ภาคผนวก ก

ภาพถ่ายวัตถุดิบและเชื้อจุลินทรีย์จากลูกแป้ง

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

รูปที่ ก.1 ข้าวพันธุ์กข6

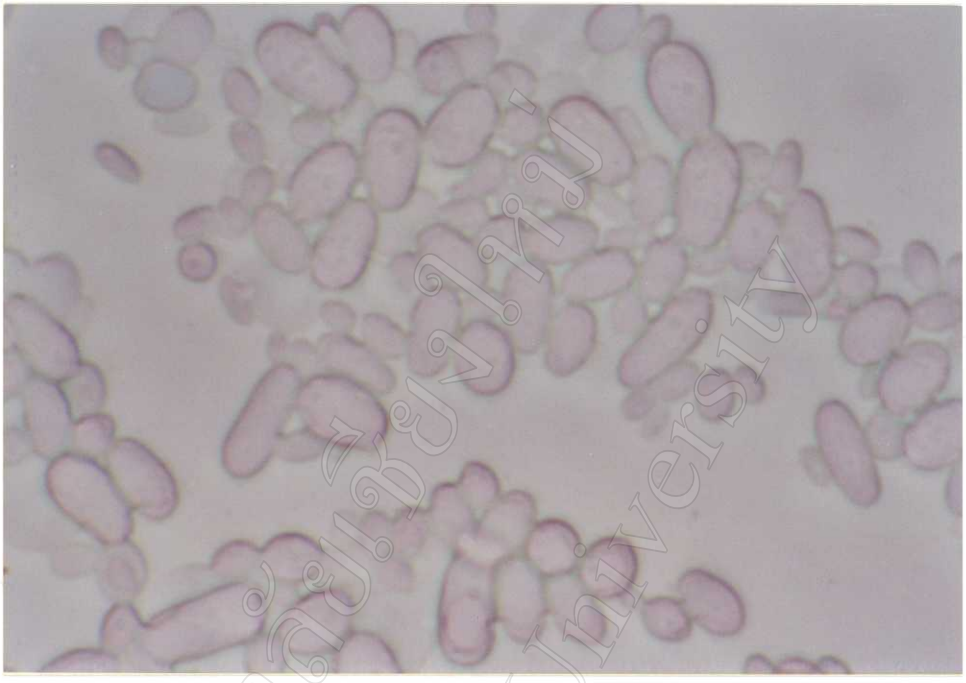
รูปที่ ก.2 ข้าวพันธุ์กข10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

รูปที่ ก.3 ข้าวพันธุ์เหนียวสันป่าตอง

รูปที่ ก. 4 ลูกแป้งจากจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และแพร่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

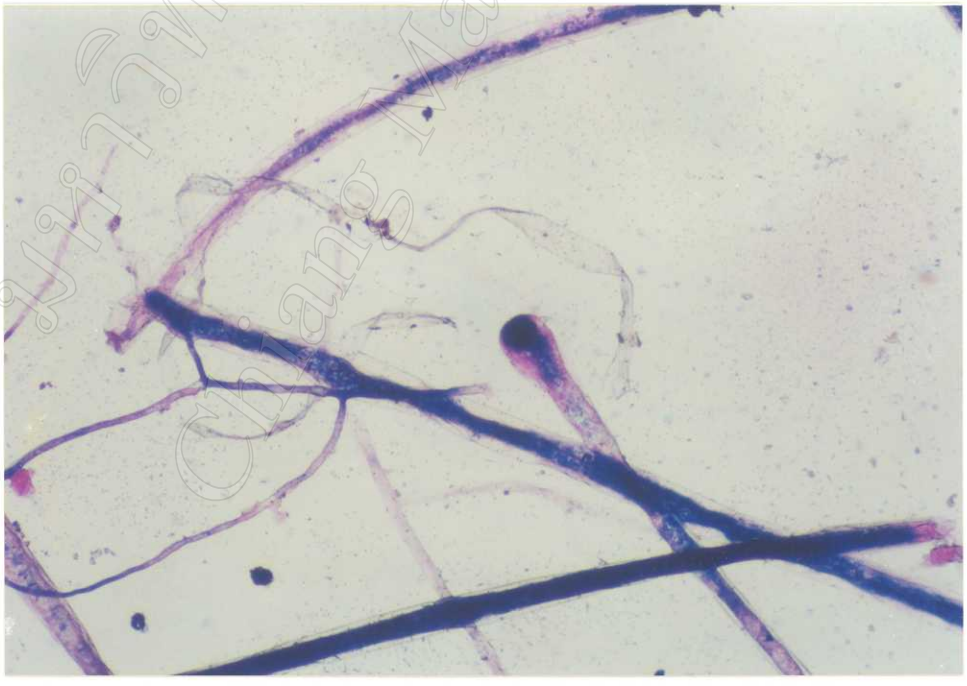


รูปที่ ก.5 เชื้อยีสต์จากลูกแป้งเชียงใหม่ กำลังขยาย 100 เท่า เพาะจากอาหารเลี้ยงเชื้อ Bromogresol green ethanol yeast extract agar

รูปที่ ก.6 เชื้อยีสต์จากลูกแป้งจังหวัดแพร่ กำลังขยาย 100 เท่า เพาะจากอาหารเลี้ยงเชื้อ Bromogresol green ethanol yeast extract agar

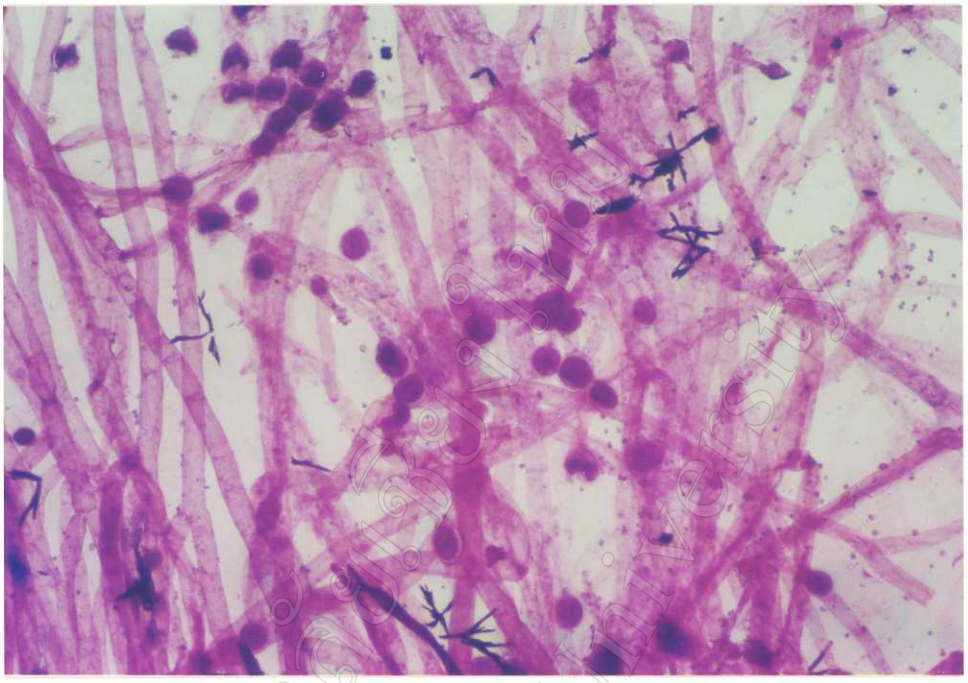
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

รูปที่ ก.7 เชื้อแบคทีเรียจากลูกแป้งจังหวัดเชียงราย กำลังขยาย 100 เท่า เพาะจากอาหารเลี้ยงเชื้อ Bromogresol green ethanol yeast extract agar



รูปที่ ก.8 เชื้อราบนลูกแป้งจังหวัดเชียงใหม่ กำลังขยาย 40 เท่า จากอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard plate count agar

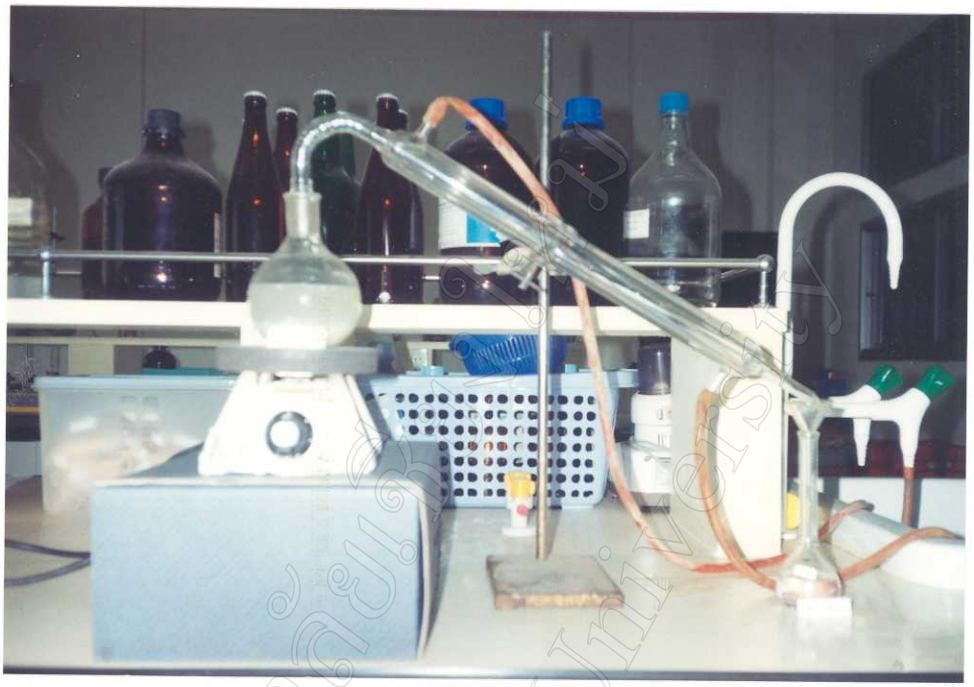
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ ก.9 เชื้อราบนลูกแป้งจังหวัดแพร่ กำลังขยาย 40 เท่า จากอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard plate count agar

รูปที่ ก.10 เชื้อแบคทีเรียที่พบบนลูกแป้ง กำลังขยาย 100 เท่า จากอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard plate count agar

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ ก.11 ชุดเครื่องกลั่นแบบธรรมดาที่ใช้ในการกลั่นสุรากลั่นในการวิจัยนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์คุณภาพ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ปริมาณแอลกอฮอล์ในกระบวนการหมักส่า

ตารางที่ ข. 1 ปริมาณแอลกอฮอล์ในกระบวนการหมักส่าโดย Ebulliometer ก่อนเติมน้ำ (% v/w)

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	0.90±0.23	0.78±0.09	2.43±0.08	0.86±0.08	0.65±0.31	2.76±0.22	0.90±0.20	1.25±0.23	3.57±1.39
4	2.20±0.55	2.80±0.75	5.02±0.08	1.86±0.66	2.69±0.02	5.93±0.05	1.53±0.54	2.95±0.08	5.54±0.14
7	6.79±1.72	8.61±0.29	9.55±0.73	6.66±0.37	9.12±1.20	9.44±0.35	6.80±1.37	9.25±0.40	9.47±1.57

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง แต่ละครั้งอ่านค่า 2 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ ข. 2 ปริมาณแอลกอฮอล์ในกระบวนการหมักส่าโดย Ebulliometer หลังเติมน้ำ (% v/v)

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
8	5.02±0.35	5.20±0.11	5.31±0.05	4.24±0.19	5.38±0.11	5.29±0.66	4.85±1.18	5.69±0.25	5.31±0.73
10	6.25±0.82	6.94±0.47	6.57±0.10	6.65±0.71	7.13±0.11	7.07±0.39	7.18±1.22	7.63±0.28	7.22±0.42
12	8.12±0.45	8.58±0.88	8.27±0.66	8.45±1.70	8.46±0.11	8.18±0.42	8.81±0.51	9.10±0.69	8.92±0.40
14	8.58±0.00	9.02±0.86	8.58±0.00	8.97±1.46	8.95±0.88	8.95±0.07	9.80±0.00	9.59±0.13	9.86±0.21

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง แต่ละครั้งอ่านค่า 2 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ปริมาณน้ำตาลริดิวซ์ในกระบวนการหมัก

