

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงผลการทดลองและการวิเคราะห์

ตาราง ก1 แสดง ความเข้มข้นของเอทานอล (%) ที่หมักได้โดย ใช้ลำไยอบแห้งชนิดเม็ด สกัดน้ำตาล และโปรตีนด้วยการแช่ ปริมาณค่าความหวาน 21.1(°Brix) (ก่อนการหมัก)

วัน	25 °C	30 °C	35 °C
7	1.7	2.7	3.8
	1.9	3.0	3.9
	2.2	2.8	3.5
14	3.8	4.6	9.5
	3.6	3.9	8.7
	3.5	4.7	9.4

ตาราง ก2 แสดง ความเข้มข้นของเอทานอล (%) ที่หมักได้โดย ใช้ลำไยอบแห้งชนิดเนื้อ สกัดน้ำตาล และโปรตีนด้วยการแช่ ปริมาณค่าความหวาน 32.3 (°Brix) (ก่อนการหมัก)

วัน	25 °C	30 °C	35 °C
7	3.3	5.6	8.3
	3.5	5.5	7.6
	3.6	5.6	8.2
14	6.1	7.6	10.5
	6.5	7.5	11.1
	7.3	8.1	10.9

ตาราง ก3 แสดง ความเข้มข้นของเอทานอล (%) ที่หมักได้โดย ใช้ลำไยอบแห้งชนิดเม็ด สกัดน้ำตาล และโปรตีนด้วยการต้มจนเดือด ปริมาณค่าความหวาน 28.6 (°Brix) (ก่อนการหมัก)

วัน	25 °C	30 °C	35 °C
7	4.4	6.3	8.3
	4.2	6.4	8.5
	4.0	6.3	8.7
14	7.4	9.0	11.5
	8.0	8.7	10.9
	7.5	9.1	10.8

ตาราง ก4 แสดง ความเข้มข้นของเอทานอล (%) ที่หมักได้โดย ใช้ลำไยอบแห้งชนิดเนื้อ สกัดน้ำตาล และโปรตีนด้วยการต้มจนเดือด ปริมาณค่าความหวาน 36.8 (°Brix) (ก่อนการหมัก)

วัน	25 °C	30 °C	35 °C
7	7.8	8.9	9.5
	6.9	8.2	9.6
	7.2	8.5	9.8
14	8.2	10.2	12.7
	8.3	10.8	11.9
	8.5	10.5	12.5

ตาราง ก5 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ SPSS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	555.333 ^a	19	29.228	579.615	0.000
Intercept	1773.984	1	1773.984	35179.49	0.000
Temp	321.427	4	80.357	1593.539	0.000
Extraction	121.524	1	121.524	2409.919	0.000
Fermentation	69.101	1	69.101	1370.331	0.000
Temp * Extraction	13.201	4	3.300	65.445	0.000
Temp * Fermentation	20.334	4	5.083	100.809	0.000
Extraction * Fermentation	0.021	1	0.021	0.407	0.527
Temp * Extraction * Fermentation	9.725	4	2.431	48.212	0.000
Error	2.017	40	0.050		
Total	2331.334	60			
Corrected Total	557.35	59			

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	582.344 ^a	19	30.65	417.296	0.000
Intercept	3399.645	1	3399.645	46286.21	0.000
Temp	420.088	4	105.022	1429.876	0.000
Extraction	75.937	1	75.937	1033.89	0.000
Fermentation	71.679	1	71.679	975.91	0.000
Temp * Extraction	4.248	4	1.062	14.459	0.000
Temp * Fermentation	5.725	4	1.431	19.488	0.000
Extraction * Fermentation	0.061	1	0.061	0.837	0.366
Temp * Extraction * Fermentation	4.605	4	1.151	15.674	0.000
Error	2.938	40	0.073		
Total	3984.927	60			
Corrected Total	585.282	59			

Model Summary ^b								
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics			
					R Square Change	F Change	df1	df2 Sig. F Change
1	.922 ^a	.849	.841	1.22458	.849	105.222	3	56 .000

a. Predictors: (Constant), Fermentation, Extraction, Temp

b. Dependent Variable: Alcohol

Model Summary ^b								
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics			
					R Square Change	F Change	df1	df2 Sig. F Change
1	.943 ^a	.889	.883	1.07592	.889	149.865	3	56 .000

a. Predictors: (Constant), Fermentation, Extraction, Temp

b. Dependent Variable: Alcohol

ตาราง ก6 แสดงผลการทดลองเมื่อกำหนดปัจจัยที่เหมาะสม

วัน	ทดลองครั้งที่ 1	ทดลองครั้งที่ 2	ทดลองครั้งที่ 3
7	6.6	7.2	7.4
8	7.6	7.9	7.9
9	9.3	9.0	9.5
10	9.6	9.5	10.2
11	10.2	10.5	10.7
12	10.9	11.3	11.5
13	11.0	11.8	12.0
14	11.9	12.5	12.5
15	12.6	12.9	12.9

ตาราง ก6 แสดงผลการทดลองเมื่อกำหนดปัจจัยที่เหมาะสม (ต่อ)

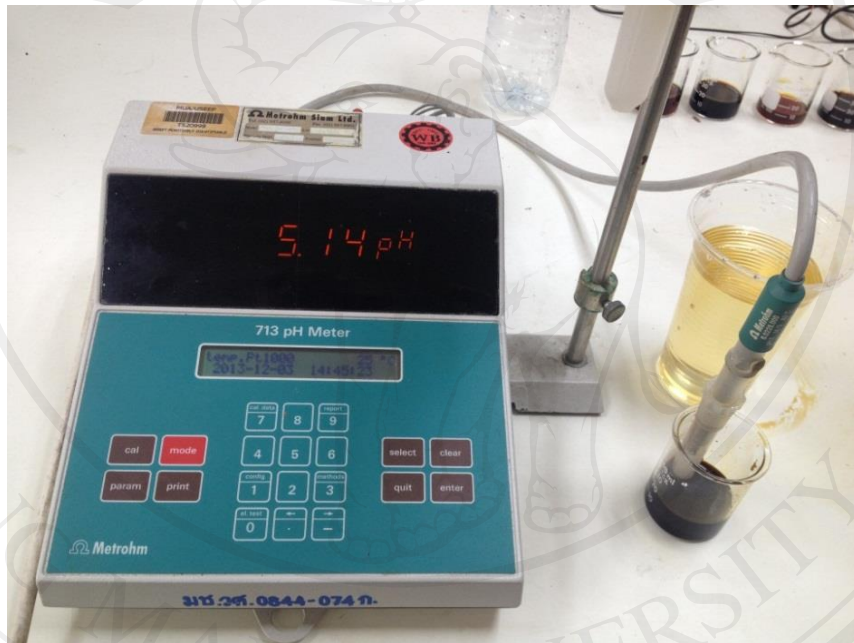
วัน	ทดลองครั้งที่ 1	ทดลองครั้งที่ 2	ทดลองครั้งที่ 3
16	13.2	13.5	14.0
17	13.5	13.8	14.2
18	13.7	14.0	14.5
19	13.8	14.1	14.5
20	13.8	14.1	14.5
21	13.9	14.1	14.6
22	13.9	14.1	14.6
23	13.9	14.1	14.7

