

7. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

7.1 ศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตไวน์จากน้ำเศษกล้วย

โดยศึกษาอัตราส่วนของเนื้อมากจากวัตถุดิบ คือ เศษกล้วยและต่อน้ำ 4 อัตราส่วนได้แก่ 1:2 1:3 1:4 และ 1:5 และปริมาณกล้ายีสต์ 3 ระดับ ได้แก่ 5 10 และ 15% เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์ (4x3 Factorial in CRD = 12 treatment) วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ ค่าความหวาน และค่า pH ทำการทดลอง 2 ซ้ำ คัดเลือกตัวอย่างที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูง ผลการทดลองดังตารางที่ 7.1 7.2 และ 7.3 และ รูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 ไวน์กล้วยที่หมักด้วยอัตราส่วนกล้วยต่อน้ำ 1:1 และ กล้ายีสต์

Saccharomyces cerevisiae 15%

ตารางที่ 7.1 จากการทดลองการหมักไวน์จากเศษกล้วย พบว่าเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นปริมาณเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์มากขึ้น เนื่องจากการทำงานของยีสต์เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็น

แอลกอฮอล์ เปรียบเทียบอัตราส่วนกล้วยต่อน้ำที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นเท่ากัน พบว่าเมื่อเติมน้ำมากขึ้น (เจือจางวัตถุดิบจากเศษกล้วย) เพอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่ได้ลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณเริ่มต้นในการหมักไวน์กล้วย พบว่าที่ปริมาณเชื้อสูงในกระบวนการหมักจะให้เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์สูงด้วย ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าปริมาณเชื้อมีผลต่อเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ อัตราส่วนเนื้อกล้วยต่อน้ำ 1: 2 และปริมาณกล้าเชื้อ 15% ในการหมักไวน์กล้วยให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด จึงทำการคัดเลือกสภาวะดังกล่าวไปใช้ในการทดลองต่อไป

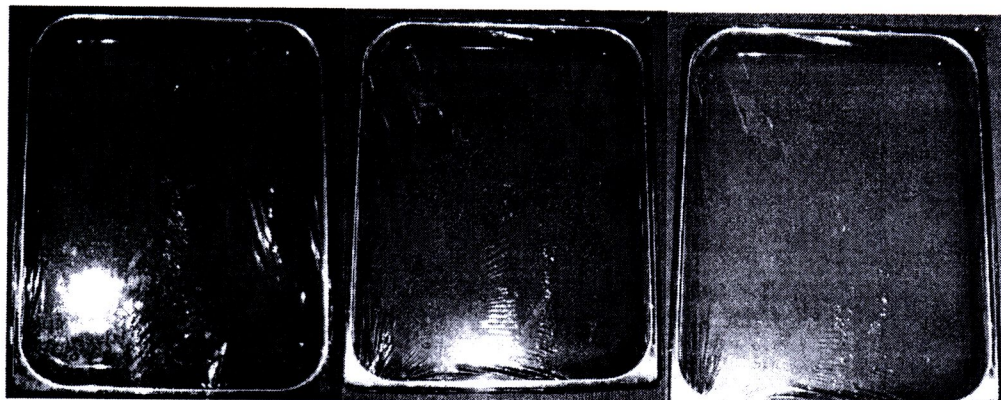
ตารางที่ 7.2 การเปลี่ยนแปลง pH ของไวน์ในระหว่างการหมัก พบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาและปริมาณน้ำในการหมัก pH มีแนวโน้มลดลง ที่ปริมาณเชื้อ 15% อัตราส่วนกล้วยต่อน้ำ 1:2 ระยะเวลาการหมัก 15 วันไวน์ที่ได้มี pH 3.4

ตารางที่ 7.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของไวน์ในระหว่างการหมัก พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ (เจือจางวัตถุดิบกล้วย) ความหวานของไวน์จะ มีค่ามากกว่า การเพิ่มปริมาณน้ำน้อย นั่นก็หมายความว่าที่อัตราส่วนของกล้วยต่อน้ำน้อยยีสต์ใช้น้ำตาลได้ดีกว่าอัตราส่วนกล้วยต่อน้ำมากทำให้มีความหวานเหลือน้อยกว่า ที่ปริมาณเชื้อ 15% อัตราส่วนกล้วยต่อน้ำ 1:2 ระยะเวลาการหมัก 15 วัน มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เหลืออยู่ 5.00%

7.2 ศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตกรดอะซิติก

โดยใช้กล้าเชื้อแบคทีเรีย 3 ระดับ ได้แก่ 5 10 และ 15 % ในการเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติกของเชื้อ *A. aceti* ตามวิธีการทดลองดังต่อไปนี้ นำไวน์ส่วนใสที่มีแอลกอฮอล์ประมาณ 10% มาเติมกล้าเชื้อ *A. aceti* ให้มีปริมาตร 5 10 และ 15 % โดยใช้ภาดแสดงตนเลข ทำการหมักเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ประเมินผลการทดลองโดยวิเคราะห์ค่า ความหวาน ปริมาณแอลกอฮอล์ pH ปริมาณกรดอะซิติก และการเจริญของแบคทีเรียด้วยเทคนิค spread plate คัดเลือกตัวอย่างที่มีค่าเปอร์เซ็นต์กรดอะซิติกสูงสุด





A

B

C

รูปที่ 7.2 ปริมาณกล้าเชื้อ *A. aceti* ในการหมักน้ำส้มสายชู A กล้าเชื้อ 5%

B กล้าเชื้อ 10% และ C กล้าเชื้อ 15%

จากตารางที่ 7.4 ปริมาณกล้าเชื้อ *A. aceti* ในการหมักน้ำส้มสายชู พบว่าในระยะเวลาการหมัก 15 วัน ปริมาณแอลกอฮอล์และค่า brix ลดลงเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับปริมาณกรดอะซิติกเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแอลกอฮอล์ ให้เป็นกรดน้ำส้ม (กรดอะซิติก) จากการทำงานของเชื้อ *A. aceti* เมื่อปริมาณกล้าเชื้อเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนของปริมาณแอลกอฮอล์ลดลงตั้งแต่ วันที่ 0-15 ของกล้าเชื้อ 5 10 และ 15% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การเปลี่ยนแปลงของกรดอะซิติกเพิ่มขึ้นตั้งแต่ วันที่ 0 ถึง 12 ของกล้าเชื้อ 5 10 และ 15% ในวันที่ 15 ของการหมักปริมาณกรดอะซิติกของการใช้กล้าเชื้อ 10 และ 15 % มีมากกว่าการใช้กล้าเชื้อ 5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตจึงเลือกใช้ปริมาณกล้า 10% ในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 7.1 เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในการหมักไวน์ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นและอัตราส่วนของกลัยคอลน้ำแตกต่างกัน

