

61 82
2440
C 3

การวิเคราะห์ค่าชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลวอยล์ในเครื่องดื่ม
ที่ผสมแอลกอฮอล์ทุกชนิดที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย

หอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญาโท

ของ

สุกศิริ กิธราชู

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับสูง

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

8 ธันวาคม 2518

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติกรได้พิจารณา เปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย
เห็นสมควรรับไว้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปรินซิพการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

..... สมศักดิ์ ประธาน

..... สมศักดิ์ กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้โดยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ อาจารย์
มจ. อนงค์ นิลอุบล หัวหน้ากองเคมี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ โดยได้
เกร็งมือเพื่อการศึกษาและทดลองและให้เกียรติเป็นประธานกรรมการ อาจารย์
สมเกียรติ กรีทอง และนักวิทยาศาสตร์กองเคมี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ
ทุกท่านที่ให้ความปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับวิธีการศึกษาทดลองและการใช้เกร็งมือ
ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณทุกท่านถึงเกล้าไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

และขอขอบคุณบริษัทสุรามหาคุณ ตลอดจนเพื่อน ๆ ที่กรุณา เอื้อเฟื้อ ให้
และเก็บสุราตัวอย่าง เพื่อประโยชน์ของการศึกษาทดลองครั้งนี้ไว้ด้วย

สุกศิริ ศิขราช

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	1
	คำนำ	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาและทดลอง	6
	ขอบเขตของการศึกษาและทดลอง	6
	กานิยามศัพท์เฉพาะ	6
	การวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	ความสำคัญของการศึกษาและทดลอง	14
	สมมติฐานในการศึกษาและทดลอง	14
2	ทฤษฎีแกสโครมาโทกราฟี	16
3	วิธีคำนวณการทดลอง	23
	ตัวอย่าง	23
	การวิเคราะห์ตัวอย่าง	23
	เครื่องมือที่ใช้	23
	การวิเคราะห์ผลการทดลอง	25
	การวัดการกระจายของข้อมูล	31
4	ผลการทดลอง	32
	ชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์ในสุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด	32
	ชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เซลแอลกอฮอล์ในสุราที่ผลิตขึ้น	
	จำหน่ายและบริโภคภายในเองในชนบท	36
	ชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เซลแอลกอฮอล์ในเมรัยที่มีขาย	
	ทั่วไปในท้องตลาด	40

ชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชิลออยล์ในเมรัยในอาหารที่ ว่านายบล. บริโภคกันเองในภาพ 42	42
ปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชิลออยล์ในสุราที่เก็บไว้นาน ... 45	45
ปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชิลออยล์ในสุราที่เผยแพร่จากกระทู้ 51	51
ปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชิลออยล์ในสุราที่นำไปกั๊ก 52	52
ปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชิลออยล์ในสุราที่นำไปทำไหระเหย 53	53
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 55	55
5 สรุป อภิปรายผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 57	57
สรุป 57	57
อภิปรายผลการทดลอง 59	59
ข้อเสนอแนะ 60	60
บรรณานุกรม 61	61

บัญชีการวาง

ตาราง	๒	๑๖๖
1 มาตราฐานผลิตภัณฑ์สุรา	1	
2 ปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เช็ลวอยล์ในวิสกี้	12	
3 ปริมาณและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เช็ลวอยล์ในสุราที่มีขายทั่วไปในท้อง ตลาด	32	
4 ปริมาณและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เช็ลวอยล์ในสุราที่ผลิตขึ้นจำหน่าย และบริโภคกันเองในชุมชน	37	
5 ปริมาณและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เช็ลวอยล์ในเมรัยที่มีขายทั่วไปใน ท้องตลาด	40	
6 ปริมาณและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เช็ลวอยล์ในเมรัยที่ผลิตขึ้นจำหน่าย และบริโภคกันเองในชุมชน	42	
7 ปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เช็ลวอยล์ในสุราที่เก็บไว้นาน	45	
8 ปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เช็ลวอยล์ในสุราที่แถมถวายงานพระภิกษุ	51	
9 ปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เช็ลวอยล์ในสุราที่นำไปกลั่น	52	
10 ปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เช็ลวอยล์ในสุราที่นำไปทำเครื่องดื่ม	54	

บัญชีภาพ

หน้า	หน้า
1 เครื่องมือโครมาโทกราฟี (Perkin Elemer, model 880-881.....	1
2 วงจรของเครื่องตรวจจับ IONIZATION DETECTOR.....	10
3 FLAME IONIZATION DETECTOR.....	19
4 HEATING OVEN.....	21
5 แผนผังของแก๊สโครมาโทกราฟี	22
6 ตัวอย่างของผลที่ได้จากการทดลอง	26
7 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณของแอลกอฮอล์ (เอทิลแอลกอฮอล์)	27
8 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณของแอลกอฮอล์ (ฟีว เซลลูลอส)	28
9 โถงความถี่ของปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ในสุราที่มีขายทั่วไปในท้อง ตลาด	35
10 โถงความถี่ของปริมาณของฟีว เซลลูลอสที่พบในสุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด	35
11 โถงความถี่ของปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ในสุราที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและ บริโภคกันเองในชนบท	38
12 โถงความถี่ของปริมาณของฟีว เซลลูลอสในสุราที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภค กันเองในชนบท	39
13 โถงความถี่ของปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ใน เมรัยที่มีขายทั่วไปในท้อง ตลาด	41
14 โถงความถี่ของปริมาณของฟีว เซลลูลอสใน เมรัยที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด	41
15 โถงความถี่ของปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ใน เมรัยที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและ บริโภคกันเองในชนบท	43
16 โถงความถี่ของปริมาณของฟีว เซลลูลอสใน เมรัยที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและ บริโภคกันเองในชนบท	44

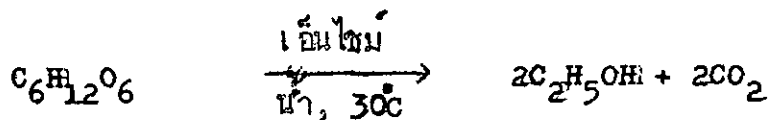
17	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ในสุราที่เก็บไว้นาน	
	ตัวอย่าง 1	46
18	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของฟิว เซลกอฮอล์ในสุราที่เก็บไว้นาน	
	ตัวอย่าง 1	46
19	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ในสุราที่เก็บไว้นาน	
	ตัวอย่าง 2	47
20	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของฟิว เซลกอฮอล์ในสุราที่เก็บไว้นาน	
	ตัวอย่าง 2	47
21	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ในสุราที่เก็บไว้นาน	
	ตัวอย่าง 3	48
22	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของฟิว เซลกอฮอล์ในสุราที่เก็บไว้นาน	
	ตัวอย่าง 3	48
23	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ในสุราที่เก็บไว้นาน	
	ตัวอย่าง 4	49
24	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของฟิว เซลกอฮอล์ในสุราที่เก็บไว้นาน	
	ตัวอย่าง 4	49
25	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ในสุราที่เก็บไว้นาน	
	ตัวอย่าง 5	50
26	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของฟิว เซลกอฮอล์ในสุราที่เก็บไว้นาน	
	ตัวอย่าง 5	50

บทที่ 1

บทนำ

กาน้ำ

เครื่องดื่มที่ผสมแอลกอฮอล์ทุกชนิดได้แอลกอฮอล์มาจากการหมักเชื้อ (fermentation) โดยนำน้ำตาลมาหมักด้วยยีสต์ (yeast) ในกระบวนการนี้ กลูโคสและน้ำตาลที่ประกอบด้วยคาร์บอนอะตอมจำนวนหกตัวชนิดอื่นๆ ที่ได้จาก โมลาส (molasses) น้ำผลไม้ น้ำอ้อย แปะ จะถูกเปลี่ยนให้เป็น เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) และการหมักโดยเอนไซม์ (enzyme) จากยีสต์ ก็สมควร



แต่ในทางปฏิบัติจริงๆ แล้ว สารที่ได้จากการหมักนี้เป็นสารผสมเชิงซ้อนต่างๆ เช่น แอลกอฮอล์ชนิดอื่นๆ ที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมต่างกัน กรดอินทรีย์ (organic acid) เอสเทอร์ (ester) อัลดีไฮด์ (aldehyde) และสารอื่นๆ (ถ้าพร้อม ไซบองต์-เกียรติ : 2517)

ในการหมักโดยยีสต์นี้ เอนไซม์จากยีสต์จะช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเป็นแอลกอฮอล์ได้ประมาณ 12 - 14 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นเอนไซม์ก็จะหมดความว่องไวและความสามารถในการที่จะช่วยให้เกิดปฏิกิริยา กระบวนการเช่นนี้จะเป็นที่จำกัดของปริมาณแอลกอฮอล์ของเมรัย เช่น ไวน์ (wine) เบียร์ (beer) ส่วนสุราพวก วิสกี้ (whisky) รัม (rum) จิน (gin) เป็นเครื่องดื่มที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูง เพราะไถ่ผ่านการกลั่นเอาแอลกอฮอล์ออกมาแล้วจึงนำมาสวมที่หลังทำให้มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงถึง 40 - 50 เปอร์เซ็นต์ และมีสารอย่างอื่นอีกเล็กน้อยซึ่งใส่ลงไปในกระบวนการเพื่อปรุงแต่ง สี กลิ่นและรส ถ้าหากการหมักนั้นเริ่มต้นจากวัตถุดิบต่างๆกันจะให้สุราและเมรัยที่มี สี กลิ่นและรสต่างกัน (Mackenzic : 1962) เช่น รัมได้มาจากการหมักและ

กลิ่นโมลาส บรั่นดีได้จากการหมักและกลั่นผลไม้ สก็อตวิสกี้ได้จากการหมักและกลั่นข้าว-
บาร์เลย์ เบอรั่นชได้จากการหมักและกลั่นข้าวโพด ไวน์วิสกี้ได้จากการหมักและกลั่น
มะเขือเทศ ไวน์วิสกี้ได้จากการหมักและกลั่นข้าวไรน์ เบียร์ได้จากการหมักข้าวมอลต์
ผสมกับเฟลเวอร์ (flavor) เช่น คนฮอป (hop) เพื่อให้มีรสขม

ส่วนเครื่องดื่มที่ผสมแอลกอฮอล์ของไทยเราก็ได้มาจากวัตถุดิบต่างๆ กัน เช่น
กระแช่ได้มาจากการหมักน้ำตาลสด สุราได้มาจากการหมักและกลั่นข้าวเหนียวหรือน้ำตาล
สาโท น้ำข้าวได้มาจากการหมักข้าวเหนียว เป็นต้น

เนื่องจากเครื่องดื่มที่ผสมแอลกอฮอล์นั้นมีอยู่เป็นจำนวนมากด้วยกัน สำนักงาน
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมได้จัดแบ่งเครื่องดื่มเหล่านี้ออก
เป็นสองประเภท คือ

ประเภทที่ 1 เมรัย (fermented liquors)

ประเภทที่ 2 สุรากลั่น (distilled liquors)

ประเภทที่ 1 เมรัย ก็คือ ผลที่ได้จากการหมักสุา ทำให้เกิดเป็นน้ำเมา มีแรง
แอลกอฮอล์มากน้อยตามต้องการ ไม่ผ่านการกลั่น แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

เมรัยชนิดที่ 1 ได้จากการหมักสุาจากเมล็ดธัญพืชหรือแบ่งจากพืช เช่น
เบียร์ น้ำข้าว สาเก (sake) สุราเดี่ยวเอง

เมรัยชนิดที่ 2 ได้จากการหมักสุาจากผลไม้หรือน้ำตาลพืช เช่น ไวน์
(wine) แชมเปญ (champagne) น้ำตาลเมา (toddy) ไซเดอร์ (cider)

เมรัยชนิดที่ 3 ได้มาจากเมรัยชนิดที่ 1 และ/หรือ ชนิดที่ 2 ที่ผสมตัวยา
ปรุงแต่ง สี กลิ่นและรสตามต้องการ เช่น เวอร์มูท (vermouth) ไวน์ที่เป็นยา
(medical wine) เป็นต้น

เมรัยชนิดที่ 4 ได้แก่ เมรัยชนิดที่ 1 และ/หรือ ชนิดที่ 2 แล้วผสมกับสุรา
กลั่นหรือแอลกอฮอล์ที่แรงแอลกอฮอล์ตามต้องการ แต่ไม่เกิน 23 ดีกรี เช่น ไวน์อย่าง
แรง (fortified wine) เชอร์รี่ (sherry) พอร์ตไวน์ (port wine)

ประเภทที่ 2 สุรากลั่น คือ ผลที่ได้จากการหมักส่วให้เกิดแอลกอฮอล์แล้ว
บางชนิดของ เก็บไว้นานเพื่อให้มีคุณภาพดี แล้วอาจปรุงแต่งให้มีปริมาณแอลกอฮอล์ตาม
นอยตามต้องการ แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

สุรากลั่นชนิดที่ 1 เป็นสุรากลั่นที่กลั่นโดยตรง เพื่อให้ได้กลิ่นรส เฉพาะจาก
วัตถุดิบนั้น อาจปรับปรุงเพียงเพื่อให้ได้กลิ่นรสดีขึ้น และทำให้มีแรงแอลกอฮอล์ตาม
ต้องการ เช่น สุราขาว วอดก้า (vodka) เกาเหลียง อาร์แรก (arrack)
เทกิล่า (tequila) เป็นต้น

สุรากลั่นชนิดที่ 2 เป็นสุรากลั่นหรือแอลกอฮอล์ผสม ปรุงแต่ง สี กลิ่น รส
และให้มีความแรงแอลกอฮอล์ตามต้องการ แบ่งออกเป็นสองชนิด คือ

สุรากลั่นชนิดที่ 2.1 ใช้สุรากลั่นหรือแอลกอฮอล์ผสมหรือแช่กับสมุนไพร
ต่างๆ เพื่อให้ได้ สี กลิ่น รส และสรรพคุณของตัวยาหรือสมุนไพรนั้น เช่น สุราจีนชนิดต่างๆ

สุรากลั่นชนิดที่ 2.2 มีสองชนิด คือ

สุรากลั่นชนิดที่ 2.2.1 ไก่แก่สุรากลั่นและ/หรือแอลกอฮอล์นำมา
ปรุงแต่งด้วยน้ำยาสกัด น้ำเชื้อ หรือใช้สุรากลั่นและ/หรือแอลกอฮอล์แช่กับผลไม้ พืชสมุนไพร
แล้วปรุงแต่ง เพื่อให้ได้กลิ่นรสตามต้องการ แต่ไม่มีสรรพคุณของตัวยา เมื่อาจะกลั่น
ใหม่หรือไม่ก็ตาม เช่น สุราผสม สุราผสมพิเศษ สุราปรุงพิเศษ ปิน (gin) เป็นต้น

สุรากลั่นชนิดที่ 2.2.2 ไก่แก่สุรากลั่นและ/หรือแอลกอฮอล์นำมา
ปรุงแต่ง เช่นเดียวกับสุราชนิดที่ 2.2.1 แต่มีรสหวาน เช่น สุราเปปเปอร์มินต์ (pepper-
mint) สุรากาแฟ (cream of coffee) ชาเตรรอส (chartreuse)
อิสซารา (izzara) เป็นต้น

สุรากลั่นชนิดที่ 3 ไก่แก่สุรากลั่นและ/หรือแอลกอฮอล์ซึ่ง เก็บไว้นานๆ เพื่อ
ให้มีคุณภาพดี แล้วจึงปรุงแต่งให้มี สี กลิ่น รสและความแรงแอลกอฮอล์ตามต้องการ เช่น วิสกี้
(whisky) บรันดี้ (brandy) รัม (rum) เป็นต้น

ในกระบวนการหมักเพื่อผลิตสุราและเมรัยนั้น นอกจากจะได้เอทิลแอลกอฮอล์

แล้ว ยังไ้แอลกอฮอล์ชนิดอื่นๆ ซึ่งให้โทษแก่ร่างกายของมนุษย์โลก เจ็ดหมื่นออกบาร์ว เช่น เมทิลแอลกอฮอล์ (methyl alcohol) - ฟิวเซลอยล์ (fusell oil) และ กลีเซอรอล (glycerol) สารต่างๆ ดังกล่าวนี้นักยูโคโลยีโรค เขาไปเป็นพิษจน มากพอที่จะทำให้เกิดโทษแก่ร่างกายได้ อาทิเช่น เมทิลแอลกอฮอล์หากดื่มหรือรับประทานเข้าไป ทางผิวหนังจะทำให้ตาบอดหรือตายได้ กลีเซอรอลจะเป็นสาเหตุให้มนุษย์โลก เกิดเป็นไข้ และฟิวเซลอยล์จะสามารถทำให้ปวดศีรษะได้ (MacKenzie, 1962)

ดังนั้นสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมจึงได้ พิจารณากำหนดมาตรฐานสารเคมี เพื่อความเป็นธรรมในการซื้อขายและความปลอดภัยใน การบริโภค ตลอดจนเพื่อความสะดวกในการควบคุมให้ผู้ผลิตสินค้าให้อยู่ในมาตรฐานอยู่ เสมออีกด้วย สำนักงานแห่งนี้ได้กำหนดไว้ว่าสารทุกประเภทต้องไม่มีสารให้โทษแก่ร่างกาย เกินกว่าที่ได้อำหนดไว้ดังต่อไปนี้ คือ

ตาราง 1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์สาร

รายการที่	สารเคมี	เกณฑ์กำหนด
1	เมทิลแอลกอฮอล์ (methyl alco- hol)	ไม่มี
2	สารหนู (Arsenic)	ไม่มากกว่า 0.2 ส่วนในล้านส่วน
3	ตะกั่ว (Lead)	ไม่มากกว่า 0.1 ส่วนในล้านส่วน
4	ทองแดง (Copper)	ไม่มากกว่า 7.0 ส่วนในล้านส่วน
5	ฟิวเซลอยล์ (fusell oil)	ไม่มากกว่า 2500 ส่วนในล้านส่วน
6	อัลดีไฮด์ (aldehyde) จำนวนเป็น อะเซทาลดีไฮด์ (acetaldehyde)	ไม่มากกว่า 80 ส่วนในล้านส่วน
7	เอสเทอร์ (ester) จำนวนเป็น เอทิลอะซิเตท (ethyl acetate)	ไม่มากกว่า 1200 ส่วนในล้านส่วน
8	เฟอร์ฟูรัล (furfural)	ไม่มากกว่า 9 ส่วนในล้านส่วน

ตาราง 1 (ต่อ)

รายการที่

9	อัลกาลอยด์ที่เป็นพิษ (toxic alkaloid)	ไม่มี
10	ไกลโคไซด์ที่เป็นพิษ (toxic glycoside)	ไม่มี
11	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) หรือ เกลือที่แตกตัวให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จำนวน เป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์	ไม่มากกว่า 450 ส่วนในล้านส่วน
12	กรดเบนโซอิก (benzoic acid) หรืออนุพันธ์ของกรดเบนโซอิกจำนวน เป็นกรดเบนโซอิก	ไม่มากกว่า 250 ส่วนในล้านส่วน
13	กรดซอร์บิก (sorbic acid) เกลือหรืออนุพันธ์ของกรดซอร์บิกจำนวน เป็นกรดซอร์บิก	ไม่มากกว่า 200 ส่วนในล้านส่วน
14	กรดซาลิซิลิก (salicylic acid)	ไม่มี

(สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม : 2516)

เมื่อสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดมาตรฐานไว้เช่นนี้แล้ว
ทั้งผู้ผลิตและผู้ควบคุมมาตรฐานการผลิตสุราย่อมจะต้องมีการตรวจสอบ วิเคราะห์หรือจับ
เพื่อให้มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้สอดคล้องตามมาตรฐานที่กำหนดไว้อยู่เสมอ ในประ-
เทศไทยมีผลิตภัณฑ์สุราและ เมรัยหลายชนิด ทั้งที่อยู่ภายใต้การควบคุมของรัฐและที่อยู่นอก
เหนือการควบคุมของรัฐซึ่งได้เกิดขึ้นจำหน่ายและบริโภคกันเองในชนบท จึง เป็นที่น่า
สนใจเป็นอย่างยิ่งว่าบรรดาสุราและ เมรัยดังกล่าวนี้จะมีองค์ประกอบต่างๆ อยู่ในมาตรฐาน
ของมาตรฐานสุราที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดไว้หรือไม่ อย่างไร

ความมุ่งหมายของการศึกษาและทดลอง

1. เพื่อศึกษาและทดลองวิธีการหาชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยด์ โดยใช้แก๊สลิคโครมาโทกราฟี (Gas Liquid Chromatography, GLC)
ทดลองหาค่าเทกนิกโครมาโทกราฟ และเกร็งมือ
2. เพื่อหาชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยด์ใน เครื่องดื่ม
แอลกอฮอล์ทุกชนิดที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย
3. เพื่อเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยด์ใน เครื่องดื่ม
ที่ผสมแอลกอฮอล์ซึ่งมีขายอยู่ทั่วไปในท้องตลาดอย่างถูกต้องตามกฎหมาย และที่ชาวบ้าน
ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกันเองในชนบทอย่างผิดกฎหมาย
4. เพื่อเปรียบเทียบผลจากการทดลองกับมาตรฐานสุราของสำนักงานมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ขอบเขตของการศึกษาและทดลอง