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางกายภาพ และเคมี

1. การวิเคราะห์หาปริมาณกรด – ด่าง

การนำน้ำหมักไปวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (Metrohm model 713, Metrohm, Switzerland) เพื่อดูว่าค่า pH มีการลดลงหลังการหมักหรือไม่



รูป ข1 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง pH Meter

2. การวัดค่าความเข้มข้นความหวาน (Brix Refractometer)

ใช้อุปกรณ์ Refractometer Digital ยี่ห้อ ATAGO รุ่น Pocket PAL-1 เครื่องวัดความหวานนี้ใช้วัดความหวานของผลไม้และพืชผักในฟาร์มเกษตร เครื่องเดิมในโรงงานอุตสาหกรรมและโรงงานผลิตอาหารทั่วไป



Specifications

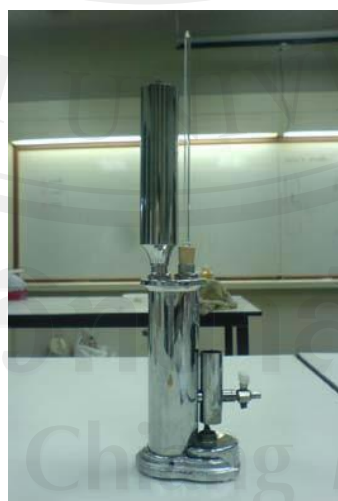
Model	PAL-1	PAL-2	PAL-3	PAL-α
Cat. No.	3810	3820	3830	3840
Measurement Range	Brix 0.0 to 53.0%	Brix 45.0 to 93.0%	Brix 0.0 to 93.0%	Brix 0.0 to 85.0%
Resolution	Brix 0.1% Temperature 0.1 °C			
Accuracy	Brix ±0.2% *Brix ±0.1% Temperature ±1 °C			
Measurement Temperature	10 to 100 °C Automatic Temperature Compensation (Boiled samples over 100 °C can be measured under specific conditions. Please contact ATAGO for further details.)			
Ambient Temperature	10 to 40 °C			
Power Supply	AAA alkaline battery ×2			
Battery Life	Approx. 11,000 measurements (When using new alkaline batteries)			
International Protection Class	IP65 Water Resistant			
Dimensions and Weight	55(W)×31(D)×109(H)mm, 100g (main unit only)			

รูป ข2 ข้อมูลจำเพาะของ Refractometers (www.atago.net)

3. การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ โดย Ebulliometer

หลักการของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์

เป็นการบอกจุดเดือดของสารละลายผสมของน้ำและแอลกอฮอล์ เปรียบเทียบกับจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ โดยที่ปริมาณของแอลกอฮอล์ในสารตัวอย่างเพิ่มขึ้น จะทำให้จุดเดือดลดลงจากจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปคำนวณเป็นร้อยละของแอลกอฮอล์ โดยปริมาตร แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่ปริมาณแอลกอฮอล์ ในตัวอย่าง ต้องไม่สูงเกินกว่าร้อยละ 16 โดยปริมาตร ดังนั้น ตัวอย่าง ที่มีแอลกอฮอล์อยู่สูง ต้องทำการเจือจางก่อนนำมาทำการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 5 โดยปริมาตร และปริมาณน้ำตาลควรน้อยกว่าร้อยละ 2 โดยปริมาตร



รูป ข3 เครื่องวัดความเข้มข้นแอลกอฮอล์

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. ล้างคอนเดนเซอร์ และบอยเลอร์ ด้วยน้ำสะอาด
2. ต่อคอนเดนเซอร์เข้ากับบอยเลอร์ แล้วเติมน้ำสะอาดลงไป
3. ใช้กระบอกตวงน้ำให้ถึงขีด EAU กรอกใส่ในช่อง A ให้น้ำลงไปบอยเลอร์ แล้วใส่เทอร์โมมิเตอร์ให้เรียบร้อย
4. จุดตะเกียงแอลกอฮอล์ ต้มน้ำให้เดือดดูที่เทอร์โมมิเตอร์หยุดวิ่ง (ค่าที่อ่านได้เป็นค่าที่จุดเดือดของน้ำ ณ เวลานั้น)
5. เปิดวาล์วที่ตำแหน่ง F ให้น้ำในบอยเลอร์ออกให้หมด
6. นำน้ำตัวอย่างที่ต้องการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ ใส่กระบอกตวงน้ำให้ถึงขีด EAU กรอกใส่ในช่อง A ให้น้ำตัวอย่างอยู่ในบอยเลอร์ แล้วเทออก ทำอย่างนี้ประมาณ 2 – 3 ครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าในน้ำตัวอย่างไม่มีน้ำเปล่าผสมอยู่ แล้วนำเทอร์โมมิเตอร์ใส่ให้เรียบร้อย
7. จุดตะเกียงแอลกอฮอล์ต้มน้ำให้เดือด ดูที่เทอร์โมมิเตอร์หยุดวิ่ง (ค่าที่อ่านได้เป็นค่าที่จุดเดือดของน้ำตัวอย่าง ณ เวลานั้น)

การอ่านค่าจากแผ่นสเกล

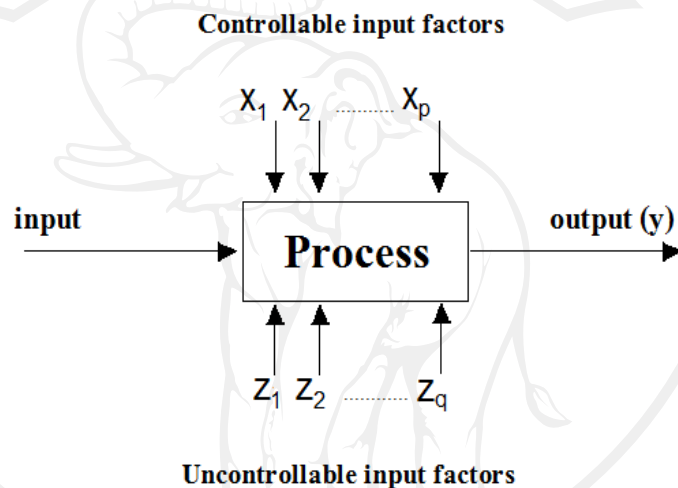
ให้หมุนแผ่นสเกลขึ้นบนให้ได้ที่อุณหภูมิจุดเดือดของน้ำเปล่า ไปตรงกับแผ่นสเกลชั้นล่างที่ 0% แล้ว นำค่าอุณหภูมิจุดเดือดของน้ำตัวอย่างมาเทียบดูว่าได้อุณหภูมิเท่าไรโดยไม่ต้องหมุนแผ่นสเกล ค่าจะบอกที่ตรงวงกลมชั้นล่างเป็นดีกรีแอลกอฮอล์

4. การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม

การออกแบบการทดลองถูกนำมาใช้ในงานทางด้านวิศวกรรมต่าง ๆ มากมายโดยเริ่มจาก Sir Ronald A. Fisher ได้นำการออกแบบการทดลองทางสถิติมาใช้ศึกษาผลกระทบของปัจจัยต่อตัวอย่างผลผลิตทางการเกษตรเป็นครั้งแรกในช่วงต้นทศวรรษที่ 20 ได้มีการเสนอวิธีการพื้นผิวผลตอบ (Response Surface Methodology : RSM) เป็นวิธีการทางสถิติและคณิตศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการ และการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของกระบวนการซึ่งในระหว่างนี้การออกแบบการทดลอง เช่น การทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบเต็ม (Full Factorial Design) การทดลองเศษส่วนเชิงแฟกทอเรียล (Fractional Factorial Design) การออกแบบส่วนประสมกลาง (Central Composite Design : CCD) การออกแบบบล็อกซ์เป็นเกน (Box-Behnken Design : BBD) ออโธโกนอลอาร์เรย์ (Orthogonal Arrays)

Plackett - Burman Design และ Taguchi ฯลฯ ถูกออกแบบมาให้ใช้จำนวนการทดลองที่น้อยเพื่อหาความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย และมีการประยุกต์นำไปใช้เป็นที่แพร่หลาย ตามปกติแล้วการทดลองถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพในการทำงานของกระบวนการและระบบ ซึ่งทั้งกระบวนการและระบบสามารถที่จะแทนด้วยแบบจำลอง

การทดสอบหรือชุดของการทดสอบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนปัจจัย (Factor) นำเข้าของกระบวนการ และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยนำออก ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเรียกว่าผลตอบ (Response) โดยกำหนดให้ตัวแปร $x_1, x_2, \dots, x_p$ เป็นตัวแปรที่สามารถควบคุมได้ (Controllable Factor) ขณะที่ $z_1, z_2, \dots, z_q$ เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ (Uncontrollable Factor) และบางครั้งเรียกว่าปัจจัยรบกวน (Noise Factor)



รูป ข4 หุ่นจำลองทั่วไปของกระบวนการ (เอกรัฐ เมนะจินดา, 2541)

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองจึงเกี่ยวข้องกับ

- 1) การหาตัวแปรที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อผลตอบ y
- 2) การหาวิธีการตั้งค่า x ที่จะทำให้ค่า y ได้ค่าตามที่ต้องการ
- 3) การหาวิธีการตั้งค่า x เพื่อที่จะให้เกิดความแปรปรวนในค่า y น้อยที่สุด
- 4) การหาวิธีการตั้งค่า x เพื่อที่จะให้ตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ z มีค่าต่ำสุด

จากวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ดังกล่าวจึงต้องมีการกำหนดแนวทางการทดลองที่เหมาะสม
ซึ่งสามารถ เรียงลำดับขั้นตอนที่สมควรตามลำดับขั้นตอนได้ คือ

- **ทำความเข้าใจปัญหา**
ต้องมีความเข้าใจในต่อสภาพปัญหาและแนวทางการทดลอง อีกทั้งต้องมีความเข้าใจต่อคำตอบที่จะได้จากปัญหานั้น ซึ่งอาจจำเป็นต้องอาศัยการทำงานเป็นหมู่คณะ
- **การเลือกปัจจัย ระดับ และขอบเขต**
เนื่องจากการทดลองต้องมีการคัดเลือกปัจจัยที่จะต้องนำมาทดลอง ซึ่งควรที่จะต้องมีการกำหนดขอบเขตของปัจจัยดังกล่าว และยังต้องกำหนด ระดับ (Level) ที่จะเกิดขึ้นจากการทดลองและยิ่งกว่านั้นต้องควบคุมระดับปัจจัยเหล่านี้ไว้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการตรวจสอบถึงความสำคัญของปัจจัย และเลือกระดับปัจจัยให้เหมาะสมต่อสภาพการทดลองที่จะเกิดขึ้น
- **เลือกตัวแปรผลตอบ**
เป็นไปได้ว่าในการทดลองแต่ละครั้ง อาจจะมีผลตอบหลายตัว ดังนั้นจึงควรต้องกำหนดขั้นต้นให้ได้ว่าอะไรคือตัวแปรผลตอบและจะวัดค่าตัวแปรนี้ได้อย่างไรก่อนที่จะเริ่มดำเนินการ
- **เลือกการออกแบบการทดลอง**
โดยพิจารณาขนาดของตัวอย่าง (จำนวนเรพลีเคต) โดยการเลือกลำดับที่เหมาะสมของการทดลองที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล และการตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการบล็อก (Blocking) หรือการแรนดอมไมเซชัน (Randomization) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือไม่
- **ทำการทดลอง**
เมื่อมีการวางแผนที่ดีแล้วการทดลองจะดำเนินการไปตามขั้นตอนที่ได้วางไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนอย่างระมัดระวัง
- **วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ**
การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้นั้น จะเป็นการสรุปว่าผลลัพธ์ที่เกิดจากการทดลองเป็นไปอย่างไร โดยที่ข้อสรุปที่ได้จะต้องมีเหตุผลที่จะสนับสนุนการทดลองนั้น ๆ อย่างถูกต้องทุกประการ

- สรุปผลและเสนอแนะ

โดยนำแนวทางการนำเสนอและอาจต้องมีการทดลองเพื่อที่จะยืนยันผลที่ได้ (Confirmation Testing) เพื่อความมั่นใจในข้อสรุปอีกครั้ง

คำศัพท์ที่เกี่ยวกับการทดลอง

คำศัพท์ที่ควรรู้เกี่ยวกับการทดลองคำนิยามความหมายคำศัพท์ที่เกี่ยวกับการทดลองมีดังนี้