ตารางที่ ข. 3 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในกระบวนการหมักก่อนเติมน้ำ (mg / g ตัวอย่าง)

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
0	6.46±0.00	8.60±0.00	18.57±0.00	14.75±9.33	36.23±7.33	5.76±7.03	4.59±0.00	5.51±0.00	8.83±0.00
1	36.13±40.21	51.60±48.24	21.70±29.91	16.49±15.59	27.37±32.39	40.21±5.50	39.76±37.52	55.38±54.80	21.21±29.15
2	79.31±84.46	60.49±49.54	48.36±30.31	133.49±31.74	146.09±12.16	54.72±55.72	85.04±82.74	97.23±92.60	70.86±10.79
3	80.55±75.27	56.78±35.00	41.40±55.50	165.17±75.34	190.39±48.15	49.71±14.47	92.18±91.63	113.11±113.94	33.77±41.50
4	75.50±77.84	64.60±39.19	71.62±51.45	168.88±2.32	217.51±31.11	72.45±66.22	80.61±83.53	82.23±80.63	71.70±44.33
5	83.26±90.22	107.44±101.49	88.44±57.54	109.15±15.36	189.94±1.21	115.73±61.16	98.51±101.32	108.05±113.91	92.95±20.66
6	99.59±115.92	104.66±91.19	95.69±51.19	96.98±43.13	128.22±90.27	97.09±28.92	93.67±93.13	100.57±102.54	108.12±23.21

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง แต่ละครั้งอ่านค่า 2 ซ้ำ

ตารางที่ ข. 4 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในกระบวนการหมักหลังเติมน้ำ (mg / 1 ml ตัวอย่าง)

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
7	321.34±433.61	250.12±328.43	712.37±977.87	265.17±50.92	567.71±53.33	293.33±22.98	371.72±505.44	379.95±514.18	104.73±131.00
8	548.24±242.91	615.15±313.83	637.94±88.18	256.21±317.66	181.25±256.33	201.22±233.98	570.29±227.11	598.09±125.82	189.61±260.11
9	381.03±105.44	368.82±275.77	448.09±60.52	14.91±16.62	30.38±9.37	32.33±14.96	353.53±186.76	394.71±185.93	496.62±116.26
10	141.80±160.92	223.18±274.60	205.94±248.24	6.11±5.74	4.03±0.39	29.74±12.91	78.74±79.15	55.71±38.93	238.21±295.77
11	18.34±6.53	22.12±3.04	26.44±5.11	1.73±0.15	2.63±0.99	26.35±21.00	9.17±2.56	11.33±9.24	19.28±12.99
12	5.85±1.31	10.19±7.81	26.38±0.67	1.38±0.78	1.03±0.38	16.45±13.38	2.36±0.65	7.06±6.37	15.02±0.92
13	5.20±4.05	6.18±4.06	10.07±1.27	0.71±0.06	0.63±0.57	3.10±3.85	1.71±0.18	2.07±0.54	3.02±1.93
14	2.49±0.00	4.87±0.00	3.39±0.00	0.92±0.54	0.38±0.33	0.85±1.01	1.96±0.00	1.18±0.00	2.77±0.00

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง แต่ละครั้งอ่านค่า 2 ซ้ำ

ตารางที่ ข. 5 ปริมาณกรดทั้งหมด (g lactic acid / 100 g sample) **ในกระบวนการหมักก่อนเติมน้ำ**

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
0	0.401±0.000	0.450±0.000	0.420±0.000	0.392±0.066	0.407±0.019	0.443±0.016	0.482±0.000	0.483±0.000	0.378±0.000
1	0.554±0.147	0.795±0.261	0.695±0.538	0.815±0.192	0.683±0.165	0.350±0.027	0.776±0.032	0.818±0.246	0.681±0.477
2	0.974±0.027	0.902±0.077	0.759±0.342	0.941±0.130	0.877±0.024	0.623±0.054	1.025±0.123	0.944±0.128	0.956±0.115
3	1.064±0.003	1.012±0.154	0.725±0.162	1.023±0.045	0.976±0.107	0.630±0.040	1.121±0.107	1.039±0.101	0.766±0.137
4	1.091±0.104	1.010±0.067	0.749±0.108	1.166±0.073	1.136±0.090	0.629±0.063	1.216±0.322	1.283±0.200	0.868±0.351
5	1.156±0.029	1.127±0.032	0.686±0.133	1.368±0.312	1.291±0.120	0.612±0.006	1.227±0.072	0.953±0.467	0.960±0.293
6	1.206±0.210	1.262±0.193	0.761±0.234	1.197±0.297	1.127±0.223	0.630±0.055	1.244±0.281	1.189±0.209	0.702±0.138

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง แต่ละครั้งอ่านค่า 2 ซ้ำ

ตารางที่ ข.6 ปริมาณกรดทั้งหมด (g lactic acid / 100 ml sample) **ในกระบวนการหมักหลังเติมน้ำ**

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
7	0.457±0.010	0.387±0.064	0.304±0.099	0.520±0.016	0.524±0.092	0.266±0.019	0.475±0.003	0.452±0.029	0.362±0.162
8	0.569±0.010	0.493±0.099	0.395±0.227	0.572±0.006	0.587±0.137	0.268±0.029	0.533±0.016	0.583±0.060	0.308±0.092
9	0.585±0.038	0.511±0.143	0.441±0.223	0.601±0.003	0.545±0.064	0.338±0.045	0.639±0.006	0.569±0.118	0.342±0.070
10	0.648±0.070	0.592±0.035	0.367±0.137	0.601±0.035	0.632±0.035	0.335±0.016	0.617±0.095	0.648±0.064	0.374±0.025
11	0.608±0.006	0.513±0.045	0.745±0.563	0.639±0.025	0.628±0.111	0.360±0.083	0.647±0.028	0.648±0.108	0.412±0.067
12	0.637±0.041	0.576±0.089	0.416±0.105	0.590±0.038	0.596±0.022	0.326±0.041	0.639±0.013	0.716±0.121	0.414±0.057
13	0.686±0.060	0.576±0.083	0.423±0.102	0.563±0.019	0.635±0.134	0.347±0.095	0.650±0.041	0.657±0.089	0.428±0.038
14	0.657±0.000	0.720±0.000	0.387±0.000	0.581±0.006	0.583±0.099	0.380±0.067	0.675±0.000	0.774±0.000	0.446±0.000

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดล่องที่เหมือนกัน 2 ครั้ง แต่ละครั้งอ่านค่า 2 ซ้ำ

ปริมาณกรดระเหยได้ในกระบวนหมักสา

ตารางที่ ข.7 ปริมาณกรดระเหยได้ (g acetic acid / 100 g sample) **ในกระบวนการหมักก่อนเติมน้ำ**

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
0	0.142±0.000	0.147±0.000	0.059±0.000	0.032±0.005	0.090±0.019	0.114±0.042	0.110±0.000	0.194±0.000	0.039±0.000
1	0.171±0.013	0.270±0.169	0.304±0.180	0.262±0.105	0.218±0.013	0.143±0.004	0.261±0.119	0.261±0.017	0.296±0.173
2	0.282±0.151	0.313±0.019	0.280±0.070	0.363±0.094	0.315±0.016	0.259±0.007	0.292±0.158	0.241±0.015	0.338±0.040
3	0.174±0.052	0.119±0.055	0.158±0.012	0.316±0.081	0.296±0.153	0.234±0.013	0.169±0.031	0.214±0.146	0.217±0.040
4	0.273±0.000	0.216±0.000	0.208±0.000	0.345±0.154	0.284±0.144	0.152±0.057	0.169±0.000	0.233±0.000	0.104±0.000
5	0.335±0.190	0.295±0.229	0.202±0.174	0.180±0.054	0.162±0.050	0.087±0.001	0.272±0.215	0.694±0.000	0.653±0.000
6	0.249±0.217	0.283±0.151	0.184±0.163	0.131±0.082	0.180±0.058	0.079±0.081	0.305±0.284	0.180±0.165	0.135±0.148

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง แต่ละครั้งอ่านค่า 2 ซ้ำ

ตารางที่ ข.8 ปริมาณกรดระเหยได้ (g acetic acid / 100 ml sample) **ในกระบวนการหมักหลังเติมน้ำ**

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
7	0.077±0.036	0.029±0.028	0.101±0.112	0.048±0.000	0.035±0.019	0.018±0.008	0.036±0.000	0.039±0.000	0.017±0.011
8	0.081±0.004	0.042±0.004	0.166±0.000	0.066±0.000	0.053±0.002	0.011±0.006	0.039±0.030	0.062±0.032	0.012±0.013
9	0.074±0.002	0.078±0.004	0.113±0.104	0.081±0.013	0.045±0.042	0.068±0.040	0.126±0.068	0.068±0.062	0.042±0.008
10	0.119±0.070	0.065±0.006	0.093±0.000	0.107±0.023	0.128±0.057	0.042±0.004	0.069±0.038	0.089±0.011	0.082±0.040
11	0.071±0.011	0.051±0.021	0.246±0.272	0.107±0.032	0.107±0.040	0.054±0.013	0.101±0.010	0.087±0.025	0.062±0.015
12	0.117±0.017	0.077±0.002	0.066±0.042	0.086±0.015	0.101±0.032	0.032±0.002	0.111±0.047	0.128±0.049	0.059±0.028
13	0.111±0.017	0.084±0.034	0.074±0.015	0.057±0.038	0.129±0.004	0.042±0.008	0.087±0.017	0.107±0.053	0.059±0.006
14	0.084±0.000	0.132±0.000	0.075±0.000	0.099±0.047	0.141±0.021	0.066±0.004	0.120±0.000	0.171±0.000	0.078±0.000

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง แต่ละครั้งอ่านค่า 2 ซ้ำ

ตารางที่ ข.9 พีเอชในกระบวนการหมัก

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
0	6.44±0.00	6.44±0.00	6.43±0.00	6.37±0.02	6.33±0.06	6.27±0.13	6.46±0.00	6.33±0.00	6.42±0.00
1	3.44±0.04	3.43±0.06	3.65±0.20	3.33±0.01	3.83±0.08	3.59±0.15	3.44±0.04	3.53±0.08	3.70±0.16
2	3.42±0.11	3.52±0.17	3.52±0.05	3.47±0.02	3.51±0.01	3.56±0.07	3.46±0.02	3.53±0.03	3.50±0.08
3	3.39±0.06	3.42±0.09	3.65±0.00	3.48±0.04	3.49±0.02	3.69±0.05	3.42±0.04	3.50±0.01	3.71±0.08
4	3.68±0.32	3.42±0.13	3.75±0.11	3.42±0.01	3.43±0.04	3.77±0.06	3.47±0.04	3.51±0.04	3.71±0.17
5	3.46±0.05	3.49±0.01	3.76±0.07	3.48±0.00	3.43±0.08	3.83±0.03	3.52±0.04	3.55±0.12	3.87±0.06
6	3.55±0.01	3.61±0.11	3.93±0.16	3.58±0.06	3.56±0.14	3.87±0.14	3.65±0.11	3.66±0.08	3.95±0.11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ ข.9 พีเอชในกระบวนการหมัก (ต่อ)

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
7	3.58±0.07	3.65±0.04	3.76±0.23	3.53±0.01	3.50±0.08	3.76±0.06	3.60±0.13	3.63±0.18	3.80±0.30
8	3.38±0.21	3.43±0.14	3.70±0.32	3.40±0.03	3.36±0.01	3.76±0.03	3.43±0.19	3.41±0.16	3.76±0.23
9	3.45±0.04	3.49±0.06	3.65±0.13	3.39±0.02	3.36±0.13	3.61±0.13	3.50±0.06	3.52±0.05	3.79±0.04
10	3.31±0.06	3.36±0.02	3.49±0.08	3.43±0.05	3.38±0.05	3.53±0.04	3.32±0.04	3.36±0.02	3.53±0.04
11	3.40±0.16	3.47±0.10	3.55±0.25	3.50±0.05	3.46±0.01	3.58±0.11	3.48±0.13	3.50±0.13	3.53±0.08
12	3.38±0.18	3.43±0.12	3.49±0.18	3.53±0.03	3.47±0.04	3.55±0.16	3.45±0.08	3.46±0.08	3.55±0.15
13	3.36±0.23	3.40±0.18	3.42±0.26	3.53±0.02	3.41±0.07	3.48±0.21	3.42±0.13	3.45±0.14	3.47±0.16
14	3.53±0.00	3.56±0.00	3.65±0.00	3.52±0.06	3.45±0.07	3.50±0.16	3.55±0.00	3.53±0.00	3.54±0.00

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน *0*

2. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง แต่ละครั้งอ่านค่า 2 ซ้ำ

ตารางที่ ข.10 ของแข็งที่ละลายน้ำได้ในกระบวนการหมัก (°Brix)

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้ง เชียงใหม่	ลูกแป้ง เชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้ง เชียงใหม่	ลูกแป้ง เชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้ง เชียงใหม่	ลูกแป้ง เชียงราย	ลูกแป้งแพร่
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	35.0±0.0	33.2±2.3	33.0±0.0	29.0±0.0	-	29.0±0.0	37.0±0.0	34.5±0.7	32.0±0.0
2	36.4±0.6	35.8±1.4	30.0±0.0	31.8±4.0	35.1±1.0	27.8±3.1	35.0±0.0	36.15±0.6	29.0±1.4
3	36.0±0.0	34.5±3.3	28.0±0.0	31.5±3.5	33.6±2.3	25.5±3.5	33.4±2.0	35.6±0.6	27.3±0.4
4	34.2±1.1	32.6±2.5	27.0±1.4	28.8±3.1	31.1±3.0	23.2±4.8	31.9±0.1	32.7±0.4	27.4±1.7
5	31.5±0.1	32.3±1.0	27.5±0.7	24.9±5.5	26.5±3.5	23.0±5.7	30.3±0.4	32.1±0.1	26.1±1.3
6	31.4±0.6	31.4±2.0	26.8±0.3	23.9±5.2	25.8±1.4	23.2±5.4	34.5±6.6	30.5±0.4	26.5±1.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ ข.10 ของแข็งที่ละลายน้ำได้ในกระบวนการหมัก (°Brix) (ต่อ)

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
7	12.0±1.4	11.5±2.1	8.9±2.7	6.3±1.0	8.6±2.0	6.2±1.7	12.4±0.6	12.8±0.3	7.2±3.1
8	11.3±0.4	9.3±2.1	7.5±3.5	7.2±1.1	8.4±2.0	7.9±0.1	8.8±1.1	10.2±0.3	7.8±3.1
9	9.7±0.1	8.3±0.7	7.1±2.7	7.0±1.4	7.5±0.7	8.0±2.8	8.8±0.8	8.8±0.3	8.4±0.6
10	8.0±0.0	8.6±1.1	8.9±1.3	6.6±0.8	6.5±0.7	7.2±1.1	7.5±0.1	8.0±0.3	8.2±1.1
11	7.9±0.1	7.6±0.6	7.0±1.4	6.5±0.7	6.5±0.7	7.7±1.8	7.2±0.3	7.3±0.1	7.4±0.6
12	7.4±0.8	7.4±0.8	8.0±0.0	6.5±0.7	6.4±0.6	7.1±1.3	7.0±0.6	7.2±0.3	7.5±0.1
13	7.2±0.3	6.9±0.1	6.9±0.4	6.5±0.7	6.5±0.7	6.5±0.7	7.0±0.0	7.1±0.4	6.5±0.7
14	7.0±0.0	7.0±0.0	6.0±0.0	6.5±0.7	6.1±0.1	6.5±0.7	7.0±0.0	7.0±0.0	6.4±0.0

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง แต่ละครั้งอ่านค่า 2 ซ้ำ

ปริมาณยีสต์ในกระบวนการหมักโดยวิธี Total Count method

ตารางที่ ข.11 ปริมาณของยีสต์ในกระบวนการหมักส่าก่อนเติมน้ำ (cell number / g sample)

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
0	$4.19 \times 10^4 \pm 1.35 \times 10^4$	$3.37 \times 10^4 \pm 4.08 \times 10^3$	$3.71 \times 10^4 \pm 9.66 \times 10^3$	$2.20 \times 10^4 \pm 1.03 \times 10^4$	$9.54 \times 10^3 \pm 2.55 \times 10^3$	$3.61 \times 10^4 \pm 9.68 \times 10^3$	$4.68 \times 10^4 \pm 1.10 \times 10^4$	$2.17 \times 10^4 \pm 5.59 \times 10^3$	$5.32 \times 10^4 \pm 5.68 \times 10^3$
1	$4.96 \times 10^4 \pm 4.20 \times 10^4$	$6.95 \times 10^4 \pm 4.92 \times 10^4$	$8.46 \times 10^5 \pm 1.38 \times 10^5$	$1.23 \times 10^4 \pm 3.61 \times 10^3$	$1.64 \times 10^4 \pm 3.96 \times 10^3$	$4.46 \times 10^5 \pm 6.09 \times 10^5$	$4.06 \times 10^4 \pm 2.54 \times 10^2$	$3.45 \times 10^4 \pm 2.39 \times 10^4$	$4.98 \times 10^5 \pm 1.94 \times 10^5$
2	$2.21 \times 10^4 \pm 3.82 \times 10^3$	$1.01 \times 10^5 \pm 1.26 \times 10^5$	$1.55 \times 10^6 \pm 9.66 \times 10^4$	$8.99 \times 10^3 \pm 1.34 \times 10^3$	$1.82 \times 10^4 \pm 4.53 \times 10^3$	$5.32 \times 10^5 \pm 7.41 \times 10^5$	$3.65 \times 10^4 \pm 1.24 \times 10^4$	$3.67 \times 10^4 \pm 2.50 \times 104$	$1.76 \times 10^6 \pm 5.85 \times 10^5$
3	$3.50 \times 10^5 \pm 1.80 \times 10^5$	$4.02 \times 10^5 \pm 3.57 \times 10^5$	$1.92 \times 10^6 \pm 3.90 \times 10^5$	$4.01 \times 10^5 \pm 5.29 \times 10^5$	$1.80 \times 10^5 \pm 1.54 \times 10^5$	$1.42 \times 10^6 \pm 9.16 \times 10^5$	$7.16 \times 10^5 \pm 2.92 \times 10^5$	$3.50 \times 10^5 \pm 4.17 \times 10^5$	$1.87 \times 10^6 \pm 6.91 \times 10^5$
4	$5.14 \times 10^5 \pm 1.50 \times 10^5$	$4.23 \times 10^5 \pm 1.91 \times 10^5$	$1.65 \times 10^6 \pm 4.60 \times 10^5$	$3.30 \times 10^5 \pm 1.07 \times 10^5$	$4.55 \times 10^5 \pm 8.87 \times 10^4$	$1.13 \times 10^6 \pm 1.02 \times 10^6$	$7.71 \times 10^5 \pm 4.69 \times 10^3$	$5.87 \times 10^5 \pm 5.42 \times 10^5$	$1.73 \times 10^6 \pm 7.70 \times 10^5$
5	$5.95 \times 10^5 \pm 1.84 \times 10^5$	$3.94 \times 10^5 \pm 2.60 \times 10^4$	$2.48 \times 10^6 \pm 1.38 \times 10^6$	$6.20 \times 10^5 \pm 6.71 \times 10^4$	$5.54 \times 10^5 \pm 2.68 \times 10^4$	$1.45 \times 10^6 \pm 1.11 \times 10^6$	$6.25 \times 10^5 \pm 8.01 \times 10^4$	$4.84 \times 10^5 \pm 3.48 \times 10^5$	$2.12 \times 10^6 \pm 1.14 \times 10^6$
6	$5.08 \times 10^5 \pm 9.72 \times 10^4$	$3.71 \times 10^5 \pm 7.83 \times 10^4$	$2.21 \times 10^6 \pm 1.17 \times 10^6$	$6.30 \times 10^5 \pm 8.26 \times 10^4$	$5.24 \times 10^5 \pm 2.48 \times 10^5$	$1.56 \times 10^6 \pm 1.23 \times 10^6$	$7.42 \times 10^5 \pm 1.42 \times 10^5$	$4.38 \times 10^5 \pm 4.20 \times 10^5$	$1.87 \times 10_6 \pm 1.57 \times 10^5$

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง แต่ละครั้งอ่านค่า 2 ซ้ำ

ตารางที่ ข.12 ปริมาณยีสต์ในกระบวนการหมักหลังเติมน้ำ (cell number / ml sample)

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
7	$4.22 \times 10^5 \pm 1.89 \times 10^5$	$3.72 \times 10^5 \pm 2.14 \times 10^5$	$1.93 \times 10^6 \pm 6.51 \times 10^5$	$3.85 \times 10^5 \pm 1.01 \times 10^5$	$3.79 \times 10^5 \pm 1.38 \times 10^5$	$9.43 \times 10^5 \pm 6.88 \times 10^5$	$4.84 \times 10^5 \pm 1.70 \times 10^4$	$3.88 \times 10^5 \pm 2.09 \times 10^5$	$1.66 \times 10^6 \pm 6.79 \times 10^4$
8	$5.93 \times 10^5 \pm 1.37 \times 10^5$	$5.40 \times 10^5 \pm 7.98 \times 10^4$	$1.40 \times 10^6 \pm 6.79 \times 10^4$	$7.47 \times 10^5 \pm 3.01 \times 10^5$	$7.26 \times 10^5 \pm 1.09 \times 10^5$	$1.15 \times 10^6 \pm 2.72 \times 10^5$	$7.72 \times 10^5 \pm 2.26 \times 10^4$	$3.82 \times 10^5 \pm 9.90 \times 10^4$	$1.34 \times 10^6 \pm 4.70 \times 10^5$
9	$4.31 \times 10^5 \pm 2.06 \times 10^5$	$6.47 \times 10^5 \pm 1.13 \times 10^3$	$1.35 \times 10^6 \pm 3.48 \times 10^5$	$8.46 \times 10^5 \pm 9.28 \times 10^4$	$6.85 \times 10^5 \pm 3.12 \times 10^5$	$1.30 \times 10^6 \pm 5.54 \times 10^5$	$7.46 \times 10^5 \pm 2.55 \times 10^4$	$4.82 \times 10^5 \pm 5.94 \times 10^4$	$1.22 \times 10^6 \pm 3.54 \times 10^5$
10	$7.07 \times 10^5 \pm 4.22 \times 10^5$	$4.99 \times 10^5 \pm 2.72 \times 10^4$	$1.34 \times 10^6 \pm 2.49 \times 10^5$	$7.36 \times 10^5 \pm 3.57 \times 10^5$	$4.98 \times 10^5 \pm 5.66 \times 10^4$	$1.48 \times 10^6 \pm 7.01 \times 10^5$	$1.16 \times 10^6 \pm 3.05 \times 10^5$	$5.18 \times 10^5 \pm 2.83 \times 10^3$	$1.16 \times 10^6 \pm 5.32 \times 10^5$
11	$5.46 \times 10^5 \pm 1.83 \times 10^5$	$6.31 \times 10^5 \pm 2.05 \times 10^5$	$1.06 \times 10^6 \pm 2.06 \times 10^5$	$6.16 \times 10^5 \pm 5.15 \times 10^4$	$7.10 \times 10^5 \pm 2.72 \times 10^5$	$1.03 \times 10^6 \pm 6.38 \times 10^5$	$1.14 \times 10^6 \pm 2.88 \times 10^5$	$4.32 \times 10^5 \pm 3.39 \times 10^4$	$8.62 \times 10^5 \pm 2.46 \times 10^5$

ตารางที่ ข.12 (ต่อ) ปริมาณยีสต์ในกระบวนการหมักหลังเติมน้ำ (cell number / ml sample)

วันที่	ข้าวกข6			ข้าวกข10			ข้าวเหนียวสันป่าตอง		
	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่	ลูกแป้งเชียงใหม่	ลูกแป้งเชียงราย	ลูกแป้งแพร่
12	$6.67 \times 10^5 \pm 2.62 \times 10^4$	$7.16 \times 10^5 \pm 2.38 \times 10^5$	$1.49 \times 10^6 \pm 1.98 \times 10^4$	$8.16 \times 10^5 \pm 1.53 \times 10^5$	$5.98 \times 10^5 \pm 1.18 \times 10^5$	$1.05 \times 10^6 \pm 4.87 \times 10^5$	$8.98 \times 10^5 \pm 3.25 \times 10^5$	$5.48 \times 10^5 \pm 8.49 \times 10^4$	$9.56 \times 10^5 \pm 5.54 \times 10^5$
13	$4.43 \times 10^5 \pm 1.03 \times 10^5$	$7.01 \times 10^5 \pm 3.56 \times 10^4$	$1.46 \times 10^6 \pm 2.23 \times 10^5$	$4.77 \times 10^5 \pm 5.49 \times 10^4$	$7.39 \times 10^5 \pm 4.53 \times 10^4$	$1.07 \times 10^6 \pm 7.78 \times 10^5$	$1.01 \times 10^6 \pm 1.90 \times 10^5$	$4.84 \times 10^5 \pm 3.39 \times 10^4$	$1.08 \times 10^6 \pm 3.82 \times 10^5$
14	$4.28 \times 10^5 \pm 1.07 \times 10^5$	$5.06 \times 10^5 \pm 0.00$	$1.68 \times 10^6 \pm 1.81 \times 10^5$	$7.03 \times 10^5 \pm 3.97 \times 10^5$	$6.08 \times 10^5 \pm 3.03 \times 10^5$	$1.38 \times 10^6 \pm 5.56 \times 10^5$	$1.22 \times 10^6 \pm 2.72 \times 10^5$	$5.84 \times 10^5 \pm 1.36 \times 10^5$	$7.36 \times 10^5 \pm 1.70 \times 10^5$

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง แต่ละครั้งอ่านค่า 2 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ผลการวิเคราะห์และตรวจสอบคุณสมบัติของสุรากลั่นที่ผลิตในเขตภาคเหนือตอนบน

ตารางที่ ข.13 คุณสมบัติทางกายภาพของสุรากลั่นที่ผลิตในเขตภาคเหนือตอนบน

ตัวอย่าง		ค่าสี			ความถ่วงจำเพาะ ที่ 20°ซ.	ความขุ่น
		L	a	b		
สุราขาว 35 ดีกรี	No. 1	60.46± 0.01	-0.49± 0.00	-0.82± 0.01	0.7941± 0.2557	0.0095± 0.0007
	No. 2	60.42± 0.01	-0.50± 0.01	-0.84± 0.00	0.9719± 0.0032	0.0050± 0.0000
	No. 3	60.51± 0.01	-0.50± 0.01	-0.85± 0.00	1.3138± 0.4877	-0.0125± 0.0007
สุราขาว 40 ดีกรี	No. 1	60.54± 0.01	-0.50± 0.01	-0.83± 0.00	1.3001± 0.4761	0.0100±0.000
	No. 2	60.52± 0.01	-0.50± 0.01	-0.87± 0.01	0.8066± 0.2345	0.0135± 0.0007
	No. 3	60.41± 0.01	-0.49± 0.00	-0.84± 0.01	0.9998± 0.0512	-0.0070± 0.0000
เชียงใหม่	No. 1	59.74± 0.01	-0.52± 0.00	-0.24± 0.00	0.9971± 0.0324	-0.0005± 0.0007
	No. 2	60.47± 0.01	-0.52± 0.01	-0.12± 0.01	0.7792± 0.2641	0.0165± 0.0035
	No. 3	60.10± 0.02	-0.66± 0.01	0.97± 0.05	1.3003± 0.4608	-0.0255± 0.0007
เชียงราย	No. 1	60.11± 0.00	-0.59± 0.00	-0.49± 0.01	0.8127± 0.2261	0.0090±0.000
	No. 2	60.22± 0.08	-0.55± 0.02	-0.52± 0.06	1.2973± 0.4672	0.0015± 0.0021
	No. 3	59.01± 0.01	-0.66± 0.01	1.05± 0.09	0.9991± 0.0282	-0.024± 0.0014

ตารางที่ ข.13 (ต่อ) คุณสมบัติทางกายภาพของสุรากลั่นที่ผลิตในเขตภาคเหนือตอนบน

ตัวอย่าง		ค่าสี			ความถ่วงจำเพาะ ที่ 20°ซ.	ความขุ่น
		L	a	b		
แพร่	No. 1	59.83± 0.01	-0.57± 0.00	0.003± 0.005	1.0306± 0.0784	0.0200± 0.0014
	No. 2	59.72± 0.02	-0.57± 0.00	-0.02± 0.01	0.9984± 0.0416	0.0015± 0.0007
	No. 3	61.06± 0.02	-0.70± 0.01	0.80± 0.02	0.9784± 0.0050	-0.018± 0.000
พะเยา	No. 1	60.10± 0.01	-0.75± 0.01	0.68± 0.03	1.0305± 0.0720	-0.0060± 0.0014
	No. 2	60.04± 0.02	-0.62± 0.00	0.10± 0.00	1.0041± 0.0589	-0.0080± 0.0014
	No. 3	60.18± 0.02	-0.49± 0.00	-0.59± 0.02	0.9797± 0.0161	-0.0330± 0.000
ลำปาง	No. 1	59.62± 0.12	-0.69± 0.00	0.67± 0.02	1.3081± 0.4721	0.0040± 0.000
	No. 2	60.10± 0.01	-0.68± 0.01	0.61± 0.01	1.0073± 0.0396	-0.0135± 0.0007
	No. 3	60.29± 0.01	-0.70± 0.01	0.60± 0.01	0.8075± 0.2428	0.0000± 0.0014

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็น ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง

3. สุราขาว 35 ดีกรีและ 40 ดีกรีคือสุราจากโรงงานสุราที่ได้รับอนุญาตจากกรมกรมสรรพสามิต

4. สุรากลั่นจากจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง แพร่ และพะเยา ที่ไม่ได้ขออนุญาตการผลิตจากกรมสรรพสามิต

ตารางที่ ข.14 คุณสมบัติทางเคมีของสุรากลั่นที่ผลิตในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

ตัวอย่าง		เอธานอล (% v/v)	สิ่งที่เหลือจากการระเหย (g / 100 ml)	กรดทั้งหมด (% as acetic acid)	กรดระเหยได้ (% as acetic acid)	pH	ทองแดง (ppm)	ตะกั่ว (ppm)
สุราขาว 35 ดีกรี	No.1	37.2±0.0	0.0052±0.0000	0.001±0.000	0.000±0.000	5.94±0.11	< 0.027	< 0.079
	No. 2	37.1±0.14	0.0058±0.0008	0.001±0.000	0.000±0.000	5.34±0.11	< 0.027	< 0.079
	No. 3	38.0±0.00	0.0060±0.0031	0.001±0.000	0.000±0.000	5.93±0.10	< 0.027	< 0.079
สุราขาว 40 ดีกรี	No.1	43.0±0.00	0.0036±0.0017	0.001±0.000	0.000±0.000	6.25±0.30	< 0.027	< 0.079
	No. 2	42.75±0.35	0.0018±0.0003	0.001±0.000	0.000±0.000	6.34±0.12	< 0.027	< 0.079
	No. 3	42.75±0.35	0.0056±0.0000	0.001±0.000	0.000±0.000	6.36±0.15	< 0.027	< 0.079
เชียงใหม่	No.1	30.1±0.14	0.0124±0.0000	0.017±0.000	0.016±0.000	4.28±0.04	< 0.027	< 0.079
	No. 2	30.5±0.71	0.0056±0.0006	0.041±0.000	0.039±0.000	4.05±0.01	< 0.027	< 0.079
	No. 3	45.5±0.71	0.0108±0.0006	0.019±0.000	0.018±0.020	3.99±0.01	< 0.027	< 0.079
เชียงราย	No.1	41.0±1.41	0.0064±0.0028	0.021±0.004	0.001±0.000	4.02±0.00	2.50	< 0.079
	No. 2	39.25±1.77	0.0074±0.0008	0.021±0.000	0.019±0.000	4.00±0.01	1.88	< 0.079
	No. 3	31.0±0.00	0.0064±0.0011	0.017±0.000	0.016±0.001	3.995±0.007	< 0.027	< 0.079

ตารางที่ ข.14 (ต่อ) คุณสมบัติทางเคมีของสุรากลั่นที่ผลิตในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

ตัวอย่าง		เอธานอล (% v/v)	สิ่งที่เหลือจากการระเหย (g / 100 ml)	กรดทั้งหมด (% as acetic acid)	กรดระเหยได้ (% as acetic acid)	pH	ทองแดง (ppm)	ตะกั่ว (ppm)
ลำปาง	No.1	30.5±0.00	0.0066±0.0003	0.018±0.000	0.016±0.000	4.02±0.01	< 0.027	< 0.079
	No. 2	30.6±0.85	0.0168±0.0147	0.018±0.000	0.016±0.000	4.03±0.01	< 0.027	< 0.079
	No. 3	31.0±0.00	0.0066±0.0003	0.018±0.000	0.016±0.000	3.995±0.01	< 0.027	< 0.079
แพร่	No.1	37.6±0.57	0.0140±0.0000	0.016±0.000	0.015±0.001	4.44±0.00	< 0.027	< 0.079
	No. 2	37.5±0.71	0.0162±0.0008	0.015±0.000	0.014±0.000	4.57±0.00	< 0.027	< 0.079
	No. 3	29.5±0.71	0.0072±0.0023	0.017±0.000	0.016±0.000	4.03±0.04	< 0.027	< 0.079
พะเยา	No.1	30.5±0.71	0.0058±0.0014	0.018±0.001	0.017±0.000	4.06±0.01	< 0.027	< 0.079
	No. 2	43.25±.035	0.0060±0.0028	0.016±0.000	0.014±0.000	4.08±0.02	< 0.027	< 0.079
	No. 3	38.5±0.71	0.0036±0.0017	0.017±0.001	0.015±0.000	4.43±0.02	< 0.027	< 0.079

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็น ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง

3. ปริมาณทองแดง 0.027 ppm และ ตะกั่ว 0.079 ppm คือปริมาณตะกั่วน้อยที่สุดที่เครื่อง atomic absorption spectrophotometer จะสามารถตรวจวัดได้

4. % CV ทองแดง = 4.2 และ %CV ตะกั่ว = 4.6

5. สุราขาว 35 ดีกรีและ 40 ดีกรีคือสุราจากโรงงานสุราเวียงพิงค์ ที่ได้รับอนุญาตจากกรมสรรพสามิต

6. สุรากลั่นจากจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง แพร่ และพะเยา ที่ไม่ได้ขออนุญาตการผลิตจากกรมสรรพสามิต

ตารางที่ ข.15 Higher alcohols ในสุรากลั่น (ppm)

ตัวอย่าง		เอสเทอร์ (as ethyl acetate)	อัลดีไฮด์ (as acetaldehyde)	n-propyl alcohol	isobutyl alcohol	isoamyl alcohol	เมธานอล
สุราขาว 35 ดีกรี	No. 1	ไม่พบ	15.10±0.00	254.08±0.09	191.36±0.19	602.37±1.51	18.12±0.15
	No. 2	ไม่พบ	12.98±0.18	211.45±1.98	159.63±1.04	483.60±4.41	16.87±0.42
	No. 3	ไม่พบ	10.36±0.15	205.73±1.28	155.62±0.99	479.98±3.53	10.36±0.15
สุราขาว 40 ดีกรี	No.1	ไม่พบ	24.01±1.71	282.49±2.57	221.50±2.67	577.49±0.95	24.20±1.38
	No. 2	ไม่พบ	23.50±0.82	283.48±2.54	221.95±1.81	580.30±5.52	24.58±1.09
	No. 3	ไม่พบ	24.49±0.42	283.37±3.44	222.00±2.78	577.79±5.54	24.49±0.10
เชียงใหม่	No.1	123.50±2.08	79.08±1.73	184.08±3.46	392.38±6.02	426.69±0.22	12.56±0.11
	No. 2	175.60±0.30	46.97±0.05	202.53±1.28	383.88±2.43	547.14±0.91	21.27±0.19
	No. 3	48.03±0.10	42.09±0.15	165.25±0.76	349.27±1.45	328.23±2.97	8.04±0.14
เชียงราย	No.1	57.87±0.42	47.71±1.45	246.76±0.84	489.11±1.15	513.19±0.95	25.33±1.75
	No. 2	58.66±0.21	70.83±0.53	201.08±0.06	407.21±0.52	437.05±0.11	17.36±0.47
	No. 3	63.86±0.31	47.72±0.20	209.43±1.70	442.18±3.40	444.11±0.03	12.42±0.20
ลำปาง	No.1	64.63±0.10	49.33±0.15	210.59±0.17	444.30±0.48	439.14±1.51	12.51±0.36
	No. 2	56.87±1.21	48.42±1.41	210.19±2.11	443.21±3.05	435.72±0.43	14.47±0.19
	No. 3	47.76±0.12	39.89±0.34	167.23±1.02	353.96±4.22	335.09±1.16	7.74±0.07

ตารางที่ ข.15 (ต่อ) Higher alcohols ในสุรากลั่น (ppm)

ตัวอย่าง		เอสเทอร์ (as ethyl acetate)	อัลดีไฮด์ (as acetaldehyde)	n-propyl alcohol	isobutyl alcohol	isoamyl alcohol	เมธานอล
แพร่	No.1	172.04±0.51	83.73±0.79	258.50±2.62	444.48±3.09	470.08±3.50	8.43±0.18
	No. 2	161.71±2.32	79.92±1.08	251.34±2.44	430.85±2.86	455.17±0.05	8.26±0.07
	No. 3	32.29±0.26	30.05±0.18	167.57±0.01	351.02±0.29	330.65±0.28	11.32±0.32
พะเยา	No.1	48.79±0.40	40.91±0.49	167.97±1.51	354.87±2.99	335.07±1.04	10.73±0.49
	No. 2	103.99±0.09	108.03±0.85	261.15±0.28	446.63±0.99	597.23±0.12	22.37±0.35
	No. 3	237.79±0.94	54.97±1.09	379.36±3.34	465.02±5.47	539.54±1.02	16.15±1.48

หมายเหตุ 1. ตัวเลขที่แสดงเป็น ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองที่เหมือนกัน 2 ครั้ง

3. สุราขาว 35 ดีกรีและ 40 ดีกรี คือสุราจากโรงงานสุราเวียงพิงค์ ที่ได้รับอนุญาตจากกรมสรรพสามิต

4. สุรากลั่นจากจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง แพร่ และพะเยา ที่ไม่ได้ขออนุญาตการผลิตจากกรมสรรพสามิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณภาพ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

อาหารเลี้ยงเชื้อ

Potato dextrose agar (PDA)

มันฝรั่ง	200.0	กรัม
dextrose	20.0	กรัม
agar	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1,000.0	มิลลิลิตร

เติม 10% tartaric acid 1.8 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวที่ทำการฆ่าเชื้อแล้ว 100 มิลลิลิตรก่อนนำไปใช้

Standard plate count agar

Tryptone	5.0	กรัม
Yeast extract	2.5	กรัม
Glucose	1.0	กรัม
Agar	1,000.0	กรัม
พีเอช	7.0	

Bromocresol green ethanol yeast extract agar (Harrigan, 1976)

Bromogresol green solution	2.2% ใน 1 มิลลิลิตร aq.	
Yeast extract	20.0	กรัม
Agar	20.0	กรัม
น้ำ	1,000.0	มิลลิลิตร

เตรียม Bromogresol green solution 2.2 % โดยชั่ง Bromogresol green 2.2 มิลลิกรัม ละลายด้วย 0.1 N NaOH 1 มิลลิลิตร ก่อนละลายด้วยน้ำกลั่น เติม absolute alcohol ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ 6.9 มิลลิลิตร ใน 100 มิลลิลิตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่หลอมเหลว ก่อนนำไปใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

การย้อมสี gram เชื้อจุลินทรีย์ (Harrigan, 1966)

1. เผาห่วงเขี่ยเชื้อ (loop) จนแดงร้อน แล้วทิ้งให้เย็น นำไปเขี่ยลงบนโคโลนีที่ต้องการ
2. วางสไลด์ลงบนที่วางสไลด์ หยดน้ำกลั่นลงบนสไลด์
3. เกลี่ยเชื้อด้วยห่วงอาหารเลี้ยงเชื้อลงบนสไลด์โดยการ smear
4. ทำให้สไลด์แห้ง ด้วยการลนไฟ
5. หยดน้ำยา crystal violet ปล่อยทิ้งไว้ 30 วินาที แล้วเททิ้ง
6. หยด gram-Iodine ปล่อยทิ้งไว้ 30 วินาที แล้วเทสีทิ้ง
7. ล้างด้วย gram-Iodine จนหมดสี crystal violet
8. ล้างด้วย 95% alcohol จนหมดสีม่วง
9. ล้างด้วยน้ำก๊อกเบาๆ
10. หยด Carbon fuchsin แล้วเททิ้งทันที
11. ล้างด้วยน้ำเปล่าอีกเล็กน้อย แล้วทำให้แห้งด้วยการซับด้วยกระดาษทิชชู่เบาๆ

เมื่อดูด้วยหัวน้ำมันของกล้องจุลทรรศ์ แบคทีเรียที่เป็นกรัมบวกจะติดสีม่วงหรือสีน้ำเงินของ crystal violet ส่วนที่เป็นกรัมลบ จะติดสีแดงหรือสีชมพูของ carbon fuchsin

การวิเคราะห์ทางกายภาพ (Physical analysis)

การวัดขนาดเมล็ดข้าว (AACC, 1977)

ใช้ micro meter ทำการวัดความกว้างและความยาวของเมล็ดข้าวทั้งหมด 20 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

การชั่งน้ำหนัก (AOAC, 1995)

ใช้เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

การชั่งน้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด (AACC, 1977)

สุ่มนับเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด ชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

การหาความชื้น (AOAC, 1995)

1. อบ moisture can ให้แห้งสนิทในตู้อบอุณหภูมิ 100°ซ. นานประมาณ 20 – 30 นาที ทำให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งหาน้ำหนักแน่นอน ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2. ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 5 กรัม ทศนิยม 4 ตำแหน่ง ใส่ลงในจานโลหะที่ผ่านการอบและทราบน้ำหนักแล้ว
3. นำตัวอย่างที่บรรจุในจานที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว ไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 100 - 105°ซ. นานจนได้น้ำหนักที่แน่นอน
4. นำออกจากตู้อบและปล่อยให้เย็นใน dessiccator แล้วชั่งหาน้ำหนักหลังอบ คำนวณหาน้ำหนักที่หายไป และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นได้ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นหรือสารระเหยทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}} \times 100$$

การวัดค่าสีในรูปฮันเตอร์ (Hunter's colour) (AOAC, 1995)

โดยวัดค่า L (lightness), ค่า a (redness), และค่า b (yellowness) ด้วยเครื่องวัดสี ColorQuest Sphere, StdzMode โดยทำการ standardized เครื่องวัดสีก่อนทุกครั้งที่ทำการวัด โดยนำแผ่นกระเบื้องสีขาว สีเขียว และดำ ทำการ standardized ตามลำดับ นำตัวอย่างใส่ลงในเซลล์ที่ใช้สำหรับวัดสีในปริมาณที่เท่ากัน ทำการวัด 2 ครั้ง ต่อ ตัวอย่าง

เมื่อ L (lightness) = ค่าของความสว่าง

a (redness) = ค่าของสีแดง โดยที่ ค่าบวก เป็น สีแดง, ค่าลบ เป็น สีเขียว

b (yellowness) = ค่าของสีเหลือง โดยที่ ค่าบวก เป็น สีเหลือง, ค่าลบ เป็น สีน้ำเงิน

การวัดค่าความแน่นเนื้อ (AOAC, 1995)

โดยวัดค่าความแน่นเนื้อในรูปของ Compression force ด้วยเครื่อง Instron ใช้ puncher ขนาด 5 มิลลิเมตร ค่าที่ได้มีหน่วยเป็น นิวตัน (N) นำตัวอย่างไปวางลงบนตำแหน่งรับ puncher ของเครื่อง

เมื่อ peak load = ค่าของ แรงที่กดลงในเนื้อตัวอย่าง หน่วยเป็น นิวตัน (N)

extension = ค่าของ ระยะทางที่ puncher ผ่านเข้าไปในเนื้อของตัวอย่าง หน่วยเป็น มิลลิเมตร (mm)

การวัดความขุ่น (Tubidity) (Hsu, 1990)

นำตัวอย่างสุรามาวัดความขุ่นด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ("Beckman", Model DU 7500) โดยนำสุราใส่ในหลอดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์สำหรับอ่านค่า absorbance โดยเฉพาะความยาวคลื่นที่ใช้วัดมี 2 ค่า คือ 420 nm และ 700 nm ทำการวัดโดยใช้น้ำกลั่นเป็น blank ทุกครั้งที่วัดในแต่ละสิ่งทดลอง

นำค่า absorbance ที่ 700 nm ลบออกจากค่า absorbance ที่ 420 nm ค่า absorbance ที่ได้นี้ จะใช้ประเมินความขุ่นของตัวอย่างเป็น จำนวนเท่าของน้ำกลั่น เช่น ค่า absorbance ที่ 420 nm และ 700 nm เป็น 2.00 และ 1.40 ตามลำดับ ความขุ่นของตัวอย่างนี้เท่ากับ 0.6 เท่าของน้ำกลั่น เป็นต้น

การวัดความถ่วงจำเพาะ (AOAC , 1995)

1. ขวดความถ่วงจำเพาะ (Pycnometer) สะอาดและแห้งสนิท ปิดจุกทิ้งไว้ในตู้แช่เย็นอุณหภูมิ 20°ซ. 30 นาที ชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน 2 ครั้ง ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2. ใส่น้ำกลั่นอุณหภูมิ 20°ซ. ลงใน ขวดหาความถ่วงจำเพาะ ปิดจุก อย่าให้มีฟองอากาศเซ็ดให้แห้ง ทิ้งไว้ในตู้แช่อุณหภูมิ 20°ซ. 15 นาที แล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน 2 ครั้ง ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3. เทน้ำทิ้ง ล้างด้วย acetone แล้วทิ้งให้แห้งในตู้แช่อุณหภูมิ 20°ซ.

4. นำตัวอย่างสุราที่แช่ไว้จนได้อุณหภูมิ 20°ซ. มาทำเช่นเดียวกับน้ำกลั่น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน 2 ครั้ง ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

W = น้ำหนักของน้ำ

W_1 = น้ำหนักของตัวอย่างที่มีปริมาตรเท่ากับน้ำ

d = ความถ่วงจำเพาะของตัวอย่าง

t = อุณหภูมิที่ทำการวัด 20°ซ.

$$d_t = \frac{W_1}{W}$$

การวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากส่าไวน์ข้าว (เซ็งมิงเต , 2527)

โดยใช้เครื่อง Ebulliometer ซึ่งนำมาใช้หาจุดเดือดของไวน์และส่าเหล้า ทำให้ทราบปริมาณของแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในตัวอย่างได้อย่างรวดเร็วและให้ค่าที่ถูกต้องพอสมควรจึงเป็นที่นิยมใช้ในการติดตามผลการหมักส่า

วิธีใช้ โดยปรกติ จะถือว่าน้ำกลั่นมีแอลกอฮอล์ 0% ดังนั้นจึงต้องทราบจุดเดือดของน้ำเพื่อที่จะหาความคลาดเคลื่อน จากนั้นจึงจะหาจุดเดือดของตัวอย่าง

การหาจุดเดือดของน้ำ

ล้างเครื่อง Ebulliometer ให้สะอาด เติมน้ำลงบนส่วนของ condenser แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปให้ได้ปริมาตรตามที่เครื่องกำหนดไว้ ในการทดลองนี้ใช้น้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร แล้วเสียบเทอร์โมมิเตอร์ จุดไฟตะเกียงแอลกอฮอล์ไว้ใต้เครื่อง รอสักครู่ น้ำจะร้องขึ้น เห็นปรอทของเทอร์โมมิเตอร์ขึ้นสูง เมื่อน้ำเดือดและปรอทจะอยู่คงที่ไม่ขึ้นอีก อ่านค่าอุณหภูมิที่ได้ จะเป็นจุดเดือดของน้ำ (ควรจะได้ใกล้เคียงกับ 100°ซ.)

การหาจุดเดือดของน้ำสาหรือไวน์

เทน้ำออกแล้วใช้น้ำสาล้างและเททิ้งให้หมด ตวงน้ำสาด้วยกระบอกตวงให้เท่ากับปริมาณน้ำกลั่นที่ใช้หาจุดเดือดของน้ำ คือ 30 มิลลิลิตร เติมน้ำลงใน condenser จุดตะเกียงแอลกอฮอล์ สังเกตปรอทที่เริ่มสูงจนกระทั่งปรอทหยุดคงที่ อ่านค่าอุณหภูมิที่ได้

สังเกต จุดเดือดที่ถูกต้องจะคงที่อยู่ระยะหนึ่ง ถ้าปล่อยไว้นานจุดเดือดจะสูงขึ้นไปเรื่อยๆ เพราะน้ำใน condenser ร้อน ค่าที่อ่านจะผิดไป จึงจำเป็นที่ต้องเฝ้าสังเกตให้ดี เครื่องมือนี้เหมาะสำหรับหาน้ำสาที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ถ้าสูงกว่านั้น จำเป็นต้องเจือจางลงตามอัตราส่วน

เมื่อได้ค่าของจุดเดือดของน้ำกลั่นและน้ำสานำมาหาค่าของแอลกอฮอล์บนแป้นวงกลมที่ทางบริษัทผู้ผลิตทำขึ้นมาเพื่ออ่านค่าแอลกอฮอล์ ซึ่งสามาถอ่านค่าได้โดยหมุนปุ่มวงกลมให้จุดเดือดของน้ำตรงกับค่าแอลกอฮอล์ที่ 0 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นอ่านค่าจุดเดือดของน้ำสา และด้านตรงข้ามจะเป็นค่าแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในน้ำสา โดยวิธีนี้ก็อ่านค่าได้โดยไม่ต้องปรับค่าของอุณหภูมิ ทำให้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

วิธีเตรียมตัวอย่างในการใช้เครื่อง Ebulliometer

สาก่อนการเติมน้ำ นำตัวอย่างสา 85 กรัม เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน แล้วนำของเหลวตัวอย่าง 30 มิลลิลิตรไปหาปริมาณแอลกอฮอล์โดยเครื่อง Ebulliometer

สาหลังการเติมน้ำ นำตัวอย่างน้ำสา 30 มิลลิลิตร ไปหาปริมาณแอลกอฮอล์โดยเครื่อง Ebulliometer

การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Dinitrosalicylic acid reagent (DNS) method) (Miller *et al.*, 1960)

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทอดลอง เติม DNS reagent 3 มิลลิลิตร
2. นำไปต้มในน้ำเดือด 15 นาที รีบทำให้เย็น
3. เติมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
4. นำไปวัดความเข้มข้นของสี โดยใช้ spectronic 20 ที่ความยาวคลื่น 550 nm
5. สำหรับ standard ทำเหมือนตัวอย่างทุกประการ

<u>การเตรียมสาร</u>

3. การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคส (Standard glucose)

ต้องการสารละลายกลูโคส ที่มีความเข้มข้นระหว่าง 0 – 1 mg/ml โดยการชั่งกลูโคส 0.1000 g ละลายน้ำแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายกลูโคส 0.001 g/ml หรือ 1 mg/ml

เตรียมกลูโคส 0 mg/ml โดยใช้สารละลายกลูโคส 1 mg/ml = 0 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร

0.2 mg/ml โดยใช้สารละลายกลูโคส 1 mg/ml = 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 8 มิลลิลิตร

0.4 mg/ml โดยใช้สารละลายกลูโคส 1 mg/ml = 4 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร

0.6 mg/ml โดยใช้สารละลายกลูโคส 1 mg/ml = 6 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 4 มิลลิลิตร

0.8 mg/ml โดยใช้สารละลายกลูโคส 1 mg/ml = 8 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร

การเตรียม DNS reagent

NaOH	10	กรัม
Potassium sodium tratrate	182	กรัม
Dinitrosalicylic acid (DNS)	10	กรัม
Phenol	2	กรัม
Distillation water	1000	มิลลิลิตร

ละลาย DNS ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ต้มให้ละลายแล้วเติมน้ำกลั่นอีก 400 มิลลิลิตร แล้วเติมสารอื่นๆ ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร

ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity, % as lactic acid) (AOAC, 1995)

(1) ปริมาณกรดทั้งหมดในลูกแป้งสุรา ดัดแปลงมาจากการหาปริมาณกรดทั้งหมดในผลิตภัณฑ์แป้ง โดยใช้วิธีสกัดกรดทั้งหมดด้วยน้ำ ชั่งแป้งตัวอย่างจำนวน 18 กรัม เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากกาซคาร์บอนไดออกไซด์ (น้ำกลั่นที่ต้มไล่อากาศและปล่อยให้เย็น) จำนวน 200 มิลลิลิตร ใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร นำ flask ไปแช่ใน water-bath ที่อุณหภูมิ 40°ซ. นาน 1 ชั่วโมง โดยปิดจุกไว้อย่างหลวมๆ กรอง เก็บสารละลายที่กรองได้ ปิเปตสารละลายที่กรองได้ 100 มิลลิลิตร ใส่ใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปไตเตรตกับสารละลายโซเดี่ยมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 N โดยใช้ฟีนอฟธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ทำการไตเตรตตัวอย่างละ 2 ครั้ง

คำนวณหาปริมาณกรดในน้ำที่สกัดได้จากแป้งในรูปของกรดแลคติคในตัวอย่าง 100 กรัม (เปอร์เซ็นต์)

โดย 0.1 N NaOH 1 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับ กรดแลคติก 0.0090 กรัม

(2) ปริมาณกรดทั้งหมดในส่า

(2.1) ปริมาณกรดทั้งหมดในส่าก่อนเติมน้ำ ชั่งส่าไวน์ข้าว 5 กรัม ใส่ใน flask ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่กาซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เติมสารละลายฟีนอฟ-ธาลีนลงไป 2 – 3 หยด นำไปไตเตรตด้วย สารละลายโซเดี่ยมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 N จนได้สีชมพู ทำการไตเตรตตัวอย่างละ 2 ครั้ง คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกในตัวอย่าง 100 กรัม (เปอร์เซ็นต์)

(2.2) ปริมาณกรดทั้งหมดในสาไวน์ข้าวหลังเติมน้ำ ปิเปตน้ำสาไวน์ข้าว 10 มิลลิลิตร ใส่ flask ขนาด 125 มิลลิลิตร หยดสาระลายฟีนอฟธาลีนลงไป 2 – 3 หยด นำไปไตเตรตด้วย สารละลายโซเดี่ยมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 N จนได้สีชมพู ทำการไตเตรตตัวอย่างละ 2 ครั้ง คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติคในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร (เปอร์เซ็นต์)

(3) ปริมาณกรดทั้งหมดในสุรา

ปิเปตสุราตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ flask ขนาด 125 มิลลิลิตร หยดสาระลายฟีนอฟธาลีนลงไป 2 – 3 หยด นำไปไตเตรตด้วย สารละลายโซเดี่ยมไฮดตอกไซด์ ความเข้มข้น 0.01 N จนได้สีชมพู ทำการไตเตรตตัวอย่างละ 2 ครั้ง คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดอะซิติกในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร (เปอร์เซ็นต์)

หมายเหตุ ตัวอย่างสุราจากโรงงานสุราที่ได้รับอนุญาตจากกรมสรรพสามิต ใช้ปริมาณตัวอย่างในการไตเตรต 25 มิลลิลิตร เนื่องจากปริมาตร 10 มิลลิลิตร มีความเป็นกรดน้อยมาก มองเห็นสีชมพูของจุดยุติไม่ชัดเจน

สูตรการคำนวน $$\%\text{lactic acid} = \frac{\text{ml. NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{meq latic acid}}{\text{ml. sample}} \times 100$$

เมื่อ ml NaOH = ปริมาตรของสารละลายสารละลายโซเดี่ยมไฮดตอกไซด์ที่ใช้ไตเตรต คิดเป็นมิลลิลิตร

N NaOH = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไตเตรต คิดเป็น นอร์มัล

meq. lactic acid = มิลลิอิควิวาเลนท์ (milliequivalent) ของกรดแลคติค = 0.009

ml sample = ปริมาตรของสิ่งทดลองที่ใช้ไตเตรต คิดเป็นมิลลิลิตร

<u>หมายเหตุ</u> ในกรณีที่ตัวอย่างเป็นของแข็ง ให้ใช้ g sample แทนใน ml sample

กรดที่ระเหยได้ (Volatile acidity, % as acetic acid) (AOAC, 1995)

คือหากรดระเหยจากผลต่างของกรดทั้งหมดกับกรดไม่ระเหย (fix acid)

(1) กรดที่ระเหยได้ในส่าก่อนเติมน้ำ ชั่งส่า 5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ระเหยให้แห้งบน boiling-water bath นำไปอบในตู้อบ 100°ซ. เป็นเวลา 30 นาที เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่กาซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว 10 มิลลิลิตร ไตเตรทด้วยโซเดียมไฮด์ดรอกไซด์ 0.1 N คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดอะซิติกในตัวอย่าง 100 กรัม (เปอร์เซ็นต์)

(2) กรดที่ระเหยได้ในส่าหลังเติมน้ำแล้ว ปิเปตน้ำส่า 10 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ระเหยให้แห้งบน boiling-water bath นำไปอบในตู้อบ 100°ซ. เป็นเวลา 30 นาที เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่กาซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว 10 มิลลิลิตร ไตเตรทด้วยโซเดียมไฮด์ดรอก-ไซด์ 0.1 N คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดอะซิติกในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร (เปอร์เซ็นต์)

(3) กรดที่ระเหยได้ในตัวอย่างสุรา ปิเปตตัวอย่าง 10 มิลลิลิตรใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ระเหยให้แห้งบน boiling-water bath นำไปอบในตู้อบ 100°ซ. เป็นเวลา 30 นาที ละลายตัวอย่างด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นเท่ากับตัวอย่าง ซึ่งทำให้เป็นกลางแล้ว 25 มิลลิลิตร ไตเตรทด้วยโซเดียมไฮด์-ดรอกไซด์ 0.01 N คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดอะซิติกในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร (เปอร์เซ็นต์)

สูตรการคำนวน

$$\%\text{acetic acid} = \frac{\text{ml. NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{meq acetic acid} \times 100}{\text{ml. sample}}$$

เมื่อ ml NaOH = ปริมาตรของสารละลายสารละลายโซเดี่ยมไฮดตอกไซด์ที่ใช้ไตเตรต คิดเป็นมิลลิลิตร

N NaOH = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไตเตรตคิดเป็น นอร์มัล

meq. acetic acid = มิลลิอิควิวาเลนท์ (milliequivalent)ของกรดอะซิติก

= 0.0060

ml sample = ปริมาตรของสิ่งทดลองที่ใช้ไตเตรต คิดเป็นมิลลิลิตร

หมายเหตุ ในกรณีที่ตัวอย่างเป็นของแข็ง ให้ใช้ g sample แทนใน ml sample การคำนวณ

%กรดระเหยได้ = %กรดทั้งหมด – %ของกรดไม่ระเหย

ค่าพีเอช (pH) (AOAC, 1995)

นำตัวอย่างวัดค่าพีเอช (pH) ด้วยเครื่อง pH meter (Hanna Instrument, Model HI 9321 Microprocesser) ซึ่งมีการปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ละตัวอย่างด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 7.00 และ 4.00 ตามลำดับ ทำการวัดค่าตัวอย่างละ 2 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

การวัดค่าพีเอชลูกแป้ง นำตัวอย่างลูกแป้งมาบดละเอียด ชั่งแป้งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ลงในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมกัน ปล่อยตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ค่อยๆรินเอาสารละลายส่วนใส (supernatant) นำไปวัดค่าพีเอช โดยใช้พีเอชมิเตอร์

การวัดค่าพีเอชของสา นำตัวอย่างที่ได้จากการหมัก ไปวัดค่าพีเอชโดยตรง โดยไม่มีการเติมน้ำ

ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total soluble solid, °Brix) (AOAC, 1995)

นำของเหลวจากตัวอย่างสาไวน์ข้าวมาวัดด้วยเครื่อง hand refractometer (Nippon Optical work, model 507.1) ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็น °Brix ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะทำการวัด 2 ซ้ำ ทำการ standardized ด้วยน้ำกลั่น

ปริมาณยีสต์ (Harrigan *et al.*, 1966)

ด้วยวิธี Total count method ด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Hemacytometer (Boeco, made in Germany) หรือ counting-chamber method ณ ตำแหน่งของสไลด์นี้ตรงกลางสไลด์จะมีตารางแบ่งช่องไว้แน่นอน และมีขอบยกสูงจากตาราง เมื่อปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ของนี้ขอบนี้จะรองรับกระจกปิดสไลด์ไว้ ทำให้เกิดช่องระหว่างตัวสไลด์กับกระจกปิดสไลด์ คิดเป็นระยะ 0.1 มิลลิเมตร ตารางบนตัวสไลด์ประกอบด้วยช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสใหญ่ (25 ช่อง) แต่ละช่องมีขนาด 0.2 x 0.2 ตารางมิลลิเมตร แต่ละช่องใหญ่นี้มีขีดแบ่งเป็นช่องสี่เหลี่ยมเล็กอีก 16 ช่อง แต่ละช่องมีเนื้อที่ 0.05 x 0.05 ตารางมิลลิเมตร ดังนั้นของเหลวที่บรรจุอยู่ในแต่ละช่องเล็กจะมีปริมาตร 0.05 x 0.05 x 0.1 = 0.00025 มิลลิลิตร

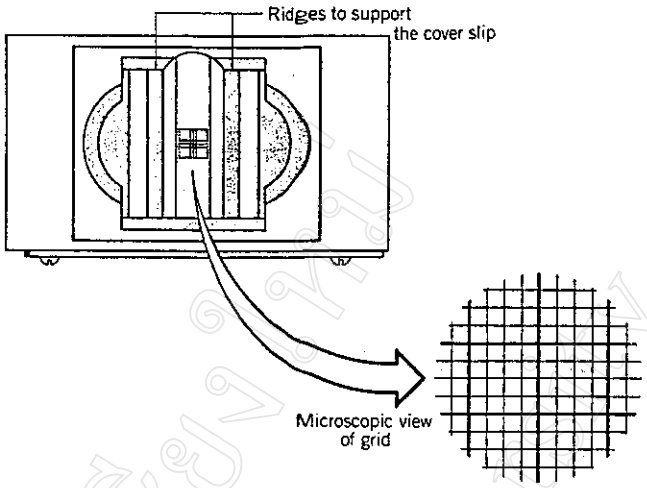
<u>วิธีนับเซลล์</u>

1. เช็ดทำความสะอาดสไลด์และกระจกปิดสไลด์
2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่ต้องการจะนับเซลล์มาประมาณ 0.1 มิลลิลิตร ใส่ตรงที่ใส่สารละลายของสไลด์สำหรับนับเซลล์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
3. ตรวจนับโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ด้วยเลนส์กำลังวัตถุขยาย 10 เท่า
4. การนับโดยนับ 5 ช่องใหญ่ (จาก 25 ช่อง) ดังนี้ นับ 4 มุม และตรงกลางอีก 1 ช่อง เป็น 5 ช่อง

ทำการนับปริมาณเซลล์ในตัวอย่างละ 2 ครั้ง คำนวณปริมาณจำนวนเซลล์ในตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร นำมาหาค่าเฉลี่ย ปรับความเข้มข้นให้เหมาะสมกับการนับ ไม่ควรมีปริมาณไม่เกิน 500 เซลล์

การคำนวณ

$$\text{จำนวนเซลล์ในตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร} = \frac{\text{จำนวนเซลล์ที่นับได้ทั้งหมด}}{(\text{จำนวนช่องที่ใหญ่ที่นับ} \times 0.00025 \text{ มิลลิลิตร})}$$



รูปที่ ค.1 แสดงภาพ Hemacytometer

ที่มา : Ketchum, 1988

เถ้า (AOAC, 1995)

เผาถ้วยกระเบื้องซิลิก้า (Crucible) ในเตาเผาเถ้า (muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 500°ซ. นาน 1 ชั่วโมง นำไปปล่อยให้เย็นใน desiccator ชั่งหาน้ำหนักของถ้วยเปล่า

ชั่งตัวอย่างมา 5 กรัม ใส่ลงในถ้วยที่เผาและทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว นำไปเผาด้วยตะเกียง-บุนเซนจนไม่มีควันดำ แล้วจึงนำไปเผาต่อในเตาเผาอุณหภูมิประมาณ 500 – 550°ซ. จนได้เถ้าที่มีสีขาว นำไปปล่อยให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยและเถ้า

ทำการเผาเถ้าตัวอย่างละ 2 ครั้ง นำมาคิดหาปริมาณเถ้าในรูปของเปอร์เซ็นต์เถ้าในตัวอย่าง และค่าเฉลี่ย

การคำนวณ $\%\text{เถ้า} = \dfrac{\text{น้ำหนักของเถ้า}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}} \times 100$

น้ำหนักข้าวสารแช่น้ำ (Loesceck, 1955)

นำข้าวสารปริมาณ 10 กรัม แช่ในน้ำกลั่นพอท่วม ทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง นำมาทำให้แห้งโดยวางบนกระดาษกรอง Whatman No. 1 กรองน้ำผ่านทางกระดาษกรอง พร้อมทั้งเปิด Vacuum

pump เป็นเวลา 1 นาที แล้วชั่งน้ำหนักของข้าวสารที่แช่น้ำแล้ว ทำการทดลองตัวอย่างละ 2 ครั้ง คำนวณเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของข้าวสารหลังแช่น้ำ นำไปหาค่าเฉลี่ย

การคำนวณ $\%\text{การดูดซึมน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวสารหลังแช่น้ำ} - \text{น้ำหนักข้าวก่อนแช่น้ำ}}{\text{น้ำหนักข้าวก่อนแช่น้ำ}} \times 100$

น้ำหนักข้าวสารหลังจากนึ่ง (Loescecks, 1955)

นำข้าวสารปริมาณ 10 กรัม แช่น้ำพอท่วม ทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง นำมาทำให้สะเด็ดน้ำ ห่อด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำไปนึ่งด้วยน้ำไอน้ำเดือด (steam) ในหม้อนึ่ง 20 นาที ทิ้งให้เย็น นำไปชั่งน้ำหนัก ทำการทดลองตัวอย่างละ 2 ครั้ง คำนวณเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของข้าวสารหลังนึ่ง นำไปหาค่าเฉลี่ย

การคำนวณ $\%\text{การดูดซึมน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวสารหลังนึ่ง} - \text{น้ำหนักข้าวสารก่อนแช่น้ำ}}{\text{น้ำหนักของข้าวสารก่อนแช่น้ำ}} \times 100$

ปริมาณเอธานอล (AOAC, 1995)

โดย alcohol meter นำตัวอย่างสุรากลั่นอุณหภูมิ 20°ซ. มาประมาณ 100 มิลลิลิตร ใส่ในกระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร จุ่ม alcohol meter ลงไป ทิ้งให้ alcohol meter ที่ลอยอยู่นิ่ง อ่านปริมาณของเอธานอลเป็น %v/v จากขีดปริมาตรที่ลอยอยู่ระดับผิวของของเหลว ทำการทดลองตัวอย่างละ 2 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย

สิ่งที่เหลือจากการระเหย (AOAC, 1995)

ปิเปตสุรากลั่น 50 มิลลิลิตร ใส่ใน nickle basin ซึ่งอบและทำการชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอนไว้ก่อนแล้ว ระเหยตัวอย่างบน boiling-water bath จนแห้ง นำเข้าเตาอบอุณหภูมิ 100°ซ. 30 นาที เอาออก ปล่อยให้เย็นใน dessiccator แล้วชั่งน้ำหนัก ทำการทดลองตัวอย่างละ 2 ครั้ง คำนวณหาปริมาณสิ่งที่เหลือจากการระเหยในรูปเปอร์เซ็นต์ หาค่าเฉลี่ย

การคำนวณ %สิ่งที่เหลือจากการระเหย =

$$\frac{(\text{น้ำหนัก nickel basin และสิ่งที่เหลือจากการระเหย} - \text{น้ำหนัก nickel basin})}{\text{ปริมาตรของสุราตัวอย่าง}} \times 100$$

ปริมาณโปรตีน (Crude protein) (AOAC, 1995)

โดยวิธี Macro-Kjeldahl method

ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรอง ใส่ลงใน Kjeldahl digestion flask เติมคะตะลิสต์ลงไป 8 กรัม และกรดกำมะถันเข้มข้น 40 มิลลิลิตร นำไปย่อยบน Kjeldahl digestion apparatus จนได้สารละลายใส ทิ้งไว้จนหลอดเย็น ทำ blank พร้อมกันไปด้วย โดย blank มีกระดาษกรอง คะตะลิสต์ 8 กรัม และกรดกำมะถันเข้มข้น 40 มิลลิลิตร

ของเหลวใสที่ได้จากการย่อยไปกลั่นด้วยวิธี Macro-Kjeldahl method ด้วยเครื่องกลั่นโปรตีน ("Buchi 323 Distillation unit") โดยตั้งโปรแกรมให้เติมน้ำ 125 มิลลิลิตร แล้วเติม NaOH 50 เปอร์เซ็นต์จำนวน 75 มิลลิลิตร ลงใน Kjeldahl digestion flask ทำการกลั่นให้ของเหลวที่ได้จากการกลั่นลงใน flask ขนาด 500 มิลลิลิตรที่มีสารละลายกรดบอริก 2 เปอร์เซ็นต์อยู่ 50 มิลลิลิตร และเติมสารละลายเมธิลเรดลงไป 2 – 3 หยดเป็นอินดิเคเตอร์ โดยให้ปลายของ condenser อยู่ต่ำกว่าระดับของสารละลาย กลั่นจนได้ distillate 300 มิลลิลิตร ล้างปลาย condenser ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย

นำสารละลายที่ได้ทั้งหมดไปไตเตรตกับสารละลายกรดกำมะถันความเข้มข้น 0.05 โมล่าร์ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตเจนในตัวอย่าง

1 มิลลิลิตร สารละลายกรดกำมะถันความเข้มข้น 0.05 โมล่าร์ (0.1นอร์มัล) ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับไนโตรเจน 0.0014 กรัม

Crude protein = total Nitrogen x conversion factor

เมื่อ total Nitrogen คือปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์

Conversion factor สำหรับเปลี่ยนไนโตรเจนเป็นโปรตีนสำหรับข้าว คือ 5.95

<u>สารเคมีที่ใช้</u>

1. คะตะลิสต์ผสม (Catalyst mixture) ประกอบด้วย โซเดี่ยมซัลเฟตปราศจากน้ำ 96 เปอร์เซ็นต์, คอปเปอร์ซัลเฟต 3.5 เปอร์เซ็นต์ และ เซเลเนี่ยมไดออกไซด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์
2. กรดกำมะถันเข้มข้น (ปราศจากไนโตรเจน)
3. สารละลายกรดบอริก ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (w/v)
4. สารละลายเมธิลเรดอินดิเคเตอร์ ประกอบด้วยเมธิลเรด 0.016 เปอร์เซ็นต์ และ โบรโมครีซอลกรีน 0.083 เปอร์เซ็นต์ ในเอธิลแอลกอฮอล์
5. สารละลายโซเดี่ยมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์
6. สารละลายกรดกำมะถัน ความเข้มข้น 0.05 โมล่าร์

การปริมาณไขมัน (Crude fat) (AOAC, 1995)

โดยวิธี Ether extract method ด้วยเครื่อง Soxtec Avanti 2050 (Automatic Extration System)

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม นำไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 100 - 105°ซ. นาน 3 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน เป็นน้ำหนักแห้ง (dry basis weight) ห่อตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง ใส่ลงใน thimble
2. นำ thimble ใส่ลงใน thimble support โดยใช้ thimble holder เป็นตัวจับ ระวังอย่าให้มือสัมผัสกับ thimble
3. นำ thimble ใส่ในส่วนของ Condenser ซึ่งมีส่วนยึดติดกับ rod (ซึ่งมีลักษณะเป็นแม่เหล็ก) ตรวจสอบว่า thimble ติดแน่นหรือไม่
4. ใส่ Extract cup ที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว โดยใช้ cup holder เป็นตัวจับ กดปุ่มยกขึ้น-ลง (อยู่ในส่วนของ control unit) เพื่อเชื่อม extract cup กับส่วนของ condenser
5. เติม solvent คือ petroleum ether ที่บรรจุใน dispenser 75 มิลลิลิตรต่อหัว เติมจากท่อที่อยู่ด้านบน
6. เริ่ม run program โดยกดปุ่ม start/stop ซึ่งอยู่ในส่วนของ control unit โปรแกรมจะเริ่มทำงานทันที โดยทำการ load clamp เพื่อจุ่ม thimble ลงไปใน cup ที่มี solvent และทำงานตามขั้นตอนของโปรแกรมที่ตั้งไว้ สามารถปรับเปลี่ยนเวลา, อุณหภูมิที่ใช้ในขณะที่กำลังทำงานได้โดยกดปุ่ม
7. เมื่อเสร็จสิ้นตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ เครื่องจะยก Cup ให้ลอยอยู่เหนือ hot plate เล็กน้อย (ประมาณ 1 เซนติเมตร) เพื่อป้องกันตัวอย่าง over heat จากนั้นจะเป็นขั้นตอน Recovery และ pump ลมจะทำงานเพื่อไล่ไอ solvent ที่ตกค้างออกไป
8. นำ Extract cup ไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 100 - 105°ซ. นาน 30 นาที ปล่อยให้เย็นใน dessiccator นำมาชั่งน้ำหนัก คำนวณหาปริมาณของกรัมไขมันต่อน้ำหนัก 100 กรัมตัวอย่าง

การคำนวณ ปริมาณไขมัน = $\frac{\text{น้ำหนักของไขมันที่สกัดได้}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งแล้ว}} \times 100$

ขั้นตอนการทำงานของ Soxtec Avanti 2050

1) การต้มตัวอย่างใน Solvent (boiling)
2) การสกัดตัวอย่าง โดยการ rinse เอา solvent ที่ระเหยและเกิดการควบแน่น (Rinsing)
3) การควบแน่น solvent ที่ผ่านการสกัดแล้วมาเก็บใช้ใหม่ (Recovery)
4) การทำตัวอย่างให้แห้ง (Drying)

ปริมาณตะกั่วและทองแดง (AOAC, 1995)

โดยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (AAS) (Perkin-Elmer, Model 3100)

การวิเคราะห์หาทองแดง (Copper as Cu)

สภาวะทดลอง ; Hallow Cathod Lamp : Cu, Impact bead, ความยาวคลื่น 324.8 nm และ slid 0.7 nm, เปลวไฟ และ อากาศ ใช้ Acetelyne เป็นเชื้อเพลิง

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานทองแดงที่มีความเข้มข้น 0.05, 0.10, 0.15, 0.2 ppm ใน absolute alcohol ที่มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์เท่ากับเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในตัวอย่างสุราที่นำมาวิเคราะห์ จาก stock solution Cu 1000 ppm
2. Sensitive check ด้วย Cu 4 ppm ค่า absorbance ควรจะอยู่ที่ 0.2
3. นำสารละลายมาตรฐานทำการ standardized กับเครื่อง AAS เครื่องจะทำ standard curve ออกมาให้ และสามารถอ่านค่า Cu ในตัวอย่างออกมาให้ได้ในครั้งต่อไป
4. นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS ตัวอย่างละ 3 ครั้ง เครื่องทำการหาค่าเฉลี่ยแสดงผลออกมาให้

การวิเคราะห์สารตะกั่ว (Lead as Pb)

สภาวะทดลอง ; Hallow Cathod Lamp : Pb, Impact bead, ความยาวคลื่น 217 nm และ slid 0.7 nm, เปลวไฟ และ อากาศ ใช้ Acetelyne เป็นเชื้อเพลิง

1. เตรียมสารละลายฐานตะกั่วที่มีความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 ppm ใน absolute alcohol ที่มีเปอร์เซนต์แอลกอฮอล์เท่ากับเปอร์เซนต์แอลกอฮอล์ในตัวอย่างสุราที่นำมาวิเคราะห์ จาก stock solution Pb 100 ppm
2. ทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับทองแดง

การหา detection limit ของเครื่อง AAS (Perkin-Elmer, 1982)

เตรียม 1. Blank 500 มิลลิลิตร

2. low standard สำหรับ Cu 0.16 ppm, Pb 0.4 ppm อย่างละ 100 มิลลิลิตร

3. high standard Cu 0.32 ppm, Pb 0.8 ppm อย่างละ 100 มิลลิลิตร

การวิเคราะห์และการคำนวณค่า Detection limit ของเครื่อง AAS

Detection limit หมายถึง ความเข้มข้นต่ำที่สุดของธาตุชนิดนั้นที่เครื่อง AAS สามารถวัดค่าได้ว่า มีค่าแตกต่างจากค่าศูนย์

วิธีการวิเคราะห์

blank	Low standard	High standard

อ่านค่าความเข้มข้นของ Blank, Low standard, High standard ด้วย AAS โดยทำเป็นลำดับดังนี้

- อ่านความเข้มข้นของ blank ครั้งที่ 1 (Cb1)
- อ่านความเข้มข้นของ Low standard (Cls)
- อ่านความเข้มข้นของ blank ครั้งที่ 2 (Cb2)

- อ่านความเข้มข้นของ high standard (Chs)

<u>หมายเหตุ</u> ทำซ้ำดังนี้อย่างน้อย 20 ครั้ง

- หาค่า mean ของ Cb1 และ Cb2 (Cb)
- คำนวณผลต่างระหว่าง Cls และ Cb (L)
- คำนวณผลต่างระหว่าง Chs และ Cb (H)
- หาค่า Mean (Xl), SD (SDl) ของ L ทั้งหมด
- หาค่า Mean (Xh), SD (SDh) ของ H ทั้งหมด

<u>การคำนวณค่า Detection limit</u>

โดยการแทนค่าในสมการ

$$\text{Detection limit ของ low standard} = \frac{\text{Conc. Low standard ที่ได้จากการเตรียม} \times 2(SDl)}{Xl} = A$$

$$\text{Detection limit ของ high standard} = \frac{\text{Conc. High standard ที่ได้จากการเตรียม} \times 2(SDh)}{Xh} = B$$

Detection limit ของเครื่อง AAS = (A + B) / 2

Low standard คือ สารละลายของธาตุที่ต้องการหาค่า Detection limit ที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 5 เท่าของค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่เครื่องจะสามารถวัดได้ (ซึ่งในที่นี้ได้กำหนดให้เท่ากับค่า Expected detection limit ดังได้แสดงในตารางที่ ค. 2)

High Standard คือ สารละลายของธาตุที่ต้องการหาค่า Detection limit ที่มี ความเข้มข้นเท่ากับ 10 เท่าของค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่เครื่องจะสามารถวัดได้ (ซึ่งในที่นี้ได้กำหนดให้เท่ากับค่า Expected detection limit ดังได้แสดงค่าในตารางที่ ค. 2)

ตารางที่ ค. 2 แสดงค่า Expected detection limit (ppm) ของธาตุทองแดง สังกะสี แคดเมียม และตะกั่ว

Minerals	Expected detection limit (ppm)
Cu	0.032
Zn	0.011
Cd	0.016
Pb	0.079

ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และสุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2544

ปริมาณ เอสเทอร์, อัลดีไฮด์, ฟูเซลออยล์ และ เมธานอล (AOAC, 1995)
โดยวิธี External Standard method

1. เตรียม reagent เพื่อทำเป็น standard เอสเทอร์ในรูปของ ethyl acetate, เอสเทอร์ ในรูปของ acetaldehyde, ฟูเซลออยล์ ในรูปของ n-propyl alcohol, Isobutyl alcohol และ Isoamyl alcohol และ เมธานอล reagent ผสม reagent เข้าด้วยกัน อย่างละ 1 มิลลิลิตร
2. เตรียมโปรแกรมการวิเคราะห์จากเครื่อง Gas Chromatography (SHIMADZU, Model 'GC-15APF&C-R4A ; Column : 5% Carbowax 20 M on 60/80 Carbopack B 3 mm. ID x 2.1 m L., Glass) detector : FID ; Flow rate ก๊าซ ไนโตรเจน 44 ml/นาที , อุณหภูมิ injector 200°ซ. , อุณหภูมิ detector 200°ซ. , อุณหภูมิคอลัมน์ เริ่มต้นที่ 70°ซ. 2 นาที เพิ่มอุณหภูมิเป็น 70 - 90°ซ. ด้วยอัตรา 10°ซ. ต่อ นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 90 – 170°ซ. ด้วยอัตรา 5°ซ. ต่อนาที
3. ฉีดสารละลายมาตรฐานผสมปริมาณ 1 µL บันทึก retention time ของสารมาตรฐานแต่ละชนิดลงใน analysis file ซึ่งเครื่องจะทำการบันทึกเพื่อการวิเคราะห์ปริมาณและระบุชนิดของสารประกอบในตัวอย่างต่อไป
4. ฉีดตัวอย่างสุราครั้งละ 1 µL ภายใต้สภาวะเดียวกันกับสารละลายมาตรฐาน 2 ครั้ง นำมาหาค่าเฉลี่ยของสารประกอบที่ต้องการแต่ละชนิด

ภาคผนวก ง

กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสุรา

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม
ฉบับที่ 43 (พ.ศ. 2516)
ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ. 2511
เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสุรา

คุณลักษณะที่ต้องการ

สุราทุกประเภทต้องไม่มีสารที่ให้โทษแก่ร่างกายเกินกว่าที่กำหนดในตารางที่ ง. 1 และต้องไม่มีสารที่ต้องห้ามตามกฎหมาย สีที่ใช้ผสมต้องเป็นสีที่เจืออาหารตามประกาศที่ออกตามพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารของกระทรวงสาธารณสุข

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ ง.1
เกณฑ์กำหนดสารที่ให้โทษในสุรา

รายการที่	สารเคมี	เกณฑ์กำหนด
1	เมทิลอัลกอฮอล์ (metyl alcohol)	ไม่มี
2	สารหนู (arsenic)	ไม่มากกว่า 0.2 ส่วนในล้านส่วน
3	ตะกั่ว (lead)	ไม่มากกว่า 0.1 ส่วนในล้านส่วน
4	ทองแดง (Copper)	ไม่มากกว่า 7 ส่วนในล้านส่วน
5	ฟูเซลออยล์ (fusel oil)	ไม่มากกว่า 2,500 ส่วนในล้านส่วน
6	อัลดีไฮด์ (aldehyde) คำนวณเป็นอาซิตัลดีไฮด์ (acetaldehyde)	ไม่มากกว่า 80 ส่วนในล้านส่วน
7	เอสเตอร์ (ester) คำนวณเป็นเอทิลอาซิเตต (ethyl acetate)	ไม่มากกว่า 1,200 ส่วนในล้านส่วน
8	เฟอร์ฟุรัล (furfural)	ไม่มากกว่า 9 ส่วนในล้านส่วน
9	อัลกาลอยด์ที่เป็นพิษ (toxic alkaloids)	ไม่มี
10	ไกลโกไซด์ที่เป็นพิษ (toxic glycosides)	ไม่มี
11	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือเกลือที่แตกตัวให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์คำนวณเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์	ไม่มากกว่า 450 ส่วนในล้านส่วน
12	กรดเบนโซอิก เกลือหรืออนุพันธ์ของกรดเบนโซอิกคำนวณเป็นกรดเบนโซอิก	ไม่มากกว่า 250 ส่วนในล้านส่วน
13	กรดซอร์บิก เกลือหรืออนุพันธ์ของกรดซอร์บิกคำนวณเป็นกรดซอร์บิก	ไม่มากกว่า 200 ส่วนในล้านส่วน
14	กรดซาลิซิลิก (salicylic acid)	ไม่มี

ประวัติการศึกษา

ชื่อ – นามสกุล	นางสาว สุภมาส ไข่คำ
วัน เดือน ปี เกิด	2 กุมภาพันธ์ 2516
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2534 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย - โรงเรียนดาราวิทยาลัย ปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต - สาขา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ประสบการณ์	ปี 2538 – 2539 พนักงานวิเคราะห์ บริษัท โรงงานสุราเวียงพิงค์ จำกัด (มหาชน)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University