

เอกสารอ้างอิง

- กันทรสถ์ เครื่องสกุล จันทร์จิรา พงษ์เสน และ อภิญญา ผลิโกมล. 2549. การเพาะเลี้ยงยีสต์เพื่อผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากน้ำเวย์เต้าหู้ โครงการงาน I4803010, ผลงานนักศึกษาปริญญาตรีประจำปี 2549.
- ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, สมคิด ธรรมรัตน์, มณฑนา ร่วมรักษ์, สิริพร สอนเสาวภาคย์, จารุวรรณ สิริพรรณพร. 2547. การผลิตและแปรรูปวุ้นมะพร้าวเพื่อสุขภาพและเป็นอาชีพ. กรุงเทพฯ: สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุมิตรา จันทรเงา. 2548. เต้าหู้ เนยแข็งแห่งเอเชีย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://library.dip.go.th/multim5/edoc/14138.doc>. (วันที่ค้นข้อมูล: 26 กุมภาพันธ์ 2552).
- อภิรักษ์ เพ็ชรมงคล. 2551. ปฏิบัติการทางด้านวิศวกรรมอาหาร (*Food engineering Operations*). เชียงใหม่: หน่วยพิมพ์และผลิตเอกสาร สำนักงานเลขาธิการ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- AOAC. 1998. Official Methods of Analysis. 16th ed.- Rev.4. Association of Official Analytical Chemists International. Maryland.
- Budhiono A., Rosidi B., Taher H., Iguchi M. 1999. Kinetic aspects of bacterial cellulose formation in *nata-de-coco* culture system. *Carbohydr. Polym.*, 40: 137 – 143.
- Bungay H.R., Serafica G., Mormino R. 1997. Environment implications of microbial cellulose. *Global Envi. Biot.*, 691 – 700.
- Chawla P.R., Bajaj I.B., Survase S.A., Singhal R.S. 2008. Microbial cellulose: fermentative production and applications. *Food Technol. Biotechnol.*, 47: 107 – 124.
- Czaja W., Krystynowicz, Bielecki S., Malcolm Brown Jr. R. 2006. Microbial cellulose – the natural power to heal wounds. *Biomaterials.*, 27: 145 – 151.
- Embuscado M.E., Marks J.S., BeMiller J.N. 1994. Bacterial cellulose.I. Factors affecting the Production of cellulose by *Acetobacter xylinum*. *Food Hydrocolloid.*, 8: 407 – 418.

- Embuscado M.E., Marks J.S., BeMiller J.N. 1994. Bacterial cellulose.II. Optimization of cellulose production by *Acetobacter xylinum* through response surface methodology. *Food Hydrocolloid.*, 8: 419 – 430.
- Goelzer F.D.E., Faria-Tischer P.C.S., Vitorino J.C., Sierakowski M.R., Tischer C.A. 2008. Production and characterization of nanospheres of bacterial cellulose from *Acetobacter xylinum* from processed rice bark. *Mater. Sci. Eng. C.*, 2 – 6.
- Holt, John G., Krieg, Noel R., Sneath, Peter H.R., Staley, James T., Williams, Stanley T. 1994. Group 4 gram-negative aerobic/microaerophilic rods and cocci. Bergey's manual of determinative bacteriology. 9th ed. Maryland: Williams&Wilkins. pp. 71 – 126.
- Jagannath A., Kalaiselvan A., Manjunatha S.S., Raju P.S., Bawa A.S. 2008. The effect of pH, sucrose and ammonium sulphate concentrations on the production of bacterial cellulose (*Nata-de-coco*). *World J. Microb. Biot.*, 24:2593 – 2599.
- Jonas R., Farah L.F. 1998. Production and application of microbial cellulose. *Polym. Degrad. Stabil.*, 59: 101 – 106.
- Kerstens K., Lisdiyanti P., Komagata K. and Swings J.2006. The Family Acetobacteraceae: The Genera *Acetobacter*, *Acidomonas*, *Asaia*, *Gluconacetobacter*, *Gluconobacter* and *Kozakia*. The Prokaryotes: A Handbook on the Biology of Bacteria: Ecophysiology, Isolation, Identification, Applications. 2nd ed. Springer, Newyork, USA, pp. 163 – 200. 2006.
- Keshk S., Sameshima K. 2006. The utilization of sugar cane molasses with/without the presence Of lignosulfonate for the production of bacterial cellulose. *Appl. Microbiol. Biot.*, 72: 291 – 296.
- Kongruang S. 2008. Bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* strains from agricultural waste products. *Appl. Biochem. Biotech.*, 148: 245 – 256.

- Krystynowicz A., Czaja W., Wiktorowska-Jezińska A., Goncalves-Miskiewicz M., Turkiewicz M., Bielecki S. 2002. Factors affecting the yield and properties of bacterial cellulose. *J. Ind. Microbiol. Biot.*, 29: 189 – 195.
- Kurosumi A., Sasaki C., Yamashita Y., Nakamura Y. 2008. Utilization of various fruit juices as carbon source for production of bacterial cellulose by *Acetobacter xylinum* NBRC 13693. *Carbohydr. Polym.*, 1 – 3.
- Ounis W.B., Champagne C.P., Makhlour J., Bazinet. 2008. Utilization of tofu whey pre-treated by electromembrane process as a growth medium for *Lactobacillus plantarum* LB17. *Desalination*, 229: 192 – 203.
- Ng C.C., Shyu Y.T. 2004. Development and production of cholesterol-lowering *Monascus*-nata complex. *World J. Microb. Biot.*, 20: 875 – 879.
- Nguyen V.T., Gidley M.J., Dykes G.A. 2008. Potential of a nisin-containing bacterial cellulose film to inhibit *Listeria monocytogenes* on processed meats. *Food Microbiol.*, 25: 471 – 478.
- Phusri A., Tammarate P., Krusong W., Tantratian S. 2003. The liquid/air interface area and depth of liquid medium suitable for cellulose production from *Acetobacter* TISTR 975. *J. Sci. Res. Chula. Univ.*, 28: 35 – 43.
- Pourramezan G.Z., Roayaei A.M., Qezelbash Q.R. 2009. Optimization of culture conditions for bacterial cellulose production by *Acetobacter* sp. 4B – 2. *Biotechnology*, 8: 150 – 154.
- Surma – Slusarska B., Presler S., Danielewicz D. 2008. Characteristics of bacterial cellulose Obtained from *Acetobacter xylinum* culture for application in papermaking. *Fibres. Text. East. Eur.*, 4: 108 – 111.
- Thi L.N., Champagne C.P., Lee B.H., Goulet J. 2003. Growth of *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* on tofu whey. *Int. J. Food Microbiol.*, 89: 67 – 75.

- Vandamme E.J., De Baets S., Vanbaelen A., Joris K., De Wulf P. 1997. Improved production of bacterial cellulose and its application potential. *Polym. Degrad. Stabil.*, 59: 93 – 99.
- Verschuren P.G., Cardona T.D., Robert Nout M.J., De Gooijer K.D., Van Den Heuvel J.C. 2000. Location and limitation of cellulose production by *Acetobacter xylinum* established from Oxygen profiles. *J. Biosci. Bioeng.*, 5: 414 – 419.
- Watanabe K., Tabuchi M., Morinaga Y., Yoshinaga F. 1998. Structural features and properties of Bacterial cellulose produced in agitated culture. *Cellulose.*, 5: 187 – 200.
- Wu S.C., Lia Y.K. 2008. Application of bacterial cellulose in enzyme immobilization. *J. Mol. Catal.*, 54: 103 – 108.
- Yang Y.K., Park S.H., Hwang J.W., Pyun Y.R., Kim Y.S. 1998. Cellulose production by *Acetobacter xylinum* BRC5 under agitated condition. *J. Ferment. Bioeng.*, 3: 312 – 317.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
วิธีการหาปริมาณทางเคมี

วิธีการหาปริมาณกรดทั้งหมดโดยวิธีการไตเตรท (Determination of Total Titratable Acidity)

1. เตรียมสารละลาย 0.01 N NaOH
2. ตรวจสอบค่าความเข้มข้นของสารละลาย NaOH ด้วย Potassium Hydrogen Phthalate ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_6$)
 - 2.1. ชั่ง $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_6$ 0.0500 – 0.0700 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) บันทึกน้ำหนักที่ใช้
 - 2.2. ละลาย $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_6$ ในน้ำกลั่น 25 ml.
 - 2.3. หยด Phenolphthalein 4-5 หยด
 - 2.4. ไตเตรทสารละลายดังกล่าว กับ NaOH จนถึงจุดยุติ สารละลายเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูอ่อน
 - 2.5. บันทึกปริมาตร NaOH ที่ใช้แล้วนำไปคำนวณ
 - 2.6. คำนวณค่าความเข้มข้นที่แท้จริงของ NaOH โดยใช้สูตร

$$\text{Normality of NaOH} = \frac{g_{\text{KHP}}}{204.23 \times V_{\text{NaOH}}} \times 1000$$

g_{KHP} = น้ำหนักของ KHP ที่ใช้ในการทดลอง (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

V_{NaOH} = ปริมาตร NaOH ที่ใช้

3. การไตเตรทตัวอย่าง
 - 3.1. ดูดสารละลายตัวอย่าง 10 ml. ลงใน Volumetric Flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรสารละลายทั้งหมดให้เป็น 100 ml.
 - 3.2. ปิเปตตัวอย่างใน Volumetric Flask ปริมาตร 10 ml ใส่ใน Erlenmeyer Flask ขนาด 125 ml
 - 3.3. หยด Phenolphthalein 4-5 หยดลงในสารละลายดังกล่าว แล้วนำไป titrate กับ 0.01N NaOH
ไตเตรทจนกระทั่งได้สารละลายสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของ NaOH ที่ใช้

3.4. การคำนวณ

$$\% \text{Titrateable Acidity (as acetic acid)} = \frac{6.005 \times M_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} \times V_{\text{Made up}}}{V_{\text{Sample}} \times V_{\text{Titrant}}}$$

M_{NaOH} = ความเข้มข้นของ NaOH ที่ทำมาตรฐานแล้ว

V_{NaOH} = ปริมาตร NaOH ที่ใช้

$V_{\text{Made up}}$ = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการปรับปริมาตร

V_{Sample} = ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้

V_{Titrant} = ปริมาตรของตัวอย่างที่นำมาใช้ไทเทรต หลังการปรับปริมาตรแล้ว

6.005 = ปริมาณ Acetic acid ที่ทำปฏิกิริยาสมมูลกับ 0.01N NaOH 1 ml

ภาคผนวก ข
สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

Coconut Water Broth (ปราโมทย์, 2547)

น้ำตาลทราย	50	กรัม
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	5	กรัม
Glacial Acetic acid	10	มิลลิลิตร
น้ำมะพร้าว	1,000	มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม

1. ผสมน้ำตาลทราย $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ และน้ำมะพร้าวเข้าด้วยกัน ต้มส่วนผสมให้เดือด เป็นระยะเวลา 10 นาที
2. เติม Glacial Acetic Acid แล้วบรรจุลงในขวดที่ฆ่าเชื้อด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121°C เป็นระยะเวลา 15 นาที

ภาคผนวก ก
การเตรียมสารเคมี

วิธีการหาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ (Determination of Total Titratable Acidity)

1. 0.01 N NaOH
 - a. ชั่ง NaOH 0.4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรใน volumetric flask ขนาด 1 ลิตร
 - b. ทำมาตรฐานสารละลายดัง ภาคผนวก ก
2. 1% Phenolphthaleine
 - a. Phenolphthaleine 1 กรัม ละลายใน 95% Ethanol 7.5 มิลลิลิตร ละลายให้เข้ากัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร ใน volumetric flask ขนาด 100 ml

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

1. อายุ และปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเซลล์ูโลส จาก *Acetobacter xylinum* Agr 60 ที่เพาะเลี้ยงในน้ำเวย์เต้าหู้

1.1 อายุ และปริมาณเชื้อเริ่มต้น ที่ส่งผลกระทบต่อความหนาของเซลล์ูโลส

Descriptive Statistics

Dependent Variable: day14

StarterAge	StarterVol	Mean	Std. Deviation	N
7.00	5.00	3.4333	.35119	3
	7.00	3.5667	.40415	3
	10.00	3.0333	.11547	3
	Total	3.3444	.36439	9
10.00	5.00	3.6000	.10000	3
	7.00	3.5000	.43589	3
	10.00	3.0000	.20000	3
	Total	3.3667	.37081	9
14.00	5.00	2.6333	.15275	3
	7.00	2.6667	.20817	3
	10.00	2.7000	.20000	3
	Total	2.6667	.16583	9
Total	5.00	3.2222	.48933	9
	7.00	3.2444	.53645	9
	10.00	2.9111	.22048	9
	Total	3.1259	.44858	27

Levene's Test of Equality of Error Variances(a)

Dependent Variable: day14

F	df1	df2	Sig.
2.150	8	18	.085

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.
a Design: Intercept+StarterAge+StarterVol+StarterAge * StarterVol

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: day14

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3.939(a)	8	.492	6.852	.000
Intercept	263.828	1	263.828	3671.835	.000
StarterAge	2.850	2	1.425	19.830	.000
StarterVol	.625	2	.313	4.351	.029
StarterAge * StarterVol	.464	4	.116	1.613	.214
Error	1.293	18	.072		
Total	269.060	27			
Corrected Total	5.232	26			

a. R Squared = .753 (Adjusted R Squared = .643)

Estimated Marginal Means

1. StarterAge

Dependent Variable: day14

StarterAge	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
7.00	3.344	.089	3.157	3.532
10.00	3.367	.089	3.179	3.554
14.00	2.667	.089	2.479	2.854

2. StarterVol

Dependent Variable: day14

StarterVol	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
5.00	3.222	.089	3.035	3.410
7.00	3.244	.089	3.057	3.432
10.00	2.911	.089	2.723	3.099

3. StarterAge * StarterVol

Dependent Variable: day14

StarterAge	StarterVol	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
7.00	5.00	3.433	.155	3.108	3.758
	7.00	3.567	.155	3.242	3.892
	10.00	3.033	.155	2.708	3.358
10.00	5.00	3.600	.155	3.275	3.925
	7.00	3.500	.155	3.175	3.825
	10.00	3.000	.155	2.675	3.325
14.00	5.00	2.633	.155	2.308	2.958
	7.00	2.667	.155	2.342	2.992
	10.00	2.700	.155	2.375	3.025

Post Hoc Tests

StarterAge

Multiple Comparisons

Dependent Variable: day14

Tukey HSD

(I) StarterAge	(J) StarterAge	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
7.00	10.00	-.0222	.12636	.983	-.3447	.3003
	14.00	.6778*	.12636	.000	.3553	1.0003
10.00	7.00	.0222	.12636	.983	-.3003	.3447
	14.00	.7000*	.12636	.000	.3775	1.0225
14.00	7.00	-.6778*	.12636	.000	-1.0003	-.3553
	10.00	-.7000*	.12636	.000	-1.0225	-.3775

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

day14

Tukey HSD

StarterAge	N	Subset	
		2	1
14.00	9	2.6667	
7.00	9		3.3444
10.00	9		3.3667
Sig.		1.000	.983

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of SquaresThe error term is Mean Square(Error) = .072.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000. b Alpha = .05.

StarterVol**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: day14

Tukey HSD

(I) StarterVol	(J) StarterVol	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5.00	7.00	-.0222	.12636	.983	-.3447	.3003
	10.00	.3111	.12636	.060	-.0114	.6336
7.00	5.00	.0222	.12636	.983	-.3003	.3447
	10.00	.3333*	.12636	.042	.0108	.6558
10.00	5.00	-.3111	.12636	.060	-.6336	.0114
	7.00	-.3333*	.12636	.042	-.6558	-.0108

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets**day14**

Tukey HSD

StarterVol	N	Subset	
	1	2	1
10.00	9	2.9111	
5.00	9	3.2222	3.2222
7.00	9		3.2444
Sig.		.060	.983

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .072.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b Alpha = .05.

1.2 ผลของอายุ และปริมาณหัวเชื้อตั้งต้น ที่ส่งผลกระทบต่อน้ำหนักของเซลลูโลส

Descriptive Statistics

Dependent Variable: CelluloseWeight

StarterAge	StarterVol	Mean	Std. Deviation	N
7.00	5.00	218.7667	17.94931	3
	7.00	226.1833	16.57618	3
	10.00	200.4867	16.54056	3
	Total	215.1456	18.67672	9
10.00	5.00	244.0333	36.52368	3
	7.00	244.0367	28.59766	3
	10.00	225.3667	29.68849	3
	Total	237.8122	29.07627	9
14.00	5.00	156.1633	18.46581	3
	7.00	166.1033	13.09451	3
	10.00	176.1933	11.02455	3
	Total	166.1533	15.28806	9
Total	5.00	206.3211	45.10128	9
	7.00	212.1078	39.57600	9
	10.00	200.6822	27.79449	9
	Total	206.3704	36.98796	27

Levene's Test of Equality of Error Variances(a)

Dependent Variable: CelluloseWeight

F	df1	df2	Sig.
1.900	8	18	.123

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.
a. Design: Intercept+StarterAge * StarterVol+StarterAge+StarterVol

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: CelluloseWeight

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	26495.346(a)	8	3311.918	6.569	.000
Intercept	1149895.704	1	1149895.704	2280.663	.000
StarterAge * StarterVol	1760.832	4	440.208	.873	.499
StarterAge	24147.036	2	12073.518	23.946	.000
StarterVol	587.478	2	293.739	.583	.569
Error	9075.484	18	504.194		
Total	1185466.533	27			
Corrected Total	35570.829	26			

a. R Squared = .745, (Adjusted R Squared = .631)

Estimated Marginal Means

1. StarterAge * StarterVol

Dependent Variable: CelluloseWeight

StarterAge	StarterVol	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
7.00	5.00	218.767	12.964	191.530	246.003
	7.00	226.183	12.964	198.947	253.420
	10.00	200.487	12.964	173.250	227.723
10.00	5.00	244.033	12.964	216.797	271.270
	7.00	244.037	12.964	216.800	271.273
	10.00	225.367	12.964	198.130	252.603
14.00	5.00	156.163	12.964	128.927	183.400
	7.00	166.103	12.964	138.867	193.340
	10.00	176.193	12.964	148.957	203.430

2. StarterAge

Dependent Variable: CelluloseWeight

StarterAge	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
7.00	215.146	7.485	199.421	230.870
10.00	237.812	7.485	222.087	253.537
14.00	166.153	7.485	150.428	181.878

3. StarterVol

Dependent Variable: CelluloseWeight

StarterVol	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
5.00	206.321	7.485	190.596	222.046
7.00	212.108	7.485	196.383	227.833
10.00	200.682	7.485	184.957	216.407

Post Hoc Tests

StarterAge

Multiple Comparisons

Dependent Variable: CelluloseWeight

Tukey HSD

(I) StarterAge	(J) StarterAge	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
7.00	10.00	-22.6667	10.58504	.109	-49.6814	4.3481
	14.00	48.9922*	10.58504	.001	21.9775	76.0070
10.00	7.00	22.6667	10.58504	.109	-4.3481	49.6814
	14.00	71.6589*	10.58504	.000	44.6441	98.6736
14.00	7.00	-48.9922*	10.58504	.001	-76.0070	-21.9775
	10.00	-71.6589*	10.58504	.000	-98.6736	-44.6441

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

CelluloseWeight

Tukey HSD

StarterAge	N	Subset	
	1	2	1
14.00	9	166.1533	
7.00	9		215.1456
10.00	9		.237.8122
Sig.		1.000	.109

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 504.194.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b Alpha = .05.

StarterVol**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: CelluloseWeight

Tukey HSD

(I) StarterVol	(J) StarterVol	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5.00	7.00	-5.7867	10.58504	.849	-32.8014	21.2281
	10.00	5.6389	10.58504	.856	-21.3759	32.6536
7.00	5.00	5.7867	10.58504	.849	-21.2281	32.8014
	10.00	11.4256	10.58504	.538	-15.5892	38.4403
10.00	5.00	-5.6389	10.58504	.856	-32.6536	21.3759
	7.00	-11.4256	10.58504	.538	-38.4403	15.5892

Based on observed means.

Homogeneous Subsets**CelluloseWeight**

Tukey HSD

	N	Subset
StarterVol	1	1
10.00	9	200.6822
5.00	9	206.3211
7.00	9	212.1078
Sig.		.538

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 504.194.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b Alpha = .05.

2. ปริมาณน้ำตาล และช่วง pH ที่เหมาะสม ในการผลิตเชลลูโลสจาก *Acetobacter xylinum* Agr 60 ที่เพาะเลี้ยงในน้ำเวย์เต้าหู้

2.1 ความเข้มข้นซูโครสที่เหมาะสม

2.1.1 ผลของความเข้มข้นซูโครส ที่มีต่อความหนาเชลลูโลส

Descriptives

Thickness								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	3	.567	.1155	.0667	.280	.854	.5	.7
5	3	3.100	.3606	.2082	2.204	3.996	2.7	3.4
10	3	2.600	.1732	.1000	2.170	3.030	2.5	2.8
15	3	.833	.1528	.0882	.454	1.213	.7	1.0
Total	12	1.775	1.1577	.3342	1.039	2.511	.5	3.4

ANOVA

Thickness					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14.349	3	4.783	97.282	.000
Within Groups	.393	8	.049		
Total	14.743	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Thickness

Tukey HSD

(I) SugarConc	(J) SugarConc	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	5	-2.5333*	.1810	.000	-3.113	-1.954
	10	-2.0333*	.1810	.000	-2.613	-1.454
	15	-.2667	.1810	.494	-.846	.313
5	0	2.5333*	.1810	.000	1.954	3.113
	10	.5000	.1810	.093	-.080	1.080
	15	2.2667*	.1810	.000	1.687	2.846
10	0	2.0333*	.1810	.000	1.454	2.613
	5	-.5000	.1810	.093	-1.080	.080
	15	1.7667*	.1810	.000	1.187	2.346
15	0	.2667	.1810	.494	-.313	.846
	5	-2.2667*	.1810	.000	-2.846	-1.687
	10	-1.7667*	.1810	.000	-2.346	-1.187

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

Thickness

Tukey HSD

SugarConc	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
0	3	.567	
15	3	.833	
10	3		2.600
5	3		3.100
Sig.		.494	.093

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2.1.2 ผลของความเข้มข้นซูโครส ที่มีต่อน้ำหนักของเซลล์

Descriptives

g_l

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	3	34.7833	3.46402	1.99995	26.1782	43.3884	31.09	37.96
5	3	265.6867	11.26892	6.50612	237.6931	293.6802	253.50	275.73
10	3	199.9200	4.07076	2.35026	189.8077	210.0323	195.53	203.57
15	3	18.2867	4.03586	2.33010	8.2610	28.3123	14.54	22.56
Total	12	129.6692	110.73296	31.96585	59.3128	200.0255	14.54	275.73

ANOVA

g_l

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	134536.0	3	44845.323	1043.841	.000
Within Groups	343.695	8	42.962		
Total	134879.7	11			



Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: g_I

Tukey HSD

(I) SugarConc	(J) SugarConc	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	5	-230.90333*	5.35175	.000	-248.0415	-213.7651
	10	-165.13667*	5.35175	.000	-182.2749	-147.9985
	15	16.49667	5.35175	.059	-.6415	33.6349
5	0	230.90333*	5.35175	.000	213.7651	248.0415
	10	65.76667*	5.35175	.000	48.6285	82.9049
	15	247.40000*	5.35175	.000	230.2618	264.5382
10	0	165.13667*	5.35175	.000	147.9985	182.2749
	5	-65.76667*	5.35175	.000	-82.9049	-48.6285
	15	181.63333*	5.35175	.000	164.4951	198.7715
15	0	-16.49667	5.35175	.059	-33.6349	.6415
	5	-247.40000*	5.35175	.000	-264.5382	-230.2618
	10	-181.63333*	5.35175	.000	-198.7715	-164.4951

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

g_I

Tukey HSD

SugarConc	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	1
15	3		18.2867		
0	3		34.7833		
10	3			199.9200	
5	3				265.6867
Sig.			.059	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2.1.3 ผลของความเข้มข้นของซูโครส ที่มีต่อ %Acidity ของอาหารเลี้ยงเชื้อ

Descriptives

Acidity								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	3	.2933	.03215	.01856	.2135	.3732	.27	.33
5	3	.3667	.02887	.01667	.2950	.4384	.35	.40
10	3	.4867	.00577	.00333	.4723	.5010	.48	.49
15	3	.6767	.03055	.01764	.6008	.7526	.65	.71
Total	12	.4558	.15312	.04420	.3585	.5531	.27	.71

ANOVA

Acidity					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.252	3	.084	118.694	.000
Within Groups	.006	8	.001		
Total	.258	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Acidity

Tukey HSD

(I) SugarConc	(J) SugarConc	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	5	-.07333*	.02173	.039	-.1429	-.0037
	10	-.19333*	.02173	.000	-.2629	-.1237
	15	-.38333*	.02173	.000	-.4529	-.3137
5	0	.07333*	.02173	.039	.0037	.1429
	10	-.12000*	.02173	.002	-.1896	-.0504
	15	-.31000*	.02173	.000	-.3796	-.2404
10	0	.19333*	.02173	.000	.1237	.2629
	5	.12000*	.02173	.002	.0504	.1896
	15	-.19000*	.02173	.000	-.2596	-.1204
15	0	.38333*	.02173	.000	.3137	.4529
	5	.31000*	.02173	.000	.2404	.3796
	10	.19000*	.02173	.000	.1204	.2596

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

Acidity

Tukey HSD

SugarConc	N	Subset for alpha = .05			
	1	2	3	4	1
0	3	.2933			
5	3		.3667		
10	3			.4867	
15	3				.6767
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2.1.4 ผลของความเข้มข้นซูโครส ที่มีต่อ pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อ

Descriptives

pH

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	3	4.2700	.05292	.03055	4.1386	4.4014	4.23	4.33
5	3	4.1433	.03215	.01856	4.0635	4.2232	4.12	4.18
10	3	4.1600	.03464	.02000	4.0739	4.2461	4.12	4.18
15	3	4.0367	.05508	.03180	3.8999	4.1735	4.00	4.10
Total	12	4.1525	.09450	.02728	4.0925	4.2125	4.00	4.33

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.082	3	.027	13.569	.002
Within Groups	.016	8	.002		
Total	.098	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: pH

Tukey HSD

(I) SugarConc	(J) SugarConc	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	5	.12667*	.03667	.035	.0092	.2441
	10	.11000	.03667	.067	-.0074	.2274
	15	.23333*	.03667	.001	.1159	.3508
5	0	-.12667*	.03667	.035	-.2441	-.0092
	10	-.01667	.03667	.967	-.1341	.1008
	15	.10667	.03667	.076	-.0108	.2241
10	0	-.11000	.03667	.067	-.2274	.0074
	5	.01667	.03667	.967	-.1008	.1341
	15	.12333*	.03667	.040	.0059	.2408
15	0	-.23333*	.03667	.001	-.3508	-.1159
	5	-.10667	.03667	.076	-.2241	.0108
	10	-.12333*	.03667	.040	-.2408	-.0059

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

pH

Tukey HSD

SugarConc	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
15	3	4.0367		
5	3	4.1433	4.1433	
10	3		4.1600	4.1600
0	3			4.2700
Sig.		.076	.967	.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2.1.5 เปรียบเทียบน้ำหนักเซลลูโลสที่ความเข้มข้นซูโครสต่างๆ

Descriptives

CelluloseYeild								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
5	3	265.6867	11.26892	6.50612	237.6931	293.6802	253.50	275.73
10	3	199.9200	4.07076	2.35026	189.8077	210.0323	195.53	203.57
15	3	18.2867	4.03586	2.33010	8.2610	28.3123	14.54	22.56
Total	9	161.2978	111.15438	37.05146	75.8570	246.7386	14.54	275.73

ANOVA

CelluloseYeild					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	98522.682	2	49261.341	924.529	.000
Within Groups	319.696	6	53.283		
Total	98842.378	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: CelluloseYeild

Tukey HSD

(I) Sucrose	(J) Sucrose	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5	10	65.76667*	5.96001	.000	47.4797	84.0536
	15	247.40000*	5.96001	.000	229.1130	265.6870
10	5	-65.76667*	5.96001	.000	-84.0536	-47.4797
	15	181.63333*	5.96001	.000	163.3464	199.9203
15	5	-247.40000*	5.96001	.000	-265.6870	-229.1130
	10	-181.63333*	5.96001	.000	-199.9203	-163.3464

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

CelluloseYeild

Tukey HSD

Sucrose	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
15	3	18.2867		
10	3		199.9200	
5	3			265.6867
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2.1.6 เปรียบเทียบร้อยละผลผลิตที่ได้ ที่ความเข้มข้นซูโครสต่างๆ

Descriptives

Yield								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
5	3	531.3733	22.53785	13.01223	475.3862	587.3604	507.00	551.46
10	3	199.9200	4.07076	2.35026	189.8077	210.0323	195.53	203.57
15	3	12.1933	2.68748	1.55162	5.5173	18.8694	9.70	15.04
Total	9	247.8289	227.95668	75.98556	72.6059	423.0519	9.70	551.46

ANOVA

Yield					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	414650.486	2	207325.243	1169.681	.000
Within Groups	1063.496	6	177.249		
Total	415713.982	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Yield
Tukey HSD

(I) Sucrose	(J) Sucrose	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5	10	331.45333*	10.87043	.000	298.0999	364.8068
	15	519.18000*	10.87043	.000	485.8265	552.5335
10	5	-331.45333*	10.87043	.000	-364.8068	-298.0999
	15	187.72667*	10.87043	.000	154.3732	221.0801
15	5	-519.18000*	10.87043	.000	-552.5335	-485.8265
	10	-187.72667*	10.87043	.000	-221.0801	-154.3732

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

Yield

Tukey HSD

Sucrose	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
15	3	12.1933	199.9200	531.3733
10	3			
5	3			
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2.2 pH ที่เหมาะสม

2.2.1 ผลความแตกต่างของ pH ที่ส่งผลต่อความหนาของเซลลูโลส

Group Statistics					
	pH	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
CelluloseThickness	4	3	1.3667	.05774	.03333
	5	3	.8333	.92376	.53333

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
CelluloseThickness	Equal variances assumed	14.008	.020	.998	4	.375	.53333	.53437	-.95033	2.01699
	Equal variances not assumed			.998	2.016	.423	.53333	.53437	-1.74890	2.81556

2.2.2 ผลความแตกต่างของ pH ที่ส่งผลต่อน้ำหนักเซลลูโลส

Group Statistics					
	pH	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
CelluloseWt	4	3	86.153	16.8632	9.7360
	5	3	69.570	57.8284	33.3872

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
CelluloseWt	Equal variances assumed	7.303	.054	.477	4	.658	16.5833	34.7778	-79.9754	113.1420
	Equal variances not assumed			.477	2.338	.674	16.5833	34.7778	-114.1335	147.3002

2.2.3 ผลความแตกต่างของ pH ที่ส่งผลต่อ % Acidity ของอาหารเลี้ยงเชื้อ

Group Statistics

	pH	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Acidity	4	3	.8933	.07371	.04256
	5	3	1.0400	.09849	.05686

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Acidity	Equal variances assumed	.389	.567	-2.065	4	.108	-.14667	.07102	-.34386	.05053
	Equal variances not assumed			-2.065	3.705	.113	-.14667	.07102	-.35020	.05687

2.2.4 ผลความแตกต่างของ pH ที่ส่งผลต่อ pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อ

Group Statistics

	pH	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pHBroth	4	3	4.7220	.00557	.00321
	5	3	4.6693	.23391	.13505

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
pHBroth	Equal variances assumed	13.942	.020	.390	4	.716	.05267	.13508	-.32239	.42772
	Equal variances not assumed			.390	2.002	.734	.05267	.13508	-.52792	.63326

2.2.5 เปรียบเทียบร้อยละผลผลิตที่ได้ ที่ระดับ pH ต่างๆ

Group Statistics

	pH	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PersentYield	4	3	279.5533	13.70113	7.91035
	5	3	216.1233	12.67656	7.31882

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Persentfield	Equal variances assumed	.009	.929	5.886	4	.004	63.43000	10.77677	33.50890	93.35110
	Equal variances not assumed			5.886	3.976	.004	63.43000	10.77677	33.43776	93.42224

3. ภาชนะที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยง *Acetobacter xylinum* Agr 60 ที่เพาะเลี้ยงในน้ำเวย์เต้าหู้

3.1 ผลของภาชนะและความสูงของอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่ส่งผลต่อความหนาของเซลล์โกล

Descriptives

Thickness

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	2.067	.0577	.0333	1.923	2.210	2.0	2.1
2	3	2.933	.2082	.1202	2.416	3.450	2.7	3.1
3	3	2.033	.0577	.0333	1.890	2.177	2.0	2.1
4	3	2.633	.1155	.0667	2.346	2.920	2.5	2.7
Total	12	2.417	.4130	.1192	2.154	2.679	2.0	3.1

ANOVA

Thickness

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.750	3	.583	36.842	.000
Within Groups	.127	8	.016		
Total	1.877	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Thickness

Tukey HSD

(I) trt	(J) trt	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.8667*	.1027	.000	-1.196	-.538
	3	.0333	.1027	.987	-.296	.362
	4	-.5667*	.1027	.003	-.896	-.238
2	1	.8667*	.1027	.000	.538	1.196
	3	.9000*	.1027	.000	.571	1.229
	4	.3000	.1027	.074	-.029	.629
3	1	-.0333	.1027	.987	-.362	.296
	2	-.9000*	.1027	.000	-1.229	-.571
	4	-.6000*	.1027	.002	-.929	-.271
4	1	.5667*	.1027	.003	.238	.896
	2	-.3000	.1027	.074	-.629	.029
	3	.6000*	.1027	.002	.271	.929

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

Thickness

Tukey HSD

trt	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
3	3	2.033	
1	3	2.067	
4	3		2.633
2	3		2.933
Sig.		.987	.074

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

3.2 ผลของภาวะและ ความสูงของอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่ส่งผลต่อน้ำหนักของเซลล์โอส

Descriptives

Weight									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
1	3	608.9033	49.86994	28.79242	485.0195	732.7871	575.61	666.24	
2	3	747.2700	37.03510	21.38222	655.2697	839.2703	706.53	778.90	
3	3	776.6433	20.28434	11.71117	726.2542	827.0324	757.27	797.73	
4	3	869.0200	17.07490	9.85820	826.6036	911.4364	852.83	886.86	
Total	12	750.4592	101.57610	29.32250	685.9208	814.9975	575.61	886.86	

ANOVA

Weight					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	104371.5	3	34790.507	30.507	.000
Within Groups	9123.231	8	1140.404		
Total	113494.8	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Weight
Tukey HSD

(I) trt	(J) trt	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-138.36667*	27.57298	.005	-226.6651	-50.0683
	3	-167.74000*	27.57298	.001	-256.0384	-79.4416
	4	-260.11667*	27.57298	.000	-348.4151	-171.8183
2	1	138.36667*	27.57298	.005	50.0683	226.6651
	3	-29.37333	27.57298	.719	-117.6717	58.9251
	4	-121.75000*	27.57298	.010	-210.0484	-33.4516
3	1	167.74000*	27.57298	.001	79.4416	256.0384
	2	29.37333	27.57298	.719	-58.9251	117.6717
	4	-92.37667*	27.57298	.041	-180.6751	-4.0783
4	1	260.11667*	27.57298	.000	171.8183	348.4151
	2	121.75000*	27.57298	.010	33.4516	210.0484
	3	92.37667*	27.57298	.041	4.0783	180.6751

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

Weight

Tukey HSD

trt	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
1	3	608.9033		
2	3		747.2700	
3	3		776.6433	
4	3			869.0200
Sig.		1.000	.719	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

3.3 ผลของความกว้างปากภาชนะ ที่ส่งผลต่อความหนาของเซลล์โอส

Group Statistics

Container		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Thickness	1	6	2.500	.4940	.2017
	2	6	2.333	.3386	.1382

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Thickness	Equal variances assumed	4.211	.067	.682	10	.511	.1667	.2445	-.3781	.7114
	Equal variances not assumed			.682	8.849	.513	.1667	.2445	-.3879	.7212

3.3 ผลของความกว้างปากภาชนะ ที่ส่งผลต่อน้ำหนักเซลลูโลส

Group Statistics

Container		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Weight	1	6	276.7717	35.05920	14.31286
	2	6	238.0683	23.35252	9.53363

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Weight	Equal variances assumed	.845	.380	2.251	10	.048	38.70333	17.19732	.38531	77.02136
	Equal variances not assumed			2.251	8.707	.052	38.70333	17.19732	-.40017	77.80684

3.4 ผลของความสูงของอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่มีต่อ ความหนาเซลลูโลส

Group Statistics

Depth		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Thickness	.50	6	2.050	.0548	.0224
	.75	6	2.783	.2229	.0910

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Thickness	Equal variances assumed	8.344	.016	-7.827	10	.000	-.7333	.0937	-.9421	-.5246
	Equal variances not assumed			-7.827	5.602	.000	-.7333	.0937	-.9666	-.5001

3.5 ผลของความสูงของอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่มีต่อน้ำหนักเซลล์โอส

Group Statistics

Depth		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Weight	.50	6	281.6667	29.83357	12.17950
	.75	6	233.1733	19.29384	7.87668

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Weight	Equal variances assumed	.845	.380	3.343	10	.007	48.49333	14.50456	16.17515	80.81152
	Equal variances not assumed			3.343	8.560	.009	48.49333	14.50456	15.42266	81.56401

4. การประยุกต์ใช้เชลลูโลสแบบที่เรีย เพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสข้าว

4.1 ปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการเติมเชลลูโลสในข้าว เพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัส

1) ลักษณะของข้าวที่ปรากฏ

Descriptives

Appearance									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
486	50	3.30	.974	.138	3.02	3.58	1	5	
562	50	3.56	1.013	.143	3.27	3.85	1	5	
788	50	3.56	.884	.125	3.31	3.81	1	5	
Total	150	3.47	.960	.078	3.32	3.63	1	5	

ANOVA

Appearance					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.253	2	1.127	1.226	.297
Within Groups	135.140	147	.919		
Total	137.393	149			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Appearance

	(I) Sample	(J) Sample	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	486	562	-.260	.192	.367	-.71	.19
		788	-.260	.192	.367	-.71	.19
	562	486	.260	.192	.367	-.19	.71
		788	.000	.192	1.000	-.45	.45
	788	486	.260	.192	.367	-.19	.71
		562	.000	.192	1.000	-.45	.45
LSD	486	562	-.260	.192	.177	-.64	.12
		788	-.260	.192	.177	-.64	.12
	562	486	.260	.192	.177	-.12	.64
		788	.000	.192	1.000	-.38	.38
	788	486	.260	.192	.177	-.12	.64
		562	.000	.192	1.000	-.38	.38

Homogeneous Subsets

Appearance

	Sample	N	Subset for alpha = .05
			1
Tukey HSD ^a	486	50	3.30
	562	50	3.56
	788	50	3.56
	Sig.		.367
Duncan ^a	486	50	3.30
	562	50	3.56
	788	50	3.56
	Sig.		.204

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.

2) ความนุ่มของข้าว

Descriptives

Softness

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
486	50	3.56	.861	.122	3.32	3.80	2	5
562	50	3.72	.970	.137	3.44	4.00	1	5
788	50	3.58	.992	.140	3.30	3.86	1	5
Total	150	3.62	.939	.077	3.47	3.77	1	5

ANOVA

Softness

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.760	2	.380	.428	.653
Within Groups	130.580	147	.888		
Total	131.340	149			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Softness

	(I) Sample	(J) Sample	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	486	562	-.160	.188	.673	-.61	.29
		788	-.020	.188	.994	-.47	.43
	562	486	.160	.188	.673	-.29	.61
		788	.140	.188	.738	-.31	.59
	788	486	.020	.188	.994	-.43	.47
		562	-.140	.188	.738	-.59	.31
	LSD	486	-.160	.188	.397	-.53	.21
		788	-.020	.188	.916	-.39	.35
		562	.160	.188	.397	-.21	.53
		788	.140	.188	.459	-.23	.51
	788	486	.020	.188	.916	-.35	.39
		562	-.140	.188	.459	-.51	.23

Homogeneous Subsets

Softness

	Sample	N	Subset for alpha = .05
			1
Tukey HSD ^a	486	50	3.56
	788	50	3.58
	562	50	3.72
	Sig.		.673
Duncan ^a	486	50	3.56
	788	50	3.58
	562	50	3.72
	Sig.		.428

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.

3) ความเป็นเนื้อเดียวกันของข้าวกับเซลล์โลส

Descriptives

Tender								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
486	50	3.44	.733	.104	3.23	3.65	2	5
562	50	3.64	.875	.124	3.39	3.89	2	5
788	50	3.50	.678	.096	3.31	3.69	2	5
Total	150	3.53	.766	.063	3.40	3.65	2	5

ANOVA

Tender					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.053	2	.527	.897	.410
Within Groups	86.340	147	.587		
Total	87.393	149			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Tender							
	(I) Sample	(J) Sample	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	486	562	-.200	.153	.395	-.56	.16
		788	-.060	.153	.919	-.42	.30
	562	486	.200	.153	.395	-.16	.56
		788	.140	.153	.633	-.22	.50
	788	486	.060	.153	.919	-.30	.42
		562	-.140	.153	.633	-.50	.22
LSD	486	562	-.200	.153	.194	-.50	.10
		788	-.060	.153	.696	-.36	.24
	562	486	.200	.153	.194	-.10	.50
		788	.140	.153	.363	-.16	.44
	788	486	.060	.153	.696	-.24	.36
		562	-.140	.153	.363	-.44	.16

Homogeneous Subsets

Tender			
			Subset for alpha = .05
Sample		N	1
Tukey HSD ^a	486	50	3.44
	788	50	3.50
	562	50	3.64
	Sig.		.395
Duncan ^a	486	50	3.44
	788	50	3.50
	562	50	3.64
	ε Sig.		.222

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.

4) ความรู้สึกถึงเชลดูโอสหลังกินข้าว

Descriptives									
AfterTaste									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
486	50	3.34	.823	.116	3.11	3.57	1	5	
562	50	3.52	.863	.122	3.27	3.77	2	5	
788	50	3.22	.910	.129	2.96	3.48	1	5	
Total	150	3.36	.869	.071	3.22	3.50	1	5	

ANOVA					
AfterTaste					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.280	2	1.140	1.520	.222
Within Groups	110.280	147	.750		
Total	112.560	149			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: AfterTaste

	(I) Sample	(J) Sample	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	486	562	-.180	.173	.553	-.59	.23
		788	.120	.173	.768	-.29	.53
	562	486	.180	.173	.553	-.23	.59
		788	.300	.173	.197	-.11	.71
	788	486	-.120	.173	.768	-.53	.29
		562	-.300	.173	.197	-.71	.11
LSD	486	562	-.180	.173	.300	-.52	.16
		788	.120	.173	.490	-.22	.46
	562	486	.180	.173	.300	-.16	.52
		788	.300	.173	.085	-.04	.64
	788	486	-.120	.173	.490	-.46	.22
		562	-.300	.173	.085	-.64	.04

Homogeneous Subsets

AfterTaste

Sample	N	Subset for alpha = .05
		1
Tukey HSD ^a	788	50 3.22
	486	50 3.34
	562	50 3.52
	Sig.	.197
Duncan ^a	788	50 3.22
	486	50 3.34
	562	50 3.52
	Sig.	.104

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.

5) ความชอบโดยรวม

Descriptives

OverallAccept								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
486	50	3.50	.763	.108	3.28	3.72	1	5
562	50	3.90	.789	.112	3.68	4.12	2	5
788	50	3.54	.973	.138	3.26	3.82	1	5
Total	150	3.65	.860	.070	3.51	3.79	1	5

ANOVA

OverallAccept					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.853	2	2.427	3.384	.037
Within Groups	105.420	147	.717		
Total	110.273	149			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: OverallAccept							
	(I) Sample	(J) Sample	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	486	562	-.400	.169	.051	-.80	.00
		788	-.040	.169	.970	-.44	.36
	562	486	.400	.169	.051	.00	.80
		788	-.360	.169	.088	-.04	.76
	788	486	.040	.169	.970	-.36	.44
		562	-.360	.169	.088	-.76	.04
LSD	486	562	-.400*	.169	.020	-.73	-.07
		788	-.040	.169	.814	-.37	.29
	562	486	.400*	.169	.020	.07	.73
		788	.360*	.169	.035	.03	.69
	788	486	.040	.169	.814	-.29	.37
		562	-.360*	.169	.035	-.69	-.03

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

Overall Accept				
Sample		N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Tukey HSD ^a	486	50	3.50	
	788	50	3.54	
	562	50	3.90	
	Sig.		.051	
Duncan ^a	486	50	3.50	3.90 1.000
	788	50	3.54	
	562	50		
	Sig.		.814	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.

ภาคผนวก จ

แบบฟอร์มการให้คะแนนผลิตภัณฑ์ข้าวผสมเซลลูโลส

ตัวอย่างที่ท่านได้ชิมนี้ เป็นผลิตภัณฑ์ข้าวปรับปรุงความนุ่มด้วยเซลลูโลส ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ของ

นักศึกษาปริญญาโท

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คำแนะนำ: กรุณาให้คะแนนตามความคิดเห็นของท่าน โดยให้คะแนนแบบ 5-Point Hedonic Scale

- 1 – ไม่ชอบที่สุด 2 – ไม่ชอบปานกลาง 3 – เฉยๆ
- 4 – ชอบปานกลาง 5 – ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง _____

คุณลักษณะ	คะแนน
ลักษณะของข้าวที่ปรากฏ	
ความนุ่มของข้าว	
ความเป็นเนื้อเดียวกันของข้าว	
ความรู้สึกถึงเซลลูโลสหลังกลืนข้าว	
ความชอบโดยรวม	

ขอขอบพระคุณที่ให้ความร่วมมือ

ภาคผนวก จ

ปริมาณผลผลิต

มุ่งเน้นผลผลิตเซลลูโลสที่เชื้อผลิตได้ จากสับเสตรทที่เชื้อได้รับคือ ชูโครส (Surma-Slusarska *et al.*, 2008) โดยคำนวณจากสูตร

$$Y = \frac{C}{G} \times 100$$

โดย $Y = \% \text{ Yeild}$
 $C = \text{น้ำหนักของเซลลูโลส (g)}$
 $G = \text{น้ำหนักของแหล่งคาร์บอนที่เติมลงไป (g)}$

ที่มา: Surma-Slusarska *et al.* (2008)

1. การเปรียบเทียบร้อยละผลผลิตของเซลลูโลส จากชูโครสที่ความเข้มข้นต่างกัน

ตาราง 17 เปรียบเทียบร้อยละผลผลิตของเซลลูโลส ที่ผลิตขึ้นจากชูโครสที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นชูโครส	น้ำหนักเซลลูโลส (g/L)	ร้อยละผลผลิต (%)
5%	265.69±11.27 ^c	531.37±22.54 ^c
10%	199.92±4.07 ^b	199.92±4.07 ^b
15%	18.29±3.29 ^a	12.19±2.20 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกัน ภายในสดมภ์เดียวกัน แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

2. การเปรียบเทียบร้อยละผลผลิตของเซลลูโลส จาก pH ของเชื้อที่ระดับต่างๆ

เมื่อพิจารณาถึง ร้อยละผลผลิต จากกระบวนการชีวภาพของเชื้อ (%Yield of the biosynthesis process) โดยมุ่งเน้นผลผลิตของเชื้อที่เซลลูโลสที่เชื้อผลิตได้ ที่ pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อ ต่างๆกัน พบว่าผลที่ได้เป็นดังตาราง 18

ตาราง 18 ปริมาณเซลลูโลส และร้อยละผลผลิตเซลลูโลส ที่ได้จากระดับ pH ต่างๆ

ระดับ pH	น้ำหนักเซลลูโลส (g/L)	ร้อยละผลผลิต (%)
4	139.78±13.70 ^a	279.55±27.40 ^b
5	108.06±6.34 ^a	216.12±12.68 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกัน ภายในสดมภ์เดียวกัน แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

การเสนอผลงาน

1. **Photisarach S., Bovonsombut S.** 2010. Effect of age and volume of starter culture to cellulose production by *Acetobacter xylinum* Agr 60 cultured in Tofu Whey. The 2nd CMU graduate research conference 2010. 26 November 2010. Chiang Mai, Thailand
2. **Photisarach S., Bovonsombut S.** 2010. Optimization of *Acetobacter xylinum* for bacterial cellulose production cultured in tofu whey. The 11th Symposium on the genetics of industrial microorganisms. 28 June – 1 July 2010. Melbourne, Victoria, Australia.
3. **สุกรีย์ โปธิสาราช สมพงษ์ หาดทะเลและ สุวรรณ เดชะรัตนางกูร.** 2551. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อหมูเทียมขบแป้งทอดแช่เยือกแข็ง. โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2550.