- 1) การทดลอง (Experiment) หมายถึงกระบวนการค้นคว้าหาความจริงแบบหนึ่งโดยจัดกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งกับตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ที่ศึกษาหรืออาจเรียกว่าตัวแปรทดลอง (Experimental Variable) เพื่อดูตัวแปรตามซึ่งเป็นผลที่จะเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากผลของตัวแปรอิสระนั้น
- 2) การออกแบบการทดลอง (Experiment Design) เป็นการออกแบบทั่วไปของการทดลอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับจำนวนและการจัดการตัวแปรอิสระ รวมทั้งการสุ่มหรือการเลือกตัวอย่าง และการกำหนดเงื่อนไขในการทดลอง เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน หรือตัวแปรก่อกวนให้มีผลต่อตัวแปรตาม การออกแบบการทดลองที่ดีจะต้องดำเนินการได้ง่าย และให้คำตอบที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา
- 3) ตัวแปร (Variable) หมายถึง ลักษณะของสิ่งที่สนใจศึกษา ซึ่งอาจเป็นคน พืช สัตว์หรือสิ่งของที่สามารถแปรเปลี่ยนค่าได้ตามเวลา การเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรนั้น เรียกว่าระดับของตัวแปร เช่น เพศ แบ่งเป็นเพศชาย เพศหญิง ดังนั้นเพศเป็นตัวแปรที่มี 2 ระดับ
- 4) ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) บางครั้งเรียกว่า ปัจจัย (Factor) หมายถึงตัวแปรที่เกิดขึ้นก่อน และเป็นตัวแปรเหตุ ที่ทำให้ผลหรือสิ่งที่เกี่ยวข้อง เปลี่ยนแปลงคุณลักษณะหรือแปรสภาพไป
- 5) ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หมายถึงตัวแปรที่เกิดขึ้นทีหลัง หรือต้องเปลี่ยนแปลงสภาพหรือคุณลักษณะไปตามอิทธิพลของของตัวแปรอิสระ ตัวอย่างของตัวแปรอิสระระดับของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม เช่น การศึกษาผลของอาหาร 3 สูตร ต่อการเจริญเติบโตของไก่ ตัวแปรอิสระคือ อาหาร ระดับของตัวแปรอิสระมี 3 ระดับ (3 สูตร) และตัวแปรตาม คือ น้ำหนักไก่ที่เพิ่มขึ้น

- 6) ตัวแปรแทรกซ้อนหรือตัวแปรเกิน (Extraneous Variable) หมายถึงตัวแปรที่ไม่ต้องการศึกษาในขณะนั้น ซึ่งตัวแปรเกินจะมีลักษณะเหมือนตัวแปรอิสระที่มีผลหรืออาจจะมีผลต่อตัวแปรตามที่ต้องการศึกษา ทำให้การวัดค่าตัวแปรตามคลาดเคลื่อนไปได้ ดังนั้น ในการทดลองจึงต้องพยายามควบคุม หรือขจัดอิทธิพลของตัวแปรเกินที่มีผลต่อตัวแปรตามให้หมดไปหรือให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด
- 7) ปัจจัย (Factor) หมายถึง ตัวแปรอิสระที่ต้องการศึกษาว่ามีผลกระทบกับตัวแปรตามหรือไม่เช่น ในการศึกษาเกี่ยวกับอาหาร 3 สูตร ที่ใช้ในการเลี้ยงไก่ ปัจจัยที่ต้องการศึกษา คือ อาหาร (ตัวแปรอิสระ)
- 8) ระดับของปัจจัย (Factor levels) หมายถึงชนิดย่อยๆ หรือประเภทต่างๆ ของปัจจัย บางครั้งเรียกว่า ทรีทเมนต์ (Treatment) เช่น การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ย 2 ชนิด คือ ปุ๋ยคอกไรต์ กับ ปุ๋ยซัลเฟตต่อการเจริญเติบโตของหอมแดง ปัจจัยที่ต้องการศึกษา คือ ปุ๋ย ส่วนระดับของปัจจัยหรือทรีทเมนต์ที่ต้องการศึกษา คือ ปุ๋ยคอกไรต์และปุ๋ยซัลเฟต
- 9) ปัจจัยเดียวและปัจจัยพหุ (Single Factor and Multiple Factor) ปัจจัยเดียวเป็นการศึกษาตัวแปรอิสระเพียงตัวแปรเดียวส่วนปัจจัยพหุเป็นการศึกษาตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว
- 10) ทรีทเมนต์ (Treatment) หมายถึงระดับต่าง ๆ ของปัจจัยหรือวิธีการต่างๆ ที่ใช้ปฏิบัติต่อหน่วยทดลอง แล้วหน่วยทดลองจะส่งผลตอบสนองออกมาเป็นข้อมูล เพื่อนำไปเปรียบเทียบอิทธิพลของ ทรีทเมนต์ตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง โดยที่ทรีทเมนต์อาจมาจากปัจจัยเดียวหรือหลายปัจจัยร่วมกัน (Treatment Combination) ก็ได้
- 11) หน่วยทดลอง (Experiment Unit) หมายถึงหน่วยหรือกลุ่มของสิ่งทดลองที่ใช้ในการทดลองโดยได้รับอิทธิพลของทรีทเมนต์เดียวกัน ในการกระทำครั้งใดครั้งหนึ่ง โดยหน่วยทดลองอาจจะเป็นต้นไม้ 1 ต้น พืช 1 แปลง สัตว์ทดลอง 1 ตัว จะเป็น 1 หน่วยทดลอง
- 12) หน่วยตัวอย่าง (Sampling Unit) หมายถึงส่วนหนึ่งของหน่วยทดลองหรือทั้งหน่วยของหน่วยทดลอง ซึ่งใช้วัดอิทธิพลของทรีทเมนต์ตามจุดประสงค์ของการทดลอง
- 13) ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง (Experiment error) ความคลาดเคลื่อนหรือความผันแปรของการทดลอง หมายถึงความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองที่ได้รับทรีทเมนต์

เดียวกัน การที่หน่วยทดลองหลายๆหน่วยได้รับทริทเมนต์เดียวกัน แต่ให้ผลตอบสนองต่อทริทเมนต์แตกต่างกันอาจเกิดได้จาก 2 สาเหตุ

13.1) ความผันแปรที่เกิดขึ้นภายในหน่วยทดลอง (Inherent Variability) เป็นความผันแปรที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างของหน่วยทดลอง เช่น ในการทดลองเกี่ยวกับสัตว์อาจมีความแตกต่างที่เกิดจาก อายุ เพศ หรือน้ำหนักเริ่มต้นของหน่วยทดลองก่อนทำการทดลอง

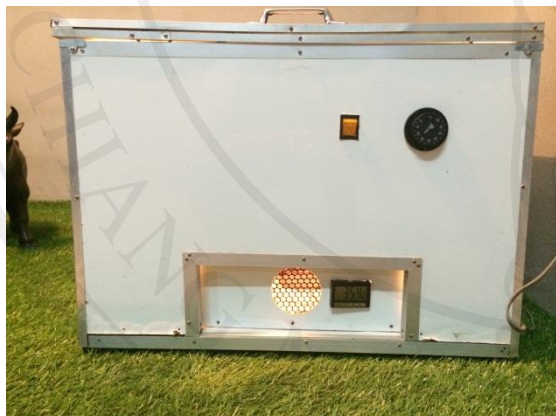
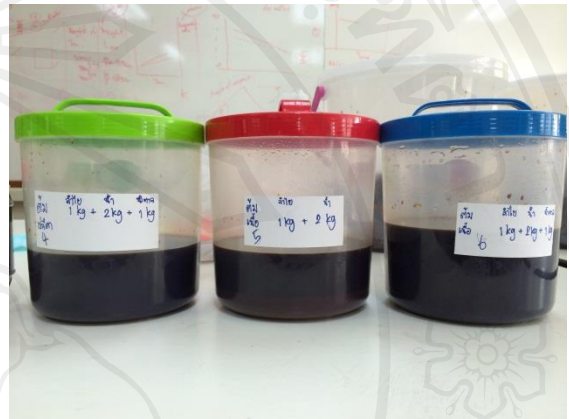
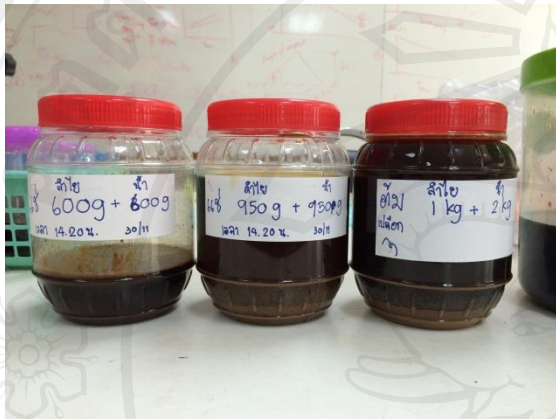
13.2) ความผันแปรที่เกิดขึ้นภายนอกหน่วยทดลอง (Extraneous Variability) เป็นความผันแปรที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการทดลอง ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นจากความผิดพลาดของผู้ทดลอง โดยอาจเกิดจากการปฏิบัติที่ไม่สม่ำเสมอหรือไม่เหมือนกัน เช่น การให้อาหารหรือน้ำไม่เท่ากัน การใส่ปุ๋ยหรือปราบวัชพืชแตกต่างกัน หรืออาจเกิดจากการใช้เครื่องมือที่ไม่ได้มาตรฐาน การขาดความละเอียดรอบคอบในการบันทึกข้อมูล

14) การทำซ้ำ (Replication) หมายถึง การทำซ้ำต่อหน่วยทดลองในการทดลองครั้งหนึ่ง ๆ นั่นคือจะมีหน่วยทดลองมากกว่า 1 หน่วย ที่ได้รับทริทเมนต์เดียวกัน

15) การบล็อก (Blocking) การบล็อกเป็นการรวมกลุ่มลักษณะที่คล้ายๆ กันของหน่วยทดลอง โดยให้หน่วยทดลองมีความคล้ายคลึงกันภายในบล็อก และมีความแตกต่างกันระหว่างบล็อก ทำให้สามารถลดความคลาดเคลื่อนของการทดลองได้

ภาคผนวก ค

รูปภาพการหมักเอทานอลจากลำไยอบแห้ง



รูป ค1 ลำไยอบแห้งชนิดเม็ดและชนิดเนื้อใช้วิธีการสกัดน้ำตาลและโปรตีนโดยการแช่ในน้ำกลั่น 24 ชั่วโมง แล้วนำมาหมักไว้ที่ อุณหภูมิ 35 ° เป็นเวลา 14 วัน แล้วนำมาหาปริมาณแอลกอฮอล์



รูป ค2 ลำไยอบแห้งชนิดเม็ดและชนิดเนื้อใช้วิธีการสกัดน้ำตาลและโปรตีนโดยการต้มจนเดือดเป็น
เวลา 30 นาที แล้วนำมาหมักไว้ที่ อุณหภูมิ 35 ° เป็นเวลา 14 วัน แล้วนำมาหาปริมาณแอลกอฮอล์

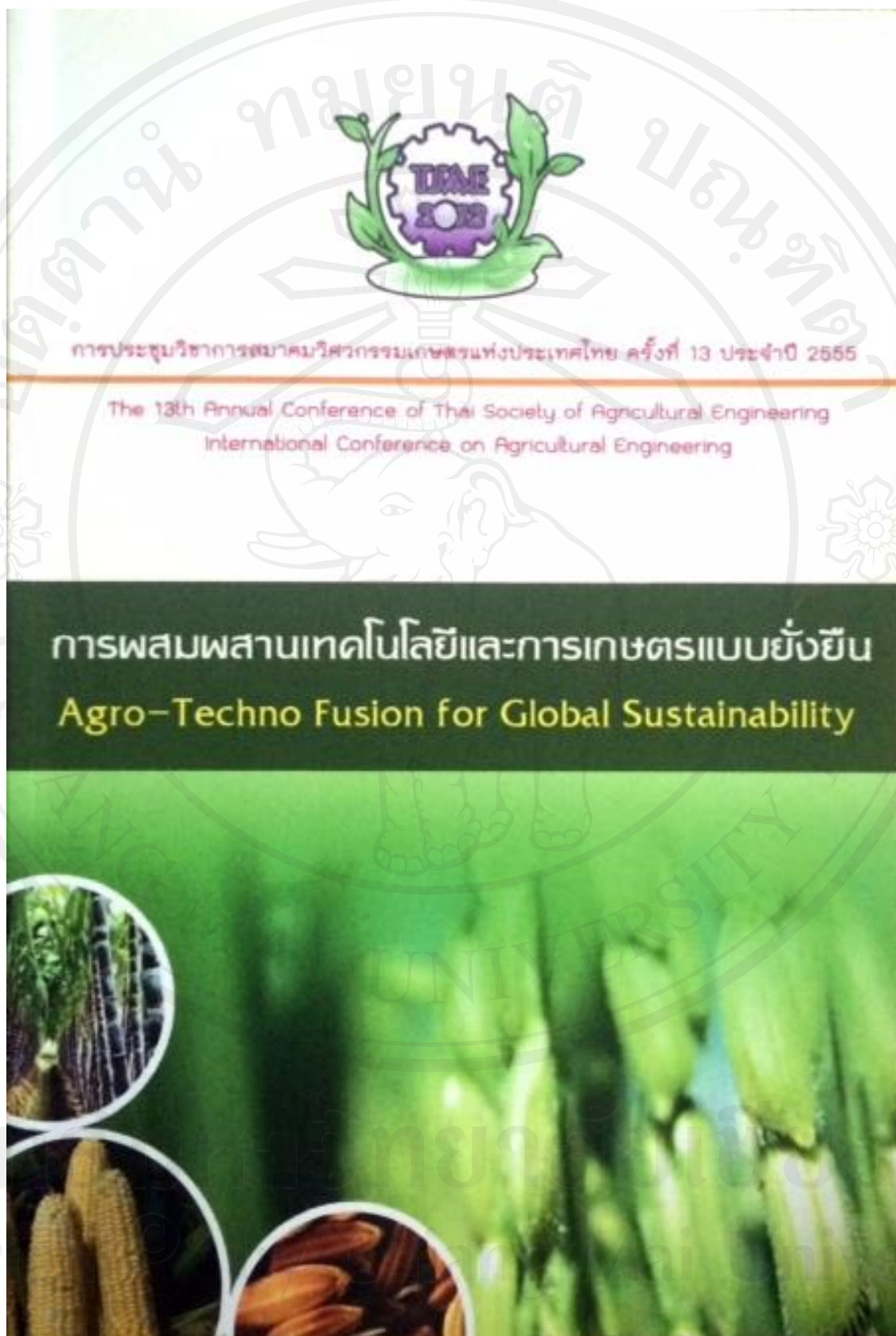


ภาคผนวก ง

เอกสารการเผยแพร่งานวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved





การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13
4-5 เมษายน 2555 จังหวัดเชียงใหม่

EAE09

การผลิตเอทานอลจากลำไยอบแห้งที่มีคุณภาพต่ำ Ethanol Production from Low Quality Dried Longan

กนกวรรณ งามชัย¹*, วิบูลย์ ช่างเรือ¹, สัมพันธ์ ไชยเทพ¹ และ วสันต์ จอมภักดี¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200
*ติดต่อ: E-mail: llacusnoki@hotmail.com, โทรศัพท์: 086 185 8352

บทคัดย่อ

ปัจจุบันน้ำมันมีราคาเพิ่มสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงมีการเสนอนำพลังงานทางเลือกมาใช้ทดแทนน้ำมันปิโตรเลียมที่กำลังจะหมดและมีราคาเพิ่มขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงสนใจที่จะใช้ waste product จากภาคการเกษตร คือ ลำไยอบแห้งที่มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากลำไยผลไม้เศรษฐกิจของประเทศไทย เป็นหนึ่งในประเทศผู้ส่งออกลำไยอบแห้งรายใหญ่ อย่างไรก็ตามลำไยอบแห้งที่ไม่ได้มาตรฐานจะถูกระงับการส่งออกและล้นตลาด เกิดปัญหาการขาดทุนไม่ต่างจากพืชเศรษฐกิจตัวอื่นๆ จึงมีวิธีการจัดการโดยการเผาทำลายหรือนำไปฝัง อาจจะมียุทธศาสตร์น้อยกว่าการนำมาผลิตเป็นเอทานอล ใช้ผสมกับน้ำมันเบนซินเพื่อผลิตเป็นก๊าซโซฮอล (Gasohol) ได้ และงานวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์ในด้านพลังงาน, ด้านวิศวกรรม และด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตและส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนในระดับชุมชน ทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรสร้างรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกรและเป็นการเสริมความเข้มแข็งให้กับชุมชนอีกด้วย โดยการทดลองจะใช้วัตถุดิบอยู่ 2 แบบคือ 1) ลำไยอบแห้งที่รวมทั้งเปลือกและเมล็ดนำไปบดหยาบ 2) เฉพาะเนื้อลำไยอบแห้ง ผลการทดลองจากการสกัดน้ำตาลจากลำไยอบแห้งที่มีคุณภาพต่ำด้วยวิธีการแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และต้มในน้ำเดือด 30 นาที พบว่า การสกัดน้ำตาลด้วยวิธีการนำไปต้มในน้ำเดือด 30 นาที โดยใช้มวลลำไยอบแห้ง 30 กรัมต่อน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้นของน้ำตาลอยู่ที่ 191 กรัมต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 33 กรัมต่อมวลลำไยอบแห้ง

คำหลัก: เอทานอล / ลำไยอบแห้ง / พลังงานทดแทน / ก๊าซโซฮอล

Abstract

The present Petroleum priced have increased. For this reason, I have proposed an alternative energy source to replace petroleum. In this study I am interested in using the waste product is Low Quality Dried Longan. Because Thailand is the major exporter of Dried Longan. However, Dried Longan are substandard it was stop to export and over demand. Agriculturist will disposal by burning or buried, these may be less useful than ethanol production. Gasohol made from ethanol mixed with gasoline. This study was to analysis of energy, engineering, and economy for increase production and promotes the use of alternative energy or renewable energy in the community. The test are used materials 2 form 1) Dried Longan with peel and seed were rough 2) Only Dried Longan pulp. The results of the extraction



sugar from Dried Longan with soaking at room temperature 24 hour and boiling water boil for 30 minutes. It was found that boiling water boil for 30 minutes using Dried Longan 30 g/100ml of distilled water have concentration of sugar, 191 g/l was 33% (g/mass).

Keywords: Ethanol / Dried Longan / Renewable energy / Gasohol

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่พึ่งพาการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศเป็นหลัก และเป็นสินค้าที่มีมูลค่าการนำเข้ามากที่สุด เมื่อเทียบกับการนำเข้าสินค้าหมวดอื่นๆ ดังนั้นเมื่อราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องย่อมมีผลกระทบต่อประเทศไทย ทั้งในด้านดุลการค้า ต้นทุนการผลิตสินค้าของผู้ประกอบการ และค่าใช้จ่ายของผู้บริโภค อย่างไรก็ตามในช่วง 4-5 ปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีการใช้น้ำมันดิบเพิ่มขึ้น โดยในปี 2553 มีปริมาณการใช้น้ำมันดิบร้อยละ 7.3 เมื่อเทียบกับปี 2552 และคาดว่าในอนาคตความต้องการน้ำมันดิบก็ยังมีแนวโน้มขยายตัวต่อไป [1]

ตารางที่ 1 การใช้ การผลิต การนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้น

การใช้ การผลิต การนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้น											
	หน่วย: เทราวัตต์ชั่วโมงต่อปี (TWh/ปี)										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
การใช้	1,663	1,785	1,612	1,693	1,651	1,692	1,784	1,799	1,764	1,792	
การผลิต	895	991	890	900	878	911	979	1,001	992	995	
การนำเข้า (สุทธิ)	922	989	892	954	941	900	990	1,082	916	969	
การผลิต / การใช้ (%)	55	55	55	56	57	53	56	60	52	54	
อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลง (%)											
การใช้	2.8	7.3	-4.1	0.9	3.5	10.0	10.6	6.3	6.8	5.8	
การผลิต	5.2	10.8	9.5	0.3	0.5	10.1	10.0	11.1	13.0	9.3	
การนำเข้า (สุทธิ)	-4.0	7.3	-19.2	-3.6	3.1	10.6	11.0	13.4	-5.7	7.6	
อัตรา (%)	12.3	12.9	-11.1	-1.9	12.0	12.9	12.0	14.1	12.7	12.9	

* เบื้องต้น

การแสวงหาพลังงานทางเลือกอื่นที่ไม่ใช่น้ำมันจึงเริ่มมีความสำคัญมากขึ้น และมีผลกระทบต่อต้นทุนทางเศรษฐกิจทั้งในส่วนของผู้ประกอบการและผู้บริโภคอย่างกว้างขวาง พลังงานทางเลือกต่างๆ เช่น การใช้พลังงานจากน้ำ หรือพลังงานจากลม เพื่อผลิต

