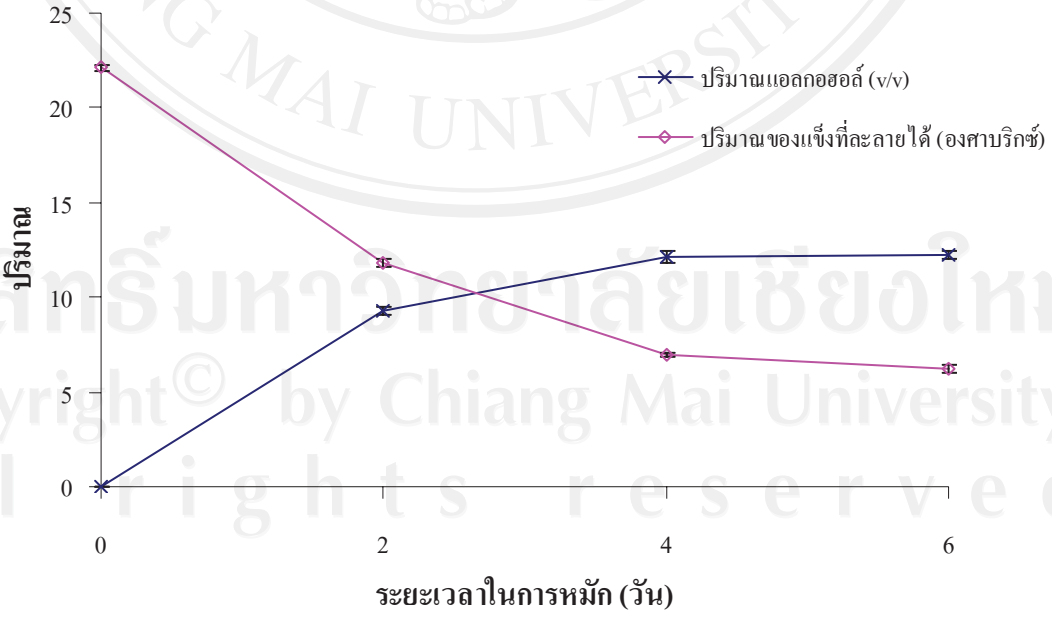
บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 คุณภาพทางเคมี กายภาพ และองค์ประกอบของกลิ่นในสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้ง

ในระหว่างการหมักส้มสายน้ำผึ้ง ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำหมักจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งในวันสุดท้ายของการหมัก ได้เป็นน้ำส่าที่มีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ร้อยละ 12.2 (v/v) โดยใช้เวลาในการหมัก 6 วัน ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ลดลงเหลือ 6.2 องศาบริกซ์ (ภาพ 4.1) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของศราวุธ (2550) คือตลอดระยะเวลาในการหมัก ปริมาณแอลกอฮอล์จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วงร้อยละ 11.1-11.7 (v/v) ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้จะลดลงเรื่อยๆ และเหลือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในวันสุดท้ายของการหมักอยู่ในช่วง 6.0-6.3 องศาบริกซ์



ภาพ 4.1 ปริมาณแอลกอฮอล์และของแข็งที่ละลายได้ในระหว่างการหมักส้มสายน้ำผึ้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อนำน้ำส่าที่ได้ไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่น แยกแอลกอฮอล์ส่วนแรกที่กลั่นได้ทิ้งไปร้อยละ 1.0 (ตัดหัว) ของน้ำส่าที่เข้ากลั่น (ศราวุธ, 2550) เพื่อกำจัดสารที่ระเหยง่ายรวมทั้งเมทานอล จากนั้นกลั่นต่อไปจนสิ้นสุดการกลั่น ปรับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ด้วยน้ำกลั่นให้ได้ร้อยละ 40 (v/v) ได้เป็นสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้ง จากการสังเกตพบว่าสุรากลั่นที่ได้มีความใสมากใกล้เคียงกับน้ำกลั่น เมื่อนำไปวัดค่า OD_{420} เพื่อวัดความขุ่นได้ค่าเท่ากับ 0.0008 ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำกลั่นมาก นอกจากนี้ยังพบว่าสุราที่ได้มีความเป็นกรด โดยวัดค่า pH ได้เท่ากับ 3.34 มีปริมาณกรดระเหยอยู่ปริมาณ 0.21 กรัมต่อลิตร และพบว่าสุรากลั่นที่ได้มีกลิ่นค่อนข้างฉุน และมีกลิ่นคล้ายน้ำส้มสายชูปนอยู่เล็กน้อย ซึ่งน่าจะเกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเนื้อส้มในระหว่างการหมักทำให้เกิดกลิ่นดังกล่าวขึ้นมา เมื่อนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านการยอมรับรวม พบว่าได้คะแนน 4.23 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อย (ตาราง 4.1)

เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารในตัวอย่างสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้ง ด้วยเทคนิค Gas Chromatography-Mass Spectrometry พบว่ามีสารทั้งหมด 21 ชนิด โดยพบสารสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพและกลิ่นของสุรากลั่นโดยทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้คือ Soufleros *et al.* (2004) และ Apostolopoulou *et al.* (2005) ได้แก่ isoamyl alcohol, isobutyl alcohol, acetaldehyde, ethyl acetate, 1-propanol แต่ไม่พบ methyl alcohol ซึ่งอาจเป็นเพราะมีปริมาณอยู่น้อยมาก รวมทั้งพบสาร limonene ซึ่งเป็นสารกลิ่นที่สำคัญในผิวส้ม ในปริมาณเล็กน้อย (ร้อยละ 0.10 ของปริมาณสารที่สามารถระเหยได้ทั้งหมด) (ตาราง 4.2) ในการวิเคราะห์ขั้นต่อไป เป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยเทคนิค Gas Chromatography เพื่อให้ทราบปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อปริมาณสารดังกล่าว

ตาราง 4.1 คุณลักษณะของสุรากลั่นที่หมักได้จากส้มสายน้ำผึ้ง

ลักษณะคุณภาพ	ค่าที่วัดได้
ความใส (ค่า OD ที่ 420 นาโนเมตร)	0.0008 ± 0.0005
ปริมาณกรดทั้งหมด (กรดแอซีติก; กรัมต่อลิตร)	0.26 ± 0.00
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	3.34 ± 0.01
ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละ v/v)	40.3 ± 0.6
คุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนการยอมรับรวม)	4.23 ± 1.84

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.2 ชนิดและสัดส่วนขององค์ประกอบของกลิ่นในสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้ง

องค์ประกอบ	สัดส่วนในสารที่สามารถระเหยได้ทั้งหมด (ร้อยละ)
Acetaldehyde	0.138
Ethyl alcohol	87.838
1-Propanol	0.139
Ethyl acetate	0.727
2-Methyl-1-propanol (Isobutyl alcohol)	1.220
Diethyl acetal	1.573
3-Methyl-1-butanol (Isoamyl alcohol)	3.179
2-Methyl-1-butanol	0.425
Isooctane	0.038
Isoamyl acetate	0.205
Pentane	0.048
Hexanoic acid	0.134
Limonene	0.100
Octanoic acid	0.778
Decanoic acid	2.011
Dodecanoic acid	0.936
Pentadecanoic acid	0.065
Ethyl 9-hexadecenoate	0.047
Hexadecanoic acid	0.282
Octadecanoic acid	0.059

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ ที่มีผลต่อคุณภาพและกลิ่นของสุรากลั่นโดยทั่วไป ด้วยเทคนิค Gas Chromatography แล้วพบว่า isobutyl alcohol และ isoamyl alcohol ซึ่งเป็นกลุ่มของแอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลใหญ่ (higher alcohols) เป็นสารที่มีปริมาณมากที่สุดที่พบในสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้ง โดยพบอยู่ในปริมาณ 620.73 และ 1,590.75 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ตาราง 4.3) สอดคล้องกับงานของ Soufleros *et al.* (2004) ที่ศึกษาปริมาณสารที่สามารถระเหยได้ ในสุราที่ผลิตจากผลหม่อนของประเทศกรีซที่เรียกว่า “Mouro” พบว่า isobutyl alcohol และ isoamyl alcohol เป็นสารกลุ่มที่มีปริมาณสูงที่สุดเฉลี่ย 58.46 และ 341.52 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ เช่นเดียวกับงานของ Hernandes-Gomes *et al.* (2005) ที่ทำการศึกษาในสุรากลั่นที่ผลิตมาจากผลเมลอนในสภาวะต่างๆ ซึ่งพบปริมาณของ isobutyl alcohol และ isoamyl alcohol สูงที่สุดถึง 10,421 และ 2,049 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ

Acetaldehyde เป็นสารที่เกิดจากการสร้างขึ้นโดยเซลล์ยีสต์ในกระบวนการหมัก และเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของ ethyl alcohol ในขั้นตอนการบ่มหรือเก็บรักษา สารชนิดนี้ทำให้สุรามีกลิ่นฉุน หากมีในปริมาณที่สูงเกินไป (Maarse, 1991) โดยในตัวอย่างสุรากลั่น ที่นำไปวิเคราะห์พบสารดังกล่าวปริมาณ 443.98 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตาราง 4.3) ใกล้เคียงกับสุรากลั่นที่ผลิตมาจากแตงเมลอน ที่พบปริมาณดังกล่าวอยู่ในช่วงระหว่าง 278-575 มิลลิกรัมต่อลิตร (Hernandes-Gomes *et al*., 2005) แต่ถือว่าค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่พบในสุรากลั่นจากผลไม้ชนิดอื่น เช่น สุรากลั่นพื้นเมืองของประเทศเซอร์เบียที่เรียกว่า “Drenja” ซึ่งผลิตจากผลเชอรี่ ที่พบปริมาณอยู่ในช่วง 1.71-31.32 มิลลิกรัมต่อลิตร (Tesevic *et al*., 2009) หรือสุรากลั่นพื้นเมืองของประเทศกรีซที่เรียกว่า “Tsipouro” ซึ่งผลิตจากผลไม้ประเภทองุ่น ที่พบปริมาณอยู่ในช่วง 54.06-66.40 มิลลิกรัมต่อลิตร (Apostolopoulou *et al*., 2005) และปริมาณดังกล่าวนั้น สูงเกินกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์สุรากลั่นของกระทรวงอุตสาหกรรม ที่กำหนดไว้ไม่ให้เกิน 160 มิลลิกรัมต่อลิตร (มอก.2088-2544) ทั้งนี้ปริมาณที่สูงมากของสารดังกล่าว อาจมีสาเหตุจากวัตถุดิบ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของ ethyl alcohol หรือจากสาเหตุอื่น ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสารดังกล่าวต่อไป เพื่อให้ได้สุรากลั่นที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

Ethyl acetate เป็นสารที่มีความสำคัญต่อกลิ่นของสุราเป็นอย่างมาก พบในสุราที่ผลิตจากผลไม้เป็นส่วนใหญ่ หากมีปริมาณที่พอเหมาะจะให้ลักษณะกลิ่นหอมของผลไม้ แต่หากมีปริมาณสูงเกินกว่า 150-200 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เกิดลักษณะกลิ่นคล้ายน้ำส้มสายชูในสุรา ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงการปนเปื้อนของ acetobacter (Maarse, 1991) โดยสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้งที่นำไปวิเคราะห์นั้น พบว่ามี ethyl acetate อยู่ในปริมาณ 257.79 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตาราง 4.3) สอดคล้องกับที่ตั้งข้อสังเกตในตอนแรก ที่พบว่าสุรานี้มีกลิ่นคล้ายน้ำส้มสายชูปนอยู่เล็กน้อย ส่วนสุรากลั่นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลิตจากผลไม้ชนิดอื่นนั้นพบว่า สุรากลั่นที่ผลิตมาจากผลไม้ประเภทองุ่น ของประเทศตุรกีที่เรียกว่า “Raki” จำนวน 25 ตัวอย่าง มีปริมาณ ethyl acetate อยู่ระหว่าง 28.32-138.93 มิลลิกรัมต่อลิตร (Anli *et al*., 2007) ในขณะที่สุรากลั่นพื้นบ้านที่ผลิตจากข้าวเหนียว 3 พันธุ์ในเขตภาคเหนือตอนบนของไทย พบปริมาณ ethyl acetate อยู่ในช่วง 138.86-176.71 มิลลิกรัมต่อลิตร (สุภมาส, 2544)

1-Propanol ที่พบมีปริมาณ 138.42 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตาราง 4.3) ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่พบ ในสุรากลั่นจากผลไม้ประเภทองุ่นของประเทศกรีซที่เรียกว่า “Tsipouro” ซึ่งพบปริมาณ 1-propanol เฉลี่ยอยู่ในช่วง 14.3-51.9 มิลลิกรัมต่อลิตร (Apostolopoulou *et al*., 2005) หรือสุรากลั่นจากผลเชอรี่ของประเทศเซอร์เบียที่เรียกว่า “Drenja” ที่พบในปริมาณ 13.2-30.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (Tesevic *et al*., 2009) ในขณะที่สุรากลั่นที่ผลิตมาจากแตงเมลอน กลับพบปริมาณสารดังกล่าวอยู่สูงถึง 600-1065 มิลลิกรัมต่อลิตร (Hernandes-Gomes *et al*., 2005)

Methyl alcohol ที่พบอยู่ในตัวอย่างสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้งมีปริมาณ 13.98 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตาราง 4.3) ซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้งในงานวิจัยของศราวุธ (2550) ที่พบ methyl alcohol อยู่ปริมาณ 522.02 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นว่าวิธีการตัดหัวสุรามีความสำคัญมาก โดยการตัดหัวสุรากลั่นออกร้อยละ 1.0 ของปริมาณน้ำส่าทั้งหมด ตามข้อเสนอแนะจากรายงานของศราวุธ มีความเหมาะสมกว่าการตัดหัวสุรากลั่นออกร้อยละ 0.8 ของปริมาณน้ำส่าทั้งหมด เนื่องจากได้สุรากลั่นที่มี methyl alcohol อยู่ในปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์สุรากลั่นนั้น กระทรวงอุตสาหกรรม ได้กำหนดไว้ไม่ให้มีเกิน 420 มิลลิกรัมต่อลิตร (มอก.2088-2544) เนื่องจาก methyl alcohol เป็นสารที่มีความเป็นพิษและอันตรายต่อผู้บริโภค หากได้รับในปริมาณที่สูงเกินกว่ามาตรฐานกำหนด

ตาราง 4.3 ปริมาณสารให้กลิ่นที่สำคัญในสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้ง

ชนิดสารให้กลิ่น	ปริมาณ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
3-Methyl-1-butanol (Isoamyl alcohol)	1,590.75 ± 1.77
2-Methyl-1-propanol (Isobutyl alcohol)	620.73 ± 5.34
Acetaldehyde	443.98 ± 3.54
Ethyl acetate	257.79 ± 1.94
1-Propanol	138.42 ± 0.35
Methyl alcohol	13.98 ± 0.01

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 การกำจัดกลิ่นในสุรากลั่นด้วยถ่านกัมมันต์

ศึกษาการกำจัดกลิ่นด้วยถ่านกัมมันต์จากปัจจัย 2 ชนิด โดยปัจจัยแรกเป็นชนิดของถ่านกัมมันต์ 3 ชนิดคือ ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว ถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ และถ่านกัมมันต์จากถ่านหิน และปัจจัยที่ 2 เป็นปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ 2 ระดับ คือ ร้อยละ 10 และ 20 (w/v) ของปริมาตรน้ำสุรา โดยทำการแช่ถ่านกัมมันต์ในสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดแล้วแยกเอาถ่านกัมมันต์ออกจากสุรากลั่นด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นทำการกรองด้วยเครื่องกรองแบบ plate and frame filter press

หลังจากแยกถ่านกัมมันต์ออกและผ่านการกรองด้วยเครื่องกรอง พบว่าผลผลิตของสุรากลั่นที่ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ระดับ ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยการใช้ถ่านกัมมันต์ในปริมาณร้อยละ 10 (w/v) จะให้ผลผลิตของสุรามากที่สุด ร้อยละ 80.67 (v/v) แสดงให้เห็นว่าปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ มีความสำคัญต่อปริมาณผลผลิตของสุราที่ได้ เนื่องจากเม็ดถ่านกัมมันต์นั้นมีรูพรุนที่สามารถดูดซับเอาน้ำสุราติดไปด้วย ดังนั้นหากใช้ถ่านกัมมันต์ในปริมาณมากก็จะทำให้สูญเสียผลผลิตของน้ำสุราไป ส่วนผลของปัจจัยร่วมระหว่างชนิดของถ่านกัมมันต์ และปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ พบว่าผลผลิตของสุราที่ได้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยผลผลิตของสุราที่ได้หลังแยกถ่านกัมมันต์ออกด้วยผ้าขาวบาง และหลังผ่านการกรองด้วยเครื่องกรอง มีปริมาณอยู่ในช่วงร้อยละ 91.00-95.50 (v/v) และ 77.00-81.00 (v/v) ตามลำดับ โดยหลังกรองด้วยเครื่องกรองพบว่า การใช้ถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่หรือถ่านกัมมันต์จากถ่านหินในปริมาณร้อยละ 10 (w/v) ได้ผลผลิตมากที่สุดร้อยละ 81.00 (v/v) (ตาราง 4.4)

หลังจากกรองถ่านกัมมันต์ออกจากสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้งด้วยเครื่องกรอง แล้วนำสุราที่ได้ไปทดสอบคุณภาพด้านต่างๆ ได้แก่ ความใส ปริมาณกรดทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณแอลกอฮอล์ พบว่าชนิดของถ่านกัมมันต์มีผลต่อความใสของสุราที่ได้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยถ่านหินเป็นถ่านกัมมันต์ที่ได้สุราที่มีความใสที่สุด ในขณะที่ปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ระดับ ได้สุราที่มีความใสใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดของถ่านกัมมันต์กับปริมาณการใช้ ที่ได้สุราที่มีความใสมากที่สุดคือ การใช้ถ่านกัมมันต์จากถ่านหินในปริมาณร้อยละ 20 (w/v) รองลงมาคือ การใช้ถ่านกัมมันต์จากถ่านหินในปริมาณร้อยละ 10 (w/v) (ตาราง 4.4) ทั้งนี้ถึงแม้ค่าความใสของสุรา จะเพิ่มขึ้นจากสุราที่ไม่ได้ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ แต่ก็อยู่ในระดับที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแอซีติก มีปริมาณลดลงจากสุราที่ไม่ได้ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ และปริมาณกรดทั้งหมดที่พบในสุราที่ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยกรดทั้งหมดที่พบในสุรากลั่นที่ผ่านการแช่ด้วยถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว มีปริมาณน้อยที่สุดที่ 0.043 กรัมต่อลิตร ในขณะที่ปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ระดับ พบปริมาณกรดทั้งหมด ใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และปัจจัยร่วมระหว่างชนิดของถ่านกัมมันต์กับปริมาณการใช้ ที่ได้สุราที่มีปริมาณกรดทั้งหมดน้อยที่สุดคือ การใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวในปริมาณร้อยละ 20 (w/v) (ตาราง 4.4)

ความเป็นกรด-ด่างของสุรา ที่ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิด มีค่าสูงขึ้นจากสุราที่ไม่ได้ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยความเป็นกรด-ด่างของสุรา ที่ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์จากถ่านหินมีค่าน้อยที่สุด ในขณะที่ปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ระดับ พบความเป็นกรด-ด่างของสุรา ใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และปัจจัยร่วมระหว่างชนิดของถ่านกัมมันต์กับปริมาณการใช้ ที่ได้ค่าความเป็นกรด-ด่างของสุรา น้อยที่สุดคือ การใช้ถ่านกัมมันต์จากถ่านหินในปริมาณร้อยละ 10 (w/v) โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 5.29 (ตาราง 4.4)

ปริมาณแอลกอฮอล์ในสุรา มีความเข้มข้นลดลงเล็กน้อย จากสุราที่ไม่ได้ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ โดยชนิดของถ่านกัมมันต์ ปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ และปัจจัยร่วมของทั้ง 2 ปัจจัย มีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์ในสุราใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 4.4)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.4 ผลของชนิดถ่านกัมมันต์ และปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ ต่อผลผลิตและคุณภาพของสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้งที่ผ่านการกำจัดกลิ่นด้วยถ่านกัมมันต์

ปัจจัย	ผลผลิต (ร้อยละ v/v)		คุณภาพของสุรากลั่น			
	หลังแยกถ่านกัมมันต์ออก	หลังกรอง	ความใส (ค่า OD ที่ 420 นาโนเมตร)	ปริมาณกรดทั้งหมด (กรดแอซีติก; กรัมต่อลิตร)	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละ v/v)
ชนิดถ่านกัมมันต์	ns	ns				ns
ถ่านกะลามะพร้าว	92.75 ± 2.22	78.50 ± 2.52	0.0052^{a} ± 0.0018	0.043^{b} ± 0.006	7.94^{a} ± 0.40	38.67 ± 0.82
ถ่านไม้ไผ่	93.25 ± 2.06	79.50 ± 1.91	0.0047^{a} ± 0.0019	0.069^{a} ± 0.028	6.51^{b} ± 0.68	39.17 ± 0.75
ถ่านหิน	93.50 ± 2.38	79.50 ± 1.91	0.0024^{b} ± 0.0007	0.084^{a} ± 0.004	5.49^{c} ± 0.22	38.50 ± 0.55
ปริมาณ (ร้อยละ w/v)			ns	ns	ns	ns
10	95.00^{a} ± 0.63	80.67^{a} ± 1.63	0.0033 ± 0.0008	0.075 ± 0.026	6.25 ± 1.02	39.00 ± 0.71
20	91.33^{b} ± 0.82	77.67^{b} ± 0.82	0.0049 ± 0.0024	0.055 ± 0.021	7.04 ± 1.13	38.56 ± 0.73
ชนิดถ่านกัมมันต์ × ปริมาณ						ns
ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว × 10	94.50^{a} ± 0.71	80.00^{ab} ± 2.83	0.0038^{b} ± 0.0008	0.046^{c} ± 0.007	7.58^{b} ± 0.02	39.0 ± 1.0
ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว × 20	91.00^{b} ± 1.41	77.00^{b} ± 1.41	0.0066^{a} ± 0.0010	0.040^{c} ± 0.003	8.31^{a} ± 0.04	38.3 ± 0.6
ถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ × 10	95.00^{a} ± 0.00	81.00^{a} ± 1.41	0.0031^{bc} ± 0.0005	0.094^{a} ± 0.003	5.89^{d} ± 0.06	39.3 ± 0.6
ถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ × 20	91.50^{b} ± 0.71	78.00^{b} ± 0.00	0.0063^{a} ± 0.0009	0.044^{c} ± 0.009	7.13^{c} ± 0.05	39.0 ± 1.0
ถ่านกัมมันต์จากถ่านหิน × 10	95.50^{a} ± 0.71	81.00^{a} ± 1.41	0.0029^{bc} ± 0.0008	0.086^{ab} ± 0.003	5.29^{f} ± 0.02	38.7 ± 0.6
ถ่านกัมมันต์จากถ่านหิน × 20	91.50^{b} ± 0.71	78.00^{b} ± 0.00	0.0019^{c} ± 0.0001	0.082^{b} ± 0.003	5.69^{e} ± 0.03	38.3 ± 0.6

หมายเหตุ 1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง อักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารที่สามารถระเหยได้ที่สำคัญ 6 ชนิด ได้แก่ isoamyl alcohol isobutyl alcohol, acetaldehyde, ethyl acetate, 1-propanol และ methyl alcohol ด้วยเทคนิค Gas Chromatography พบว่าปริมาณของ isoamyl alcohol ที่พบในสุรากลั่นที่ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ระดับ ไม่มีผลต่อปริมาณ isoamyl alcohol ($p > 0.05$) ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดของถ่านกัมมันต์กับปริมาณการใช้ มีผลต่อปริมาณ isoamyl alcohol อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปัจจัยร่วมที่พบปริมาณ isoamyl alcohol ต่ำที่สุดคือการใช้ถ่านกัมมันต์จากถ่านหินปริมาณร้อยละ 20 (w/v) ซึ่งพบ isoamyl alcohol ในปริมาณ 1,179.20 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตาราง 4.5)

Isobutyl alcohol ที่พบในสุรากลั่นที่ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ระดับ ไม่มีผลต่อปริมาณ isobutyl alcohol ($p > 0.05$) ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดของถ่านกัมมันต์กับปริมาณการใช้ มีผลต่อปริมาณ isobutyl alcohol อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปัจจัยร่วมที่พบปริมาณ isobutyl alcohol ต่ำที่สุดคือการใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวในปริมาณร้อยละ 20 (w/v) ซึ่งพบ isobutyl alcohol ในปริมาณ 543.90 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตาราง 4.5)

Acetaldehyde ที่พบในสุรากลั่นที่ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ระดับ ไม่มีผลต่อปริมาณ acetaldehyde ($p > 0.05$) ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดของถ่านกัมมันต์กับปริมาณการใช้ มีผลต่อปริมาณ acetaldehyde อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปัจจัยร่วมที่พบปริมาณ acetaldehyde ต่ำที่สุด คือการใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวในปริมาณร้อยละ 20 (w/v) ซึ่งพบ acetaldehyde ในปริมาณ 321.62 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตาราง 4.5) แต่ปริมาณที่พบดังกล่าว ยังคงสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์สุรากลั่น ที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนด

Ethyl acetate ที่พบในสุรากลั่นที่ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เช่นเดียวกับผลของปัจจัยปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ระดับ รวมทั้งปัจจัยร่วมระหว่างชนิดของถ่านกัมมันต์กับปริมาณการใช้ โดยปัจจัยร่วมที่พบปริมาณ ethyl acetate ต่ำที่สุดคือการใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวในปริมาณร้อยละ 20 (w/v) ซึ่งพบ ethyl acetate ในปริมาณ 145.73 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตาราง 4.5) ซึ่งเป็นปริมาณที่ลดลงมากพอสมควร เมื่อเปรียบเทียบกับสุราที่ไม่ได้ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1-Propanol ที่พบในสุรากลั่นที่ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ระดับ ไม่มีผลต่อปริมาณ 1-propanol ($p > 0.05$) ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดของถ่านกัมมันต์กับปริมาณการใช้ มีผลต่อปริมาณ 1-propanol อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปัจจัยร่วมที่พบปริมาณ 1-propanol ต่ำที่สุดคือการใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวในปริมาณร้อยละ 20 (w/v) ซึ่งพบ 1-propanol ในปริมาณ 120.91 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตาราง 4.5)

Methyl alcohol ในสุรากลั่นที่ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ระดับ มีผลต่อปริมาณ methyl alcohol อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) รวมทั้งปัจจัยร่วมระหว่างชนิดของถ่านกัมมันต์กับปริมาณการใช้ ที่มีผลต่อปริมาณ methyl alcohol อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปัจจัยร่วมที่พบปริมาณ methyl alcohol ต่ำที่สุดคือการใช้ถ่านกัมมันต์จากถ่านหินในปริมาณร้อยละ 10 (w/v) (ตาราง 4.5)

แสดงให้เห็นว่าการใช้ถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพดีพอที่จะใช้ในการกำจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้ง เนื่องจากสามารถลดปริมาณสารที่สามารถระเหยได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ เช่น ethyl acetate อย่างไรก็ตาม แม้ว่าปริมาณ acetaldehyde ที่พบจะลดลงจากสุราที่ไม่ได้ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ แต่ยังถือว่าอยู่ในปริมาณที่สูงเกินที่มาตรฐานกำหนด

เมื่อนำสุราส้มสายน้ำผึ้งที่ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์ในทุกหน่วยการทดลอง ไปทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวม ด้วยวิธี Hedonic scaling test โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 25 คน พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวม กับสุราที่ใช้ถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.37-6.63 5.13-5.63 และ 5.83-6.30 ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใช้ถ่านกัมมันต์ในปริมาณต่างกัน 2 ระดับที่ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวมโดยมีคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวมอยู่ในช่วง 6.42-6.58 5.24-5.62 และ 5.93-6.09 ตามลำดับ ส่วนผลของปัจจัยร่วมระหว่างชนิดถ่านกัมมันต์กับปริมาณการใช้ พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวม ทุกหน่วยการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.20-6.80 4.87-5.67 และ 5.73-6.47 ตามลำดับ (ตาราง 4.6)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.5 ผลของชนิดถ่านกัมมันต์ และปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ ต่อปริมาณของสารที่สามารถระเหยได้ที่สำคัญในสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้ง

ปัจจัย	ปริมาณสาร (มิลลิกรัมต่อลิตร)					
	Isoamyl alcohol	Isobutyl alcohol	Acetaldehyde	Ethyl acetate	1-Propanol	Methyl alcohol
ชนิดถ่านกัมมันต์						ns
ถ่านกะลามะพร้าว	1,285.38^{b} ± 60.61	553.54^{b} ± 10.61	337.77^{c} ± 17.73	174.40^{b} ± 31.41	112.56^{b} ± 2.04	14.52 ± 1.92
ถ่านไม้ไผ่	1,459.38^{a} ± 74.56	599.80^{a} ± 22.05	385.65^{b} ± 18.75	209.91^{a} ± 4.62	139.01^{b} ± 4.56	13.92 ± 1.27
ถ่านหิน	1,290.02^{b} ± 121.52	591.65^{a} ± 11.46	440.14^{a} ± 43.70	208.95^{a} ± 10.42	268.76^{a} ± 147.7	13.03 ± 3.11
ปริมาณ (ร้อยละ w/v)	ns	ns	ns		ns	
10	1,377.62 ± 28.54	575.29 ± 10.90	385.51 ± 23.84	210.57^{a} ± 7.40	131.03 ± 5.29	12.32^{b} ± 1.58
20	1,312.23 ± 162.87	588.04 ± 34.07	390.20 ± 70.46	184.93^{b} ± 29.80	222.52 ± 136.19	15.32^{a} ± 1.63
ชนิดถ่านกัมมันต์ × ปริมาณ						
ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว × 10	1,340.60^{d} ± 0.11	563.18^{d} ± 0.69	353.91^{d} ± 1.94	203.06^{c} ± 0.19	124.22^{d} ± 1.16	12.92^{c} ± 1.13
ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว × 20	1,230.20^{e} ± 5.99	543.90^{e} ± 1.49	321.62^{e} ± 0.88	145.73^{d} ± 1.42	120.91^{d} ± 0.95	16.12^{a} ± 0.54
ถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ × 10	1,391.40^{c} ± 5.96	580.35^{c} ± 8.84	402.32^{b}± 4.13	210.29^{b} ± 6.39	134.97^{c} ± 1.01	13.50^{bc} ± 0.23
ถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ × 20	1,527.40^{a} ± 3.36	619.25^{a} ± 1.39	368.98^{c} ± 5.28	209.54^{b} ± 3.48	143.04^{b} ± 1.47	14.33^{abc}± 1.86
ถ่านกัมมันต์จากถ่านหิน × 10	1,400.80^{b} ± 8.50	582.34^{c} ± 8.00	400.29^{b} ± 1.80	218.37^{a} ± 1.40	133.90^{c} ± 2.10	10.53^{d} ± 1.10
ถ่านกัมมันต์จากถ่านหิน × 20	1,179.20^{f} ± 2.41	600.96^{b} ± 2.05	479.99^{a} ± 2.69	199.52^{c} ± 1.76	403.55^{a} ± 5.46	15.52^{ab} ± 2.09

หมายเหตุ 1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง อักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.6 ผลของปัจจัยระหว่างชนิดถ่านกัมมันต์ และปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ ต่อผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้ง

ปัจจัย	ลักษณะคุณภาพ		
	กลิ่น	รสชาติ	การยอมรับรวม
ชนิดถ่านกัมมันต์	ns	ns	ns
ถ่านกะลามะพร้าว	6.63 ± 1.35	5.63 ± 2.25	6.30 ± 1.58
ถ่านไม้ไผ่	6.50 ± 0.97	5.53 ± 2.26	5.83 ± 1.78
ถ่านหิน	6.37 ± 1.43	5.13 ± 2.27	5.90 ± 1.97
ปริมาณ (ร้อยละ w/v)	ns	ns	ns
10	6.58 ± 1.32	5.62 ± 2.00	6.09 ± 1.68
20	6.42 ± 1.20	5.24± 2.47	5.93 ± 1.89
ชนิดถ่าน × ปริมาณถ่าน	ns	ns	ns
ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว × 10	6.47 ± 1.64	5.67 ± 2.06	6.47 ± 1.51
ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว × 20	6.80 ± 1.01	5.60 ± 2.50	6.13 ± 1.68
ถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ × 10	6.80 ± 0.77	5.80 ± 1.93	5.73 ± 1.58
ถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ × 20	6.20 ± 1.08	5.27 ± 2.58	5.93 ± 2.02
ถ่านกัมมันต์จากถ่านหิน × 10	6.47 ± 1.46	5.40 ± 2.13	6.07 ± 1.94
ถ่านกัมมันต์จากถ่านหิน × 20	6.27 ± 1.44	4.87 ± 2.45	5.73 ± 2.05

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เมื่อพิจารณาคุณภาพด้านต่างๆ ของสุราส้มสายน้ำผึ้ง ที่ผ่านการกำจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ด้วยถ่านกัมมันต์ พบว่าถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน เนื่องจากมีผลต่อคุณภาพหลายด้านใกล้เคียงกัน รวมทั้งได้คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าแม้ชนิดของถ่านกัมมันต์ จะมีผลต่อคุณภาพของสุราบางด้าน เช่น ความใส ปริมาณกรดทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือปริมาณสารที่สามารถระเหยได้ แต่ผู้ทดสอบชิมก็ไม่สามารถแยกความแตกต่างของสุรา ที่ผ่านการกำจัดกลิ่นด้วยถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิดได้ เช่นเดียวกับปริมาณการใช้ถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ระดับ ที่ให้ผลการทดสอบชิมใกล้เคียงกัน ทั้งนี้คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ได้นั้น ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าสุราที่ไม่ได้ผ่านการกำจัดกลิ่น การพิจารณาคัดเลือกชนิดถ่านกัมมันต์และปริมาณการใช้ที่เหมาะสม จึงพิจารณาจากปริมาณผลผลิตของน้ำสุราที่ได้ ราคาถ่านกัมมันต์ และความสะดวกในการจัดหา ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไป จึงได้เลือกใช้สุรากลั่นที่ผ่านการแช่ถ่านกัมมันต์จากถ่านหินในปริมาณร้อยละ 10 (w/v) ของปริมาตรน้ำสุรา เนื่องจากหาซื้อง่าย ได้ปริมาณน้ำสุราสูง และต้นทุนการผลิตต่ำ (ภาคผนวก ง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 การปรุงแต่งกลิ่นสุรากลั่นด้วยผิวส้มสายน้ำผึ้ง

4.3.1 องค์ประกอบของกลิ่นในสารสกัดจากผิวส้มสายน้ำผึ้ง

จากการศึกษาองค์ประกอบของสารกลิ่นในสารที่สกัดได้จากผิวส้มสายน้ำผึ้ง ด้วยเทคนิค Gas Chromatography-Mass Spectrometry พบว่ามีสารที่สามารถระเหยได้เป็นองค์ประกอบอยู่ 18 ชนิด โดย limonene เป็นสารที่มีปริมาณมากที่สุดประมาณร้อยละ 85 ของปริมาณสารที่สามารถระเหยได้ทั้งหมดที่ตรวจพบ (ตาราง 4.7) สอดคล้องกับรายงานหลายๆ ฉบับก่อนหน้านี้เช่น รายงานของ Lota *et al.* ที่ทำการศึกษาสารกลิ่นในน้ำมันหอมระเหยจากผิวส้มสายพันธุ์ *Citrus Reticulata* Blanco จำนวน 41 ชนิด พบว่า limonene เป็นสารที่มีปริมาณมากที่สุด โดยมีปริมาณร้อยละ 52.2-96.2 ของปริมาณสารที่สามารถระเหยได้ทั้งหมดที่ตรวจพบ (Lota *et al.* 2000) เพราะฉะนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า limonene เป็นสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบของกลิ่นในผิวส้ม และในการศึกษาการปรุงแต่งสุรากลั่นในขั้นต่อไป จะใช้วิธีการแต่งกลิ่นด้วยผิวส้มสายน้ำผึ้งเนื่องจากเป็นวิธีการที่สะดวกไม่ต้องเสียเวลาสกัดสารกลิ่นออกมา และจะใช้ limonene เป็นตัวชี้วัดในการศึกษา เพื่อให้ทราบว่าการใช้ผิวส้มสายน้ำผึ้งในสภาพที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณ limonene ในสุรากลั่น รวมทั้งคุณภาพและการยอมรับจากผู้บริโภคหรือไม่

ตาราง 4.7 องค์ประกอบของกลิ่นในสารที่สกัดได้จากผิวส้มสายน้ำผึ้ง

ชื่อสาร	ปริมาณ (ร้อยละของปริมาณสารที่สามารถระเหยได้ทั้งหมดในผิวส้มสายน้ำผึ้ง)
Ethyl alcohol	1.069
N-pentane	0.998
Dimethylbutane	0.502
2-Methyl-pentane	1.805
3-Methyl-pentane	0.699
α-Pinene	0.745
Sabinene	0.604
β-Pinene	1.781
Myrcene	3.512

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 (ต่อ) องค์ประกอบของกลิ่นในสารที่สกัดได้จากผิวส้มสายน้ำผึ้ง

ชื่อสาร	ปริมาณ (ร้อยละของปริมาณสารที่สามารถระเหยได้ทั้งหมดในผิวส้มสายน้ำผึ้ง)
Limonene	85.001
β-Ocimene	0.420
Linalool	0.805
α-Terpineol	0.384
Decanal	0.393
β-Cubebene	0.297
α-Farnesene	0.359
α-Sinensal	0.351
Hexadecanoic acid	0.276

4.3.2 ผลการปรุงแต่งกลิ่นสุรากลั่นด้วยผิวส้มสายน้ำผึ้ง

จากการศึกษาการปรุงแต่งกลิ่นสุรากลั่นด้วยผิวส้มสายน้ำผึ้ง โดยใช้ผิวส้มที่แตกต่างกัน 2 ปัจจัย ปัจจัยแรกคือ การแช่แข็งผิวส้ม ระหว่างผิวส้มสดและผิวส้มแช่แข็ง (ผิวส้มแช่แข็งเป็นเวลา 2 สัปดาห์) ส่วนปัจจัยที่ 2 คือ การเคลือบไขผิวส้ม ระหว่างส้มที่ผ่านการเคลือบผิวและไม่ผ่านการเคลือบผิว ทำการแช่ผิวส้มปริมาณร้อยละ 15 (w/v) ของปริมาตรน้ำสุรา ในสุราที่ได้คัดเลือกจากข้อ 4.2.1 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมากลั่นอีกครั้งเพื่อให้ได้สุราที่มีกลิ่นส้ม ปรับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ให้ได้ร้อยละ 40 (v/v) นำสุราที่ได้ไปทดสอบคุณภาพด้านต่างๆ ได้แก่ ผลผลิตแอลกอฮอล์ที่ได้ ปริมาณกรดทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่าง พบว่าลักษณะการเคลือบไขผิวส้มระหว่างเคลือบและไม่เคลือบ มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดและความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีปริมาณกรดอยู่ในช่วงระหว่าง 0.012-0.013 กรัมต่อลิตร และ pH 5.58-5.73 ตามลำดับ (ตาราง 4.8)

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณสาร limonene ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นที่สำคัญของผิวส้ม พบว่าปัจจัยการแช่แข็งผิวส้ม ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารดังกล่าว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงให้เห็นว่าสารดังกล่าว มีความคงทนต่อการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง ในขณะที่ปัจจัยการเคลือบไขผิวส้ม มีผลต่อปริมาณสารนี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยผิวส้มที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไม่ได้ผ่านการเคลือบผิว จะมีปริมาณสารดังกล่าวในปริมาณที่สูงกว่าผิวส้มที่ผ่านการเคลือบผิว เนื่องจากผิวส้มที่ไม่ถูกเคลือบผิว จะมีพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับน้ำสุราซึ่งเป็นทางออกของสาร limonene มากกว่าผิวส้มที่ถูกเคลือบผิว ส่วนปัจจัยร่วมระหว่างการเคลือบไขผิวส้มและการแช่แข็งผิวส้ม พบปริมาณ limonene อยู่ในช่วง 3.03-8.77 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปัจจัยร่วมที่ให้ปริมาณสารดังกล่าวมากที่สุด คือ การใช้ผิวส้มสดที่ได้จากส้มไม่เคลือบผิว รองลงมาคือการใช้ผิวส้มแช่แข็งที่ได้จากส้มไม่เคลือบผิว (ตาราง 4.8)

ตาราง 4.8 ผลของการเคลือบไขผิวส้ม และการแช่แข็งผิวส้มต่อคุณภาพและปริมาณสาร limonene ของสุราส้มสายน้ำผึ้ง

ปัจจัย	**ลักษณะคุณภาพ**		**ปริมาณ** limonene **(มิลลิกรัมต่อลิตร)**
	ปริมาณกรดทั้งหมด (กรดแอซีติก; กรัมต่อลิตร)	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	
การแช่แข็งผิวส้ม	ns	ns	ns
ผิวส้มสด	0.014 ± 0.003	5.65 ± 0.01	5.90 ± 3.14
ผิวส้มแช่แข็ง	0.010 ± 0.002	5.67 ± 0.02	6.24 ± 0.37
การเคลือบไขผิวส้ม	ns	ns	
เคลือบผิว	0.012 ± 0.004	5.73 ± 0.01	4.48^{b} ± 1.59
ไม่เคลือบผิว	0.013 ± 0.002	5.58 ± 0.12	7.66^{a} ± 1.21
การแช่แข็งผิวส้ม × การเคลือบไขผิวส้ม	ns		
ผิวส้มสด × เคลือบผิว	0.014 ± 0.003	5.63^{b} ± 0.12	3.03^{d} ± 0.11
ผิวส้มสด × ไม่เคลือบผิว	0.014 ± 0.003	5.67^{b} ± 0.01	8.77^{a} ± 0.08
ผิวส้มแช่แข็ง × เคลือบผิว	0.010 ± 0.003	5.83^{a} ± 0.01	5.92^{c} ± 0.17
ผิวส้มแช่แข็ง × ไม่เคลือบผิว	0.012 ± 0.000	5.50^{b} ± 0.01	6.55^{b} ± 0.08

หมายเหตุ 1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง อักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อนำตัวอย่างสุราส้มสายน้ำผึ้งทุกหน่วยการทดลองไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี ranking test โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน ทดสอบดมกลิ่นเพื่อเลือกตัวอย่างที่มีผู้ทดสอบชอบมากที่สุดพบว่าลำดับความชอบด้านกลิ่นส้มของสุรากลั่นที่ผ่านการแช่ผิวส้มในทุกหน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสุราที่ใช้ผิวส้มแช่แข็งที่ได้จากส้มเคลือบผิวในการแต่งกลิ่นได้ลำดับความชอบด้านกลิ่นดีที่สุดคือ 1.92 (ตาราง 4.9)

ตาราง 4.9 ลำดับความชอบด้านกลิ่นส้มของสุรากลั่นที่ผ่านการแช่ผิวส้มในลักษณะที่แตกต่างกัน

ลักษณะผิวส้มที่ใช้แช่ในสุรากลั่น	ลำดับการยอมรับรวมด้านกลิ่นส้ม
ผิวส้มสดที่ได้จากส้มเคลือบผิว	$2.72^{b} \pm 1.10$
ผิวส้มสดที่ได้จากส้มไม่เคลือบผิว	$2.84^{b} \pm 1.18$
ผิวส้มแช่แข็งที่ได้จากส้มเคลือบผิว	$1.92^{a} \pm 0.81$
ผิวส้มแช่แข็งที่ได้จากส้มไม่เคลือบผิว	$2.52^{a} \pm 1.19$

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง อักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ดังนั้นเมื่อพิจารณาคุณภาพด้านต่างๆ และผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของสุราที่ผ่านการแต่งกลิ่นด้วยการแช่ผิวส้ม 4 ชนิด ได้แก่ ผิวส้มสดที่ได้จากส้มไม่เคลือบผิว ผิวส้มสดที่ได้จากส้มเคลือบผิว ผิวส้มแช่แข็งที่ได้จากส้มไม่เคลือบผิว และผิวส้มแช่แข็งที่ได้จากส้มเคลือบผิว จึงสามารถเลือกสุราที่จะนำไปทำการทดสอบในขั้นต่อไป คือ สุราที่ผ่านการแต่งกลิ่นด้วยผิวส้มแช่แข็งที่ได้จากส้มเคลือบผิว เนื่องจากได้รับการยอมรับด้านกลิ่นสูง สะดวกต่อการผลิต ซึ่งสามารถเก็บเปลือกส้มแช่แข็งไว้รอการผลิตล่วงหน้า เพื่อการผลิตในช่วงนอกฤดูกาลได้

4.4 การเปรียบเทียบคุณภาพของสุรากลั่นจากส้มสายน้ำผึ้งกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า

นำสุราส้มสายน้ำผึ้งที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 4.2.2 มาเปรียบเทียบกับสุรากลั่นที่ผ่านการกำจัดกลิ่นด้วยถ่านกัมมันต์ที่ได้จากข้อ 4.2.1 และสุราว้อดก้าแต่งกลิ่นส้มทางการค้า ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 2 ตัวอย่าง ได้แก่ยี่ห้อ GRAY GOOSE L'Orange และยี่ห้อ ABSOLUTE MANDARIN ด้วยการทดสอบคุณภาพโดยทั่วไปได้แก่ ปริมาณกรด ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณแอลกอฮอล์ รวมทั้งทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 25 คนพบว่า ปริมาณกรดและความเป็นกรด-ด่างในสุราทั้ง 4 ตัวอย่างมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณกรดมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.008-0.086 กรัมต่อลิตร ซึ่งสุรากลั่นที่ผ่านการกำจัดกลิ่นด้วยถ่านกัมมันต์เป็นตัวอย่างที่มีปริมาณกรดอยู่มากที่สุดรองลงมาได้แก่สุราแต่งกลิ่นส้มสายน้ำผึ้งและสุรายี่ห้อ ABSOLUTE MANDARIN ซึ่งมีปริมาณกรดเท่ากันคือ 0.01 กรัมต่อลิตร ส่วนสุรายี่ห้อ GRAY GOOSE L'Orange เป็นตัวอย่างที่มีปริมาณกรดอยู่น้อยที่สุด ด้านความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง pH 5.29-6.77 โดยสุรายี่ห้อ GRAY GOOSE L'Orange เป็นตัวอย่างที่มีค่าความเป็น กรด-ด่างสูงที่สุดรองลงมาได้แก่สุรายี่ห้อ ABSOLUTE MANDARIN สุราแต่งกลิ่นส้มสายน้ำผึ้ง และสุรากลั่นที่ผ่านการกำจัดกลิ่นด้วยถ่านกัมมันต์เป็นตัวอย่างที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณกรดในสุราจะมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยถ้าหากสุรามีปริมาณกรดอยู่สูง จะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำลงไปด้วย ในขณะที่ปริมาณแอลกอฮอล์ในสุราทั้ง 4 ตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 38.3-39.3 (v/v) (ตาราง 4.10)

ทางด้านผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า สุราทั้ง 4 ตัวอย่างได้คะแนนการทดสอบคุณภาพด้านกลิ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีคะแนนอยู่ในช่วงระหว่าง 5.16 -7.08 ซึ่งสุรายี่ห้อ ABSOLUTE MANDARIN เป็นตัวอย่างที่ได้คะแนนสูงที่สุดรองลงมาได้แก่สุราแต่งกลิ่นส้มสายน้ำผึ้ง สุรายี่ห้อ GRAY GOOSE L'Orange และสุรากลั่นที่ผ่านการกำจัดกลิ่นด้วยถ่านกัมมันต์เป็นตัวอย่างได้คะแนนต่ำที่สุด ส่วนคะแนนการทดสอบคุณภาพด้านรสชาติและการยอมรับรวมจากสุราทั้ง 4 ตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.00-5.84 และ 5.08-6.36 ตามลำดับ (ตาราง 4.11)

จากข้อมูลผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสุรากลั่นชนิดต่างๆ พอจะสรุปได้ว่าสุราแต่งกลิ่นส้มสายน้ำผึ้งที่ทำการผลิตขึ้นนี้ได้คะแนนการการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้งด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวมอยู่ในลำดับที่ 2 รองลงมาจากสุรายี่ห้อ ABSOLUTE MANDARIN และมีคะแนนค่อนข้างใกล้เคียงกับสุรายี่ห้อ GRAY GOOSE L'Orange โดยคะแนนด้านกลิ่น และการยอมรับรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย แต่ด้านรสชาติอยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.10 ผลการทดสอบคุณภาพของสุรากลั่นชนิดต่างๆ

ตัวอย่างสุรา	ลักษณะคุณภาพ		
	ปริมาณกรดทั้งหมด (กรดแอซีติก; กรัมต่อลิตร)	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละ v/v) ns
สุราที่กำจัดกลิ่นด้วยถ่านกัมมันต์	$0.086^{a} \pm 0.003$	$5.29^{d} \pm 0.12$	38.7 ± 0.6
สุราแต่งกลิ่นส้มสายน้ำผึ้ง	$0.010^{b} \pm 0.003$	$5.83^{c} \pm 0.06$	38.3 ± 0.6
GRAY GOOSE L'Orange VODKA	$0.008^{b} \pm 0.003$	$6.77^{a} \pm 0.10$	39.7 ± 0.6
ABSOLUTE MANDARIN VODKA	$0.010^{b} \pm 0.003$	$6.10^{b} \pm 0.10$	39.3 ± 0.6

หมายเหตุ 1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง อักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตาราง 4.11 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสุรากลั่นชนิดต่างๆ

ตัวอย่างสุรา	ลักษณะคุณภาพ		
	กลิ่น	รสชาติ ns	การยอมรับรวม ns
สุราที่กำจัดกลิ่นด้วยถ่านกัมมันต์	$5.16^{b} \pm 1.40$	5.00 ± 1.68	5.08 ± 1.73
สุราแต่งกลิ่นส้มสายน้ำผึ้ง	$5.80^{b} \pm 1.89$	5.08 ± 2.20	5.84 ± 1.80
GRAY GOOSE L'Orange VODKA	$5.60^{b} \pm 1.63$	5.04 ± 1.99	5.64 ± 1.70
ABSOLUTE MANDARIN VODKA	$7.08^{a} \pm 1.35$	5.84 ± 2.08	6.36 ± 1.80

หมายเหตุ 1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง อักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved