



โครงการวิจัยที่ ภ. 53-03 / ย. 2 / รายงานฉบับที่ 3 (ฉบับสมบูรณ์)

การพัฒนาเพิ่มมูลค่าเงาะในรูป น้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม



สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ. 53-03

การวิจัยและพัฒนาเพิ่มมูลค่าจากเงาะเพื่อเป็นอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

โครงการย่อยที่ 2

การพัฒนาเพิ่มมูลค่าเงาะในรูปน้ำส้มสายชูหมัก
และน้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม

รายงานฉบับที่ 3 (ฉบับสมบูรณ์)

การพัฒนาเพิ่มมูลค่าเงาะในรูปน้ำส้มสายชูหมัก
และน้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม

โดย

ลาวัลย์ ขตานนท์

สมพร มุลมังมิ

ศรียกต์ ตรีวัชรกุล

ปุณณภา บุญยะภักดิ์

วิวัฒน์ ปฐมโยธิน

สุสกุล ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา

ปนิดา บรรจงสินศิริ

กุลนที เลาะห์กุล

บรรณาธิการ

นฤมล รื่นไวย์

บุญเรียม น้อยชุมแพ

ศิริสุข ศรีสุข

ว., ปทุมธานี 2556

สงวนลิขสิทธิ์

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



(นายงวุฒิ เสาวพกษ์)
ผู้ว่าการ

กิตติกรรมประกาศ

คณะทำงานโครงการขอขอบคุณ ศูนย์ทดสอบและมาตรฐาน (บางปู) ที่ช่วยตรวจวิเคราะห์ สลากโภชนาการผลิตภัณฑ์, ศูนย์ความรู้ วว. ที่ช่วยสืบค้นข้อมูลเพื่อใช้ในการจัดทำรายงาน ตลอดจน ผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ในการประเมินความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และน้องๆ ของ ศูนย์จุลินทรีย์ (ศจล.) เดิม ปัจจุบันฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งประเทศไทย (วว.) ที่ช่วยเตรียมอุปกรณ์และวัสดุในการทดลองวิจัย.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ง
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	2
1. บทนำ	3
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	8
3. ผลการทดลองและวิจารณ์	14
4. สรุปผลการทดลอง	27
5. ผลการศึกษาเบื้องต้นทางด้านตลาดและผลกระทบของโครงการ	28
6. ข้อเสนอแนะ	29
7. เอกสารอ้างอิง	30
8. ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเงาะ	31
ภาคผนวก ข ประเภทของน้ำส้มสายชู	32
ภาคผนวก ค คุณลักษณะน้ำส้มสายชู	33
ภาคผนวก ง การวัดปริมาณกรดของน้ำส้มสายชูหมัก	34
ภาคผนวก จ ผลการตรวจวิเคราะห์ข้อมูลโภชนาการของผลิตภัณฑ์	35

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1. ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้จากการใช้เชื้อยีสต์ 2 สายพันธุ์ในกระบวนการหมักไวน์เงาะในเวลา 12 วัน	14
ตารางที่ 2. ปริมาณของแข็งหรือน้ำตาลที่ลดลงเมื่อใช้เชื้อยีสต์ 2 สายพันธุ์ในกระบวนการหมักไวน์เงาะในเวลา 12 วัน	15
ตารางที่ 3. การเปรียบเทียบการผลิตกรดน้ำส้มของแบคทีเรียผลิตกรดน้ำส้มจำนวน 3 สายพันธุ์ ที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักเงาะจากเชื้อยีสต์ <i>S. cerevisiae</i> TISTR 5019 ซึ่งมีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 8 เปอร์เซ็นต์	17
ตารางที่ 4. ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม	23

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1. เครื่องวัดปริมาณน้ำตาล (Master Refractometer)	9
รูปที่ 2. เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH meter)	10
รูปที่ 3. อุปกรณ์วัดปริมาณกรดน้ำส้ม (ชุดไทเทรต)	10
รูปที่ 4. ปริมาณแอลกอฮอล์ในการหมักเงาะของเชื้อยีสต์ 2 สายพันธุ์ คือ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> TISTR 5019 และ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> TISTR 5617 Burgandy ในระยะเวลา 12 วัน	14
รูปที่ 5. ปริมาณการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดหรือปริมาณน้ำตาลในการหมักเงาะของเชื้อยีสต์ 2 สายพันธุ์ คือ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> TISTR 5019 และ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> TISTR 5617 Burgandy ในระยะเวลา 12 วัน	15
รูปที่ 6. ขั้นตอนการหมักเงาะให้อยู่ในรูปของไวน์เงาะหรือขั้นตอนผลิตแอลกอฮอล์	16
รูปที่ 7. การผลิตกรดน้ำส้มของเชื้อแบคทีเรียผลิตกรดน้ำส้มจำนวน 3 สายพันธุ์ที่เลี้ยง ด้วยน้ำหมักจากที่หมักด้วยเชื้อยีสต์ <i>S. cerevisiae</i> TISTR 5019 ซึ่งมีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 8 เปอร์เซ็นต์	18
รูปที่ 8. ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากเงาะในงานทดลอง	18
รูปที่ 9. ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ ในท้องตลาด	19
รูปที่ 10. การเก็บรักษาเชื่อน้ำส้มในเม็ดเจลาตินในหลอดกาแฟ	20
รูปที่ 11. การเก็บรักษาเชื่อน้ำส้มในเม็ดเจลาตินในหลอดกาแฟ	21
รูปที่ 12. ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักพร้อมดื่มจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ ในท้องตลาด	22
รูปที่ 13. ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักพร้อมดื่มจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ ในท้องตลาด	24
รูปที่ 14. จำนวนและค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามความคิดเห็นทางด้านราคาผลิตภัณฑ์ น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มปริมาตร 200 มิลลิลิตร	25
รูปที่ 15. การไทเทรตและสารละลายถึงจุดยุติ	34

DEVELOPMENT OF VALUE ADDED PRODUCTS FROM RAMBUTAN : FERMENTED- AND RAMBUTAN CIDER

Lawan Chatanon, Srisak Trangwacharakul, Wiwat Pathomuothin,
Panida Banjongsinsiri, Somporn Moonmungmee,
Susakul Palakawong N Ayuthadya Poonapha Bunyaphak,
and Kulnatee Laohakul

ABSTRACT

In order to solve the problem of over-supply and falling price of rambutan, development of fermented vinegar and ready to drink vinegar from this fruit was carried out. Two microbial strains namely The fermentation process of vinegar from rambutan used 2 microbial strains namely *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5019 and *Acetobacter aceti* TISTR 103. were used in the fermentation process of vinegar from rambutan.

Fresh juice and flesh of rambutan were used as the raw material. At the beginning of the fermentation, *S. cerevisiae* TISTR 5019 converted sugar content in the raw material to alcohol in 12 hours. After that, alcohol was subsequently oxidized into acetic acid by the action of *A. aceti* TISTR 103 in 16 hours. The acetic acid yield was 6.5% which is in the range of standard specification. The fermented vinegar obtained was yellow in color, quite clear and scented. The ready to drink fermented vinegar was prepared by diluting the fermented vinegar with honey, fresh rambutan juice and clean water in the suitable ratios.

In addition, *A. aceti* TISTR 103 was preserved in gelatin droplets and kept in plastic straw. This form of the inoculum was proven to be ease in use for fermentation, for farmers and could be applied to various fruits.

การพัฒนาเพิ่มมูลค่าเงาะในรูปน้ำส้มสายชูหมักและ น้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม

ลาวัลย์ ขตานนท์¹, ศรีสักดิ์ ตรังวัชรกุล², วิวัฒน์ ปฐมโยธิน², ปนิตา บรรจงสินศิริ²,
สมพร มุลมั่งมี¹, สุกกุล ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา¹, ปุณณภา บุญยะภักดิ์² และกุลนที เลาะห์กุล³

บทคัดย่อ

เพื่อเป็นการแก้ปัญหาผลผลิตเงาะที่ล้นตลาดและราคาตกต่ำ จึงได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ กระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเงาะเป็นกระบวนการหมัก โดยอาศัยเชื้อจุลินทรีย์ 2 สายพันธุ์ คือ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5019 และ *Acetobacter aceti* TISTR 103 เนื้อและน้ำคั้นจากเงาะถูกใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการหมัก ในขั้นตอนแรกของการหมัก เชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5019 เปลี่ยนน้ำตาลในวัตถุดิบเป็นแอลกอฮอล์ซึ่งจะใช้เวลาการหมัก 12 ชั่วโมง จากนั้น *A. aceti* TISTR 103 เปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติก (acetic acid) ซึ่งขั้นตอนนี้จะใช้เวลา 16 วัน ได้ปริมาณกรดแอซีติก 6.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน น้ำส้มสายชูหมักที่ได้มีสีเหลือง ค่อนข้างใส มีกลิ่นหอมสำหรับน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ ผลิตโดยเจือจางน้ำส้มสายชูหมักจากเงาะด้วยน้ำผึ้ง, น้ำเงาะสด และ น้ำสะอาด ในอัตราส่วนที่เหมาะสม.

นอกจากนี้ ได้ทำการเก็บรักษาเชื้อ *A. aceti* TISTR 103 ในรูปหอยดเม็ดเจลาตินในหลอดกาแฟ ซึ่งเป็นรูปแบบที่ง่ายต่อการนำมาใช้ในการหมักผลิตภัณฑ์ ซึ่งเหมาะกับเกษตรกร และสามารถใช้ได้กับผลไม้หลากหลายชนิด.

¹ ฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

² ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร, วว.

³ กองวิจัยธุรกิจ, วว.

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เงาะ (Rambutan) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nephelium lappaceum* Linn. เป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในจังหวัดทางภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย พื้นที่ปลูกของภาคตะวันออกจำนวน 51 เพอร์เซ็นต์, ทางภาคใต้จำนวน 48 เพอร์เซ็นต์ พันธุ์ที่ส่งเสริมการปลูก ได้แก่ เงาะพันธุ์โรงเรียน 83 เพอร์เซ็นต์ และพันธุ์สีชมพู 16 เพอร์เซ็นต์ ผลผลิตเงาะส่วนใหญ่ประมาณ 97 เพอร์เซ็นต์ (<http://ssnet.doae.go.th>) ใช้บริโภคภายในประเทศ การส่งออกเงาะมีทั้งผลสด เงาะกระป๋อง และเงาะสอได้สับปะรด ตลาดส่งออก ได้แก่ มาเลเซีย, สิงคโปร์, ใต้หวัน, ฮองกง และจีน ผลผลิตเงาะจากภาคตะวันออกจะให้ผลผลิตในช่วงเดือน พฤษภาคม, มิถุนายน สำหรับผลผลิตเงาะจากภาคใต้จะออกช้ากว่าภาคตะวันออกประมาณ 2 เดือน คือ ให้ผลผลิตในเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม ธรรมชาติของ ไม้ผลเงาะไม่มีความคงที่ในการติดผล ปีใดออกดอกติดผลมาก ปีถัดไปจะออกดอกและติดผลน้อย สำหรับทางด้านกรตลาดของเงาะ ผลผลิตทั้งเงาะโรงเรียนและเงาะสีชมพู ในช่วงแรกที่เงาะเริ่มออกสู่ตลาดราคาจะสูงมาก แต่เมื่อมีเงาะทยอยออกสู่ตลาดมากขึ้น ราคา ก็จะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเดือนพฤษภาคม 2551 มีเกษตรกรจากจังหวัดจันทบุรีเข้าร้องเรียนต่อสมาชิกสภาผู้แทนราษฎรจังหวัดจันทบุรี ขอให้แก้ปัญหาเงาะราคาตกต่ำ ทำให้เกิดภาวะผลผลิตล้นตลาดและราคาตกต่ำ ซึ่งราคาเงาะจากเดิมราคา 10-12 บาท ต่อ 1 กิโลกรัม ลดเหลือเพียง 6 บาท และถ้าผลผลิตที่ไม่ได้ขนาด ยิ่งถูกกดราคารลงไปอีก รวมทั้งปัจจัยราคาน้ำมันสูงขึ้น ทำให้พ่อค้าที่เคยรับซื้อเงาะเพื่อไปจำหน่ายลดน้อยลง ทำให้ชาวสวนต้องปล่อยให้ผลผลิตล้นทิ้งอยู่ที่โคนต้น หรือถ้ามีผู้รับซื้อเงาะเหล่านี้ก็จำหน่ายให้ในราคาเพียงกิโลกรัมละ 2 บาท ซึ่งก็ยังมีความคิดว่าปล่อยให้เกิดการเน่าเสียภายในพื้นที่ปลูก อันจะก่อให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคตามมาก่อนที่จะเน่าสลายกลายเป็นปุ๋ย.

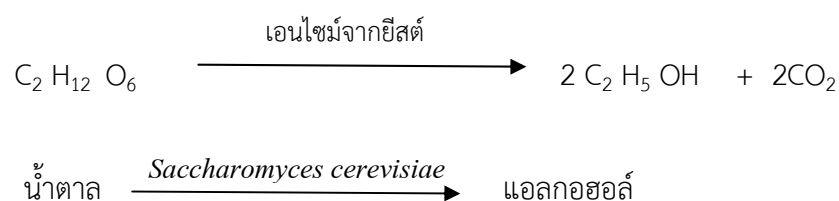
จากการที่ผลผลิตเงาะล้นตลาดราคาตกต่ำ แทบไม่มีมูลค่าสำหรับผลผลิตเงาะที่ตกหล่นอยู่โคนต้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดแนวความคิดที่จะแปรรูปผลผลิตเงาะที่มีมูลค่าต่ำให้เกิดมูลค่าสูงขึ้นและมีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากเงาะและพัฒนาในรูปแบบน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพ ซึ่งน้ำส้มสายชูหมักดังกล่าวนี้จัดอยู่ในประเภทของน้ำส้มสายชูหมัก (Fermented Vinegar) เป็นกระบวนการหมักตามธรรมชาติที่ได้จากการนำธัญพืช, ผลไม้หรือน้ำตาลมาหมักกับสาเหล้ม (ลูกแป้งยีสต์, *Saccharomyces cerevisiae*) แล้วหมักต่อด้วยเชื้อน้ำส้มสายชู (ลูกแป้งน้ำส้มแบคทีเรีย, *Acetobacter aceti*) ตามกรรมวิธีการผลิต ได้ผลิตภัณฑ์

น้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณกรดน้ำส้ม (Acetic acid) ไม่น้อยกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 204 พ.ศ. 2543) โดยกระบวนการหมักประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเติมเชื้อยีสต์ลงไปเปลี่ยนน้ำตาลในวัตถุดิบให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ ต่อจากนั้นขั้นตอนที่สองเติมเชื้อแบคทีเรียลงไป แบคทีเรียจะใช้แอลกอฮอล์ในการหมักเพื่อผลิตกรดน้ำส้ม น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมัก มีสีเหลืองอ่อนตามธรรมชาติ มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ของผลไม้ที่ใช้ในการผลิต กลิ่นหอมของน้ำส้มสายชูหมักเกิดจากสารบางชนิดในกระบวนการหมัก และกลิ่นรสจะดียิ่งขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน (ธนะบริวัฒน์ 2537) และเมื่อทิ้งไว้เป็นเวลานานจะทำให้ใสขึ้น ขณะเดียวกันจะเกิดตะกอนของวัตถุดิบขึ้นเช่นกัน คุณค่าของน้ำส้มสายชูหมักจึงมีความแตกต่างกัน ขึ้นกับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการหมัก เช่น น้ำส้มสายชูหมักจากองุ่นแดง ทำให้ได้ประโยชน์จากสารสี คือ สาร anthocyanin ที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Tan 2003) หรือการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเปลือก สับปะรด, การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากหอมแดง ซึ่งจะให้โพแทสเซียมสูง (คงวัน 1999; Horuchi 1999) ดังนั้น จากวัตถุดิบที่แตกต่าง เป็นผลทำให้ น้ำส้มสายชูหมักมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันทั้งทางด้านสี, กลิ่น และรส รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างกันไปตามองค์ประกอบที่มีอยู่ในวัตถุดิบแต่ละชนิด และการบ่มน้ำส้มสายชูหมักไว้นานๆ จะเป็นการเพิ่มคุณภาพของน้ำส้มสายชูหมัก จะทำให้ได้กลิ่นและรสที่ดียิ่งขึ้น น้ำส้มสายชูหมักที่มีคุณภาพดีต้องมีการบ่มอย่างต่ำ 6 เดือน แต่โดยทั่วไปจะใช้เวลาในการบ่มประมาณ 2 ปี (Gomez *et. al.* 1994) น้ำส้มสายชูหมักที่ใช้ในการบริโภค จะมีปริมาณกรดน้ำส้มละลายอยู่ประมาณ 4-6 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ และมีเอทานอลไม่มากกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) ผลไม้ส่วนใหญ่สามารถนำมาผลิตน้ำส้มสายชูหมักได้ เช่น สับปะรด, มะม่วง, ขนุน, กล้วย, เงาะ ฯลฯ (บุญรัตน์กรกิจ 2548) ผลไม้ที่มีความหวานในตัวเหมาะที่จะนำไปใช้ในการหมัก เนื่องจากไม่ต้องมีการเติมน้ำตาลลงไปเพิ่มในกระบวนการ และหลังจากที่หมักได้แล้วจะทำให้ได้รสชาติและกลิ่นของผลไม้เหล่านั้นๆ อยู่ สำหรับเงาะมีความหวาน 20-21 เปอร์เซ็นต์ บริกซ์ และถ้านำเงาะที่เก็บสดๆ จากต้น แล้วรีบนำมาหมัก อาจจรรักษากลิ่นของเงาะไว้ได้หลังจากผ่านกระบวนการหมัก สำหรับน้ำส้มสายชูจากน้ำตาล เช่น น้ำส้มสายชูหมักจากตาลโตนด (ศรีสวัสดิ์ 2545) น้ำส้มสายชูหมักจากธรรมชาติมีความแตกต่างจากน้ำส้มสายชูกลั่นนอกจากความเปรี้ยวที่ใช้ในการปรุงอาหารแล้ว ยังอุดมไปด้วยสารอาหารต่างๆ ที่ไม่มีในน้ำส้มสายชูกลั่น สารอาหารเหล่านี้ ได้แก่ กรดแอมิโน, เอนไซม์, แร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม, แมกนีเซียมและฟอสฟอรัส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการหมัก น้ำส้มสายชูหมักนอกจากใช้เป็นเครื่องปรุงรสอาหาร, ทำน้ำสลัดหรือผักดองแล้ว สามารถนำมาพัฒนาทำเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพในรูปน้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม (Fruit Vinegar Drink) (บุญรัตน์กรกิจ 2549) กระบวนการผลิตเช่นเดียวกับน้ำส้มสายชูหมักแต่จะใช้ระยะเวลาการหมักที่สั้นกว่า โดยหยุดการหมักเมื่อผลิตกรดน้ำส้มได้ 2-3 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาแปรรูปพร้อมดื่มผสมกับน้ำผึ้งหรือน้ำผลไม้ชนิดต่างๆ ที่คั้นแยก

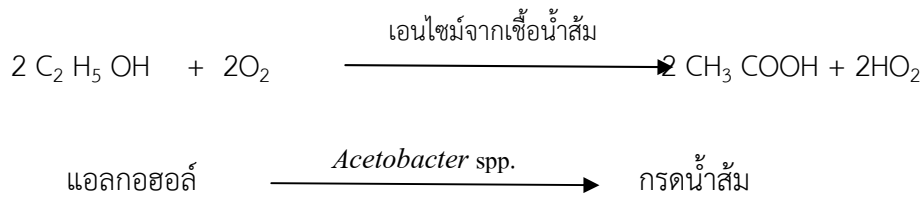
กากออก เมื่อต้มจะทำให้ร่างกายรู้สึกสดชื่น กระปรี้กระเปร่า มีระบบการย่อยอาหารที่ดี ทำลายเชื้อแบคทีเรีย, รา, ไวรัส สร้างภูมิต้านทานและลดการสะสมในร่างกาย ด้วยสถานะของความเป็นกรดอ่อนๆ ของผลิตภัณฑ์ เป็นเครื่องดื่มใหม่ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค และสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ น้ำส้มสายชูหมักอีกด้วย ภาชนะที่ใช้ในการหมักอาจจะเป็นถังไม้โอ๊กขนาดใหญ่ เช่น การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิลที่ผลิตในต่างประเทศ หรือหมักด้วยโอ่งเคลือบที่มีขนาดใหญ่ เช่น การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากตาลโตนด การหมักเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูเป็นกระบวนการหมักในสภาพที่ต้องการอากาศ การใช้ภาชนะที่ใช้หมักในลักษณะถาดสเตนเลส (Tray Method) ซึ่งมีน้ำหนักไม่มาก เคลื่อนย้ายได้สะดวก และสามารถทำได้ในครัวเรือน (บุญรัตน์กรกิจ 2548) เป็นวิธีการที่ประสบความสำเร็จมาแล้ว มีผลดี คือ สามารถผลิตน้ำส้มสายชูหมักได้ในระยะเวลาที่สั้นและได้เปอร์เซ็นต์ของกรดน้ำส้มตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ ดังแสดงในภาคผนวก.

การผลิตน้ำส้มสายชูจากเงาะจำเป็นต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับการหมักเพื่อผลิตไวน์เงาะ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักน้ำส้มสายชูด้วย เช่นเดียวกับการหมักไวน์น้ำอ้อยเพื่อให้ได้น้ำส้มสายชูจากน้ำอ้อย (ครูสง 2545 ; Adams 1998) เนื่องจากในขั้นตอนการหมักเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูหมักประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน กล่าวคือ :

1. ขั้นตอนการหมักไวน์หรือแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นขั้นตอนการหมักน้ำตาลที่มีอยู่ในเนื้อและน้ำเงาะให้เป็นแอลกอฮอล์หรือไวน์ด้วยเชื้อยีสต์ ตามปกติแล้วการหมักในขั้นตอนนี้จะไม่มีการให้อากาศเข้าไปในระบบ เนื่องจากเชื้อยีสต์จะมีเอนไซม์หมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ในสภาพไม่มีอากาศ ภาชนะที่ใช้ควรเป็นแบบปากแคบ และควรมีทางออกของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นสามารถถ่ายเทออกได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการหมักประมาณ 23-27 องศาเซลเซียส.



2. ขั้นตอนการหมักน้ำส้มสายชู ซึ่งเป็นขั้นตอนของการหมักไวน์ หรือแอลกอฮอล์ด้วยเชื้อ Acetic acid bacteria ในสภาพที่มีอากาศ การเปลี่ยนแปลงในขั้นตอนนี้ต้องการออกซิเจนมาก เพื่อที่จะไปออกซิไดส์แอลกอฮอล์ให้เป็นกรดน้ำส้ม จึงควรหมักในภาชนะปากกว้าง เพื่อให้มีเนื้อที่สัมผัสอากาศได้มาก หรือมีการกวนบ่อยๆ ให้อากาศผ่านเข้าไปในถังหมัก อุณหภูมิที่ใช้ในการหมักขึ้นอยู่กับเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ โดยทั่วไปประมาณ 26-29 องศาเซลเซียส.



ขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเงาะ, ประเภทของน้ำส้มสายชูและลักษณะของน้ำส้มสายชู ดังแสดงในภาคผนวก

น้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม (Rambutan cider) เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยสามารถดื่มได้ทันที มีการผสมปรับรสชาติดีแล้ว เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักน้ำส้มสายชู ที่มีรสเปรี้ยวของกรดแอซิติก โดยนำมาทำให้เจือจางด้วยน้ำเงาะที่มีความหวานเข้มข้นประมาณ 19-22 บริกซ์ และผสมน้ำผึ้งเพื่อให้เกิดความหวานหอมมากขึ้น น้ำเงาะหมักพร้อมดื่มนี้ มีอัตราส่วนการผสม คือ น้ำส้มสายชูหมัก, น้ำเงาะเข้มข้น, น้ำผึ้งและน้ำสะอาด ด้วยอัตราส่วน 4:12:8:76 ตามลำดับ เครื่องดื่มชนิดนี้จะมีการผสมผสานกันระหว่างความหวานและหอมของน้ำเงาะและน้ำผึ้งผสมกับรสเปรี้ยวของน้ำส้มสายชูหมักในสัดส่วนที่พอเหมาะ ทำให้เกิดรสชาติหวานและเมื่อดื่มจะรู้สึกบาดคอนิดๆ นั่น คือ ลักษณะของไซเดอร์ ซึ่งรสชาตินี้ได้จากน้ำส้มสายชูหมักนั่นเอง.

น้ำเงาะหมักพร้อมดื่ม จะมีลักษณะใส, มีสีเหลืองอ่อน จากการผสมส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน อาจมีตะกอนตามธรรมชาติของน้ำเงาะและน้ำผึ้ง สามารถเก็บได้นาน 1 เดือน โดยแช่ไว้ในตู้เย็น

คุณประโยชน์ของน้ำเงาะหมักพร้อมดื่ม ซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค ดังนี้ :

1. ช่วยเพิ่มการดูดซึมแคลเซียม โดยกรดในน้ำเงาะหมักพร้อมดื่ม ออกฤทธิ์คล้ายกับกรดอินทรีย์ที่เป็นกรดอ่อนชนิดอื่น เช่น กรดแอสคอร์บิก หรือวิตามินซี จะช่วยในการดูดซึมสารอาหาร เช่น แคลเซียม, ธาตุเหล็ก ฯลฯ ตลอดจนช่วยในการย่อยอาหารและขับถ่าย.

2. ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยกรดน้ำหมักจะทำให้เอนไซม์ที่เป็นน้ำย่อย ไปย่อยคาร์โบไฮเดรตให้น้อยลง ทำให้การย่อยอาหารช้าลง รู้สึกอิ่มนานขึ้น มีความเป็นไปได้ว่า การดื่มน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มสามารถป้องกันโรคเบาหวานได้.

3. ช่วยกำจัดกรดแล็กติก ที่เกิดจากการทำงานหนัก ซึ่งเป็นสารที่ทำให้ร่างกายอ่อนเพลีย กล้ามเนื้อเมื่อยล้า, เคลื่อนไหวได้ช้า, เกิดอารมณ์ผันผวน, อุนเฉียวง่าย เมื่อดื่มน้ำส้มสายชูหมักพร้อมดื่ม จะทำให้ปริมาณกรดแล็กติกน้อยลง.

4. ปรับสมดุลและกำจัดพิษในร่างกาย.

5. เสริมระบบภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) โดยฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ และฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร มีความพร้อมในด้านสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการจะนำมาใช้ในการผลิตและแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มหรือเงาะไซเดอร์ การทดลองวิจัยในโครงการนี้ มุ่งเน้นกระบวนการผลิตโดยใช้วิธีง่ายๆ ไม่ยุ่งยาก เกษตรกรชาวสวนที่สนใจสามารถทำได้ ถ้ามีจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตและอยู่ในรูปแบบที่สะดวกต่อการนำไปใช้งาน, ใช้งบประมาณน้อย, มีความปลอดภัยสูง, ตลอดจนใช้ระยะเวลาไม่นานจนเกินไป เหมาะสมกับที่จะสร้างมูลค่าเพิ่มให้เงาะในทุกพื้นที่ปลูก และง่ายต่อการถ่ายทอดวิธีการและกระบวนการผลิต อันจะพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าเงาะและแก้ปัญหาเงาะราคาตกต่ำและล้นตลาดได้ ผู้บริโภคจะได้ผลิตภัณฑ์แปรรูปเพิ่มขึ้น และที่สำคัญเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรชาวสวนผลไม้เงาะและผลไม้ชนิดอื่น.

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและแปรรูปเงาะที่ล้นตลาดและราคาตกต่ำ ให้เป็นผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากเงาะ และน้ำส้มสายชูหมักพร้อมดื่ม เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้ผลผลิตเงาะ พร้อมทั้งให้ประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค.

2. คัดเลือกสายพันธุ์แบคทีเรียที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก ตลอดจนเลือกวิธีการเก็บรักษาเชื้อผลิตน้ำส้มที่ง่ายต่อการนำไปใช้งาน โดยเก็บรักษาเชื้อน้ำส้มในเม็ดเจลาตินในหลอดกาแฟ.

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

1. เกษตรพันธุ์โรงเรียน, สีส้มพู จากตลาดไทและตลาดสด.
2. เชื้อจุลินทรีย์.
 - 2.1 เชื้อยีสต์ผลิตแอลกอฮอล์.
 - *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5019.
 - *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5617 Burgandy.
 - 2.2 เชื้อแบคทีเรียผลิตน้ำส้ม
 - *Acetobacter aceti* TISTR 103.
 - *Acetobacter aceti* TISTR 102.
 - *Acetobacter aceti* TISTR 354.
3. อาหารเลี้ยงเชื้อ
 - 3.1 Yeast Malt extract broth (YM broth).
 - 3.2 Glucose Yeast Extract Agar.
 - 3.3 น้ำมะพร้าว + 0.25 เปอร์เซ็นต์ ยีสต์สกัด + 3 เปอร์เซ็นต์ แอลกอฮอล์.
4. สารเคมี
 - 4.1 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณกรด ตามวิธีของ AOAC (AOAC 1980).
 - 4.2 น้ำตาลทราย.
 - 4.3 น้ำกลั่น.

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องชั่งอย่างหยาบ.
2. เครื่องเขย่า.
3. เครื่องวัดความหวาน (Master Refractometer) รุ่น 0-33.0 ปริกซ์ ของ Atago.
4. เครื่องวัด พีเอช (pH meter).
5. ชุดไทเทรตวิเคราะห์ปริมาณกรดน้ำส้ม.
6. ฟลาสก์ขนาด 5,000 มิลลิลิตร.
7. เขยือกสแตนเลสขนาด 2,000 มิลลิลิตร.
8. ขวดคูดูแรนขนาด 1,000 มิลลิลิตร และ 2,000 มิลลิลิตร.

9. หม้อสแตนเลสทรงสูง.
10. กาน้ำ สำหรับต้มน้ำเพื่อฆ่าเชื้อ.
11. ใบบายสแตนเลส.
12. โถปั่นแก้ว.
13. โหลแก้วปากกว้างขนาด 5,000 มิลลิลิตร.
14. สำลี.
15. ผ้ากลอส.
16. สายยางเพื่อทำกาลักน้ำ.
17. ผ้าดิบสีดำ.
18. ปิเปตต์.
19. ขวดแก้วและฝาขวดบรรจุผลิตภัณฑ์.



รูปที่ 1. เครื่องวัดปริมาณน้ำตาล (Master Refractometer).



รูปที่ 2. เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH meter).



รูปที่ 3. อุปกรณ์วัดปริมาณกรดน้ำส้ม (ชุดไทเทรต).

2.3 วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์และวัตถุดิบ

1) การเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์

(1) การเตรียมหัวเชื้อยีสต์

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast Malt Extract broth ใส่ในพลาสติก ขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 3 พลาสติก ละ 300 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ถ่ายเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5019 และ *S. cerevisiae* TISTR 5818 Burgandy ที่เจริญเต็มทีบนจานอาหาร YM Agar โดยเชื้อยีสต์ถ่ายลง จำนวน 3 หลวงเหล็กต่อพลาสติก ในแต่ละพลาสติก โดยทำการทดลองเชื้อละ 2 ซ้ำ เลี้ยงเชื้อบนเครื่องเขย่าความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง.

(2) การเตรียมหัวเชื้อแบคทีเรียน้ำส้ม

เพาะเลี้ยงเชื้อน้ำส้มทั้ง 3 สายพันธุ์ คือ *Acetobacter aceti* TISTR 102, 103 (ลาภา 2554) และ 354 จากงานทดลองวิจัยในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวเหนียวดำก๊อ การผลิตน้ำส้มสายชูจากมันแกว (เกณฑ์สาคุ 2549) และการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำตาลจาก (ยอดโย 2548) ได้เลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์ทั้ง 3 สายพันธุ์ ในการทดลองวิจัย โดยเลี้ยงเชื้อบนอาหารวุ้น Glucose Yeast Extract agar (GYEA) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์ลงในอาหารเหลว สูตรน้ำมะพร้าวที่เติม 3 เปอร์เซ็นต์ เอทิลแอลกอฮอล์ โดยเตรียมในพลาสติก ขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 3 พลาสติก ละ 300 มิลลิลิตร ถ่ายเชื้อเช่นเดียวกับการถ่ายเชื้อยีสต์ คือจำนวน 3 หลวงเหล็กต่อ 1 พลาสติก ทำการทดลองโดยใช้เชื้อน้ำส้มที่ละสายพันธุ์กับเชื้อยีสต์ 3 สายพันธุ์ จากนั้นนำไปเลี้ยงบนเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 48 ชั่วโมง หรือจนอาหารเลี้ยงเชื้อเริ่มขุ่น เพื่อนำมาเป็นหัวเชื้อเริ่มต้นในการทดลอง.

2) การเตรียมวัตถุดิบ

ปอกเปลือกเงาะ เอาเมล็ดออก นำมาปั่นด้วยโถปั่นที่ลวกน้ำร้อนฆ่าเชื้อ ปั่นให้ได้จำนวน 2 ลิตรใส่ในหม้อสเตนเลสทรงสูง เตรียมน้ำสะอาดผสมน้ำตาลจำนวน 1 ลิตร คำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำตาลที่ได้จากเนื้อและน้ำเงาะรวมกันเท่ากับ 19 องศาบริกซ์ โดยใช้เครื่องวัดความหวาน (Hand Refractometer) ในปริมาตรรวม 3 ลิตร ก่อนนำไปใช้.

2.4 วิธีดำเนินการวิจัย

2.4.1 ศึกษาพัฒนาการผลิตไวน์เงาะของเชื้อยีสต์จำนวน 2 สายพันธุ์

เลือกเชื้อยีสต์มาจำนวน 2 สายพันธุ์ จากข้อ (1) ที่ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูง, กลิ่นดี และมีคุณสมบัติในการตกตะกอน มาศึกษาศักยภาพในการหมักไวน์เงาะ โดยการนำวัตถุดิบเงาะที่เตรียมและปรับความหวานเท่ากับ 19 องศาบริกซ์ ปริมาตร 300 มิลลิลิตร จากนั้นถ่ายหัวเชื้อยีสต์ 10 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำหมัก หมักไว้ที่อุณหภูมิห้อง เก็บตัวอย่างวิเคราะห์ เป็นเวลา 12 วัน.

2.4.2 การศึกษาผลของปริมาณแอลกอฮอล์เริ่มต้นต่อการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหมักเงาะที่ได้จากการหมักของยีสต์บริสุทธิ์

ทำการหมักกรดน้ำส้มจากน้ำหมักเงาะที่ได้จากการหมัก โดยเชื้อยีสต์ 2 สายพันธุ์ คือ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5019 สายพันธุ์ตกตะกอนดี และ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5617 Burgandy สายพันธุ์ให้กลิ่นดี แต่ไม่ตกตะกอน โดยการปรับน้ำหมักเริ่มต้นให้มีปริมาณแอลกอฮอล์เริ่มต้นเท่ากับ 8 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณกรดเริ่มต้นเท่ากับ 2 ทำการหมักด้วยแบคทีเรียผลิตน้ำส้ม จำนวน 3 สายพันธุ์.

2.4.3 การพัฒนาเก็บรักษาหัวเชื้อน้ำส้มในรูปหยดเม็ดเจลาตินในหลอดกาแฟ

ทำการเก็บรักษาหัวเชื้อแบคทีเรียผลิตน้ำส้มในรูปแบบที่เก็บได้นาน ใช้งานได้สะดวก มีประสิทธิภาพในการนำมาผลิตน้ำส้มสายชูหมัก เหมาะต่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้เกษตรกรและวิสาหกิจชุมชน นำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ และสามารถใช้ได้กับผลไม้หลากหลายชนิด เป็นการเก็บรักษาเชื้อที่อยู่ในรูปหยดเม็ดเจลาตินบรรจุอยู่ในหลอดกาแฟ พร้อมทั้งจะให้แก่เกษตรกรนำไปทดลอง.

2.4.4 การพัฒนาผลิตน้ำส้มสายชูหมักพร้อมดื่ม

จากผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากเงาะที่ผลิตได้สามารถนำมาพัฒนาเป็นน้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม หรือเงาะไซเดอร์เป็นเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมาก ผลิตโดยนำน้ำส้มสายชูหมักที่ได้มาผสมกับน้ำเงาะเข้มข้น, น้ำผึ้ง และน้ำในอัตราส่วนที่พอเหมาะจะทำให้ได้น้ำเงาะไซเดอร์พร้อมดื่ม.

2.4.5 ศึกษาการสำรวจความต้องการผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ

แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ และใช้เป็นข้อมูลประกอบในการวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเงาะ ซึ่งเลือกเก็บข้อมูลจากผู้ที่มีความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม จำนวน 57 คน โดยแบบสอบถามได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ :

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมเกี่ยวกับการบริโภคน้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม

ส่วนที่ 3 การทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม

ส่วนที่ 4 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์

2.4.6 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาเพิ่มมูลค่าเงาะในรูปน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มให้แก่ผู้ประกอบการ

เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2555 ณ โรงแรมเคพี แกรนด์ จังหวัดจันทบุรี

เรื่อง การพัฒนาเพิ่มมูลค่าเงาะในรูปน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม

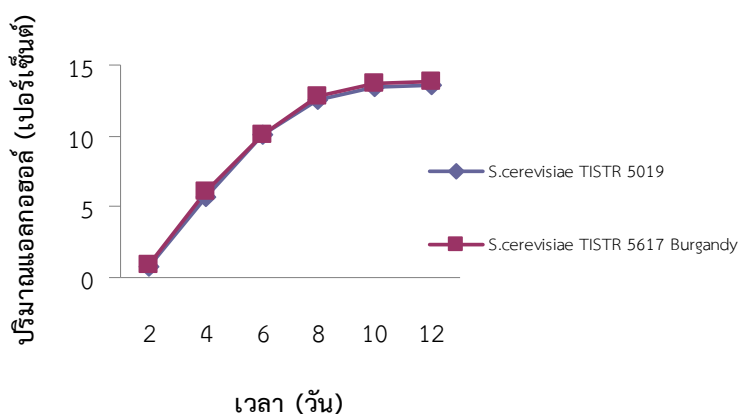
3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลการศึกษาพัฒนาการผลิตไวน์เงาะของเชื้อยีสต์จำนวน 2 สายพันธุ์

จากการศึกษาพบว่า จากการหมักเป็นเวลา 12 วัน ปริมาตร 3,000 มิลลิลิตร โดยหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5019 และ *S. cerevisiae* TISTR 5617 Burgandy ใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ เท่ากันให้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 4) และในการวัดปริมาณของแข็งหรือน้ำตาลทั้งหมดที่เหลือจากการหมักเป็นเวลา 12 วัน พบว่าในการหมักด้วยยีสต์ทั้งสองสายพันธุ์ ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน มีปริมาณของแข็งที่เหลือทั้งหมดต่ำสุดใกล้เคียงกันเช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 5) โดยน้ำตาลเริ่มต้นในการหมักเท่ากับ 19 องศาบริกซ์ ขั้นตอนการหมักไวน์เงาะ ดังแสดงในรูปที่ 6.

ตารางที่ 1. ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้จากการใช้เชื้อยีสต์ 2 สายพันธุ์ในกระบวนการหมักไวน์เงาะในเวลา 12 วัน

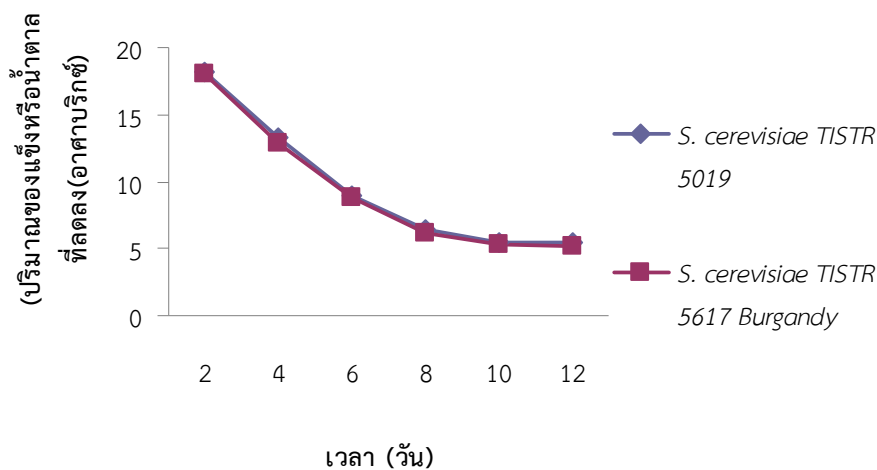
เชื้อยีสต์	ปริมาณแอลกอฮอล์ (เปอร์เซ็นต์)					
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	12 วัน
<i>S. cerevisiae</i> TISTR 5019	0.81	5.72	10.09	12.50	13.48	13.52
<i>S. cerevisiae</i> TISTR 5617 Burgandy	0.92	6.10	10.15	12.78	13.75	13.84



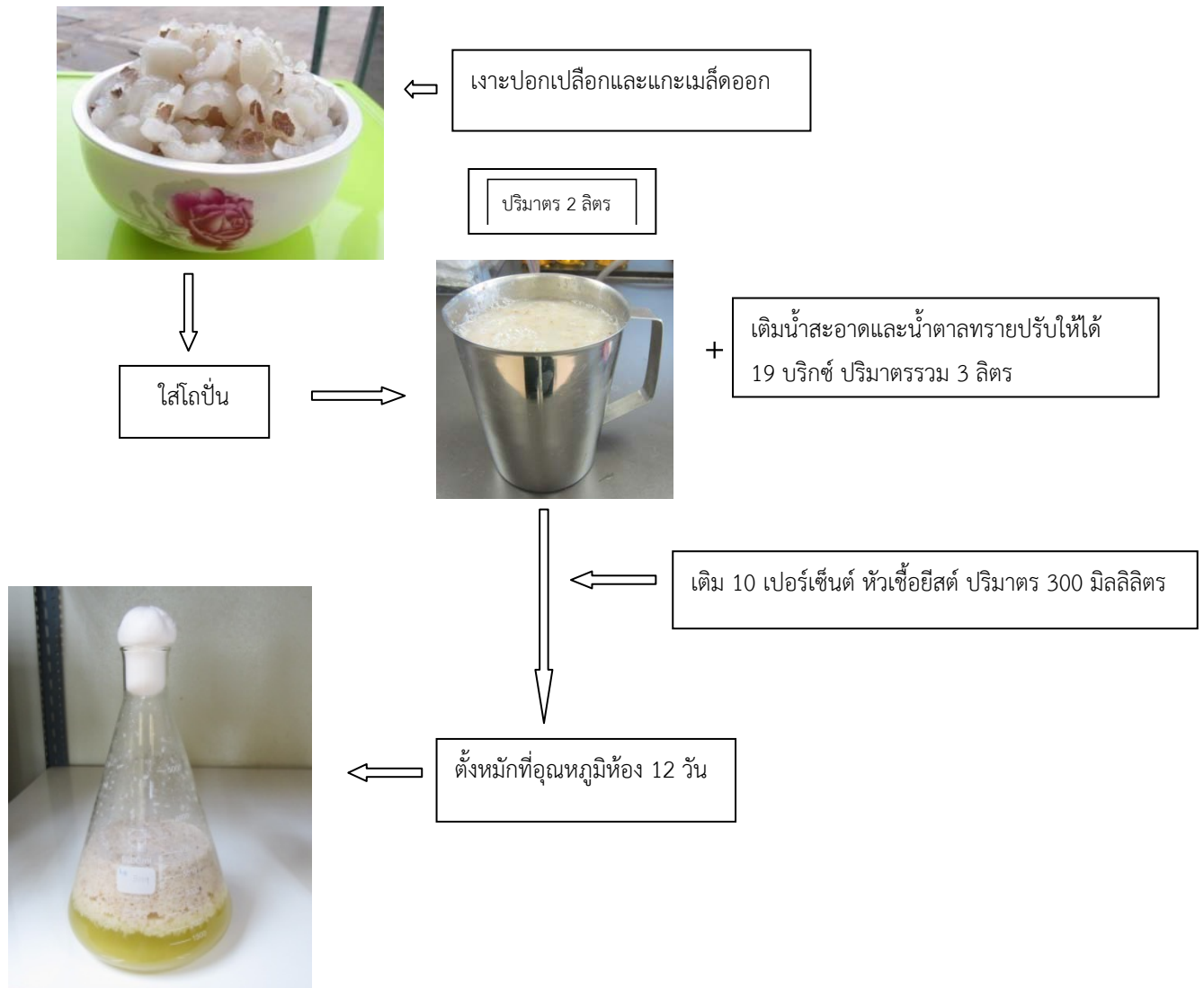
รูปที่ 4. ปริมาณแอลกอฮอล์ในการหมักเงาะของเชื้อยีสต์ 2 สายพันธุ์ คือ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5019 และ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5617 Burgandy ในระยะเวลา 12 วัน.

ตารางที่ 2. ปริมาณของแข็งหรือน้ำตาลที่ลดลงเมื่อใช้เชื้อยีสต์ 2 สายพันธุ์ในกระบวนการหมักไวน์เงาะในเวลา 12 วัน

เชื้อยีสต์	ปริมาณของแข็งหรือน้ำตาลที่ลดลง (บริกซ์)					
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	12 วัน
<i>S. cerevisiae</i> TISTR 5019	18.19	13.28	8.91	6.50	5.52	5.48
<i>S. cerevisiae</i> TISTR 5617 Burgandy	18.08	12.90	8.85	6.22	5.25	5.16



รูปที่ 5. ปริมาณการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดหรือปริมาณน้ำตาลในการหมักเงาะของเชื้อยีสต์ 2 สายพันธุ์ คือ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5019 และ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5617 Burgandy ในระยะเวลา 12 วัน.



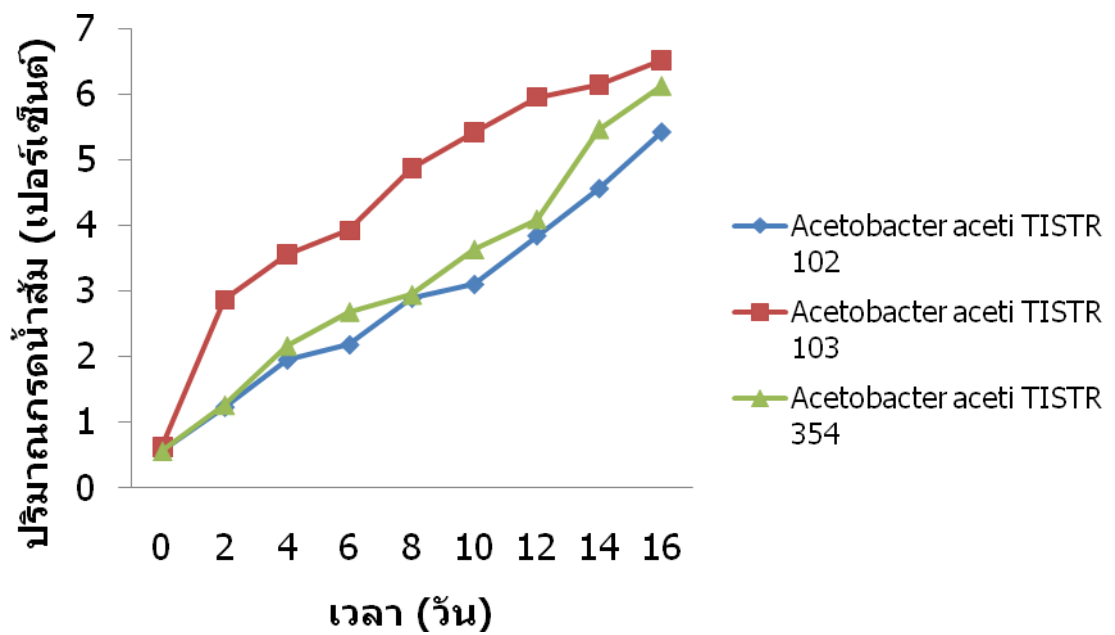
รูปที่ 6. ขั้นตอนการหมักเงาะให้อยู่ในรูปของไวน์เงาะหรือขั้นตอนผลิตแอลกอฮอล์.

3.2 ผลของการศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์เริ่มต้นต่อการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำหมักเงาะที่ได้จากการหมักของยีสต์บริสุทธิ์

จากการศึกษาการหมักเงาะด้วยเชื้อยีสต์บริสุทธิ์ทั้งสองสายพันธุ์ ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูง น้ำหมักมีสีที่แตกต่างกันบ้าง คือ น้ำหมักที่ได้จากการหมักโดยยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5019 มีสีค่อนข้างใสสีสวย, มีกลิ่นหอมดี แต่ *S. cerevisiae* TISTR 5617 Burgandy น้ำหมักจะมีลักษณะขุ่นขาว, ไม้ใส, แต่มีกลิ่นดี จากผลการทดลองนี้จึงเลือกน้ำหมักจากยีสต์สายพันธุ์ *S. cerevisiae* TISTR 5019 มาทดสอบการหมักกับเชื้อน้ำส้มจำนวน 3 สายพันธุ์ คือ *Acetobacter aceti* TISTR 102, *Acetobacter aceti* TISTR 103 และ *Acetobacter aceti* TISTR 354 ซึ่งมีการปรับให้มีปริมาณแอลกอฮอล์เริ่มต้นเท่ากับ 6 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เชื้อ *Acetobacter aceti* TISTR 103 สามารถผลิตกรดน้ำส้มได้ดี โดยให้ปริมาณกรดน้ำส้มถึง 6.50 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะเวลาการหมัก 16 วัน ส่วนการผลิตกรดน้ำส้มของเชื้อ *Acetobacter aceti* TISTR 102 และ *Acetobacter aceti* TISTR 354 พบว่ามีปริมาณกรดเท่ากับ 5.6 และ 6.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 7 การวัดปริมาณกรดของน้ำส้มสายชูหมัก ดังแสดงในภาคผนวก.

ตารางที่ 3. การเปรียบเทียบการผลิตกรดน้ำส้มของแบคทีเรียผลิตกรดน้ำส้ม จำนวน 3 สายพันธุ์เลี้ยงด้วยน้ำหมักเงาะจากเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5019 ซึ่งมีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 8 เปอร์เซ็นต์

เวลา (วัน)	ปริมาณกรดน้ำส้ม (เปอร์เซ็นต์)		
	<i>Acetobacter aceti</i> TISTR 102	<i>Acetobacter aceti</i> TISTR 103	<i>Acetobacter aceti</i> TISTR 354
0	0.56	0.61	0.59
2	1.23	2.86	1.26
4	1.95	3.56	2.16
6	2.18	3.92	2.68
8	2.89	4.87	2.94
10	3.10	5.42	3.63
12	3.84	5.96	4.09
14	4.56	6.14	5.46
16	5.42	6.52	6.12



รูปที่ 7. การผลิตกรดน้ำส้มของเชื้อแบคทีเรียผลิตกรดน้ำส้มจำนวน 3 สายพันธุ์ ที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักจากที่หมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5019 ซึ่งมีแอลกอฮอล์เริ่มต้น 8 เปอร์เซ็นต์.



รูปที่ 8. ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากเงาะในงานทดลอง.



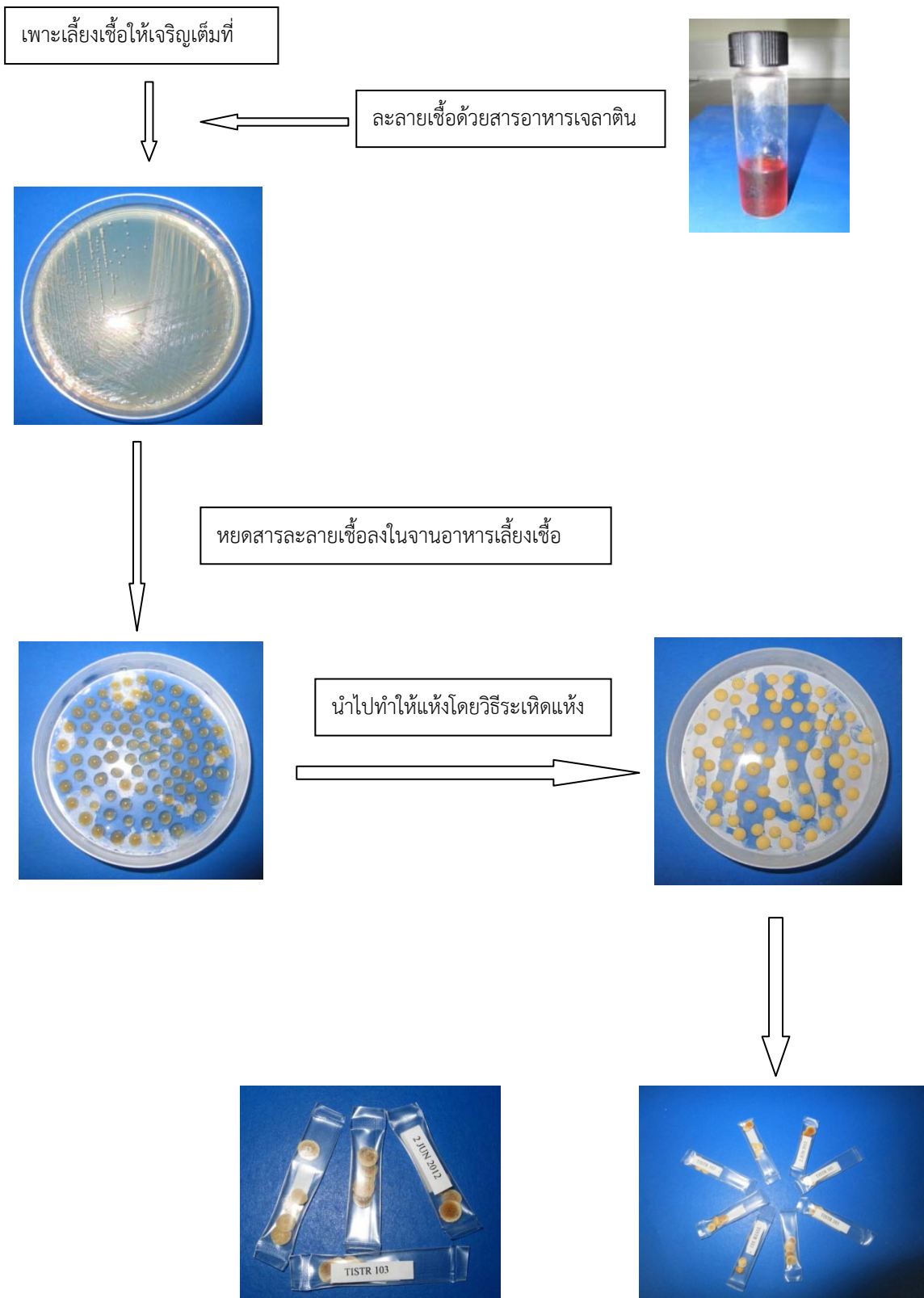
รูปที่ 9. ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ ในท้องตลาด.

3.3 ผลการพัฒนาเก็บรักษาหัวเชื้อน้ำส้มในรูปหยดเม็ดเจลาตินในหลอดกาแฟ

จากการทดลองผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเงาะโดยใช้แบคทีเรีย 3 สายพันธุ์ คือ :

Acetobacter aceti TISTR 102, *Acetobacter aceti* TISTR 103 และ *Acetobacter aceti* TISTR 354 พบว่า แบคทีเรียสายพันธุ์ *Acetobacter aceti* TISTR 103 ผลิตกรดน้ำส้มได้ดีที่สุด คือ ผลิตได้ปริมาณกรด 6.50 เปอร์เซ็นต์ จึงนำมาทำเป็นหัวเชื้อผลิตน้ำส้มในรูปแบบที่สะดวกและง่ายต่อการนำมาใช้ในการหมักน้ำส้มและคุณภาพค่อนข้างคงที่ สามารถเก็บไว้ได้นาน โดยทำการเก็บรักษาไว้ในรูปหยดเม็ดเจลาตินบรรจุในหลอดกาแฟ สำหรับ 1 หลอดกาแฟ บรรจุเม็ดเจลาติน 5 เม็ด ซึ่งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้งานของเกษตรกร และเหมาะต่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต ซึ่งประสิทธิภาพของเชื้อเทียบเท่าเชื้อที่บริสุทธิ์ในห้องปฏิบัติการ ทำการเก็บรักษาไว้เพื่อให้เกษตรกรนำไปทดลองผลิตได้.

ทำการทดลองเลี้ยงเชื้อน้ำส้มจากหลอดกาแฟ 1 หลอด เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อน้ำมะพร้าวที่มีสารสกัดจากยีสต์และแอลกอฮอล์ 3 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาตร 300 มิลลิตร เข้าเครื่องเขย่า 48 ชั่วโมง จะได้หัวเชื้อที่พร้อมจะนำไปหมักกับน้ำหมักไวน์จากเงาะได้ วิธีการเก็บเชื้อน้ำส้มในเม็ดเจลาตินในหลอดกาแฟแบบนี้ยังไม่พบว่า มีผู้ใดกระทำมาก่อน สำหรับหัวเชื้อยีสต์ที่ผลิตแอลกอฮอล์หรือไวน์ก็สามารถทำการเก็บรักษาโดยวิธีนี้ได้เช่นกัน แต่สามารถหาซื้อได้ง่ายกว่า แต่ขาดหัวเชื้อที่จะผลิตน้ำส้มสายชูหมักที่ยังไม่มีการให้จำหน่าย และรูปแบบที่เหมาะสมต่อชาวบ้านหรือเกษตรกร ควรอยู่ในรูปแบบที่นำไปใช้งานได้ง่าย, ซื้อขายในราคาไม่แพง และสามารถใช้ได้กับผลไม้ทุกชนิดชั้นตอนและวิธีการเก็บเชื้อ ดังแสดงในรูปที่ 10.



3.4 ผลการพัฒนาการผลิตน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ

จากผลผลิตน้ำส้มสายชูหรือที่เรียกว่าเงาะไซเดอร์ โดยการนำน้ำส้มสายชูหมักที่ได้มาผสมด้วยน้ำผึ้ง, น้ำเงาะสดและน้ำสะอาด ในอัตราส่วนที่พอเหมาะจะทำให้ได้เครื่องดื่มที่มีรสชาติดีมีประโยชน์ ลักษณะเด่นของน้ำส้มสายชูหมักพร้อมดื่ม คือ เมื่อดื่มผ่านลำคอแล้ว จะรู้สึกบาดคอด้วยรสชาติความเปรี้ยวของกรดแอซีติกจากน้ำส้มสายชูหมัก ซึ่งรสเปรี้ยวนี้จะทำให้มีความรู้สึกสดชื่น ชุ่มคอ, ชื่นใจ, กระปรี้กระเปร่า, คุณประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพ ได้แก่ ช่วยเสริมระบบภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย, แก้อาเจียน, ช่วยปรับสมดุลในร่างกาย, ปรับสมดุลกรด-เบส ในร่างกาย, กำจัดสารพิษในร่างกาย บรรเทาอาการอ่อนเพลีย, แก้อาเจียน, เสริมสร้างกระดูกให้แข็งแรง, ช่วยระบบการย่อยอาหาร ทำให้ระบบขับถ่ายดี, การมีสรรพคุณที่ดีนี้ เนื่องจากกรดแอซีติกที่อยู่ในน้ำส้มสายชูหมัก ในการผลิตเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ ได้ทดลองโดยผสมน้ำส้มสายชูหมักจากเงาะ: น้ำเงาะ: น้ำผึ้ง: น้ำสะอาด คือ 3:12:10:67 ตามลำดับ ได้ทดสอบการชิมผลิตภัณฑ์นี้ให้แก่ผู้ประกอบการ เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2555 ณ โรงแรมเคพี แกรนด์ จังหวัดจันทบุรี ได้ผลการทดสอบ (ตามข้อ 3.6).



รูปที่ 11. ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักพร้อมดื่มจากเงาะ (เงาะไซเดอร์) จากงานทดลอง.



รูปที่ 12. ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักพร้อมดื่มจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ ในท้องตลาด.

3.5 ผลการศึกษาการสำรวจความต้องการผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ

แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ และใช้เป็นข้อมูลประกอบในการวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเงาะ ซึ่งเลือกเก็บข้อมูลจากผู้ที่มีความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม จำนวน 57 คน โดยแบบสอบถามได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ :

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมเกี่ยวกับการบริโภคน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ

ส่วนที่ 3 การทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ

ส่วนที่ 4 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์

สรุปแบบสอบถามความพึงพอใจผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ

ตารางที่ 4. ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม

คุณลักษณะ	ระดับความคิดเห็น						μ	σ	ระดับความคิดเห็น
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	ไม่ตอบ			
สี	4 (7.02)	28 (49.12)	16 (28.07)	0 (0.00)	0 (0.00)	9 (15.79)	3.75	0.60	มาก
กลิ่น	5 (8.77)	26 (45.61)	14 (24.56)	2 (3.51)	0 (0.00)	10 (17.54)	3.72	0.71	มาก
รสชาติ	8 (14.04)	27 (47.37)	10 (17.54)	2 (3.51)	0 (0.00)	10 (17.54)	3.87	0.74	มาก
ความชอบโดยรวม	5 (8.77)	27 (47.37)	12 (21.05)	2 (3.51)	1 (1.75)	10 (17.54)	3.70	0.81	มาก
รวม							3.76	0.72	มาก

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นถึงความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะพบว่า ผู้ตอบแบบทดสอบส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในทุกด้าน คือ ด้านสี $\mu = 3.75$, $\sigma = 0.60$, ด้านกลิ่น $\mu = 3.72$, $\sigma = 0.71$, ด้านรสชาติ $\mu = 3.87$, $\sigma = 0.74$ และด้านความชอบโดยรวม $\mu = 3.70$, $\sigma = 0.81$

โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มว่ามีสิ่งที่ควรปรับปรุง ดังนี้ :

- ควรปรับปรุงกลิ่นของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากกลิ่นไม่หอม ควรเพิ่มกลิ่นของผลไม้เพิ่มเข้าไปด้วย
- รสชาติหวานมากเกินไป และมีรสของน้ำผึ้งมากเกินไป จึงทำให้ไม่รู้สึกรว่าทำมาจากเงาะ

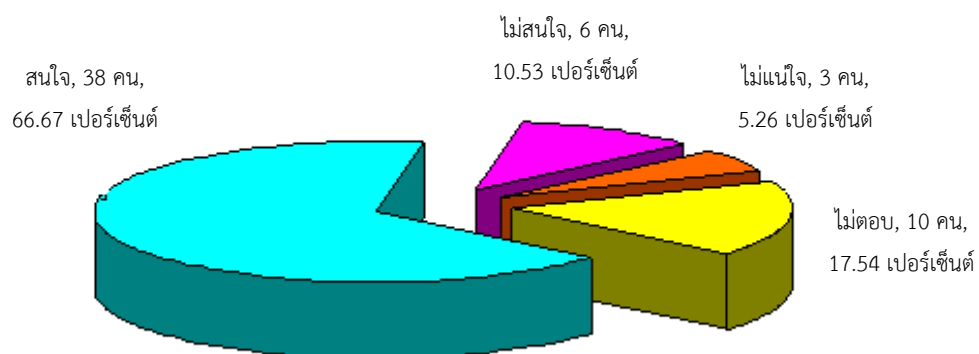
จากข้อเสนอแนะ จะทำการปรับปรุงให้มีรสชาติที่ถูกใจผู้บริโภคให้มากขึ้น แต่สำหรับเรื่องของกลิ่นผลไม้เงาะ หลังจากการหมักแล้วกลิ่นย่อมจางลงหรืออาจจะไม่มีกลิ่นเลย จึงเป็นการยากที่จะรักษากลิ่นไว้ได้สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมัก แต่สำหรับน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มสามารถผสมน้ำเงาะสดเข้มข้นเข้าไปได้และลดการเติมน้ำผึ้งลงไป น่าจะเป็นการแก้ไขและปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่ถูกใจผู้บริโภคมากขึ้น.

ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม หากมีการวางจำหน่าย

ผู้ตอบแบบทดสอบทั้งหมด จำนวน 57 คน พบว่า ส่วนใหญ่สนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มหากมีวางจำหน่ายในท้องตลาด จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67, รองลงมาคือ ไม่สนใจ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 10.53 และไม่แน่ใจ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 ตามลำดับ โดยมีผู้ไม่ตอบ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 17.54 ดังแสดงในรูปที่ 13.

ผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่สนใจหรือไม่แน่ใจว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์ ให้เหตุผลว่า โดยปกติไม่ค่อยรับประทานอยู่แล้ว

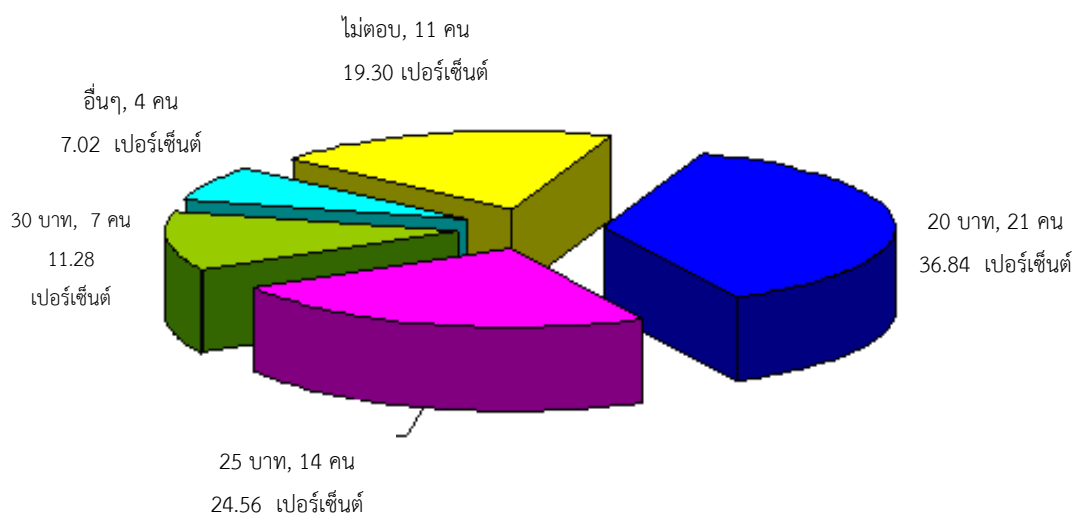
จำนวนและค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามความสนใจซื้อ



รูปที่ 13. จำนวนและค่าร้อยละของกลุ่มความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม.

ผู้ตอบแบบทดสอบทั้งหมด จำนวน 57 คน พบว่า ส่วนใหญ่เห็นว่าผลิตภัณฑ์ปริมาณ 200 มิลลิลิตร ควรีราคา 20 บาท จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 36.84, รองลงมา คือ ราคา 25 บาท จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 24.56, ราคา 30 บาท จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 12.28 และอื่นๆ (10-15 บาท) จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 7.02 ตามลำดับ โดยมีผู้ไม่ตอบ จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 19.30 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 14.

จำนวนและค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามความคิดเห็นทางด้านราคา



รูปที่ 14. จำนวนและค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามความคิดเห็นทางด้านราคาผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มปริมาตร 200 มิลลิลิตร.

3.6 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มมูลค่าเงาะในรูปน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มให้แก่ผู้ประกอบการ

เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2555 ณ โรงแรมเคพี แกรนด์ จังหวัดจันทบุรี เรื่อง การพัฒนาเพิ่มมูลค่าเงาะในรูปน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่ม ได้ร่วมบรรยายตามหัวข้อเรื่องและนำผลิตภัณฑ์ทั้งน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะไปแสดงพร้อมกับให้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะซึ่งผลของการทดสอบได้แสดงไว้ในข้อ 3.5.

งานทดลองวิจัยโครงการนี้เป็นกิจกรรมหนึ่งอยู่ภายใต้โครงการภายใต้ชุดการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าจากเงาะ เพื่อเป็นอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ในส่วนของการเพิ่มมูลค่าเงาะในรูปน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ จากผลการทดลองวิจัยสามารถผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเงาะที่มีคุณลักษณะอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ ได้กรดแอสซิติคต้องไม่น้อยกว่า 4 กรัมต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากการทดลองได้ปริมาณกรดแอสซิติค 6.5 เปอร์เซ็นต์ ขั้นตอนและวิธีการที่ทดลองเป็นวิธีง่ายๆ อุปกรณ์และเครื่องมือเป็นแบบระดับที่ใช้ในห้องปฏิบัติการและชาวบ้านสามารถนำมาดัดแปลงใช้งานได้ จุดประสงค์ของโครงการนี้ เพื่อหากระบวนการหมักที่ทำได้ง่ายและเชื่อที่จะใช้ในกระบวนการก็สามารถจัดหาได้ง่ายเช่นกัน จึงได้จัดการเก็บรักษาเชื้อผลิตน้ำส้มให้อยู่ในรูปแบบที่

พร้อมใช้งาน สะดวก โดยกิจกรรมการผลิตของโครงการนี้เน้นที่จะถ่ายทอดให้เกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนที่มีผลไม้นานาชนิด สามารถที่ใช้ประโยชน์จากผลไม้ของตนเองมาผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมักจากผลไม้เหล่านั้น และได้ใช้เชื้อน้ำส้มในรูปแบบง่ายๆ ที่ได้จากกิจกรรมนี้ ดังนั้น การทดลองและผลการทดลองจึงค่อนข้างสั้นและง่าย ไม่สลับซับซ้อน เกษตรกรชาวสวนสามารถทำได้.

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองวิจัยการผลิตน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เงาะและแก้ปัญหาเงาะที่ราคาตกต่ำ, ล้นตลาด ซึ่งเป็นหนทางเลือกอีกทางหนึ่ง และเป็นการสร้างรายได้ให้เกษตรกร ตลอดจนได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเครื่องปรุงรสและเครื่องดื่ม เพื่อสุขภาพสำหรับผู้บริโภค กระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจะต้องใช้จุลินทรีย์ 2 ประเภท ในการผลิตและจุลินทรีย์ที่ใช้มีอยู่ที่ศูนย์จุลินทรีย์และเป็นสายพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการผลิต สำหรับขั้นตอนการหมักให้อยู่ในรูปไวน์เงาะจะใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5019 เป็นสายพันธุ์ที่ทำให้ไวน์ตกตะกอน และมีกลิ่นหอม เป็นการเปลี่ยนน้ำตาลที่มีอยู่ในเนื้อและน้ำเงาะให้เป็นแอลกอฮอล์หรือไวน์ สามารถผลิตแอลกอฮอล์ได้ปริมาณ 13.52 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของแข็งหรือปริมาณน้ำตาลที่เหลืออยู่จำนวน 5.48 บริกซ์ เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการหมักน้ำส้มสายชู และจุลินทรีย์ประเภทที่สอง ได้แก่ แบคทีเรีย โดยใช้แบคทีเรียสายพันธุ์ *Acetobacter aceti* TISTR 103 เป็นสายพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการผลิตกรดน้ำส้ม เป็นการเปลี่ยนแอลกอฮอล์ในรูปของไวน์ให้เป็นกรดแอซิติก โดยผลิตกรดแอซิติกได้ปริมาณ 6.50 เปอร์เซ็นต์ ได้ปริมาณกรดแอซิติก ตามเกณฑ์มาตรฐาน (กรดแอซิติกต้องไม่น้อยกว่า 4 กรัมต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ใช้ระยะเวลาในการหมัก 16 วัน กรดน้ำส้มที่ได้มีกลิ่นหอมและค่อนข้างใส กระบวนการและวิธีการค่อนข้างง่าย ไม่ยุ่งยาก สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มสามารถทำได้ง่ายเช่นกัน โดยนำน้ำส้มสายชูหมักจากเงาะที่ได้มาทำให้เจือจางลงเพื่อจะดื่มได้ นำมาผสมกับน้ำผึ้ง, น้ำเงาะสดและน้ำสะอาดในอัตราส่วนที่เหมาะสม จากการทดลองนี้ใช้น้ำส้มสายชูหมักจากเงาะ : น้ำผึ้ง : น้ำเงาะสด : น้ำ ในอัตราส่วน คือ 3:12:10:67 ตามลำดับ จะได้น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะที่มีรสกลมกล่อม ดื่มแล้วจะรู้สึกสดชื่น ชุ่มคอ และมีลักษณะเด่น คือ จะรู้สึกบาดคอด้วยรสชาติของกรดแอซิติกอ่อนๆ เป็นเครื่องดื่ม เพื่อสุขภาพและบำรุงร่างกายที่ดี สร้างภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย และเพื่อให้เกษตรกรสามารถผลิตน้ำส้มสายชูหมักได้ สิ่งที่ยังขาดอยู่ไม่สะดวกต่อการผลิต คือ หัวเชื้อที่ใช้ จึงได้จัดทำหัวเชื้อน้ำส้มสายชูในรูปแบบที่ง่ายต่อการนำไปใช้งานสะดวก, ไม่ยุ่งยาก, ชับซ้อน เกษตรกรสามารถทำได้ โดยการเก็บรักษาหัวเชื้อน้ำส้มไว้ในรูปพร้อมใช้งาน คือ เป็นลักษณะหยดเม็ดเจลาตินในหลอดกาแฟ ซึ่งเกษตรกรสามารถนำหัวเชื้อนี้ไปใช้ในการทดลองหมักผลไม้ให้เป็นน้ำส้มสายชูได้ และที่สำคัญสามารถใช้ได้กับผลไม้ทุกชนิดไม่ใช่เฉพาะแต่เงาะเท่านั้น.

5. ผลการศึกษาเบื้องต้นทางด้านตลาดและผลกระทบของโครงการ

ผลการศึกษาเบื้องต้นทางด้านตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากเงาะ พบว่า ความต้องการของตลาดยังไม่เป็นที่รู้จักผลิตภัณฑ์ที่ทดลองวิจัย เนื่องจากยังไม่มีผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ในท้องตลาด แต่พอมีผลิตภัณฑ์นี้จากผลไม้ชนิดอื่น เช่น น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด, น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวโพด แต่ก็เป็นที่รู้จักน้อยกว่าน้ำส้มสายชูหมักนำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ น้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิล หรือน้ำส้มสายชูหมักจากองุ่น แต่จากคุณสมบัติของน้ำส้มสายชูหมัก ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผลิตจากจุลินทรีย์สองประเภทเหมือนกันและได้ผลิตเหมือนกัน คือ กรดน้ำส้มหรือกรดแอสติติก (Acetic acid) ซึ่งมีคุณสมบัติที่มีประโยชน์อย่างมากมาต่อสุขภาพสำหรับผู้บริโภค เพราะเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ ในแง่ของราคาและต้นทุนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเงาะจะได้เปรียบ เนื่องจากต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าผลิตภัณฑ์นำเข้ามาก และที่สำคัญเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้วัตถุดิบเงาะ สร้างรายได้ให้แก่กลุ่มเกษตรกร ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค แก้ปัญหาเงาะราคาตกต่ำ ช่วยลดสภาวะแวดล้อมที่เสื่อมโทรมอันเนื่องมาจากการเน่าเสียและเชื้อโรคเมื่อเกิดผลผลิตเงาะล้นตลาด ดังนั้น การทดลองนำร่องของโครงการนี้จะช่วยให้เกิดทางเลือกใหม่ที่ดีอีกทางหนึ่ง

6. ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองวิจัยของโครงการนี้ มีความมุ่งหวังที่ต้องการเพิ่มมูลค่าเงาะที่มีราคาตกต่ำ และล้นตลาดเมื่อถึงฤดูกาลที่เงาะออกผลมาพร้อมๆ กัน จึงคิดหาวิธีการแปรรูปเงาะให้เกิดประโยชน์ และมีมูลค่าขึ้น โดยการนำเงาะมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพสำหรับผู้บริโภค ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะมีศักยภาพสำหรับเกษตรกรชาวสวนผลไม้, วิชากิจชุมชน เพื่อเกิดการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์, เป็นการสร้างรายได้, ลดภาวะเงาะล้นตลาดเหลือทิ้ง ผู้ที่ได้รับประโยชน์โดยตรง คือ เกษตรกรจะได้อาชีพเสริม, มีรายได้เพิ่ม, มีผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพไว้บริโภคทั้งในรูปแบบเครื่องปรุงรสและเครื่องดื่ม และมีผลิตภัณฑ์ไว้สำหรับจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคอาหารเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อธรรมชาติ เพราะกระบวนการผลิตได้จากธรรมชาติ ได้จากจุลินทรีย์ที่เป็นมิตร.

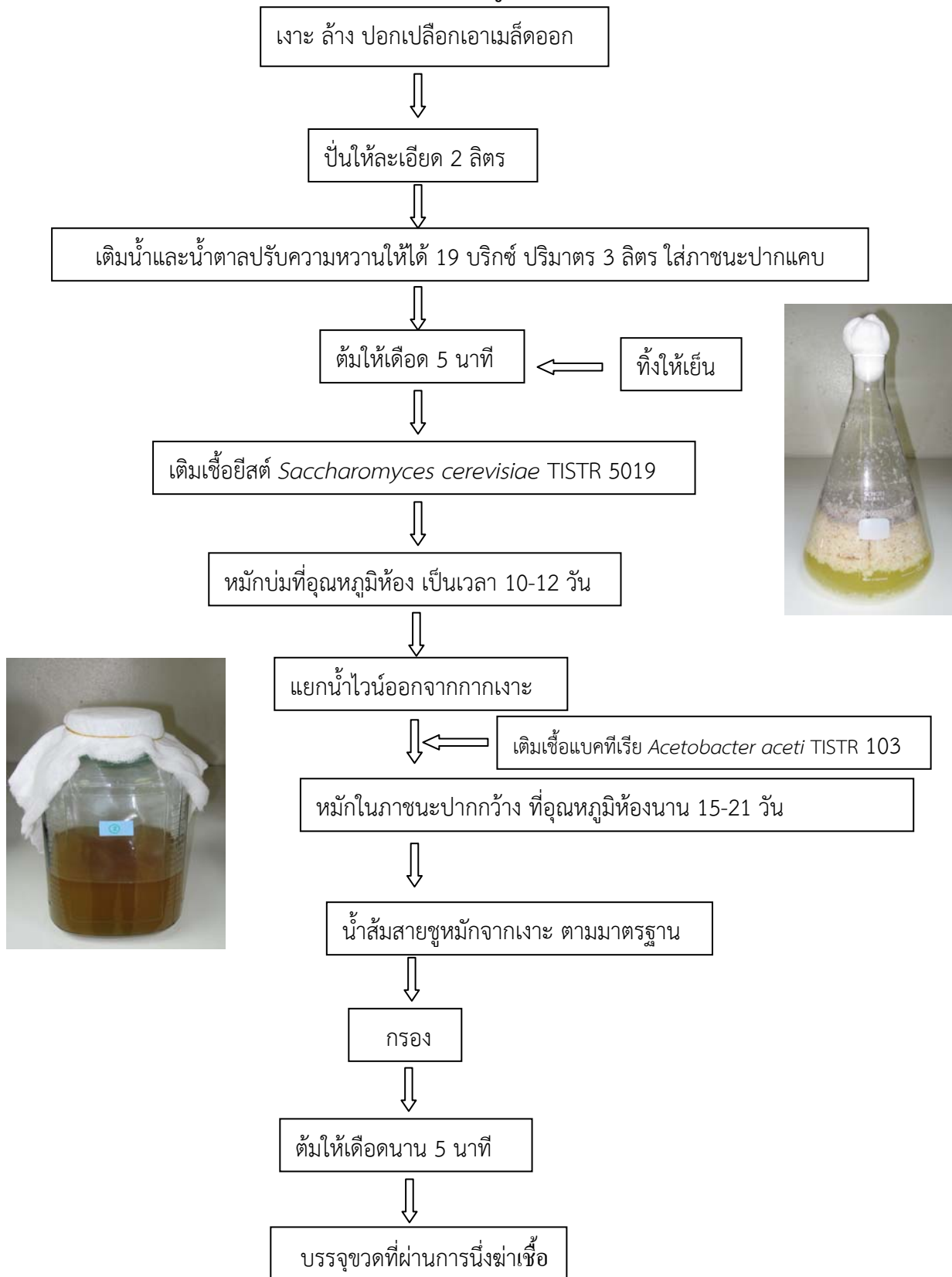
สำหรับผลลัพธ์หลังจากที่นำผลไม้เงาะหรือผลไม้ชนิดอื่นๆ มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักหรือพร้อมดื่ม จะมีแต่ผลดีเพราะจะทำให้มีอาชีพเสริมขึ้น ทำให้เกิดรายได้แก่ ผู้ผลิตได้ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเพิ่มขึ้น ประชาชนจะมีสุขภาพที่ดีและปลอดภัยจากสารพิษมากขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นนี้มีคุณสมบัติในการกำจัดสารพิษและสามารถสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกายได้ด้วยกรดอ่อนๆ ที่อยู่ในตัวของผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคจะรู้สึกสดชื่น, มีชีวิตชีวาขึ้น, ร่างกายแข็งแรง อารมณ์แจ่มใส, อยู่ร่วมกันในสังคมด้วยความสุขใจ และมีความปรารถนาที่จะมอบผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพให้แก่กันและกัน มีความปรารถนาดีต่อกัน เนื่องจากสิ่งดีๆ ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์.

7. เอกสารอ้างอิง

- เกณท์สาคุ, ราไฟ. 2549. การผลิตน้ำส้มสายชูจากน้ำมันแกวโดยเชื้อยีสต์และ *Acetobacter aceti* TISTR 102. : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, **25**, (1), pp. 1-5.
- คงวัน, นันทนิตย์. 1999. การผลิตน้ำส้มสายชูหมักเปลือกสับประรด โดยใช้ถังหมักแบบตรึงฟิล์ม. *RSU JET*, **3**(2), pp. 49-52.
- ครูส่ง, วราวุฒิ. 2545. การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : สำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สวก.). 113 หน้า.
- ธนะบริพัฒน์, ดุชนิ. 2537. จุลชีวอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าจากคุณทหารลาดกระบัง.
- บุญรัตน์กรกิจ, มาลัย. 2548. น้ำส้มสายชูหมักแบบธรรมชาติ. *เกษตรกรรมธรรมชาติ*. **11**, หน้า 68.
- บุญรัตน์กรกิจ, มาลัย., วงศ์ข้าหลวง, ฉกามาศ., สธนเสาวภาคย์, สิริพร., พันธทวี, วันชัย., ทรายทอง, ประมวล., และวราวุฒิยานันท์, นิศากร. 2549. การพัฒนาการผลิตน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากมะพร้าว น้ำหอมเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ : สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 29 หน้า.
- ลาภา, ประวีณา. 2554. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวเหนียวดำกัลลิ่ง. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยอดโย, มนัสสร., และ ณวงค์ศรี, สาวิตรี. 2548. การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำตาลจาก. สงขลา : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ศรีสวัสดิ์, สุวรรณ และคณะ. 2545. วิธีการผลิตและเก็บรักษาน้ำส้มสายชูหมักจากตาลโตนด. รายงานฉบับที่ 2, โครงการวิจัยที่ ภ. 44-01, โครงการย่อยที่ 2. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 75 หน้า.
- Adams, M.R. 1998. Vinegar. In J. B. Wood (Ed.), *Microbiology of fermented food*. London : Blackie Academic and Professional.
- Gomez, J. M., Zeppa, G. Antonelli, A., Natali, N., Carmacini, A. 1994. Application of a Gas recirculation system to industrial acetic fermentation processes. *Biotechnology Techniques*, **8**, pp. 711-716.
- Horiuchi, J.T., Kanno, T., Kobayashi, M. 1999. New vinegar production from onions. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. **88**, pp. 107-109.
- Tan, S.C., 2003. Vinegar Fermentation, M. S. Sc. Thesis, Department of Food Science, Louisiana State University.

ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเงาะ



ภาคผนวก ข

ประเภทของน้ำส้มสายชู

น้ำส้มสายชูจัดเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 204) พ.ศ. 2543 เรื่อง น้ำส้มสายชู แบ่งได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ :

1. น้ำส้มสายชูหมัก คือ น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมัก เมล็ดธัญพืช เช่น ข้าว, ข้าวโพด, ผลไม้ เช่น สับปะรด, หรือแอปเปิล, น้ำตาล, กากน้ำตาล น้ำส้มสายชูหมักจะใส ไม่มีตะกอน ยกเว้นตะกอนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติของผลไม้ มีกลิ่นหอมตามกลิ่นวัตถุดิบ ความเข้มข้นขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณน้ำตาลของวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก และมีปริมาณกรดน้ำส้ม (acetic acid) ไม่น้อยกว่า 4 เปอร์เซ็นต์.

2. น้ำส้มสายชูกลั่น เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเอทิลแอลกอฮอล์มากลั่นให้เจือจาง แล้วนำมาหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชู หรือเมื่อหมักแล้วนำไปกลั่น น้ำส้มสายชูกลั่นจะต้องมีลักษณะใส ไม่มีตะกอน และมีปริมาณกรดน้ำส้มไม่น้อยกว่า 4 เปอร์เซ็นต์.

3. น้ำส้มสายชูเทียม เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำกรดน้ำส้ม (Acetic acid) ซึ่งสังเคราะห์ขึ้นทางเคมี เป็นกรดอินทรีย์ มีความเข้มข้นประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ มาทำให้เจือจางจนได้ปริมาณกรด 4-7 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะใส, ไม่มีสี กรดน้ำส้มที่นำมาเจือจางจะต้องมีความบริสุทธิ์สูง เหมาะที่จะนำมาเป็นอาหารได้.

ภาคผนวก ค

คุณลักษณะน้ำส้มสายชู

น้ำส้มสายชูจัดเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 204) พ.ศ. 2543 มีดังต่อไปนี้ :

น้ำส้มสายชูหมัก หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบที่เหมาะสม เช่น ธัญพืช ผลไม้ น้ำตาล หรือกากน้ำตาล มาหมักกับส่าเหล้า แล้วนำมาหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีธรรมชาติ มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้ :

1. ต้องเป็นของเหลวใส อาจตกตะกอนเมื่อวางทิ้งไว้.
2. สีต้องมีสีที่ติดตามธรรมชาติของน้ำส้มสายชู.
3. กลิ่นต้องมีกลิ่นของกรดแอสติกและอาจมีกลิ่นของวัตถุดิบที่ใช้หมักอยู่ได้.
4. ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอม เช่น หนองน้ำส้ม, เส้นผม, ขนสัตว์, ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิภูลจากสัตว์.
5. สารปนเปื้อน.
 - 5.1 สารหนู ต้องไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม.
 - 5.2 ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม.
 - 5.3 ทองแดง ต้องไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม.
 - 5.4 สังกะสี ต้องไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม.
 - 5.5 เหล็ก ต้องไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม.
6. วัตถุเจือปนอาหาร.
 - 6.1 ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด หากมีการแต่งสี ให้ใช้น้ำตาลเคี้ยวไหม้เท่านั้น.
 - 6.2 หากมีการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ให้ใช้ได้ไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม.
7. กรดแอสติก.

ต้องไม่น้อยกว่า 4 กรัมต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร.
8. กรดกำมะถันหรือกรดแร่อิสระต้องไม่พบ.
9. เมทานอล.

ต้องไม่เกิน 420 มิลลิกรัมต่อลิตร.

ภาคผนวก ง

การวัดปริมาณกรดของน้ำส้มสายชูหมัก

การตรวจสอบความเปรี้ยวของน้ำส้มสายชูหมัก หลังจากที่ได้พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่น น้ำส้มสายชูหมัก คือ เมื่อดมดูที่ปากภาชนะที่คลุมด้วยผ้าขาวบาง จะได้กลิ่นของน้ำส้มเริ่มเกิดขึ้นและที่ด้านข้างของภาชนะมีฝ้าฟิล์มเป็นทางขึ้นไปปากภาชนะ นั่นคือการเจริญของเชื้อน้ำส้ม ทำการวัดปริมาณของกรดน้ำส้มที่เกิดขึ้น โดยนำตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด แล้วไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.1 นอร์มัลโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนกระทั่งถึงจุดเปลี่ยนเป็นสีชมพู แล้วบันทึกปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้.

$$\text{ปริมาณกรดแอสติก} = \frac{N \times V \times 60.1 \times 100}{1000}$$

(กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)

- N = ความเข้มข้นมาตรฐาน 0.1 N NaOH
V = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายมาตรฐาน 0.1 N NaOH
M.W. = molecular weight ของกรดแอสติก (CH_3COOH) เท่ากับ $60.05 = 60.1$



รูปที่ 15. การไทเทรตและสารละลายถึงจุดยุติ.

การเตรียมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน (phenolphthalein)

เตรียมโดยชั่งฟีนอล์ฟทาลีน 1 กรัม ละลายในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร.

ภาคผนวก จ
ผลการตรวจวิเคราะห์ข้อมูลโภชนาการของผลิตภัณฑ์

น้ำส้มสายชูหมักจากเงาะ

รายการ	จำนวนที่พบ	หน่วย
ความชื้น	97.29	g/100 ml
เถ้า	0.32	g/100 ml
โปรตีน	0.13	g/100 ml
ไขมันทั้งหมด	0.07	g/100 ml
คาร์โบไฮเดรต	2.19	g/100 ml
น้ำตาลทั้งหมด	-	-
พลังงานทั้งหมด	9.91	Kcal/100 ml

น้ำส้มสายชูพร้อมดื่มจากเงาะ (เงาะไซเดอร์)

รายการ	จำนวนที่พบ	หน่วย
ความชื้น	91.79	g/100 ml
เถ้า	0.14	g/100 ml
โปรตีน	0.10	g/100 ml
ไขมันทั้งหมด	0.07	g/100 ml
คาร์โบไฮเดรต	7.9	g/100 ml
น้ำตาลทั้งหมด	11.86	g/100 ml
พลังงานทั้งหมด	32.63	Kcal/100 ml