กระแสไฟฟ้า เป็นต้น รวมถึงการแสวงหาพลังงานทดแทนอื่นๆ ที่มีความยั่งยืน ทางภาครัฐและเอกชนจึงเริ่มให้ความสนใจเกี่ยวกับพลังงานทดแทนอย่างแพร่หลายมากขึ้น โดยมุ่งหวังที่จะลดภาระที่เกิดจากต้นทุนน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้น น้ำมันก๊าซโซฮอลล์ จึงเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่ง ที่ภาครัฐเริ่มให้ความสนใจเนื่องจากประเทศไทยมีวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลซึ่งเป็นส่วนผสมในน้ำมันเบนซิน สามารถผลิตได้เองและน่าจะเพียงพอในการส่งเสริมและสนับสนุนอุตสาหกรรมเอทานอลในประเทศไทยการผลิตน้ำมันก๊าซโซฮอลล์ในประเทศไทยนั้น เกิดจากแนวพระราชดำรินในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเมื่อปี 2528 โดยโครงการส่วนพระองค์ ได้ศึกษาการผลิตก๊าซโซฮอลล์ เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นโครงการที่ใช้อยู่เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล ผลจากการส่งเสริมและสนับสนุนแนวคิดดังกล่าวจึงจะส่งผลต่อระดับราคาสินค้าเกษตรที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล นอกจากนี้ ผลจากการใช้น้ำมันก๊าซโซฮอลล์ยังจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง การใช้ก๊าซโซฮอลล์ในต่างประเทศมีมากกว่า 25 ปีแล้ว โดยปริมาณการผลิตทั่วโลกมากกว่า 30,000 ล้านลิตรต่อปี ซึ่งบราซิลเป็นประเทศที่ผลิตและใช้เอทานอลมากที่สุดมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518 ในปัจจุบันมีปริมาณการผลิตในประเทศบราซิลโดยรวม 13,000 ล้านลิตรต่อปี หรือ 35 ล้านลิตรต่อวัน วัตถุดิบส่วนใหญ่มาจากอ้อยและน้ำตาลคิดเป็นร้อยละ 42 หรือมากกว่า ของเชื้อเพลิงภาคการขนส่งภายในประเทศ โดยนำมาผสมกับน้ำมันเบนซินร้อยละ 22-24 โดยปริมาตร แต่ทั้งนี้เครื่องยนต์ต้องผ่านการปรับแต่งก่อนนำน้ำมันเบนซินที่ผสมเอทานอลในระดับที่สูงกว่าร้อยละ 10 มาใช้งาน ในปี 2543



โครงการทดสอบน้ำมันก๊าซโซฮอลล์เริ่มมีความชัดเจนขึ้น เมื่อ ปตท. ดำเนินการทดสอบการใช้ก๊าซโซฮอลล์ในรถยนต์ พบว่า ช่วยลดมลพิษ ประหยัดน้ำมัน และไม่มีผลต่อสมรรถนะ และได้มีการผลิตเอทานอลจากหัวมันสด โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และส่งให้โรงงานของบางจากผลิตเป็นน้ำมันก๊าซโซฮอลล์ โดยทดลองจำหน่ายเมื่อปี 2544 ในสถานีบริการน้ำมันของบางจาก 5 แห่งในเขตกรุงเทพฯ โดยมีราคาจำหน่ายต่ำกว่าน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วออกเทน 95 เล็กน้อย [2]

การผลิตน้ำมันก๊าซโซฮอลล์ส่วนใหญ่จะใช้วัตถุดิบจากอ้อยและมันสำปะหลัง หรือเศษของเหลือทางการเกษตร (waste product) นอกจากนี้ยังสามารถใช้ผลไม้ที่มีปริมาณน้ำตาลสูงมาทำการแปรรูปเป็นเอทานอล ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการศึกษาและทดลองนำผลไม้เศรษฐกิจของประเทศที่มีปัญหาล้นตลาดมาทำการผลิตเป็นเอทานอล ซึ่งได้ทำการศึกษาและทดลองใช้ลำไยอบแห้งที่ต่อคุณภาพมาผลิตเป็นเอทานอล

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาและทดลองใช้ลำไยอบแห้งในการผลิตเอทานอล
2. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตเอทานอลจากลำไยอบแห้งที่ต่อคุณภาพหรือค้างสต็อก

3. หลักการและทฤษฎี

เอทานอลมีสูตรทางเคมี คือ C_2H_5OH เป็นแอลกอฮอล์ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งการบริโภค (Beverage alcohol) ซึ่งหมายถึงรูปใดๆ ของเอทานอลที่ถูกกลั่น และมีความเหมาะสมสำหรับการบริโภคของมนุษย์ตามกฎหมาย โดยมักจะมีข้อจำกัดว่าต้องเป็นแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักด้วยกระบวนการทางธรรมชาติ ไม่ใช่กระบวนการสังเคราะห์เคมี และเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง (Fuel alcohol) หมายถึงเอทานอลที่ถูกกำจัดน้ำออกจนเกือบหมด หรือเอทานอลไร้น้ำ (Anhydrous ethanol) ที่มีความบริสุทธิ์สูง (99.5%)

การผลิตเอทานอลส่วนใหญ่ใช้ยีสต์ *S. cerevisiae* ซึ่งเป็นยีสต์ที่ทนต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆ ได้ดี การ

หมักด้วยยีสต์ *S. cerevisiae* ที่ใช้ทั่วไป และจะเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิหมักเอทานอล 33-35°C ในงานวิจัยนี้ใช้ลำไยอบแห้งที่ค้างสต็อกหรือต่อคุณภาพแบบคละเกรตและสายพันธุ์เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่เป็นน้ำตาล (Saccharide materials) วัตถุดิบประเภทนี้จะได้จากการหมักด้วยจุลินทรีย์พวกยีสต์ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ และเนื่องจากวัตถุดิบประเภทนี้มีน้ำตาลอยู่แล้ว และการทำแอลกอฮอล์มีการปรับปริมาณน้ำตาลให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม แล้วหมักได้เลยโดยการหมักจะใช้เวลาสั้นกว่าวัตถุดิบที่เป็นแป้ง เพราะจุลินทรีย์พวกยีสต์สามารถเปลี่ยนน้ำตาลที่มีอยู่ให้เป็นแอลกอฮอล์ได้ทันที [3] และในงานวิจัยครั้งนี้จึงมีความสนใจที่จะนำเอากล้าโยบแห้งมาหมักให้ได้เป็นเอทานอลโดยใช้วิธีการหมักด้วยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ทางการค้า Fermivin PDM

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

การทดลองจะแบ่งวัตถุดิบออกเป็น 2 ประเภท ทำการเตรียมวัตถุดิบ

แบบที่ 1 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกและเมล็ด ทำการบดหยาบด้วยเครื่องบด เพื่อให้มีขนาดเล็กกลงและอาจจะทำให้การหมักเกิดได้ดีขึ้น

แบบที่ 2 ลำไยอบแห้งแบบบดเนื้ออย่างเดียว ทำการลดขนาดด้วยการนำเนื้อลำไยอบแห้งมาสับให้มีขนาดเล็กกลง

เมื่อได้วัตถุดิบทั้ง 2 แบบ แล้วนำมาทำการแช่น้ำกลั่นและทำการต้ม เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำตาลเข้มข้นจากลำไยอบแห้ง จากนั้นนำลำไยเข้มข้นที่ได้ไปทำการทดลองน้ำตาล แล้วถึงจะนำไปหมักด้วยยีสต์

4.2 ขั้นตอนการหมัก

โดยเริ่มจากการนำลำไยที่มีปริมาณน้ำตาลเข้มข้นมาทดสอบหมักให้เกิดแอลกอฮอล์ในถังหมัก ซึ่งขั้นตอนการหมักเป็นกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสไปเป็นเอทานอล โดยอาศัยเอนไซม์และยีสต์จะทำการหมักไว้ที่อุณหภูมิ 25, 30 และ 35 °C

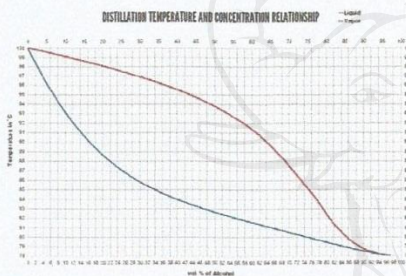


การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13
4-5 เมษายน 2555 จังหวัดเชียงใหม่

ตามลำดับ และระยะเวลาที่ใช้ในการหมักอยู่ที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

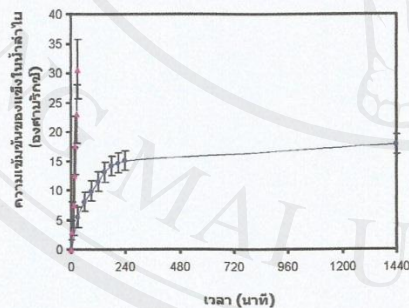
4.3 ขั้นตอนการทดสอบ

เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักจะตรวจสอบเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ด้วยเครื่องอีบูลิโอมิเตอร์ (Ebuliometer) และวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วย pH meter การเกิดเอทานอลที่ดีจะต้องมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0 ถึง 9.0 ความเข้มข้นของสารละลายหลังจากนั้นจะนำไปสู่กระบวนการกลั่น



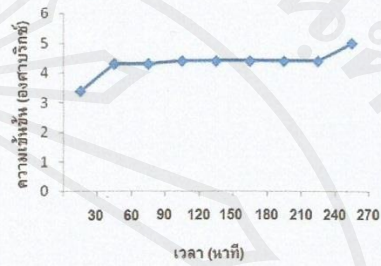
รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และเปอร์เซ็นต์ แอลกอฮอล์ [5]

5. ผลการทดลอง

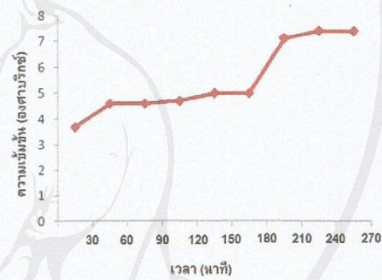


รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเชื้อทั้งหมดกับระยะเวลาในการแช่และต้มลำไยอบแห้ง

การแช่ (●) และต้ม (▲)



รูปที่ 3 กราฟแสดงความเข้มข้นของน้ำตาลด้วยการแช่ลำไยอบแห้งในน้ำ



รูปที่ 4 กราฟแสดงความเข้มข้นของน้ำตาลด้วยการต้มลำไยอบแห้งในน้ำแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

6. สรุปผลการทดลอง

การทดสอบการหมักเอทานอลด้วยลำไยอบแห้งที่มีคุณภาพต่ำ จากการทดลองโดยมีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการหมักคือ ค่า pH จะอยู่ในช่วง 4.82 – 5.67 และอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 25 – 35°C ผลการทดลอง การต้มช่วยเร่งกระบวนการสกัดของแข็งจากลำไยได้เร็วกว่าการแช่ และการหมักด้วยยีสต์ *S. cerevisiae* สายพันธุ์ทางการค้า Fermivin PDM ซึ่งจะผลิตแอลกอฮอล์สูงสุดที่ 9.84% (v/v)

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยและขอบคุณห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร



คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และเครื่องมือ
ในการทำการทดลองครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. (2551). ปริมาณการใช้ก๊าซโซฮอล์ ปี 2551 – 2555.
- [2] คณะกรรมการพลังงาน, (2545).
- [3] ณรงค์ ศรีรอด, เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, สิทธิโชค วัลลภาหิตย์ และเกศินี อมรวิทธิกุล. (2545). การศึกษาวิจัยกรรมวิธีการหมักไวน์จากมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาภูมิปัญญาชาวบ้าน. รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอกองทุนเพื่อลดผลกระทบนโยบายรัฐเสรี กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.
- [4] ปิยะพร ประมะ, สัมพันธ์ ไชยเทพ, Nobutaka Ito และณัฐนิ ไนยมสอน. (2551). การผลิตเอทานอลจากการหมักข้าวเปลือกด้วยคุณภาพด้วยวิธีการบดหยาบ.
- [5] พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. (2548). การหมักเอทานอลโดยใช้ไวน์ยีสต์ผสมน้ำลำไยอบแห้ง โดยใช้ฐานความรู้วิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มลำไยลิ้นจี่. สำนักพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมภาคเหนือ
- [6] พูนสุข อัดทะสัมปณ. (2534). ความเป็นไปได้ของการผลิตและการใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิง. วารสารน้ำตาล. ม.ค.-ก.พ. 2533, 26(1) หน้า 5-10
- [7] ไทยรัฐ. (2551). ข่าวเกษตร: กลุ่มเกษตรกรเชียงใหม่ “เผยลำไยอบแห้งล้นตลาด” หนังสือพิมพ์ไทยรัฐฉบับวันอาทิตย์ที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2551 ออนไลน์ (30 มีนาคม 2554).

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล

นางสาวกนกวรรณ รวมชัย

วัน เดือน ปี เกิด

6 ตุลาคม 2529

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนเทพดินทร์วิทยา
เชียงใหม่ ปีการศึกษา 2544

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนปิ่นสร้อยแยลส์
วิทยาลัย เชียงใหม่ ปีการศึกษา 2547

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา
วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2551



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved