) เป็นบรั่นดีกลั่นจากเปลือกและเนื้อขององุ่น ส้ม หรือผลไม้อื่นที่สุก คุณภาพดี หลังจากบีบเอาน้ำออกไปแล้ว และจะระบุชื่อว่าโพเมซบรั่นดี เสริมด้วยชื่อของผลไม้นั้น โพเมซบรั่นดีองุ่น อาจระบุชื่อเป็นแกรปปา (grappa หรือ grappa brandy)

4.6 เรสิดิวบรั่นดี (Residue brandy) เป็นบรั่นดีกลั่นจากบางส่วนหรือทั้งหมดจากกากผลไม้หมักหรือกากไวน์หมัก และจะระบุเป็นเรสิดิวบรั่นดี ขยายด้วยชื่อของผลไม้ที่ใช้ บรั่นดีกลั่นบางส่วนหรือทั้งหมดจากกากซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของบรั่นดีอาจระบุเป็นเรสิดิวบรั่นดี

4.7 นิวทรัลบรั่นดี (Neutral brandy) เป็นบรั่นดีผลิตให้มีปริมาณแอลกอฮอล์มากกว่า 170 ดีกรีพรู๊ป และจะระบุตามมาตรฐานของบรั่นดี เว้นแต่การบอกชื่อต้องเสริมด้วยคำว่า นิวทรัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ซับสแตนดาดบรั่นดี (Substandard brandy) จะมีคำว่าซับสแตนดาดระบุอยู่ในชื่อ และจะรวมถึง

4.8.1 บรั่นดีใดๆ ซึ่งกลั่นจากน้ำผลไม้หมัก ผลไม้หมักหรือไวน์หมัก มีกรดระเหยคำนวณเป็นกรดน้ำส้มสายชูมากกว่า 0.20 กรัม/100 มิลลิลิตร

4.8.2 บรั่นดีใดๆ ซึ่งกลั่นจากน้ำผลไม้ ผลไม้ ไวน์ หรือกากคุณภาพไม่ดี มีรา มีโรค หรือเน่า หรือมีกลิ่น รส หรือลักษณะไม่ดีจากสิ่งเหล่านี้แสดงออกในผลิตภัณฑ์

ประเภทที่ 5 สุราแอปเปิ้ลผสม (Blended applejack) ทำจากการผสมระหว่างบรั่นดีแอปเปิล 100 ดีกรีพรู๊ป ซึ่งเก็บในถังไม้โอ๊คเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี จำนวนอย่างน้อย 20 % กับแอลกอฮอล์ 100 ดีกรีพรู๊ป จำนวนไม่มากกว่า 80 % เมื่อบรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป

ประเภทที่ 6 รัม (Rum) เป็นสุราที่กลั่นจากการหมักน้ำอ้อย น้ำเชื่อม กากน้ำตาล หรือสิ่งพลอยได้อย่างอื่นจากอ้อย มีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 190 ดีกรีพรู๊ป ผลิตภัณฑ์มีรส กลิ่นและลักษณะของรัม บรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป และรวมถึงส่วนผสมของรัม

ประเภทที่ 7 เทกิลา (Tequila) เป็นสุรากลั่นจากการหมักพืช *Agave tequilana*, Weber. (blue variety) เป็นสำคัญ โดยมีหรือไม่มีสารหมักอย่างอื่นกลั่นให้ผลิตภัณฑ์มีรส กลิ่น และลักษณะของเทกิลา บรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป และรวมถึงส่วนผสมของเทกิลา เทกิลาเป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะของเม็กซิโก ผลิตภายใต้กฎหมายเม็กซิโก ซึ่งควบคุมการผลิตเทลิกาเพื่อบริโภคภายในประเทศ

ประเภทที่ 8 คอแดล และ ลิเคียว (Cordial and liqueurs) เป็นรผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผสมหรือกลั่นซ้ำของสุรากลั่นพร้อมกับผลไม้ ดอกไม้ พืช หรือน้ำที่สกัดจากสิ่งเหล่านี้ และมีน้ำตาลเด็กซโตรส ลีวูโลส หรือส่วนผสมของทั้งสองอย่างในปริมาณไม่น้อยกว่า 2.5 % โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ได้แก่

8.1 สโลว์ยิน (Sloe gin) เป็นคอแดล หรือ ลิเคียว ที่มีลักษณะรสของสโลเบอร์รี่เป็นสำคัญ

8.2 ไรย์ลิเคียว เบอร์บอนลิเคียว (ไรย์คอแดล , เบอร์บอนคอแดล) เป็นลิเคียวบรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 60 ดีกรีพรู๊ป มีไรย์วิสกี้ หรือเบอร์บอนวิสกี้หรือไรย์วิสกี้แท้ หรือเบอร์บอนวิสกี้แท้ หรือวิสกี้กลั่นจากการหมักไรย์ หรือเบอร์บอนไม่น้อยกว่า 51 % โดยพรู๊ปแกลลอน ตามลำดับ มีลักษณะรสกลิ่นสำคัญจากวิสกี้นั้น ถ้าเติมไวน์ต้องไม่เกิน 2.5 % เพื่อปรุงสีและกลิ่น

8.3 ร๊อคแอนด์ไรย์ ร๊อคแอนด์เบอร์บอน ร๊อคแอนด์บรั่นดี ร๊อคแอนด์รัม (Rock and rye , rock and bourbon , rock and brandy , rock and rum) เป็นลิเคียวบรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 48 ดีกรีพรู๊ป ในกรณีของร๊อคแอนด์ไรย์และร๊อคแอนด์เบอร์บอนนั้น ไม่น้อยกว่า 51 % ของสุรากลั่นที่ใช้ต้องเป็นไรย์วิสกี้ หรือเบอร์บอนวิสกี้ ไรย์วิสกี้แท้หรือเบอร์บอนวิสกี้แท้ หรือวิสกี้กลั่นจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมักข้าวไรย์ หรือเบอร์บอนตามลำดับ และในกรณีร๊อคแอนด์บรั่นดี และร๊อคแอนด์รัม สุรากลั่นทั้งหมดที่ใช้เป็นบรั่นดีองุ่น หรือรัม ตามลำดับ มีร๊อคแคนดี้ (rock candy) หรือน้ำเชื่อม มีการเติมผลไม้ น้ำผลไม้ หรือสารธรรมชาติอื่นที่ให้กลิ่นรสหรือไม่ก็ได้ และมีรสของสุราที่ใช้ คือ ไรย์ เบอร์บอน บรั่นดี หรือรัม ตามลำดับ ถ้าเติมไวน์ต้องไม่เกิน 2.5 % เพื่อเป็นสารให้สีและกลิ่น รส

8.4 การระบุชื่อของคอแดลและลิเคียว อาจเติมคำว่า dry ด้วย ถ้าเติมน้ำตาล เด็กซโตรส หรือลีวูโลส หรือรวมกันน้อยกว่า 10 % โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์

8.5 การระบุชื่อของคอแดลหรือลิเคียว จะไม่มีการเติมคำว่า distilled หรือ compound

ประเภทที่ 9 บรั่นดีปรุงรส ยินปรุงรส รัมปรุงรส วอดก้าปรุงรส วิสกี้ปรุงรส (flavored brandy , flavored gin , flavored rum , flavored vodka , flavored whisky) เป็นบรั่นดี ยิน รัม วอดก้า และวิสกี้ ซึ่งได้เติมสารให้กลิ่นรสตามธรรมชาติ อาจเติมน้ำตาลหรือไม่ก็ได้ บรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 70 ดีกรีพรู๊ป รสที่สำคัญจะระบุเป็นส่วนหนึ่งของชื่อด้วย ถ้าผลิตภัณฑ์ไวน์มากกว่า 2.5% โดยปริมาตร ชื่อและปริมาณของไวน์ต้องระบุไว้ ยกเว้นบรั่นดีปรุงรสอาจมีไวน์ 12.5% โดยปริมาตร โดยไม่ต้องบอกไว้บนฉลาก ถ้าไวน์ที่เติมทำจากผลไม้ซึ่งเป็นรสสำคัญที่ระบุไว้แล้ว

ประเภทที่ 10 สุราเลียนแบบ (Imitation) จะมีคำว่าเลียนแบบระบุอยู่ในชื่อ และรวมถึง

10.1 สุรากลั่นประเภทหรือชนิดใด ๆ ซึ่งได้เติมสีหรือสารให้รสกลิ่นตามธรรมชาติ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะของสุรากลั่นประเภทหรือชนิดอื่น

10.2 สุรากลั่นประเภทหรือชนิดใด ๆ ซึ่งได้เติมรสกลิ่นสังเคราะห์

10.3 สุรากลั่นประเภทหรือชนิดใด ๆ ซึ่งได้เติมกลิ่นวิสกี้ กลิ่นบรั่นดี กลิ่นรัม หรือกลิ่นอื่น ๆ ทำนองเดียวกัน หรือสารสกัดซึ่งส่งเสริมลักษณะของสุรากลั่นประเภทนั้น ๆ

10.4 วิสกี้ชนิดใด ๆ ซึ่งเติมน้ำมัน (beading oil)

10.5 รัมหรือเทลิกาใด ๆ ซึ่งเติมแอลกอฮอล์ หรือสุรากลั่นที่ไม่ใช่รัมหรือเทลิกา

10.6 บรั่นดีใด ๆ ที่ก่อนการกลั่นมีการเติมน้ำตาล ชนิดและปริมาณที่แตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ในการผลิตไวน์มาตรฐาน

10.7 บรั่นดีใด ๆ ซึ่งมีการเติมแอลกอฮอล์หรือสุรากลั่นที่ไม่ใช่บรั่นดี แต่ไม่รวมผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามมาตรฐานของสุราแอปเปิ้ลผสม

ประเภทที่ 11 การบอกชื่อทางภูมิศาสตร์ (Geographical designation)

11.1 ชื่อทางภูมิศาสตร์ของเฉพาะสุรากลั่นชนิดใด จะไม่ใช้กับสุรากลั่นที่ผลิตในดินแดนอื่นที่ไม่ใช่ดินแดนที่ระบุไว้นอกจาก (1) มีคำว่า แบบ (type) หรือ อเมริกัน หรือคำคุณศัพท์อื่นติดอยู่กับชื่อแสดงสถานที่ผลิตที่แท้จริงด้วยอักษรที่เห็นได้เด่นชัด (2) สุรากลั่นซึ่งชื่อตรงกับสุรากลั่นของดินแดนนั้น ตัวอย่างสุรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลั่นประเภทที่ใช้ชื่อทางภูมิศาสตร์ที่ไม่เป็นชื่อทั่วไปคือ Eau de Vie Dantzig (Danziger Gold wasser), Ojen, Swedish pinch ชื่อทางภูมิศาสตร์เฉพาะของสุรากลั่นจะใช้ระบุเฉพาะสุรากลั่นที่เป็นไปตามมาตรฐาน

11.2 ชื่อทางภูมิศาสตร์ของเฉพาะสุรากลั่นที่จะทำให้เสียความสำคัญของดินแดนที่ผลิตจนกลายเป็นชื่อทั่วไป จะถือว่าเป็นชื่อทั่วไป เช่น London dry gin, Geneva (Holland) gin

11.3 ชื่อทางภูมิศาสตร์ ซึ่งไม่เป็นชื่อเฉพาะของสุรากลั่นชนิดใด และไม่เป็นชื่อทั่วไป จะไม่ใช้กับสุรากลั่นที่ผลิตในดินแดนแห่งอื่น นอกจากที่ระบุไว้ในชื่อ ตัวอย่างเช่น Cognac , Armagnac , Greek brandy , Pisco brandy , Jamaica rum , Puerto Rico rum , Dermerara rum

11.4 คำว่า Scotch , Scots , Highland , Highlands และคำอื่นทำนองเดียวกัน ที่มีความหมายแสดงหรือเกี่ยวเนื่องกับสกอตแลนด์ จะไม่ใช้ระบุชื่อผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ทำการผลิตใน สกอตแลนด์

ประเภทที่ 12 ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ระบุชื่อทางภูมิศาสตร์ แต่บอกสถานที่เฉพาะได้แก่

12.1 วิสกี้ ชนิดที่กล่าวมาแล้วในประเภทวิสกี้ เป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะของสหรัฐอเมริกา ถ้าผลิตในประเทศอื่นจะระบุโดยดัดแปลงจากที่กำหนดไว้ในมาตรฐานนั้นเพิ่มคำว่า แบบอเมริกัน หรือคำว่า “ผลิตใน...” ช่องว่างเติมด้วยชื่อของประเทศนั้น โดยเงื่อนไขว่า คำว่า เบอร์บอน จะไม่ใช้กับวิสกี้ใด ๆ สุรากลั่นแบบวิสกี้ใด ๆ ที่ไม่ได้ผลิตในสหรัฐอเมริกา ถ้าวิสกี้ใดในชนิดนี้ผสมด้วยวิสกี้ผลิตในประเทศอื่น จะต้องบอกปริมาณวิสกี้นั้นและประเทศที่ผลิตบนฉลากด้วย

12.2 ชื่อของสุรากลั่นอื่นซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะของสถานที่หรือประเทศใด เช่น Habanero จะไม่ใช้กับผลิตภัณฑ์ของสถานที่หรือประเทศอื่น นอกจากระบุคำว่า “แบบ”หรือคำคุณศัพท์ เช่น “อเมริกัน” หรือคำอื่นที่คล้ายกัน เพื่อแสดงสถานที่ผลิตที่แท้จริง ตัวอย่างเช่น Slivovitz , Znbrovka , Aquavit , Arrack และ Kirsch – wasser

มาตรฐานคุณภาพน้ำสุรา

ผลิตภัณฑ์สุรากลั่นชุมชนจะต้องได้รับการตรวจวิเคราะห์ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสุรากลั่น (มอก. 2088-2544) ผู้ส่งตัวอย่างตรวจจะต้องบรรจุตัวอย่างลงในภาชนะบรรจุที่ใช้จริงและมีปริมาตรที่ส่งตรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 3 ลิตร โดยส่งตรวจวิเคราะห์ที่กรมสรรพสามิต หรือหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่กรมสรรพสามิตให้ความเห็นชอบ สำหรับข้อพิจารณาต่างๆ ที่ใช้เป็นมาตรฐานมีดังนี้

1. แรงแอลกอฮอล์ ปริมาณที่ตรวจสอบได้ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ $\pm$ 1 ดีกรี ร้อยละโดยปริมาตร การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1995) ข้อ 26.1.09 หรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า

2. คุณลักษณะทางเคมี สุรากลั่นชุมชนที่ส่งตรวจวิเคราะห์จะต้องมีปริมาณสารต่างๆ ที่ใช้เป็นมาตรฐานด้านคุณลักษณะไม่เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ค่าที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดมาตรฐานสุรากลั่นตาม มอก. 2088-2544

รายการ	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบตาม
1	ฟูเซลออย์ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	5500	AOAC (1995) ข้อ 26.1.28 หรือ 26.1.30 ให้คำนวณจากผลรวมของ ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์กับไอโซบิวทิล แอลกอฮอล์
2	เฟอร์ฟิวรัล มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	50	AOAC (1995) ข้อ 26.1.32
3	เอสเทอร์ (คิดเป็นเอทิลแอซีเทต) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	1200	AOAC (1995) ข้อ 26.1.24
4	แอลดีไฮด์ (คิดเป็นแอซีทัลดีไฮด์) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	160	AOAC (1995) ข้อ 26.1.24
5	เมทิลแอลกอฮอล์ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	420	AOAC (1995) ข้อ 26.1.36
6	เอทิลคาร์บาร์เมต ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	400	AOAC (1997) ข้อ 26.1.48

หมายเหตุ : 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรเท่ากับปริมาตร 1 ลิตร

3. วัตถุเจือปนอาหาร ให้ใช้กรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดนี้ คำนวณเป็นกรดเบนโซอิกไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1995) ข้อ 47.3.03

4. สารปนเปื้อน

4.1 สารหนู ต้องไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1995) ข้อ 9.1.01

4.2 ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1995) ข้อ 9.2.19

สุราปลอมหรือสุราเถื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปแล้วว่าการดื่มสุราหรือเหล้านั้นก่อให้เกิดอันตรายทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อชีวิตและทรัพย์สิน กล่าวคือสุราจะทำให้ระบบประสาทถูกทำลาย สติปัญญาเสื่อมลง เป็นสาเหตุของโรคกระเพาะอาหาร โรคขาดอาหาร โรคตับแข็งและโรคหัวใจ เป็นต้น ทั้งยังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผู้บริโภคดื่มสุราที่ผลิตขึ้นอย่างผิดกฎหมายหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า “สุรา” หรือ “เหล้าเถื่อน” เพราะนอกจากจะได้รับอันตรายจากพิษของสุราโดยตรงแล้วยังอาจจะได้รับวัตถุมีพิษอื่น ๆ ที่ปลอมปนอยู่ในสุราเถื่อนนั้น ซึ่งนับว่าเป็นอันตรายอย่างยิ่ง (จารุวรรณ, 2537)

สุราเถื่อน ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้หมายถึงสุราที่ประชาชนผลิตขึ้นเองโดยมิได้รับอนุญาตจากทางราชการ ใช้กรรมวิธีง่าย ๆ ไม่มีการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพแต่อย่างใด อาจทำได้โดยการนำข้าวเหนียวนึ่งสุกแล้วกับแป้งสุรา (ส่า) ที่บดละเอียด ผสมน้ำตาลเล็กน้อยคลุกเคล้าให้เข้ากัน หมักไว้ประมาณ 7-10 วัน เพื่อให้เกิดแอลกอฮอล์ แล้วจึงนำมาต้มกลั่นเพื่อให้ได้ “สุรา” หรือ “เอทิลแอลกอฮอล์”ซึ่งถ้าผู้ผลิตสุราเถื่อนผลิตตามกรรมวิธีที่กล่าวมาสุราเถื่อนที่ได้จะมีอันตรายต่อผู้บริโภคไม่สูงนัก แต่ในปัจจุบันพบว่าผู้ผลิตสุราเถื่อนบางรายได้นำเอาวัตถุมีพิษบางชนิด เช่น สารเคมีกำจัดวัชพืช (ยาฆ่าหญ้า),สารเคมีกำจัดแมลง (ยาฆ่าแมลง) และผงซักฟอก เป็นต้น ผสมหรือเติมลงไปในกระบวนการผลิตเพื่อช่วยเร่งให้เกิดแอลกอฮอล์เร็วขึ้น และเชื่อกันว่าจะทำให้ได้ปริมาณสุราเถื่อนเป็นทวีคูณ มีดีกรีสูง ใส มีกลิ่นฉุนจัดและมีรสซ่าน่ารับประทาน แต่โดยข้อเท็จจริงแล้ววัตถุมีพิษต่าง ๆ ที่ผู้ผลิตสุราเถื่อนผสมหรือเติมลงไปนั้นมิได้ช่วยให้สุราเถื่อนที่กลั่นได้มีปริมาณมากขึ้น มีดีกรีสูง ใสขึ้น มีกลิ่นฉุนจัดหรือมีรสซ่าดังที่เข้าใจกัน หากแต่เป็นเพราะวัตถุมีพิษและฤทธิ์ของวัตถุมีพิษที่ปลอมปนอยู่ในสุราเถื่อนนั่นเองที่ทำให้ผู้บริโภคมีความรู้สึกดังกล่าว

กรรมวิธีในการผลิตสุราเถื่อนที่มีการผสมหรือเติมวัตถุมีพิษลงไปนั้นเท่าที่ทราบว่านิยมทำกันมีอยู่ 2 วิธี คือ (จารุวรรณ, 2537)

วิธีที่ 1 เติมยาฆ่าหญ้าโดยเฉพาะพวกพาราควอทหรือที่รู้จักกันดีในนามของกรัมม๊อกโซน (Gramoxone) หรือ คิงโซน (Kingzone) เป็นต้น ลงในสุราเพื่อให้ข้าวเหนียวและน้ำตาลสลายตัวและเกิดแอลกอฮอล์เร็วขึ้น โดยจะใช้ระยะเวลาในการหมักเพียง 4-5 วัน ทำให้ลดระยะเวลาในการหมักส่าสุราได้ถึง 3-4 วัน

วิธีที่ 2 ใช้ยาฆ่าหญ้าหรือผงซักฟอกข้น ๆ ทาก้นกะทะซึ่งใช้เป็นตัวทำให้เกิดการควบแน่นในช่วงการกลั่น โดยเชื่อกันว่าจะทำให้สุราเถื่อนที่กลั่นได้มีปริมาณมากขึ้น มีดีกรีสูง ใส มีกลิ่นฉุนและรสซ่าน่าดื่ม

นอกจากนี้ในปัจจุบันยังพบว่าอาจจะมีการผสมหรือเติมยาฆ่าแมลงบางชนิด เช่น โฟลิดอล (Folidol) หรือแลนเนท (Lannate) เป็นต้น ลงในสุราเถื่อนที่ได้จากการต้มกลั่นแล้วอีกด้วย

สำหรับวัตถุมีพิษที่พบในสุราเถื่อนโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้ คือ ประเภทแรกเป็นวัตถุมีพิษที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในกระบวนการผลิตสุรา ซึ่งโดยปกติแล้วในการหมักธัญญพืชแล้วนำมาต้มกลั่นนอกจากจะได้เอธิลแอลกอฮอล์หรือสุราแล้วยังได้แอลกอฮอล์?ชนิดอื่นและสารอื่น ๆ อีกมากมายผสมออกมาด้วย เช่น ฟูเซลออย (fusel oil), ไนโตรซามีน (notrosamine), ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (iso amyl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

alcohol), ไอโซบิวธิล แอลกอฮอล์ (iso butyl alcohol) และเอ็นโปรปิล แอลกอฮอล์ (n-propyl alcohol) เป็นต้น ซึ่งสารต่างๆ เหล่านี้บางชนิดพบว่าเป็นสารเร่งให้เกิดมะเร็ง (co-carcinogen) และเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) ในสัตว์ทดลองและในมนุษย์ ส่วนวัตถุมีพิษประเภทที่สองที่อาจพบในสุราเถื่อนได้แก่ วัตถุมีพิษที่ผู้ผลิตจงใจผสมหรือเติมลงไปในกระบวนการผลิตโดยหวังแต่ผลประโยชน์ มิได้ตระหนักถึงอันตรายที่จะเกิดแก่ผู้บริโภค เช่น ยาฆ่าหญ้า (กรัมม๊อกโซน หรือพาราควอท) ยาฆ่าแมลง (โฟลิดอล, แลนเนท) และผงซักฟอก เป็นต้น ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคอย่างยิ่งทั้งนี้เพราะวัตถุมีพิษต่าง ๆ ดังกล่าวจัดเป็นวัตถุมีพิษร้ายแรงต่อชีวิตมนุษย์และสัตว์ อาจทำให้ผู้ที่บริโภคสุราเถื่อนที่มีวัตถุมีพิษดังกล่าวผสมอยู่เสียชีวิตได้ นอกจากนี้ยังพบว่าอาจมีโลหะหนักบางชนิดจากภาชนะที่ใช้ต้มกลั่น เช่น ตะกั่ว และดีบุก เป็นต้น ปนเปื้อนอยู่ในสุราเถื่อนซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้อีกด้วย

ดังได้กล่าวมาแล้วในตอนแรกว่าการดื่มสุรานั้นก่อให้เกิดโทษและอันตรายทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อชีวิตและทรัพย์สินทั้งของผู้บริโภคเองและส่วนรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผู้บริโภคดื่มสุราเถื่อนที่มีวัตถุมีพิษต่าง ๆ ผสมอยู่ก็ยิ่งจะทำให้ผู้บริโภคได้รับอันตรายจากการดื่มมากขึ้นเป็นทวีคูณ ทั้งนี้เนื่องจากอันตรายและฤทธิ์ของวัตถุมีพิษดังกล่าวบางชนิด เช่น ทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ปอดและไตจะถูกทำลาย หายใจไม่ออก และเสียชีวิตในที่สุด จึงควรที่นักดื่มสุราเถื่อนทั้งหลายจะได้ตระหนักถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้นี้ นอกจากนี้แล้วยังพบว่ามีการบริโภคแอลกอฮอล์ผิดประเภทคือ เมธิลแอลกอฮอล์หรือแอลกอฮอล์จุดไฟซึ่งทำให้ผู้บริโภคตาบอดและอาจเสียชีวิตได้ (จารุวรรณ, 2537)

แอลกอฮอล์แปลงสภาพสูตรที่ 13 (Denatured Alcohol Formula 13)

แอลกอฮอล์แปลงสภาพ (Denatured Alcohol) หมายถึง แอลกอฮอล์ที่ได้มีการเติมสารเคมีบางชนิดลงไปเพื่อให้ไม่สามารถนำมาบริโภคได้ สารที่นำมาใช้เพื่อแปลงสภาพมีได้หลายชนิดเช่น Bitrex (Denatonium Benzoate) ซึ่งทำให้มีรสขม Hexane และอื่นๆ ได้มีการนำแอลกอฮอล์แปลงสภาพไปใช้ในหลายอุตสาหกรรม เช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและน้ำหอมเพื่อใช้เป็นสารละลายในกระบวนการผลิต เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตแอลกอฮอล์เจล ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำยาเช็ดกระจก และใช้เป็นผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อและทำความสะอาดบนพื้นผิวต่างๆ เป็นต้น (Thananan Chemical, 2012) สำหรับแอลกอฮอล์แปลงสภาพสูตรที่ 13 ที่กรมสรรพสามิตกำหนดขึ้นนั้น หมายถึง แอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 95 % จำนวน 100 ลิตร ที่มี IPA (Isopropyl Alcohol) 1.0 กิโลกรัม แอลกอฮอล์ประเภทนี้ถูกนำไปใช้ในหลายๆ ด้าน เช่น ผสมเป็นน้ำยาฆ่าเชื้อโรค ใช้ทำความสะอาดเครื่องมือแพทย์ ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำหอมและเครื่องสำอาง เป็นต้น

ไอโซโพรพิล แอลกอฮอล์ (Isopropyl Alcohol)

ไอโซโพรพานอล (Isopropanol) หรือ ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ (Isopropyl alcohol) หรือ 2-โพรพานอล (2-Propanol) หรือโพรพาน-2-ออล(Propan-2-ol) เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งซึ่งนิยมใช้เป็นสารฆ่าเชื้อในทางการแพทย์ มักใช้ผสมกับอะซีโทนหรือน้ำกลั่นโดยให้แอลกอฮอล์มีปริมาณ 70% โดยปริมาตร เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเหลวใสไม่มีสี กลิ่นรุนแรง และเป็นไอโซเมอร์โครงสร้างกับ1-โพรพานอล จะต่างกันตรงที่มีหมู่ไฮดรอกซิล ต่อที่คาร์บอนตัวที่สองแทนที่จะเป็นปลาย ไอโซโพรพานอลผสมเข้ากับน้ำ อีเทอร์ และคลอโรฟอร์มได้ดี โดยเมื่อผสมกับน้ำแล้วจะเกิดเป็นสารกลั่นแยกไม่ได้ (azeotrope) สารนี้รับประทานไม่ได้ และมีจุดเยือกแข็งต่ำลง (คือ ช่วงอุณหภูมิที่เป็นของเหลวกว้างขึ้น) นอกจากนี้ยังเป็นตัวทำละลายเอทิลเซลลูโลส โพลิไวนิลบิวทิรัล น้ำมัน อัลคาลอยด์ และยางไม้ได้[6] แต่ไม่ละลายในสารละลายเกลือ จึงทำให้สามารถแยกออกจากสารละลายได้โดยเติมเกลือแกง โซเดียมซัลเฟต หรือเกลืออนินทรีย์อย่างอื่นเพื่อให้แอลกอฮอล์แยกชั้นออกมา ไอโซไพรพานอลมีสภาพดูดกลืน ที่ 205 mm ภายใต้สเปกตรัมรังสีอัลตราไวโอเลต ไอโซโพรพานอลผลิตได้โดยอาศัยปฏิกิริยาเติมน้ำเข้ากับโพรพีน จากกฎของมาร์คอฟนิคอฟซึ่งกล่าวว่า ไฮโดรเจนมีแนวโน้มจะผนวกเข้ากับคาร์บอนที่มีไฮโดรเจนมากกว่าเสมอ จึงทำให้เกิดไอโซโพรพานอล มากกว่าที่จะเป็น 1-โพรพานอล หรืออาจจะใช้ปฏิกิริยาของโพรพีนกับกรดซัลฟิวริก ให้ให้เกิดซัลเฟตเอสเทอร์ ที่เมื่อสลายด้วยน้ำแล้วจะได้ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ ในกระบวนการอย่างหลังจะมีไดไอโซโพรพิลอีเทอร์เป็นผลพลอยได้ ซึ่งสามารถนำกลับเข้าสู่กระบวนการอีกครั้ง นอกจากนี้ ไอโซโพรพานอลยังผลิตได้โดยเติมไฮโดรเจนลงในอะซีโทนก็ได้ ไอโซโพรพานอลถูกนำไปใช้งานมากมาย อาทิ เป็นตัวทำละลายประสิทธิภาพสูงและมีพิษน้อยกว่าตัวทำละลายชนิดอื่น ใช้ทำความสะอาดคราบน้ำมัน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และใช้ผสมน้ำ 60 - 75% เพื่อฆ่าเชื้อโรค เช่น รอบบาดแผล หรือล้างมือ หากไม่ผสมน้ำ เยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรียจะไม่เปิดออกเพื่อให้แอลกอฮอล์ออกฤทธิ์ได้ (วิกีพีเดีย, 2558)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเนียร์อินฟาเรดสเปกโทสโกปี

เทคโนโลยี NIR (Near Infrared) คือการนำความรู้ทางวิทศาสตร์ด้านการวัดการดูดกลืนแสงช่วงใกล้อินฟาเรดในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 700 – 2500 นาโนเมตร□ของโมเลกุลที่ต่างกันมาใช้ร่วมกับการวิเคราะห์หลายตัวแปร และการคำนวณทางสถิติ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณและควบคุมหรือประกันคุณภาพมาตรฐานของสินค้า

2.2 หลักการของเทคโนโลยีเนียร์อินฟาเรดสเปกโทสโกปี

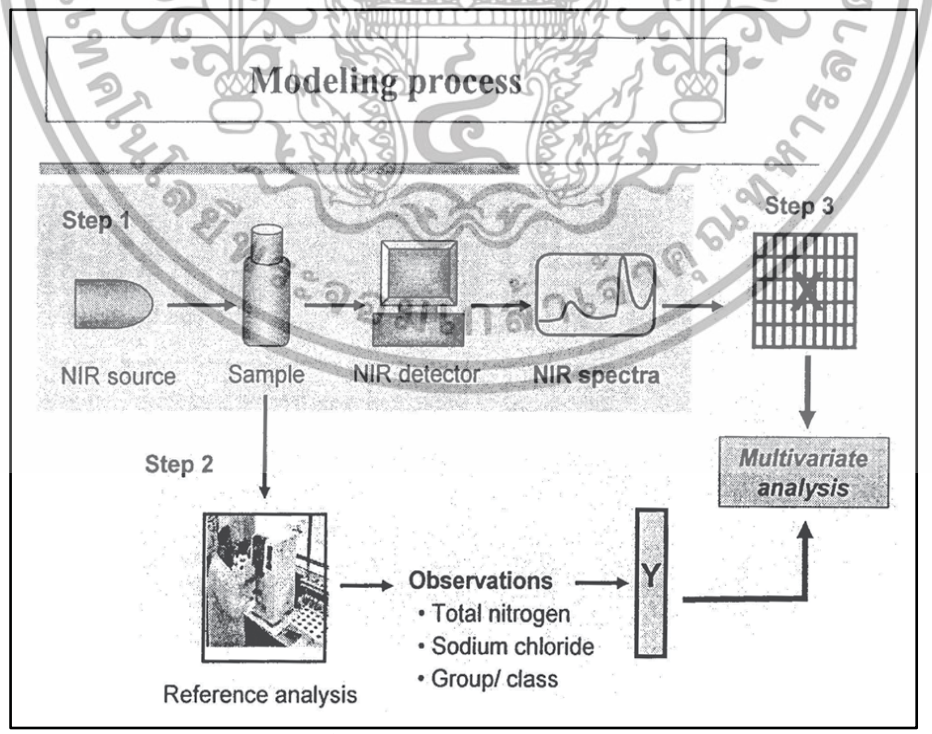
เมื่อฉายแสงในช่วงความยาวคลื่น 700 – 2500 นาโนเมตร ลงไปบนตัวอย่าง ตัวอย่างจะมีการดูดกลืนและจะกระตุ้นให้เกิดการสั่นของโมเลกุลใน functional groups ต่างๆ 2 ลักษณะ คือการยืดหด (stretching) และการเปลี่ยนมุม (blending) ช่วงความถี่ overtones และcombination ของหมู่ฟังก์ชั่น O-H, C-H, N-H และO = H ซึ่งเป็นโมเลกุลหลักของสารอินทรีย์ และแสดงออกมาเป็นแถบรังสีหรือที่เรียกว่าสเปกตรัม (Spectrum) โดยแต่ละสเปกตรัมที่แสดงออกมาเป็นลักษณะเฉพาะของสารแต่ละชนิดที่ดูดกลืน จึงสามารถใช้ในการวิเคราะห์เชิง คุณภาพหรือตรวจสอบเอกลักษณ์ได้ (qualitative analysis) และปริมาณองค์ประกอบของตัวอย่างเป็นสัดส่วนกับปริมาณที่ดูดกลืนที่ตำแหน่งความยาวคลื่นจำเพาะ จึงสามารถใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณได้ (quantitative analysis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิพนธ์ (2545) ได้อธิบายว่า Near Infrared (NIR) คือคลื่นแสงหรือแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 780-2500 นาโนเมตร หรือที่จำนวนคลื่น 12,500-4,000 cm^{-1} โดยเป็นเทคนิคที่เกิดจากสารดูดกลืนคลื่นแสงแบบ Overtone และ Combination แล้วทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นที่ความถี่สูง และโมเลกุลจะถูกกระตุ้นจากสภาวะพื้น (Ground vibration level)ไปยังสภาวะกระตุ้น (Excited vibration level) ซึ่ง Osborne et al. (1993) กล่าวว่าปริมาณการดูดกลืนพลังงานแสง (Absorbance) จะเป็นไปตามกฎของเบียร์–แลมเบิร์ต (Beer-Lambert) คือพลังงานของคลื่นแสงเมื่อผ่านเข้าไปในตัวอย่างจะถูกดูดกลืนไว้โดยองค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่าง ความเข้มของแสงที่ผ่านออกมาโดยทั่วไปจะเป็นสัดส่วนกับปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีนั้น สารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้จะมีอะตอมของไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น O-H พบในแป้ง น้ำ น้ำตาล N-H พบในโปรตีน C-H พบในน้ำมัน เป็นต้น

ส่วนประกอบของเครื่อง NIR Spectrometer

แม้น และอมร (2539) ได้อธิบายว่าองค์ประกอบหลักของเครื่องมือ NIR Spectrometer ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดรังสีในช่วง NIR (NIR Source) อุปกรณ์แยกแสงออกเป็นแต่ละความยาวคลื่น (Mono-chromator) ช่องใส่ตัวอย่าง (Sample cell) ตัวรับแสง (Detector or Sensor) และคอมพิวเตอร์หรือเครื่องบันทึกสเปกตรัม (Computer หรือ Recorder) ขั้นตอนในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี NIR ในงานควบคุมคุณภาพ ดังแสดงในภาพที่ 1 เริ่มต้นจากการวัดสเปคตรัมของตัวอย่าง วิเคราะห์ตัวอย่างโดยการวิเคราะห์ทางเคมี ปรับแต่งสเปคตรัมด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์ สร้างสมการทำนาย ตรวจสอบความแม่นยำของสมการทำนายและนำไปใช้งานโดยปรับปรุงสมการทำนายด้วยกลุ่มตัวอย่างใหม่สม่ำเสมอ



ภาพที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการสร้างระบบ NIR ในงานคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคการวัดค่าการดูดกลืนด้วยเครื่อง NIR Spectroscopy

Siesler และคณะ (2002) ได้อธิบายถึงเทคนิคการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง NIR ไว้ว่า เทคนิคที่ใช้ในการวัดค่าการดูดกลืนแสงมีความสำคัญ เนื่องจากการวัดค่าการดูดกลืนแสงจำเป็นต้องเลือกเทคนิคให้เหมาะสมกับตัวอย่างที่นำมาทำการวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลสเปกตรัมที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่ถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด โดยมีเทคนิคต่าง ๆ ดังนี้

1) Transmission เป็นเทคนิคที่ใช้วิธีการวัดปริมาณแสงที่ส่องผ่านออกมาในด้านตรงกันข้ามกับด้านที่แสงตกกระทบ

2) Reflection เป็นเทคนิคที่ใช้วิธีการวัดปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากตัวอย่างเมื่อแสงตกกระทบที่พื้นผิวของตัวอย่าง โดยรวมถึงแสงที่สะท้อนจากเนื้อตัวอย่างส่วนที่ใกล้ผิวตัวอย่างได้อีกด้วย

3) Transflection เป็นเทคนิคที่ใช้วิธีการวัดปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากตัวอย่าง โดยแสงจากแหล่งกำเนิดแสงตกกระทบลงบนตัวอย่าง แล้วผ่านตัวอย่างลงไปตกกระทบแผ่นเซรามิก ทอง หรืออะลูมิเนียมในชั้นใต้สุด แล้วจึงสะท้อนกลับมายัง Detector

สุรากลั่น

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้ให้คำจำกัดความของสุรากลั่นเพื่อใช้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์สุราไว้ว่า สุรากลั่น (distilled liquors หรือ distilled spirits) หมายถึงสุราที่ได้จากการหมักวัตถุดิบต่างๆ ให้เกิดแรงแอลกอฮอล์แล้วนำไปกลั่น และบางชนิดต้องเก็บไว้นานเพื่อให้มีคุณภาพดี แล้วอาจปรุงแต่งให้มีแรงแอลกอฮอล์มากน้อยตามต้องการ

ประเภทและชนิดของสุรากลั่น

ในส่วนของกรมสรรพสามิตนั้น ได้กำหนดประเภทและชนิดของสุรากลั่นที่อนุญาตให้ทำขึ้นในราชอาณาจักร ตามความในมาตรา 5 แห่งพระราชบัญญัติภาษีสุรา พ.ศ. 2493 ไว้ดังนี้ (ยุพา, 2531)

1. สุราขาว คือ สุราที่กลั่นมาจากข้าวหรือน้ำตาล โดยปราศจากเครื่องย้อมหรือสิ่งปรุงแต่งอย่างใด และเมื่อนำออกจากโรงงานเพื่อเสียภาษีต้องมีแรงแอลกอฮอล์ระดับต่างๆ ดังนี้คือ 28 , 30 , 35 และ 40 ดีกรี

2. สุราสามทับ (แอลกอฮอล์) คือสุรากลั่นที่ปราศจากเครื่องย้อมหรือสิ่งปรุงแต่ง และเมื่อนำออกจากโรงงานเพื่อเสียภาษี จะต้องมีแรงแอลกอฮอล์ตั้งแต่ 80 ดีกรี ขึ้นไป (เป็นแอลกอฮอล์ที่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมยา เครื่องสำอาง เคมีภัณฑ์ เป็นต้น)

3. สุราผสม คือ สุรากลั่นที่มีกรรมวิธีใช้สิ่งปรุงแต่งขึ้นจากสุราขาวหรือสุราสามทับ เมื่อผสมปรุงแต่งแล้ว และเมื่อนำออกจากโรงงานเพื่อเสียภาษีต้องมีแรงแอลกอฮอล์ระดับต่างๆ ดังนี้คือ 28 , 30 และ 35 ดีกรี

4. สุราปรุงพิเศษ คือ สุรากลั่นที่ผสมปรุงแต่งขึ้นจากสุราขาวและสุราสามทับโดยมี กรรมวิธีพิเศษ เมื่อผสมปรุงแต่งแล้วจะต้องได้รับอนุมัติว่าเป็นสุราปรุงพิเศษจึงถือว่าเป็นสุราปรุงพิเศษ และเมื่อนำออกจากโรงงานเพื่อเสียภาษี ต้องมีแรงแอลกอฮอล์ขนาดต่างๆ ดังนี้คือ 35 และ 40 ดีกรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สุราพิเศษ คือ สุราที่กลั่นโดยตรงจากข้าวบาร์เลย์ ข้าวโพด ผลอุ่น หรือพืชผลอื่นๆ หรือสุราที่ผสมปรุงแต่งขึ้นจากสุราที่กลั่นได้นั้นโดยกรรมวิธีพิเศษ

สำหรับความหมายและประเภทของสุรากลั่นตาม Standards of Identity for Distilled Spirits (CFR 27 1975) ของรัฐบาลอเมริกามีดังนี้ (เมทนี, 2521)

(**หมายเหตุ :** 100 ดีกรีพรู๊ปอเมริกัน เท่ากับแอลกอฮอล์เข้มข้น 50 % หรือ 50 ดีกรี)

ประเภทที่ 1 แอลกอฮอล์ (Neutral spirits หรือ alcohol) เป็นสุรากลั่นที่ผลิตจากสารใดๆ ก็ได้โดยให้มีปริมาณแอลกอฮอล์ 190 ดีกรีพรู๊ปหรือมากกว่า และถ้าบรรจุขวดต้องมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป ได้แก่

1.1 วอดก้า เป็นแอลกอฮอล์ที่กลั่นซ้ำ หรือหลังจากกลั่นนำมากรองด้วยถ่าน (charcoal) หรือสารอื่นจนปราศจาก สี กลิ่น รส

1.2 แอลกอฮอล์ผลิตจากธัญพืช (Grain spirits) เป็นแอลกอฮอล์ที่กลั่นจากเมล็ดธัญพืชที่ผ่านการหมักแล้วเก็บไว้ในภาชนะทำด้วยไม้โอ๊ค

ประเภทที่ 2 วิสกี้ เป็นสุรากลั่นจากเมล็ดธัญพืช หมักให้มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยกว่า 190 ดีกรีพรู๊ป สุรามีรส กลิ่น และลักษณะคุณสมบัติของวิสกี้ เก็บไว้ในภาชนะทำด้วยไม้โอ๊ค (ยกเว้นคอร์นวิสกี้) บรรจุขวดโดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป และรวมถึงส่วนผสมของสุราประเภทนี้ซึ่งไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้โดยเฉพาะ ได้แก่

2.1.1 เบอร์บอนวิสกี้ ไรย์วิสกี้ วีทวิสกี้ มอลต์วิสกี้ หรือไรย์มอลต์วิสกี้ เป็นวิสกี้ซึ่งกลั่นให้มีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 160 ดีกรีพรู๊ป จากการหมักเมล็ดธัญพืช มีข้าวโพด ข้าวไรย์ ข้าวสาลี มอลต์จากข้าวบาร์เลย์ หรือมอลต์จากข้าวไรย์ ไม่น้อยกว่า 51 % ตามลำดับ เก็บไว้โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่มากกว่า 135 ดีกรีพรู๊ป ในถังไม้โอ๊คใหม่เผาไฟ และรวมถึงส่วนผสมของวิสกี้ประเภทเดียวกัน

2.1.2 คอร์นวิสกี้ เป็นวิสกี้กลั่นให้มีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 160 ดีกรีพรู๊ป จากการหมักเมล็ดธัญพืชซึ่งมีข้าวโพดไม่น้อยกว่า 80 % ถ้าเก็บในถังไม้โอ๊คต้องเก็บไว้โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่มากกว่า 125 ดีกรีพรู๊ป ในถังไม้โอ๊คเก่า หรือถังใหม่เผาไฟ ห้ามใช้ถังไม้เผาไฟ และรวมถึงส่วนผสมของวิสกี้ประเภทเดียวกัน

2.1.3 วิสกี้ที่เป็นไปตามเงื่อนไขของมาตรฐาน ซึ่งได้เก็บไว้ในถังไม้โอ๊คชนิดที่กำหนดเป็นเวลา 2 ปี หรือมากกว่าจะระบุคำว่า “แท้” (straight) เช่น เบอร์บอนวิสกี้แท้ คอร์นวิสกี้แท้ และวิสกี้ที่เป็นไปตามเงื่อนไขของมาตรฐาน แต่ผลิตจากการหมักเมล็ดธัญพืชชนิดหนึ่งน้อยกว่า 51 % และเก็บไว้ในถังไม้โอ๊คใหม่เผาไฟเป็นเวลา 2 ปี หรือมากกว่าจะระบุชื่อเพียงว่า “วิสกี้แท้” (straight whisky) วิสกี้แท้รวมถึงส่วนผสมของวิสกี้ซึ่งมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน และส่วนผสมของวิสกี้แท้ประเภทเดียวกัน อายุไม่ต่ำกว่า 4 ปี ผลิตจากโรงงานแห่งเดียวกัน

2.2 เบอร์บอนวิสกี้ เป็นวิสกี้ผลิตในสหรัฐอเมริกามีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 160 ดีกรี พรู๊ป กลั่นจากการหมักเมล็ดธัญพืชซึ่งมีข้าวโพด ข้าวไรย์ ข้าวสาลี มอลต์จากข้าวบาร์เลย์ หรือมอลต์จากข้าวไรย์ ไม่น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า 51 % ตามลำดับ และเก็บในถังไม้โอ๊คเก่า และรวมถึงส่วนผสมของวิสกี้เหล่านี้ชนิดเดียวกัน วิสกี้ที่เป็นไปตามมาตรฐานของคอร์นวิสกี้ต้องระบุชื่อว่า คอร์นวิสกี้

2.3 ไลท์วิสกี้ (Light whisky) เป็นวิสกี้ผลิตในสหรัฐอเมริกามีปริมาณแอลกอฮอล์มากกว่า 160 ดีกรีพรู๊ป เก็บในถังไม้โอ๊คเก่าหรือถังใหม่ไม่เผาไฟ และรวมถึงส่วนผสมของวิสกี้ประเภทนี้ ถ้าไลท์วิสกี้ผสมด้วยวิสกี้แท้น้อยกว่า 20 % โดยพรู๊ปแกลลอน จะระบุชื่อว่า ไลท์วิสกี้ผสม (blended light whisky หรือ light whisky...a blend)

2.4 วิสกี้ผสม (Blended whisky หรือ whisky...a blend) เป็นส่วนผสมซึ่งประกอบด้วยวิสกี้แท้ 20 % โดยพรู๊ปแกลลอนกับวิสกี้ หรือแอลกอฮอล์ หรือทั้งสองอย่าง วิสกี้ผสมซึ่งมีวิสกี้แท้ประเภทใดประเภทหนึ่งไม่น้อยกว่า 51 % โดยพรู๊ปแกลลอน จะระบุชื่อของวิสกี้แท้ด้วย เช่น ไรย์วิสกี้ผสม

2.5 วิสกี้แท้ผสม (A blended of straight whiskies หรือ blended straight whiskies) เป็นส่วนผสมของวิสกี้แท้ วิสกี้แท้ผสมที่ประกอบด้วยวิสกี้แท้ประเภทใดประเภทหนึ่ง และไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของมาตรฐานของวิสกี้แท้ จะระบุชื่อของวิสกี้แท้แต่ละประเภทนั้น เช่น ไรย์วิสกี้แท้ผสม

2.6 สปิริตวิสกี้ (Spirit whisky) เป็นส่วนผสมของแอลกอฮอล์และไม่น้อยกว่า 5 % โดย พรู๊ปแกลลอนของวิสกี้ หรือวิสกี้แท้ หรือวิสกี้แท้กับวิสกี้ โดยในกรณีหลังนี้วิสกี้แท้ที่เป็นองค์ประกอบต้องมีน้อยกว่า 20 % โดยพรู๊ปแกลลอน

2.7 สก๊อตวิสกี้ (Scotch whisky) เป็นวิสกี้ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะของสก๊อตแลนด์ ผลิตในสก๊อต-แลนด์ ภายใต้การยินยอมของกฎหมายของสหราชอาณาจักรซึ่งควบคุมการผลิตสก๊อต วิสกี้สำหรับการบริโภคในสหราชอาณาจักร โดยมีเงื่อนไขว่าถ้าผลิตภัณฑ์นั้นเป็นส่วนผสมของวิสกี้ ผลิตภัณฑ์นั้นจะมีชื่อว่า สก๊อตวิสกี้ผสม

2.8 ไอริชวิสกี้ (Irish whisky) เป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะของไอร์แลนด์ ผลิตทั้งในสาธารณรัฐไอร์แลนด์หรือในไอร์แลนด์เหนือภายใต้กฎหมายควบคุมการผลิตไอริชวิสกี้สำหรับการบริโภคภายในประเทศโดยมีเงื่อนไขว่าถ้าผลิตภัณฑ์นั้นเป็นส่วนผสมของวิสกี้ ผลิตภัณฑ์นั้นจะมีชื่อว่า ไอริชวิสกี้ผสม

2.9 คานาเดียนวิสกี้ (Canadian whisky) เป็นวิสกี้ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะของคานาดา ผลิตในคานาดา ภายใต้การยินยอมของกฎหมายของคานาดา ซึ่งควบคุมการผลิตคานาเดียนวิสกี้สำหรับการบริโภคในคานาดาโดยมีเงื่อนไขว่าถ้าผลิตภัณฑ์นั้นเป็นส่วนผสมของวิสกี้ ผลิตภัณฑ์นั้นจะมีชื่อว่า คานาเดียนวิสกี้ผสม

ประเภทที่ 3 ยิน (Gin) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นครั้งเดียวจากการหมักหรือจากการ กลั่นสุรากลั่นซ้ำ หรือจากการผสมแอลกอฮอล์กับจูนิเพอร์เบอรี่ (juniper berries) บรรจุดขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป ยินที่ผลิตโดยการกลั่นเพียงครั้งเดียว หรือกลั่นซ้ำ อาจระบุคำว่า “กลั่น” (distilled) ในชื่อ และยังมีชื่อที่รู้จักกันคือ Dry gin (London dry gin) Geneva gin (Hollands gin) และ Old Tom gin (Tom gin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 4 บรั่นดี (Brandy) เป็นสุราซึ่งกลั่นจากการหมักน้ำผลไม้หรือไวน์ ให้มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยกว่า 190 ดีกรีพรู๊ป ผลิตภัณฑ์มีรส กลิ่น และลักษณะเฉพาะของบรั่นดี บรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป บรั่นดีหรือส่วนผสมของบรั่นดีที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานของบรั่นดี จะระบุว่าเป็นบรั่นดีได้จะต้องระบุองค์ประกอบโดยความจริง

4.1 บรั่นดีผลไม้ (Fruit brandy) เป็นบรั่นดีกลั่นจากผลไม้ หรือน้ำผลไม้หมัก โดยใช้ผลไม้สุกคุณภาพดี หรือกลั่นจากไวน์องุ่น ไวน์ส้ม หรือไวน์ผลไม้อื่น ถ้ามีการเติมกากของผลไม้ หรือกากจากการหมักไวน์ ต้องเติมไม่มากกว่า 20 % โดยน้ำหนักของกาก (pomace) ของน้ำผลไม้ หรือไวน์ชนิดนั้น หรือไม่มากกว่า 30 % โดยปริมาตรของกาก (lee) ของไวน์ชนิดนั้น หรือทั้งสองอย่าง บรั่นดีผลไม้ที่ทำจากองุ่นจะระบุชื่อ บรั่นดีองุ่น ยกเว้นในกรณีบรั่นดีกลั่นจากน้ำองุ่นหมักหรือผลองุ่นหมัก หรือไวน์องุ่นหรือกากของไวน์องุ่น ซึ่งได้เก็บในถังไม้โอ๊คเป็นเวลาน้อยกว่า 2 ปี การบอกชนิดและประเภทต้องบอกด้วยว่า immature บรั่นดีผลไม้ที่ไม่ใช่บรั่นดีองุ่น จะระบุชื่อเป็นบรั่นดีเสริมด้วยชื่อของผลไม้ชนิดนั้นเช่น บรั่นดีพีช ยกเว้นบรั่นดีแอปเปิล อาจระบุเป็นแอปเปิลแจค (applejack) บรั่นดีผลไม้ทำจากผลไม้มากกว่าหนึ่งชนิดจะระบุเป็น บรั่นดีผลไม้เสริมด้วยข้อความบอกถึงองค์ประกอบโดยความจริง

4.2 คอนยาร์ค (Cognac หรือ Cognac grape brandy) เป็นบรั่นดีองุ่นที่ทำในตำบล คอนยาร์ค ในประเทศฝรั่งเศส ซึ่งมีสิทธิใช้ชื่อนี้ตามกฎหมายของรัฐบาลฝรั่งเศส

4.3 บรั่นดีผลไม้แห้ง (Dried fruit brandy) เป็นบรั่นดีที่เป็นไปตามมาตรฐานของบรั่นดีผลไม้ แต่ทำจากผลไม้แห้งคุณภาพดีหรือทำจากไวน์ผลไม้แห้ง บรั่นดีทำจากลูกเกด (raisins) หรือจากไวน์ลูกเกด จะระบุชื่อบรั่นดีลูกเกด บรั่นดีอื่นจะระบุชื่อทำนองเดียวกับบรั่นดีผลไม้จากผลไม้ชนิดหนึ่งหรือหลายชนิด แต่ต้องระบุด้วยว่าเป็นผลไม้แห้ง

4.4 ลีบรั่นดี (Lees brandy) เป็นบรั่นดีกลั่นจากกาก (lees) ของไวน์องุ่น ไวน์ส้ม หรือไวน์ ผลไม้อื่น และจะระบุชื่อว่า ลีบรั่นดี เสริมด้วยชื่อของผลไม้ที่ใช้

4.5 โพเมซบรั่นดี (Pomace brandy หรือ marc brandy) เป็นบรั่นดีกลั่นจากเปลือกและเนื้อขององุ่น ส้ม หรือผลไม้อื่นที่สุก คุณภาพดี หลังจากบีบเอาน้ำออกไปแล้ว และจะระบุชื่อว่าโพเมซบรั่นดี เสริมด้วยชื่อของผลไม้นั้น โพเมซบรั่นดีองุ่น อาจระบุชื่อเป็นแกรปปา (grappa หรือ grappa brandy)

4.6 เรสิดิวบรั่นดี (Residue brandy) เป็นบรั่นดีกลั่นจากบางส่วนหรือทั้งหมดจากกากผลไม้หมักหรือกากไวน์หมัก และจะระบุเป็นเรสิดิวบรั่นดี ขยายด้วยชื่อของผลไม้ที่ใช้ บรั่นดีกลั่นบางส่วนหรือทั้งหมดจากกากซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของบรั่นดีอาจระบุเป็นเรสิดิวบรั่นดี

4.7 นิวทรัลบรั่นดี (Neutral brandy) เป็นบรั่นดีผลิตให้มีปริมาณแอลกอฮอล์มากกว่า 170 ดีกรีพรู๊ป และจะระบุตามมาตรฐานของบรั่นดี เว้นแต่การบอกชื่อต้องเสริมด้วยคำว่า นิวทรัล

4.8 ซับสแตนดาดบรั่นดี (Substandard brandy) จะมีคำว่าซับสแตนดาดระบุอยู่ในชื่อ และจะรวมถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.1 บรั่นดีใดๆ ซึ่งกลั่นจากน้ำผลไม้หมัก ผลไม้หมักหรือไวน์หมัก มีกรดระเหยคำนวณเป็นกรดน้ำส้มสายชูมากกว่า 0.20 กรัม/100 มิลลิลิตร

4.8.2 บรั่นดีใดๆ ซึ่งกลั่นจากน้ำผลไม้ ผลไม้ ไวน์ หรือกากคุณภาพไม่ดี มีรา มีโรค หรือเน่า หรือมีกลิ่น รส หรือลักษณะไม่ดีจากสิ่งเหล่านี้แสดงออกในผลิตภัณฑ์

ประเภทที่ 5 สุราแอปเปิ้ลผสม (Blended applejack) ทำจากการผสมระหว่างบรั่นดีแอปเปิล 100 ดีกรีพรู๊ป ซึ่งเก็บในถังไม้โอ๊คเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี จำนวนอย่างน้อย 20 % กับแอลกอฮอล์ 100 ดีกรีพรู๊ป จำนวนไม่มากกว่า 80 % เมื่อบรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป

ประเภทที่ 6 รัม (Rum) เป็นสุราที่กลั่นจากการหมักน้ำอ้อย น้ำเชื่อม กากน้ำตาล หรือสิ่งพลอยได้อย่างอื่นจากอ้อย มีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 190 ดีกรีพรู๊ป ผลิตภัณฑ์มีรส กลิ่นและลักษณะของรัม บรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป และรวมถึงส่วนผสมของรัม

ประเภทที่ 7 เทกิลา (Tequila) เป็นสุรากลั่นจากการหมักพืช *Agave tequilana*, Weber. (blue variety) เป็นสำคัญ โดยมีหรือไม่มีสารหมักอย่างอื่นกลั่นให้ผลิตภัณฑ์มีรส กลิ่น และลักษณะของเทกิลา บรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 80 ดีกรีพรู๊ป และรวมถึงส่วนผสมของเทกิลา เทกิลาเป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะของเม็กซิโก ผลิตภายใต้กฎหมายเม็กซิโก ซึ่งควบคุมการผลิตเทลิกาเพื่อบริโภคภายในประเทศ

ประเภทที่ 8 คอแดล และ ลิเคียว (Cordial and liqueurs) เป็นรผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผสมหรือกลั่นซ้ำของสุรากลั่นพร้อมกับผลไม้ ดอกไม้ พืช หรือน้ำที่สกัดจากสิ่งเหล่านี้ และมีน้ำตาลเด็กซโตรส ลีวูโลส หรือส่วนผสมของทั้งสองอย่างในปริมาณไม่น้อยกว่า 2.5 % โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ได้แก่

8.1 สโลว์ยิน (Sloe gin) เป็นคอแดล หรือ ลิเคียว ที่มีลักษณะรสของสโลเบอร์รี่เป็นสำคัญ

8.2 ไรย์ลิเคียว เบอร์บอนลิเคียว (ไรย์คอแดล , เบอร์บอนคอแดล) เป็นลิเคียวบรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 60 ดีกรีพรู๊ป มีไรย์วิสกี้ หรือเบอร์บอนวิสกี้หรือไรย์วิสกี้แท้ หรือเบอร์บอนวิสกี้แท้ หรือวิสกี้กลั่นจากการหมักไรย์ หรือเบอร์บอนไม่น้อยกว่า 51 % โดยพรู๊ปแกลลอน ตามลำดับ มีลักษณะรสกลิ่นสำคัญจากวิสกี้นั้น ถ้าเติมไวน์ต้องไม่เกิน 2.5 % เพื่อปรุงสีและกลิ่น

8.3 ร๊อคแอนด์ไรย์ ร๊อคแอนด์เบอร์บอน ร๊อคแอนด์บรั่นดี ร๊อคแอนด์รัม (Rock and rye , rock and bourbon , rock and brandy , rock and rum) เป็นลิเคียวบรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 48 ดีกรีพรู๊ป ในกรณีของร๊อคแอนด์ไรย์และร๊อคแอนด์เบอร์บอนนั้น ไม่น้อยกว่า 51 % ของสุรากลั่นที่ใช้ต้องเป็นไรย์วิสกี้ หรือเบอร์บอนวิสกี้ ไรย์วิสกี้แท้หรือเบอร์บอนวิสกี้แท้ หรือวิสกี้กลั่นจากการหมักข้าวไรย์ หรือเบอร์บอนตามลำดับ และในกรณีร๊อคแอนด์บรั่นดี และร๊อคแอนด์รัม สุรากลั่นทั้งหมดที่ใช้เป็นบรั่นดีองุ่น หรือรัม ตามลำดับ มีร๊อคแคนดี้ (rock candy) หรือน้ำเชื่อม มีการเติมผลไม้ น้ำผลไม้ หรือสารธรรมชาติอื่นที่ให้กลิ่นรสหรือไม่ก็ได้ และมีรสของสุราที่ใช้ คือ ไรย์ เบอร์บอน บรั่นดี หรือรัม ตามลำดับ ถ้าเติมไวน์ต้องไม่เกิน 2.5 % เพื่อเป็นสารให้สีและกลิ่น รส

8.4 การระบุชื่อของคอแดลและลิเคียว อาจเติมคำว่า dry ด้วย ถ้าเติมน้ำตาล เด็กซโตรส หรือลีวูโลส หรือรวมกันน้อยกว่า 10 % โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.5 การระบุชื่อของคอแดลหรือลิเคียว จะไม่มีการเติมคำว่า distilled หรือ compound

ประเภทที่ 9 บรั่นดีปรุงรส ยินปรุงรส รัมปรุงรส วอดก้าปรุงรส วิสกี้ปรุงรส (flavored brandy , flavored gin , flavored rum , flavored vodka , flavored whisky) เป็นบรั่นดี ยิน รัม วอดก้า และวิสกี้ ซึ่งได้เติมสารให้กลิ่นรสตามธรรมชาติ อาจเติมน้ำตาลหรือไม่ก็ได้ บรรจุขวดมีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่น้อยกว่า 70 ดีกรีพรู๊ป รสที่สำคัญจะระบุเป็นส่วนหนึ่งของชื่อด้วย ถ้าผลิตภัณฑ์ไวน์มากกว่า 2.5% โดยปริมาตร ชื่อและปริมาณของไวน์ต้องระบุไว้ ยกเว้นบรั่นดีปรุงรสอาจมีไวน์ 12.5% โดยปริมาตร โดยไม่ต้องบอกไว้บนฉลาก ถ้าไวน์ที่เติมทำจากผลไม้ซึ่งเป็นรสสำคัญที่ระบุไว้แล้ว

ประเภทที่ 10 สุราเลียนแบบ (Imitation) จะมีคำว่าเลียนแบบระบุอยู่ในชื่อ และรวมถึง

10.1 สุรากลั่นประเภทหรือชนิดใด ๆ ซึ่งได้เติมสีหรือสารให้รสกลิ่นตามธรรมชาติ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะของสุรากลั่นประเภทหรือชนิดอื่น

10.2 สุรากลั่นประเภทหรือชนิดใด ๆ ซึ่งได้เติมรสกลิ่นสังเคราะห์

10.3 สุรากลั่นประเภทหรือชนิดใด ๆ ซึ่งได้เติมกลิ่นวิสกี้ กลิ่นบรั่นดี กลิ่นรัม หรือกลิ่นอื่น ๆ ทำนองเดียวกัน หรือสารสกัดซึ่งส่งเสริมลักษณะของสุรากลั่นประเภทนั้น ๆ

10.4 วิสกี้ชนิดใด ๆ ซึ่งเติมน้ำมัน (beading oil)

10.5 รัมหรือเทลิกาใด ๆ ซึ่งเติมแอลกอฮอล์ หรือสุรากลั่นที่ไม่ใช่รัมหรือเทลิกา

10.6 บรั่นดีใด ๆ ที่ก่อนการกลั่นมีการเติมน้ำตาล ชนิดและปริมาณที่แตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ในการผลิตไวน์มาตรฐาน

10.7 บรั่นดีใด ๆ ซึ่งมีการเติมแอลกอฮอล์หรือสุรากลั่นที่ไม่ใช่บรั่นดี แต่ไม่รวมผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามมาตรฐานของสุราแอปเปิ้ลผสม

ประเภทที่ 11 การบอกชื่อทางภูมิศาสตร์ (Geographical designation)

11.1 ชื่อทางภูมิศาสตร์ของเฉพาะสุรากลั่นชนิดใด จะไม่ใช้กับสุรากลั่นที่ผลิตในดินแดนอื่นที่ไม่ใช่ดินแดนที่ระบุไว้นอกจาก (1) มีคำว่า แบบ (type) หรือ อเมริกัน หรือคำคุณศัพท์อื่นติดอยู่กับชื่อแสดงสถานที่ผลิตที่แท้จริงด้วยอักษรที่เห็นได้เด่นชัด (2) สุรากลั่นซึ่งชื่อตรงกับสุรากลั่นของดินแดนนั้น ตัวอย่างสุรากลั่นประเภทที่ใช้ชื่อทางภูมิศาสตร์ที่ไม่เป็นชื่อทั่วไปคือ Eau de Vie Dantzig (Danziger Gold wasser), Ojen, Swedish pinch ชื่อทางภูมิศาสตร์เฉพาะของสุรากลั่นจะใช้ระบุเฉพาะสุรากลั่นที่เป็นไปตามมาตรฐาน

11.2 ชื่อทางภูมิศาสตร์ของเฉพาะสุรากลั่นที่จะทำให้เสียความสำคัญของดินแดนที่ผลิตจนกลายเป็นชื่อทั่วไป จะถือว่าเป็นชื่อทั่วไป เช่น London dry gin, Geneva (Holland) gin

11.3 ชื่อทางภูมิศาสตร์ ซึ่งไม่เป็นชื่อเฉพาะของสุรากลั่นชนิดใด และไม่เป็นชื่อทั่วไป จะไม่ใช้กับสุรากลั่นที่ผลิตในดินแดนแห่งอื่น นอกจากที่ระบุไว้ในชื่อ ตัวอย่างเช่น Cognac , Armagnac , Greek brandy , Pisco brandy , Jamaica rum , Puerto Rico rum , Dermerara rum

11.4 คำว่า Scotch , Scots , Highland , Highlands และคำอื่นทำนองเดียวกัน ที่มีความหมายแสดงหรือเกี่ยวเนื่องกับสกอตแลนด์ จะไม่ใช้ระบุชื่อผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ทำการผลิตใน สกอตแลนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 12 ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ระบุชื่อทางภูมิศาสตร์ แต่บอกสถานที่เฉพาะได้แก่

12.1 วิสกี้ ชนิดที่กล่าวมาแล้วในประเภทวิสกี้ เป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะของสหรัฐอเมริกา ถ้าผลิตในประเทศอื่นจะระบุโดยดัดแปลงจากที่กำหนดไว้ในมาตรฐานนั้นเพิ่มคำว่า แบบอเมริกัน หรือคำว่า “ผลิตใน...” ช่องว่างเติมด้วยชื่อของประเทศนั้น โดยเงื่อนไขว่า คำว่า เบอร์บอน จะไม่ใช้กับวิสกี้ใด ๆ สุรากลั่นแบบวิสกี้ใด ๆ ที่ไม่ได้ผลิตในสหรัฐอเมริกา ถ้าวิสกี้ใดในชนิดนี้ผสมด้วยวิสกี้ผลิตในประเทศอื่น จะต้องบอกปริมาณวิสกี้นั้นและประเทศที่ผลิตบนฉลากด้วย

12.2 ชื่อของสุรากลั่นอื่นซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะของสถานที่หรือประเทศใด เช่น Habanero จะไม่ใช้กับผลิตภัณฑ์ของสถานที่หรือประเทศอื่น นอกจากระบุคำว่า “แบบ”หรือคำคุณศัพท์ เช่น “อเมริกัน” หรือคำอื่นที่คล้ายกัน เพื่อแสดงสถานที่ผลิตที่แท้จริง ตัวอย่างเช่น Slivovitz , Znbrovka , Aquavit , Arrack และ Kirsch – wasser

มาตรฐานคุณภาพน้ำสุรา

ผลิตภัณฑ์สุรากลั่นชุมชนจะต้องได้รับการตรวจวิเคราะห์ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสุรากลั่น (มอก. 2088-2544) ผู้ส่งตัวอย่างตรวจจะต้องบรรจุตัวอย่างลงในภาชนะบรรจุที่ใช้จริงและมีปริมาตรที่ส่งตรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 3 ลิตร โดยส่งตรวจวิเคราะห์ที่กรมสรรพสามิต หรือหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่กรมสรรพสามิตให้ความเห็นชอบ สำหรับข้อพิจารณาต่างๆ ที่ใช้เป็นมาตรฐานมีดังนี้

1. แรงแอลกอฮอล์ ปริมาณที่ตรวจสอบได้ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ $\pm$ 1 ดีกรี ร้อยละโดยปริมาตร การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1995) ข้อ 26.1.09 หรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า

2. คุณลักษณะทางเคมี สุรากลั่นชุมชนที่ส่งตรวจวิเคราะห์จะต้องมีปริมาณสารต่างๆ ที่ใช้เป็นมาตรฐานด้านคุณลักษณะไม่เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่ 1

3. วัตถุเจือปนอาหาร ให้ใช้กรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดนี้ คำนวณเป็นกรดเบนโซอิกไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1995) ข้อ 47.3.03

4. สารปนเปื้อน

4.1 สารหนู ต้องไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1995) ข้อ 9.1.01

4.2 ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (1995) ข้อ 9.2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ค่าที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดมาตรฐานสุรากลั่นตาม มอก. 2088-2544

รายการ	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบตาม
1	ฟูเซลออย์ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	5500	AOAC (1995) ข้อ 26.1.28 หรือ 26.1.30 ให้คำนวณจากผลรวมของ ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์กับไอโซบิวทิล แอลกอฮอล์
2	เฟอร์ฟิวรัล มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	50	AOAC (1995) ข้อ 26.1.32
3	เอสเทอร์ (คิดเป็นเอทิลแอซีเทต) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	1200	AOAC (1995) ข้อ 26.1.24
4	แอลดีไฮด์ (คิดเป็นแอซีทัลดีไฮด์) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	160	AOAC (1995) ข้อ 26.1.24
5	เมทิลแอลกอฮอล์ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	420	AOAC (1995) ข้อ 26.1.36
6	เอทิลคาร์บาร์เมต ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่เกิน	400	AOAC (1997) ข้อ 26.1.48

หมายเหตุ : 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรเท่ากับปริมาตร 1 ลิตร

สุราปลอมหรือสุราเถื่อน

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปแล้วว่าการดื่มสุราหรือเหล้านั้นก่อให้เกิดอันตรายทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อชีวิตและทรัพย์สิน กล่าวคือสุราจะทำให้ระบบประสาทถูกทำลาย สติปัญญาเสื่อมลง เป็นสาเหตุของโรคกระเพาะอาหาร โรคขาดอาหาร โรคตับแข็งและโรคหัวใจ เป็นต้น ทั้งยังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผู้บริโภคดื่มสุราที่ผลิตขึ้นอย่างผิดกฎหมายหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า “สุรา” หรือ “เหล้าเถื่อน” เพราะนอกจากจะได้รับอันตรายจากพิษของสุราโดยตรงแล้วยังอาจจะได้รับวัตถุมีพิษอื่น ๆ ที่ปลอมปนอยู่ในสุราเถื่อนนั้น ซึ่งนับว่าเป็นอันตรายอย่างยิ่ง (จารุวรรณ, 2537)

สุราเถื่อน ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้หมายถึงสุราที่ประชาชนผลิตขึ้นเองโดยมิได้รับอนุญาตจากทางราชการ ใช้กรรมวิธีง่าย ๆ ไม่มีการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพแต่อย่างใด อาจทำได้โดยการนำข้าวเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นึ่งสุกแล้วกับแป้งสุรา (ส่า) ที่บดละเอียด ผสมน้ำตาลเล็กน้อยคลุกเคล้าให้เข้ากัน หมักไว้ประมาณ 7-10 วัน เพื่อให้เกิดแอลกอฮอล์ แล้วจึงนำมาต้มกลั่นเพื่อให้ได้ “สุรา” หรือ “เอทิลแอลกอฮอล์”ซึ่งถ้าผู้ผลิตสุราเถื่อนผลิตตามกรรมวิธีที่กล่าวมาสุราเถื่อนที่ได้จะมีอันตรายต่อผู้บริโภคไม่สูงนัก แต่ในปัจจุบันพบว่าผู้ผลิตสุราเถื่อนบางรายได้นำเอาวัตถุมีพิษบางชนิด เช่น สารเคมีกำจัดวัชพืช (ยาฆ่าหญ้า),สารเคมีกำจัดแมลง (ยาฆ่าแมลง) และผงชักฟอก เป็นต้น ผสมหรือเติมลงไปในกระบวนการผลิตเพื่อช่วยเร่งให้เกิดแอลกอฮอล์เร็วขึ้น และเชื่อกันว่าจะทำให้ได้ปริมาณสุราเถื่อนเป็นทวีคูณ มีดีกรีสูง ใส มีกลิ่นฉุนจัดและมีรสซ่าน่ารับประทาน แต่โดยข้อเท็จจริงแล้ววัตถุมีพิษต่าง ๆ ที่ผู้ผลิตสุราเถื่อนผสมหรือเติมลงไปนั้นมิได้ช่วยให้สุราเถื่อนที่กลั่นได้มีปริมาณมากขึ้น มีดีกรีสูง ใสขึ้น มีกลิ่นฉุนจัดหรือมีรสซ่าดังที่เข้าใจกัน หากแต่เป็นเพราะวัตถุมีพิษและฤทธิ์ของวัตถุมีพิษที่ปลอมปนอยู่ในสุราเถื่อนนั่นเองที่ทำให้ผู้บริโภคมีความรู้สึกดังกล่าว

กรรมวิธีในการผลิตสุราเถื่อนที่มีการผสมหรือเติมวัตถุมีพิษลงไปนั้นเท่าที่ทราบว่านิยมทำกันมีอยู่ 2 วิธี คือ (จารุวรรณ, 2537)

วิธีที่ 1 เติมยาฆ่าหญ้าโดยเฉพาะพวกพาราควอทหรือที่รู้จักกันดีในนามของกรัมม๊อกโซน (Gramoxone) หรือ คิงโซน (Kingzone) เป็นต้น ลงในสุราเพื่อให้ข้าวเหนียวและน้ำตาลสลายตัวและเกิดแอลกอฮอล์เร็วขึ้น โดยจะใช้ระยะเวลาในการหมักเพียง 4-5 วัน ทำให้ลดระยะเวลาในการหมักส่าสุราได้ถึง 3-4 วัน

วิธีที่ 2 ใช้ยาฆ่าหญ้าหรือผงซักฟอกข้น ๆ หากันกะทะซึ่งใช้เป็นตัวทำให้เกิดการควบแน่นในช่วงการกลั่น โดยเชื่อกันว่าจะทำให้สุราเถื่อนที่กลั่นได้มีปริมาณมากขึ้น มีดีกรีสูง ใส มีกลิ่นฉุนและรสซ่าน่าดื่ม

นอกจากนี้ในปัจจุบันยังพบว่าอาจจะมีการผสมหรือเติมยาฆ่าแมลงบางชนิด เช่น โฟลิดอล (Folidol) หรือแลนเนท (Lannate) เป็นต้น ลงในสุราเถื่อนที่ได้จากการต้มกลั่นแล้วอีกด้วย

สำหรับวัตถุมีพิษที่พบในสุราเถื่อนโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้ คือ ประเภทแรกเป็นวัตถุมีพิษที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในกระบวนการผลิตสุรา ซึ่งโดยปกติแล้วในการหมักธัญญพืชแล้วนำมาต้มกลั่นนอกจากจะได้เอธิลแอลกอฮอล์หรือสุราแล้วยังได้แอลกอฮอล์?ชนิดอื่นและสารอื่น ๆ อีกมากมายผสมออกมาด้วย เช่น ฟูเซลออย (fusel oil), ไนโตรซามีน (notrosamine), ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (iso amyl alcohol), ไอโซบิวธิล แอลกอฮอล์ (iso butyl alcohol) และเอ็นโปรปิล แอลกอฮอล์ (n-propyl alcohol) เป็นต้น ซึ่งสารต่างๆ เหล่านี้บางชนิดพบว่าเป็นสารเร่งให้เกิดมะเร็ง (co-carcinogen) และเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) ในสัตว์ทดลองและในมนุษย์ ส่วนวัตถุมีพิษประเภทที่สองที่อาจพบในสุราเถื่อนได้แก่วัตถุมีพิษที่ผู้ผลิตจงใจผสมหรือเติมลงไปในกระบวนการผลิตโดยหวังแต่ผลประโยชน์ มิได้ตระหนักถึงอันตรายที่จะเกิดแก่ผู้บริโภค เช่น ยาฆ่าหญ้า (กรัมม๊อกโซน หรือพาราควอท) ยาฆ่าแมลง (โฟลิดอล, แลนเนท) และผงซักฟอก เป็นต้น ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคอย่างยิ่งทั้งนี้เพราะวัตถุมีพิษต่าง ๆ ดังกล่าวจัดเป็นวัตถุมีพิษร้ายแรงต่อชีวิตมนุษย์และสัตว์ อาจทำให้ผู้ที่บริโภคสุราเถื่อนที่มีวัตถุมีพิษดังกล่าวผสมอยู่เสียชีวิตได้ นอกจากนี้ยังพบว่าอาจมีโลหะหนักบางชนิดจากภาชนะที่ใช้ต้มกลั่น เช่น ตะกั่ว และดีบุก เป็นต้น ปนเปื้อนอยู่ในสุราเถื่อนซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังได้กล่าวมาแล้วในตอนแรกว่าการดื่มสุรานั้นก่อให้เกิดโทษและอันตรายทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อชีวิตและทรัพย์สินทั้งของผู้บริโภคเองและส่วนรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผู้บริโภคดื่มสุราเถื่อนที่มีวัตถุมีพิษต่าง ๆ ผสมอยู่ก็ยิ่งจะทำให้ผู้บริโภคได้รับอันตรายจากการดื่มมากขึ้นเป็นทวีคูณ ทั้งนี้เนื่องจากอันตรายและฤทธิ์ของวัตถุมีพิษดังกล่าวบางชนิด เช่น ทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ปอดและไตจะถูกทำลาย หายใจไม่ออก และเสียชีวิตในที่สุด จึงควรที่นักดื่มสุราเถื่อนทั้งหลายจะได้ตระหนักถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้นี้ นอกจากนี้แล้วยังพบว่ามีการบริโภคแอลกอฮอล์ผิดประเภทคือ เมธิลแอลกอฮอล์หรือแอลกอฮอล์จุดไฟซึ่งทำให้ผู้บริโภคตาบอดและอาจเสียชีวิตได้ (จารุวรรณ, 2537)

แอลกอฮอล์แปลงสภาพสูตรที่ 13 (Denatured Alcohol Formula 13)

แอลกอฮอล์แปลงสภาพ (Denatured Alcohol) หมายถึง แอลกอฮอล์ที่ได้มีการเติมสารเคมีบางชนิดลงไปเพื่อให้ไม่สามารถนำมาบริโภคได้ สารที่นำมาใช้เพื่อแปลงสภาพมีได้หลายชนิดเช่น Bitrex (Denatonium Benzoate) ซึ่งทำให้มีรสขม Hexane และอื่นๆ ได้มีการนำแอลกอฮอล์แปลงสภาพไปใช้ในหลายอุตสาหกรรม เช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและน้ำหอมเพื่อใช้เป็นสารละลายในกระบวนการผลิต เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตแอลกอฮอล์เจล ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำยาเช็ดกระจก และใช้เป็นผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อและทำความสะอาดบนพื้นผิวต่างๆ เป็นต้น (Thananan Chemical, 2012) สำหรับแอลกอฮอล์แปลงสภาพสูตรที่ 13 ที่กรมสรรพสามิตกำหนดขึ้นนั้น หมายถึง แอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 95 % จำนวน 100 ลิตร ที่มี IPA (Isopropyl Alcohol) 1.0 กิโลกรัม แอลกอฮอล์ประเภทนี้ถูกนำไปใช้ในหลายๆ ด้าน เช่น ผสมเป็นน้ำยาฆ่าเชื้อโรค ใช้ทำความสะอาดเครื่องมือแพทย์ ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำหอมและเครื่องสำอาง เป็นต้น

ไอโซโพรพิล แอลกอฮอล์ (Isopropyl Alcohol)

ไอโซโพรพานอล (Isopropanol) หรือ ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ (Isopropyl alcohol) หรือ 2-โพรพานอล (2-Propanol) หรือโพรพาน-2-ออล(Propan-2-ol) เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งซึ่งนิยมใช้เป็นสารฆ่าเชื้อในทางการแพทย์ มักใช้ผสมกับอะซีโทนหรือน้ำกลั่นโดยให้แอลกอฮอล์มีปริมาณ 70% โดยปริมาตร เป็นของเหลวใสไม่มีสี กลิ่นรุนแรง และเป็นไอโซเมอร์โครงสร้างกับ1-โพรพานอล จะต่างกันตรงที่มีหมู่ไฮดรอกซิล ต่อที่คาร์บอนตัวที่สองแทนที่จะเป็นปลาย ไอโซโพรพานอลผสมเข้ากับน้ำ อีเทอร์ และคลอโรฟอร์มได้ดี โดยเมื่อผสมกับน้ำแล้วจะเกิดเป็นสารกลั่นแยกไม่ได้ (azeotrope) สารนี้รับประทานไม่ได้ และมีจุดเยือกแข็งต่ำลง (คือ ช่วงอุณหภูมิที่เป็นของเหลวกว้างขึ้น) นอกจากนี้ยังเป็นตัวทำละลายเอทิลเซลลูโลส โพลิไวนิลบิวทิรัล น้ำมัน อัลคาลอยด์ และยางไม้ได้[6] แต่ไม่ละลายในสารละลายเกลือ จึงทำให้สามารถแยกออกจากสารละลายได้โดยเติมเกลือแกง โซเดียมซัลเฟต หรือเกลืออนินทรีย์อย่างอื่นเพื่อให้แอลกอฮอล์แยกชั้นออกมา ไอโซไพรพานอลมีสภาพดูดกลืน ที่ 205 mm ภายใต้สเปกตรัมรังสีอัลตราไวโอเลต ไอโซโพรพานอลผลิตได้โดยอาศัยปฏิกิริยาเติมน้ำเข้ากับโพรพีน จากกฎของมาร์คอฟนิคอฟซึ่งกล่าวว่า ไฮโดรเจนมีแนวโน้มจะผนวกเข้ากับคาร์บอนที่มีไฮโดรเจนมากกว่าเสมอ จึงทำให้เกิดไอโซโพรพานอล มากกว่าที่จะเป็น 1-โพรพานอล หรืออาจจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ปฏิกิริยาของโพรพีนกับกรดซัลฟิวริก ให้ให้เกิดซัลเฟตเอสเทอร์ ที่เมื่อสลายด้วยน้ำแล้วจะได้ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ ในกระบวนการอย่างหลังจะมีไดไอโซโพรพิลอีเทอร์เป็นผลพลอยได้ ซึ่งสามารถนำกลับเข้าสู่กระบวนการอีกครั้ง นอกจากนี้ ไอโซโพรพานอลยังผลิตได้โดยเติมไฮโดรเจนลงในอะซีโทนก็ได้ ไอโซโพรพานอลถูกนำไปใช้งานมากมาย อาทิ เป็นตัวทำละลายประสิทธิภาพสูงและมีพิษน้อยกว่าตัวทำละลายชนิดอื่น ใช้ทำความสะอาดคราบน้ำมัน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และใช้ผสมน้ำ 60 - 75% เพื่อฆ่าเชื้อโรค เช่น รอบบาดแผล หรือล้างมือ หากไม่ผสมน้ำ เยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรียจะไม่เปิดออกเพื่อให้แอลกอฮอล์ออกฤทธิ์ได้ (วิกีพีเดีย, 2558)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเนียร์อินฟาเรดสเปกโทสโกปี

เทคโนโลยี NIR (Near Infrared) คือการนำความรู้ทางวิทศาสตร์ด้านการวัดการดูดกลืนแสงช่วงใกล้อินฟาเรดในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 700 – 2500 นาโนเมตร□ของโมเลกุลที่ต่างกันมาใช้ร่วมกับการวิเคราะห์หลายตัวแปร และการคำนวณทางสถิติ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณและควบคุมหรือประกันคุณภาพมาตรฐานของสินค้า

หลักการของเทคโนโลยีเนียร์อินฟาเรดสเปกโทสโกปี

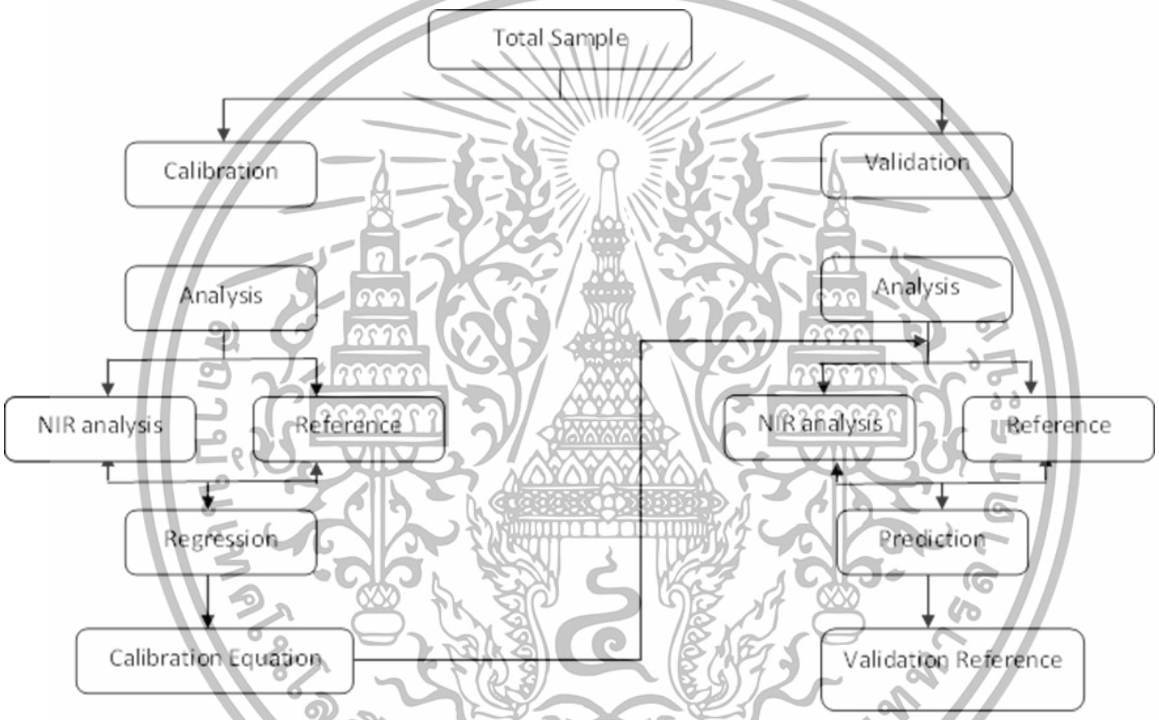
เมื่อฉายแสงในช่วงความยาวคลื่น 700 – 2500 นาโนเมตร ลงไปบนตัวอย่าง ตัวอย่างจะมีการดูดกลืนและจะกระตุ้นให้เกิดการสั่นของโมเลกุลใน functional groups ต่างๆ 2 ลักษณะ คือการยืดหด (stretching) และการเปลี่ยนมุม (blending) ช่วงความถี่ overtones และcombination ของหมู่ฟังก์ชัน O-H, C-H, N-H และO = H ซึ่งเป็นโมเลกุลหลักของสารอินทรีย์ และแสดงออกมาเป็นแถบรังสีหรือที่เรียกว่าสเปกตรัม (Spectrum) โดยแต่ละสเปกตรัมที่แสดงออกมาเป็นลักษณะเฉพาะของสารแต่ละชนิดที่ดูดกลืน จึงสามารถใช้ในการวิเคราะห์เชิง คุณภาพหรือตรวจสอบเอกลักษณ์ได้ (qualitative analysis) และปริมาณองค์ประกอบของตัวอย่างเป็นสัดส่วนกับปริมาณที่ดูดกลืนที่ตำแหน่งความยาวคลื่นจำเพาะ จึงสามารถใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณได้ (quantitative analysis)

นิพนธ์ (2545) ได้อธิบายว่า Near Infrared (NIR) คือคลื่นแสงหรือแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 780-2500 นาโนเมตร หรือที่จำนวนคลื่น 12,500-4,000 cm^{-1} โดยเป็นเทคนิคที่เกิดจากสารดูดกลืนคลื่นแสงแบบ Overtone และ Combination แล้วทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นที่ความถี่สูง และโมเลกุลจะถูกกระตุ้นจากสภาวะพื้น (Ground vibration level)ไปยังสภาวะกระตุ้น (Excited vibration level) ซึ่ง Osborne et al. (1993) กล่าวว่าปริมาณการดูดกลืนพลังงานแสง (Absorbance) จะเป็นไปตามกฎของเบียร์–แลมเบิร์ต (Beer-Lambert) คือพลังงานของคลื่นแสงเมื่อผ่านเข้าไปในตัวอย่างจะถูกดูดกลืนไว้โดยองค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่าง ความเข้มของแสงที่ผ่านออกมาโดยทั่วไปจะเป็นสัดส่วนกับปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีนั้น สารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้จะมีอะตอมของไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น O-H พบในแป้ง น้ำ น้ำตาล N-H พบในโปรตีน C-H พบในน้ำมัน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของเครื่อง NIR Spectrosmeter

แม้น และอมร (2539) ได้อธิบายว่าองค์ประกอบหลักของเครื่องมือ NIR Spectrometer ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดรังสีในช่วง NIR (NIR Source) อุปกรณ์แยกแสงออกเป็นแต่ละความยาวคลื่น (Mono-chromator) ช่องใส่ตัวอย่าง (Sample cell) ตัวรับแสง (Detector or Sensor) และคอมพิวเตอร์หรือเครื่องบันทึกสเปกตรัม (Computer หรือ Recorder) ขั้นตอนในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี NIR ในงานควบคุมคุณภาพ ดังแสดงในภาพที่ 1 เริ่มต้นจากการวัดสเปคตรัมของตัวอย่าง วิเคราะห์ตัวอย่างโดยการวิเคราะห์ทางเคมี ปรับแต่งสเปคตรัมด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์ สร้างสมการทำนาย ตรวจสอบความแม่นยำของสมการทำนายและนำไปใช้งานโดยปรับปรุงสมการทำนายด้วยกลุ่มตัวอย่างใหม่สม่ำเสมอ



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล NIR Spectroscopy

เทคนิคการวัดค่าการดูดกลืนด้วยเครื่อง NIR Spectroscopy

Siesler และคณะ (2002) ได้อธิบายถึงเทคนิคการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง NIR ไว้ว่า เทคนิคที่ใช้ในการวัดค่าการดูดกลืนแสงมีความสำคัญ เนื่องจากการวัดค่าการดูดกลืนแสงจำเป็นต้องเลือกเทคนิคให้เหมาะสมกับตัวอย่างที่นำมาทำการวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลสเปกตรัมที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่ถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด โดยมีเทคนิคต่าง ๆ ดังนี้

1) Transmission เป็นเทคนิคที่ใช้วิธีการวัดปริมาณแสงที่ส่องผ่านออกมาในด้านตรงกันข้ามกับด้านที่แสงตกกระทบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Reflection เป็นเทคนิคที่ใช้วิธีการวัดปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากตัวอย่างเมื่อแสงตกกระทบที่พื้นผิวของตัวอย่าง โดยรวมถึงแสงที่สะท้อนจากเนื้อตัวอย่างส่วนที่ใกล้ผิวตัวอย่างได้อีกด้วย

3) Transflection เป็นเทคนิคที่ใช้วิธีการวัดปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากตัวอย่าง โดยแสงจากแหล่งกำเนิดแสงตกกระทบลงบนตัวอย่าง แล้วผ่านตัวอย่างลงไปตกกระทบแผ่นเซรามิก ทอง หรืออะลูมิเนียมในชั้นใต้สุด แล้วจึงสะท้อนกลับมายัง Detector

การประยุกต์ใช้เทคนิค NIR Spectroscopy ในการตรวจสอบคุณภาพผลผลิตทางการเกษตร

เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี สามารถนำมาใช้ประเมินคุณภาพทั้งผลผลิตเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหาร สำหรับประเทศญี่ปุ่นได้นำเทคนิคนี้มาใช้เป็นระยะเวลา 30 ปีแล้วและมีการใช้อย่างกว้างขวาง เช่นการตรวจวัดองค์ประกอบทางเคมีของผลผลิตต่าง ๆ ได้แก่ พีช แพร แคนตาลูป แอปเปิ้ล ส้ม มะละกอ บลูเบอรี่ หอมหัวใหญ่ และอื่น ๆ (Kawano, 1998)

Kawano และคณะ (1992) ได้นำเทคนิคเนียร์อินฟราเรดมาใช้เพื่อตรวจวัดปริมาณน้ำตาลในผลพีช (Peach) โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ของผลพีช ในช่วงความยาวคลื่น (Wavelength region) 700-1100 nm กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Brix) พบว่า เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีสามารถวัดปริมาณน้ำตาลในผลพีชได้ โดยเปลี่ยนสเปคตรัมให้อยู่ในรูปของอนุพันธ์อันดับ 2 (Second derivative spectra) และหาความสัมพันธ์แบบ MLR (Multiple Linear Regression) โดยเลือกค่าการดูดกลืนแสงที่ 906 nm เป็นความยาวคลื่นแรก ของสมการซึ่งคือ Sucrose band สมการประกอบด้วยค่าการดูดกลืนแสงที่ 4 ความยาวคลื่นด้วยกัน คือ ที่ 906, 878, 870 และ 889 nm มีค่า SEC (Standard Error of Calibration) 0.48 Brix ค่า SEP (Standard Error of Prediction) เท่ากับ 0.50 Brix และค่า bias เท่ากับ 0.01 Brix เช่นเดียวกับ

Miyamoto และคณะ (1998) ได้ใช้เทคนิค NIR ในการตรวจวัดปริมาณกรดซิตริกในผล Satsuma mandarins และเนื่องจากพลังงานแสงที่ส่องผ่านตัวอย่างมีความเข้มข้นต่ำมาก และเป็นการยากในการวัดความเข้มข้นของแสงที่มีความยาคลื่นมากกว่า 800 nm ดังนั้นจึงต้องมีการปลอกเปลือกของตัวอย่างด้วย ทั้งนี้เพื่อความแม่นยำ พบว่าจากการ calibration ด้วย PLS (Partial Least Square) นั้นสมการประกอบด้วย 12 แฟคเตอร์ และมีค่า R เท่ากับ 0.9b3 bias เท่ากับ–0.013 % และ SEP เท่ากับ 0.146%

Greensill and Newman (1999) นำเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีเพื่อหาความสุกแก่ของ Pawpaws (*Carica papaya*) ด้วยการวัดส่งผ่านของแสงที่ความยาวคลื่น500-1000 nm พบว่าลักษณะปรากฏของมะละกอสุกที่ระยะต่างๆ คือ immature green จนถึงผลสุก มีความสัมพันธ์กับค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 720-815 nm (Greensill and Newman, 1999)

Saranwongและคณะ (2003) ได้ใช้เทคนิค NIR ด้วยเครื่อง FT 20 และ NIRSystem 6500 ในช่วงคลื่นสั้น 700-1100 nm เพื่อตรวจสอบค่าบริกซ์(Brix value) ของมะม่วง พบว่าเครื่อง NIR ทั้งสองชนิดสามารถตรวจวัดค่าบริกซ์ได้และมีความแม่นยำสูง มี SEP เท่ากับ 0.40°Brix ทั้งสองเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Schmilovitch, และคณะ (2008) มีการนำเทคนิควิธีการวัดการดูดกลืนแสงในย่านสายตามองเห็นและย่านใกล้อินฟราเรดมาใช้บอกระยะความแก่ของผลอะโวกาโดแบบไม่ทำลายในช่วงความยาวคลื่น 1200-2400นาโนเมตร

วรรณกนก (2546) การตรวจสอบคุณภาพของส้มเขียวหวานด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี โดยใช้ความยาวคลื่นระหว่าง 700-1100 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงคลื่นสั้น เพื่อประเมินค่าทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA) การเปรียบเทียบสมการ calibration จากวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ 3 วิธี คือ Modify Partial Least Component Regression (MPLSR) Principal Component Regression (PCR) และวิธี Multiple Linear Regression (MLR) พบว่าสมการ calibration MPLS และ MLR สามารถทำนายค่าทางเคมีได้แม่นยำใกล้เคียงกัน ค่าทำนาย TSS ของผลส้มที่มีเปลือก มีค่าความสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.944 และ 0.955 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานการพยากรณ์ (SEP) เท่ากับ 0.494 และ 0.574 ค่า Bias เท่ากับ 0.094 และ 0.122 ส่วนของผลส้มทั้งผลปอกเปลือกได้ค่า R เท่ากับ 0.981 และ 0.976 ค่า SEP เท่ากับ 0.254 และ 0.274 ค่า Bias เท่ากับ 0.056 และ 0.049 ตามลำดับสำหรับค่าทำนาย TA ได้ผลไม่ค่อยแม่นยำนัก โดยค่าทำนาย TA ของผลส้มที่มีเปลือกได้ค่า R เท่ากับ 0.6.36 และ 0.600 ค่า SEP เท่ากับ 0.069 และ 0.073 ค่า Bias เท่ากับ 0.002 และ –0.005 ตามลำดับ ส่วนของผลส้มที่ปอกเปลือกมีค่า R เท่ากับ 0.561 และ 0.771 ค่า SEP เท่ากับ 0.070 และ 0.057 ค่า Bias เท่ากับ 0.005 และ 0.002 ตามลำดับ

Che Man และ Moh(1998) ใช้เทคนิค NIR ช่วงความยาวคลื่น 1850–2050 nm ตรวจวัดปริมาณ Free Fatty Acid ในน้ำมันปาล์มดิบ และสามารถทำนายค่าทางเคมีได้แม่นยำใกล้เคียงโดยมีค่า Multiple correlation coefficients squared (R^2) เท่ากับ 0.994

Mohและคณะ(1999a) ใช้เทคนิค NIR ช่วงความยาวคลื่น 1350-1480 nm.เพื่อตรวจวัดปริมาณ peroxide value (PV) ในน้ำมันปาล์มดิบ พบว่าช่วงความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการทำนาย PV คือ ช่วงความยาวคลื่น 1514 nm. โดยมีค่า SEP เท่ากับ 0.156 เมื่อมีค่า PV ระหว่าง 2.17-10.28

Mohและคณะ (1999b)ได้ใช้เทคนิค NIR ด้วยเครื่อง FTIR และ NIR เพื่อตรวจปริมาณ β-Carotene ในน้ำมันปาล์มดิบ พบว่าเครื่อง NIR ทั้งสองชนิดสามารถตรวจวัดปริมาณ β-Caroteneในน้ำมันปาล์มดิบได้

Kal (2005) ได้ศึกษาการใช้เทคนิค Near Infrared Spectroscopy (NIRS) ตรวจสอบน้ำหนักแห้งและความแก่ของผลทุเรียนที่ประเมินโดยผู้ชำนาญการตัดและคัดทุเรียนพบว่าสมการ calibration ที่ดีได้มาจากการใช้เทคนิค partial least squares (PLS) โดยใช้ปัจจัย 3 และ 6 ปัจจัยที่คำนวณจากแถบแสง NIR ในช่วงคลื่นระหว่าง 700-950 และ 800-1000 นาโนเมตรค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ของชุด calibration มีค่า 0.87 และ 0.88 ค่า standard error of prediction คือ 2.45 และ 0.71 และ Bias คือ 0.08 และ –0.03 ตามลำดับ NIRS สามารถนำมาใช้เป็นเทคนิคการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อทุเรียนแบบรวดเร็วได้โดยไม่ทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Che Man and Moh (1998) ได้ทำการพัฒนาสมการทำนายที่ใช้หาปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) ในน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มที่ผ่านกรรมวิธี โดยใช้เครื่อง NIR แบบการสะท้อนแสง พบว่าสามารถใช้ NIR ตรวจสอบปริมาณกรดไขมันอิสระได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำภายใน 5นาที ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมและสามารถใช้ควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบได้เป็นอย่างดี ซึ่งมีการเตรียม 35 ตัวอย่างให้มีความเข้มข้นของกรดไขมันอิสระอยู่ในช่วงที่ต้องการโดยการไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์ไลเปสร้อยละ 0.15 (w/w) ในตู้บ่มที่ 60 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำตัวอย่างที่เตรียมไว้มาวัดสเปกตรัม 2 ซ้ำ ด้วยที่ใส่ตัวอย่างแบบ Dutch cup สมการทำนายที่เหมาะสมที่สร้างด้วยวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Multiple Linear Regression (MLR) สร้างจากช่วงความยาวคลื่น 1850-2050นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงของ C=O overtone โดยเฉพาะความยาวคลื่นที่ตำแหน่ง 1882 2010 และ 2040 นาโนเมตร การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบให้ค่า Multiple correlation coefficients (R) เท่ากับ 0.994 ส่วนในน้ำมันปาล์มโอเลอินผ่านกรรมวิธี และน้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธีให้ค่า R เท่ากับ 0.961 และ 0.971 ตามลำดับ หลังจากการทดสอบสมการทำนายด้วยกลุ่มตัวอย่างตรวจสอบความถูกต้อง ปรากฏว่าค่า R^2 ที่ได้จากการน้ำมันปาล์มทั้ง 3 แบบ มีค่าเท่ากับ 0.997 0.943 และ 0.945 ตามลำดับ

Sato และคณะ (1998) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาความเป็นไปได้ในการประเมินค่ากรดไขมันในเมล็ด rapeseed แบบวิธีไม่ทำลายตัวอย่างด้วยเครื่อง NIR Spectroscopy โดยทำการวัดสเปกตรัมของน้ำมันที่ผ่านการสกัดเนื้อภายในของเมล็ดเรพซีด และเมล็ดเรพซีดที่เป็นเมล็ดเดี่ยว ๆ ด้วยเครื่องNIR รุ่น Infra Alyzer500 และใช้ที่ใส่ตัวอย่างแบบ Syrup cup หรือ Single grain cup ทำการวัดค่าในช่วงความยาวคลื่น 1100-2500 นาโนเมตร และบันทึกค่าทุก ๆ 2 นาโนเมตร พบว่าร้อยละของกรดลิโนเลอิกเพิ่มขึ้นในช่วงความยาวคลื่น 1696-1724 นาโนเมตร ซึ่งความยาวคลื่นดังกล่าวเป็นช่วงความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนแสงของกรดลิโนเลอิก และมักจะเห็นการดูดกลืนแสงได้อย่างชัดเจนขึ้นเมื่อแปลง NIR สเปกตรัมให้อยู่ในรูปอนุพันธ์อันดับที่สอง ส่วนเปอร์เซ็นต์ของกรดอีรูอิก 36 เพิ่มขึ้นที่ความยาวคลื่น 1728 นาโนเมตร ซึ่งเห็นได้เล็กน้อยเมื่อ NIR สเปกตรัมอยู่ในรูปของอนุ-พันธ์ลำดับที่สอง ดังนั้นจึงสามารถนำเทคนิค NIR ไปใช้ประเมินค่ากรดลิโนเลอิกและกรดอีรูอิก ทั้งในเนื้อภายในเมล็ดและเมล็ดเดี่ยว ๆ ของ Rapeseed ได้ โดยที่ตัวอย่างไม่ถูกทำลาย

Sato และคณะ (2003) ศึกษาการวิเคราะห์ส่วนประกอบกรดไขมันในเมล็ดงาโดยใช้เครื่อง Near-Infrared (NIR) Spectroscopy แบบการสะท้อนแสง และพบว่าการใช้เครื่อง NIR แบบการสะท้อนแสงมีความเหมาะสมสำหรับการนำประเมินองค์ประกอบกรดไขมันของเมล็ดงาที่ได้จากสถาบันวิทยาศาสตร์การเพาะแห่งชาติของประเทศญี่ปุ่นและพม่า การวิเคราะห์สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรของข้อมูลสเปกตรัมที่ได้จาก NIR และข้อมูลทางเคมีของเมล็ดงาทั้งเมล็ดจะถูกนำไปใช้ในการสร้างสมการ (Calibration) สำหรับทำนายสัดส่วนกรดไขมันแต่ละตัวจากกรดไขมันทั้งที่เป็นองค์ประกอบหลักในเมล็ดงา ค่าความคลาดเคลื่อนจากการทำนาย (SEP) ของกรดปาล์มิติกกรดสเตียริก กรดโอเลอิก และกรดลิโนเลอิกมีค่าร้อยละ 0.616 0.348 1.051 และ 0.826 ตามลำดับ ดังนั้นจึงจัดได้ว่าวิธี NIR เป็นวิธีที่ง่าย รวดเร็วและเป็นวิธีที่ไม่ทำลายตัวอย่างสำหรับการประเมินกรดไขมันในเมล็ดงาที่ทำการคัดเลือกสำหรับนำไปทำการเพาะปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ: สุราวอดก้าและวิสกี้ 9 ยี่ห้อ ดังนี้

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 1 (VK1) ยี่ห้อ Smirnoff

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 2 (VK2) ยี่ห้อ Absolute

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 3 (VK3) ยี่ห้อ Gilbey's vodka

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 4 (VK4) ยี่ห้อ Jupiter vodka

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 5 (VK5) ยี่ห้อ Shaker

สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 1 (WS1) ยี่ห้อ Black label

สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 2 (WS2) ยี่ห้อ Red label

สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 3 (WS3) ยี่ห้อ 100 Piper

สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 4 (WS4) ยี่ห้อ Benmore 4 Cask

3.1.2 สารเคมี

Denature Alcohol สูตร 13 (DA13: IPA1%): 93 ดีกรี (Denature Alcohol 100 % มี ethanol 99 % และ IPA 1 %)

3.2 อุปกรณ์

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้

3.2.1. กระบอกตวง 10, 20, 100 และ 250 ml อย่างละ 1 อัน

3.2.2. เทอร์โมมิเตอร์

3.2.3. แอลกอฮอล์มิเตอร์

3.2.4. Volumetric 50, 100 ml อย่างละ 3 อัน

3.2.5. Micro Pipet 1 และ 5 ml อย่างละ 1 อัน

3.2.6. บีกเกอร์ 25, 50, 200

3.2.7 เครื่อง NIR hyperspectral imaging unit (Specim Fx17, Spectral Imaging Ltd, Oulu, Finland) ความยาวคลื่น 900-1700 nm (8 nm resolution), 750 x 640 (spatial x spectral) pixels, reflectance mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ: โปรแกรม Unscrambler® version 9.7 (Camo,Oslo, Norway) และ โปรแกรม Umbio Evince

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 ตอนที่ 1 การทำนายปริมาณการเจือปน DA13: IPA1% ในสุราขาวประเภทวอดก้าและสุราสีประเภทวิสกี้

3.3.1.1 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

- เตรียมถ้วยเซรามิคขนาด 90 มิลลิลิตร 1 ใบ-

- เตรียมตัวอย่างสุรา 9 ยี่ห้อ มาผสมกันตามสัดส่วนที่กำหนด โดย 1 ยี่ห้อ จะมีส่วนผสม 13 สัดส่วนดังตารางที่ 3.1. โดยมีวิธีการเตรียม DA13: IPA1%– 40 ดีกรี ดังนี้

- นำ Denature Alcohol สูตร 13 = 93 ดีกรี (ที่ 20°C) มาปรับเป็น 40.0 ดีกรี

ใช้สูตร $N_1 V_1 = N_2 V_2$:

40.0 ดีกรี x 1,000 ml. = 93.0 ดีกรี x V_1

ดังนั้น $V_1 = \frac{40.0 \text{ ดีกรี} \times 1{,}000 \text{ ml.}}{93.0 \text{ ดีกรี}}$ = 430.11 ml/ 1 ลิตร DA13: IPA1% – 40°

- ปริมาตรน้ำกลั่นที่ใช้ = 1,000 – 430.11 = 569.9 cc/1 ลิตร DA13: IPA1% – 40°

- อัตราส่วนของ Denature Alcohol สูตร 13 = 93 ดีกรี ต่อน้ำกลั่น

- เติมน้ำกลั่นใน Denature Alcohol สูตร 13 = 93 ดีกรี ตามตารางที่ 3.2

- นำ Denature Alcohol สูตร 13 = 93 ดีกรี (ที่ 20°C) มาปรับเป็น 35 ดีกรี

- ความเข้มข้นของ Denature Alcohol สูตร 13 = 93 ดีกรี (ที่ 20°C)

-. ปรับเป็น 35.0 ดีกรี สูตร $N_1 V_1 = N_2 V_2$:

35.0 ดีกรี x 1,000 ml. = 93.0 ดีกรี x V_1

ดังนั้น $V_1 = \frac{35.0 \text{ ดีกรี} \times 1{,}000 \text{ ml.}}{93.0 \text{ ดีกรี}}$ = 376.34 ml/ 1 ลิตร DA13: IPA1% – 35°

-. ปริมาตรน้ำกลั่นที่ใช้ = 1,000 – 376.34 = 623.66 cc/1 ลิตร DA13: IPA1% – 35°

-. อัตราส่วนของ Denature Alcohol สูตร 13 = 93 ดีกรี ต่อน้ำกลั่น ตามตารางที่ 3.3

- ตวงตัวอย่างปริมาณ 50 มิลลิลิตร แล้วเทใส่ถ้วยเซรามิค

- นำไปสแกนด้วยเครื่อง NIR hyperspectral imaging unit แล้วบันทึกผลข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ปริมาณของ Denature Alcohol สูตร 13 (DA13: IPA1%) ในสุราผสมที่ทำขึ้นเพื่อใช้ในการทดลอง

No.	อัตราส่วนที่ใช้ต่อ 100%		สัดส่วนที่ใช้ต่อ 50 cc.	
	สุรา (%)	DA13: IPA1%. 40° (%)	สุรา (cc)	DA13: IPA1%. (cc)
1	100	0	50	-
2	99	1	49.5	0.5
3	95	5	47.5	2.5
4	90	10	45	5
5	80	20	40	10
6	70	30	35	15
7	60	40	30	20
8	50	50	25	25
9	40	60	20	30
10	30	70	15	35
11	20	80	10	40
12	10	90	5	45
13	0	100	-	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ปริมาณน้ำกลั่นที่ใช้เพื่อการเตรียม DA13: IPA1% – 40 ดีกรี

ปริมาตร DA13: IPA1% – 40° ที่ต้องการเตรียม (ลิตร)	**ปริมาตร DA13: IPA1% – 93° ที่ต้องใช้ (cc)**	**ปริมาตรน้ำกลั่นที่ต้องใช้ (cc)**
0.5	215.1	284.9
1.0	430.1	569.9
2.0	860.2	1,139.8

ตารางที่ 3.3 ปริมาณน้ำกลั่นที่ใช้เพื่อการเตรียม DA13: IPA1% – 35 ดีกรี

ปริมาตร DA13: IPA1% – 35° ที่ต้องการเตรียม (ลิตร)	**ปริมาตร DA13: IPA1% – 93° ที่ต้องใช้ (cc)**	**ปริมาตรน้ำกลั่นที่ต้องใช้ (cc)**
0.5	188.2	311.8
1.0	376.3	623.7
2.0	752.6	1,247.4

3.3.2 การวิเคราะห์ตอนที่ 1 การทำนายปริมาณการเจือปน DA13: IPA1% ในสุราขาวประเภทวอดก้าและสุราสีประเภทวิสกี้

- สร้างสมการทำนายเชิงปริมาณ โดยทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มโดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มสำหรับการสร้างสมการ (calibration set) และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มสำหรับการทดสอบสมการ (prediction set) โดยแต่ละกลุ่มมีการกระจายตัวของข้อมูลเท่า ๆ กันโดยแบ่งเป็นกลุ่ม calibration จำนวนประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ และแบ่งเป็นกลุ่ม prediction จำนวนประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ก่อนวิเคราะห์ข้อมูลจะทำการปรับแต่งสเปกตรัม (spectral pretreatment) ด้วยวิธีการต่างๆเพื่อลด noise และแยกสเปกตรัมที่ซ้อนทับออกจากกันด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ตามความเหมาะสม และเลือกวิธีการที่ดีสุดในการสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมกับปริมาณ DA13: IPA1% ด้วยวิธี Partial least square regression (PLSR) โดยใช้โปรแกรม Unscrambler version 9.7 เลือกสมการที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดจากกลุ่ม calibration set โดยพิจารณาจาก R (coefficient of correlation) ให้มีค่าสูงสุด, RMSECV (root mean squared error of validation) ต้องมีค่าต่ำที่สุดและพิจารณาจาก factor ที่มีค่าต่ำสุดด้วย จากนั้นนำสมการที่ได้ไปทดสอบความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่นยำในการทำนายในกลุ่ม prediction set โดยพิจารณาจาก R (coefficient of correlation) ให้มีค่าสูงสุด, RMSEP (root mean squared error of prediction) ต้องมีค่าต่ำที่สุด

3.3.3 ตอนที่ 2 การตรวจสอบและคัดแยกสุราผสม DA13: IPA1% ในสุราขาวประเภทวอดก้าและสุราสีประเภทวิสกี้

ทำการศึกษาเช่นเดียวกับในข้อที่ 3.3.1 เพียงแต่เพิ่มปริมาณตัวอย่างแท้จากสุราขาววอดก้า และสุราสีประเภทวิสกี้

3.3.4 การวิเคราะห์ ตอนที่ 2 การตรวจสอบและคัดแยกสุราผสม DA13: IPA1% ในสุราขาวประเภทวอดก้าและสุราสีประเภทวิสกี้

- สร้างสมการคัดแยกเชิงคุณภาพ โดยทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มโดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มสำหรับการสร้างสมการ (calibration set) และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มสำหรับการทดสอบสมการ (prediction set) โดยแต่ละกลุ่มมีการกระจายตัวของข้อมูลเท่า ๆ กันโดยแบ่งเป็นกลุ่ม calibration จำนวนประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ และแบ่งเป็นกลุ่ม prediction จำนวนประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ กำหนดสุราแท้คือ 0 สุราผสม DA13: IPA1% คือ 1 วิเคราะห์การคัดแยก ด้วยวิธี partial least squares – discriminant analysis (PLS-DA) โดยใช้โปรแกรม Unscrambler version 9.7 ตรวจสอบความสามารถและความแม่นยำของสมการ โดยทดสอบในกลุ่ม calibration set และ prediction set ดูจำนวนที่ทำนายถูกต้อง และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ตอน คือ การวิเคราะห์เชิงปริมาณ และการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ได้ผลดังนี้

4.1 ตอนที่ 1 การทำนายปริมาณการเจือปน DA13: IPA1% ในสุราขาวประเภทวอดก้าและสุราสีประเภทวิสกี้

4.1.1 สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 1 (VK1) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

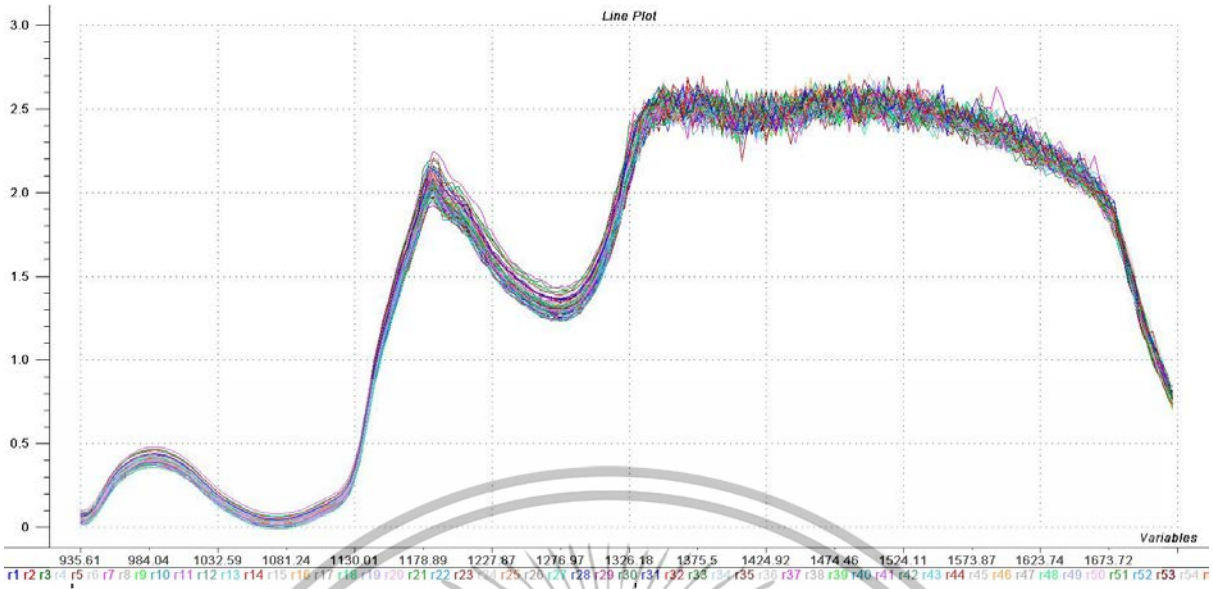
นำตัวอย่างสุราขาวยี่ห้อที่ 1 มาผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนาย และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ โดย มีการกระจายตัวของข้อมูลทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน ดังแสดงใน ตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Characteristic	Item	Calibration	Prediction
VK1	Number of sample	73	37
	Range (%)	1-90	1-90
	Mean (%)	41.192	41.973
	SD (%)	29.626	30.285

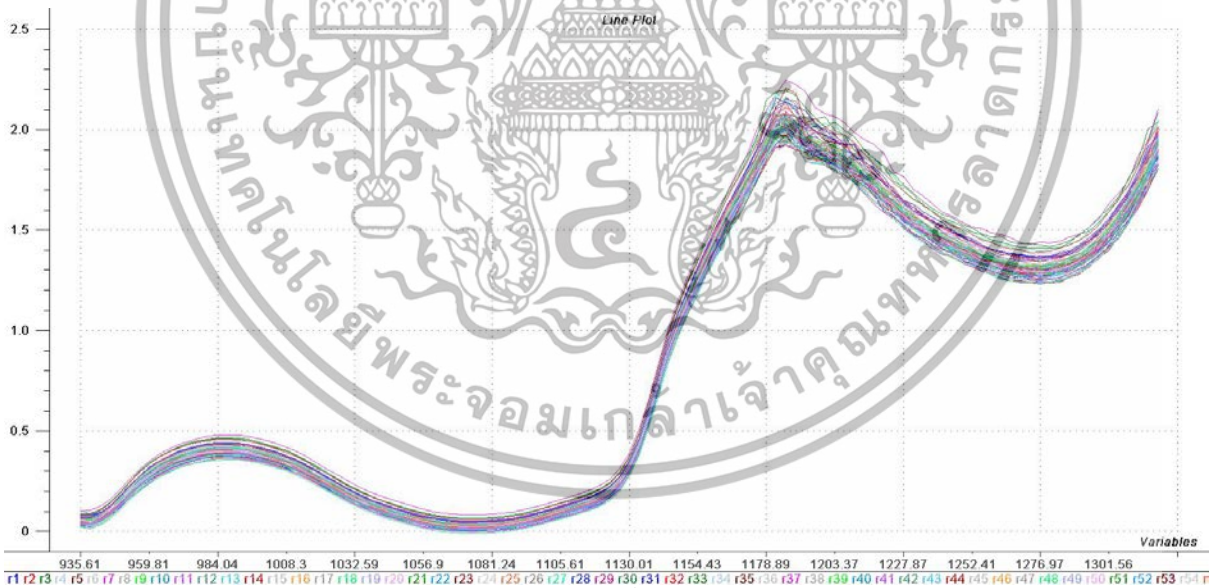
การสแกน เพื่อหาค่าการดูดกลืนแสงในในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของตัวอย่างสุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 1 (VK1) ผสม DA13: IPA1% ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราขาว VK1 ผสม DA13: IPA1%

เนื่องจากพบว่า มี noise เกิดขึ้นบนเส้น สเปกตรา ตั้งแต่ 1320 nm ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงตัดข้อมูลในช่วงที่มี noise ออกไป ใช้ข้อมูลในช่วง 935-1320 nm มาวิเคราะห์เท่านั้น ดังแสดงในรูป 4.2



ภาพที่ 4.2 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราขาว VK1 ผสม DA13: IPA1%

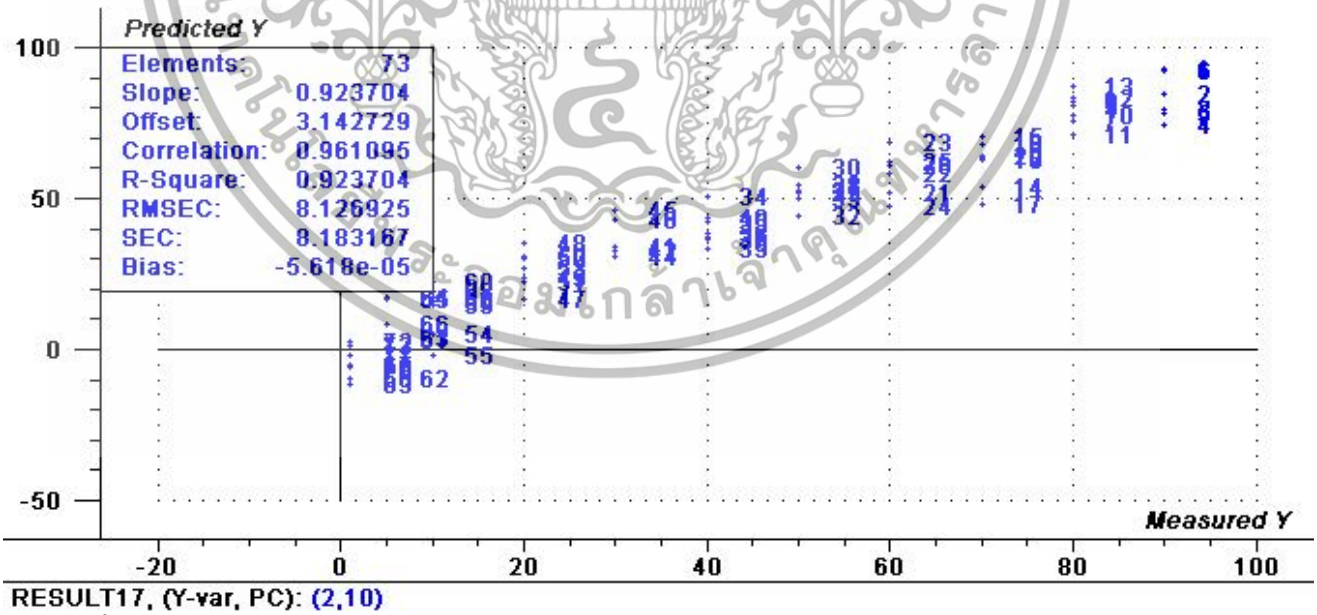
นำตัวอย่างในกลุ่ม calibration มาทำการ pretreatment ด้วยวิธีต่างๆ และเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่สามารถสร้างสมการที่มีความสามารถในการทำนายดีที่สุด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration

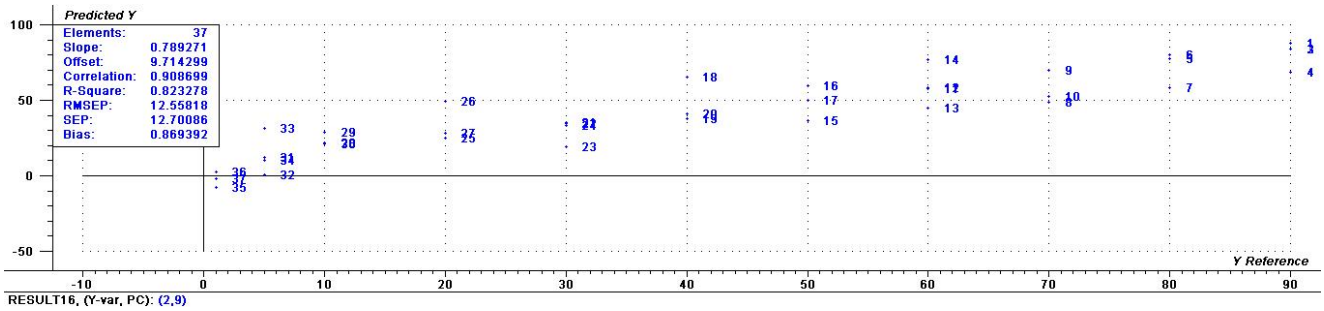
No.	Pre-processing techniques	DA13: IPA1%		
		F	R	RMSECV(%)
1	Original	7	0.863	15..02
2	Smoothing	9	0.911	12.263
3	1st Derivative	11	0.897	13.20
4	2nd Derivative	12	0.622	24.68
5	MSC	7	0.882	13.95
6	SNV	7	0.884	13.84
7	Smoothing+1st Der	10	0.935	10.43

สร้างสมการจากการทำ pretreatment แบบต่างๆ พบว่าสมการที่ได้ผลดีที่สุดคือการใช้วิธี Smoothing ร่วมกับ 1st Derivative จึงเลือกวิธีนี้ไปสร้างสมการเพื่อใช้ในการทำนายและทดสอบความแม่นยำในกลุ่ม prediction ต่อไป และผลของการทดสอบความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration ได้ผลดังรูปที่ 4.3 และผลของการทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction ได้ผลดังรูปที่ 4.4



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราขาว VK1 ผสม DA13: IPA1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราขาว VK1 ผสม DA13: IPA1%

สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติสำหรับสมการที่ใช้ในการทำนายปริมาณ DA13: IPA1% ของสำหรับสุราขาวยี่ห้อ VK1 ผสม DA13: IPA1% แสดงดังตารางที่ 4.3 พบว่ามีความแม่นยำมาก

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Parameters	Pre-treatment	F	Calibration			Prediction		
			N	R_c	RMSEC	N	R_p	RMSEP
VK1	Smoothing+1st	10	73	0.961	8.127	37	0.909	12.56

4.1.2 สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 2 (VK2) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

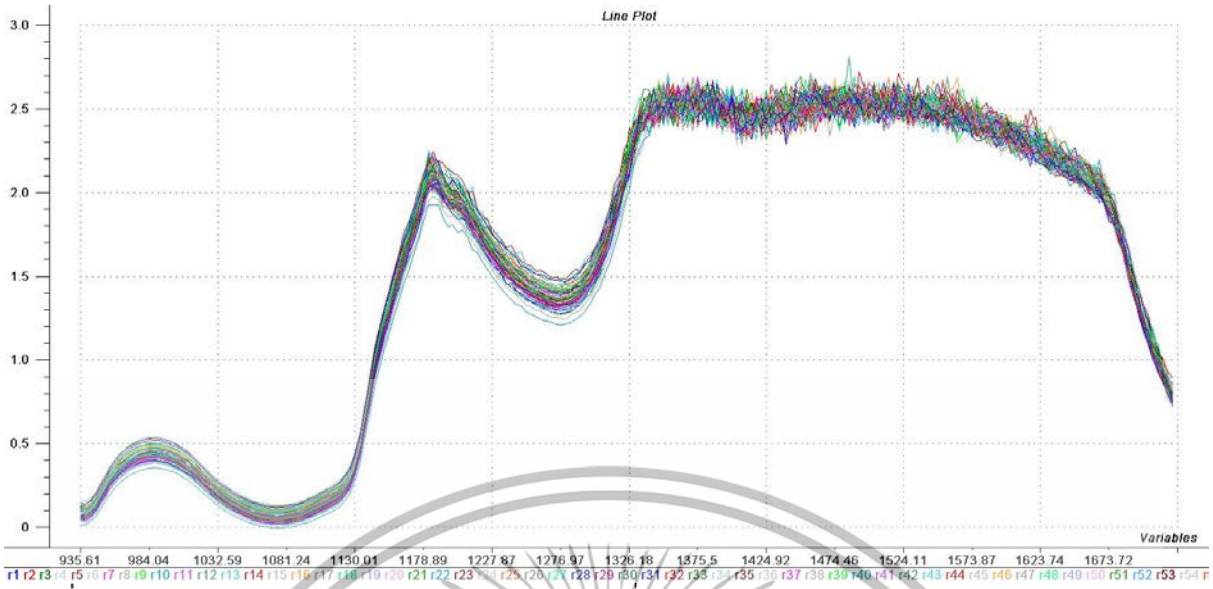
นำตัวอย่างสุราขาวยี่ห้อที่ 2 มาผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนาย และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ โดย มีการกระจายตัวของข้อมูลทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน ดังแสดงใน ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Characteristic	Item	Calibration	Prediction
VK2	Number of sample	73	37
	Range (%)	1-90	1-90
	Mean (%)	41.192	41.973
	SD (%)	29.626	30.285

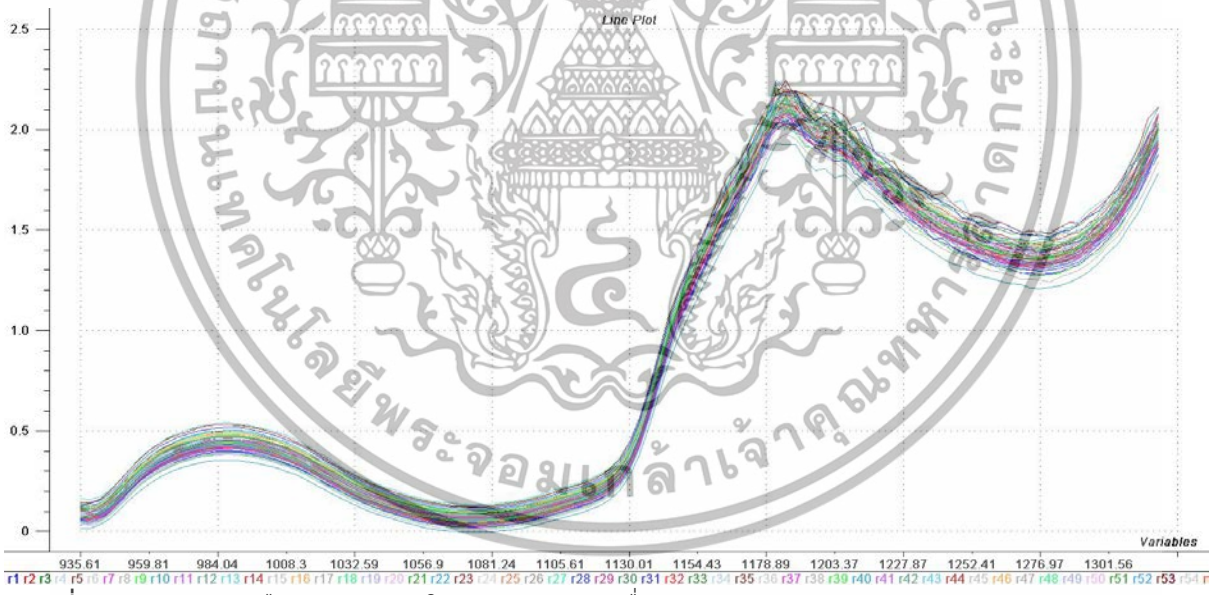
การสแกน เพื่อหาค่าการดูดกลืนแสงในในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของตัวอย่างสุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 1 (VK1) ผสม DA13: IPA1% ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราขาว VK2 ผสม DA13: IPA1%

เนื่องจากพบว่า มี noise เกิดขึ้นบนเส้น สเปกตรา ตั้งแต่ 1320 nm ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงตัดข้อมูลในช่วงที่มี noise ออกไป ใช้ข้อมูลในช่วง 935-1320 nm มาวิเคราะห์เท่านั้น ดังแสดงในรูป 4.6



ภาพที่ 4.6 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราขาว VK2 ผสม DA13: IPA1%

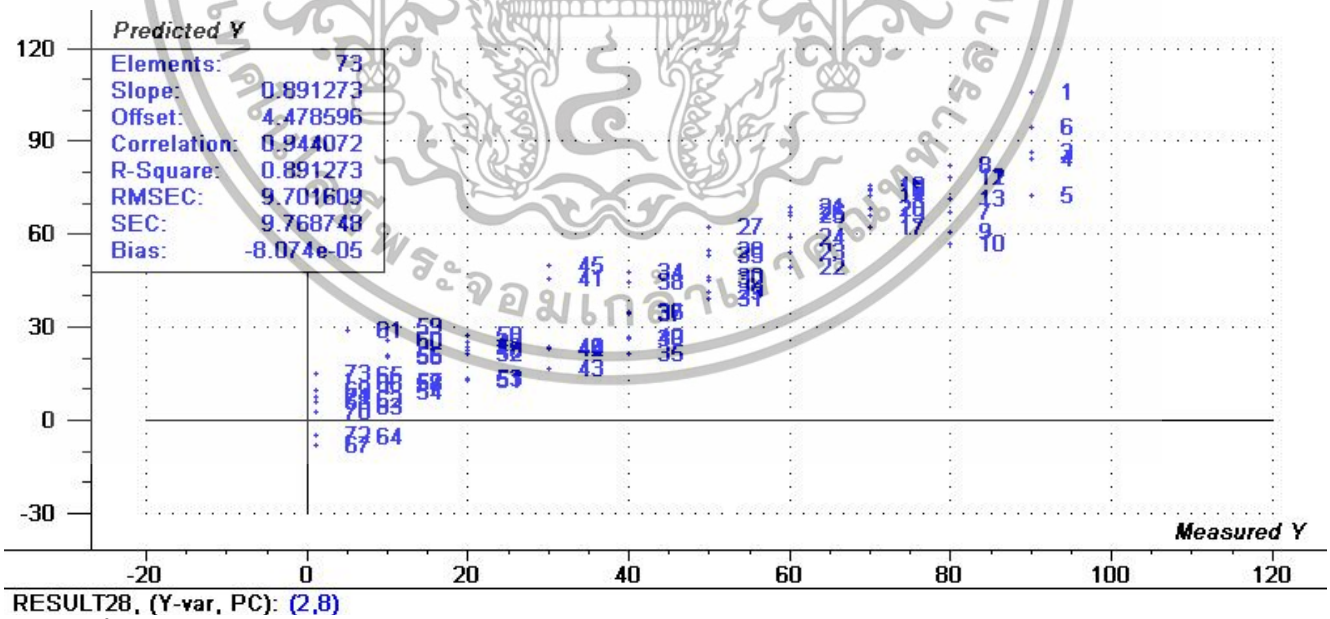
นำตัวอย่างในกลุ่ม calibration มาทำการ pretreatment ด้วยวิธีต่างๆ และเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่สามารถสร้างสมการที่มีความสามารถในการทำนายดีที่สุด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration

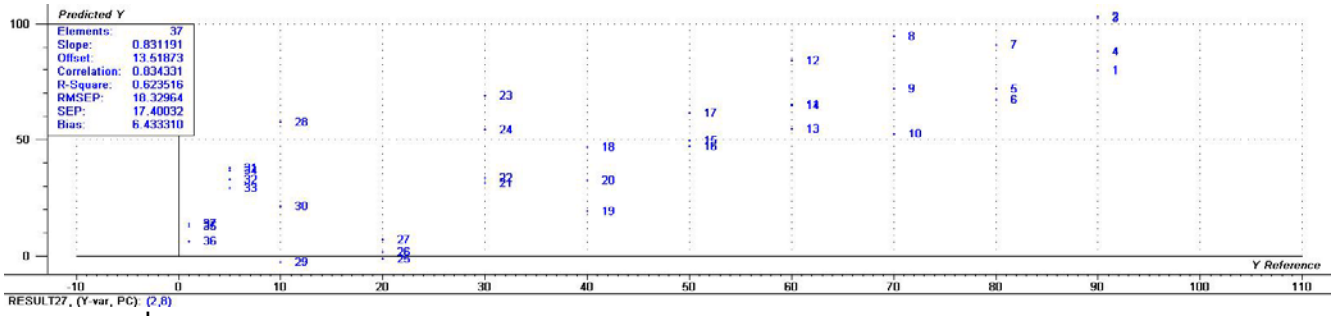
No.	Pre-processing techniques	DA13: IPA1%		
		F	R	RMSECV(%)
1	Original	5	0.814	17.36
2	Smoothing	8	0.888	13.59
3	1st Derivative	13	0.872	14.99
4	2nd Derivative	16	0.649	25.15
5	MSC	4	0.760	19.51
6	SNV	4	0.753	19.72
7	Smoothing+1st Der	9	0.895	13.19

สร้างสมการจากการทำ pretreatment แบบต่างๆ พบว่าสมการที่ได้ผลดีที่สุดคือการใช้วิธี Smoothing ร่วมกับ 1st Derivative จึงเลือกวิธีนี้ไปสร้างสมการเพื่อใช้ในการทำนายและทดสอบความแม่นยำในกลุ่ม prediction ต่อไป และผลของการทดสอบความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration ได้ผลดังรูปที่ 4.7 และผลของการทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction ได้ผลดังรูปที่ 4.8



ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราขาว VK2 ผสม DA13: IPA1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราขาว VK2 ผสม DA13: IPA1%

สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติสำหรับสมการที่ใช้ในการทำนายปริมาณ DA13: IPA1% ของสำหรับสุราขาวยี่ห้อ VK2 ผสม IPA แสดงดังตารางที่ 4.6 พบว่ามีความแม่นยำดี

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Parameters	Pre-treatment	F	Calibration			Prediction		
			N	R_c	RMSEC	N	R_p	RMSEP
VK2	Smoothing	8	73	0.891	9.701	37	0.834	18.33

4.1.3 สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 3 (VK3) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

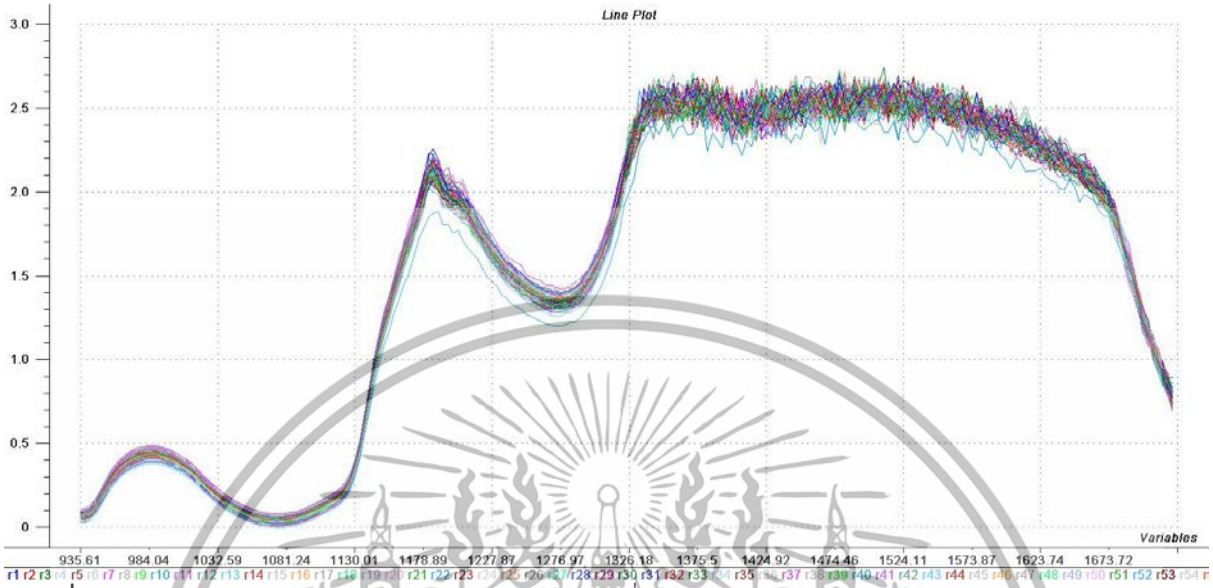
นำตัวอย่างสุราขาวยี่ห้อที่ 3 มาผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนาย และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ โดย มีการกระจายตัวของข้อมูลทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน ดังแสดงใน ตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Characteristic	Item	Calibration	Prediction
VK3	Number of sample	73	37
	Range (%)	1-90	1-90
	Mean (%)	41.192	41.973
	SD (%)	29.626	30.285

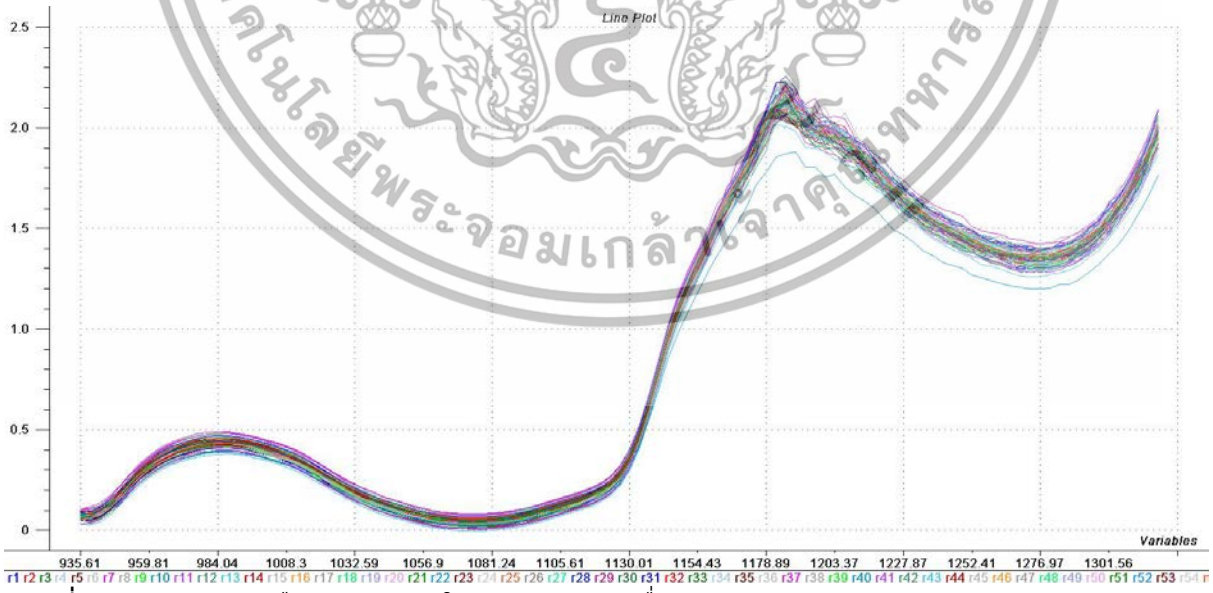
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสแกน เพื่อหาค่าการดูดกลืนแสงในในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของตัวอย่างสุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 3 (VK3) ผสม DA13: IPA1% ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราขาว VK3 ผสม DA13: IPA1%

เนื่องจากพบว่า มี noise เกิดขึ้นบนเส้น สเปกตรา ตั้งแต่ 1320 nm ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงตัดข้อมูลในช่วงที่มี noise ออกไป ใช้ข้อมูลในช่วง 935-1320 nm มาวิเคราะห์เท่านั้น ดังแสดงในรูป 4.10



ภาพที่ 4.10 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราขาว VK3 ผสม DA13: IPA1%

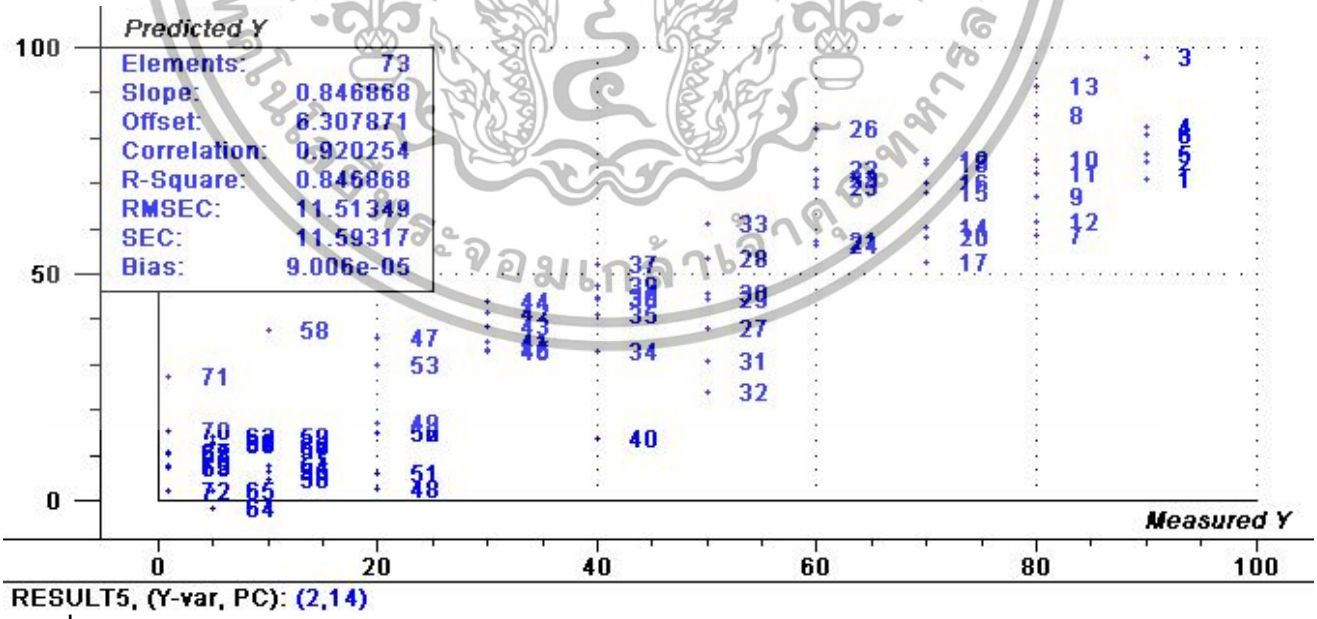
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำตัวอย่างในกลุ่ม calibration มาทำการ pretreatment ด้วยวิธีต่างๆ และเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่สามารถสร้างสมการที่มีความสามารถในการทำนายดีที่สุด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration

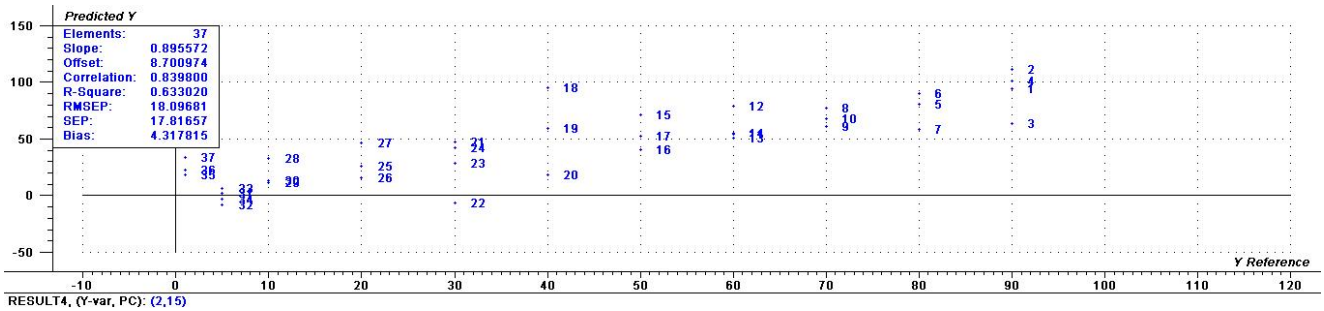
No.	Pre-processing techniques	DA13: IPA1%		
		F	R	RMSECV(%)
1	Original	3	0.373	27.95
2	Smoothing	16	0.744	20.741
3	1st Derivative	5	0.479	26.707
4	2nd Derivative	1	0.018	31.19
5	MSC	1	0.115	29.94
6	SNV	1	0.106	30.02
7	Smoothing+1st Der	15	0.780	19.17

สร้างสมการจากการทำ pretreatment แบบต่างๆ พบว่าสมการที่ได้ผลดีที่สุดคือการใช้วิธี Smoothing ร่วมกับ 1st Derivative จึงเลือกวิธีนี้ไปสร้างสมการเพื่อใช้ในการทำนายและทดสอบความแม่นยำในกลุ่ม prediction ต่อไป และผลของการทดสอบความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration ได้ผลดังรูปที่ 4.11 และผลของการทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction ได้ผลดังรูปที่ 4.12



ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราขาว VK3 ผสม DA13: IPA1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราขาว VK3 ผสม DA13: IPA1%

สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติสำหรับสมการที่ใช้ในการทำนายปริมาณ IPA ของสำหรับสุราขาวยี่ห้อ VK3 ผสม IPA แสดงดังตารางที่ 4.9 พบว่ามีความแม่นยำดี

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Parameters	Pre-treatment	F	Calibration			Prediction		
			N	R_c	RMSEC	N	R_p	RMSEP
VK3	Smoothing+1st	15	73	0.920	11.51	37	0.839	18.09

4.1.4 สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 4 (VK4) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

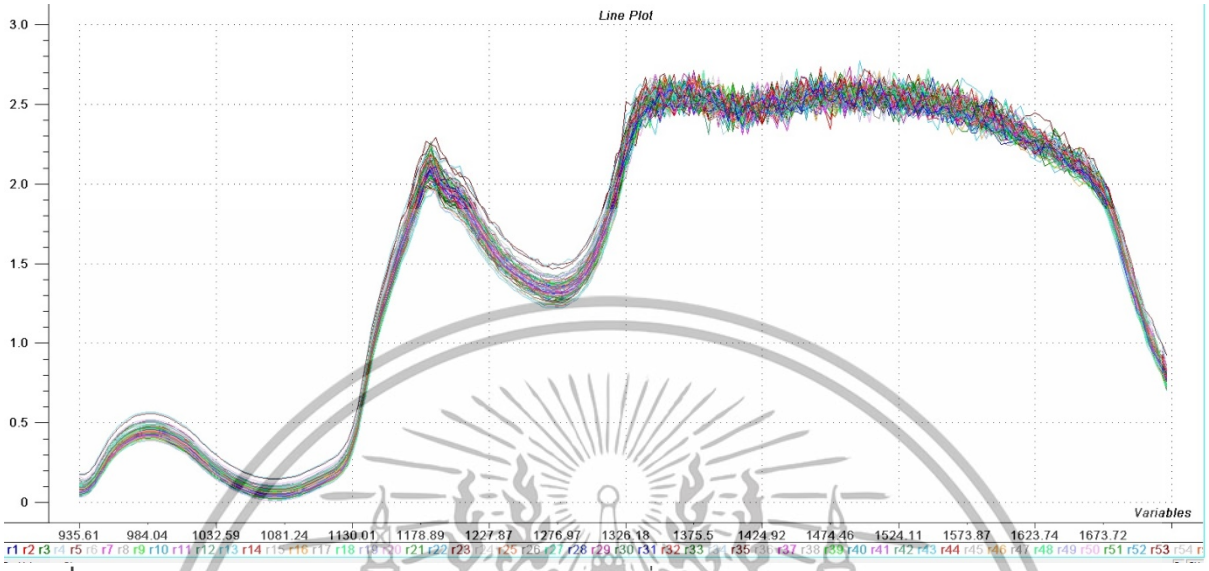
นำตัวอย่างสุราขาวยี่ห้อที่ 4 มาผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนาย และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ โดย มีการกระจายตัวของข้อมูลทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน ดังแสดงใน ตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Characteristic	Item	Calibration	Prediction
VK4	Number of sample	73	37
	Range (%)	1-90	1-90
	Mean (%)	41.192	41.973
	SD (%)	29.626	30.285

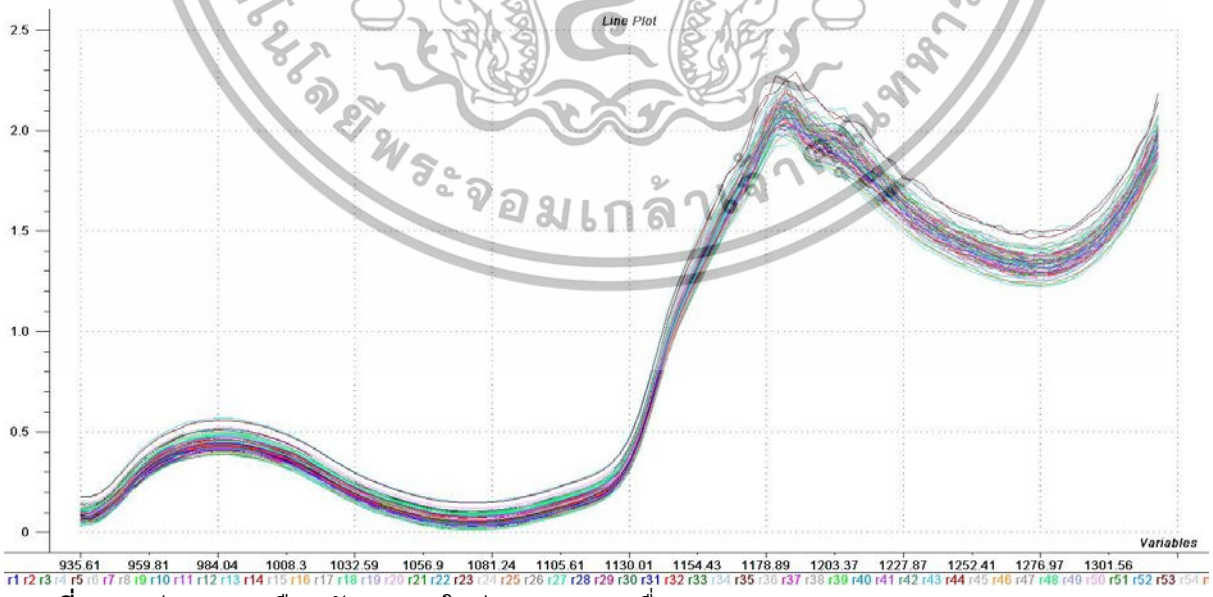
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสแกน เพื่อหาค่าการดูดกลืนแสงในในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของตัวอย่างสุราขาว ประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 4 (VK4) ผสม DA13: IPA1% ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราขาว VK4 ผสม DA13: IPA1%

เนื่องจากพบว่า มี noise เกิดขึ้นบนเส้น สเปกตรา ตั้งแต่ 1320 nm ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงตัดข้อมูลในช่วงที่มี noise ออกไป ใช้ข้อมูลในช่วง 935-1320 nm มาวิเคราะห์เท่านั้น ดังแสดงในรูป 4.14



ภาพที่ 4.14 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราขาว VK4 ผสม DA13: IPA1%

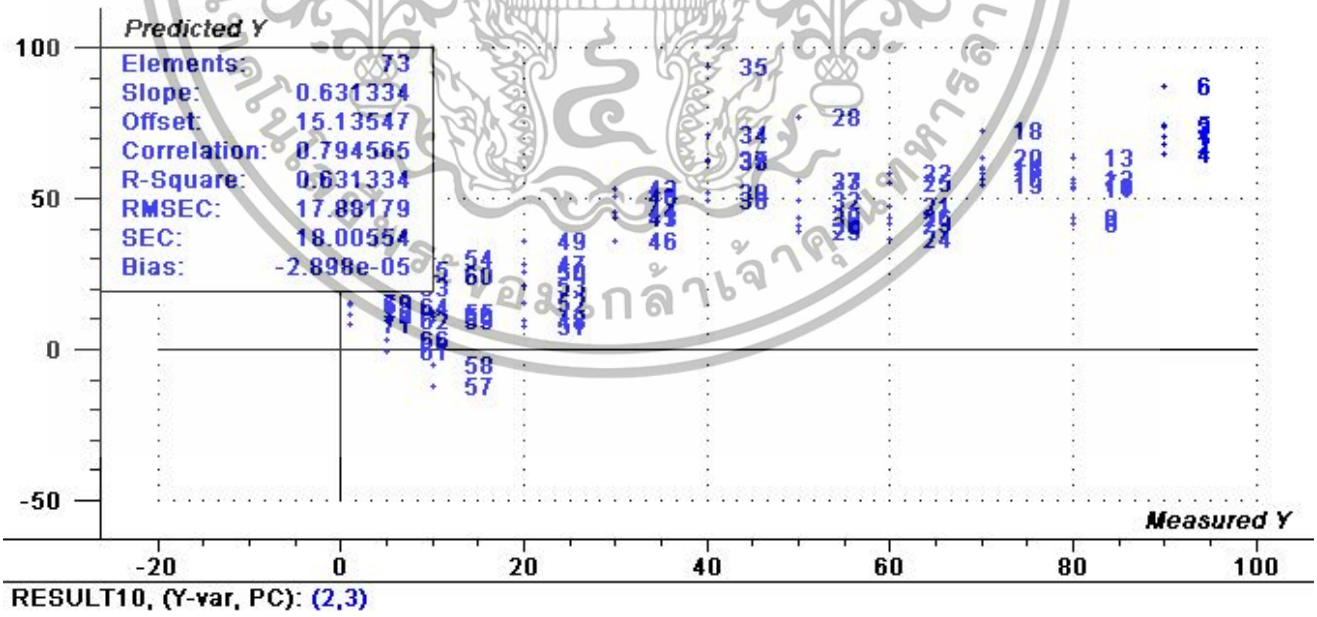
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำตัวอย่างในกลุ่ม calibration มาทำการ pretreatment ด้วยวิธีต่างๆ และเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่สามารถสร้างสมการที่มีความสามารถในการทำนายดีที่สุด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration

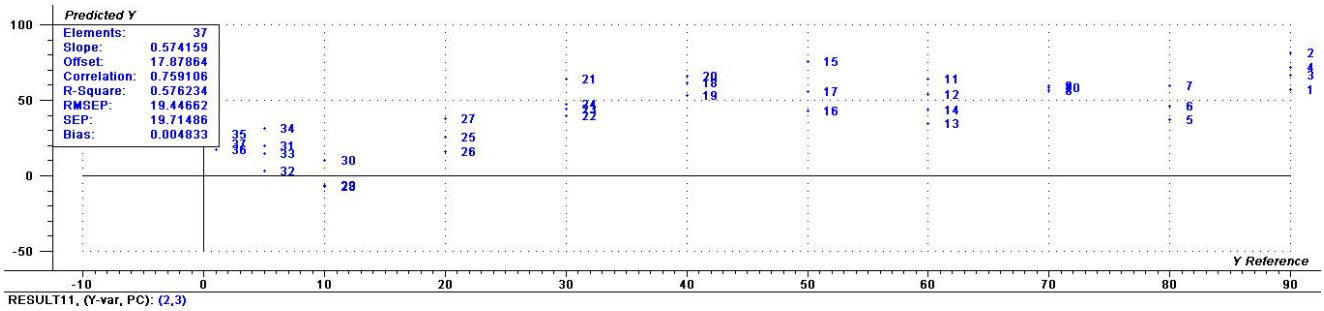
No.	Pre-processing techniques	DA13: IPA1%		
		F	R	RMSECV(%)
1	Original	3	0.728	20.240
2	Smoothing	3	0.751	19.467
3	1st Derivative	3	0.725	20.349
4	2nd Derivative	2	0.689	21.667
5	MSC	2	0.711	20.753
6	SNV	2	0.728	20.212
7	Smoothing+1st	3	0.730	20.169

สร้างสมการจากการทำ pretreatment แบบต่างๆ พบว่าสมการที่ได้ผลดีที่สุดคือการใช้วิธี Smoothing จึงเลือกวิธีนี้ไปสร้างสมการเพื่อใช้ในการทำนายและทดสอบความแม่นยำในกลุ่ม prediction ต่อไป และผลของการทดสอบความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration ได้ผลดังรูปที่ 4.15 และผลของการทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction ได้ผลดังรูปที่ 4.16



ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราขาว VK4 ผสม DA13: IPA1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.16 กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราขาว VK4 ผสม DA13: IPA1%

สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติสำหรับสมการที่ใช้ในการทำนายปริมาณ DA13: IPA1% ของสำหรับสุราขาวยี่ห้อ VK4 ผสม DA13: IPA1% แสดงดังตารางที่ 4.12 พบว่ามีความแม่นยำพอใช้

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Parameters	Pre-treatment	F	Calibration			Prediction		
			N	R_c	RMSEC	N	R_p	RMSEP
VK4	Smoothing	3	73	0.795	17.882	37	0.759	19.447

4.1.5 สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 5 (VK5) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

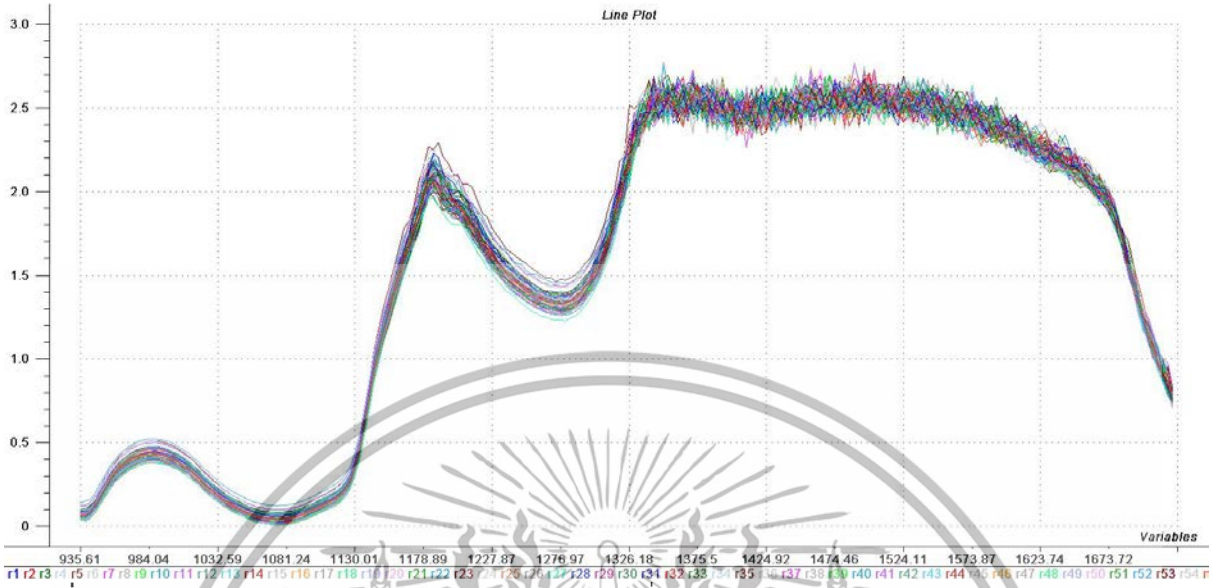
นำตัวอย่างสุราขาวยี่ห้อที่ 5 มาผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนาย และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ โดย มีการกระจายตัวของข้อมูลทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน ดังแสดงใน ตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Characteristic	Item	Calibration	Prediction
VK5	Number of sample	73	37
	Range (%)	1-90	1-90
	Mean (%)	41.192	41.973
	SD (%)	29.626	30.285

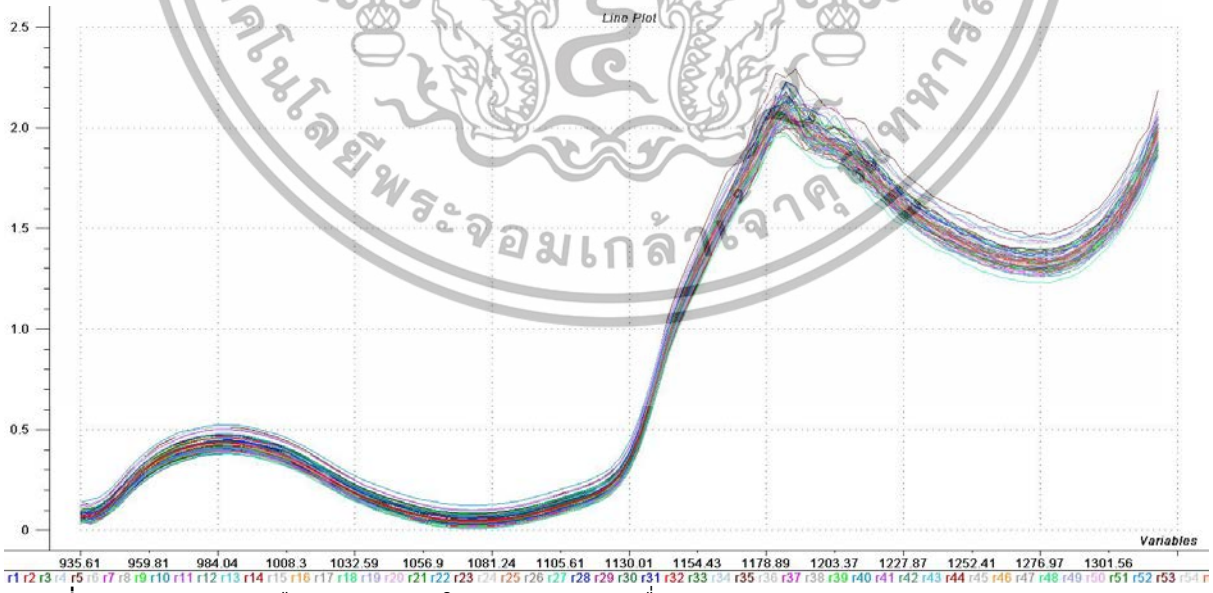
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสแกน เพื่อหาค่าการดูดกลืนแสงในในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของตัวอย่างสุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 5 (VK5) ผสม DA13: IPA1% ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.17



ภาพที่ 4.17 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราขาว VK5 ผสม DA13: IPA1%

เนื่องจากพบว่า มี noise เกิดขึ้นบนเส้น สเปกตรา ตั้งแต่ 1320 nm ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงตัดข้อมูลในช่วงที่มี noise ออกไป ใช้ข้อมูลในช่วง 935-1320 nm มาวิเคราะห์เท่านั้น ดังแสดงในรูป 4.18



ภาพที่ 4.18 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราขาว VK5 ผสม DA13: IPA1%

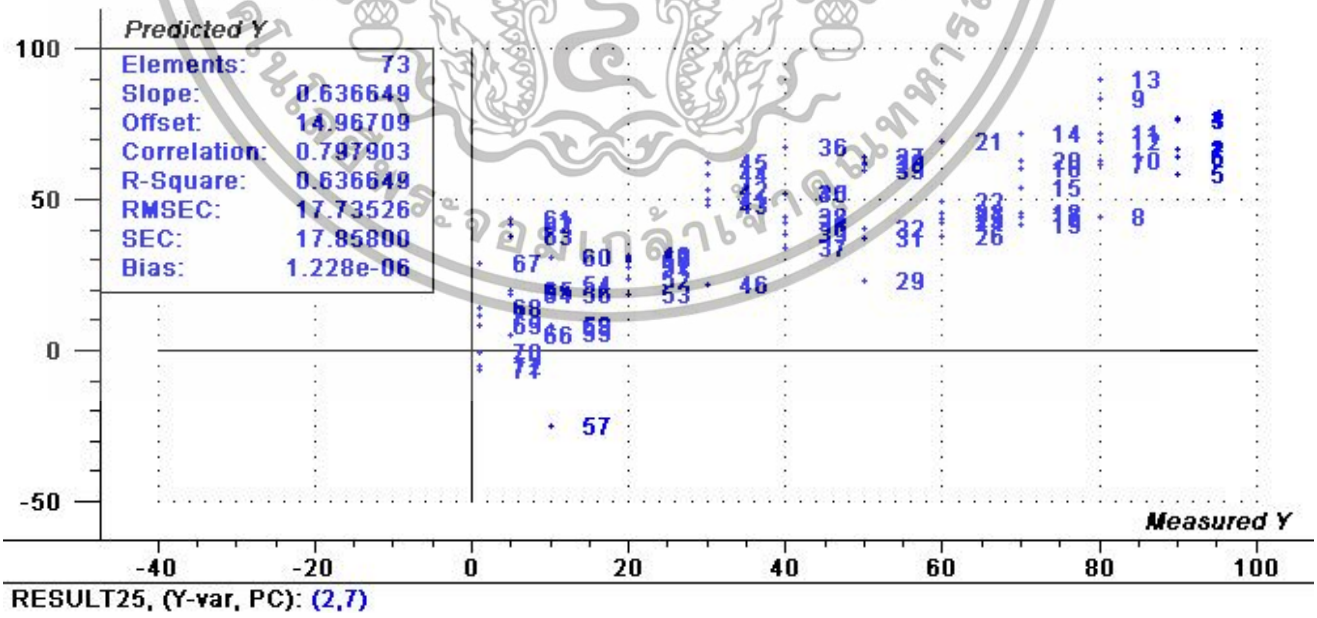
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำตัวอย่างในกลุ่ม calibration มาทำการ pretreatment ด้วยวิธีต่างๆ และเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่สามารถสร้างสมการที่มีความสามารถในการทำนายดีที่สุด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration

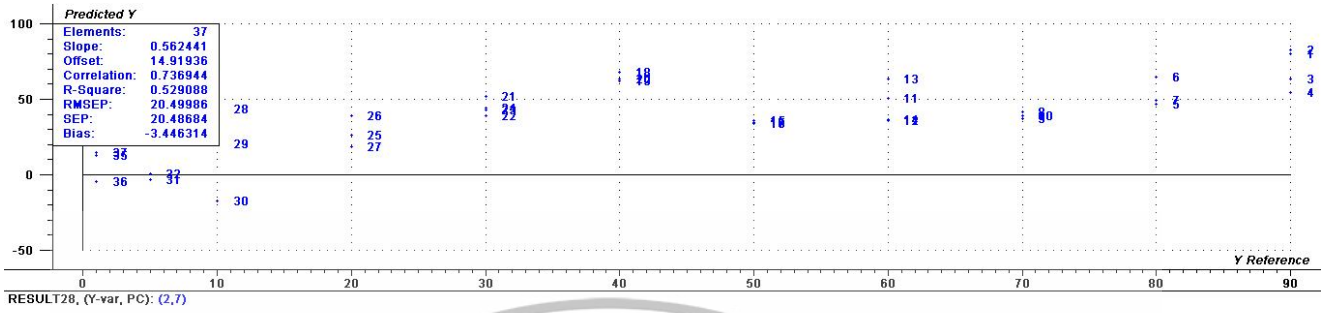
No.	Pre-processing techniques	DA13: IPA1%		
		F	R	RMSECV(%)
1	Original	3	0.498	25.969
2	Smoothing	6	0.651	22.574
3	1st Derivative	8	0.627	24.031
4	2nd Derivative	1	0.075	30.461
5	MSC	2	0.439	26.792
6	SNV	3	0.488	26.765
7	Smoothing+1st	7	0.689	21.637

สร้างสมการจากการทำ pretreatment แบบต่างๆ พบว่าสมการที่ได้ผลดีที่สุดคือการใช้วิธี Smoothing ร่วมกับ 1st Derivative จึงเลือกวิธีนี้ไปสร้างสมการเพื่อใช้ในการทำนายและทดสอบความแม่นยำในกลุ่ม prediction ต่อไป และผลของการทดสอบความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration ได้ผลดังรูปที่ 4.19 และผลของการทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction ได้ผลดังรูปที่ 4.20



ภาพที่ 4.19 กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราขาว VK5 ผสม DA13: IPA1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราขาว VK5 ผสม DA13: IPA1%

สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติสำหรับสมการที่ใช้ในการทำนายปริมาณ DA13: IPA1% ของสำหรับสุราขาวยี่ห้อ VK5 ผสม DA13: IPA1% แสดงดังตารางที่ 4.15 พบว่ามีความแม่นยำพอใช้

ตารางที่ 4.15 ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Parameters	Pre-treatment	F	Calibration			Prediction		
			N	R_c	RMSEC	N	R_p	RMSEP
VK5	Smoothing+1st	7	73	0.798	17.735	37	0.737	20.500

4.1.6 สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 1 (WS1) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

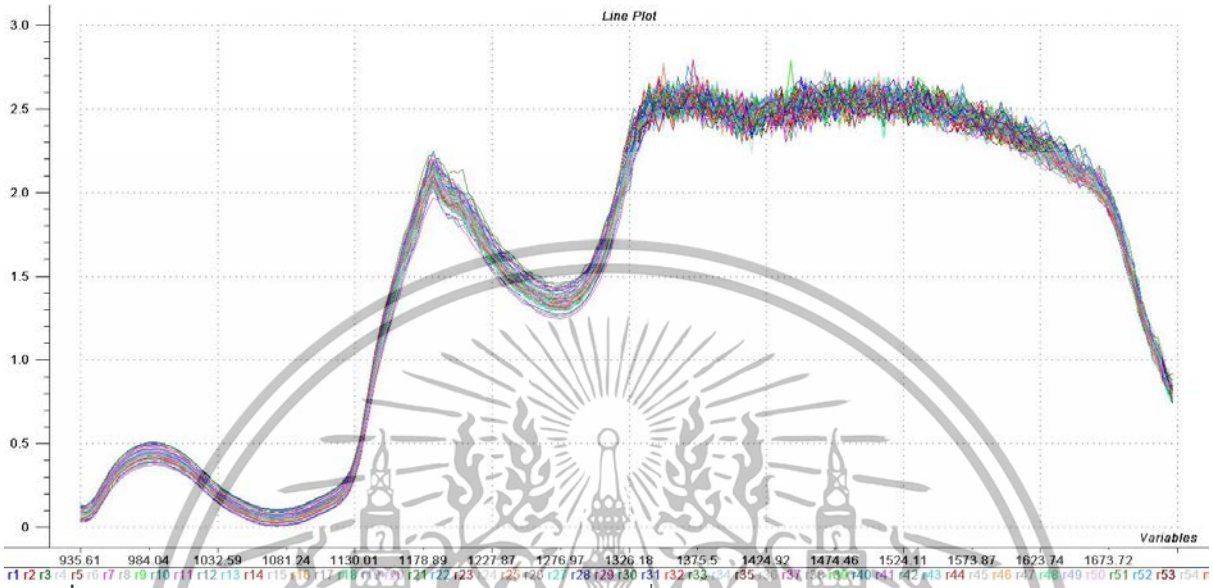
นำตัวอย่างสุราสียี่ห้อที่ 1 มาผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนาย และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ โดย มีการกระจายตัวของข้อมูลทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน ดังแสดงใน ตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Characteristic	Item	Calibration	Prediction
WS1	Number of sample	73	37
	Range (%)	1-90	1-90
	Mean (%)	41.192	41.973
	SD (%)	29.626	30.285

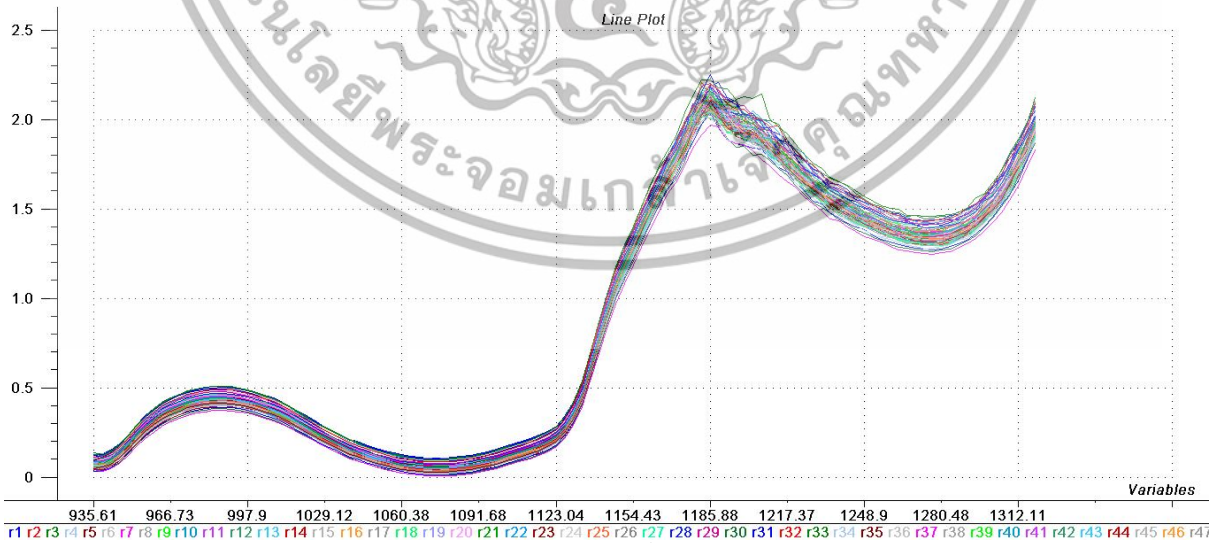
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสแกน เพื่อหาค่าการดูดกลืนแสงในในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของตัวอย่างสุราสี ประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 1 (WS1) ผสม DA13: IPA1% ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.21



ภาพที่ 4.21 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราสี WS1 ผสม DA13: IPA1%

เนื่องจากพบว่า มี noise เกิดขึ้นบนเส้น สเปกตรา ตั้งแต่ 1320 nm ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงตัดข้อมูลในช่วงที่มี noise ออกไป ใช้ข้อมูลในช่วง 935-1320 nm มาวิเคราะห์เท่านั้น ดังแสดงในรูป 4.22



ภาพที่ 4.22 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราสี WS1ผสม DA13: IPA1%

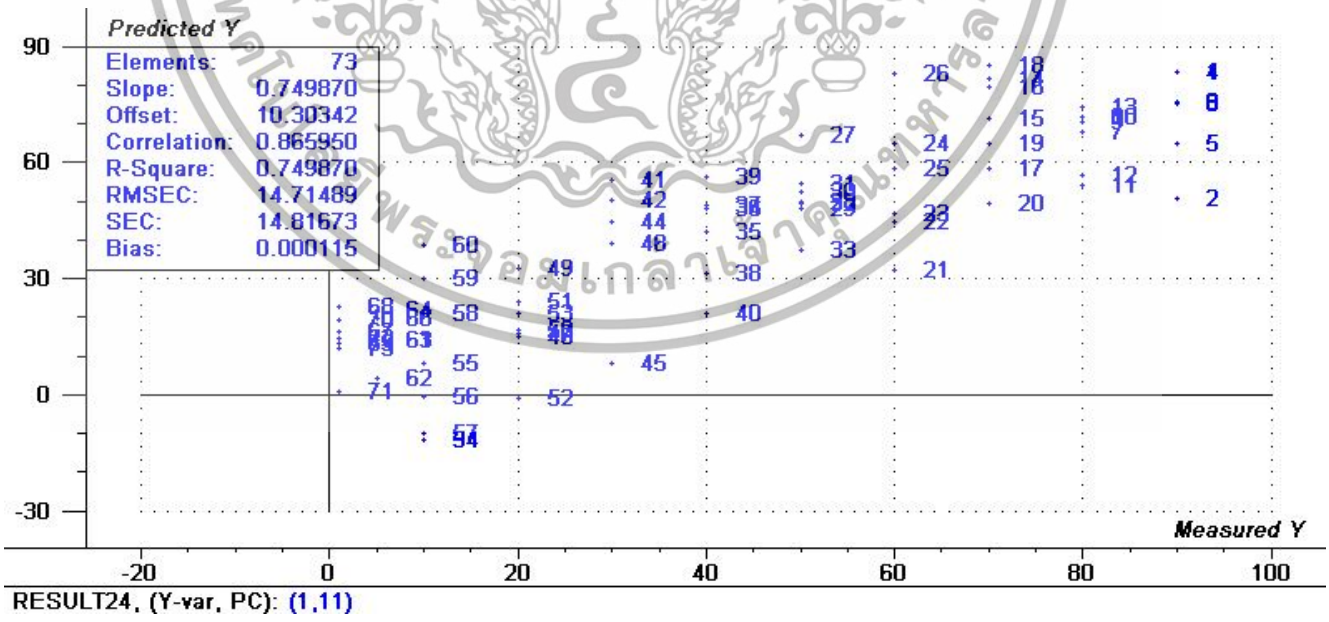
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำตัวอย่างในกลุ่ม calibration มาทำการ pretreatment ด้วยวิธีต่างๆ และเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่สามารถสร้างสมการที่มีความสามารถในการทำนายดีที่สุด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration

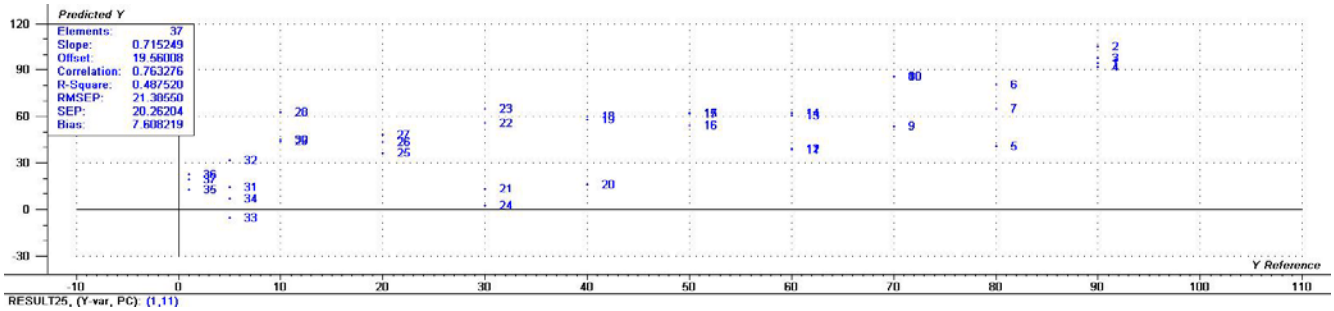
No.	Pre-processing techniques	DA13: IPA1%		
		F	R	RMSECV(%)
1	Original	5	0.433	28.263
2	Smoothing	9	0.716	20.977
3	1st Derivative	8	0.530	26.062
4	2nd Derivative	1	0.099	30.193
5	MSC	1	0.136	29.353
6	SNV	1	0.175	29.051
7	Smoothing+1st	11	0.734	20.50

สร้างสมการจากการทำ pretreatment แบบต่างๆ พบว่าสมการที่ได้ผลดีที่สุดคือการใช้วิธี Smoothing ร่วมกับ 1st Derivative จึงเลือกวิธีนี้ไปสร้างสมการเพื่อใช้ในการทำนายและทดสอบความแม่นยำในกลุ่ม prediction ต่อไป และผลของการทดสอบความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration ได้ผลดังรูปที่ 4.23 และผลของการทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction ได้ผลดังรูปที่ 4.24



ภาพที่ 4.23 กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราสี WS1 ผสม DA13: IPA1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.24 กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราสี WS1 ผสม DA13: IPA1%

สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติสำหรับสมการที่ใช้ในการทำนายปริมาณ DA13: IPA1% ของสำหรับสุราสียี่ห้อ WS1 ผสม DA13: IPA1% แสดงดังตารางที่ 4.18 พบว่ามีความแม่นยำพอใช้

ตารางที่ 4.18 ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Parameters	Pre-treatment	F	Calibration			Prediction		
			N	R_c	RMSEC	N	R_p	RMSEP
WS1	Smoothing+1st	11	73	0.866	14.714	37	0.763	21.386

4.1.7 สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 2 (WS2) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

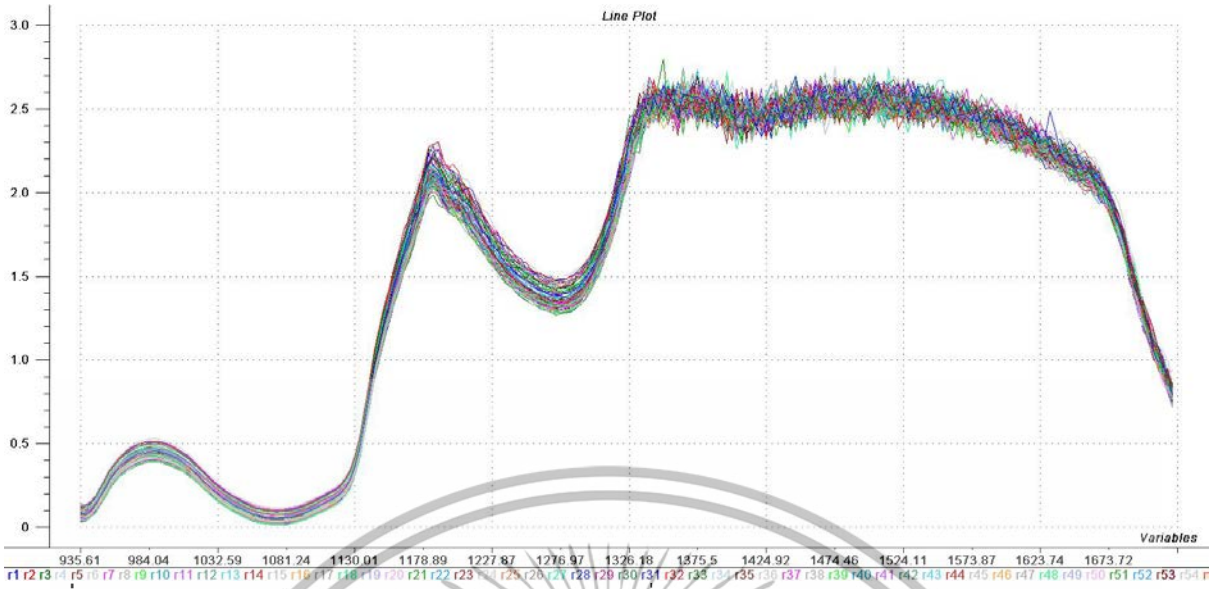
นำตัวอย่างสุราสียี่ห้อที่ 2 มาผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนาย และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ โดย มีการกระจายตัวของข้อมูลทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน ดังแสดงใน ตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Characteristic	Item	Calibration	Prediction
WS2	Number of sample	73	37
	Range (%)	1-90	1-90
	Mean (%)	41.192	41.973
	SD (%)	29.626	30.285

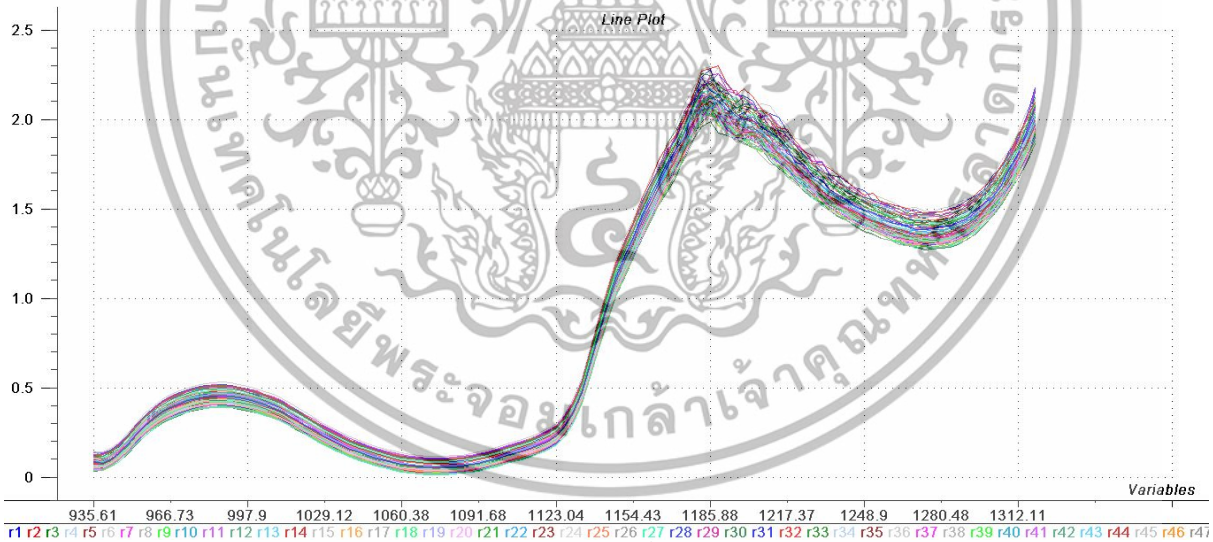
การสแกน เพื่อหาค่าการดูดกลืนแสงในในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของตัวอย่างสุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 2 (WS2) ผสม DA13: IPA1% ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.25 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราสี WS2 ผสม DA13: IPA1%

เนื่องจากพบว่า มี noise เกิดขึ้นบนเส้น สเปกตรา ตั้งแต่ 1320 nm ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงตัดข้อมูลในช่วงที่มี noise ออกไป ใช้ข้อมูลในช่วง 935-1320 nm มาวิเคราะห์เท่านั้น ดังแสดงในรูป 4.26



ภาพที่ 4.26 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราสี WS2 ผสม DA13: IPA1%

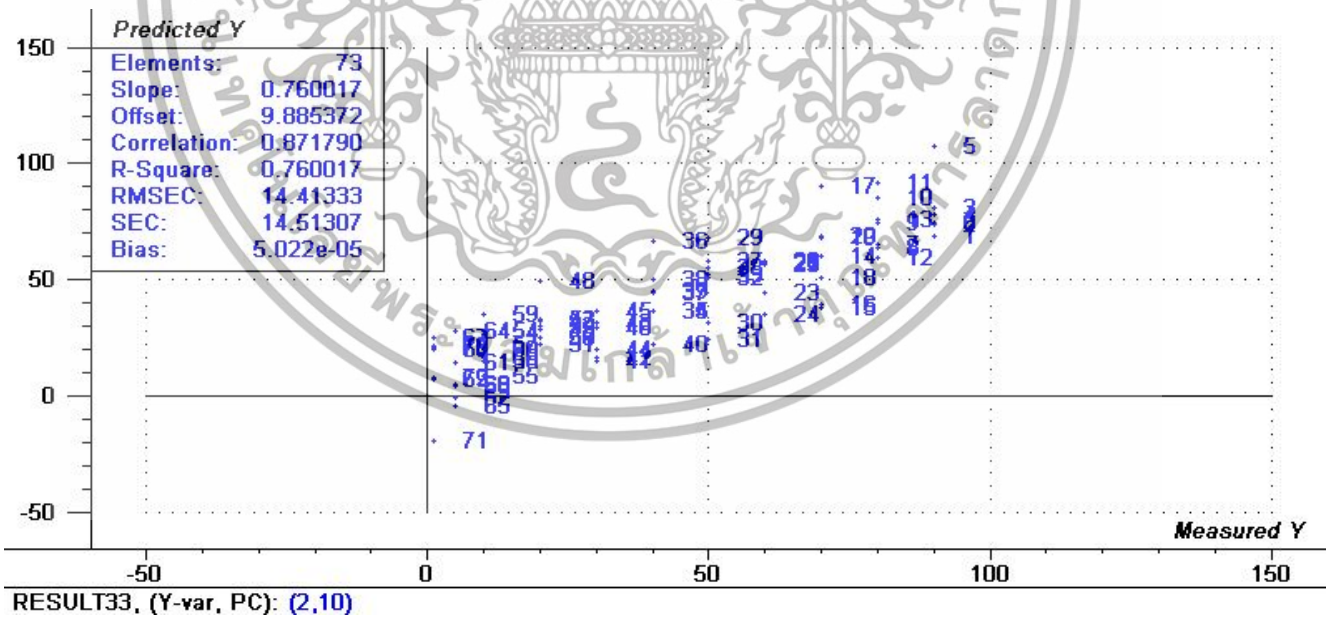
นำตัวอย่างในกลุ่ม calibration มาทำการ pretreatment ด้วยวิธีต่างๆ และเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่สามารถสร้างสมการที่มีความสามารถในการทำนายดีที่สุด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration

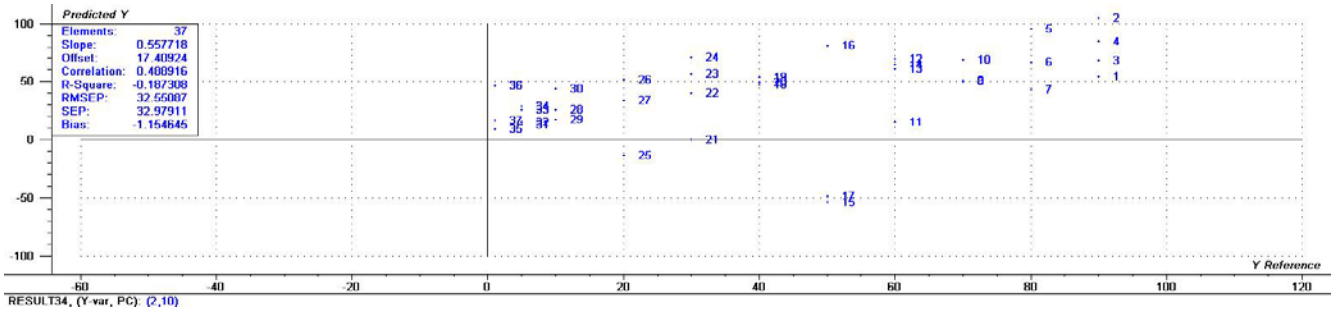
No.	Pre-processing techniques	DA13: IPA1%		
		F	R	RMSECV(%)
1	Original	2	0.298	28.709
2	Smoothing	10	0.638	23.691
3	1st Derivative	4	0.390	27.918
4	2nd Derivative	1	0.205	29.458
5	MSC	2	0.329	28.368
6	SNV	2	0.372	27.71
7	Smoothing+1st	10	0.634	23.869

สร้างสมการจากการทำ pretreatment แบบต่างๆ พบว่าสมการที่ได้ผลดีที่สุดคือการใช้วิธี Smoothing ร่วมกับ 1st Derivative จึงเลือกวิธีนี้ไปสร้างสมการเพื่อใช้ในการทำนายและทดสอบความแม่นยำในกลุ่ม prediction ต่อไป และผลของการทดสอบความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration ได้ผลดังรูปที่ 4.27 และผลของการทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction ได้ผลดังรูปที่ 4.28



ภาพที่ 4.27 กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราสี WS2 ผสม DA13: IPA1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.28 กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราสี WS2 ผสม DA13: IPA1%

สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติสำหรับสมการที่ใช้ในการทำนายปริมาณ IPA ของสำหรับสุราสียี่ห้อ WS2 ผสม DA13: IPA1% แสดงดังตารางที่ 4.21 พบว่ามีความแม่นยำต่ำ

ตารางที่ 4.21 ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Parameters	Pre-treatment	F	Calibration			Prediction		
			N	R_c	RMSEC	N	R_p	RMSEP
WS2	smoothing+1st	10	73	0.871	14.413	37	0.489	32.550

4.1.8 สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 3 (WS3) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

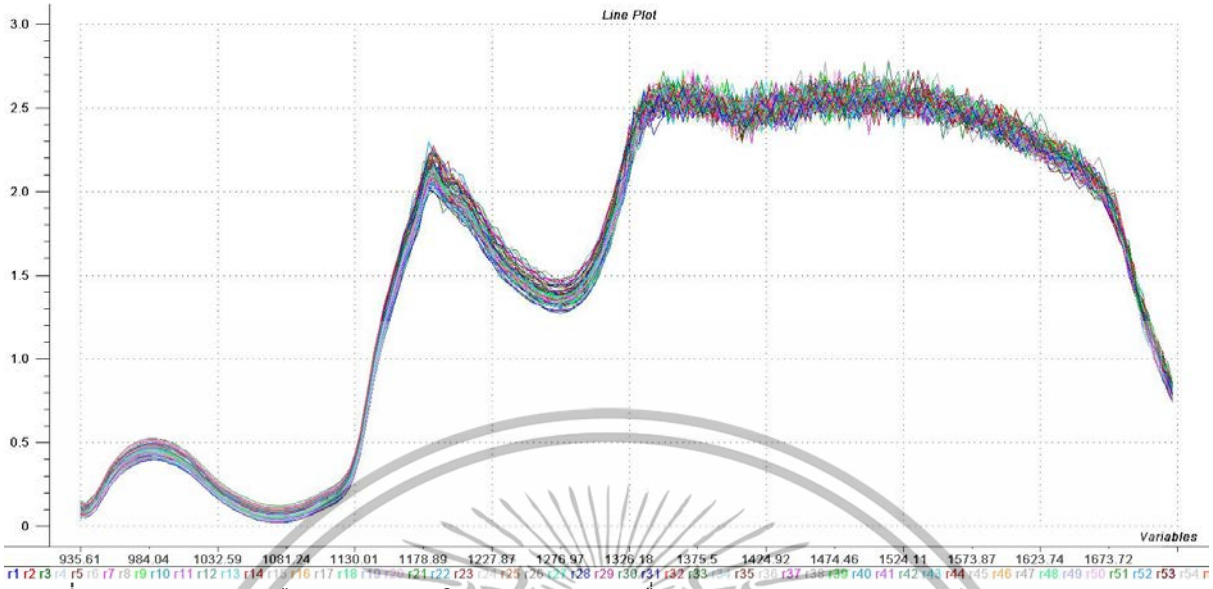
นำตัวอย่างสุราสียี่ห้อที่ 3 มาผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนาย และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ โดย มีการกระจายตัวของข้อมูลทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน ดังแสดงใน ตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Characteristic	Item	Calibration	Prediction
WS3	Number of sample	73	37
	Range (%)	1-90	1-90
	Mean (%)	41.192	41.973
	SD (%)	29.626	30.285

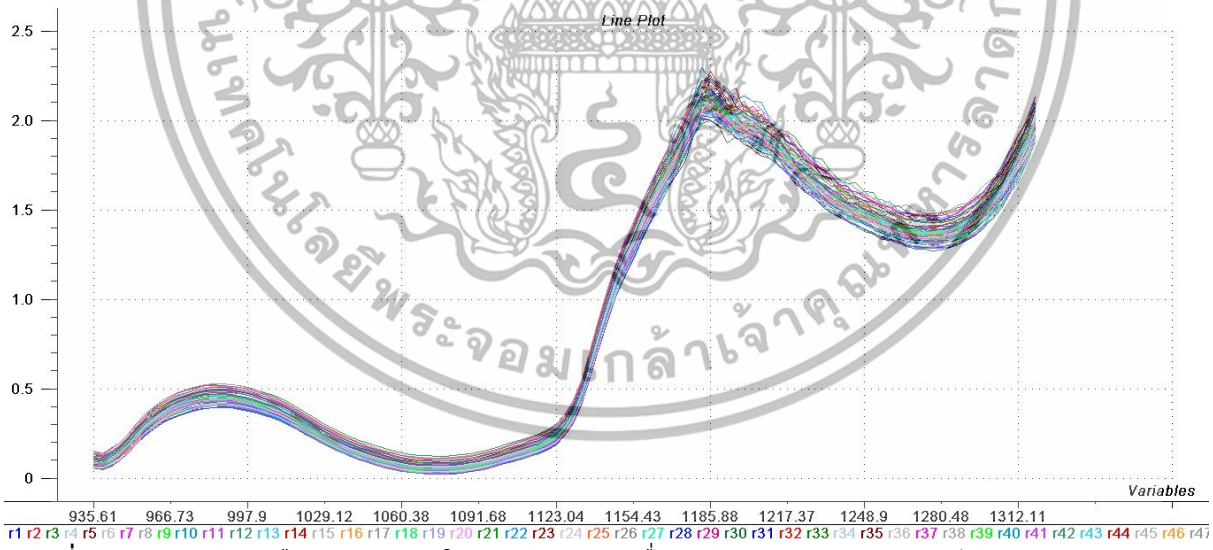
การสแกน เพื่อหาค่าการดูดกลืนแสงในในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของตัวอย่างสุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 3 (WS3) ผสม DA13: IPA1% ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.29 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราสี WS3 ผสม DA13: IPA1%

เนื่องจากพบว่า มี noise เกิดขึ้นบนเส้น สเปกตรา ตั้งแต่ 1320 nm ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงตัดข้อมูลในช่วงที่มี noise ออกไป ใช้ข้อมูลในช่วง 935-1320 nm มาวิเคราะห์เท่านั้น ดังแสดงในรูป 4.30



ภาพที่ 4.30 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราสี WS3 ผสม DA13: IPA1%

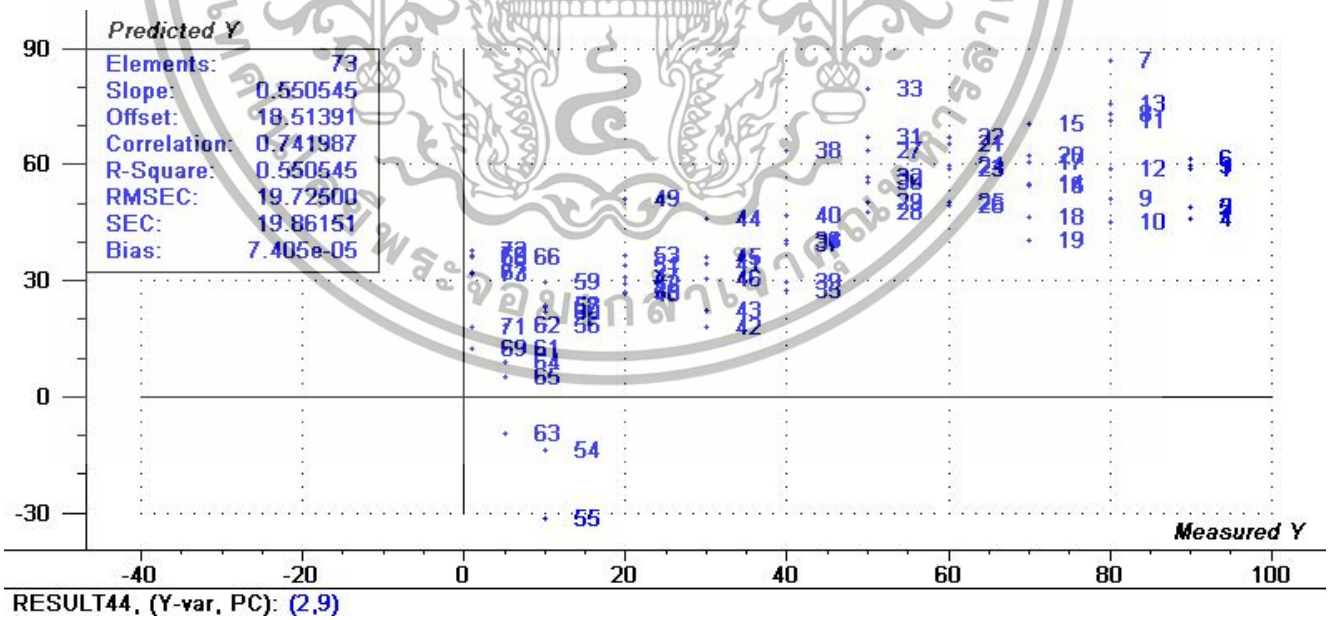
นำตัวอย่างในกลุ่ม calibration มาทำการ pretreatment ด้วยวิธีต่างๆ และเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่สามารถสร้างสมการที่มีความสามารถในการทำนายดีที่สุด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration

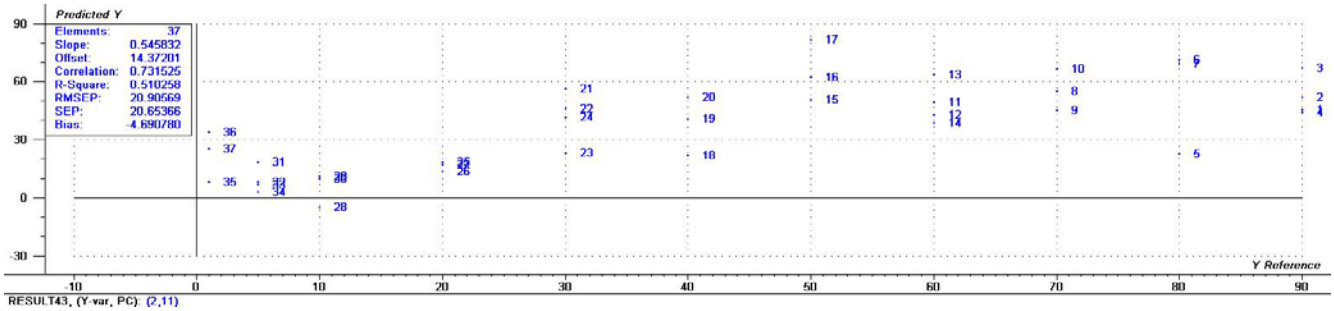
No.	Pre-processing techniques	DA13: IPA1%		
		F	R	RMSECV(%)
1	Original	2	0.266	29.005
2	Smoothing	7	0.503	26.379
3	1st Derivative	3	0..045	32.513
4	2nd Derivative	1	0.058	30.548
5	MSC	1	0.129	29.399
6	SNV	1	0.169	29.096
7	Smoothing+1st	11	0.585	24.766

สร้างสมการจากการทำ pretreatment แบบต่างๆ พบว่าสมการที่ได้ผลดีที่สุดคือการใช้วิธี Smoothing ร่วมกับ 1st Derivative จึงเลือกวิธีนี้ไปสร้างสมการเพื่อใช้ในการทำนายและทดสอบความแม่นยำในกลุ่ม prediction ต่อไป และผลของการทดสอบความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration ได้ผลดังรูปที่ 4.31 และผลของการทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction ได้ผลดังรูปที่ 4.32



ภาพที่ 4.31 กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราสี WS3 ผสม DA13: IPA1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.32 กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราสี WS3 ผสม DA13: IPA1%

สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติสำหรับสมการที่ใช้ในการทำนายปริมาณ DA13: IPA1% ของสำหรับสุราสียี่ห้อ WS3 ผสม DA13: IPA1% แสดงดังตารางที่ 4.24 พบว่ามีความแม่นยำพอใช้

ตารางที่ 4.24 ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Parameters	Pre-treatment	F	Calibration			Prediction		
			N	R_c	RMSEC	N	R_p	RMSEP
WS3	Smoothing+1st	11	73	0.742	19.725	37	0.731	20.906

4.1.9 สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 4 (WS4) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

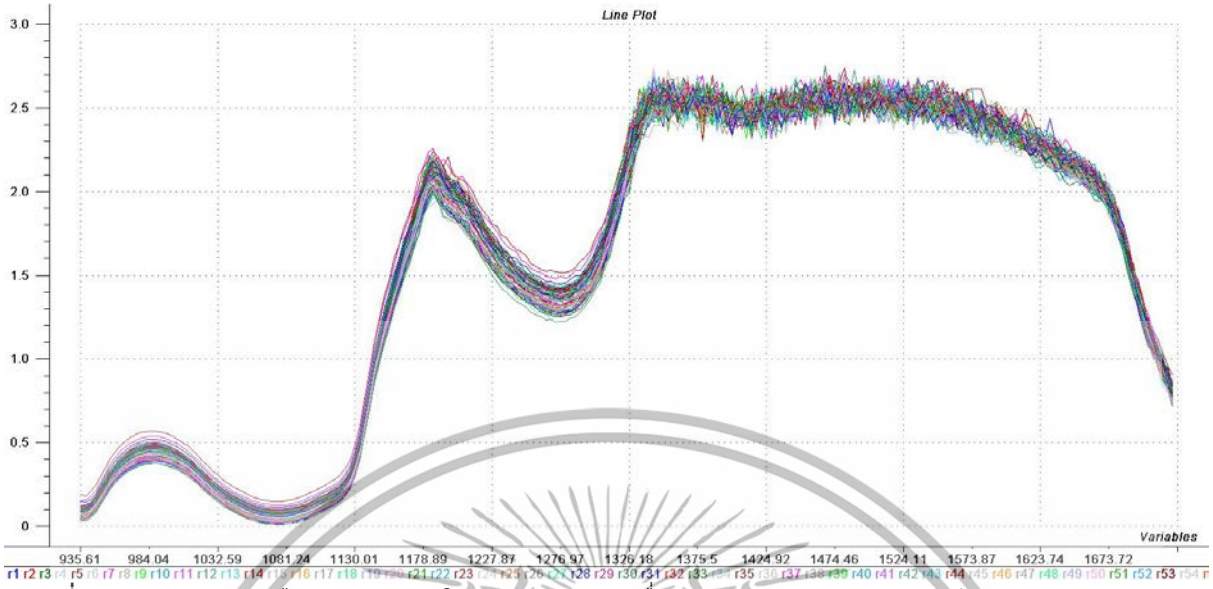
นำตัวอย่างสุราสียี่ห้อที่ 4 มาผสมด้วย IPA ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนาย และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ โดย มีการกระจายตัวของข้อมูลทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน ดังแสดงใน ตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ข้อมูลของ DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Characteristic	Item	Calibration	Prediction
WS4	Number of sample	73	37
	Range (%)	1-90	1-90
	Mean (%)	41.192	41.973
	SD (%)	29.626	30.285

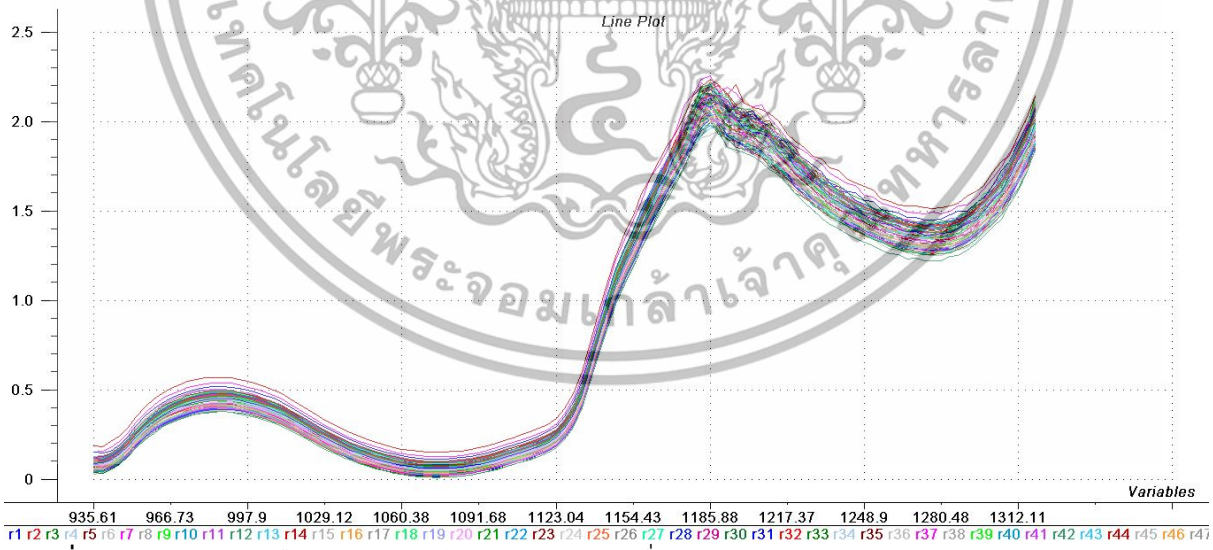
การสแกน เพื่อหาค่าการดูดกลืนแสงในในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของตัวอย่างสุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 4 (WS4) ผสม DA13: IPA1% ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.33 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1720 nm ของสุราสี WS4 ผสม DA13: IPA1%

เนื่องจากพบว่า มี noise เกิดขึ้นบนเส้น สเปกตรา ตั้งแต่ 1320 nm ดังนั้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงตัดข้อมูลในช่วงที่มี noise ออกไป ใช้ข้อมูลในช่วง 935-1320 nm มาวิเคราะห์เท่านั้น ดังแสดงในรูป 4.34



ภาพที่ 4.34 ค่าการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่น 935-1320 nm ของสุราสี WS4 ผสม DA13: IPA1%

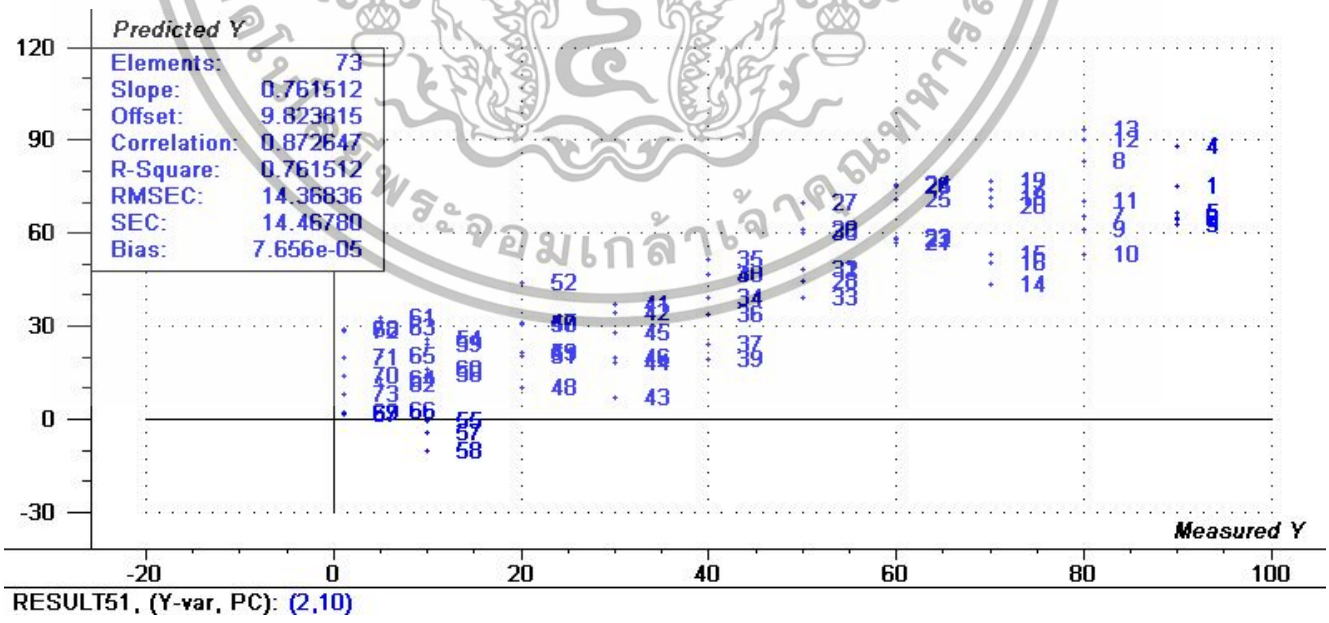
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำตัวอย่างในกลุ่ม calibration มาทำการ pretreatment ด้วยวิธีต่างๆ และเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่สามารถสร้างสมการที่มีความสามารถในการทำนายดีที่สุด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 ข้อมูลผลการทดสอบสมการ จากการทำ pretreatments ในกลุ่ม calibration

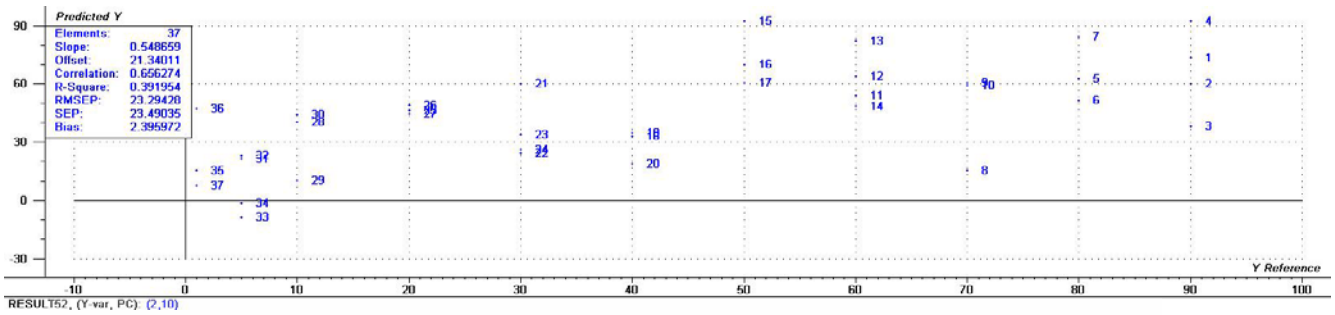
No.	Pre-processing techniques	DA13: IPA1%		
		F	R	RMSECV(%)
1	Original	1	0.4822	25.809
2	Smoothing	7	0.634	23.238
3	1st Derivative	1	0..447	26.376
4	2nd Derivative	1	0.412	26.960
5	MSC	1	0.449	26.340
6	SNV	1	0.452	26.271
7	Smoothing+1st	10	0.761	19.413

สร้างสมการจากการทำ pretreatment แบบต่างๆ พบว่าสมการที่ได้ผลดีที่สุดคือการใช้วิธี Smoothing ร่วมกับ 1st Derivative จึงเลือกวิธีนี้ไปสร้างสมการเพื่อใช้ในการทำนายและทดสอบความแม่นยำในกลุ่ม prediction ต่อไป และผลของการทดสอบความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration ได้ผลดังรูปที่ 4.35 และผลของการทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction ได้ผลดังรูปที่ 4.36



ภาพที่ 4.35 กราฟแสดงความสามารถของสมการ ในกลุ่ม calibration สำหรับสุราสี WS4 ผสม DA13: IPA1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.36 กราฟแสดงความแม่นยำของสมการ ในกลุ่ม prediction สำหรับสุราสี WS4 ผสม DA13: IPA1%

สรุปผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติสำหรับสมการที่ใช้ในการทำนายปริมาณ DA13: IPA1% ของสำหรับสุราสียี่ห้อ WS3 ผสม DA13: IPA1% แสดงดังตารางที่ 4.27 พบว่ามีความแม่นยำพอใช้

ตารางที่ 4.27 ข้อมูลผลทางสถิติของการทดสอบสมการ ในกลุ่ม calibration และกลุ่ม prediction

Parameters	Pre-treatment	F	Calibration			Prediction		
			N	R_c	RMSEC	N	R_p	RMSEP
WS4	Smoothing+1st	10	73	0.873	14.368	37	0.656	23.294

4.2 ตอนที่ 2 การตรวจสอบและคัดแยกสุราผสม DA13: IPA1% ในสุราขาวประเภทวอดก้าและสุราสีประเภทวิสกี้

4.2.1 สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 1 (VK1) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

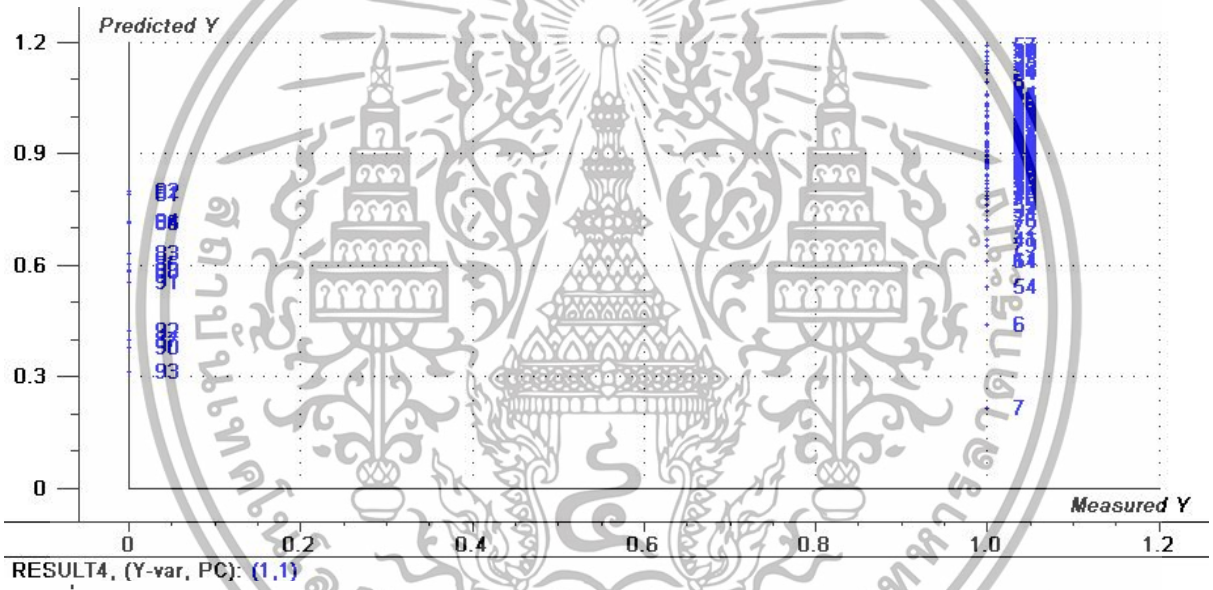
นำตัวอย่างสุราขาวยี่ห้อที่ 1 (VK1) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนายการคัดแยก และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ กำหนดให้ สุราแท้มีค่า =0 และกำหนดให้ สุราผสม DA13: IPA1% = 1

นำข้อมูลวิเคราะห์เพื่อสมการคัดแยก และทดสอบผลความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration และทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction โดยใช้ค่าคัดแยก (cut off) = 0.5 ได้ผลความถูกต้องในการคัดแยกดังแสดงในตารางที่ 4.28 และในรูปที่ 4.37 และ รูปที่ 4.38

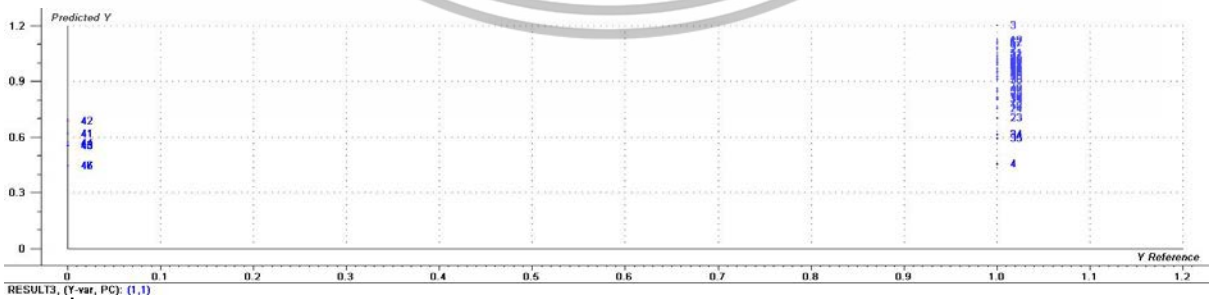
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราขาว VK1 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction

	Factor	Type	correct	incorrect	Accuracy (%)	Total accuracy (%)
calibration	1	VK1	4/13	9/13	30.8	88.17
	1	Adulteration	78/80	2/80	97.5	
prediction	1	VK1	2/7	5/7	28.6	87.23
	1	Adulteration	39/40	1/40	97.5	



ภาพที่ 4.37 ผลการคัดแยกของสุราขาว VK1 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5



ภาพที่ 4.38 ผลการคัดแยกของสุราขาว VK1 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลวิเคราะห์ความถูกต้องในการคัดแยกสุราขาวยี่ห้อที่ 1 (VK1) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% สรุปว่าผลการคัดแยกมีความถูกต้องดี

4.2.2 สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 2 (VK2) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

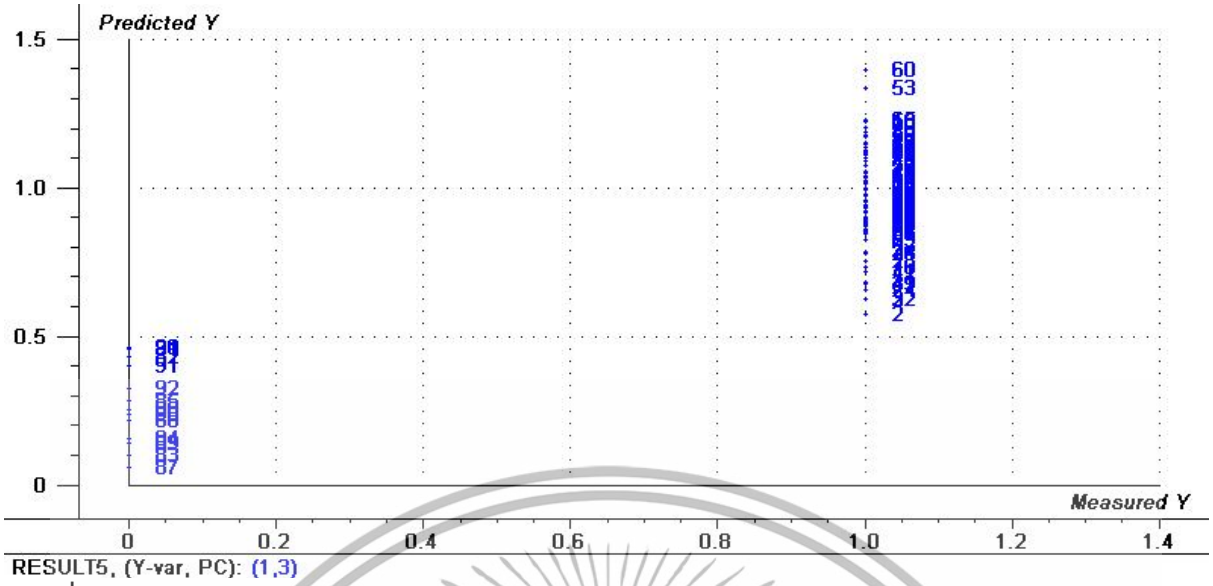
นำตัวอย่างสุราขาวยี่ห้อที่ 2 (VK2) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนายการคัดแยก และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ กำหนดให้ สุราแท้มีค่า =0 และกำหนดให้ สุราผสม DA13: IPA1% = 1

นำข้อมูลวิเคราะห์เพื่อสมการคัดแยก และทดสอบผลความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration และทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction โดยใช้ค่าคัดแยก (cut off) = 0.5 ได้ผลความถูกต้องในการคัดแยกดังแสดงในตารางที่ 4.29 และในรูปที่ 4.39 และ รูปที่ 4.40

ตารางที่ 4.29 ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราขาว VK2 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction

	Factor	Type	correct	incorrect	Accuracy (%)	Total accuracy (%)
calibration	3	VK2	12/13	1/13	92.3	98.92
	3	Adulteration	80/80	0/80	100	
prediction	3	VK2	2/7	5/7	28.6	87.23
	3	Adulteration	39/40	1/40	97.5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.39 ผลการคัดแยกของสุราขาว VK2 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5

ภาพที่ 4.40 ผลการคัดแยกของสุราขาว VK2 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5

จากผลวิเคราะห์ความถูกต้องในการคัดแยกสุราขาวยี่ห้อที่ 2 (VK2) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% สรุปว่าผลการคัดแยกมีความถูกต้องดี

4.2.3 สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 3 (VK3) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

นำตัวอย่างสุราขาวยี่ห้อที่ 3 (VK3) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนายการคัดแยก และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ กำหนดให้ สุราแท้มีค่า =0 และกำหนดให้ สุราผสม DA13: IPA1% = 1

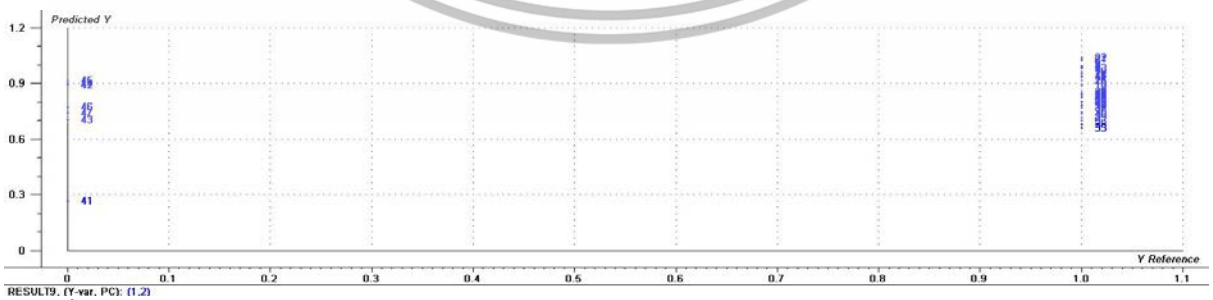
นำข้อมูลวิเคราะห์เพื่อสมการคัดแยก และทดสอบผลความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration และทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction โดยใช้ค่าคัดแยก (cut off) = 0.5 ได้ผลความถูกต้องในการคัดแยกดังแสดงในตารางที่ 4.30 และในรูปที่ 4.41 และ รูปที่ 4.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.30 ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราขาว VK3 แท้และปลอม ในกลุ่ม calibration และ prediction

	Factor	Type	correct	incorrect	Accuracy (%)	Total accuracy (%)
calibration	2	VK3	1/13	12/13	7.7	87.1
	2	Adulteration	80/80	0/80	100	
prediction	2	VK3	1/7	6/7	14.3	87.23
	2	Adulteration	40/40	0/40	100	

ภาพที่ 4.41 ผลการคัดแยกของสุราขาว VK3 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5



ภาพที่ 4.42 ผลการคัดแยกของสุราขาว VK3 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลวิเคราะห์ความถูกต้องในการคัดแยกสุราขาวยี่ห้อที่ 3 (VK3) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% สรุปว่าผลการคัดแยกมีความถูกต้องดี

4.2.4 สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 4 (VK4) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

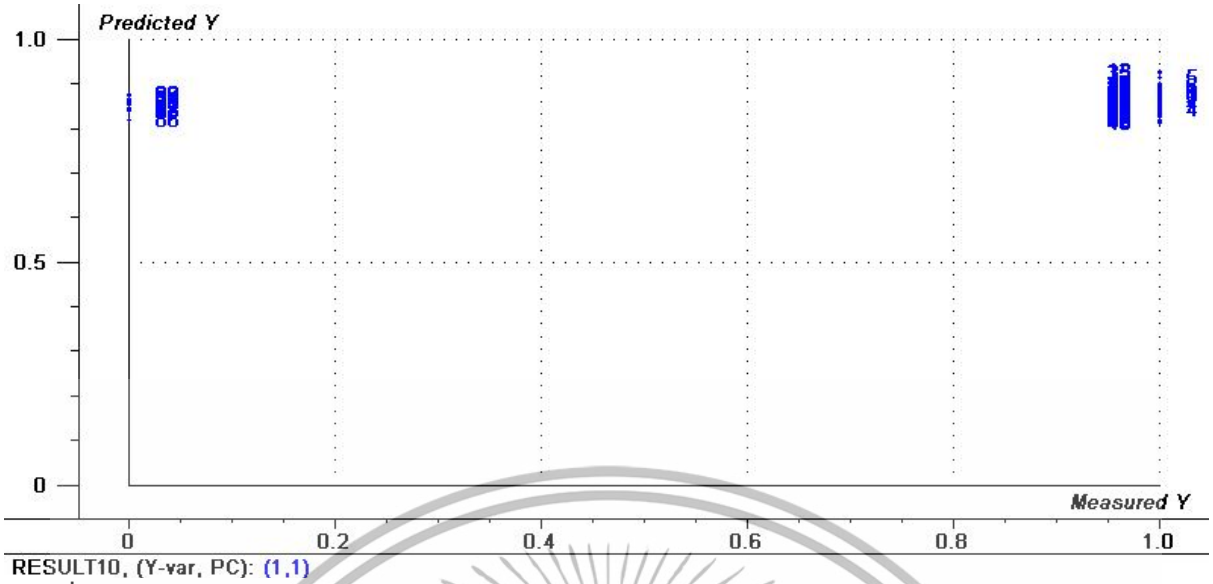
นำตัวอย่างสุราขาวยี่ห้อที่ 4 (VK4) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนายการคัดแยก และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ กำหนดให้ สุราแท้มีค่า =0 และกำหนดให้ สุราผสม DA13: IPA1% = 1

นำข้อมูลวิเคราะห์เพื่อสมการคัดแยก และทดสอบผลความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration และทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction โดยใช้ค่าคัดแยก (cut off) = 0.5 ได้ผลความถูกต้องในการคัดแยกดังแสดงในตารางที่ 4.31 และในรูปที่ 4.43 และ รูปที่ 4.44

ตารางที่ 4.31 ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราขาว VK4 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction

	Factor	Type	correct	incorrect	Accuracy (%)	Total accuracy (%)
calibration	1	VK4	0/13	13/13	0	85.86
	1	Adulteration	79/79	0/79	100	
prediction	1	VK4	0/7	7/7	0	85.11
	1	Adulteration	40/40	0/40	100	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.43 ผลการคัดแยกของสุราขาว VK4 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5

ภาพที่ 4.44 ผลการคัดแยกของสุราขาว VK4 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5

จากผลวิเคราะห์ความถูกต้องในการคัดแยกสุราขาวยี่ห้อที่ 4 (VK4) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% สรุปว่าผลการคัดแยกมีความถูกต้องดี

4.2.5 สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 5 (VK5) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

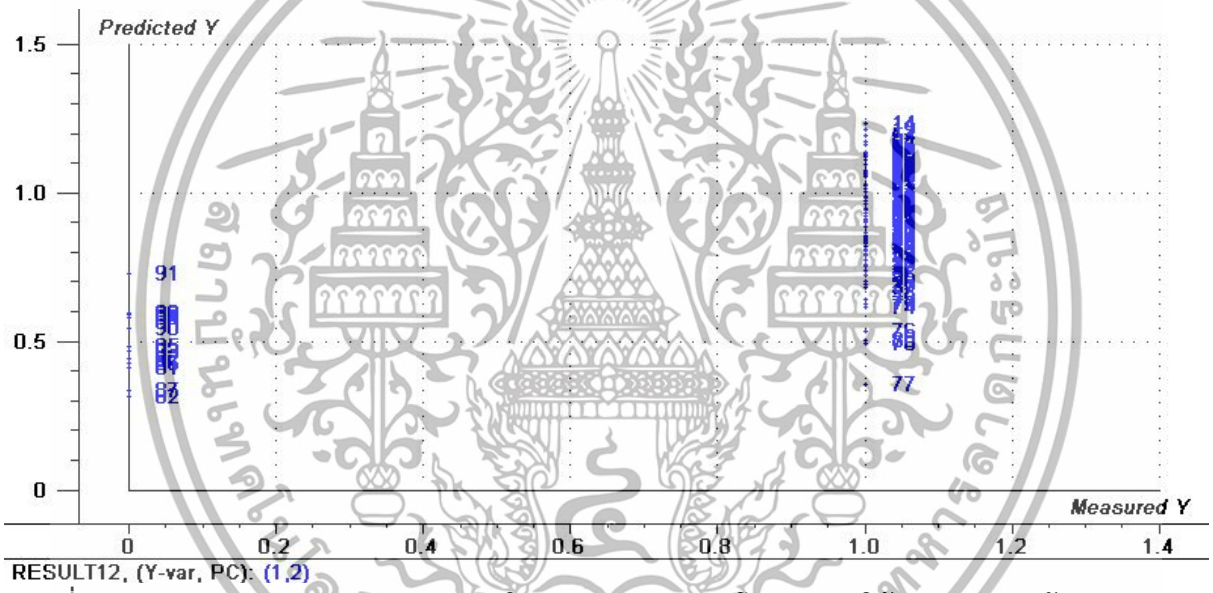
นำตัวอย่างสุราขาวยี่ห้อที่ 5 (VK5) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนายการคัดแยก และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ กำหนดให้ สุราแท้มีค่า =0 และกำหนดให้ สุราผสม DA13: IPA1% = 1

นำข้อมูลวิเคราะห์เพื่อสมการคัดแยก และทดสอบผลความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration และทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction โดยใช้ค่าคัดแยก (cut off) = 0.5 ได้ผลความถูกต้องในการคัดแยกดังแสดงในตารางที่ 4.32 และในรูปที่ 4.45 และ รูปที่ 4.46

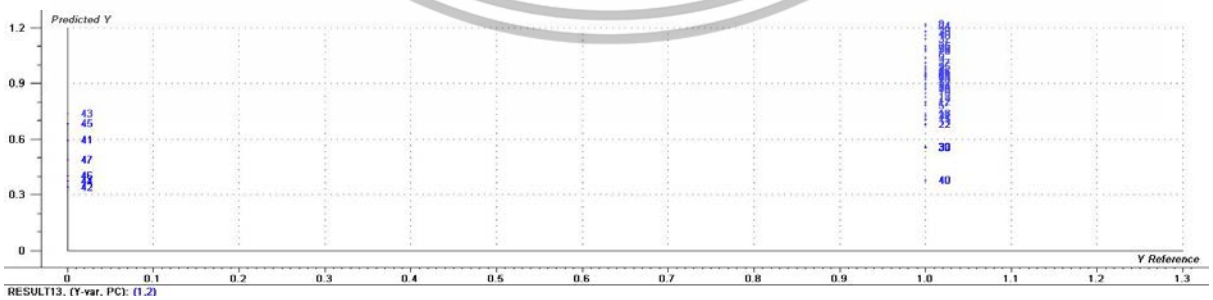
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.32 ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราขาว VK5 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction

	Factor	Type	correct	incorrect	Accuracy (%)	Total accuracy (%)
calibration	2	VK5	7/13	6/13	53.9	91.39
	2	Adulteration	78/80	2/80	97.5	
prediction	2	VK5	4/7	3/7	57.1	91.49
	2	Adulteration	39/40	1/40	97.5	



ภาพที่ 4.45 ผลการคัดแยกของสุราขาว VK5 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5



ภาพที่ 4.46 ผลการคัดแยกของสุราขาว VK5 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราขาวแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลวิเคราะห์ความถูกต้องในการคัดแยกสุราขาวยี่ห้อที่ 5 (VK5) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% สรุปว่าผลการคัดแยกมีความถูกต้องดีมาก

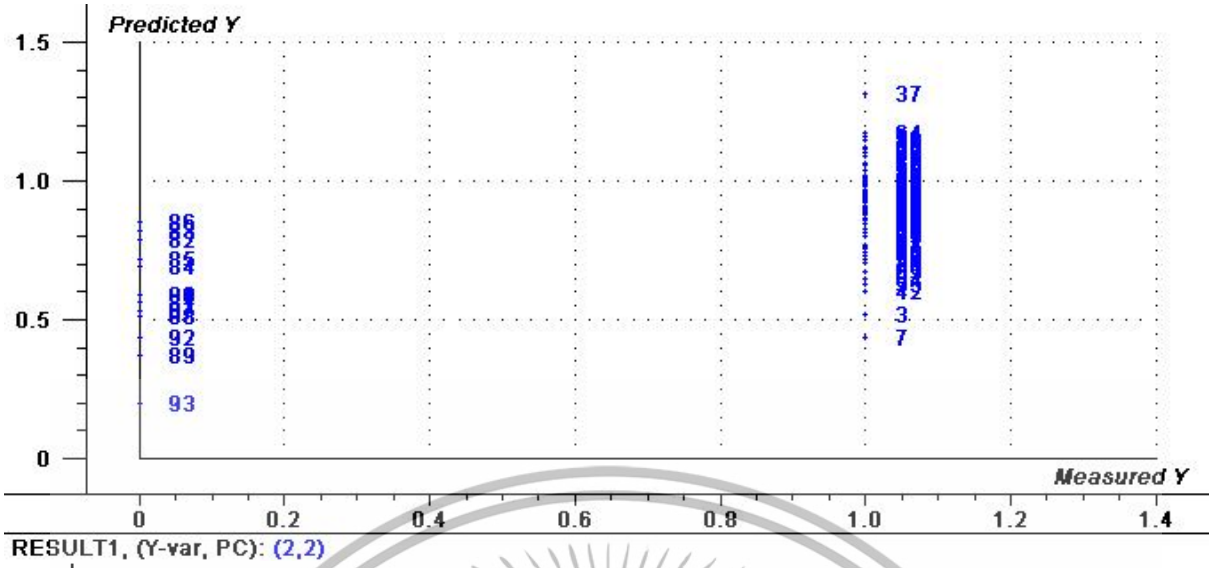
4.2.6 สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 1 (WS1) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

นำตัวอย่างสุราสียี่ห้อที่ 1 (WS1) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนายการคัดแยก และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ กำหนดให้ สุราแท้มีค่า =0 และกำหนดให้ สุราผสม IPA = 1 นำข้อมูลวิเคราะห์เพื่อสมการคัดแยก และทดสอบผลความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration และทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction โดยใช้ค่าคัดแยก (cut off) = 0.5 ได้ผลความถูกต้องในการคัดแยกดังแสดงในตารางที่ 4.33 และในรูปที่ 4.47 และ รูปที่ 4.48

ตารางที่ 4.33 ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราสี WS1 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction

	Factor	Type	correct	incorrect	Accuracy (%)	Total accuracy (%)
calibration	2	WS1	3/13	10/13	23.1	88.17
	2	Adulteration	79/80	1/80	98.8	
prediction	2	WS1	5/7	2/7	71.4	93.62
	2	Adulteration	39/40	1/40	97.5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.47 ผลการคัดแยกของสุราสี WS1 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5

ภาพที่ 4.48 ผลการคัดแยกของสุราสี WS1 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5

จากผลวิเคราะห์ความถูกต้องในการคัดแยกสุราสียี่ห้อที่ 1 (WS1) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% สรุปว่าผลการคัดแยกมีความถูกต้องดีมาก

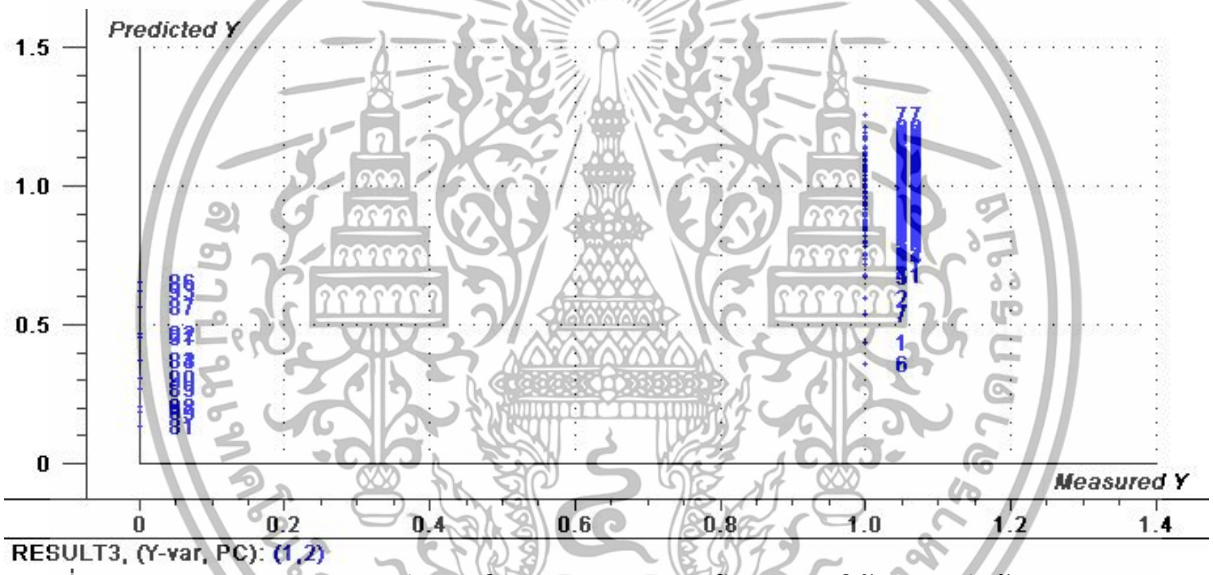
4.2.7 สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 2 (WS2) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

นำตัวอย่างสุราสียี่ห้อที่ 2 (WS2) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนายการคัดแยก และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ กำหนดให้ สุราแท้มีค่า =0 และกำหนดให้ สุราผสม DA13: IPA1% = 1 นำข้อมูลวิเคราะห์เพื่อสมการคัดแยก และทดสอบผลความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration และทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction โดยใช้ค่าคัดแยก (cut off) = 0.5 ได้ผลความถูกต้องในการคัดแยกดังแสดงในตารางที่ 4.34 และในรูปที่ 4.49 และ รูปที่ 4.50

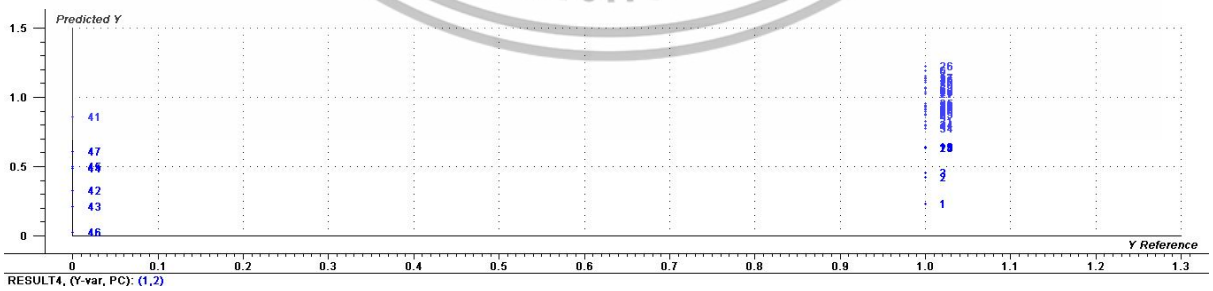
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.34 ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราสี WS2 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction

	Factor	Type	correct	incorrect	Accuracy (%)	Total accuracy (%)
calibration	2	WS2	10/13	3/13	76.9	94.62
	2	Adulteration	78/80	2/80	97.5	
prediction	2	WS2	4/7	3/7	57.1	89.36
	2	Adulteration	38/40	2/40	95	



ภาพที่ 4.49 ผลการคัดแยกของสุราสี WS2 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5



ภาพที่ 4.50 ผลการคัดแยกของสุราสี WS2 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลวิเคราะห์ความถูกต้องในการคัดแยกสุราสีย่ห้อที่ 2 (WS2) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% สรุปว่าผลการคัดแยกมีความถูกต้องดี

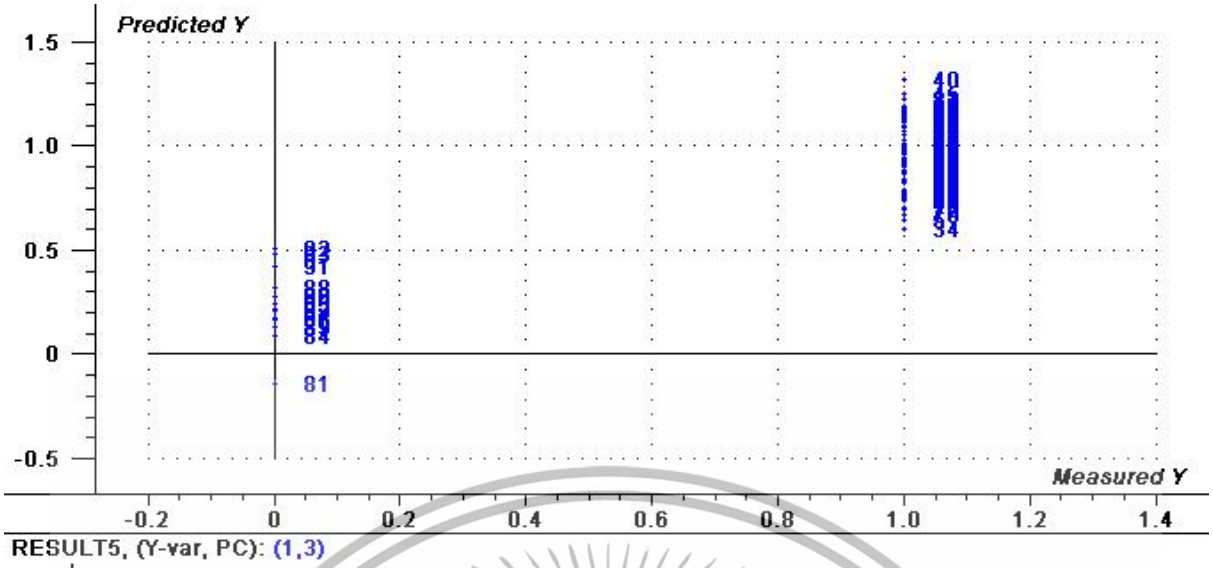
4.2.8 สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 3 (WS3) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

นำตัวอย่างสุราสียี่ห้อที่ 3 (WS3) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนายการคัดแยก และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ กำหนดให้ สุราแท้มีค่า =0 และกำหนดให้ สุราผสม DA13: IPA1% = 1 นำข้อมูลวิเคราะห์เพื่อสมการคัดแยก และทดสอบผลความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration และทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction โดยใช้ค่าคัดแยก (cut off) = 0.5 ได้ผลความถูกต้องในการคัดแยกดังแสดงในตารางที่ 4.35 และในรูปที่ 4.51 และ รูปที่ 4.52

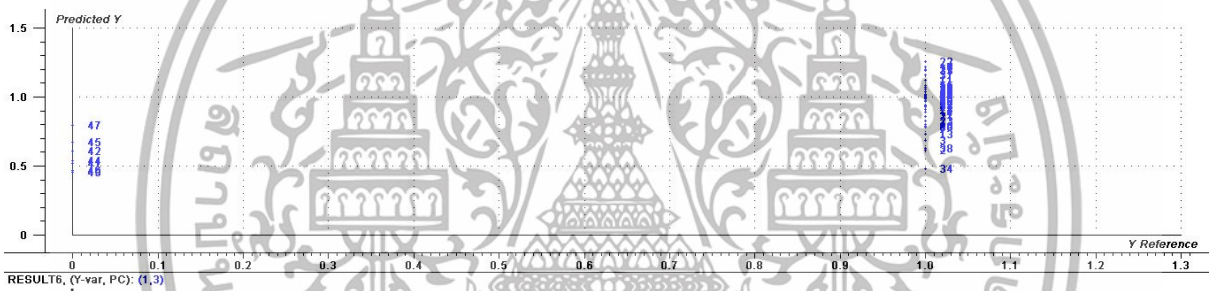
ตารางที่ 4.35 ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราสี WS3 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction

	Factor	Type	correct	incorrect	Accuracy (%)	Total accuracy (%)
calibration	3	WS3	12/13	1/13	92,3	98.92
	3	Adulteration	80/80	0/80	100	
prediction	3	WS3	2/7	5/7	28.6	87.23
	3	Adulteration	39/40	1/40	97.5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.51 ผลการคัดแยกของสุราสี WS3 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5



ภาพที่ 4.52 ผลการคัดแยกของสุราสี WS3 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5

จากผลวิเคราะห์ความถูกต้องในการคัดแยกสุราสียี่ห้อที่ 3 (WS3) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% สรุปว่าผลการคัดแยกมีความถูกต้องดี

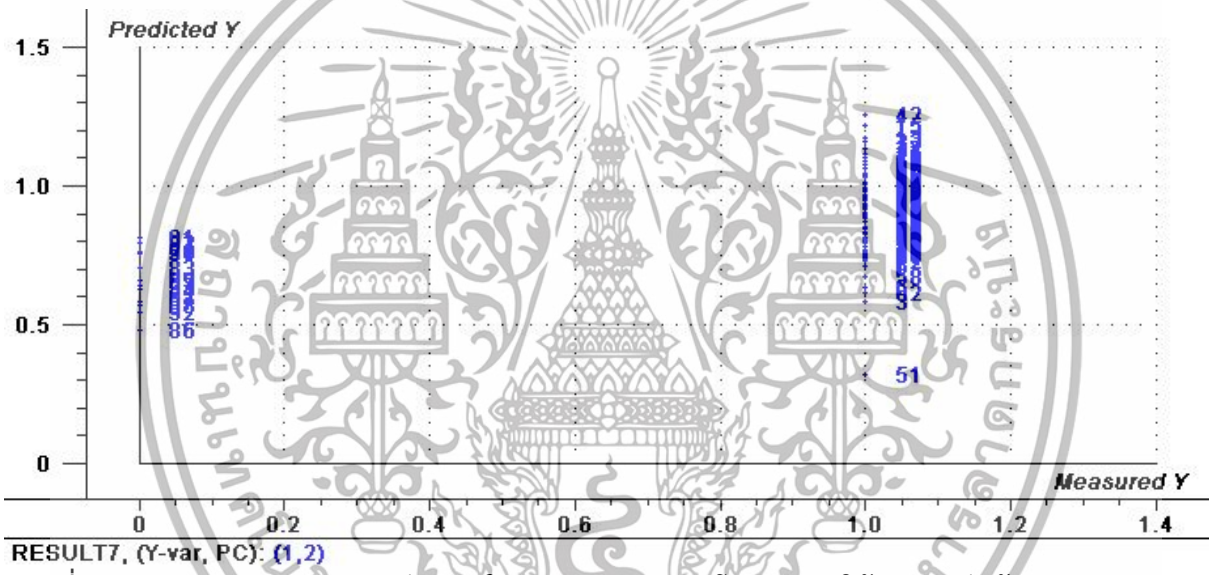
4.2.9 สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 4 (WS4) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

นำตัวอย่างสุราสียี่ห้อที่ 4 (WS4) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% ในระดับ 1 ถึง 90 % นำไปสแกนและแบ่งเป็นกลุ่ม calibration เพื่อสร้างสมการทำนายการคัดแยก และกลุ่ม prediction เพื่อทดสอบสมการ กำหนดให้ สุราแท้มีค่า =0 และกำหนดให้ สุราผสม DA13: IPA1% = 1 นำข้อมูลวิเคราะห์เพื่อสมการคัดแยก และทดสอบผลความสามารถของสมการในกลุ่ม calibration และทดสอบความแม่นยำของสมการในกลุ่ม prediction โดยใช้ค่าคัดแยก (cut off) = 0.5 ได้ผลความถูกต้องในการคัดแยกดังแสดงในตารางที่ 4.36 และในรูปที่ 4.53 และ รูปที่ 4.54

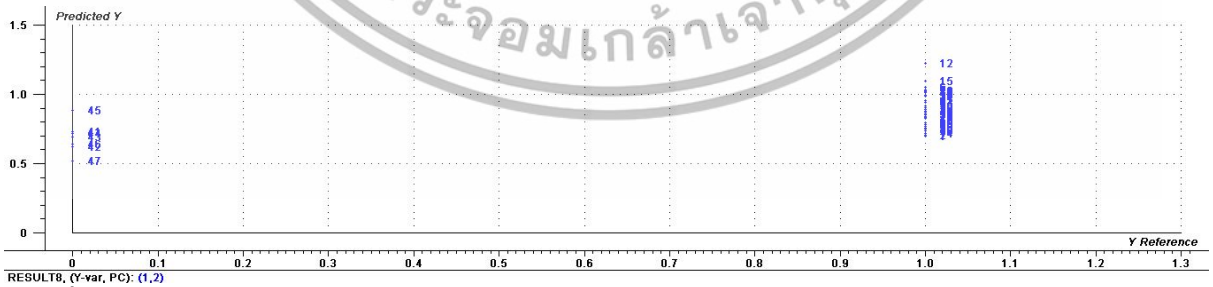
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.36 ผลความถูกต้องในการทำนายการคัดแยกระหว่างสุราสี WS4 แท้และสุราผสม DA13: IPA1% ในกลุ่ม calibration และ prediction

	Factor	Type	correct	incorrect	Accuracy (%)	Total accuracy (%)
calibration	2	WS4	2/13	11/13	15.4	86.02
	2	Adulteration	78/80	2/80	97.5	
prediction	2	WS4	0/7	7/7	0	85.11
	2	Adulteration	40/40	0/40	100	



ภาพที่ 4.53 ผลการคัดแยกของสุราสี WS4 ในกลุ่ม calibration โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5



ภาพที่ 4.54 ผลการคัดแยกของสุราสี WS4 ในกลุ่ม prediction โดยกำหนดให้ 0=สุราสีแท้ และ 1 = สุราผสม DA13: IPA1% ใช้การทำนายที่ cut off = 0.5

จากผลวิเคราะห์ความถูกต้องในการคัดแยกสุราสียี่ห้อที่ 3 (WS3) ที่เป็นสุราแท้ และ สุราขาวที่ผสมด้วย DA13: IPA1% สรุปว่าผลการคัดแยกมีความถูกต้องดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลวิเคราะห์เชิงปริมาณ และการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ได้ผลสรุปเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การทำนายปริมาณการเจือปน DA13: IPA1% ในสุราขาวประเภทวอดก้าและสุราสีประเภทวิสกี้ สามารถสร้างสมการโดยใช้ การ pretreatment ด้วยวิธี smoothing หรือ smoothing ร่วมกับ 1st derivative ขึ้นกับยี่ห้อของสุรา และผลการทำนาย DA13: IPA1% ได้ความแม่นยำแตกต่างกันในระดับต่ำถึงดีมากขึ้นอยู่กับยี่ห้อของสุราอยู่

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 1 (VK1) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

ทดสอบสมการตรวจหา DA13: IPA1% ได้ความแม่นยำ R=0.909 , RMSEP=12.56%

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 2 (VK2) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

ทดสอบสมการตรวจหา DA13: IPA1% ได้ความแม่นยำ R=0.834 , RMSEP=18.33%

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 3 (VK3) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

ทดสอบสมการตรวจหา DA13: IPA1% ได้ความแม่นยำ R=0.839 , RMSEP=18.09%

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 4 (VK4) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

ทดสอบสมการตรวจหา DA13: IPA1% ได้ความแม่นยำ R=0.759 , RMSEP=19.45%

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 5 (VK5) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

ทดสอบสมการตรวจหา DA13: IPA1% ได้ความแม่นยำ R=0.737 , RMSEP=20.50%

สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 1 (WS1) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

ทดสอบสมการตรวจหา DA13: IPA1% ได้ความแม่นยำ R=0.763 , RMSEP=21.39%

สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 2 (WS2) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

ทดสอบสมการตรวจหา DA13: IPA1% ได้ความแม่นยำ R=0.489 , RMSEP=32.55%

สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 3 (WS3) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

ทดสอบสมการตรวจหา DA13: IPA1% ได้ความแม่นยำ R=0.731 , RMSEP=20.91%

สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 4 (WS4) ผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90%

ทดสอบสมการตรวจหา DA13: IPA1% ได้ความแม่นยำ R=0.656 , RMSEP=23.29%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 การตรวจสอบและคัดแยกสุราผสม DA13: IPA1% ในสุราขาวประเภทวอดก้าและสุราสีประเภทวิสกี้ สามารถสร้างสมการการคัดแยก และผลการคัดแยก ได้ความแม่นยำแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับยี่ห้อของสุราอยู่ในระดับดีถึงดีมาก

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 1 (VK1) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90% ทดสอบสมการการคัดแยก ได้ความแม่นยำ 87.23%

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 2 (VK2) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90% ทดสอบสมการการคัดแยก ได้ความแม่นยำ 87.23%

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 3 (VK3) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90% ทดสอบสมการการคัดแยก ได้ความแม่นยำ 87.23%

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 4 (VK4) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90% ทดสอบสมการการคัดแยก ได้ความแม่นยำ 85.11%

สุราขาวประเภทวอดก้ายี่ห้อที่ 5 (VK5) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90% ทดสอบสมการการคัดแยก ได้ความแม่นยำ 91.49%

สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 1 (WS1) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90% ทดสอบสมการการคัดแยก ได้ความแม่นยำ 93.62%

สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 2 (WS2) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90% ทดสอบสมการการคัดแยก ได้ความแม่นยำ 89.36%

สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 3 (WS3) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90% ทดสอบสมการการคัดแยก ได้ความแม่นยำ 87.23%

สุราสีประเภทวิสกี้ยี่ห้อที่ 4 (WS4) และ สุราผสม DA13: IPA1% ที่ระดับ 1-90% ทดสอบสมการการคัดแยก ได้ความแม่นยำ 85.11%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

คมชัดลึก. 2559. *“บิ๊กตู่” ลุย เหล้าเถื่อน!!* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http:/www.komchadluek.net/news/regional/234113. 18 กรกฎาคม 2559

จารุวรรณ วิริยะหิรัญไพบูลย์. 2537. ความรู้เกี่ยวกับสิ่งเป็นพิษ. กลุ่มงานพิษวิทยาและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

ยุพา ศรีนาค. 2531. การตรวจหาปริมาณสารที่อาจเป็นอันตรายในสุราเถื่อนและสุราทั่วไป. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เมธินี สุคนธรักษ์. 2521. การศึกษาคุณสมบัติบางประการของสุรากลั่นที่ผลิตในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

แม้น อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม. 2539. Principles and techniques of instrumentalanalysis. ชวนพิมพ์. กรุงเทพฯ

ไทยรัฐออนไลน์. 2557. *สรรพสามิตจับมือทหารลุยแหล่งเหล้าเถื่อน ผสมสารพิษ!กินแล้วตาย.* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.thairath.co.th/content/441447. 19 กรกฎาคม 2559

นิพนธ์ตังคณานุรักษ์. 2545. หลักพื้นฐานเทคนิค Near Infrared Spectroscopy. การอบรมเชิงปฏิบัติการการควบคุมคุณภาพสินค้าด้วยเทคนิค Near Infrared Spectroscopy เพื่อการแข่งขันในเวทีการค้า0000000 โลก. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ :39–66.

นิลเนตร บัวบาน, นุชจรีย์ นวลศรี และ อุทุมพร แสนสี. 2550. *ข้อมูลพื้นฐานสุรา.* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.med.cmu.ac.th/dept/vascular/alcho/data.html. 18 กรกฎาคม 2559

พินิจ กุสุมา ณ อยุธยา. 2536. ความเป็นมาของการผลิตสุราหรือแอลกอฮอล์ในประเทศไทย ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง เทคนิคการหมักแบบ Fed-batch และการ0000000 ประยุกต์ใช้สำหรับการผลิตแอลกอฮอล์ทางอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มนันญา ภู่แก้ว. 2559. *รู้เฟื่อง..เรื่องเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ตอนที่ ๑).* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.parliament.go.th/ewtadmin/ewt/elaw_parcy/.../article_20160531140508.pdf. 18 กรกฎาคม 2559

สำนักข่าวไทย. 2557. องค์การสุราเตือนดื่มเหล้าปลอมอันตรายหลายเท่า. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.mcot.net/site/content?id=53f041fcbe04702de98b4572#.V438vdJ94dU 19 กรกฎาคม 2559

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2544. มาตรฐานผิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสุรากลั่น มอก.2088-2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Distilled liquors. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
วรรณกนก ทาสุวรรณ์. 2546. การตรวจสอบคุณภาพของส้มเขียวหวานด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
วิกีพีเดีย. 2558. ไอโซโพรพานอล (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://th.wikipedia.org/wiki/ไอโซโพรพานอล 21 กรกฎาคม 2559
Che Man, Y. B. and Moh, M. H. 1998.Determination of free fatty acids in palm oil by near-infrared reflectance spectroscopy.J. of the American Oil Chemists' Society.V.75(5):557-562.
Greensill, C. V. and D. S., Newman. 1999. "An investigation into the determination of the maturity of pawpaws (Carica papaya) from NIR transmission spectra." J. Near Infrared Spectrosc. 7: 109-116.
KalKalaya namitra. 2005. Developing Maturity Indices for Durian (Duriozibethinus Murray cv. Monthong) Fruits Based on Physiology and Physicochemistry. Ph.D. thesis. Chiang Mai University.
Kawano, S., H. Watanabe and M. Iwamoto. 1992. "Determination of sugar content in intact peaches by near infrared spectroscopy in Japan."J. Near Infrared Spectra. 3: 179-189.
Kawano, S. 1998. "New application of nondestructive methods for evaluation of fruits and vegetables in Japan." J. Japan. Soc. Hort. Sci. 67(6): 1176-1179.
Moh,M. H., CheMan,Y. B., Van De Voort, F. R. and Abdullah, W. J. W. 1999a. Determination of peroxide value in thermally oxidized crude palm oil by near infrared spectroscopy. Journal of the American Oil Chemists' Society. V. 76(1): 19–23
Moh,M. H.,Che Man,Y. B.,Badlishah, B. S., Jinap, S.,Saad, M. S. andAbdullah, W. J. W. 1999b. Quantitative analysis of palm carotene using fourier transform infrared and near infrared spectroscopy. J. of the American Oil Chemists' Society. 76: 249
Miyamoto, M. and T. Fukuda. 1998. "Classification of high acid fruits by partial least squares using the near infrared transmittance spectra of intact satsuma mandarins." J. Near Infrared Spectra. 6: 267-271.
Occupation Safety and Health Administration. (1997). *Isopropyl Alcohol*. Retrieved July 19, 2016, from United States Department of Labor Web site: https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/organic/org109/org109.html
Osborne, B.G., T. Fearn, and P.H. Hindle. 1993. Practical NIR Spectroscopy with applications in food and beverage analysis. Second edit. Longman Group UK limited. 227 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Saranwong, S., Sornsrivichai, J. and S. Kawano. 2003. “Performance of a portable near infrared instrumentfor brix value determination of intact mango fruit.” J. Near Infrared Spectra. 11: 175-181.

Sato, T., Uezono, I., Morishita, T. and Tetsuka, T. 1998.Nondestructive estimation of fatty acid composition in seeds of *Brassica napus* L. by near-infrared spectroscopy. J. of the American Oil Chemists' Society.V.75(12):1877-1881

Sato, T., Maw, A.A. and Katsuta, M. 2003.NIR reflectance spectroscopic analysis of the FA composition in sesame (*Sesamumindicum* L.) seeds.J.of the American Oil Chemists' Society.V.80(12):1157-1161

Schmilovitch, Z., Hoffman, A., Egozi, H., El-Batzi, R. and Degani, C. 2001. Determination of avocado maturity by near infrared spectrometry. Proceedings:Sensors in Horticulture III, ActaHorti. 562: 175-179.

Thananan Chemical. (2012). *what is Denatured Ethanol*. Retrieved July 19, 2016, from Thananan Chemical Web site: http://th.thananan.com/EthanolGroup/DenaturedEthanol.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ภาพที่ ก.1 รูปเหล้าที่จัดซื้อจัดหา

ภาพที่ ก.2 ลำเลียงวัตถุดิบไปที่ห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ก.3 เหล้าแท้ที่จัดซื้อและเตรียมสำหรับการทดลอง

ภาพที่ ก.4 ดำเนินการทดลองผสม เหล้าแท้และ IPA และปรับสีปรับกลิ่น

ภาพที่ ก.5 รูปเครื่องมือ NIRS สำหรับการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตาราง ข.1 ปริมาณของ IPA ในสุราปลอมที่ทำขึ้น

สุราจริง (%)	DA13: IPA1% - 40° (%)	IPA (%)
0	100	0.400
10	90	0.360
20	80	0.320
30	70	0.280
40	60	0.240
50	50	0.200
60	40	0.160
70	30	0.120
80	20	0.080
90	10	0.040
100	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายสนธิสุข ธีระชัยชยุติ
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Sontisuk Teerachaichayut
2. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์
3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

   โทรศัพท์ 0 2 329 8000 ต่อ 7267 โทรสาร 0 2329 8526 -7

   E-mail : sontisuk.te@kmitl.ac.th
4. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ/ประเทศ	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา
2529/ไทย	ตรี	วศ.บ.(วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต)	วิศวกรรมเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2537/ไทย	โท	วศ.ม.(วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต)	วิศวกรรมเคมี	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2550/ ไทย	เอก	ปร.ด.(เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว)	เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

1. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2554. แท่งเชื้อเพลิงแข็งชีวมวลจากเปลือกแห้ว.

2. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2554. การตรวจสอบคุณภาพภายในของผลสับปะรดแบบไม่ทำลายโดยวิธีการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่นใกล้อินฟราเรดช่วงคลื่นสั้นแบบทะลุผ่าน.

3. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2555. การสกัดน้ำสับปะรดและผลิตเชื้อเพลิงแข็งชีวมวลจากเปลือกสับปะรด.

4. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2556. การตรวจสอบคุณภาพมังคุดด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ภาพการดูดกลืนพลังงานแสงย่านใกล้อินฟราเรด

5. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2556. การศึกษาปริมาณไนเตรทในเนื้อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย: วิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบโดยพิจารณาที่ตำแหน่งและระดับความสุกรสโกปี

6. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2557. การวิเคราะห์ภาพการดูดกลืนพลังงานแสงย่านใกล้อินฟราเรดความละเอียดสูงสำหรับทำนายความสดของไข่ไก่

7. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2557.การทำนายความหนาแน่นของผลมังคุดโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพ

8. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2558. การคัดแยกพันธุ์และคุณภาพของผลมะนาวโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพการดูดกลืนพลังงานแสงย่านใกล้อินฟราเรดความละเอียดสูง

9. สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2559. การทำนายคุณภาพของผลมะนาวแบบไม่ทำลายโดยใช้คุณสมบัติทางไฟฟ้า

10.สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2559. การทำนายคุณภาพของข้าวโพดหวานแบบไม่ทำลายโดยเทคนิควิเคราะห์ภาพการดูดกลืนพลังงาน

11.สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2560. การทำนายคุณภาพภายในของผลสับปะรดแบบไม่ทำลายโดยใช้เทคนิควิเคราะห์พหุตัวแปรจากคุณสมบัติทางไฟฟ้า

12.สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2560. การตรวจสอบคุณภาพแบบไม่ทำลายสำหรับลูกชิ้นหมูโดยเทคนิคการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟราเรด

13.สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2561. การคัดแยกความสดและทำนายคุณภาพของข้าวโพดหวานแบบไม่ทำลายโดยใช้เทคนิควิเคราะห์พหุตัวแปรทางไฟฟ้า

14.สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2561. การตรวจสอบการเจือปน isopropyl alcohol ในสุราโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงย่านใกล้อินฟาเรด

15.สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2561. การทำนายเนื้อสัมผัสของเยลลี่และเต้าหู้อ่อนสำหรับผู้สูงอายุแบบไม่ทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้เทคนิคทางไฟฟ้า

ชื่องานวิจัยที่เผยแพร่

สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2535. อุตสาหกรรมน้ำผลไม้ไทย: อะไรคืออะไร.วารสารการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 7 (1): 67-70.

ศรีศักดิ์ ตรังวัชระกุล, ชลิต ชูประทีป, สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2535.โรงงานนำทางผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ วท.วารสารการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 7 (1): 73-82.

สนธิสุข ธีระชัยชยุติ, ดำรงชัย สิทธิสำอางค์, เพ็ญศิริ อนันต์รักสกุล, พรภัทรา ศรีนรคุตร, ยุพาภรณ์ ทับนาโคก. 2536. การวิจัยเครื่องเคลือบแบบต่อเนื่องชนิดเคลือบเค็มสำหรับอาหารขบเคี้ยว. โครงการวิจัยที่ ภ. 32-06, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 36 หน้า

สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2547. ประเมินผลเทคนิคการแช่แข็งข้าวโพดอ่อน. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง 12(2): 39-41.

วารุณี ธนะแพสย์, สนธิสุข ธีระชัยชยุติ, ศุมาพร เกษมสำราญ, and Young Kil Kwon. 2548. การตรวจสอบคุณภาพภายในของส้มโดยวิธีไม่ทำลายด้วยเทคนิคแสงย่านใกล้อินฟราเรดในช่วงคลื่นสั้น. สัมมนาวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 3, 10-11 ตุลาคม 2548, หน้า 57.

สนธิสุข ธีระชัยชยุติ, วารุณี ธนะแพสย์, อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล, ศุมาพร เกษมสำราญ. 2551. การหาปริมาณน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ในผลมังคุดแบบไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคแสงย่านความยาวคลื่นใกล้อินฟราเรดช่วงคลื่นสั้น. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39 (3 พิเศษ): 156-159.

สนธิสุข ธีระชัยชยุติ, วารุณี ธนะแพสย์, อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล, ศุมาพร เกษมสำราญ. 2552. การประเมินปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมังคุดแบบไม่ทำลายโดยใช้แสงย่านความยาวคลื่นใกล้อินฟราเรดช่วงคลื่นสั้น. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40 (1): 55-64.

สนธิสุข ธีระชัยชยุติ, อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล, จุฑามาศ ผลอุดม และวรรณชยา เอื้ออมเสถียรพร. 2553. การทำนายอาการเนื้อแก้วจากน้ำมังคุดโดยใช้เทคนิคการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นใกล้อินฟราเรด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41 (1 พิเศษ): 385-388.

ขนิษฐา แสงแก้ว และ สนธิสุข ธีระชัยชยุติ, 2553. คุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกมังคุดภายหลังการตกกระทบ. วารสารอุตสาหกรรมเกษตรพระจอมเกล้า. 2(1): 27-35.

สนธิสุข ธีระชัยชยุติ, อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล, วารุณี ธนะแพสย์ และ ขนิษฐา แสงแก้ว. 2554. ความเป็นไปได้ในการคัดแยกผลมังคุดเปลือกแข็งแบบไม่ทำลายด้วยเทคนิคการวิเคราะห์พหุตัวแปร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 (1 พิเศษ): 143-146.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2555. การตรวจสอบคุณภาพภายในของผลมังคุดแบบไม่ทำลาย. วารสารการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 27 (1): 55-60.

กัญญาพัชร เพชราภรณ์ และ สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2555. ผลกระทบของการเกิดเชื้อราภายในมะเขือเทศต่อคุณสมบัติทางเคมี. การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร สจล. ครั้งที่ 1, 7 กันยายน 2555, คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 279-284.

ศรัญญา วอขวา และ สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2555. การศึกษาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในมังคุดเปลือกแข็งภายหลังการตกกระทบ.การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร สจล. ครั้งที่ 1, 7 กันยายน 2555, คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 285-290.

สนธิสุข ธีระชัยชยุติ, ฐิติพงศ์ ทิพย์แก้ว, ธนกฤต ชูตะรัตน์ และธัชคม ลี้ลับ. 2556. เครื่องวัดความแน่นเนื้อของผลไม้แบบน้ำหนักกด. การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร สจล. ครั้งที่ 2, 30 สิงหาคม 2556, คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 185-190.

สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2556. สถานการณ์ระบบคัดแยกคุณภาพผลไม้สดแบบออนไลน์ในประเทศไทย. วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 31 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2556: 194-210.

ปิยะมาศ จานนอก, อิสยาภรณ์ การรุ่งเรือง, อรวรรณ ทองนาค, อัฐพส จานนอก, ภานุวัฒน์ ทรัพย์ปรุง และ สนธิสุข ธีระชัยชยุติ. 2556. การทำนายความถ่วงจำเพาะของไข่ไก่ด้วยเทคนิค NIRS. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 4 ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน วิทยาเขตขอนแก่น, 135-139.

Teerachaichayut, S., K. Y. Kil, A. Terdwongworakul, W. Thanapase and Y. Nakanishi. 2007. Non-destructive prediction of translucent flesh disorder in intact mangosteen by short wavelength near infrared spectroscopy. Postharvest Biology and Technology 43. 202–206.

Teerachaichayut, S., A. Terdwongworakul, and S. Pathaveerat. 2008. Multiple Parameters for Prediction of Translucent Flesh in Mangosteens. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Vol.X. Manuscript FP 08 007.

Teerachaichayut S., W. Thanapase, K. Shigefugi, T. Otoi, Y. Nitta, S. Saranwong, and S. Kawano. 2008. Online Near Infrared Detection of Translucent and Gamboge Mangosteen.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Proceeding of The First Asian NIR Symposium and The 24th Japanese NIR Forum, 158-159. Tsukuba city, Japan, 10-14 November.

Kasemsumran, S., W. Thanapase, S. Teerachaichayut, A. Terdwongworakul, K. Y. Kil, K. Shigefuji, and Y. Nakanishi. Nondestructive Internal Quality Evaluation of Thai Orange Fruit using Short Wavelength Near Infrared Spectroscopy. Japan-Korea Joint Symposium on Near Infrared Spectroscopy, 284-285. Hanyang University, Korea, 28-30 June.

Thanapase, W., S. Kaseamsumran, A. Janhiran, S. Teerachaichayut, K. Shigefuji, K. Kiji, Y. Nitta, S. Saranwong and S. Kawano. 2009. Recent collaborative researches between Japan and Thailand on NIR applications for Tropical Fruits. Proceedings of the 25th NIR Forum. 31-35.Japan, 13-15 May.

Teerachaichayut, S., A. Terdwongworakul, J. Phonudom and W. Uamsatianporn. 2009. The Robustness of PLS Models for Soluble Solids Content of Mangosteen using Near Infrared Reflectance Spectroscopy. Global Science Books, Fresh Produce 3(1): 60–63.

Teerachaichayut, S., A. Terdwongworakul, W. Thanapase, K. Saengkaew and R. Suwapanich. 2010.Feasibility of visible and SW-NIR spectroscopy to detect gamboge disorder in mangosteen fruits. Proceedings of the 2nd Asian Symposium on Near Infrared Spectroscopy, China, 15-18 Oct. 81-82.

Teerachaichayut, S, W. Thanapase, S. Kasemsumran, K. Shigefuji, K. Kiji, Y. Nitta, S. Saranwong and S. Kawano. 2010. The methods of illumination and scanning for detecting internal disorders and quality of mangosteen by near infrared spectroscopy. Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 14th international Conference. IM Publications LLP, West Sussex, UK., 219-223.

Teerachaichayut, S., A. Terdwongworakul, W. Thanapase, K. Kiji. 2011. Non-destructive prediction of Hardening pericarp disorder in intact mangosteen by near infrared transmittance spectroscopy. Journal of Food Engineering 106 (2011) 206–211.

Terdwongworakul, A., N. Nakawajana, S. Teerachaichayut, A. Janhiran. 2012. Determination of translucent content in mangosteen by means of near infrared transmittance. Journal of Food Engineering 109: 114–119.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Teerachaichayut, S., A. Terdwongworakul. 2012. Empirical investigation of the optimal fruit presentation in near infrared transmittance for mangosteen quality evaluation. NIR news 23(1) :8-18

Teerachaichayut, S., K. Petcharaporn and S. Suktanarak. 2012. Calibration model of soluble solids content for Intact Tomato by Transmittance SW-NIR Spectroscopy. Proceedings of the 3rd Asian Symposium on Near Infrared Spectroscopy, Thailand, 14-18 May. 120-121.

Teerachaichayut, S., A. Terdwongworakul, K. Keawsumnuk. M. Rangsi and K. Seangkeaw. 2012. A Feasibility Study for the Nondestructive Detection of Granulation in Tangerine Fruit Using a Capacitance based Technique. Proceedings of the CIGR-AgEng 2012: International Conference of Agricultural Engineering, Spain, 8-12 July, P0122.

Terdwongworakul A., S. Teerachaichayut, S. Noypitak. 2012. Non-Destructive Classification of Translucent Flesh Mangosteen by Near Infrared Interactance. Proceedings of the CIGR-AgEng 2012: International Conference of Agricultural Engineering, Spain, 8-12 July. C0059.

Nandee S. and S. Teerachaichayut. 2012. Brix-acid ratio detection for pomegranates using multivariate equation. International Conference on Nutrition and Food Sciences, July 23-24. IPCBEE vol.39 (2012) IACSIT Press, Singapore. 82-86.

Suktanarak S. and S. Teerachaichayut. 2012. Detection for Moisture Content of Sweet Tamarind flesh by Transmittance Short Wavelength Near Infrared Spectroscopy. International Conference on Nutrition and Food Sciences, July 23-24. IPCBEE vol.39 (2012) IACSIT Press, Singapore. 71-75.

Petcharaporn K. and S. Teerachaichayut. 2012. Detection of Undesirable Internal Discoloring of Intact Tomatoes by Non-Destructive, Transmittance VIR-NIR Spectroscopy. International Conference on Food and Applied Bioscience 2012, 6-7 February. Chiang Mai, Thailand. 82-86.

Suktanarak, S. and S. Teerachaichayut. 2013. Quantitative Analysis of Total Soluble Solids and Titratable Acidity of Sweet Tamarind by SW-NIRS. International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics, Vol. 3, No. 4, 328-331.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sukwanit S. and S. Teerachaichayut. 2013. Non-destructive prediction of internal browning in pineapple using transmittance short wavelength near infrared spectroscopy. Southeast Asia Symposium on Quality Management in Postharvest Systems and Asia Pacific Symposium on Postharvest Quality Management of Root and Tuber Crops. Acta Horticulturae 989. ISHS: 395-399.

Kaewsaard, S., S. Kerdpiboon, Y. Peuchkamut, S. Teerachaichayut. 2013. Relationships between Physical property, Chemical composition and Marbling Score of Sirloin Beef Steak. 13th ASEAN Food Conference, 9-11 September 2013, Singapore. Meeting Future Food Demands: Security & Sustainability.

Sasathorn Srivichien and Sontisuk Teerachaichayut. 2014. Comparison of nitrate content in 'Smooth Cayenne' pineapple flesh related to its different cut sections, maturity and crop season. Journal of Advanced Agricultural Technologies, Vol. 1, No.1, 65-68.

Sasathorn Srivichien and Sontisuk Teerachaichayut. 2014. Comparison of nitrate content in 'Smooth Cayenne' pineapple flesh related to its different cut sections, maturity and crop season. Proceeding of The 4th International Conference on Asia Agriculture and Animal (ICAAA 2014), Bangkok, Thailand, June 9-10, 33-36.

SasathornSrivichien and SontisukTeerachaichayut. 2014. Quality classification of pineapple based on nitrate level by Vis-NIRS. Proceeding of The 4th Asian NIR Symposium, Daegu, Korea, June 17-20, 130-132.

Sontisuk Teerachaichayut, Isayapron Kanrungrueng, Orawan Thonngnak, Oattharod Channok, Panuwat Supprung , Piyamart Jannok. 2014. Freshness Prediction of Hen Eggs Using NIR Spectroscopy Based on Specific Gravity. Proceeding of International Research Conference on Engineering and Technology (IRCET 2014), Bali, Indonesia, June 27-29, 585-592.

Pattama Supaphon, Soraya Kerdpiboon, Yuporn Peuchkamut, Sontisuk Teerachaichayut, Pramoun Srikalong , Panadda Nonthanum. 2014. Surface Images and Physical Properties Correlation of Sirloin Steak by Pearson'S Correlation And Multiple Linear Regression Analysis. Proceeding of International Research Conference on Engineering and Technology (IRCET 2014), Bali, Indonesia, June 27-29, 593-601.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jannok, P., Petcharaporn, K. and Teerachaichayut, S. 2014. Detection of internal mold infection in tomato by transmittance near infrared sectroscoy. Acta Hort. (ISHS) 1053:93-99.

Teerachaichayut, S., Suktanarak, S. and Kasemsumram, S. 2014. Non-destructive detection of internal mold infection in sweet tamarind using short wavelength near infrared sectroscoy. Acta Hort. (ISHS) 1053:113-119

Srivichien, S., A. Terdwongworakul, S. Teerachaichayut. 2015. Quantitative prediction of nitrate level in intact pineapple using Vis–NIRS. Journal of Food Engineering 150: 29–34.

Teerachaichayut S., Yokswad W., Terdwongworakul A., Jannok P., Fernandes S.V. 2015. Application of Image Analysis for Determination of Mangosteen Density. Journal of Advanced Agricultural Technologies, 2(2): 92-97.

Natrapee Nakawajana, Anupun Terdwongworakul, Sontisuk Teerachaichayut. 2016. Minimally destructive assessment of mangosteen translucency based on electrical impedance measurements. Journal of Food Engineering 171: 137-144.

Sineenart Suktanarak, Sontisuk Teerachaichayut and Panuwat Supprung. 2016. Prediction of moisture content in sweet corn by reflectance NIR spectroscopy. Proceedings of the 5th Asian Near Infrared Symposium and the 32nd Japanease NIR Forum, Kagoshima, Japan, 30 Nov-3 Dec. 260-261.

Sirikarn Boonpiam, Nattaporn Suttiwijitpukdee and Sontisuk Teerachaichayut. 2016. Nondestructive Classification of Pork Meatball Containing Borax by Near Infrared Spectroscopy. Proceedings of the 5th Asian Near Infrared Symposium and the 32nd Japanease NIR Forum, Kagoshima, Japan, 30 Nov-3 Dec.268-269.

Ho Thanh Huong, Sontisuk Teerachaichayut, Panuwat Supprung and Tiradech Damrongpowan. 2016. Classification of lime varieties by NIR spectroscopy. Proceedings of the 5th Asian Near Infrared Symposium and the 32nd Japanease NIR Forum, Kagoshima, Japan, 30 Nov-3 Dec.264-265.

Sadudee Phonmakham and Sontisuk Teerachaichayut. 2016. Transmittance near infrared spectroscopy for firmness detection of marian plum (Bouea burmanica Griff.).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Proceedings of the 5th Asian Near Infrared Symposium and the 32nd Japanease NIR Forum, Kagoshima, Japan, 30 Nov-3 Dec. 226-227.

Suktanarak, S., Supprung, P. and Teerachaichayut, S. 2017. Classification of sweet corn based on storage time after harvest using near infrared spectroscopy. Acta Hort. (ISHS) 1152:47-54

Huong, H.T. and Teerachaichayut, S. 2017. Non-destructive prediction of moisture content of lime (Citrus aurantifolia Swingle 'Paan') by multiple regression analysis of its electrical and physical properties. Acta Hort. (ISHS) 1152:299-306.

Kerdpiboon, S., Supaphon, P., Teerachaichayut, S. and Peuchkamut, Y. 2017. Tenderness of sirloin beef affected by sous-vide cooking. The 63rd International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST 2017), 13-18 August 2017. Cork, Ireland. Submitted. (Grant: King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang).

Sontisuk Teerachaichayut, Huong Thanh Ho. 2017. Non-destructive prediction of total soluble solids,
titratable acidity and maturity index of limes by near infrared hyperspectral imaging. Postharvest
Biology and Technology 133: 20-25.

Suktanarak, S., Teerachaichayut, S. 2017. Non-destructive quality assessment of hens' eggs using
hyperspectral images. Journal of Food Engineering 215: 97-103.

Teerachaichayut, S., Phonmakham, S. and Suktanarak, S. 2017. Grouping marian plums harvested at different times by transmittance near-infrared spectroscopy. Acta Hort. (ISHS) 1179:25-30.

Huong, H.T. and Teerachaichayut, S. 2017. Non-destructive prediction of pH and total soluble solids of lime [Citrus × aurantifolia (Cristm.) Swinge] by visible and near-infrared spectroscopy. Acta Hort. (ISHS) 1179:31-36.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Phonmakham, S., Suttivijitpukdee, N. and Teerachaichayut, S. (2018). Quantitative analysis of quality for marian plum (Bouea burmanica Griff.) by transmittance near infrared spectroscopy. Acta Hortic. 1213, 537-542.

Suktanarak, S., Teerachaichayut, S., Jannok, P. and Supprung, P. (2018). Interactance and reflectance near infrared spectroscopy for freshness evaluation of hen eggs. Acta Hortic. 1213, 637-642.

Onnom, P. and Teerachaichayut,.S. 2018. Development of calibration models to predict texture and total soluble solids in jelly using hyperspectral imaging. Green Design and Manufacture: Advanced and Emerging Applications, Published by AIP Publishing AIP Conf. Proc. 2030, 020211-1–020211-5.

Teerachaichayut, S, Pansiri, J, Nguanprasert, P and Thepwapee, W. 2018. Feasibility of using a photoelectric sensor combined with density measurements for nondestructive assessment of the freshness of hen's eggs. Green Design and Manufacture: Advanced and Emerging Applications, Published by AIP Publishing AIP Conf. Proc. 2030, 020264-1–020264-5.

Klinbumrung, N. and Teerachaichayut, S. 2018. Quantification of acidity and total soluble solids in guavas by near infrared hyperspectral imaging. Green Design and Manufacture: Advanced and Emerging Applications, Published by AIP Publishing AIP Conf. Proc. 2030, 020209-1–020209-5.

Sukthanaruk, S., Boonpiam, S. and Teerachaichayut, S. 2018. Quantitative and Qualitative Assessment of Pork Meatball Containing Borax Using Near Infrared Spectroscopy. Green Design and Manufacture: Advanced and Emerging Applications, Published by AIP Publishing AIP Conf. Proc. 2030, 020210-1–020210-5.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้