ปริมาณเชื้อเริ่มต้น	อัตราส่วนกลัยคอล : น้ำ	% Alcohol concentration (% w/v)					
		0 Day	3 Day	6 Day	9 Day	12 Day	15 Day
5%	1:2	0.00 ± 0.00 ^{ns}	1.30 ± 0.00 ^a	5.20 ± 0.00 ^a	5.10 ± 0.00 ^b	7.45 ± 0.07 ^a	7.50 ± 0.00 ^b
	1:3	0.00 ± 0.00 ^{ns}	3.20 ± 0.14 ^b	3.50 ± 0.00 ^b	6.00 ± 0.00 ^a	6.15 ± 0.07 ^b	6.95 ± 0.07 ^b
	1:4	0.00 ± 0.00 ^{ns}	1.75 ± 0.21 ^c	3.00 ± 0.00 ^c	4.55 ± 0.07 ^c	4.90 ± 0.00 ^c	5.90 ± 0.00 ^c
	1:5	0.00 ± 0.00 ^{ns}	1.30 ± 0.89 ^d	2.45 ± 0.07 ^d	2.80 ± 0.00 ^d	3.60 ± 0.00 ^d	3.60 ± 0.01 ^e
10%	1:2	0.00 ± 0.00 ^{ns}	3.40 ± 0.00 ^a	5.90 ± 0.14 ^a	6.30 ± 0.14 ^a	7.90 ± 0.07 ^a	8.10 ± 0.14 ^b
	1:3	0.00 ± 0.00 ^{ns}	3.15 ± 0.00 ^b	3.70 ± 0.00 ^b	5.30 ± 0.00 ^b	6.30 ± 0.07 ^a	7.90 ± 0.00 ^b
	1:4	0.00 ± 0.00 ^{ns}	2.20 ± 0.07 ^c	3.05 ± 0.00 ^{bc}	4.80 ± 0.00 ^c	5.20 ± 0.00 ^{ab}	5.80 ± 0.00 ^c
	1:5	0.00 ± 0.00 ^{ns}	1.30 ± 1.00 ^d	2.05 ± 0.07 ^d	3.15 ± 0.07 ^d	4.90 ± 0.00 ^b	4.10 ± 0.07 ^d
15%	1:2	0.00 ± 0.00 ^{ns}	3.60 ± 0.14 ^a	5.80 ± 0.00 ^a	6.15 ± 0.07 ^a	8.30 ± 0.28 ^a	10.45 ± 0.07 ^a
	1:3	0.00 ± 0.00 ^{ns}	3.55 ± 0.07 ^a	3.95 ± 0.07 ^b	6.45 ± 0.07 ^b	6.70 ± 0.14 ^b	7.20 ± 0.14 ^b
	1:4	0.00 ± 0.00 ^{ns}	2.10 ± 0.14 ^b	3.40 ± 0.28 ^{bc}	4.95 ± 0.07 ^c	5.70 ± 0.14 ^c	6.10 ± 0.14 ^c
	1:5	0.00 ± 0.00 ^{ns}	1.40 ± 0.00 ^c	2.10 ± 0.98 ^c	3.20 ± 0.00 ^d	4.15 ± 0.07 ^d	4.65 ± 0.07 ^d

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางที่ 7.2 ค่า pH ในการหมักไวน์ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นและอัตราส่วนของกลูโคสต่อน้ำตาลแตกต่างกัน

ปริมาณเชื้อเริ่มต้น	อัตราส่วนกลูโคส:น้ำ	กรด-ด่าง(pH)							
		0 Day	3 Day	6 Day	9 Day	12 Day	15 Day		
5%	1:2	4.60 ± 0.00 ^{ns}	4.12 ± 0.00 ^a	3.95 ± 0.00 ^a	4.06 ± 0.00 ^a	3.94 ± 0.56 ^a	3.94 ± 0.56 ^c		
	1:3	4.60 ± 0.00 ^{ns}	3.99 ± 0.00 ^b	3.88 ± 0.00 ^b	3.99 ± 0.00 ^a	3.95 ± 0.70 ^a	3.85 ± 0.07 ^b		
	1:4	4.60 ± 0.00 ^{ns}	3.84 ± 0.00 ^c	3.55 ± 0.00 ^c	3.73 ± 0.07 ^c	3.60 ± 0.14 ^b	3.56 ± 0.00 ^a		
	1:5	4.60 ± 0.00 ^{ns}	3.65 ± 0.00 ^d	3.40 ± 0.07 ^d	3.59 ± 0.00 ^d	3.40 ± 0.00 ^c	3.20 ± 0.01 ^a		
	1:2	4.60 ± 0.00 ^{ns}	4.08 ± 0.03 ^a	3.96 ± 0.49 ^a	4.03 ± 0.00 ^a	3.81 ± 0.07 ^b	3.50 ± 0.00 ^b		
10%	1:3	4.60 ± 0.00 ^{ns}	3.92 ± 0.07 ^b	3.80 ± 0.00 ^b	3.97 ± 0.00 ^b	3.91 ± 0.00 ^a	3.80 ± 0.00 ^a		
	1:4	4.60 ± 0.00 ^{ns}	3.80 ± 0.14 ^{bc}	3.57 ± 0.00 ^c	3.73 ± 0.00 ^c	3.12 ± 0.03 ^d	3.15 ± 0.00 ^c		
	1:5	4.60 ± 0.00 ^{ns}	3.71 ± 0.91 ^c	3.52 ± 0.02 ^c	3.58 ± 0.00 ^d	3.49 ± 0.07 ^c	3.23 ± 0.02 ^c		
	1:2	4.60 ± 0.00 ^{ns}	4.07 ± 0.01 ^a	4.04 ± 0.01 ^a	4.03 ± 0.02 ^a	3.80 ± 0.00 ^a	3.40 ± 0.00 ^a		
	1:3	4.60 ± 0.00 ^{ns}	3.96 ± 0.04 ^b	3.84 ± 0.05 ^b	3.96 ± 0.01 ^b	3.91 ± 0.01 ^b	3.80 ± 0.00 ^b		
15%	1:4	4.60 ± 0.00 ^{ns}	3.78 ± 0.07 ^c	3.58 ± 0.21 ^c	3.71 ± 0.02 ^c	3.46 ± 0.56 ^c	3.26 ± 0.08 ^c		
	1:5	4.60 ± 0.00 ^{ns}	3.58 ± 0.12 ^d	3.40 ± 0.84 ^d	3.62 ± 0.00 ^d	3.50 ± 0.00 ^c	3.20 ± 0.00 ^d		

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางที่ 7.3 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในการหมักไวน์ ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นและอัตราส่วนของกลัยต่อน้ำตาลแตกต่างกัน

ปริมาณ เชื้อ เริ่มต้น	อัตราส่วน กลัย : น้ำ	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Brix)					
		0 Day	3 Day	6 Day	9 Day	12 Day	15 Day
5%	1:2	22.00 ± 0.00 ^{ns}	12.50 ± 0.70 ^b	10.00 ± 0.00 ^b	5.84 ± 0.08 ^c	5.85 ± 0.07 ^d	5.00 ± 0.00 ^d
	1:3	22.00 ± 0.00 ^{ns}	13.00 ± 0.41 ^b	10.50 ± 0.00 ^b	5.85 ± 0.12 ^c	5.25 ± 0.35 ^c	5.15 ± 0.07 ^c
	1:4	22.00 ± 0.00 ^{ns}	14.00 ± 0.00 ^{ab}	10.00 ± 0.00 ^b	9.00 ± 0.07 ^b	8.60 ± 0.14 ^b	8.25 ± 0.35 ^b
	1:5	22.00 ± 0.00 ^{ns}	15.00 ± 0.00 ^a	14.00 ± 0.07 ^a	10.50 ± 0.00 ^a	9.60 ± 0.14 ^a	9.00 ± 0.00 ^a
10%	1:2	22.00 ± 0.00 ^{ns}	13.50 ± 0.12 ^{ns}	8.00 ± 0.00 ^d	6.00 ± 0.00 ^c	5.65 ± 0.21 ^d	5.00 ± 0.03 ^c
	1:3	22.00 ± 0.00 ^{ns}	14.00 ± 0.00 ^{ns}	10.00 ± 0.00 ^c	7.00 ± 0.00 ^b	6.35 ± 0.21 ^c	5.06 ± 0.84 ^c
	1:4	22.00 ± 0.00 ^{ns}	14.25 ± 0.35 ^{ns}	11.50 ± 0.00 ^b	7.90 ± 0.00 ^a	7.55 ± 0.70 ^b	7.85 ± 0.07 ^b
	1:5	22.00 ± 0.00 ^{ns}	15.00 ± 0.00 ^{ns}	12.50 ± 0.70 ^a	10.00 ± 0.00 ^a	9.80 ± 0.00 ^a	9.75 ± 0.07 ^a
15%	1:2	22.00 ± 0.00 ^{ns}	13.50 ± 0.70 ^b	8.50 ± 0.07 ^c	7.50 ± 0.07 ^b	5.70 ± 0.14 ^d	5.00 ± 0.01 ^c
	1:3	22.00 ± 0.00 ^{ns}	14.25 ± 0.38 ^{ab}	10.50 ± 0.07 ^b	7.50 ± 0.07 ^b	7.05 ± 0.07 ^c	5.11 ± 0.14 ^c
	1:4	22.00 ± 0.00 ^{ns}	14.00 ± 0.00 ^b	12.00 ± 0.00 ^{ab}	8.02 ± 0.03 ^b	7.20 ± 0.00 ^b	7.25 ± 0.35 ^b
	1:5	22.00 ± 0.00 ^{ns}	15.00 ± 0.00 ^a	13.50 ± 0.70 ^a	10.20 ± 0.28 ^a	9.61 ± 0.00 ^a	9.41 ± 0.14 ^a

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางที่ 7.4 ค่าปริกซ์ แอลกอฮอล์ และกรดอะซิติก ในการหมักน้ำส้มสายชูที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นแตกต่างกัน

ปริมาณ เชื้อ เริ่มต้น	คุณสมบัติ	ระยะเวลาในการหมัก (วัน)					
		0 Day	3 Day	6 Day	9 Day	12 Day	15 Day
5%	%Brix	5.00 ± 0.00 ^a	4.00 ± 0.41 ^b	3.50 ± 0.00 ^c	2.85 ± 0.12 ^d	2.25 ± 0.35 ^{de}	1.15 ± 0.07 ^f
	%alcohol	10.45 ± 0.00 ^a	8.00 ± 0.00 ^b	6.00 ± 0.00 ^c	5.00 ± 0.07 ^d	4.60 ± 0.14 ^e	3.25 ± 0.35 ^f
	%acetic acid	0.00 ± 0.00 ^f	1.00 ± 0.00 ^e	1.42 ± 0.07 ^d	2.00 ± 0.00 ^c	2.42 ± 0.14 ^b	3.02 ± 0.00 ^b
10%	%Brix	5.00 ± 0.00 ^a	4.00 ± 0.00 ^b	3.00 ± 0.00 ^{bc}	2.00 ± 0.00 ^d	1.95 ± 0.21 ^e	1.06 ± 0.84 ^f
	%alcohol	10.45 ± 0.00 ^a	8.00 ± 0.35 ^{bs}	7.05 ± 0.00 ^c	5.90 ± 0.00 ^d	4.55 ± 0.70 ^e	3.05 ± 0.07 ^f
	%acetic acid	0.0 ± 0.00 ^f	1.45 ± 0.00 ^e	1.60 ± 0.70 ^d	2.05 ± 0.00 ^c	2.98 ± 0.00 ^b	3.65 ± 0.07 ^a
15%	%Brix	5.00 ± 0.00 ^a	4.05 ± 0.38 ^b	3.00 ± 0.07 ^{bc}	2.00 ± 0.07 ^d	1.55 ± 0.07 ^e	1.01 ± 0.14 ^f
	%alcohol	10.45 ± 0.00 ^a	8.00 ± 0.00 ^b	6.00 ± 0.00 ^c	5.02 ± 0.03 ^d	4.20 ± 0.00 ^e	3.00 ± 0.35 ^f
	%acetic acid	0.00 ± 0.00 ^f	1.500 ± 0.00 ^e	1.77 ± 0.70 ^d	2.24 ± 0.28 ^{bc}	2.99 ± 0.00 ^b	3.70 ± 0.14 ^a

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



7.3 ศึกษาการผลิตและการเก็บรักษาหัวเชื้อที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู

การผลิตและการเก็บรักษาหัวเชื้อที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู เพื่อให้สามารถผลิตหัวเชื้อยีสต์และแบคทีเรียที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูที่สามารถนำมาใช้ในกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูสำหรับชุมชนได้

7.3.1 เทคโนโลยีการผลิตลูกแป้งยีสต์

7.3.1.1 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ลูกแป้งยีสต์

1) จุลินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษา

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษา คือ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5049 จากสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

2) การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น

นำเชื้อ *S.cerevisiae* ที่อยู่ในลักษณะผงแห้งจากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งเลี้ยงใน Potato dextrose broth ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการถ่ายเชื้ออย่างน้อยสามครั้งเพื่อกระตุ้นให้เชื้อมีการเจริญและมีความแข็งแรง

เตรียมเซลล์แขวนลอยเซลล์ของ *S.cerevisiae* ใช้รูปทำการถ่ายเชื้อที่ได้จากข้อ 2) ลงใน potato dextrose agar slant บ่มที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้เป็นเซลล์แขวนลอย โดยใส่น้ำกลั่นปราศจากเชื้อลงในหลอดหลอดละ 10 มิลลิลิตร เทเซลล์แขวนลอยของเชื้อลงขวดที่ฆ่าเชื้อแล้ว จำนวน 10 slant จะได้เซลล์แขวนลอยของเชื้อที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น $8 \log \text{ cfu/ml}$ นับปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ได้

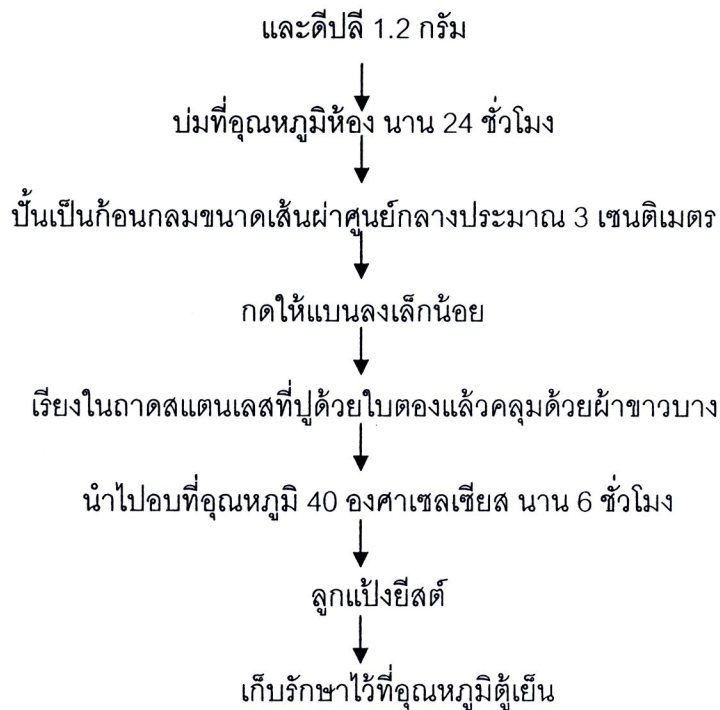
7.3.1.2 สูตรและกรรมวิธีการผลิตลูกแป้งยีสต์

สูตรลูกแป้งยีสต์ แป้งข้าวเจ้า 500 กรัม กระเทียม 8 กรัม ขิง 8 กรัม ข่า 4 กรัม ชะเอม 8 กรัม พริกไทย 1.2 กรัม ดีปรี 1.2 กรัม และเซลล์แขวนลอยของเชื้อ *S. cerevisiae* 600 มิลลิลิตร ที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น $8 \log \text{ cfu/ml}$ นวดส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันจนแป้งเหนียว นำส่วนผสมทั้งหมด

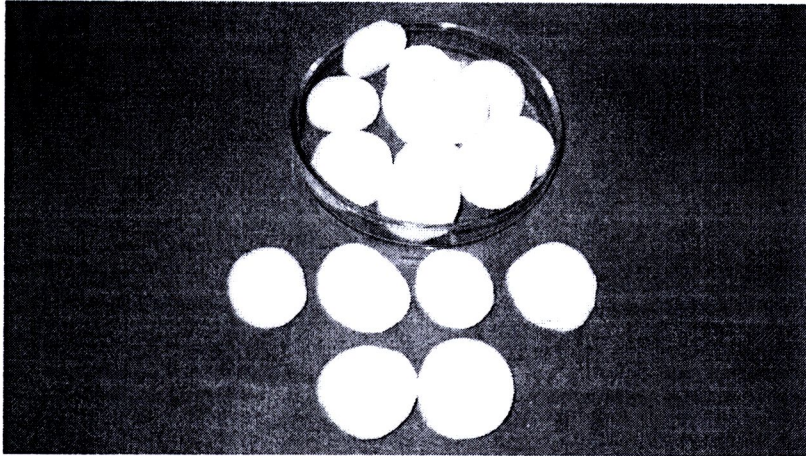
ที่นวดเข้ากันดี บ่มอุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง จากนั้นปั้นลูกแป้งเป็นลูกกลมๆ ให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร วางลูกแป้งในถาดสแตนเลสที่ปูด้วยใบตอง และปิดคลุมด้วยผ้าขาวบาง นำไปอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง นำลูกแป้งที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์การเจริญของเชื้อยีสต์ด้วยเทคนิค spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ rose bengal agar ลูกแป้งที่ได้นำไปทดลองหมักไวน์กล้วยต่อไปดังรูปที่ 7.3 ได้ลูกแป้งสีขาว รูปที่ 7.4

นวดผสมลูกแป้งด้วยแป้งข้าวเจ้า 500 กรัม นำเซลล์แขวนลอย *S. cerevisiae*

600 มิลลิลิตร กระเทียม 8 กรัม ขิง 8 กรัม ข่า 4 กรัม ชะเอม 8 กรัม พริกไทย 1.2 กรัม



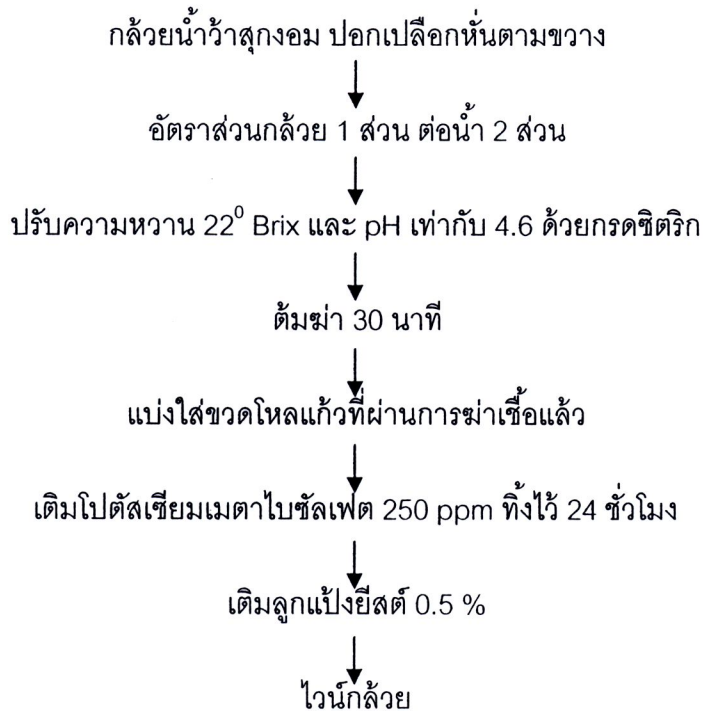
รูปที่ 7.3 ขั้นตอนการผลิตลูกแป้งยีสต์



รูปที่ 7.4 ลูกแป้งยีสต์

7.3.2 ศึกษาการใช้ลูกแป้งยีสต์ในการหมักไวน์กล้วย

นำกล้วยน้ำว้าสุก (ระยะ 7) มาปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นบางๆ ตามขวาง โดยเตรียมอัตราส่วน กล้วยต่อน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 นำไปต้มให้เดือด นาน 30 นาที ปรับความหวานให้ได้ 22° Brix และ pH 4.6 เติมโปตัสเซียมเมตาไบซัลเฟต 250 ppm ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เติมลูกแป้งยีสต์ 0.5% เก็บผลการ ทดลองทุกๆ 3 วัน นำไปวิเคราะห์หา ปริมาณแอลกอฮอล์ ค่าความหวาน ค่า pH โดยทำการหมัก จนได้ค่าเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เท่ากับ 10 % ตรวจวิเคราะห์ความหวาน ปริมาณแอลกอฮอล์ และ ค่า pH ซึ่งมีขั้นตอนดังรูปที่ 7.5 ได้ลูกแป้งสีขาว รูปที่ 7.6



รูปที่ 7.5 การหมักไวน์กล้วยด้วยลูกแป้งยีสต์

7.3.2 เทคโนโลยีการผลิตลูกแป้งแบคทีเรีย

7.3.2.1 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ลูกแป้งแบคทีเรีย

1) จุลินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษา

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษา คือ *Acetobacter aceti* TISTR 103 จากสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ 3 ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

2) การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น

นำเชื้อ *A. aceti* ลักษณะเป็นผงแห้งจากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมาเลี้ยงใน glucose yeast extract broth ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) บ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการถ่ายเชื้ออย่างน้อยสามครั้งเพื่อกระตุ้นให้เชื้อมีการเจริญและมีความแข็งแรง

เตรียมเซลล์แขวนลอยเซลล์ของ *A. aceti* ใช้รูปทำการถ่ายเชื้อที่ได้จากข้อ 2) ลงใน glucose yeast extract broth บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำมะพร้าว ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ที่ผ่านการต้มฆ่าเชื้อแล้ว มาล้างเซลล์ออกจาก glucose yeast extract agar slant จำนวน 10 slant จะได้เซลล์แขวนลอยของเชื้อที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 6 log cfu/ml นับปริมาณเชื้อ เริ่มต้นด้วยเทคนิค spread plate บนอาหาร glucose yeast extract agar

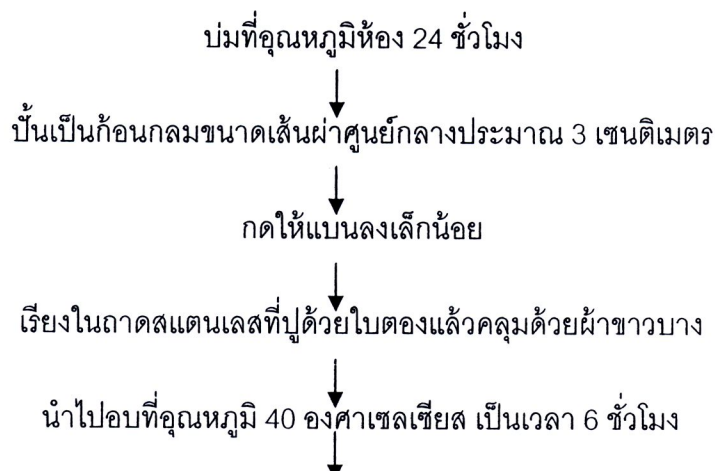
7.3.2.2 สูตรลูกแป้งแบบที่เรีย

1) การเตรียมลูกแป้ง

นวดผสมลูกแป้งด้วยแป้งข้าวเจ้า 500 กรัม พริกไทยขาว 15 กรัม ดอกจันทร์ 15 กรัม ลูกจันทร์ 5 กรัม และกล้าเชื้อ *A. aceti* ในน้ำมะพร้าว 600 มิลลิลิตรที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 6 log cfu/ml และกรดโพธิโอนิก 0.2 เปอร์เซ็นต์ บ่มส่วนผสมทั้งหมดที่นวดเข้ากันดีแล้ว ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นวดอีกครั้งให้เข้ากันดีแล้วที่บ่มอุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นปั้นลูก แป้งเป็นลูกกลมๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร วางลูกแป้งบนถาดสแตนเลสที่ปูด้วยใบตอง และปิดคลุมด้วยผ้าขาวบาง อบลูกแป้ง 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (รูปที่ 6) ได้ลูกแป้งที่มี ลักษณะสีขาว (รูปที่ 7) นำลูกแป้งที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์การเจริญของเชื้อด้วยเทคนิค spread plate บน อาหารเลี้ยงเชื้อ glucose yeast extract agar แล้วนำไปทดลองการหมักไวน์กล้วยต่อไปดังรูปที่ 7.8

นวดผสมลูกแป้งด้วยแป้งข้าวเจ้า 500 กรัม น้ำมะพร้าว กล้าเชื้อ *A. aceti*

600 มิลลิลิตร พริกไทยขาว 15 กรัม ดอกจันทร์ 15 กรัม ลูกจันทร์ 5 กรัม และกรดโพธิโอนิก 0.2 %



ลูกแป้งแบคทีเรีย
↓
นำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น

รูปที่ 7.6 ขั้นตอนการทำลูกแป้งแบคทีเรีย



รูปที่ 7.7 ลูกแป้งแบคทีเรีย

7.3.2.2 ศึกษากระบวนการหมักน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์กล้วยโดยใช้ลูกแป้งแบคทีเรีย

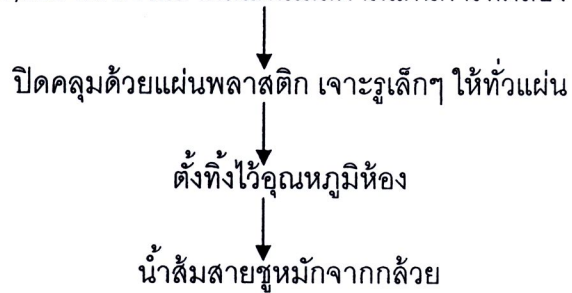
นำไวน์กล้วยที่มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เท่ากับ 10.30% มาหมักโดยใช้ลูกแป้งแบคทีเรีย โดยมีขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อดังรูปที่ 7.7

เทไวน์กล้วย 300 ml ลงในภาดสแตนเลสที่ฆ่าเชื้อแล้ว
↓
เติมลูกแป้ง *A.aceti* ลงไป 0.5%
↓
ปิดคลุมด้วยแผ่นพลาสติก เจาะรูเล็กๆ ให้ทั่วแผ่น
↓
ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง 48 ชั่วโมง
↓
หัวเชื่อน้ำส้มสายชู

รูปที่ 7.8 ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อแบคทีเรียสำหรับหมักน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์กล้วย

หลังจากนั้นนำลูกแป้งมาเติมในไวน์กล้วยที่เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์กับ 10.4 % เพื่อหมักเป็นน้ำส้มสายชูตามกระบวนการดังรูปที่ 7.9 ทำการตรวจวิเคราะห์ความหวาน ปริมาณแอลกอฮอล์ที่เหลืออยู่ และค่าเปอร์เซ็นต์กรดอะซิติกจนมีค่าเปอร์เซ็นต์กรด 4 % (ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 204, 2543)

เติมไวน์กล้วย 1,500 ml ลงในภาตสแตนเลสตามแผนการทดลอง T1 T2 และ T3



รูปที่ 7.9 ขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกล้วยด้วยเชื้อจากลูกแป้งแบคทีเรีย

หมายเหตุ T1 : ไวน์กล้วยเติมหัวเชื้อ 20%, T2 : ไวน์กล้วย เติมหหัวเชื้อ 20% (หัวเชื้อ เติมลูกแป้ง 0.5%) และ

T3 : ไวน์กล้วยเติบลูกแป้ง 0.5%

ตารางที่ 7.5 ค่าความหวาน ค่า pH ค่าเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ ในการหมักไวน์กล้วย

วิเคราะห์	ตัวอย่าง	เวลา (วัน)					
		0	3	6	9	12	15
ค่า pH	T1	4.60 ± 0.00 ^{ns,A}	4.50 ± 0.00 ^{b,B}	4.40 ± 0.00 ^{b,C}	4.47, ± 0.00 ^{a,D}	4.30 ± 0.00 ^{ns,E}	4.20 ± 0.00 ^{a,F}
	T2	4.60± 0.00 ^{ns,A}	4.51± 0.00 ^{a,B}	4.43± 0.00 ^{a,C}	4.35± 0.00 ^{b,D}	4.28± 0.00 ^{ns,E}	4.10± 0.00 ^{b,F}
ความหวาน (°Brix)	T1	22.00 ± 0.00 ^{ns,A}	13.50 ± 0.01 ^{a,B}	11.00 ± 0.02 ^{ns,C}	9.50 ± 0.00 ^{a,D}	8.50 ± 0.02 ^{a,E}	7.20 ± 0.00 ^{a,F}
	T2	22.00± 0.00 ^{ns,A}	11.50± 0.03 ^{b,B}	11.00 ± 0.01 ^{ns,C}	9.12± 0.04 ^{b,D}	8.40± 0.01 ^{b,E}	7.00± 0.00 ^{b,F}
ค่า % แอลกอฮอล์	T1	0.00 ± 0.00 ^{ns,F}	3.50 ± 0.02 ^{b,E}	4.80 ± 0.00 ^{b,D}	6.10 ± 0.02 ^{b,C}	8.00 ± 0.00 ^{b,B}	10.50 ± 0.00 ^{b,A}
	T2	0.00 ± 0.00 ^{ns,F}	9.90 ± 0.01 ^{a,E}	10.50 ± 0.00 ^{a,D}	12.00± 0.01 ^{a,C}	12.40 ± 0.02 ^{a,B}	13.30 ± 0.02 ^{a,A}

หมายเหตุ T1 : เติมห่วงเชื้อ 20%, T2 : เติมห่วงเชื้อ 0.5%

A คือตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05)

a คือตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางที่ 7.5 ศึกษากระบวนการหมักไวน์กล้วยโดยใช้ลูกแป้งยีสต์ในการหมักไวน์กล้วย โดยใช้กล้วยสุกระยะ 7 อัตราส่วนเนื้อกล้วยต่อน้ำ คือ 1: 2 ปรับน้ำกล้วยด้วยน้ำตาลให้ได้ 22 °brix pH 4.6 ทำการเติมหัวเชื้อ 2 ระดับ คือ เติมหหัวเชื้อยีสต์ 20% (T1) และ เติมลูกแป้งยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (T2) พบว่าค่า pH ของตัวอย่าง T1 และ T2 ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นค่า pH มีแนวโน้มลดลง ค่า °Brix ของ T2 มีค่าน้อยกว่า T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) วันที่ 6 ของการหมัก เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นค่าความหวานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) สอดคล้องกับค่าเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้น ค่าเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ของ T2 มีค่ามากกว่า T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ตั้งแต่วันที่ 3 ถึงวันที่ 15 ของการหมัก และเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์มีค่าเพิ่มขึ้น โดยเมื่อทำการไวน์กล้วย 15 วัน ดังนั้นจึงเลือกการหมักแบบ T2 คือ เติมลูกแป้งยีสต์ 0.5%

ตารางที่ 7.6 ค่าความหวาน (°Brix) ในการหมักน้ำส้มสายชู

เวลา (วัน)	ตัวอย่าง		
	T1	T2	T3
0	$7.00 \pm 0.00^{ns,A}$	$7.00 \pm 0.00^{ns,A}$	$7.00 \pm 0.00^{ns,A}$
3	$6.80 \pm 0.07^{b,B}$	$6.80 \pm 0.07^{b,B}$	$7.45 \pm 0.07^{a,B}$
6	$6.50 \pm 0.12^{b,C}$	$6.60 \pm 0.12^{b,C}$	$6.70 \pm 0.12^{a,C}$
9	$5.13 \pm 0.01^{b,D}$	$5.79 \pm 0.01^{a,D}$	$5.80 \pm 0.01^{a,D}$
12	$5.19 \pm 0.03^{a,E}$	$4.81 \pm 0.01^{b,E}$	$5.20 \pm 0.01^{a,E}$
15	$4.05 \pm 0.00^{b,F}$	$4.05 \pm 0.00^{b,F}$	$4.70 \pm 0.00^{a,F}$
18	$3.55 \pm 0.05^{b,G}$	$3.55 \pm 0.00^{b,G}$	$4.50 \pm 0.00^{a,G}$

T1 : ไวน์กล้วยเติมหหัวเชื้อ 20%, T2 : ไวน์กล้วยเติมหหัวเชื้อ 20% และหหัวเชื้อเติมลูกแป้ง 0.5%

T3 : ไวน์กล้วยเติมลูกแป้ง 0.5%

หมายเหตุ

ตัวอักษร a มีความแตกต่างทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ในแนวนอน

ตัวอักษร A มีความแตกต่างทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ในแนวตั้ง

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตารางที่ 7.6 ค่าความหวาน (⁰Brix) ในการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วย เมื่อใช้ลูกแป้งแบบ T3 เป็นกล้าเชื้อโดยตรงจะเกิดกรดได้ช้าหรือใช้เวลานานกว่า T1 และ T2 นอกจากนี้ไวน์กล้วยที่ใช้ลูกแป้งแบบ T1 และ T2 ความหวานของไวน์กล้วยลดลงในระยะเวลาใกล้เคียง ในวันที่ 18 ของการหมัก ความหวานสุดท้ายลดลงเหลือ 3.55 ⁰brix

ตารางที่ 7.7 ค่า pH ในการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์กล้วย

เวลา (วัน)	ตัวอย่าง		
	T1	T2	T3
0	4.10 ± 0.00 ^{ns,A}	4.10 ± 0.00 ^{ns,A}	4.10 ± 0.00 ^{ns,A}
3	3.84 ± 0.07 ^{c,B}	3.88 ± 0.01 ^{b,B}	4.10 ± 0.01 ^{a,B}
6	3.78 ± 0.02 ^{c,C}	3.83 ± 0.01 ^{b,C}	3.88 ± 0.04 ^{a,C}
9	3.23 ± 0.01 ^{c,D}	3.28 ± 0.01 ^{b,D}	3.68 ± 0.01 ^{a,D}
12	3.16 ± 0.03 ^{c,E}	3.24 ± 0.14 ^{b,E}	3.25 ± 0.01 ^{a,E}
15	3.15 ± 0.21 ^{b,E}	3.20 ± 0.12 ^{a,F}	3.10 ± 0.02 ^{c,F}
18	3.10 ± 0.01 ^{b,F}	3.14 ± 0.10 ^{a,G}	3.04 ± 0.00 ^{c,G}



T1 : ไวน์กล้วยเต็มหัวเชื้อ 20%, T2 : ไวน์กล้วย เต็มหัวเชื้อ 20% (หัวเชื้อ เต็มลูกแป้ง 0.5%)
T3 : ไวน์กล้วยเต็มลูกแป้ง 0.5%

หมายเหตุ

ตัวอักษร a มีความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05) ในแนวนอน
ตัวอักษร A มีความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05) ในแนวตั้ง
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางที่ 7.7 ค่า pH ในการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์กล้วย ค่า pH ในการหมักมีค่าลดลงตั้งแต่วันที่ 0 ถึง 18 ของการหมักทั้ง 3 แบบของการหมัก การหมักแบบ T1 T2 และ T3 โดยส่วนใหญ่ให้ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงค่า pH ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 7.8 ปริมาณแอลกอฮอล์ ในการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วย

เวลา (วัน)	ตัวอย่าง		
	T1	T2	T3
0	13.13 ± 0.00 ^{ns,A}	13.13 ± 0.00 ^{ns,A}	13.13 ± 0.00 ^{ns,A}
3	9.89 ± 0.01 ^{b,B}	10.14 ± 0.07 ^{c,B}	12.40 ± 0.01 ^{a,B}
6	9.30 ± 0.01 ^{b,C}	8.91 ± 0.02 ^{c,C}	10.10 ± 0.00 ^{a,C}
9	3.10 ± 0.00 ^{c,D}	3.90 ± 0.01 ^{b,D}	5.60 ± 0.00 ^{a,D}
12	0.00 ± 0.01 ^{c,E}	2.10 ± 0.03 ^{b,E}	3.60 ± 0.03 ^{a,E}
15	0.00 ± 0.01 ^{b,F}	0.00 ± 0.01 ^{b,F}	2.95 ± 0.00 ^{a,F}
18	0.00 ± 0.01 ^{ns,G}	0.00 ± 0.01 ^{ns,G}	0.00 ± 0.01 ^{ns,G}

T1 : ไวน์กล้วยเติมหัวเชื้อ 20%, T2 : ไวน์กล้วย เติมหัวเชื้อ 20% (หัวเชื้อ เติมลูกแป้ง 0.5%)
T3 : ไวน์กล้วยเติมลูกแป้ง 0.5%

หมายเหตุ

ตัวอักษร a มีความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05) ในแนวนอน
ตัวอักษร A มีความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05) ในแนวตั้ง
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางที่ 7.9 ปริมาณกรดอะซิติก ในการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วย

เวลา (วัน)	ตัวอย่าง		
	T1	T2	T3
0	$0.34 \pm 0.00^{ns,E}$	$0.34 \pm 0.00^{ns,E}$	$0.34 \pm 0.00^{ns,G}$
3	$0.59 \pm 0.01^{a,D}$	$0.51 \pm 0.01^{b,F}$	$0.41 \pm 0.01^{c,F}$
6	$0.82 \pm 0.01^{a,C}$	$0.65 \pm 0.01^{b,D}$	$0.43 \pm 0.01^{c,E}$
9	$4.76 \pm 0.00^{a,B}$	$2.77 \pm 0.07^{b,C}$	$1.00 \pm 0.01^{c,D}$
12	$5.70 \pm 0.01^{a,A}$	$5.31 \pm 0.02^{b,B}$	$3.12 \pm 0.02^{c,C}$
15	$5.71 \pm 0.01^{a,A}$	$5.76 \pm 0.04^{b,A}$	$4.05 \pm 0.00^{c,A}$
18	$5.71 \pm 0.01^{c,A}$	$5.76 \pm 0.05^{b,A}$	$6.34 \pm 0.01^{a,A}$

T1 : ไวน์กล้วยเติมหัวเชื้อ 20%, T2 : ไวน์กล้วย เติมหัวเชื้อ 20% (หัวเชื้อ เติมลูกแป้ง 0.5%)

T3 : ไวน์กล้วยเติมลูกแป้ง 0.5%

หมายเหตุ

ตัวอักษร a มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแนวนอน

ตัวอักษร A มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแนวตั้ง

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 7.10 น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักโดยใช้ลูกแป้งเทียบกับการหมักแบบใช้หัวเชื้อ

T1 : ไวน์กล้วยเติมหัวเชื้อ 20%

T2 : ไวน์กล้วย เติมหัวเชื้อ 20% โดย หัวเชื้อ เติมลูกแป้ง 0.5%

T3 : ไวน์กล้วยเติมลูกแป้ง 0.5%

ตารางที่ 7.8 ปริมาณแอลกอฮอล์ ในการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วย พบว่า เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นปริมาณแอลกอฮอล์มีค่าลดลง การหมักแบบ T1 ปริมาณแอลกอฮอล์มีค่าเท่ากับ 0 ในวันที่ 12 ของการหมัก ในขณะที่ การหมักแบบ T2 และ T3 ปริมาณแอลกอฮอล์มีค่าเท่ากับ 0 ในวันที่ 15 และ 18 ของการหมักตามลำดับ การหมักแบบ T1 แบคทีเรียใช้แอลกอฮอล์หมดเร็วกว่า T2 และ T3 ตามลำดับ

ตารางที่ 7.9 ปริมาณกรดอะซิติก ในการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วย พบว่า การหมักแบบ T1 T2 และ T3 ให้เปอร์เซ็นต์กรดอะซิติกมีค่ามากกว่า 4.0 (ค่าที่กฎหมายอาหารกำหนดในการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก) ในวันที่ 9 12 และ 18 ตามลำดับ จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า การหมักแบบ T1 ใช้เวลาในการผลิตกรดอะซิติกสั้นกว่าการหมักแบบ T2 และ T3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

อย่างไรก็ตาม การหมักแบบ T1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีขุ่น ส่วน T2 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อนและใส T3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อนและขุ่นเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเนื่องจากการหมักแบบ T2 : คือไวน์กล้วย เต็มหัวเชื้อ 20% และหัวเชื้อ เต็มลูกแป้ง 0.5% นั้น เมื่อใช้ลูกแป้งเป็นกล้าเชื้อโดยตรงในปริมาณ 0.5% จะเกิดกรดได้ช้าหรือใช้เวลานานกว่าไวน์กล้วยที่เต็มหัวเชื้อ ในขณะที่ไวน์กล้วยที่เต็มหัวเชื้อในปริมาณที่เท่ากัน T1 และ T2 จะได้ปริมาณกรดและใช้ระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะจุลินทรีย์ในลูกแป้งอยู่ในสภาพที่อ่อนแอกว่าเชื้อสด และการนำลูกแป้งมาเตรียมกล้าเชื่อนั้น นอกจากจะ เป็นการเพิ่มปริมาณเชื้อ ยังทำให้เชื้ออยู่ในสภาพคงที่ ดังนั้นจึงทำให้การหมักแบบ T2 การหมักช้ากว่า T1 เล็กน้อยและได้ผลิตภัณฑ์ที่ใสกว่า (รูปที่ 7.10) จึงเลือกใช้สภาวะดังกล่าวในการผลิต น้ำส้มสายชูกล้วยจากลูกแป้ง

7.3.3 อายุในการเก็บรักษาลูกแป้ง

ศึกษาอายุการเก็บรักษาลูกแป้งยีสต์และแบคทีเรียที่ใช้ในกระบวนการหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วยได้ผลการทดลองดังตารางที่ 7.10

ตารางที่ 7.10 ปริมาณเชื้อในลูกแป้งยีสต์ และแบคทีเรีย

เวลา(สัปดาห์)	ปริมาณเชื้อยีสต์ (cfu/g) (ลูกแป้งสำหรับทำไวน์)	ปริมาณแบคทีเรีย (cfu/g) (ลูกแป้งสำหรับทำน้ำส้มสายชู)
0	3.10×10^8	3.54×10^7
2	2.90×10^8	2.10×10^6
4	1.20×10^7	5.23×10^5
6	1.10×10^7	5.00×10^4
8	4.20×10^6	2.90×10^3

ตารางที่ 7.10 ปริมาณเชื้อในลูกแป้งยีสต์ และแบคทีเรีย แสดงให้เห็นว่าลูกแป้งยีสต์และลูกแป้งแบคทีเรียโดยใช้ส่วนผสมของสมุนไพรต่างๆ เมื่อเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น เป็นเวลา 8 สัปดาห์ เชื้อจะลดลงจาก 3.10×10^8 เซลล์ต่อกรัม เหลือ 4.20×10^6 เซลล์ต่อกรัม ในขณะที่ลูกแป้งแบคทีเรียมีแนวโน้มของปริมาณเชื้อลดลง มากกว่าลูกแป้งยีสต์

7.3.4 การประเมินคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของลูกแป้งยีสต์

7.3.4.1 การประเมินคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของลูกแป้งยีสต์ ราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

1. ข้าวเจ้า 500 กรัม = 11.5 บาท
2. กระเทียม 8 กรัม = 0.16 บาท
3. ขิง 8 กรัม = 1.60 บาท
4. ข่า 4 กรัม = 0.80 บาท
5. ชะเอม 8 กรัม = 2.40 บาท
6. พริกไทย 1.2 กรัม = 0.24 บาท
7. ดิปลี่ 1.2 กรัม = 0.24 บาท

ในการเตรียมลูกแป้งยีสต์ 500 กรัม มีค่าใช้จ่าย 16.94 บาท หากผลิต 1 กิโลกรัมจะมีต้นทุนวัตถุดิบ เท่ากับ 33.88 บาท

หลักการคิดต้นทุนการผลิตที่อ้างอิงโดยกระทรวงอุตสาหกรรมศูนย์วิจัยกสิกร

ในการคิดต้นทุนการผลิตโยอาหารจากเปลือกกล้วยน้ำว้า อ้างอิงจากกระทรวงอุตสาหกรรมศูนย์วิจัยกสิกร ซึ่งแบ่งอัตราส่วนของการคำนวณต้นทุนเป็นดังนี้

ค่าวัตถุดิบ	68.6	ส่วน
ค่าแรง	5.6	ส่วน
ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	12.1	ส่วน
ค่าเสื่อมราคา	4.5	ส่วน
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	9.2	ส่วน

ตารางที่ 7.11 ต้นทุนการผลิตลูกแป้งยีสต์โดยแบ่งต้นทุนเป็น 100 ส่วน

รายละเอียด	อัตราส่วน	ราคา (บาท)
ค่าวัตถุดิบ	68.60	33.88
ค่าแรง	5.60	2.76
ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	12.10	5.93
ค่าเสื่อมราคา	4.50	2.21
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	9.20	4.51
รวม	100.0	49.29

7.3.4.2 การประเมินคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของลูกแป้งแบคทีเรีย

ราคาต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

- 1. ข้าวเจ้า 500 กรัม = 11.50 บาท
- 2. พริกไทยขาว 15 กรัม = 3.00บาท
- 3. ดอกจันทร์ 15 กรัม = 15.00 บาท
- 4. ลูกจันทร์ 5 กรัม = 2.50 บาท
- 5. น้ำมะพร้าวแก่ = 3.00 บาท

ในการเตรียมลูกแป้งแบคทีเรีย 500 กรัม มีค่าใช้จ่าย 35 บาท เพราะฉะนั้น ลูกแป้ง 1

กิโลกรัม มีต้นทุนค่าวัตถุดิบ เท่ากับ 70 บาท

ตารางที่ 7.12 ต้นทุนการผลิตลูกแป้งแบคทีเรีย โดยแบ่งต้นทุนเป็น 100 ส่วน

รายละเอียด	อัตราส่วน	ราคา (บาท)
ค่าวัตถุดิบ	68.60	70.00
ค่าแรง	5.60	5.71
ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	12.10	12.34
ค่าเสื่อมราคา	4.50	4.59
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	9.20	9.38
รวม	100.0	102.02

จากการคำนวณต้นทุนการผลิตลูกแป้งยีสต์ พบว่า ลูกแป้งยีสต์ 1 กิโลกรัม มีต้นทุนค่าวัตถุดิบ 33.88 บาท และต้นทุนการผลิตโดยรวม เท่ากับ 49.29 และลูกแป้งแบคทีเรีย 1