1. กลุ่มตัวอย่าง สุ่มตัวอย่างจาก เครื่องดื่มที่ผสมแอลกอฮอล์ทุกชนิดที่ผลิตขึ้น
ในประเทศไทย เท่านั้น
2. ศึกษาและวิเคราะห์เฉพาะชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยด์
เท่านั้น
3. ศึกษาและวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยด์โดยวิธี
แก๊สลิคโครมาโทกราฟีเท่านั้น

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. สุรา (alcoholic beverage) หมายถึง เครื่องดื่มที่เบเชิลแอลกอฮอล์
และมีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน 60 ดีกรี
2. แอลกอฮอล์ (alcohol) หมายถึงสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีหมู่ $-OH$
เป็นองค์ประกอบสำคัญ (functional group) ซึ่งมีสูตรทั่วไปเป็น



- R เป็นหมู่ของการจับและไฮโดร เจนอะตอมหนึ่งทั้งปริมาณและลักษณะการ
เรียงตัวของมันจะแตกต่างกันออกไปตามเคมีของแอลกอฮอล์นั้นๆ

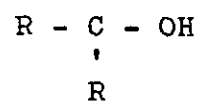
- OH เป็นองค์ประกอบสำคัญที่แสดงคุณสมบัติของแอลกอฮอล์ (functional group)

แอลกอฮอล์แบ่งออกเป็นสามประเภท ดังนี้

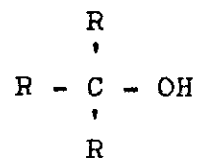
2.1 ไพรมารีแอลกอฮอล์ (primary alcohol) มีสูตรทั่วไป ดังนี้



2.2 เซกันดารีแอลกอฮอล์ (secondary alcohol) มีสูตรทั่วไป ดังนี้



2.3 เทอร์เชียรีแอลกอฮอล์ (tertiary alcohol) มีสูตรทั่วไปดังนี้



3. ฟิวเซลอยล์ (fusel oil) เป็นของผสมของของเหลวที่ระเหยได้ (volatile mixture) ส่วนใหญ่ประกอบด้วยไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (isoamyl alcohol) เอทิลเฟนิลแอลกอฮอล์ (active amyl alcohol) ไอโซบิวทิลแอลกอฮอล์ (isobutyl alcohol) และนอร์มอลโพรพิลแอลกอฮอล์ (n-propyl alcohol) รวมทั้งกรดอินทรีย์ (organic acid) เอสเทอร์ (ester) และอัลดีไฮด์ (aldehyde) ทั้งนี้ไม่รวมเอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) เฮกซิลแอลกอฮอล์ (hexyl alcohol) เฮปทิลแอลกอฮอล์ (heptyl alcohol) และไพรมารีเอมิลแอลกอฮอล์ (primary amyl alcohol)

4. แรงแอลกอฮอล์ (alcoholic strength) หมายถึงปริมาณแอลกอฮอล์ที่มีในสุรา

5. ดีกรี (degree) เป็นหน่วยวัดปริมาณของแอลกอฮอล์ คิดเป็นร้อยละโดยปริมาตร

6. การหมัก (fermentation) หมายถึงกรรมวิธีการ เปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ

ประเภทแป้งหรือน้ำตาลให้เกิดแอลกอฮอล์

7. น้ำสา (fermented mash) หมายถึงผลผลิตที่ได้จากการหมักสาลีหรือข้าวไปกลั่น

8. การกลั่น (distillation) หมายถึงกระบวนการแยกแอลกอฮอล์จากน้ำสาโดยใช้ความร้อน

9. การเก็บไว้นาน (aging) หมายถึงการเก็บสุราไว้นานเป็นตามแคชเชนิกของสุราเพื่อให้มีคุณภาพดีขึ้น

10. การปรุงแต่ง (blend) หมายถึงการผสมหรือเติมส่วนผสมต่างๆ เพื่อให้ได้สุราที่มีคุณภาพตามต้องการ

11. น้ำเชื้อ (essence or flavor) หมายถึงสารที่ปรุงขึ้นเพื่อใช้ผสมสุราให้มีสี กลิ่นและรสชาติตามต้องการ

12. สุราขาว หมายถึงสุราที่กลั่นได้จากน้ำสาของวัตถุดิบประเภทข้าวและน้ำตาล

13. สุราผสม สุราผสมพิเศษและสุราปรุงพิเศษ หมายถึงสุราที่ใช้น้ำยาสกัดหรือน้ำเชื้อปรุงแต่งขึ้นจากสุราขาวหรือเอทิลแอลกอฮอล์

14. สุราจีน หมายถึงสุราที่ปรุงแต่งตามตำรับจีนก๊วยต้งหรือสมุนไพร เพื่อให้มีสี กลิ่น รสและสรรพคุณของตัวยาตามต้องการ

15. สุราสากล หมายถึงสุราที่เป็นที่รู้จักกันทั่วโลกและมีกรรมวิธีเฉพาะในการผลิต ได้แก่ วิสกี้ เบียร์ เชน บรั่นดี ร้อยกา รัม ยิน เบียร์ ไวน์ สกอตและไซเดอร์

16. อัลคาลอยด์เป็นพิษ (toxic alkaloid) หมายถึงอัลคาลอยด์ที่มีขนาดรับประทานไม่เกิน 0.1 กรัม ตามตำรับเภสัช

17. โกลโคไซด์เป็นพิษ (toxic glycoside) หมายถึงโกลโคไซด์ที่มีขนาดรับประทานไม่เกิน 0.1 กรัม ตามตำรับเภสัช

18. กรรมวิธีเฉพาะ หมายถึงการทำสุราที่มีกระบวนการทำวัตถุดิบ การปรุงแต่งและการเก็บไว้นานตามวิธีการโดยเฉพาะของสุราชนิดนั้นๆ

(สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 2516)

การวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรมได้ทำการวิเคราะห์หาแอลกอฮอล์ในสุราทั่วประเทศ โดยชักตัวอย่างสุรากลั่น

1. ตำราที่มีขนาดบรรจุ ชื่อ ครา หรือเครื่องหมายการค้าและอื่นๆ เป็นไปในลักษณะเดียวกับชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มเพื่อการวิเคราะห์ อย่างละไม่เกินห้าลิตร

2. สุราที่ทำภายในประเทศ ชักตัวอย่างจากโรงงานสุรา ให้ทำภายใน 15 วัน หลังจากทำการบรรจุ

การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์นี้ ใช้วิธีของ Association of Official Agricultural Chemist (AOAC) ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน คือ

1. วิเคราะห์โดยการวัดความถ่วงจำเพาะด้วยพิคโนมิเตอร์ (pycnometer) หรือไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer) หรือคำนวณหาจากน้ำหนักของสุรานั้นๆ

2. วิเคราะห์โดยการไทโดโครเมตออกซิเดชัน (dichromate oxidation) คือ นำสารตัวอย่างมากลั่นลงในโบตลส์ เข้มโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ที่เป็นกรดและรูปปริมาตรที่แน่นอนแล้ว แอลกอฮอล์จะถูกออกซิไดส์ (oxidize) ไปเป็นกรดอะซิติก (acetic acid) โดยการไทความมรณ แล้วไทเกรต (titrate) ไโดโครเมตที่เหลือกับเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ โดยใช้โอโทฟีแนนทโรลีน (o-phenanthroline) เป็นอินดิเคเตอร์ (indicator)

3. วิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลวอยล์โดยใช้แก๊ส ลิกควิดโครมาโตกราฟีที่มีดีเทกเตอร์แบบแฟลมไอออนไนเซชัน (Flame Ionization Detector, FID) ใช้คอลัมน์ทองแดงขนาด $8' \times \frac{1}{4}"$ บรรจุ Chromosorb W ที่เคลือบด้วย 30 % Carbowax 1500 อุณหภูมิของคอลัมน์ 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของอินเจกเตอร์ (injector) และดีเทกเตอร์ 150 องศาเซลเซียส ใช้ฮีเลียมเป็นแครีเออร์แก๊ส (carrier gas) ปล่อยให้ไหลผ่านคอลัมน์ด้วยอัตราเร็ว 30 มิลลิลิตร/นาที และหาปริมาณของแอลกอฮอล์โดยการโอสารมาตรฐานลงในตัวอย่าง (internal standardization) หรือโดยการเทียบกับเคฟมาตรฐาน (standard curve)

4. วิเคราะห์โดยวิธีสีกลเลอริเมตริก (colorimetric method)

เป็นการวิเคราะห์โดยทำแอลกอฮอล์ที่ผ่านการวิเคราะห์ให้เกิดขึ้นด้วย DMAB และกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) แล้วนำใบวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 533 - 545 มิลลิเมตร (millimicron, m μ)

ส่วนผลของการวิเคราะห์นั้นกรมวิทยาศาสตร์ได้เปิดแบบ

Bouthilet (Bouthilet, Arthur Cysuti and Mas UEDA:1961)

ได้ทำการวิเคราะห์หาเอทิลแอลกอฮอล์ในไวน์โดยใช้แก๊สลิควิดโครมาโทกราฟี (Gas Liquid Partition Chromatography, GLPC) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่เขาคัดปรับปรุงขึ้นมาจากแก๊สลิควิดโครมาโทกราฟี เพื่อวิเคราะห์หาเอทิลแอลกอฮอล์ในห้องปฏิบัติการ เครื่องมือนี้มีคือเทอร์โมคอนดักทีวิตี (Thermal Conductivity Detector, TCD) ใช้คอลัมน์สแตนเลส (stainless column) ขนาด $6' \times \frac{11}{4}$ บรรจุ GC 22 super support ที่เคลือบด้วย 20% Carbowax 20 M ใช้ฮีเลียมเป็นแครีเออร์แก๊ส โดยปล่อยให้ไหลผ่านคอลัมน์ด้วยอัตราเร็ว 20 มิลลิลิตร/นาที อุณหภูมิของคอลัมน์ 115 - 120 องศาเซลเซียส ฉีดสารตัวอย่างครั้งละ 1.4 ไมโครลิตร อะซิโตน (acetone) เป็น internal standard

เขาคัดเปรียบเทียบผลการทดลองกับผลการทดลองของบุคคลอื่น พบว่าความแปรปรวนของผลการทดลองขึ้นอยู่กับผลของมากกว่าวิธีการทดลอง จากการศึกษาวิน 14 ตัวอย่างพบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ก็เป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรอยู่ระหว่าง 11.9 - 19.7 เปอร์เซ็นต์

Kahn และ Blessinger (J.H. Kahn and E.T. Blessinger : 1972)

ได้กล่าวถึงผลงานของนักเคมี 15 คน ที่มาร่วมกันศึกษาหาปริมาณของฟิว เชิลอยด์และส่วนประกอบอื่นๆ ในวิสกี โดยใช้แก๊สลิควิดโครมาโทกราฟี โดยแบ่งวิสกีออกเป็นสองพวกคือ พวกหนึ่งทดลองกับคอลัมน์ที่บรรจุ glycerol-1,2,6-hexanetriol และอีกพวกหนึ่งทดลองกับคอลัมน์แบบของ Association of Official Agricultural Chemist

คือ กอละมันที่บรรจุ Chromosorb W ที่เคลือบด้วย 30 % Carbowax 1500 จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติปรากฏว่า กอละมันที่บรรจุ glycerol-1,2,6-hexanetriol มีความสามารถในการวิเคราะห์หาฟิว เชลลอยล์มากกว่า และกอละมันแบบของ Association of Official Agricultural Chemist เหมาะสำหรับการหา n-propyl alcohol ในการที่เก็บมาส่วนมากใช้กอละมันชนิดแรก เพราะสามารถแยกและบอกปริมาณของ active anyl alcohol และ isoanyl alcohol ได้ดี และกอละมันชนิดนี้ยังปรับปรุงมาใช้กันมากในการวิเคราะห์หาฟิว เชลลอยล์

Kahn และ Blessinger ได้ทดลองหาฟิว เชลลอยล์โดยใช้แก๊สลิคควิดโครมาโทกราฟี ดังนี้คือ

1. ใช้แก๊สลิคควิดโครมาโทกราฟีที่มีดีเทคเตอร์แบบ flame ionization detector ใช้กอละมันทองแดงหรือเสตนเลสซึ่งบรรจุ 2 % glycerol และ 2 % 1,2,6-hexanetriol ขนาด $10' \times \frac{1}{8}"$ ใช้ฮีเลียมเป็นแครีเออร์แก๊ส ปล่อยให้ไหลผ่านกอละมันด้วยอัตราเร็ว 10 - 25 มิลลิลิตร/นาที อุณหภูมิของกอละมัน 80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของอินเจคเตอร์ 100 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิของดีเทคเตอร์ 125 องศาเซลเซียส ใช้ไฮโดรเจนและอากาศเป็นเชื้อเพลิง โดยปล่อยให้ไหลเข้าไปในดีเทคเตอร์ด้วยอัตราเร็ว 25 มิลลิลิตร/นาที และ 250 - 400 มิลลิลิตร/นาที ตามลำดับ

2. ใช้เครื่องมือเหมือนกับข้อ 1. แต่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (temperature programming) เมื่อหาอะเซทาลดีไฮด์ (acetaldehyde) และอะเซทัล (acetal)

ผลการเก็บมาปรากฏว่า การทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ นั้นไม่มีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ผลทางสถิติ และจากการเปรียบเทียบผลการทดลองของข้อ 1. กับผลการทดลองของ Association of Official Agricultural Chemist ปรากฏว่าใกล้เคียงกัน แต่วิธีการของ Association of Official Agricultural Chemist ไม่สามารถแยก active anyl alcohol และ isoanyl alcohol ออกจากกันได้

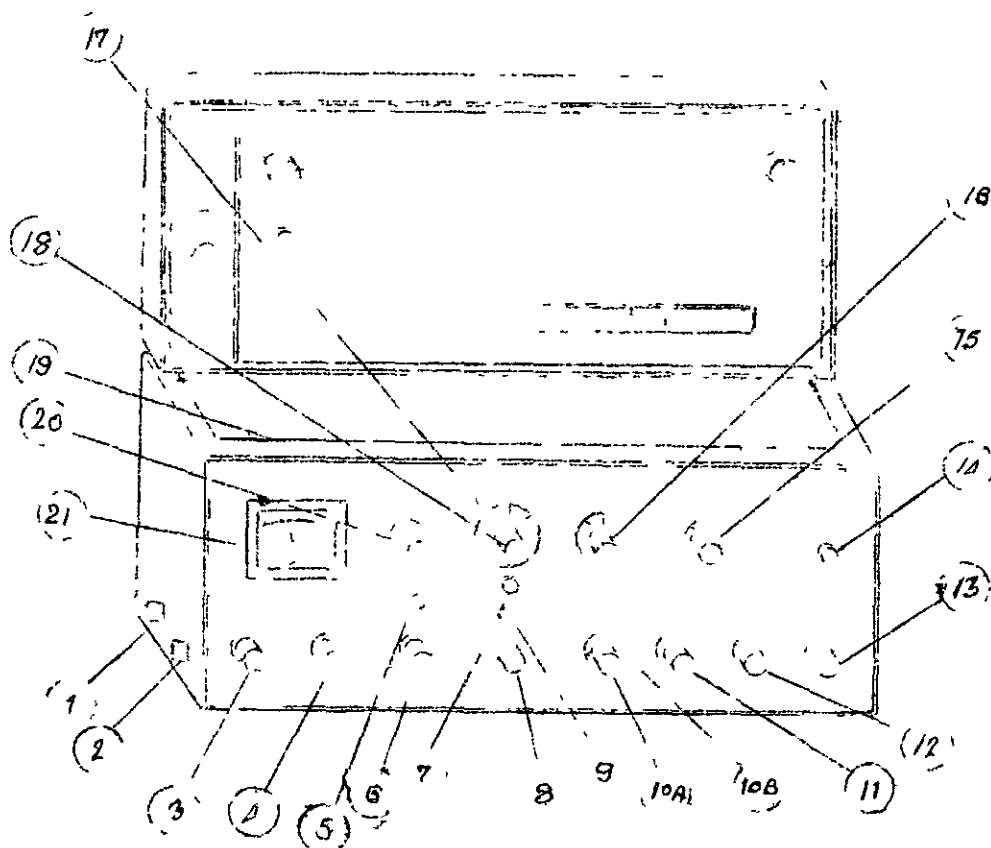
Dyer (Randolph H. Dyer . 1972) ได้รวบรวมผลการศึกษาวិธีการหาเมทิลแอลกอฮอล์ในสุราของนักเคมีหลายแห่งทำงานร่วมกัน โดยดัดแปลงแก๊สโครมาโทกราฟีของ Association of Official Agricultural Chemist วิเคราะห์หาแอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยด์มา เป็น chromatographic acid colorimetric method ผู้ทดลองแต่ละคนศึกษาตัวอย่างหกตัวอย่าง ตัวอย่างหนึ่ง เป็นตัวอย่างที่ผู้ทดลองและทราบปริมาณของ เมทิลแอลกอฮอล์แล้วคือ 0.151 เปอร์เซ็นต์ในเอทิลแอลกอฮอล์ 40 เปอร์เซ็นต์ และอีกห้าตัวอย่าง เป็นสุราที่ซื้อขายกันทั่วไปในท้องตลาด ผลการทดลองปรากฏว่า ตัวอย่างที่ทราบปริมาณของ เมทิลแอลกอฮอล์แล้วมี เมทิลแอลกอฮอล์ 0.150 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตัวอย่างอื่นๆ มีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์อยู่ระหว่าง 0.022 - 0.353 เปอร์เซ็นต์

Schoenenan และ Dyer (Robert L. Schoenenan and Randolph H. Dyer 1968) ได้รวบรวมผลการวิเคราะห์หาองค์ประกอบต่างๆ ในวิสกี้ โดยใช้วิธีการทางเคมีและฟิสิกส์ของ Association of Official Agricultural Chemist ที่ใช้แก๊สโครมาโทกราฟีหาแอลกอฮอล์และใช้ colorimetric method หาเอสเตอร์ ผู้ทดลองได้ศึกษาวิสกี้ชนิดต่างๆ กันนี้คือ วิสกี้ที่ทำมาจากข้าวเจ้า 85 ชนิด วิสกี้ที่ทำมาจากข้าวไรน์ 10 ชนิดและวิสกี้ที่ทำมาจากข้าวโพด 17 ชนิด ตัวอย่างทั้งหมดนี้ได้นำมาจากโรงงานกลั่นสุรา 42 แห่ง ผลการทดลองพบว่าปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยด์ ดังมีการวาง 2 ปริมาณแอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยด์ในวิสกี้ (กรัม/100กรัม)

วัตถุดิบ	ข้าวเจ้า			ข้าวโพด			ข้าวไรน์		
ปริมาณ แอลกอฮอล์	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
fusel oil	334.0	107.0	189.0	301.0	124.0	192.0	332.0	176.1	233.0
n-propyl alc.	27.0	3.1	12.7	26.7	7.8	14.0	23.9	12.3	18.2
isobutyl alc.	112.7	20.4	37.6	107.1	21.0	41.7	119.7	53.4	75.2
isoamyl alc.	227.0	42.0	153.6	210.9	118.8	154.7	194.6	122.5	157.4

alc. = alcohol

ภาพ 1 เครื่องแกสโครมาโทกราฟี (Perkin Elemer, Model 880 - 881)



- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1.COLUMN FLOW SENSING Valve | 11.BALANCE Control |
| 2.COLUMN FLOW REFERENCE Valve | 12.COARSE ZERO Control |
| 3.INJECTOR Heater Power Control | 13.FINE ZERO Control |
| 4.DETECTOR Heater Power Control | 14.IGNITE Button |
| 5.POWER Pilot | 15.ATTENUATION Switch |
| 6.POWER Switch | 16.INITIAL PERIOD Control |
| 7.Program Pilot | 17.Final Temperature Control |
| 8.PROGRAM RATE Selector | 18.COLUMN TEMPERATURE Control |
| 9.Program Rate Indicator | 19.Access Panel |
| 10.POLARITY Switch | 20.METER SELECTOR Switch |
| A.Recorder | 21.Temperature Meter (CELCIOUS) |
| B.Zero | |

Brunelle (Richard L. Brunelle : 1968) ใช้วิเคราะห์หาปริมาณฟิว เชลลอสล์ในสุราด้วยแก๊สลิคควิดโครมาโตกราฟฟีที่มีดีเทคเตอร์แบบ flame ionization detector ใช้คอลัมน์ทองแดงขนาด $8' \times \frac{1}{4}$ นิ้ว บรรจุ Chromosorb W ที่เคลือบด้วย 30 % Carbowax 1500 ใช้ฮีเลียมเป็นแคเรียสแก๊ส ปล่อยให้ไหลผ่านคอลัมน์ด้วยอัตราเร็ว 150 มิลลิลิตร/นาที อุณหภูมิของคอลัมน์ 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของฮีเทรเจนและดีเทคเตอร์ 150 องศาเซลเซียส ใช้ isobutyl alcohol เป็น internal standard ทดลองกับตัวอย่างสี่ชนิด ผลปรากฏว่าตัวอย่างแต่ละชนิดมี n-propyl alcohol 2.8 - 20.1 กรัม/100 ลิตร isobutyl alcohol 0.9 - 51.0 กรัม/100 ลิตร isoamyl alcohol 3.4 - 18.6 กรัม/100 ลิตร เขาได้นำผลของการทดลองนี้ไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองกับตัวอย่างเดียวกันตามวิธีของ Association of Official Agricultural Chemist ซึ่งพบว่ามีปริมาณของฟิว เชลลอสล์อยู่ระหว่าง 7.5 - 22.6 กรัม/100 ลิตร ปรากฏว่าผลที่ได้จากการทดลองตามวิธีของเขา นั้นมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าผลที่ได้จากการศึกษาตามวิธีของ Association of Official Agricultural Chemist และความเบี่ยงเบนมาตรฐานนี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมี active amyl alcohol อยู่ใน isoamyl alcohol ดังนั้นผู้ที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่จึงนิยมใช้แก๊สลิคควิดโครมาโตกราฟฟีในการวิเคราะห์หาฟิว เชลลอสล์ มากกว่าที่จะใช้วิธีของ Association of Official Agricultural Chemist เพราะแก๊สลิคควิดโครมาโตกราฟฟีประหยัดเวลาและสามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้อง แม่นยำ กว่าวิธีอื่นๆ

Arthur (Caputi Arthur, Jr., 1970) ได้ทดลองหาเอทิลแอลกอฮอล์ในไวน์โดยใช้วิธี chemical oxidation ของ Association of Official Agricultural Chemist และใช้เครื่องกลั่นแบบ Micro Kjeldhal วาดการศึกษาไวน์ชนิดต่างๆ กัน 14 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณของเอทิลแอลกอฮอล์อยู่ระหว่าง 11.55 - 23.47 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.039 - 0.070 นับว่าวิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้หาเอทิลแอลกอฮอล์ได้วิธีหนึ่ง

ความสำคัญของการศึกษาและทดลอง

1. ผลของการศึกษาและทดลองครั้งนี้จะช่วยให้ทราบถึงชนิดและปริมาณของ แอลกอฮอล์และฟิว เชลลอลในสุราและ เมรัยแต่ละชนิด อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อ ผู้บริโภคในการ เลือกรับบริโภค และอาจผลิต และบุกลหรือดื่มในงานที่เกี่ยวข้องกับการ กำหนด ตรวจสอบมาตรฐานสุราในการควบคุมการผลิตสุราและ เมรัยให้อยู่ในมาตรฐาน
2. การศึกษาและทดลองครั้งนี้จะ เป็นแนวทางใหม่ในการค้นหาและวิจัยในด้านนี้ กว้างขวางยิ่งขึ้น

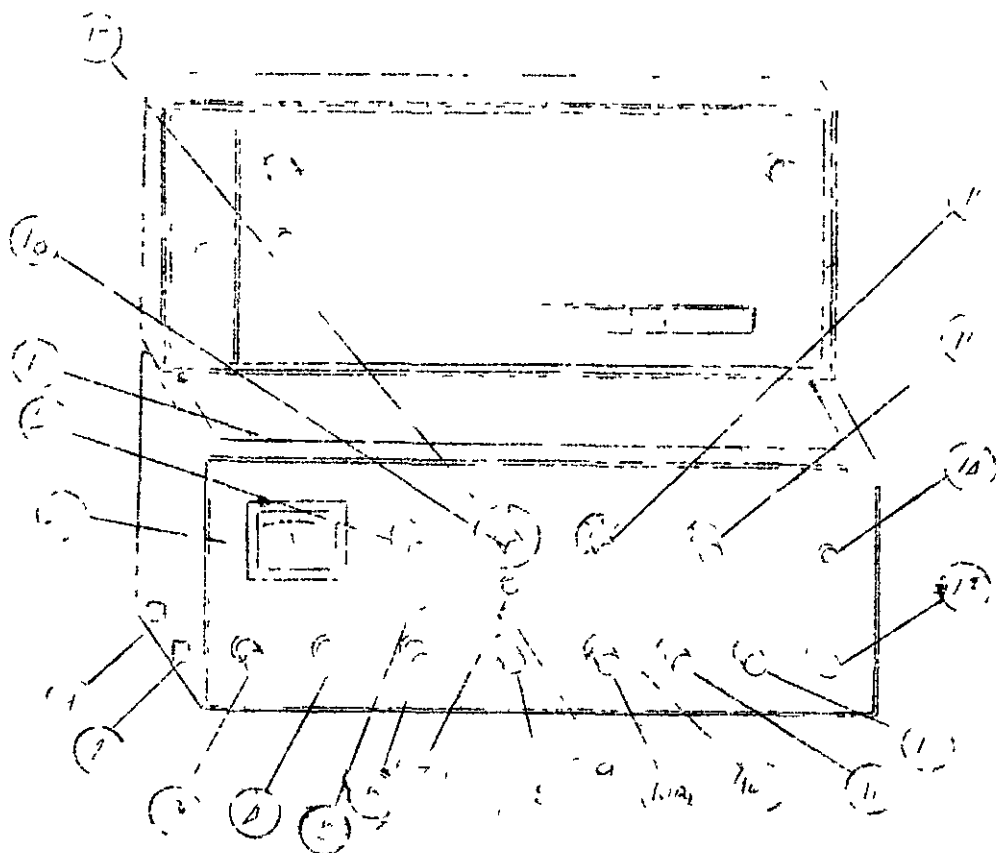
สมมติฐานในการศึกษาและทดลอง

1. สุรา น่าจะมีปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ไม่เกิน 60 เปอร์เซ็นต์
2. สุราที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกันเองในชนบท น่าจะมีปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์สูงกว่าสุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด
3. สุราที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกันเองในชนบทน่าจะมีปริมาณของฟิว เชลลอล สูงกว่าสุราที่มีขายอยู่ทั่วไปในท้องตลาด
4. ปริมาณของฟิว เชลลอลที่มีอยู่ในสุราและ เมรัยทุกชนิดน่าจะจะไม่เกิน 2500 ส่วนในล้านส่วน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาและทดลอง

เครื่องมือที่สำคัญในการศึกษาและทดลองครั้งนี้ ได้แก่ แก๊สโครมาโทกราฟ (Perkin Elmer, model 880-881) ที่มีคิเทกเตอร์แบบ flame ionization detector และคอลัมน์ส เทน เดสทอนาก 6' x $\frac{1}{8}$ " บรรจุไว้ด้วย Ucon LB 550X

ภาพ 1 เครื่องแกสโครมาโทกราฟี (Perkin Elemer, Model 880 - 881)



- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1.COLUMN FLOW SENSING Valve | 11.BALANCE Control |
| 2.COLUMN FLOW REFERENCE Valve | 12.COARSE ZERO Control |
| 3.INJECTOR Heater Power Control | 13.FINE ZERO Control |
| 4.DETECTOR Heater Power Control | 14.IGNITE Button |
| 5.POWER Pilot | 15.ATTENUATION Switch |
| 6.POWER Switch | 16.INITIAL PERIOD Control |
| 7.Program Pilot | 17.Final Temperature Control |
| 8.PROGRAM RATE Selector | 18.COLUMN TEMPERATURE Control |
| 9.Program Rate Indicator | 19.Access Panel |
| 10.POLARITY Switch | 20.METER SELECTOR Switch |
| A.Recorder | 21.Temperature Meter (CELCIOUS) |
| B.Zero | |

บทที่ 2

ทฤษฎีแก๊สโครมาโตกราฟี

แก๊สโครมาโตกราฟี เป็นวิธีการหนึ่งที่จะแยกสารที่ระเหยได้ออกจากกันโดยทำให้สารนั้นกลายเป็นไอ และเมื่อมีแก๊สพาไอนี้ผ่านเข้าไปในคอลัมน์ซึ่งบรรจุไว้ด้วยสารชนิดต่างๆ ที่ปฏิกิริยาเคมีในการหน่วง เช่นเยื่อหรืออนุภาคไวของสารที่ต้องการแยกไว้ไว้ไม่เท่ากัน สารที่มีน้ำหนักโมเลกุลไม่เท่ากันจะถูกหน่วง เช่นเยื่อหรืออนุภาคไวแล้วปล่อยให้พุ่งกระจายออกไปด้วยอัตราเร็วไม่เท่ากัน

แก๊สโครมาโตกราฟีแบ่งออกเป็นสองชนิด คือ

1. แก๊สโซลิดโครมาโตกราฟี (Gas Solid Chromatography, GSC)
2. แก๊สลิควิดโครมาโตกราฟี (Gas Liquid Chromatography, GLC)

แก๊สโครมาโตกราฟีทั้งสองชนิดนี้มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ

1. Moving Phase หรือส่วนที่เคลื่อนที่ไป เป็นแก๊สหรือแก๊สที่เคลื่อนที่นำสารที่ต้องการจะแยกให้ผ่านเข้าไปในคอลัมน์
2. Stationary Phase หรือส่วนที่อยู่กับที่ เป็นสารที่บรรจุอยู่ในคอลัมน์ใช้สำหรับแยกไอของสารแต่ละชนิดออกจากกัน ถ้าเป็นแก๊สโซลิดโครมาโตกราฟี stationary phase จะเป็นของแข็งที่มีปฏิกิริยาเคมีในการกักขัง ถ้าเป็นแก๊สลิควิดโครมาโตกราฟี stationary phase จะเป็นของแข็งที่ไม่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยา (inert) และเคลือบ (coat) ด้วยของเหลวบางชนิดที่มีปฏิกิริยาเคมีในการที่จะหน่วง - หน่วงสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างกันไว้ได้ไม่เท่ากัน

ส่วนประกอบที่สำคัญของแก๊สลิควิดโครมาโตกราฟี

1. Pressure Regulator เป็นตัวปรับอัตราการไหลของแก๊สหรือแก๊สจากภาชนะที่บรรจุไว้ให้คงที่อยู่เสมอ
2. Carrier Gas เป็น moving phase หรือแก๊สที่เคลื่อนที่นำไอของสารตัวอย่างให้ผ่านเข้าไปในคอลัมน์ แก๊สที่นิยมใช้กันมากที่สุดก็คือ ฮีเลียม เพราะแก๊สนี้

จะไม่ถูก stationary phase เหนียวไว้และไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยากับการตอบสนอง (response) ของสารอื่นของเครื่องตรวจจับ แก๊สอื่นๆ ที่ใช้ เป็นแก๊สเฉื่อย แก๊สไนโตรเจน ไนโตรเจน อาร์กอน การรับชมโคจรออกไซด์และอากาศ แก๊สเหล่านี้ไม่มีปฏิกิริยาใดๆ กับสารที่วิเคราะห์ เป็นแก๊สสมบูรณ์ในอุดมคติ เช่น อีเลียม มีความหนืด (viscosity) น้อยกว่าไนโตรเจนและอากาศ ซึ่งความหนืดจะทำให้ความแตกต่างของค่าคงที่การกระจายตัวเข้าไปในคอลัมน์ จึงไม่ใช้กับคอลัมน์ยาวและบรรจุ stationary phase ไว้แน่นมาก ส่วนไนโตรเจนและอากาศนั้นอาจจะเกิดออกซิเดชัน (oxidation) หรือรีดักชัน (reduction) กับสารตัวอย่างที่อุณหภูมิสูงๆ ได้

3. Sample Injector เป็นส่วนของเครื่องที่ใ้ฉีดสารตัวอย่าง เข้าไปจะทำให้สารตัวอย่างนั้นกลายเป็นไอได้ทันที ผ่านในอุโมงค์เข็มฉีดยา (hypodermic syringe) ฉีดสารตัวอย่าง เข้าไปในแก๊สเฉื่อยซึ่งจะไหลเข้าไปในคอลัมน์ โดยผ่านทางแผ่นยาง (rubber septum)

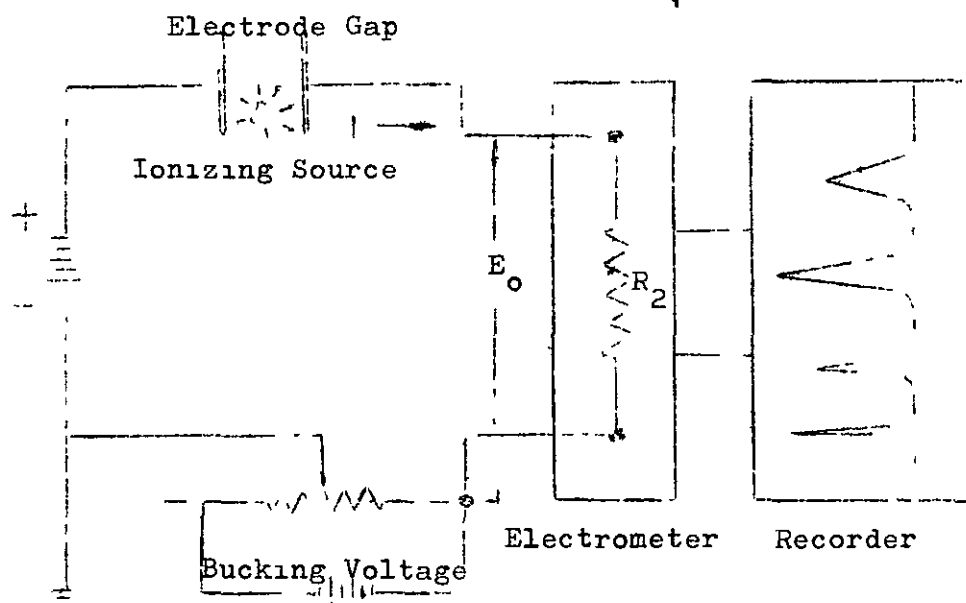
4. Column เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดและถือว่าเป็นหัวใจของ เครื่องมือ มีลักษณะ เป็นท่อน้ำยาวทองแดง เหล็ก สเตนเลส หรือแก้ว ส่วนในอุโมงค์เข็มฉีดยาตรงกลางยาวสี่มิลลิเมตร และมีความยาวอย่างอื่นหนึ่ง เมตรหรือมากกว่า ทำเป็นขดหรือโค้งตามต้องการ ข้างในบรรจุ stationary phase ไว้ คอลัมน์แต่ละชนิดจะบรรจุ stationary phase ที่มีคุณสมบัติเฉพาะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับชนิดของสารที่ต้องการจะแยก

5. Detector เป็นส่วนของเครื่องที่ใช้วัดและบอกปริมาณของสารต่างๆ ที่คอลัมน์ได้ทำการแยกออกมาเป็นชิ้นๆ เครื่องตรวจจับมีหลายชนิดด้วยกัน แต่ละชนิดจะมีหลักการสร้างและวิธีใช้แตกต่างกันออกไป ในการพิจารณาถึงลักษณะของเครื่องตรวจจับที่จะนำมาใช้นั้น ควรจะพิจารณาถึง ความสะดวกในการใช้สอย วิธีการไม่ยุ่งยากซับซ้อน ราคาถูก ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลของแก๊สเฉื่อยหรือการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และเป็นเครื่องตรวจจับที่ตอบสนองต่อสารทุกชนิด (universal detector) แต่อย่างไรก็ตามบางครั้งก็จำเป็นต้องใช้เครื่องตรวจจับที่ตอบสนองต่อสาร เฉพาะอย่างซึ่งมีอยู่

เทอร์มิสทริสไม่สามารถวิเคราะห์ได้
ก็เทกเทอร์มิสที่ต่างๆ กัน

5.1 Thermal Conductivity Detector (TCD) เป็นที่เทกเทอร์มิส
สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการนำความร้อนของแก๊สที่ว่า อัตราการสูญเสียไปของความร้อน
จากแหล่งกำเนิดขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของแก๊สที่บรรจุอยู่ แหล่งกำเนิดนั้น คือ เทกเทอร์มิส
นี้ตอบสนองต่อสารทุกชนิด และไวต่อกับสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอน

5.2 Ionization Detector สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักที่ว่า การนำไฟฟ้า
ของแก๊สจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของประจุ (charged particle) ในแก๊สนั้น



ภาพ 2 วงจรของเทกเทอร์มิสแบบ IONIZATION DETECTOR

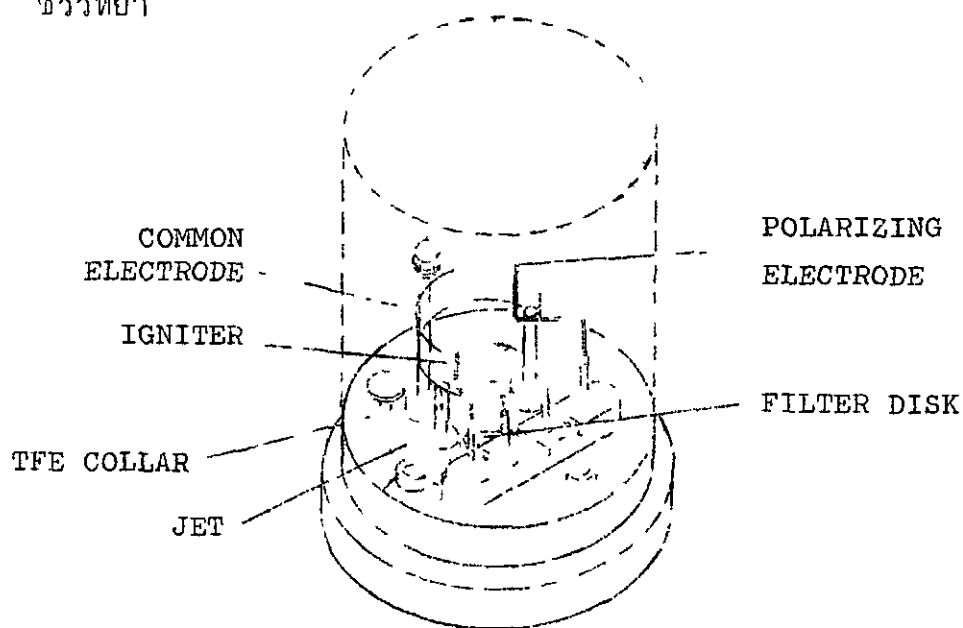
เทกเทอร์มิสที่สร้างโดยอาศัยหลักนี้ ได้แก่

5.2.1 Flame Ionization Detector (FID) มีหลักการทำงานดังนี้คือ
เมื่อแก๊สที่ไหลออกมาจากคอลัมน์เข้าไปรวมกับไฮโดรเจนในเทกเทอร์มิสแล้วจะเกิดการลุก
ไหม้ขึ้นในอากาศหรือออกซิเจนที่ใช่ เป็นเชื้อเพลิงในเทกเทอร์มิสนั้น สารต่างๆ ในแก๊ส
แก๊สจะถูกทำให้แตกตัวออก (ionized) เป็นไอออน (ion) และอิเล็กตรอนซึ่งจะวิ่ง

โดยใช้ช่องว่างระหว่างอิเล็กโทรด (electrode gap) ทำให้ความต้านทานของวงจรเปลี่ยนแปลง กระแสไฟฟ้าก็จะสามารถไหลในวงจรภายนอกและส่งต่อไปยังตัวบันทึก (recorder) ได้ ก็เทคนิคแบบนี้จะครอบคลุมของสารแทบทุกชนิดนอกจาก

He	Ne	Ar	Kr	Xe	O ₂	N ₂
CS ₂	CO ₂	H ₂ S	SO ₂	NO	NO ₂	N ₂ O
NH ₃	CO	CO ₂	H ₂ O	SiCl ₄	SiHCl ₃	SiF ₄

เนื่องจากเทคนิคแบบนี้ไม่ครอบคลุมของน้ำและอากาศ จึงเหมาะที่จะใช้วิเคราะห์สารต่างๆ ในน้ำและอากาศ เช่น เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมแอลกอฮอล์และสารต่างๆ ทางชีววิทยา



ภาพ 3 Flame Ionization Detector

5.2.2 Electron Capture Detector (ECD) ที่เทคนิคนี้วัดกระแสไฟฟ้าที่สูญหายไปแทนการวัดกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวงจร ก็คือ สารที่ไนโตรเจนซึ่งเป็นแคโรทีนอยด์ไหลผ่านเข้าไปในดีเทกเตอร์ ทริเทียม (tritium) หรือ N_1^{63}

จะทำให้โมเลกุลของไนโตรเจนแตกตัวออกให้ slow electron และ slow electron
นี้จะเคลื่อนที่ (migrate) ไปสะสมอยู่ที่แอโนด (anode) ซึ่งถ้ามีเป็นจำนวนมาก
จะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรลดลง ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่สูญหายไปนี้จะสามารถ
ใช้ทราบถึงปริมาณและ electron affinity ของสารประกอบได้ ที่เทคนิคนี้ใช้
ว่องไวในการตอบสนองต่อสารพวก alkyl halide, conjugated carbonyl, nitrile
nitrate และ organometal แต่จะไม่ไวต่อสารพวกไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์
และคีโตน (ketone) electron capture นี้เหมาะสำหรับวิเคราะห์ยาฆ่าแมลง
(insecticide) ที่มีฮาโลเจน (halogen) เป็นองค์ประกอบ

5.2.3 helium detector ที่เทคนิคนี้ใช้รังสีบีตา (B-particle)
จากทริเทียมและสสารไฟฟ้าแรงสูง ทำให้ฮีเลียมอยู่ในสถานะที่ไม่อยู่ตัว (metastable
state) ซึ่งมี ionization potential = 19.8 อิเล็กตรอนโวลต์ (electron
volt, eV) สารต่างๆ ที่มี ionization potential ต่ำกว่านี้จะถูกทำให้แตกตัวออก
และให้สัญญาณไฟฟ้าออกมาได้ ที่เทคนิคนี้จะตอบสนองต่อสารทุกชนิด โดยเฉพาะ
อย่างยิ่งสารที่เป็นของเหลว

5.2.4 alkali flame detector ที่เทคนิคนี้ต่างจาก flame
ionization detector คือ

5.2.4.1 ปลายที่หักเฟลมเป็น alkali salt tip ทั่วไปใช้ CsBr
และ Rb₂SO₄

5.2.4.2 อัตราการไหลของอากาศต่ำกว่า คือ ประมาณ 130 มิลลิกรัม/นาที
แทนที่จะเป็น 300 - 400 มิลลิกรัม/นาที และใช้โบภาวะที่มีออกซิเจนน้อยพร้อมทั้งรักษา
อัตราการไหลของอากาศให้คงที่อยู่เสมอ เพราะจะช่วยให้ที่เทคนิคทำงานได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

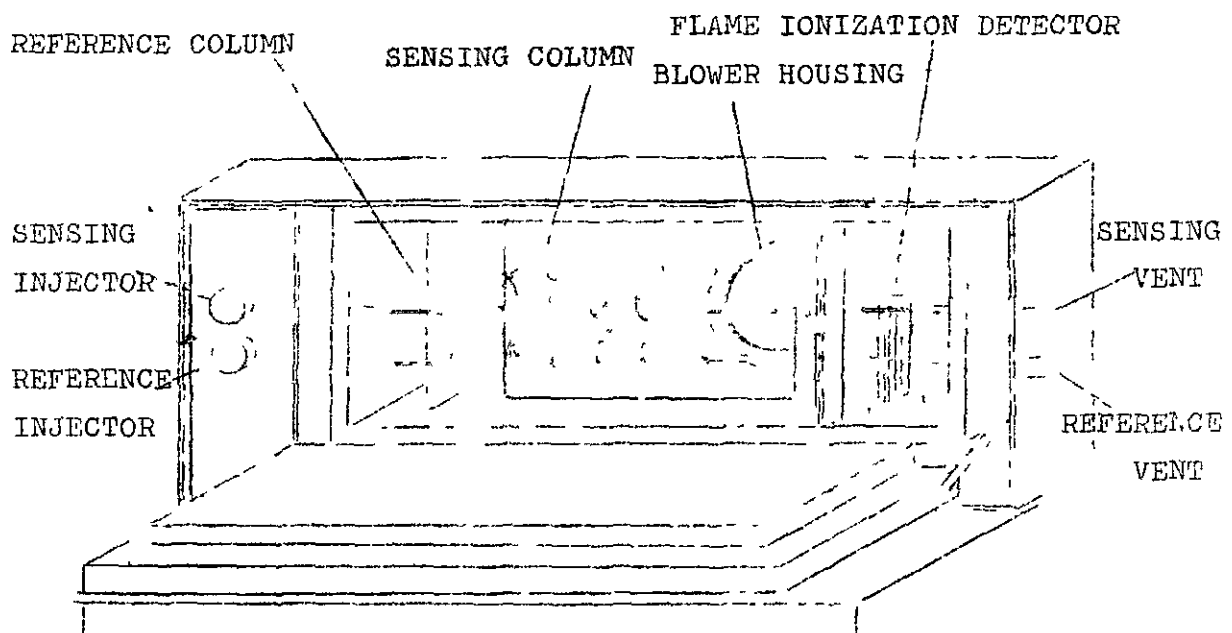
5.2.4.3 การจัดอิเล็กโทรด

ที่เทคนิคนี้เหมาะสำหรับวิเคราะห์ยาฆ่าแมลงพวก organophosphate
นอกจากนี้ยังมี cross-section detector Argon ionization detector

และ radio frequency detector

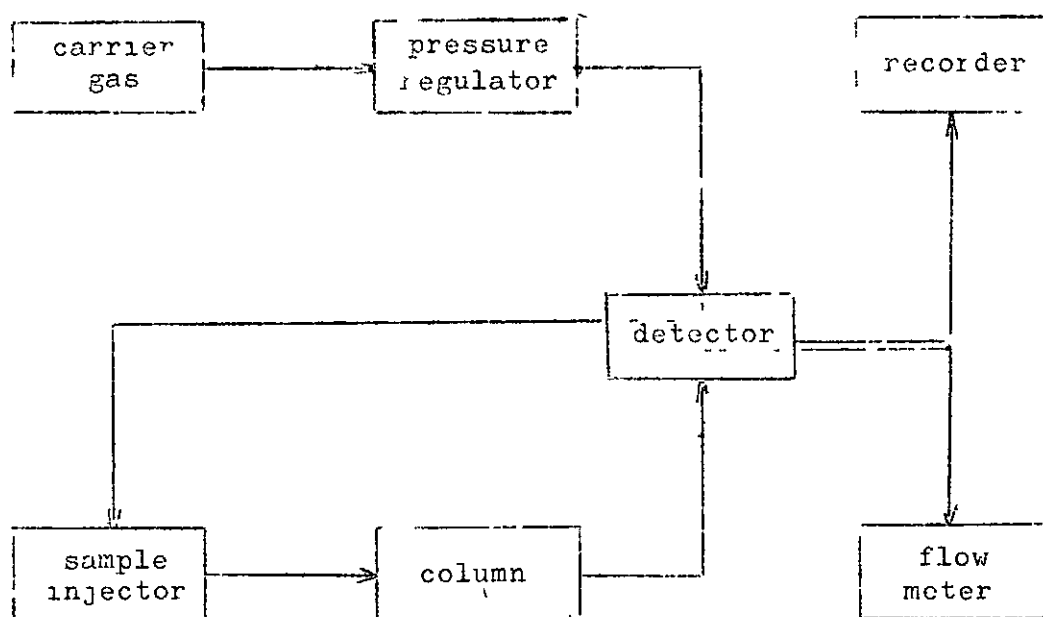
ผลลัพ์ที่อ่าน เป็นปริมาณจากกีเทกเตอร์นี้จะถูกบันทึกอย่างอัตโนมัติใน recorder ซึ่งปรึมาเป็นพีค (peak) และ เป็นอัตราส่วนโดยเทียบกับเวลา

6. Heating Oven เป็นส่วนของ เครื่องที่ปลักหะเป็นห้อง (chamber) ซึ่งไว้เป็นที่กักตัวของคอลัมน์ สามารถปรับอุณหภูมิได้ทางแผงการ เพื่อช่วยให้สารที่วิ่งเข้ามาในคอลัมน์ เป็นแก๊สอยู่ตลอดเวลา มีเครื่องมือหลายส่วนที่สร้างขึ้นเพื่อเปลี่ยนอุณหภูมิขณะที่ทำการแยกสารซึ่ง เรียกว่า temperature programming เพื่อช่วยให้สามารถแยกสารได้หมดและมีช่วง เวลาที่สารถูกหน่วง เทียบอยู่ในคอลัมน์แล้วปรากฏออกมา เป็นพีค (retention time) ที่เหมาะสม



ภาพ 4 HEATING OVEN

7. Recorder เป็นส่วนของ เครื่องที่รับสัญญาณมาจากกีเทกเตอร์แล้วแปรสัญญาณนั้นออกมาในรูปของพีคและบันทึกลงบนแผนกระดาษกราฟ



ภาพ 5 แผนผังของ เครื่องแกสลิกโครกราฟี

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. ตัวอย่าง

1.1 การเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างจากสุราและ เมรัย โดยไม่คำนึงถึงว่าสุราและ เมรัยนั้นๆ ผลิตขึ้นเมื่อใด แต่จะต้องอยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะดื่มได้

1.2 การแบ่งตัวอย่าง แบ่งออกเป็นกลุ่มต่างๆ ดังนี้ คือ

1.2.1 สุรา แบ่งออกเป็นสองพวกคือ

1.2.1.1 สุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด ได้แก่สุราที่มีชื่อเรียกทั่วไปถึงที่ ขาววิสกี้ ไก่ขาววิสกี้ แม่โขง กวางทอง สุราขาว สุราจีนชนิดต่างๆ ไก่แดง ยืน รมย์ ฯลฯ

1.2.1.2 สุราที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกันเองในชนบท ได้แก่ สุรา - เกี๊ยที่ผลิตขึ้นในท้องถิ่นต่างๆ

1.2.2 เมรัย แบ่งออกเป็นสองพวกคือ

1.2.2.1 เมรัยที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด ได้แก่เมรัยที่มีชื่อเรียกทั่วไป ดังนี้ เบียร์ไทยตราสิงห์ เบียร์คำมฤต เบิร์ทไวน์ ไวท์ไวน์ ฯลฯ

1.2.2.2 เมรัยที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกันเองในชนบท ได้แก่เมรัย ที่มีชื่อเรียกทั่วไปดังนี้ กระแช่ สาโท อุ น้ำขาว ฯลฯ

2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.1 เครื่องมือที่ใช้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ได้แก่ แกสลิตอวิค - โกรมาโตกราฟฟี (Perkin Elmer, Model 880-881) ที่มีสภาวะของเครื่องมือ (condition) ดังนี้

2.1.1 แก๊สแอร์แกส ใช้ไนโตรเจน ปล่อยให้ไหลเข้าไปในถังผสมด้วย อัตราเร็ว 30 มิลลิลิตร/ นาที

2.1.2 ถังผสม ใช้ถังผสมสแตนเลสขนาด $6" \times \frac{1}{4}"$ ขดเป็นเกลียว ภายในบรรจุด้วย Ucon LB 550 X อุณหภูมิที่ทำการทดลอง 75 - 130 องศาเซลเซียส โดย

ให้คุณภาพเพิ่มขึ้น 16 องศาเซลเซียส/นาฬิกา

2.1.3 อินเจกเตอร์ คุณภาพที่ทำการทดลอง 115 องศาเซลเซียส

2.1.4 ก๊าซเผาไหม้ ใช้ flame ionization detector มีไฮโดรเจนไหลเข้าจากอากาศเป็นเชื้อเพลิง โดยปล่อยให้ไหลเข้าไปในแก๊สเผาไหม้ด้วยอัตราเร็ว 3 มิลลิกรัม/นาฬิกา และ 500 มิลลิกรัม/นาฬิกา ความสำคัญ คุณภาพที่ทำการทดลอง 125 องศาเซลเซียส

2.2 สารเคมีที่ใช้

สารมาตรฐาน ไกลคอล

- methyl alcohol
- ethyl alcohol
- n- propyl alcohol
- isobutyl alcohol
- amyl alcohol ซึ่งประกอบด้วย active amyl alcohol และ isoamyl alcohol ประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์และ 78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.3 วิธีการทดลอง

2.3.1 สารมาตรฐาน นำแก๊สออกไซด์มาตรฐานแต่ละชนิดมาฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีโดยตรงที่ละชนิด โดยฉีดชนิดละสองครั้ง ครั้งละสามไมโครลิตร

2.3.2 ตัวอย่าง นำตัวอย่างมาฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีโดยตรง โดยฉีดตัวอย่างละสี่ครั้ง ครั้งละสามไมโครลิตร สองครั้งแรกตั้งความไวของเครื่อง (attenuation) x 10K ส่วนสองครั้งหลังตั้งความไวของเครื่อง x500 ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความไวของเครื่องให้สามารถบอกปริมาณของพีค เช็ดออกด้วยกระดาษซับแห้ง

2.4 การทดลอง เพื่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแก๊สออกไซด์และพีค เบริดจ์ โดยวิธีต่างๆ ซึ่งมีดังนี้

2.4.1 การ เก็บไว้นาน นำสารที่กลั่นและผสมใหม่ๆ มาฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีครั้งหนึ่งแล้ว เก็บไว้ และนำไปฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีอีก เมื่อเก็บ

ไว้ได้เป็นเวลานาน. หนังสือพิมพ์ สองสัปดาห์ ห้าสัปดาห์ แปดสัปดาห์ และสิบสัปดาห์
ทดลองกับตัวอย่างห้าตัวอย่าง นำผลที่ได้จากการฉีกแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบ กัน
เพื่อดูว่าการ เก็บไว้นานจะทำให้ปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลลอลอยล์เปลี่ยนแปลงไป
หรือไม่ อย่างไร

2.4.2 การใช้ถ่านเซไว นำสุรามาฉีกเข้า เครื่องแกสโครมาโตกราฟีครั้งหนึ่ง แล้วเอาถ่านกระดก
มาเซไว และนำไปฉีกเข้า เครื่องแกสโครมาโตกราฟีอีก เมื่อเซถ่านไว้ไถนาน หนึ่งวัน
สามวัน และหนึ่งสัปดาห์ ทดลองกับตัวอย่างห้าตัวอย่าง นำผลที่ได้จากการฉีกแต่ละครั้ง
มาเปรียบเทียบ กัน ทั้งนี้เพื่อดูว่า การใช้ถ่านเซไวนี้จะสามารถทำให้ปริมาณของแอลกอฮอล์
และฟิว เชลลอลอยล์เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร

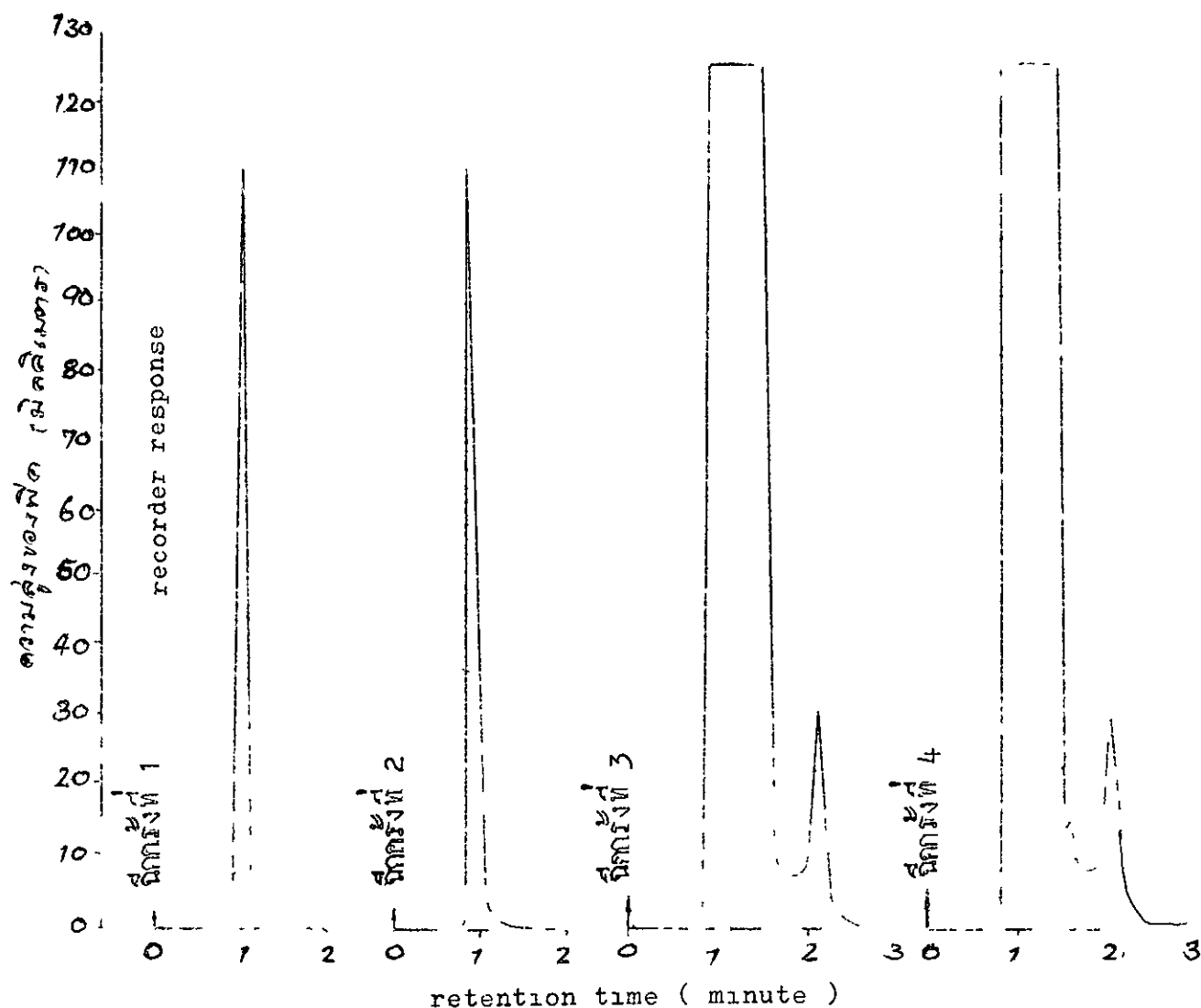
2.4.3 การทำให้ระเหย นำสุรามาฉีกเข้า เครื่องแกสโครมาโตกราฟีครั้ง
หนึ่ง แล้วนำไปทำให้ระเหยโดย เป่าควาย เครื่อง เป่าผมจนปริมาตร ลดลงไปในหนึ่งส่วนในสิบ
ส่วนของปริมาตรทั้งหมด และนำส่วนที่เหลือไปฉีกเข้า เครื่องแกสโครมาโตกราฟีอีกครั้งหนึ่ง
ทดลองกับตัวอย่างสิบตัวอย่าง นำผลที่ได้จากการฉีกแต่ละครั้งมา เปรียบ เทียบกันทั้งนี้ เพื่อดู
ว่า การทำให้ระเหยนี้จะสามารถทำให้ปริมาณของแอลกอฮอล์เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

2.4.4 การกลั่น นำสุรามาฉีกเข้า เครื่องแกสโครมาโตกราฟีครั้งหนึ่ง
แล้วนำไปกลั่นที่อุณหภูมิ 78 – 90 องศาเซลเซียส จากนั้นนำส่วนที่ได้จากการกลั่นและ
ส่วนที่เหลือจากการกลั่นไปฉีกเข้า เครื่องแกสโครมาโตกราฟีอีกครั้งหนึ่ง นำผลที่ได้จากการ
ฉีกแต่ละครั้งมา เปรียบ เทียบกัน ทั้งนี้เพื่อดูว่า การกลั่นนี้จะทำให้ปริมาณของแอลกอฮอล์และ
ฟิว เชลลอลอยล์เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลลอลอยล์ในตัวอย่าง

เมื่อได้ข้อมูล ดัง เช่นที่ได้จากตัวอย่างสุราที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกัน เองใน
ชนบทที่ 20 ซึ่งมีลักษณะดังนี้

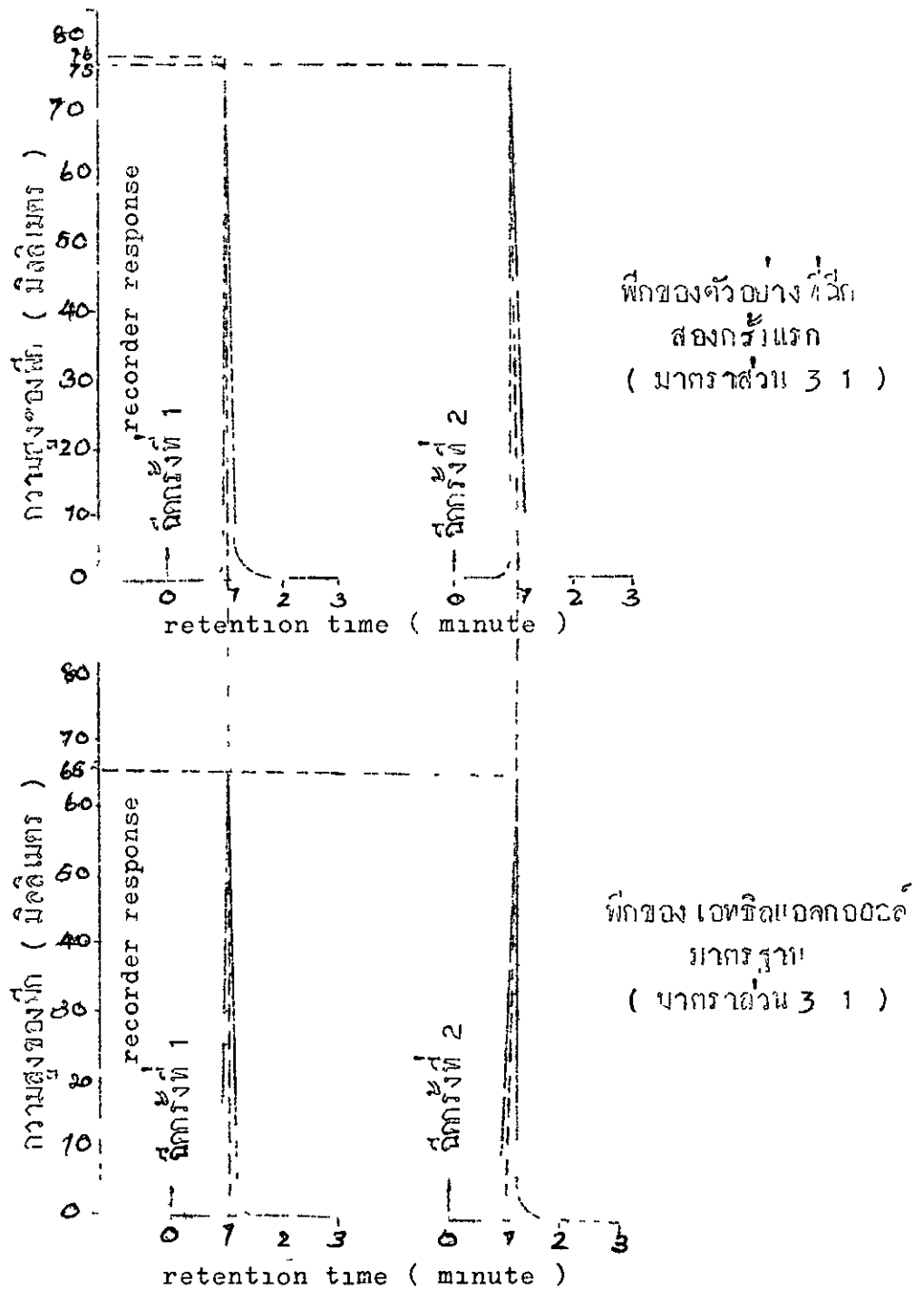
มาตราส่วน 2.1



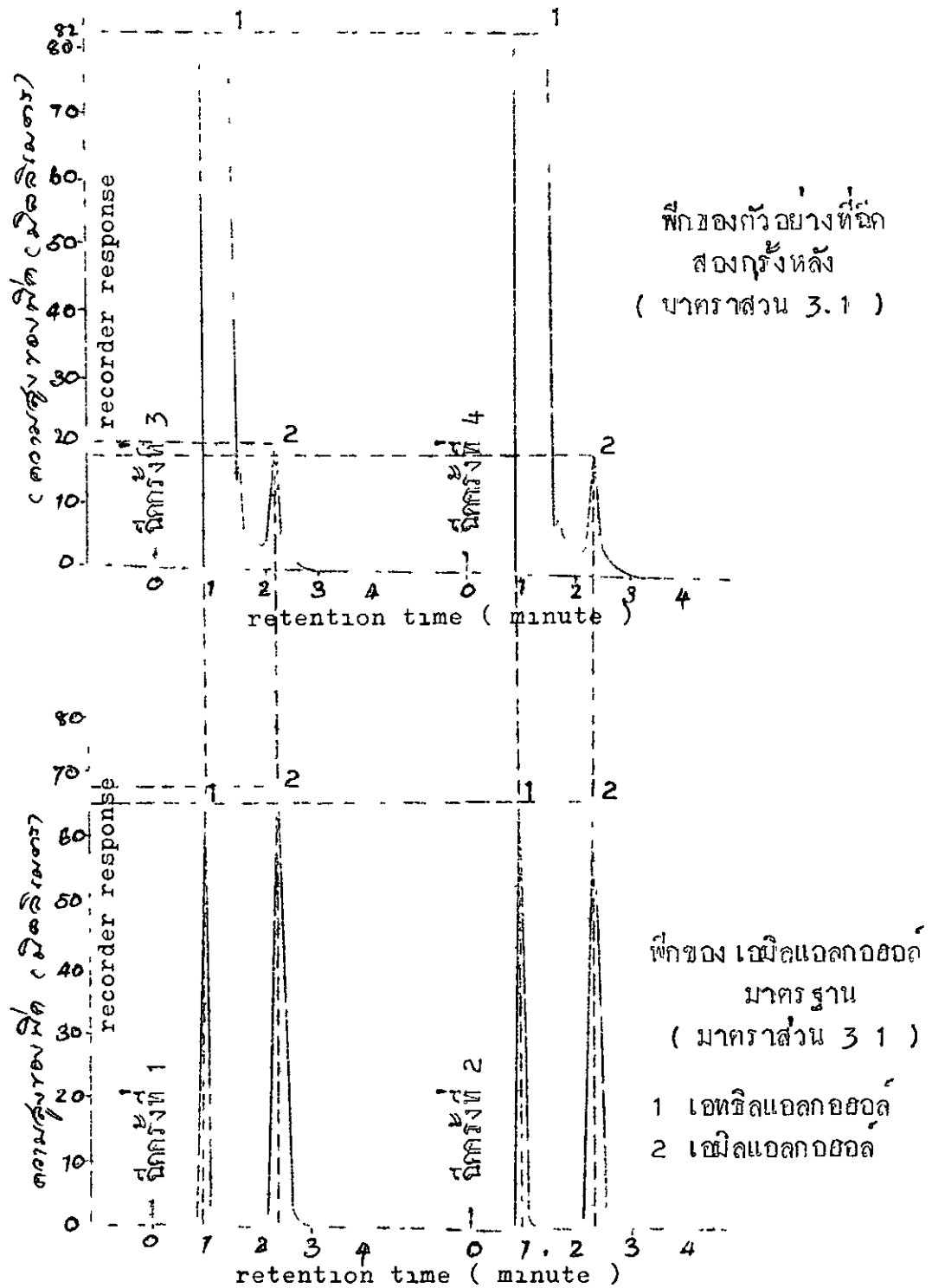
ภาพ 6 ตัวอย่างของผลที่ได้จากการทดลอง

นำข้อมูลนี้ไปหาชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟีนอลในตัวอย่าง

3.1 หาชนิดของแอลกอฮอล์และฟีนอลในตัวอย่าง โดยนำผลที่ได้จากการทดลองไปเทียบกับค่าของสารมาตรฐาน, ดูว่าผลที่ได้จากตัวอย่างมี retention time ตรงกับค่าของสารมาตรฐานตัวใด ถึงตัวอย่างในภาพ 7



ภาพ 7 วิธีวิเคราะห์หาชนิดของแอลกอฮอล์ (เอนทิตีแอลกอฮอล์)



ภาพ 8 วิธีวิเคราะห์หาชนิดของแอลกอฮอล์ (เมทิลแอลกอฮอล์)

เส้นประที่ลากโยงกันระหว่างพีคของสารมาตรฐานกับพีคของตัวอย่างในภาพ 7 แสดงว่าพีคที่ไถ่จากตัวอย่าง เป็นพีคของ เอทรีลแอลกอฮอล์ และภาพ 8 แสดงว่าพีค 1 เป็นพีคของ เอทรีลแอลกอฮอล์ ส่วนพีค 2 เป็นพีคของ เมทิลแอลกอฮอล์ ทั้งนี้เพราะพีคทั้งกล่าวก่อจากตัวอย่างไม่มี retention time ตรงกับ retention time ของพีคของ เอทรีลแอลกอฮอล์และ เมทิลแอลกอฮอล์มาตรฐาน ตามลำดับ

3.2 หาปริมาณของ แอลกอฮอล์และฟิว เชิลวอยล์

กำหนดโดยใช้สูตรดังนี้

$$X = \frac{\text{peak height}(s)}{\text{peak height}(\text{std})} \times 100 \times \frac{\text{attenuation}(s)}{\text{attenuation}(\text{std})}$$

X หมายถึงปริมาณของ แอลกอฮอล์หรือฟิว เชิลวอยล์ในตัวอย่างที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

s หมายถึงตัวอย่าง

std หมายถึงสารมาตรฐาน

ตัวอย่าง 1 การคำนวณหาปริมาณของ เอทรีลแอลกอฮอล์จากพีคในภาพ

ความสูงของพีคที่ไถ่จากการฉีกตัวอย่างครั้งที่หนึ่ง = 76.00 มิลลิเมตร

ความสูงของพีคที่ไถ่จากการฉีกตัวอย่างครั้งที่สอง = 75.06 มิลลิเมตร

ความสูงเฉลี่ยของพีคที่ไถ่จากการฉีกตัวอย่างสองครั้ง = $\frac{76.00 + 75.06}{2}$
= 75.53 มิลลิเมตร

ความสูงของพีคที่ไถ่จากการฉีกตัวอย่างจริงๆ = 75.53×3
= 226 มิลลิเมตร

attenuation ของการฉีกตัวอย่าง = $\times 10 K$

ความสูงของพีคที่ไถ่จากการฉีกเอทรีลแอลกอฮอล์มาตรฐานครั้งที่หนึ่ง = 65.50 มิลลิเมตร

ความสูงของพีคที่ไถ่จากการฉีกเอทรีลแอลกอฮอล์มาตรฐานครั้งที่สอง = 65.50 มิลลิเมตร

ความสูงเฉลี่ยของพีคของ เอทรีลแอลกอฮอล์มาตรฐาน = $\frac{65.50 + 65.50}{2}$

$$\begin{aligned}
 \text{ความสูง เฉลี่ยของปีกของ เฮอร์ลัดแอลกอฮอล์มาตรฐาน} &= 65.50 && \text{มิลลิเมตร} \\
 \text{ความสูงจริงของ เฮอร์ลัดแอลกอฮอล์มาตรฐาน} &= 65.50 \times 2 \\
 &= 196.50 && \text{มิลลิเมตร} \\
 \text{attenuation ของการฉีกตัวอย่าง} &= && \times 10^4 K \\
 \text{แทนค่าในสูตร} & & &
 \end{aligned}$$

$$X = \frac{226}{196.5} \times 100 \times \frac{10000}{10000}$$

$$\text{ปริมาณของ เฮอร์ลัดแอลกอฮอล์ในตัวอย่าง} = 57.5064 \quad \text{เปอร์เซ็นต์}$$

ตัวอย่าง 2 การคำนวณหาปริมาณของ เฮอร์ลัดแอลกอฮอล์ จากปีกในภาพ

$$\begin{aligned}
 \text{ความสูงของปีกของ เฮอร์ลัดแอลกอฮอล์ที่ได้จากการ ฉีกตัวอย่างครั้งที่สาม} &= 16.66 \text{ มิลลิเมตร} \\
 \text{ความสูงของปีกของ เฮอร์ลัดแอลกอฮอล์ที่ได้จากการ ฉีกตัวอย่างครั้งที่สี่} &= 16.66 \text{ มิลลิเมตร} \\
 \text{ความสูง เฉลี่ยของปีกของ เฮอร์ลัดแอลกอฮอล์ที่ได้จากการ ฉีกตัวอย่าง} &= \frac{16.66 + 16.66}{2} \\
 &= 16.66 \text{ มิลลิเมตร} \\
 \text{ความสูงจริงของปีกของ เฮอร์ลัดแอลกอฮอล์ที่ได้จากการ ฉีกตัวอย่าง} &= 16.66 \times 3 \\
 &= 50.00 \text{ มิลลิเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{attenuation ของการฉีกตัวอย่าง} &= && \times 500 \\
 \text{ความสูงของปีกที่ได้จากการ ฉีกเฮอร์ลัดแอลกอฮอล์มาตรฐานครั้งที่หนึ่ง} &= 67.70 \text{ มิลลิเมตร} \\
 \text{ความสูงของปีกที่ได้จากการ ฉีกเฮอร์ลัดแอลกอฮอล์มาตรฐานครั้งที่สอง} &= 67.62 \text{ มิลลิเมตร} \\
 \text{ความสูง เฉลี่ยของปีกของ เฮอร์ลัดแอลกอฮอล์มาตรฐาน} &= \frac{67.70 + 67.62}{2} \\
 &= 67.66 \text{ มิลลิเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ความสูงจริงของปีกของ เฮอร์ลัดแอลกอฮอล์มาตรฐาน} &= 67.66 \times 3 \\
 &= 203.00 \text{ มิลลิเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{attenuation ของการฉีกสารมาตรฐาน} &= && \times 10^4 K \\
 \text{แทนค่าในสูตร} & & &
 \end{aligned}$$

$$X = \frac{50}{203} \times 100 \times \frac{500}{10000}$$

$$\text{ปริมาณของ เฮอร์ลัดแอลกอฮอล์ในตัวอย่าง} = 1.2315 \quad \text{เปอร์เซ็นต์}$$

4. การวัดการกระจายของข้อมูลและการแจกแจงข้อมูล

4.1 การวัดการกระจายของข้อมูล วัดโดยการวัดความ เบี่ยงเบนมาตรฐาน
(standard deviation) ของข้อมูลแต่ละชุดโดยสูตร

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

s = ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = ปริมาณของแอลกอฮอล์หรือฟิว เช็ดออยล์ของแต่ละตัวอย่าง

$\bar{X}$ = ปริมาณเฉลี่ยของแอลกอฮอล์หรือฟิว เช็ดออยล์ของสูตรหรือเบรียแต่ละพวก

N = จำนวนตัวอย่างทั้งหมดของสูตรหรือเบรียแต่ละพวก

4.2 การแจกแจงข้อมูล นำปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เช็ดออยล์ของตัวอย่าง
แต่ละพวกไปแบ่งเป็นชั้นๆ โดยให้มีจำนวนของชั้นและอันตรภาคชั้น

ตามปกติความเหมาะสม แจกแจงความถี่ของแต่ละชั้น แล้วสร้างรูปกราฟแสดง
ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับจุดกลางของแต่ละชั้น เพื่อหาสูตรและเบรียแต่ละพวกมี
ช่วงของปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เช็ดออยล์เป็นอย่างไร และในแต่ละช่วงของปริมาณ
นั้นๆ มีความถี่มากน้อยเพียงใด

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. ชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และไขมันที่รวมตัวกันใน

ของเหลว

ตาราง 3 ชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และไขมันที่รวมตัวกันในของเหลว (เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)

ตัวอย่างที่	methanol	ethanol	n-propanol	isobutanol	amyl alc.	fusel oil
1	-	28.2471	-	-	0.2000	0.2000
2	-	30.1487	-	-	-	-
3	-	23.2589	-	-	0.1777	0.1777
4	-	29.4769	-	-	0.2962	0.2962
5	-	42.1596	-	-	-	-
6	-	30.8823	-	-	-	-
7	-	34.8540	-	-	-	-
8	-	32.9130	-	-	-	-
9	-	36.3636	-	-	-	-
10	-	42.5252	-	-	-	-
11	-	38.6120	-	-	-	-
12	-	22.2222	-	-	-	-
13	-	38.2359	-	-	-	-
14	-	35.6355	-	-	0.1455	0.1455
15	-	41.9835	-	-	0.6158	0.6158
16	-	25.1895	-	-	0.2918	0.2918
17	-	24.6000	-	-	-	-

ตาราง 3 (ต่อ)

ตัวอักษร	methanol	ethanol	n-propanol	isobutanol	amyl alc	fusel oil
13	-	34.1341	-	-	-	-
19	-	26.5995	-	-	0.1305	0.1305
20	-	33.0239	-	-	-	-
21	-	35.5999	-	-	-	-
22	-	45.9999	-	-	0.1316	0.1316
23	-	39.0000	-	-	0.1735	0.1735
24	-	29.1480	-	-	-	-
25	-	30.3641	-	-	0.0184	0.0184
26	-	23.7481	-	-	-	-
27	-	27.7835	-	-	0.1949	0.1949
28	-	28.2388	-	-	0.0229	0.0229
29	-	33.4009	-	-	-	-
30	-	37.4085	-	-	0.0459	0.0459
31	-	31.1746	-	-	0.0657	0.0657
32	-	32.8213	-	-	-	-
33	-	28.0120	-	-	0.1293	0.1293
34	-	32.2288	-	-	0.1393	0.1393
35	-	31.1746	-	-	-	-
36	-	26.6566	-	-	0.0603	0.0603
37	-	29.2169	-	-	-	-
38	-	33.1325	-	-	-	-
39	-	26.0542	-	-	-	-

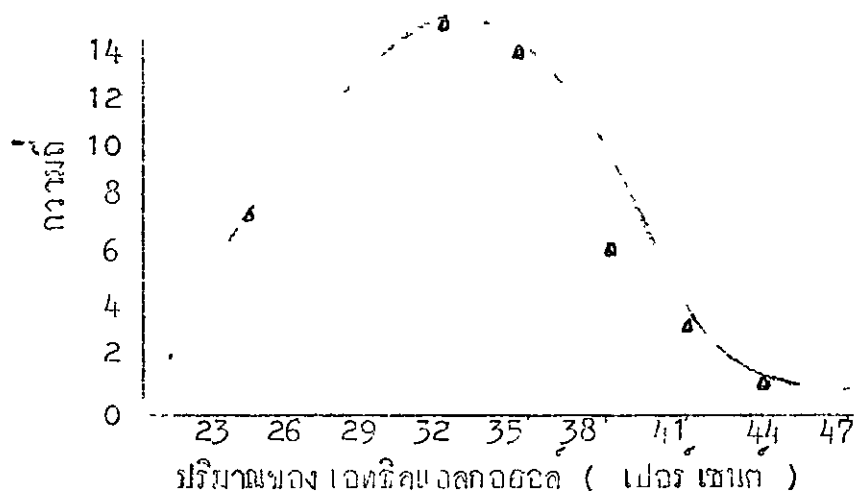
ตาราง 5 (กข)

ตัวอักษร	methanol	ethanol	n-propanol	isobutanol	amyl alc.	fusel oil
40	-	33.8855	-	-	0.9867	0.9868
41	-	29.5780	-	-	-	-
42	-	34.9367	-	-	0.2586	0.2586
43	-	35.2409	-	-	-	-
44	-	36.0262	-	-	0.1275	0.1275
45	-	36.4262	-	-	-	-
46	-	35.2712	-	-	-	-
47	-	34.9345	-	-	-	-
48	-	35.3712	-	-	-	-
49	-	34.0000	-	-	-	-
50	-	48.4716	-	-	0.2833	0.2835
51	-	42.3581	-	-	0.1275	0.1275
52	-	22.2222	-	-	0.1384	0.1384
53	-	31.7403	-	-	0.1258	0.1258
54	-	33.9285	-	-	0.2517	0.2517
55	-	31.9445	-	-	0.3019	0.3019
56	-	35.7143	-	-	0.1637	0.1637
57	-	24.4047	-	-	-	-
58	-	32.4366	-	-	0.2894	0.2894
59	-	28.5714	-	-	0.1511	0.1511
60	-	31.7460	-	-	0.0755	0.0755
61	-	35.1852	-	-	0.0923	0.0923

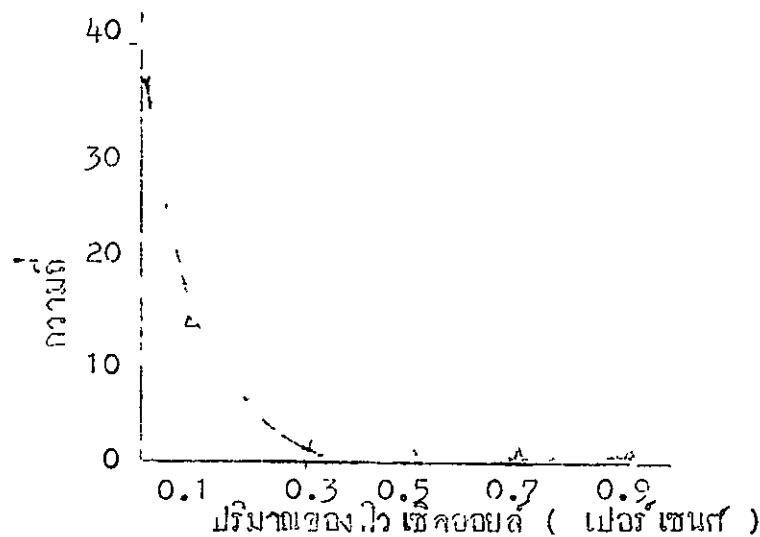
ตาราง 3 (กต)

ตัวอย่าง	methanol	ethanol	n-propanol	isobutanol	amyl alc.	fusel oil
ค่าเฉลี่ย	-	32.0417	-	-	0.0917	0.0997
std dev.	-	7.4083	-	-	0.1555	0.1655

* = standard deviation



ภาพ 9 โทนความถี่ของปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ในสุราที่ขายทั่วไปในท้องถิ่น



ภาพ 10 โทนความถี่ของปริมาณของ ไขมันแอลกอฮอล์ในสุราที่ขายทั่วไปในท้องถิ่น

วากตัวอย่างสุราก็มีขายทั่วไปในท้องตลาด 61 ตัวอย่าง พบว่ามีเอชซีแอลเอว --
 ธาตุและฟิว เช็ดออกดังนี้

แอลกอฮอล์ มีเอชซีแอลเอวซึ่งมีปริมาณสูงสุด 48.4716 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณต่ำสุด 22.2222 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเฉลี่ย 32.0417 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.4087 เปอร์เซ็นต์ สุ่มพวกนี้ส่วนใหญ่มีปริมาณของเอชซีแอลเอวอยู่ระหว่าง 29 - 35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอยู่ 31 ตัวอย่าง คิดเป็น 55.74 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด นอกจากนั้นมีปริมาณของเอชซีแอลเอวอยู่ระหว่าง 22-29 เปอร์เซ็นต์ 15 ตัวอย่าง คิดเป็น 22.13 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด และมีปริมาณของเอชซีแอลเอวอยู่ระหว่าง 36 - 48 เปอร์เซ็นต์อีก 15 ตัวอย่าง คิดเป็น 22.25 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด

ฟิว เช็ดออกพบว่ามีเอชซีแอลเอวเพียงอย่างเดียว มีปริมาณสูงสุด 0.9868 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณต่ำสุด 0.0184 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเฉลี่ย 0.0997 เปอร์เซ็นต์ มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.1655 เปอร์เซ็นต์ สุ่มพวกนี้ส่วนใหญ่มีปริมาณของฟิว เช็ดออกอยู่ระหว่าง 0.00 - 0.19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอยู่ 1 ตัวอย่าง คิดเป็น 83.60 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด นอกจากนั้นมีปริมาณของฟิว เช็ดออกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.39 เปอร์เซ็นต์ 8 ตัวอย่าง คิดเป็น 13.07 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด และมีปริมาณของฟิว เช็ดออกอยู่ระหว่าง 0.40 - 0.99 เปอร์เซ็นต์ อีก 2 ตัวอย่าง คิดเป็น 3.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด

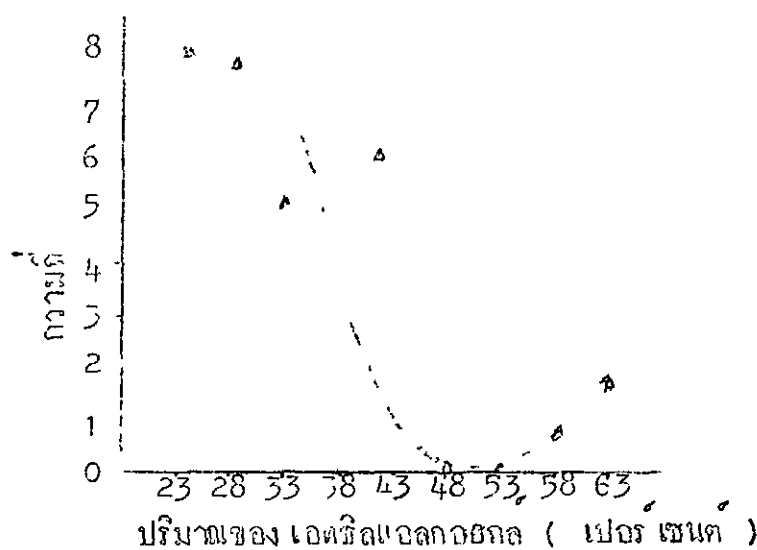
2. ชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เช็ดออกในสุราที่ผลิตขึ้นจำหน่าย และบริโภคกันเองในชนบท

ตาราง 4 ชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และโพลีเอเธอร์ในสุราที่ผลิตขึ้นจากรำ
และบริโภคร่วมกับองุ่นแบบ (เฟอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)

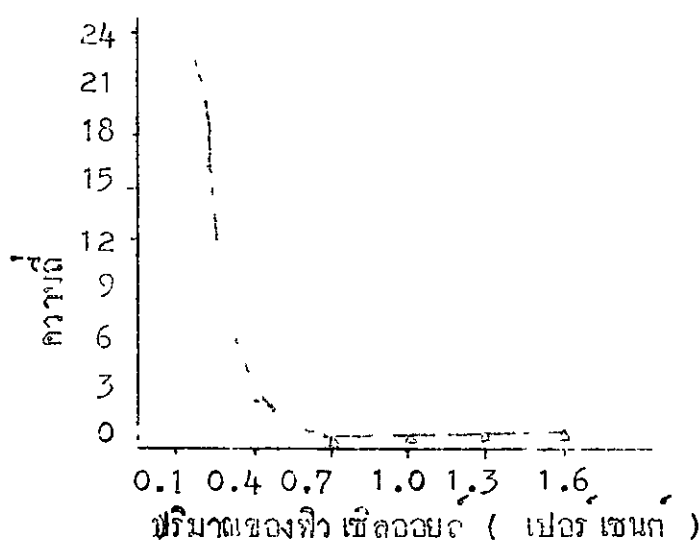
ตัวอย่างที่	methanol	ethanol	n-propanol	isobutanol	amyl alc.	fusel oil
1	-	33.1305	-	-	0.0888	0.1635
2	-	28.3976	-	-	0.0741	0.0741
3	-	24.7393	-	-	0.0589	0.0589
4	-	32.7045	-	-	0.5813	0.5813
5	-	30.8316	-	-	0.4000	0.4000
6	-	27.3089	-	-	0.0593	0.0593
7	-	22.3056	-	-	-	-
8	-	29.0669	-	-	-	-
9	-	33.5294	-	-	-	-
10	-	30.5882	-	-	0.1289	0.1209
11	-	26.8627	-	-	0.0987	0.0987
12	-	33.9216	-	-	0.1386	0.1386
13	-	25.4901	-	-	0.1105	0.1105
14	-	23.5294	-	-	0.1105	0.1105
15	-	26.0382	-	-	0.0920	0.0920
16	-	43.7254	-	-	0.1657	0.1657
17	-	64.6464	-	-	1.0632	1.0632
18	-	42.7128	-	-	0.0402	0.0402
19	-	64.2472	-	-	1.6318	1.6318
20	-	57.5064	-	-	1.2315	1.2315
21	-	45.8016	-	-	0.5240	0.5250

ตาราง 4 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	methanol	ethanol	n-propanol	isobutanol	amyl alc.	fusel oil
22	-	32.9999	-	-	0.1316	0.1316
23	-	43.0005	-	-	0.6570	0.6570
24	-	45.6000	-	-	0.1315	0.1315
25	-	41.1000	-	-	0.1534	0.1534
26	-	29.7999	-	-	0.2412	0.2412
27	-	21.4000	-	-	0.0769	0.0769
28	-	25.8000	-	-	0.1097	0.1097
29	-	22.9549	-	-	0.0283	0.0283
30	-	24.9410	-	-	0.0067	0.0067
เฉลี่ย	-	34.4894	-	-	0.2712	0.2712
std.dev.	-	11.7785	-	-	0.4027	0.4027



ภาพ 11 โลกทัศน์ของปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ในสุราที่ผลิตขึ้นว่าน้อยและ
บริโภคกันเองในประเทศ



ภาพ 12 โทนกราฟของปริมาณของปลา เติลลอปด์ และปลาที่ผลิตขึ้นว่าน้อยและบริโภคกันเองในเขตเขต

จากตัวอย่างสูตรที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกันเองในเขต 30 ตัวอย่างพบว่า มีแอลกอฮอล์และปลา เติลลอปด์ทั้งนี้คือ

แอลกอฮอล์ พบว่ามีแต่ เอทิลแอลกอฮอล์ซึ่งมีปริมาณสูงสุด 64.6464 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณต่ำสุด 21.4000 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเฉลี่ย 34.4894 เปอร์เซ็นต์ มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.7785 เปอร์เซ็นต์ สูตรพวกนี้ส่วนใหญ่มีปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์อยู่ระหว่าง 23 - 33 เปอร์เซ็นต์ ก้อนมีอยู่ 21 ตัวอย่าง คิดเป็น 70.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด นอกจากนั้นมีปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์อยู่ระหว่าง 41 - 55 เปอร์เซ็นต์ 6 ตัวอย่าง คิดเป็น 20.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด และมีปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์อยู่ระหว่าง 56 - 64 เปอร์เซ็นต์อีก 3 ตัวอย่าง คิดเป็น 10.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด

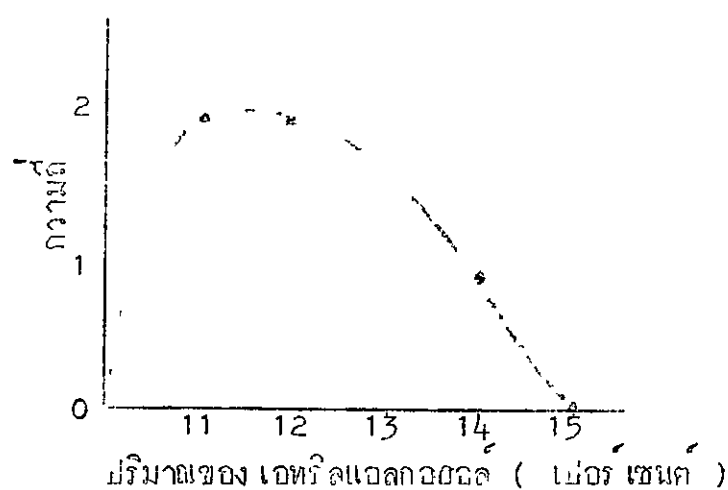
ปลา เติลลอปด์ พบว่ามีเอมีลแอลกอฮอล์เพียงอย่างเดียว มีปริมาณสูงสุด 1.6318 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณต่ำสุด 0.0067 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเฉลี่ย 0.2712 เปอร์เซ็นต์ มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.4027 เปอร์เซ็นต์ สูตรพวกนี้ส่วนใหญ่มี

ปริมาณของฟิว เชลลอลอยอยู่ระหว่าง 0.00 – 0.20 เปอร์เซ็นต์ ก็ยังมีอยู่ 22 ตัวอย่าง
 คิดเป็น 76.66 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด นอกจากนั้นก็มีปริมาณของฟิว เชลลอลอย
 อยู่ระหว่าง 0.30 – 0.70 เปอร์เซ็นต์ 5 ตัวอย่าง คิดเป็น 13.33 เปอร์เซ็นต์ของ
 ตัวอย่างทั้งหมด และมีปริมาณของฟิว เชลลอลอยอยู่ระหว่าง 1.00 – 1.69 เปอร์เซ็นต์
 อีก 3 ตัวอย่าง คิดเป็น 10.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด

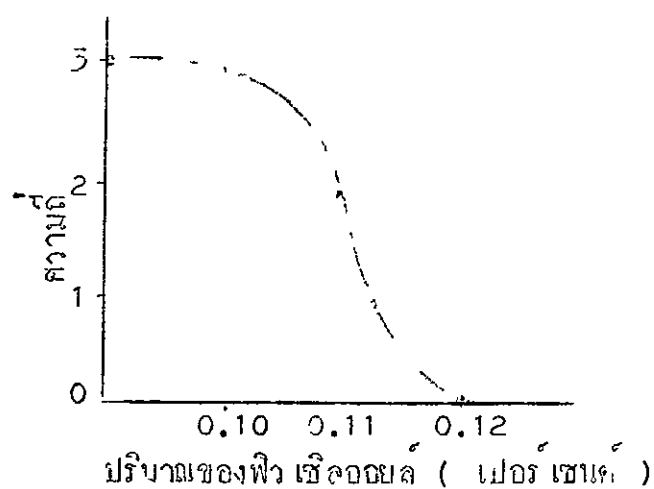
3. ชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลลอลอยใน เมรัยที่มีขายทั่วไปใน
 ทองตลาด

ตาราง 5 ชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลลอลอยใน เมรัยที่มีขายทั่วไปใน
 ทองตลาด (เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)

ตัวอย่างที่	methanol	ethanol	n-propanol	isobutanol	amyl alc.	fuse oil
1	-	14.9927	-	-	-	-
2	-	12.2016	-	-	0.1173	0.1173
3	-	11.5012	-	-	0.1175	0.1175
4	-	12.1157	-	-	-	-
5	-	11.6705	-	-	-	-
เฉลี่ย	-	12.4963	-	-	0.0269	0.0269
std.dev.	-	1.4225	-	-	0.0695	0.0695



ภาพ 13 โคงความถี่ของปริมาณของ เอดริลแอดกอดดัลใน เมอร์ซี่ที่มีขายทั่วไปใน
ท้องตลาด



ภาพ 14 โคงความถี่ของปริมาณของฟิว เซิลออยล์ใน เมอร์ซี่ที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด

จากตัวอย่าง เมอร์ซี่ที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด 5 ตัวอย่าง พบว่ามีแอดกอดดัล
และฟิว เซิลออยล์ดังนี้คือ

แอลกอฮอล์ พบว่ามีแค่เอทิลแอลกอฮอล์ซึ่งมีปริมาณสูงสุด 14.9927 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณต่ำสุด 11.5012 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเฉลี่ย 12.4956 เปอร์เซ็นต์ มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.4225 เปอร์เซ็นต์ เมรัยพวกนี้ส่วนใหญ่มีปริมาณของเอทิลแอลกอฮอล์อยู่ระหว่าง 11 - 12 เปอร์เซ็นต์ ก็จะมีอยู่ 4 ตัวอย่าง คิดเป็น 80.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด นอกจากนั้นมีปริมาณของเอทิลแอลกอฮอล์ 14.9927 อีก 1 ตัวอย่าง คิดเป็น 20.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด

ฟิว เชลอลอยล์ พบว่ามีเมทิลแอลกอฮอล์เพียงอย่างเดียว มีปริมาณสูงสุด 0.1175 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณต่ำสุด 0.1173 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเฉลี่ย 0.0269 เปอร์เซ็นต์ มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.0695 เปอร์เซ็นต์ เมรัยพวกนี้ไม่มีฟิว เชลอลอยล์ 3 ตัวอย่าง คิดเป็น 60.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด และมีปริมาณของฟิว เชลอลอยล์อยู่ระหว่าง 0.11 - 0.12 เปอร์เซ็นต์อีก 2 ตัวอย่าง คิดเป็น 40.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด

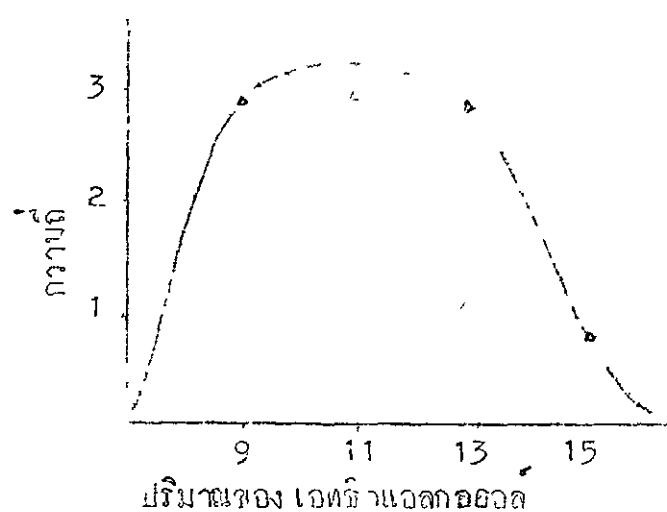
4. ชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยล์ใน เมรัยที่ผลิตขึ้นจากหน่วยและบริโกลกันเองในชนบท

ตาราง 6 ชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยล์ใน เมรัยที่ผลิตขึ้นจากหน่วยและบริโกลกันเองในชนบท (เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)

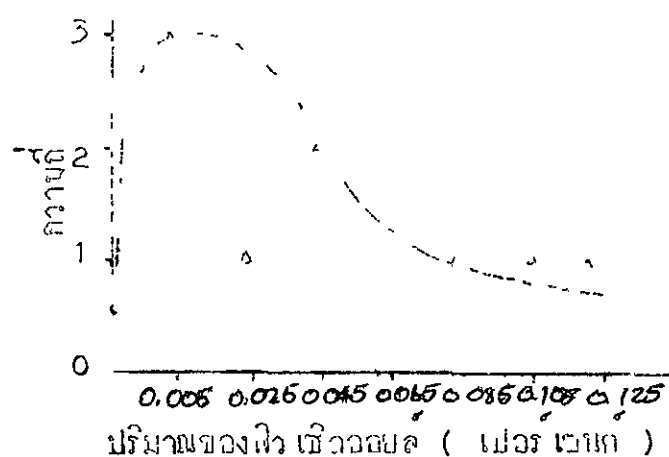
ตัวอย่างที่	methanol	ethanol	n-propanol	isobutanol	amyl alc.	fusel oil
1	-	11.9046	-	-	-	-
2	-	12.9004	-	-	0.0862	0.0862
3	-	13.6796	-	-	0.0776	0.0776
4	-	13.5064	-	-	0.0587	0.0587
5	-	14.6320	-	-	0.0728	0.0728
6	-	8.4415	-	-	0.0364	0.0364
7	-	8.8832	-	-	0.0518	0.0518

ตาราง 6 (ต่อ)

ตัวอย่างเป็น	methanol	ethanol	n-propenol	isobutanol	amyl alc.	iscl oil
8	-	11.7483	-	-	0.1232	0.1232
9	-	11.6448	-	-	0.0170	0.0170
10	-	9.3159	-	-	0.0113	0.0113
เฉลี่ย	-	11.6657	-	-	0.0535	0.0535
std.dev.	-	1.9739	-	-	0.0384	0.0384



ภาพ 15 โทนความชื้นของปริมาณของ เอทานอลออกอลใน เจริญพืชขึ้นจำหน่ายและ
บริโลกกัน เองในชนบท



ภาพ 16 โองความถี่ของปริมาณของปลา เวิลด์ออลใน เมรัยที่ผลิตขึ้นว่าหลายและ
บริโภกกับ เองในชนบท

จากตัวอย่าง เมรัยที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภกกัน เองในชนบท 10 ตัวอย่าง
พบว่าปริมาณของปลาและปลา เวิลด์ออลดังนี้คือ

แอลกอฮอล์ พบว่ามีแค่แอลกอฮอล์ซึ่งมีปริมาณสูงสุด 14.6320 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณต่ำสุด 8.4415 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเฉลี่ย 11.6657 เปอร์เซ็นต์ ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.9739 เปอร์เซ็นต์ เมรัยพวกนี้มีปริมาณของแอลกอฮอล์อยู่ระหว่าง 8 - 10 เปอร์เซ็นต์ 3 ตัวอย่าง กิดเป็น 30.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด มีปริมาณของแอลกอฮอล์อยู่ระหว่าง 10 - 11 เปอร์เซ็นต์ 3 ตัวอย่าง กิดเป็น 30.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด มีปริมาณของแอลกอฮอล์อยู่ระหว่าง 12 - 13 เปอร์เซ็นต์ 3 ตัวอย่าง กิดเป็น 30.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด และมีปริมาณของแอลกอฮอล์ 14.6320 เปอร์เซ็นต์อีก 1 ตัวอย่าง กิดเป็น 10.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด

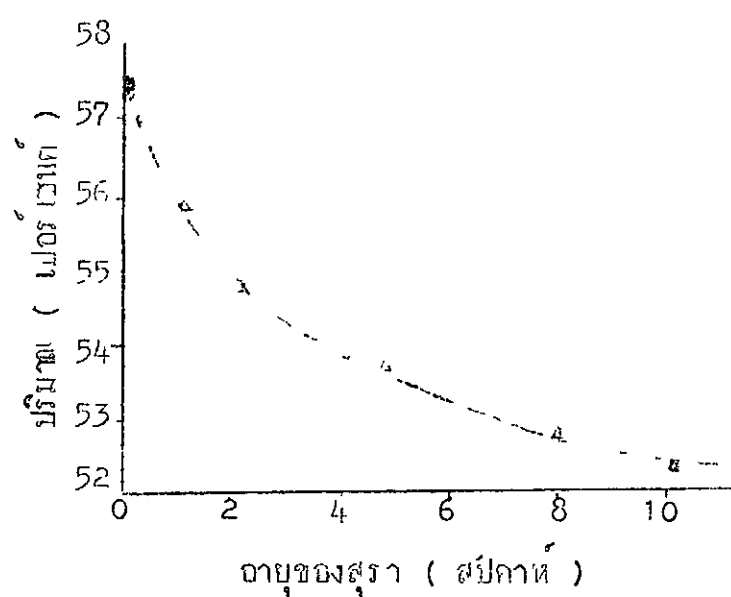
ปลา เวิลด์ออล พบว่ามีเอมัลแอลกอฮอล์เพียงอย่างเดียว มีปริมาณสูงสุด 0.1232 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณต่ำสุด 0.0113 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเฉลี่ย 0.0535 เปอร์เซ็นต์ มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.0384 เปอร์เซ็นต์ เมรัยพวกนี้ส่วนใหญ่

มีปริมาณของฟิว เชลลอลอยด์ระหว่าง 0.05 – 0.08 เปอร์เซ็นต์ ก็จะมีอยู่ 5 ตัวอย่าง
 คิดเป็น 50.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด นอกจากนั้นก็มีปริมาณของฟิว เชลลอลอยด์
 าวระหว่าง 0.00 – 0.03 เปอร์เซ็นต์ 4 ตัวอย่าง คิดเป็น 40.00 เปอร์เซ็นต์ของ
 ตัวอย่างทั้งหมด และมีปริมาณของฟิว เชลลอลอยด์ 0.1232 เปอร์เซ็นต์อีก 1 ตัวอย่าง
 คิดเป็น 10.00 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด

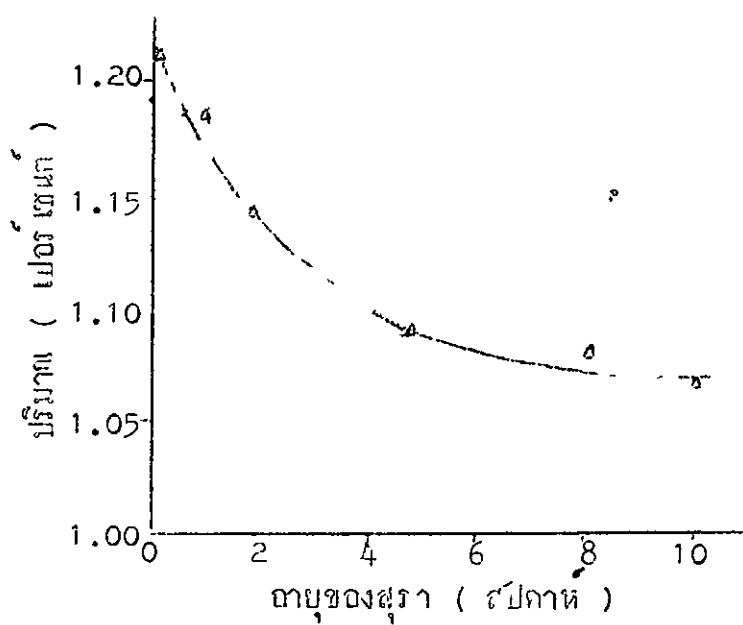
5. ปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลลอลอยด์ในสุราที่เก็บไว้นาน

ตาราง 7 ปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลลอลอยด์ในสุราที่เก็บไว้นาน (เปอร์เซ็นต์
 โดยปริมาตร)

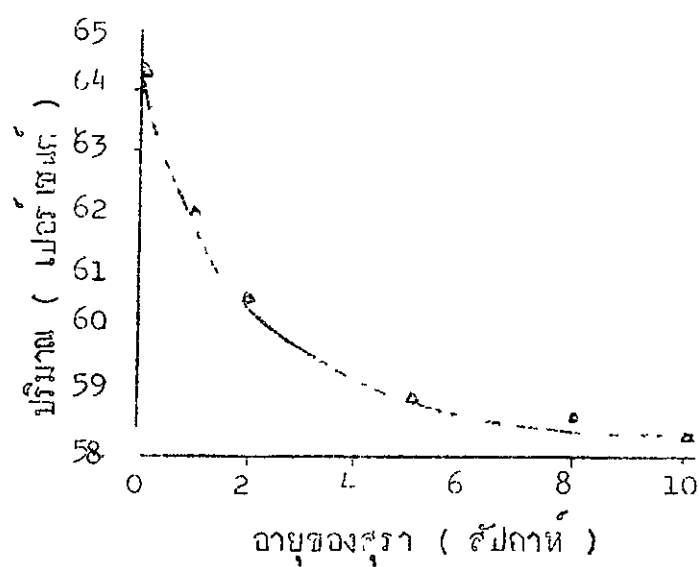
อายุของสุรา	ตัวอย่าง ชนิดของ แอลกอฮอล์	ตัวอย่าง 1	ตัวอย่าง 2	ตัวอย่าง 3	ตัวอย่าง 4	ตัวอย่าง 5
สุราใหม่	ethanol	57.5064	64.6464	48.4849	29.1324	23.5294
	fusel oil	1.2315	1.0632	0.2082	0.1213	0.1105
1 สัปดาห์	ethanol	56.3259	62.3219	46.1928	27.2944	21.2915
	fusel oil	1.1829	0.9942	0.1851	0.0987	0.0991
2 สัปดาห์	ethanol	55.3341	60.7921	44.2175	26.5879	19.9875
	fusel oil	1.1542	0.9728	0.1071	0.0651	0.0425
5 สัปดาห์	ethanol	54.0465	59.0012	43.9159	25.9821	19.1524
	fusel oil	1.0924	0.9321	0.0956	0.0515	0.0144
8 สัปดาห์	ethanol	53.0138	58.8829	43.1000	25.0319	18.9421
	fusel oil	1.0511	0.9298	0.0500	0.0428	0.0092
10 สัปดาห์	ethanol	52.3834	58.2077	42.7128	24.9999	18.5482
	fusel oil	1.0379	0.9015	0.0402	0.0290	0.0084



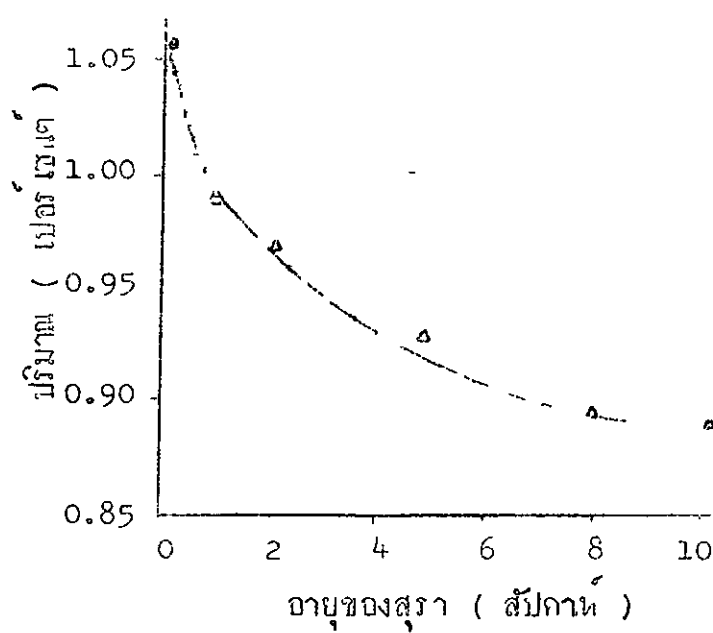
ภาพ 17 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของคอเลสเตอรอลในตัวอย่าง 1



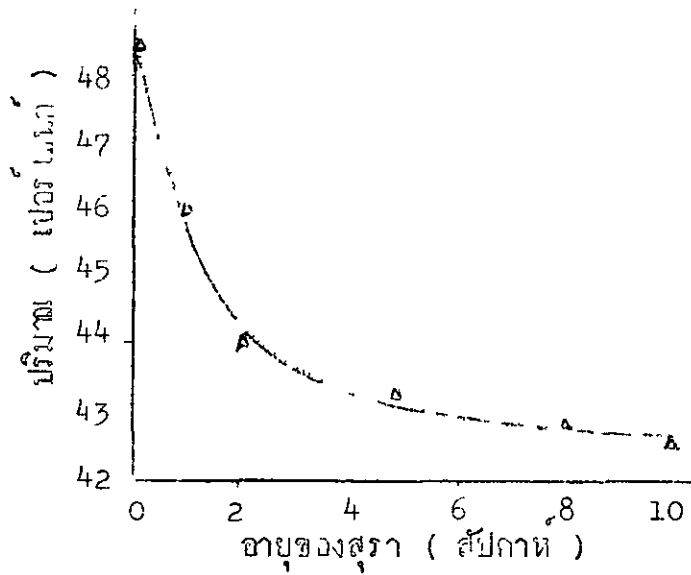
ภาพ 18 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณคอเลสเตอรอลในตัวอย่าง 1



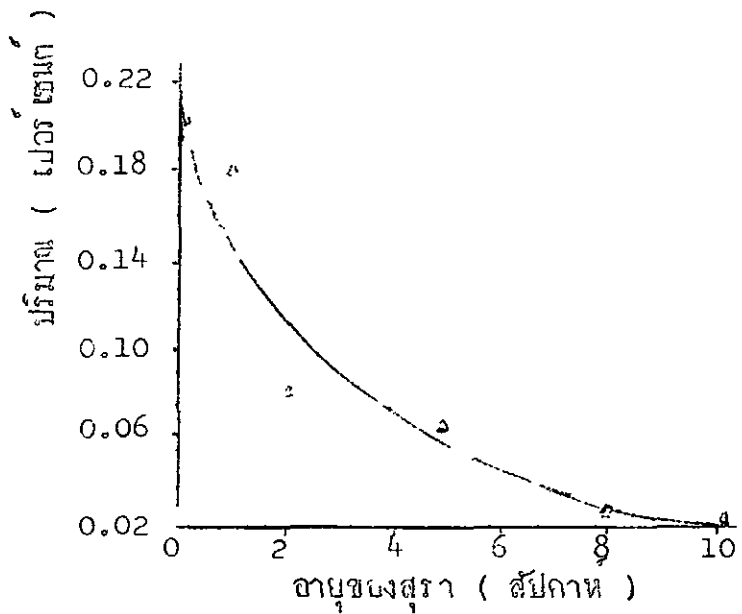
ภาพ 19 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ในวัวอย่าง 2



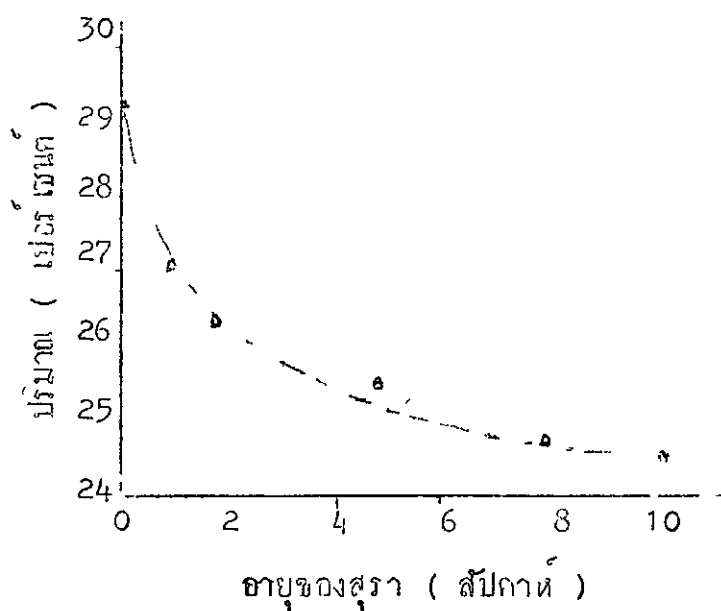
ภาพ 20 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของฟอสฟอรัสในวัวอย่าง 2



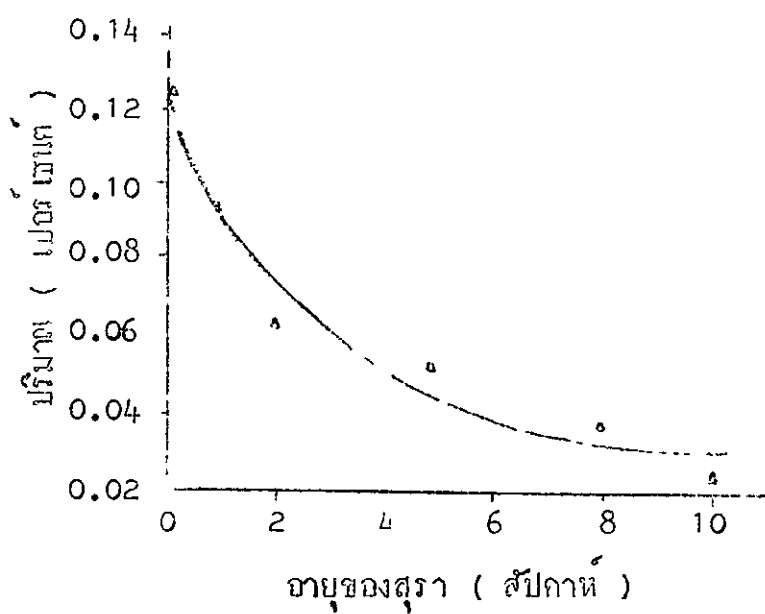
ภาพ 21 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของ เอซิดคลอไรด์ในตัวอย่าง 3



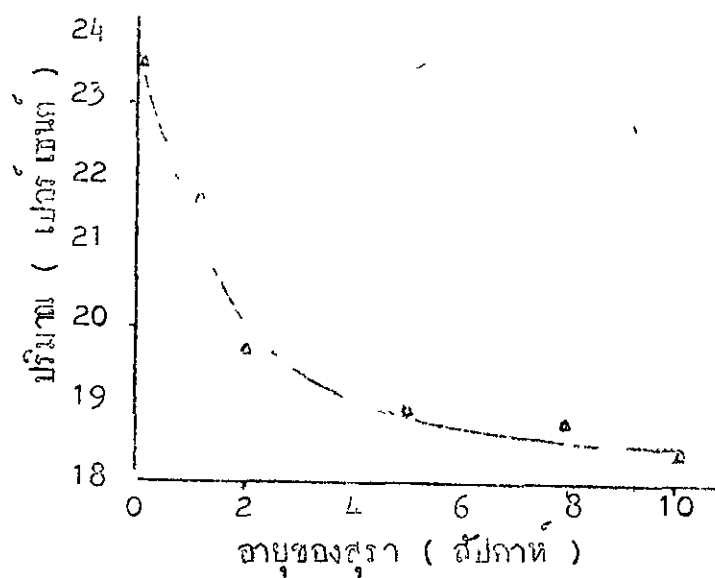
ภาพ 22 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของฟอสฟอรัสในตัวอย่าง 3



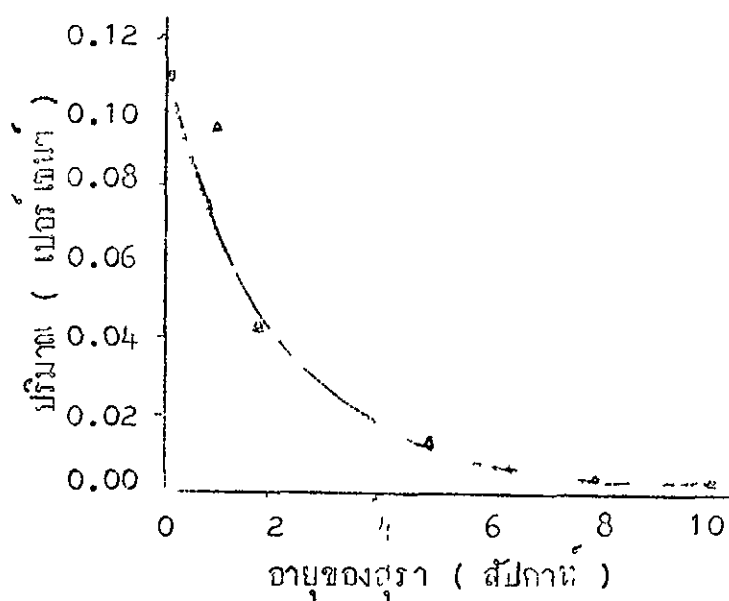
ภาพ 25 การ เปลี่ยนแปลงของปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ในวัวอย่าง 4



ภาพ 24 การ เปลี่ยนแปลงของปริมาณของฟิว เอ็ดออยด์ในวัวอย่าง 4



ภาพ 25 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของ เหนือดินแอตทอกลีในตัวอย่าง 5



ภาพ 26 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของ ไขมันแอตทอกลีในตัวอย่าง 5

การ เก็บสุราไว้นานจะค่า ปริมาณของ แอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยล์ในสุราลดลง อัตราการ ลดลงของ แอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยล์ในสัปดาห์แรกและสัปดาห์ที่สองจะสูง กว่าในสัปดาห์อื่นๆ ทั้งนี้ อาจ เป็น เพราะ ผู้ทดลอง เก็บสุราไว้ในขวดโดยใส่สุราไว้ ให้ เพียงพอ ทำให้การระเหยได้เร็วในระยะแรกๆ ส่วนใน ระยะถัดมาที่ระยะเวลาผ่านไปมาก ที่พอถึง สัปดาห์ที่สาม อัตราการ ลดปริมาณของ แอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยล์ลดลง เพราะเป็น ระยะเวลา สำหรับไอ แอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยล์ที่จะ ระเหยขึ้น ไปอีกนั้นลดลง แอลกอฮอล์และฟิว - เชลอลอยล์ เป็นของ เหลวจึงระเหยขึ้น ไปได้ยาก

อันึ่งสาเหตุ ปริมาณของ แอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยล์ลดลงนั้น อาจ เนื่องมาจาก ในระยะ เวลาที่เก็บไว้นานนั้น ทั้ง แอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยล์ถูก เปลี่ยนไป เป็นสาร อื่นโดย อากาศ ส่วนในทาง อุตสาหกรรมนั้นอาจถูกทำให้ เกิดปฏิกิริยาและ เปลี่ยนสภาพไป เนื่อง จาก ภาชนะ ที่บรรจุสุราก็ได้

6. ปริมาณของ แอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยล์ในสุราที่ช่วยถ่วงดุล

ตาราง 8 ปริมาณของ แอลกอฮอล์และฟิว เชลอลอยล์ในสุราที่ช่วยถ่วงดุลแก้ไข เป็น เวลา ทั่วๆ กัน (เปอร์ เซนต์โดยปริมาตร)

เวลา	ตัวอย่าง ชนิดของ แอลกอฮอล์	ตัวอย่าง 1	ตัวอย่าง 2	ตัวอย่าง 3	ตัวอย่าง 4	ตัวอย่าง 5
ก่อนแช่	ethanol	64.6464	57.5064	23.5294	42.7128	29.1524
	fusel oil	1.0632	1.2315	0.1105	0.0402	0.1213
1 วัน	ethanol	32.1249	30.8316	14.2894	25.2595	18.2473
	fusel oil	0.3259	0.4000	0.0084	0.0008	0.0014
3 วัน	ethanol	9.6330	9.0002	8.4997	6.1162	10.2829
	fusel oil	0.0017	0.0005	-	-	-
7 วัน	ethanol	9.1768	6.2691	2.7328	4.1403	4.3839
	fusel oil	-	-	-	-	-

การนำถ่านกระดูกมาแช่ไว้ในสุราขาวปรากฏว่า มีแอลกอฮอล์ออกและฟิวเชิลอยล์ลดลงเร็วมาก ในระยะเวลาเพียง 1 สัปดาห์แอลกอฮอล์ลดลงจาก 61.546% เปอร์เซ็นต์ เป็น 9.1768 เปอร์เซ็นต์ จาก 57.506% เปอร์เซ็นต์ เป็น 0.2691 เปอร์เซ็นต์ จาก 25.519% เปอร์เซ็นต์ เป็น 2.7328 เปอร์เซ็นต์ จาก 42.7128 เปอร์เซ็นต์ เป็น 4.1493 เปอร์เซ็นต์ และจาก 29.1524 เปอร์เซ็นต์ เป็น 4.3859 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟิวเชิลอยล์ภายในระยะเวลาเพียง 1 สัปดาห์ก็ถูกถ่านดูดไวจนหมด ซึ่งในบางตัวอย่างก็ใช้เวลาแค่เพียง 3 วันเท่านั้นเอง เช่น ในตัวอย่าง 4 5 และ 6

การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า ในการผลิตสุรานั้นผู้ผลิตอาจจะใช้ถ่านกบฏ - เชื้อออก ออก โดยการนำถ่านกระดูกมาแช่ไว้ในสุราเป็นระยะเวลาสั้นๆ หรือโดยการเก็บสุราไว้ในภาชนะที่ทำด้วยไม้ซึ่งถูกเผาจนไหม้ วิธีนี้นอกจากจะทำให้ได้สุรามีกลิ่นรสตามต้องการแล้วยังทำให้ปริมาณของฟิวเชิลอยล์ลดลงไวกว่า ในขณะที่หากใช้ เวลาในวิธีการ เหล่านี้ นานเกินไปก็จะทำให้ปริมาณของแอลกอฮอล์ลดลงด้วย

7. ปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชิลอยล์ในสุราที่นำไปกลั่น

ตาราง 9 การ เปลี่ยนแปลงของปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชิลอยล์ในสุราที่นำไปกลั่น (เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)

ตัวอย่าง	ก่อนกลั่น		ส่วนที่กลั่นออกมา		ส่วนที่เหลือจากการกลั่น	
	ethanol	fusel oil	ethanol	fusel oil	ethanol	fusel oil
1	31.1746	-	73.0637	-	5.6219	-
2	33.4009	-	70.7861	-	4.8170	-
3	39.2169	-	70.5305	-	8.6118	-
4	39.1325	-	65.6751	-	6.5188	-
5	37.4085	0.0459	69.2528	-	3.0538	-
6	32.2288	0.1293	68.8235	-	5.4604	-

ตาราง 9 (ต่อ)

ตัวอย่าง	ก๊อกลั่น		ส่วนที่กลั่นออกมา		ส่วนที่เหลือจากการกลั่น	
	ethanol	fusel oil	ethanol	fusel oil	ethanol	fusel oil
7	64.6464	1.0632	75.3859	-	6.4069	-
8	33.8855	0.9868	75.1441	-	6.6952	-
9	48.4849	0.2082	68.9535	-	4.8752	-
10	28.2388	0.0229	67.0707	-	9.6630	-

การนำสุราไปกลั่นปรากฏว่า เมื่อนำสุราที่ไม่พบว่ามีฟิว เชลอลอยล์ในตอนแรกกลั่นตัวอย่างไปกลั่น แล้วเอาส่วนที่กลั่นออกมากับส่วนที่เหลือจากการกลั่นไปฉีดเข้า เครื่องแกสโครมาโทกราฟ เพื่อตรวจว่ามีฟิว เชลอลอยล์อยู่ในส่วนใดส่วนหนึ่งบ้างนี้ ไม่พบว่าพบฟิว เชลอลอยล์อยู่ในส่วนใดเลย และ เมื่อนำสุราที่พบว่ามีฟิว เชลอลอยล์ในตอนแรกไปกลั่นแล้ว นำทั้งส่วนที่กลั่นออกมาและส่วนที่เหลือจากการกลั่นไปฉีดเข้า เครื่องแกสโครมาโทกราฟ ก็พบว่าจะมีฟิว เชลอลอยล์เพิ่มขึ้นในส่วนหนึ่งส่วนใดบ้าง กลับไม่พบว่ามีฟิว เชลอลอยล์อยู่ในส่วนหนึ่งส่วนใดเลย

ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การกลั่นสุรานั้นนอกจาก เพื่อที่จะให้ไคโอเท - วิลแอลกอฮอล์บริสุทธิ์แล้ว ยังอาจจะทำให้ฟิว เชลอลอยล์ถูก เปลี่ยนรูปไปเป็นสารอื่นๆ ไคโอเท เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งจะลดปริมาณของฟิว เชลอลอยล์ในสุรา

8. ปริมาณของ แอลกอฮอล์ และฟิว เชลอลอยล์ในสุราที่นำไปทำไห้ระเหย

ตาราง 10 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชิลอยล์ในสุราที่นำไปทำ
ให้ระเหย (เปอร์เซนต์โดยปริมาตร)

ตัวอย่าง	ก่อนทำให้ระเหย		หลังจากทำให้ระเหย	
	ethanol	fusel oil	ethanol	fusel oil
1	31.1746	-	4.0101	-
2	29.5180	-	2.1075	-
3	32.8313	-	2.0739	-
4	29.1480	-	2.4242	-
5	33.8855	0.9868	4.6321	-
6	26.6566	0.0603	4.0440	-
7	34.9397	0.2586	7.2727	-
8	28.2388	0.0229	2.7272	-
9	37.4085	0.0459	2.7475	-
10	28.0120	0.1293	2.2892	-

จากการนำสุราไปทำให้ระเหยนี้พบว่า ปริมาณของแอลกอฮอล์ลดลงมาก เช่น จาก 31.1746 เปอร์เซนต์ เหลือเพียง 4.0101 เปอร์เซนต์ จาก 29.5180 เปอร์เซนต์ เหลือเพียง 2.1075 เปอร์เซนต์ จาก 32.8313 เปอร์เซนต์ เหลือเพียง 2.0379 เปอร์เซนต์ เป็นต้น ส่วนฟิว เชิลอยล์นั้น จากการทดลองนำเอาสุราที่ไม่พบว่า มีฟิว เชิลอยล์ในตอนแรกไปทำให้ระเหย แล้วนำส่วนที่เหลือไปหาปริมาณของฟิว เชิลอยล์ ปรากฏว่า การระเหยเอา เอทิลแอลกอฮอล์ออกไปบ้างจะช่วยให้พบฟิว เชิลอยล์ได้มากขึ้น หรือไม่ แต่กลับไม่พบว่ามีฟิว เชิลอยล์อยู่ในส่วนที่เหลือจากการระเหยเลย และเมื่อ นำสุราที่พบว่า มีฟิว เชิลอยล์ในตอนแรกไปทำการทดลอง เช่นเดียวกันก็ไม่พบว่ามีฟิว เชิลอยล์อยู่ในส่วนที่เหลือจากการระเหยนั้นเช่นกัน

สรุปภาวะวิจารณ์ผลการทดลอง

1. เกร็ดงกัณฑ์ที่เรียกว่าสุราทั้งสุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดและสุราที่ผลิตขึ้นจากหน่วยและบริโภคกันเองในชนบท มีปริมาณ เอทิลแอลกอฮอล์สูงกว่า เมารี่ทั้งที่ขายทั่วไปในท้องตลาดและที่ผลิตขึ้นจากหน่วยและบริโภคกันเองในชนบท คือ สุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดมีปริมาณ เอทิลแอลกอฮอล์เฉลี่ย 32.0417 เปอร์เซ็นต์ สุราที่ผลิตขึ้นจากหน่วยและบริโภคกันเองในชนบทมีปริมาณ เอทิลแอลกอฮอล์เฉลี่ย 34.4894 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมารี่ที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดมีปริมาณ เอทิลแอลกอฮอล์เฉลี่ย 12.4963 เปอร์เซ็นต์ และ เมารี่ที่ผลิตขึ้นจากหน่วยและบริโภคกันเองในชนบทมีปริมาณ เอทิลแอลกอฮอล์เฉลี่ย 11.6657 เปอร์เซ็นต์

สุราทั้งสองพวกนี้มีปริมาณ เอทิลแอลกอฮอล์เฉลี่ยไม่เกิน 60 เปอร์เซ็นต์ แต่มีสุราที่ผลิตขึ้นจากหน่วยและบริโภคกันเองในชนบทสองตัวอย่างที่มีปริมาณ เอทิลแอลกอฮอล์สูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ คือ 64.6464 เปอร์เซ็นต์ และ 64.2472 เปอร์เซ็นต์

2. สุราที่ผลิตขึ้นจากหน่วยและบริโภคกันเองในชนบทมีปริมาณ เอทิลแอลกอฮอล์สูงกว่าสุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด คือ สุราที่ผลิตขึ้นจากหน่วยและบริโภคกันเองในชนบทมีปริมาณ เอทิลแอลกอฮอล์เฉลี่ย 34.4894 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดมีปริมาณ เอทิลแอลกอฮอล์เฉลี่ย 32.0417 เปอร์เซ็นต์

3. สุราที่ผลิตขึ้นจากหน่วยและบริโภคกันเองในชนบทมีปริมาณฟิว เชลลอลอยล์สูงกว่าสุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด คือ สุราที่ผลิตขึ้นจากหน่วยและบริโภคกันเองในชนบทมีปริมาณฟิว เชลลอลอยล์เฉลี่ย 0.2712 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดมีปริมาณฟิว เชลลอลอยล์เฉลี่ย 0.0997 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้สุราที่ผลิตขึ้นจากหน่วยและบริโภคกันเองในชนบท เป็นสุราที่มีฟิว เชลลอลอยล์ 90 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างพวกนี้ ส่วนสุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดนั้นมีเพียง 50.8196 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างพวกเดียวกัน เท่านั้นที่มีฟิว เชลลอลอยล์

4. เมารี่ที่ผลิตขึ้นจากหน่วยและบริโภคกันเองในชนบทมีปริมาณฟิว เชลลอลอยล์สูง

กล่าว เมรัยที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด กือ เมรัยที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริ โภคกันเองในชุมชนในชนบทปริมาณฟิว เช็ลลอยล์เฉลี่ย 0.0535 เปอร์ เซนต์ ส่วน เมรัยที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดเป็น เมรัยที่มีฟิว เช็ลลอยล์เฉลี่ยเพียง 0.0269 เปอร์ เซนต์

นอกจากนี้ เมรัยที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริ โภคกันเองในชนบทเป็น เมรัยที่มีฟิว เช็ลลอยล์ถึง 90 เปอร์ เซนต์ของตัวอย่างพวกนี้ ส่วน เมรัยที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดเป็น เมรัยที่มีฟิว เช็ลลอยล์เพียง 40 เปอร์ เซนต์ของตัวอย่างพวกเดียวกันนั้น

5. ปริมาณฟิว เช็ลลอยล์ที่มีในสุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด ใน เมรัยที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดและใน เมรัยที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริ โภคกันเองในชนบทนั้นมีไม่เกิน 0.2500 เปอร์ เซนต์หรือ 2500 ส่วนในล้านส่วน คือ สุราและ เมรัยทั้งกล่าวแต่ละชนิดมีปริมาณฟิว เช็ลลอยล์ 0.0997 เปอร์ เซนต์ 0.0269 เปอร์ เซนต์ และ 0.0535 เปอร์ เซนต์ตามลำดับ ส่วนสุราที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริ โภคกันเองในชนบทนั้นมีปริมาณฟิว เช็ลลอยล์สูงกว่า 0.2500 เปอร์ เซนต์หรือ 2500 ส่วนในล้านส่วน คือ มีปริมาณฟิว เช็ลลอยล์เฉลี่ย 0.2712 เปอร์ เซนต์ และมีสุราพวกนี้สามตัวอย่างที่มีปริมาณฟิว เช็ลลอยล์สูงมาก คือ 1.0632 เปอร์ เซนต์ 1.6318 เปอร์ เซนต์ และ 1.2315 เปอร์ เซนต์ ซึ่งสุราที่มีปริมาณฟิว เช็ลลอยล์สูงมาก เช่นนี้หากผู้บริ โภค เข้าไปก็อาจทำให้ผู้บริ โภค เสื่อมสุขภาพและ เป็นอันตรายต่อร่างกายได้

6. ปริมาณของฟิว เช็ลลอยล์ส่วนใหญ่จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของ เอน-ทิลแอลกอฮอล์

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อสังเกต

ความมุ่งหมายของการศึกษาทดลอง

1. เพื่อศึกษาและทดลองวิธีการหาชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลลอลอยล์ใน แอกลอยส์โดยใช้แก๊สลิควิดโครมาโตกราฟี ตลอดจนศึกษา เทคนิคโกราฟีโครมาโตกราฟีและ เครื่องมือ
 2. เพื่อหาชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลลอลอยล์ใน เครื่องดื่มที่ผสม แอลกอฮอล์ทุกชนิดที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย
 3. เพื่อเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลลอลอยล์ใน เครื่อง-ดื่มที่ผสมแอลกอฮอล์ซึ่งมีขายทั่วไป ในท้องตลาดกับ เครื่องดื่มที่ผสมแอลกอฮอล์ซึ่งผลิตขึ้น จำหน่ายและบริโภคกันเองในชนบท
 4. เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์สุราของสำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
- ตัวอย่าง

ตัวอย่างสุราและ เมรัยทุกชนิดที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยซึ่งใช้ประกอบการทดลอง ครั้งนี้ แบ่งออกเป็น

1. สุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด 61 ตัวอย่าง
2. สุราที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกันเองในชนบท 30 ตัวอย่าง
3. เมรัยที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด 5 ตัวอย่าง
4. เมรัยที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกันเองในชนบท 10 ตัวอย่าง

วิธีการในการศึกษาทดลอง

หาชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์และฟิว เชลลอลอยล์โดยใช้แก๊สโครมาโตกราฟี มีไนโตรเจนเป็น moving phase และมี Ucon LB 550 X เป็น stationary phase

ฉีดตัวอย่าง เข้าไปในคอสัตว์อย่างละเอียด เทียบปริมาณของแอลกอฮอล์จาก
แอลกอฮอล์มาตรฐาน แล้วหาปริมาณของแอลกอฮอล์จากความสูงของพีค

ทดลองการ เปลี่ยนแปลงทางชนิดและปริมาณของแอลกอฮอล์อะฟิว เซลลูลาร์

4 วิธี ก็น

1. การ เก็บไว้นา
2. การใช้ฐานแซ
3. การกลั่น
4. การทำให้ระเหย

ผลการทดลอง

1. สุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดมีปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์เฉลี่ย
32.0417 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณของฟิว เซลลูลาร์เฉลี่ย 0.0997 เปอร์เซ็นต์
2. สุราที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกันเองในชนบทมีปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์เฉลี่ย 34.4894 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณของฟิว เซลลูลาร์เฉลี่ย 0.2712 เปอร์เซ็นต์
3. เวย์ที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดมีปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์เฉลี่ย
12.4963 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณของฟิว เซลลูลาร์เฉลี่ย 0.0269 เปอร์เซ็นต์
4. เวย์ที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกันเองในชนบทมีปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์เฉลี่ย 11.6657 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณของฟิว เซลลูลาร์เฉลี่ย 0.0535 เปอร์เซ็นต์
5. สุราที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกันเองในชนบทมีปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์และฟิว เซลลูลาร์สูงกว่าสุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด
6. เวย์ที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดมีปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์สูงกว่า เวย์ที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกันเองในชนบท แต่มีปริมาณของฟิว เซลลูลาร์น้อยกว่า
7. ทั้งสุราที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดและสุราที่ผลิตขึ้นจำหน่ายและบริโภคกัน

เองในขณะที่มีปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์เฉลี่ยไม่เกิน 60 เปอร์เซ็นต์

8. สุราที่ป้อนทั่วไปในท้องตลาด เมรัยที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด และ เมรัยที่มีกลิ่นจำแนกและบริโภคกับ เอ.ไอ.เอ.เอ. มีปริมาณของ เอ.ไอ.เอ.เอ. ไม่เกิน 0.2500 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 2500 ส่วนในล้านส่วน แต่สุราที่มีกลิ่นจำแนกและบริโภคเองในขณะที่มีปริมาณของ เอ.ไอ.เอ.เอ. เฉลี่ยแล้ว เกินกว่า 0.2500 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับ 0.2712 เปอร์เซ็นต์ หรือ 2712 ส่วนในล้านส่วน

9. การ เก็บไว้นานทำให้ปริมาณของทั้ง แอลกอฮอล์และฟิว เช็ดออกลดลง

10. การใช้ยานกระตุกขั้วในสุราทำให้ปริมาณของทั้ง แอลกอฮอล์และฟิว เช็ดออกในสุรานั้นลดลงไ้มากและเร็ว และถ้าเขี่ยไว้นานพออาจจะทำให้ปริมาณของ แอลกอฮอล์และฟิว เช็ดออกในสุรานั้นหมดไปได้

11. การนำสุรามาไปกลั่นสามารถทำให้ฟิว เช็ดออกในสุรานั้น เปลี่ยนรูปไปได้

12. การนำสุรามาทำให้ระเหย เพื่อลดปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์ลงบางส่วน ไม่ช่วยให้ปริมาณของฟิว เช็ดออกเพิ่มขึ้น แต่กลับทำให้ปริมาณของฟิว เช็ดออกลดลง ทั้งนี้เพราะการทำให้ระเหยนั้นฟิว เช็ดออกจะระเหยออกไปด้วย

อภิปรายผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของ แอลกอฮอล์และฟิว เช็ดออกโดยใช้ กอสมันที่บรรจุด้วย Ucon LB 550 X และจัดสภาวะของ เครื่องแกสโครมาโทกราฟีให้ ปริมาณของอินเจกเตอร์ 115 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของคอลัมน์ 75 - 130 องศา - เซลเซียสโดยทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 16 องศาเซลเซียสทุกนาที และอุณหภูมิของดีเทกเตอร์ 125 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของการทดลองนี้นี้ เครื่องมือ สามารถแยกแอลกอฮอล์ได้เพียงสองชนิด คือ เอทิลแอลกอฮอล์และ เมทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นฟิว เช็ดออก แต่จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณของฟิว เช็ดออกซึ่งนักวิทยาศาสตร์ ทางประเทศอังกฤษได้แสดงให้เห็นว่า นอกจากการกลั่นและวิธีที่เกี่ยวกับนี้แล้ว ยังมี แอลกอฮอล์ที่เป็นฟิว เช็ดออกสามชนิดคือ n-propyl alcohol isobutyl alcohol

และ amy1 alcohol ซึ่งโดยส่วนใหญ่ นักวิทยาศาสตร์ที่วิเคราะห์ด้วย เครื่องมือชนิดเดียว
ก็ใช้กอลัมที่บรรจุด้วย Carbowax 1500 และกอลัมที่บรรจุด้วย 2 % Glycerol และ
2 % 1,2,6-Hexanetriol ทั้งนี้คงให้เห็นว่ากอลัมที่บรรจุด้วย Ucon LB 510
มีประสิทธิภาพในการแยกออกด้วยละออง เชื้อออยล์ใน เครื่องมือแบบออกด้วยมี
ปริมาณของ เอทิลแอลกอฮอล์และน้ำ เชื้อออยล์ต่างกันมากไปไม่ผิด

อีกประการหนึ่ง การนำสุราหรือเมรัยมาฉีดเข้าไปในกอลัมโดยตรงนี้ เมื่อ
จากในสุราและ เมรัยมีสารอื่นๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบให้เกิดขึ้น กลิ่นและรสอยู่มาก
การที่ เป็นส่วนประกอบให้เกิดขึ้น กลิ่นและรสที่เข้าไปเกาะติดอยู่ตามสารที่บรรจุใน
กอลัม ทำให้ประสิทธิภาพในการแย่ง เหยี่ยวและแยกแยะสารต่างๆ ของกอลัมลดลง
ไป และถ้าหากว่าสารที่เป็นส่วนประกอบให้เกิดขึ้น กลิ่นและรสที่มาจากกอลัม เข้าไป
ในเครื่อง เครื่องจะทำให้ประสิทธิภาพในการที่จะบอกปริมาณของแอลกอฮอล์และน้ำ เชื้อออยล์
ของเครื่อง เครื่องลดลง จึงไม่สามารถบอกปริมาณของน้ำ เชื้อออยล์หรือสารอื่นๆ ที่มีปริมาณ
น้อยมากได้

ขอเสนอแนะ

การจะนำสุราและ เมรัย มาทำอย่างนี้ทำให้สะอาด (clean up) เสียก่อน
แล้วจึงนำไปฉีดเข้าไปในกอลัม และควรจะแยกกอลัมที่อุณหภูมิสูงสุดของกอลัมมาใช้
ระหว่างทำการทดลองบ้าง เพื่อจะได้อายุการใช้งาน ซึ่งเป็นส่วนประกอบ กลิ่นและรสที่
อยู่ในสุราและ เมรัยถูกแก๊ส เออร์บอนพัดพาออกไปจากกอลัมไปบ้าง กอลัมและเครื่อง
เครื่องก็จะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยสม่ำเสมอ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

โรยซ์ ไชยวงค์เกียรติ "การทำไวน์ขึ้นประณม" เกษตรสาร 4(2) 130 - 131
2517

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสุรา มอก.
39 - 2516 โรงพิมพ์กรสุภา 2516, 17 หน้า

Association of Official Agricultural Chemist, Official Method
of Analysis, William Farnuty edition, Washington, 1970,
114-154 pp.

Arthur, Caputi Ju., 'Determination of Ethanol in Wine by Chemical
Oxidation' Journal of The AOAC, 53(1). 11-12, 1970

Bouthilet, R J , and Others, "Analysis of Ethanol in Wine by Gas
Liquid Chromatography", Journal of The AOAC, 44(3): 410-414,
1961

Brunelle, Richard L., 'Collaborative Study of The Quantitative
Determination of Fusel Oil and Ethyl Acetate by Gas Liquid
Chromatography", Journal of The AOAC, 51(4) 915-921, 1962

Campaigne, Ernest, Elementary Organic Chemistry, Printace-hall,
Inc., 1962, 110-112 pp.

Dyer, randolph H., " Collaborative Study of a Gas Liquid Chromato-
graphic Method for The Determination of Methanol in Alcoholic
Beverage", Journal of The AOAC, 53(3): 564-565, 1972

Hawley, Gessner G., The Condensed Chemical Dictionary, Van Nostrand
Reinhold Company, New York, 1971, 406 pp.

MacKenzie, Charles L., Unified Organic Chemistry, Harper & Row
Publisher, New York, 1962, 155-164 pp.

McNair, H.M., Bonelli, E.J., Basic Gas Chromatography, Consolidated
Printer, California, 1969, 306p.

Roice, David, and Others, A Guide to Analysis of Alcohols by Gas
Chromatograph. Polyscience Corporation, Illinois, 1965, 86 p.

Scholeman, Robert, L., Dyer, Randolph H., "Analytical Profile of
Cistern Room Whisky", Journal of The AOAC, 51(5): 97-98 ,
1968