รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรวิกา สุขศรีวงษ์. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตวุ้นสวรรค์และสภาวะการผลิต. ในการฝึกอบรมและสัมมนาเรื่องการผลิตวุ้นสวรรค์รุ่น 2, หน้า 8-15. 4 เมษายน 2537 ณ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น).

นัยทัศน์ ภู่ศรันย์. ศึกษาการทำวุ้นสวรรค์. ใน รายงานการวิจัยการใช้มะพร้าวและพลอยได้ทางอุตสาหกรรมเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพของภาคใต้. หน้า 10-27. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, 2527.

น้ำทิพย์ ด้วงทวี. โรงงานน้ำทิพย์. สัมภาษณ์, มกราคม 2541.

สมคิด ธรรมรัตน์. 2531. การผลิตวุ้นน้ำมะพร้าวและการแปรรูป. วารสารอาหาร 18(4): 250-262.

สมศรี ลิปิพัฒนวิทย์. การหาสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับทำวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าวแก่. อาหาร 18(4): 239-249.

ภาษาอังกฤษ

Alaban, C.A. 1962. Studies on the optimum condition for nata de coco bacterium nata formation in coconut water. The Philippines Agriculturist. 45(9): 450-515.

Ben-hayim, G., and Ohad, I. 1965. Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum*. VIII. On the formation and orientation of bacterial cellulose fibril in presence of acidic polysaccharides. J.Cell.Biol. 25: 191-207.

Borzani, W., and Souza, S.J. 1995. Machanism of the film thickness increasing during the bacterial production of cellulose on non-agitated liquid media. Biotechnology Letter. 17(11): 1271-1272.

Brown, R.M.,Jr., Haigler, C.H., Suttie, J.,White, A.R., Robert, E., Smith, C., Itoh, T., and Cooper, K. 1983. The biogenesis and degradation of cellulose. J.Applied Polymer Science : Applied Polymer Symposium. 37: 33-78.

Brown, R.M.,Jr., Willison, J.H.M., and Richardson, C.L. 1976. Cellulose biosynthesis in

Acetobacter xylinum : Visualization of the site of synthesis and direct measurment of the in vivo process. Pro.Natl.Acad.Sci.USA. 72: 4565.

Buchanan, R.E., and Gibbon,N.E. 1975. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 8th ed., Waverly Press Inc. Baltimore, Md. pp 267-277.

Canon, R.E., and Anderson, S.M. 1991. Biogenesis of bacterial cellulose. Critical Reviews in Microbiology. 17(6): 435-446.

Dimaguila, L.S. 1967. The nata de coco 1. Characterization and identity of the casual organism. The Philippines Agriculture. 51(6): 462-473.

Dudman, W.F. 1960. Cellulose production by *Acetobacter* strains in submerged culture. J. Gen. Microbiol. 22: 25-39.

Fontana, J.D., De Souza, A.M., Fontana, C.K., Torriani, I.L., Moreschi, J.C., Gallotti, B.J., De Souza, S.J., Narcisco,G.P., Bichara, J.A., and Faran, L.F.X. 1990 *Acetobacter* cellulose pellicle as a temporary skin substitute. Applied Biochemistry and Biotechnology 24/25: 253-264.

Grimwood, B.E. 1975. Coconut Palm Product : Their Processing in Developing Countries. Rome : Food and Agriculture Organization of the united Nations.

Guzman, M.P., Alabastro, E.F., and Tinsay, E.B. 1987. A submerged process for the production of nata. NRCP Research Bull. 37(1): 1-50.

Haigler, C.H., White, A.R., Brown, R.M., and Cooper, K.M. 1982. Alteration of in vivo cellulose ribbon assembly by carboxymethylcellulose and other cellulose derivatives. The Journal Cell Biology. 94: 64-69.

Henika, R.G. 1982. Use of response surface methodology in sensory evaluation. Food technol. 36(11): 96-100.

Joris, K.F., Wulfand, B.P., and Vandamme, E. 1993. Enhanced bacterial cellulose yield in aerated *Acetobacter xylinum* culture by adding micro-particles. In Cellulosic Material for Selective Separation and Other Technology, Kenedy, J.F., Phillips, G.O., and William,P.A., ed. Ellis Horwood, London. pp. 239-245.

Hestrin, S., and Schramm, M. 1954. Synthesis of cellulose by Acetobacter xylinum. II. Preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose. Biochem. J. 58: 345-352.

Kaushal, R., and Walker,T.K. 1951. Formatin of cellulose by certain species of *Acetobacter*. Biochem J. 48: 618-621.

Kitamura, N., and Katasura, T. 1989. Preparation of sheet substrates containing bacterial cellulose additives. JP Patent 01,156,600. Cited in รังสิมา ชถฤป. 2538. การศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพของฟิล์มจากวุ้นมะพร้าว. วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Kojima, Y., Tonouchi ,N., Tsuchida, T., Yoshinaga, F., and Yamada, Y. 1998. The characterization of acetic acid bacteria efficiently producing bacterial cellulose from sucrose : The proposal of *Acetobacter xylinum* subsp. *nonacetoxidans* subsp. *nov.* Biosci. Biotech. Biochem. 62(1): 185-187.

Kouda, T., Yano, H., and Yoshinaga, F. 1997. Effect of agitator configuration on bacterial cellulose productivity in aerated and agitated culture. J.Ferment.Bioeng. 83(4): 371-376.

Kouda, T., Yano, H., Yoshinaga, F., Kaminoyama, M., and Kamiwano, M. 1996. Characterization of non-newtonian behavior during mixing of bacterial cellulose in bioreactor. J. Ferment.Bioeng. 82(4): 382-386.

Lapus, M.M. ,Gallardo, E.G., and Palo, M.A. 1967. The nata organism cultural requirements characteristic identity. The Philippine Journal of Science. 96(2): 91-109.

Legge, R.L. 1990. Microbial cellulose as a speciality chemical. Biotechnol.Adv. 8(2): 303-319.

Lewis, M.J., and Kuiper,H.A. 1972. Effect of growth temperature and glucose on thermal injury of *Saccharomyces carbergensis*. J.Inst.Brew. 78: 465-470.

Masaoka, S., Ohe, T., and Sakota, N. 1993. Production of cellulose from glucose by *Acetobacter xylinum*. J.Ferment.Bioeng. 75(1): 18-22.

Mason, C.R., Menzies,R.F., Cruickshank, J., and Melville, H.W. 1946. Nature 157: 74. Cited in White, D.G., and Brown, R.M., Jr. 1989. Prospects for the commercialization of biosynthesis of microbial cellulose. In C. Schuerch (ed.), Cellulose and wood chemistry and technology, pp.573-590. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Mason, R.L., Gunst, R.F., and Hess, J.L. Statistical design and analysis of experiments with applications to engineering and science. New York : John Willey&Sons., 1989.

Minakami, H., Entani,E., Tayama, K., Fujiyama, S., and Masai, H. 1984. Isolation and

characterization of a new polysaccharide-producing *Acetobacter* sp. Agric.Biol.Chem. 48(10): 2405-2414.

Nagani, M., Shoda, M., and Aiba,S. 1968. Kinetic of product inhibition in alcohol fermentation. J.Ferment.Technol. 46: 241-248.

Neiduszynski, I., and Preston, R.D. 1970. Study of the production of cellulose gel and cellulose by *Acetobacter xylinum*. Nature 225: 274-276.

Nishi, Y., Uryu, M., Yamanaka, S., Watanabe, K., Kitamura, N., Iguchi, M.,and Mitsuhashi, S. 1990. The structure and mechanical properties of sheets prepared from bacterial cellulose. Part 2 Improvement of the mechanical properties of sheets and their applicability to diaphragms of electroacoustic transducers. Journal of Materials Science 25: 2997-3001.

Oikawa, T., Ohtori, T., and Ameyama, M. 1995. Production of cellulose from D- arabitol by *Acetobacter xylinum* KU-1. Biosci.Biotech.Biochem. 59(8): 1964-1965.

Oikawa, T., Morino, T., and Ameyama, M. 1995. Production of cellulose from D- mannitol by *Acetobacter xylinum* KU-1. Biosci.Biotech.Biochem. 59(2): 331-332.

Okiyama, A., Motoki, M., and Yamana, S. 1987. The application of bacterial cellulose to processed food. The world congress of food science and technology. Souvenir Programme, 28 Sept-8 Oct. Singapore Institute of Food Sci and Technology.

Okiyama, A., Shirae, H., Kano, H., and Yamanaka, S. 1992. Bacterial cellulose I. Two-stage fermentation process for cellulose production by *Acetobacter aceti*. Food Hydrocolloids. 65(5): 471-477.

Ross, P., Mayer, R., and Benziman, M. 1991. Cellulose biosynthesis and function in bacteria. Microbiol.Rev. 55(1): 35-58.

Ross, P., Weinhouse, Y., Aloni, Michaeli, D., Weinberger-Ohana, P., Mayer, R., Braun, S., Vroom, E., Marel, G.A., Boom, J.H., Benziman, M. 1987.Regulation of cellulose synthesis in *Acetobacter xylinum* by cyclic diguanylic acid. Nature 325: 279-281.

Sanchez, P.C. 1978. Nata de coco production. Dapartment of Food Sci. and Tech., UPLB, College, Laguna, Philippines

Schramm, M., and Hestrin, S. 1954. Factors affecting production of cellulose at the air/liquid interface of a culture of *Acetobacter xylinum*. J.Gen.Microbiol. 3: 123-129.

Tabuchi, M., Watanabe, K., Morinaga, Y., and Yoshinaga, F. 1998. Acetylation of bacterial cellulose: preparation of cellulose acetate having a high degree of polymerization. Biosci. Biotech. Biochem. 62(7): 1451-1454.

Tajima, K., Fujiwara, M., Takai, M., and Hayashi, J. 1995 . Synthesis and characterization of bacterial cellulose composite (BCC). In Cellulose and Cellulose Derivatives : Physico-Chemical Aspects and Industrial Application., Kennedy, J.F., Phillips, G.O., and Williams, P.O., ed. Cambridge : Woodhead Publishing Limited. pp. 9-14.

Toda, K., Asakura, T., Fukaya, M., Entani, E., and Kawamura, Y. 1997. Cellulose production by acetic acid-resistant *Acetobacter xylinum*. J.Ferment.Bioeng. 84(3): 228-231.

Toyosaki, H., Kojima, Y., Tsuchida, T., Hoshino, K., and Yamada, Y. 1995. The characterization of an acetic acid bacterium useful for production bacterial cellulose in agitation cultures : The proposal of *Acetobacter xylinum* subsp. *sucrofermentans* subsp. *nov*. J.Gen.Appl. Microbiol. 41: 307-314.

Toyosaki, H., Naritomi, T., Seto, A., Matsuoka, M., and Tsuchida, T. 1995. Screening of bacterial cellulose-producing *Acetobacter* strains suitable for agitated culture. Biosci.Biotech.Biochem. 59(8): 1498-1502.

Tsuchida, T., and Yoshinaka, F. 1997. Production of bacterial cellulose by agitation culture systems. Pure and Appl. Chem. 69(11): 2453-2458.

Valla, S., and Kjosbakken, J. 1982. Cellulose-negative mutants of *Acetobacter xylinum*. J.Gen. Microbiol. 128: 1401-1408.

Walsh, R.M., and Martin, P.A. 1977. Growth of *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces uvarum* in temperature gradient incubator. J.Inst.Brew. 83: 169-172.

Watanabe, K., and Yamanaka, S. 1995. Effect of oxygen tension in the gaseous phase on production and physical properties of bacterial cellulose formed under static culture condition. Biosci.Biotech.Biochem. 59(1): 65-68.

Whistler, R.L., and Bemiller, J.N. 1973. Industrial gum : Polysaccharide and their derivatives, 2ed., Academic Press, New York. 680p.

White, D.G., and Brown, R.M., Jr. 1989. Prospect for the commercialization of the biosynthesis of microbial cellulose.In Cellulose and Wood Chemistry and Technology. Schuerch,C.,ed. New York : John Wiley & Sons,Inc. pp. 573-590.

Yamamoto, H., and Horii, F. 1994. In-situ crystallization of bacterial cellulose.1. Influences of polymeric additives, stirring and temperature on the formation celluloses I- alpha and I- beta as revealed by cross-polarization magic-angle-spinning(CP-MAS) C-13 NMR-spectoscopy. Cellulose 1(1): 57-66.

Yamanaka, S. 1988. Production and application of bacterial cellulose. In Cellulose Utilization, Research and Rewards in Cellulose. Inagaki,H., and Phillipsied,G.O.ed., Elsvier Applied Science, Co., London. pp.175-181.

Yoshinaga, F., Tonouchi, N., and Watanabe, K. 1997. Research progress in production of bacterial cellulose by aeration and agitation culture and its application as a new industrial material. Biosci. Biotech. Biochem. 61(2): 219-224.

Yoshino, T., Asakura, T., and Toda, K. 1996. Cellulose Production by *Acetobacter pasteurianus* on Silicone Membrane. J.Ferment. Bioeng. 81(1): 32-36.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. <u>อาหารที่ใช้ในการเก็บรักษาเชื้อ *Acetobacter sp. TISTR 975*</u>

1.1 Glucose yeast extract agar

กลูโคส	100	กรัม
ยีสต์สกัด	10	กรัม
แคลเซียมคาร์บอเนต	20	กรัม
วุ้นผง	25	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

2. <u>สูตรอาหารน้ำมะพร้าวสำหรับเตรียมหัวเชื้อ</u>

น้ำมะพร้าวแก่กรอง ต้มให้เดือดช้อนไขมันออก	1	ลิตร
แอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.5	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต	0.3	กรัม
เอทานอล	20	มิลลิลิตร
น้ำตาลทราย	50	กรัม
ความเป็นกรด-ด่าง	5	

3. <u>สูตรอาหารน้ำมะพร้าวสำหรับหาปริมาณเซลล์ที่มีชีวิต</u>

น้ำมะพร้าวแก่กรอง ต้มให้เดือดช้อนไขมันออก	1	ลิตร
แอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.5	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต	0.3	กรัม
เอทานอล	20	มิลลิลิตร
น้ำตาลทราย	50	กรัม
ความเป็นกรด-ด่าง	5	
วุ้นผง	1.5	กรัม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์

1. น้ำตาลรีดิวซ์

สารเคมี

1. Fehling solution A (Copper sulfate solution)
   ละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 34.634 กรัม ในน้ำ 500 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรโดยใช้ volumetic flask
2. Fehling solution B (Alkaline tartrate solution)
   ละลายโซเดียมโปแตสเซียมทาร์เทรต 173 กรัมและ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 กรัม ในน้ำ 500 มิลลิลิตรปรับปริมาตรโดยใช้ volumetic flask วิธีใช้ผสมใช้ Fehling A และ B อย่างละ 5 มิลลิลิตร แล้วใช้ทันที ห้ามผสมทิ้งไว้ค้างคืน
3. กรดไฮโดรคลอริก
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 20%
5. เมธีลีนบูล 1%
6. สารละลายมาตรฐานซูโครส
   ชั่งซูโครส 0.5 กรัม เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เติมกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง (1:1) 1 มิลลิลิตร แล้วไฮโดรไลซ์ที่อุณหภูมิ 70 นาน 10-15 นาที เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ทำให้เป็นกลางหรือกรดเล็กน้อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20% ปรับปริมาตรสุดท้ายให้เป็น 100 มิลลิลิตร

Standardization

1. ผสม Fehling A และ B อย่างละ 5 มิลลิลิตร กับสารละลายมาตรฐานซูโครส ประมาณ 8.5-9 มิลลิลิตร ต้มเดือด 2 นาที
2. เติมเมธีลีนบลู 3-4 หยด
3. ไตเตรตด้วยสารละลายน้ำตาลต่อไปจนสีฟ้าหมดไป และมีตะกอนแดงของของคอปเปอร์
4. นำจำนวนปริมาตรที่ไตเตรตจนถึงจุดยุติไปคำนวน ค่า Factor

$$\text{Factor} = \frac{360.312\,XY}{342.296 * 100}$$

กำหนดให้ X = น้ำหนักซูโครสที่ใช้

Y = ปริมาตรของสารละลายซูโครสที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ Fehling A และ B รวม 10 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. น้ำหมักเจือจางที่กรองเอาเศษเซลลูโลสที่ติดมาออก ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปไฮโดรไลซ์ที่ ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง (1 : 1) 1 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 10-15 นาที เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ทำให้เป็นกลางหรือกรดเล็กน้อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20% ปรับปริมาตรสุดท้ายให้เป็น 100 มิลลิลิตร
2. นำน้ำหมักจากข้อ 1 ปริมาตร
2. เติมเมธีลีนบลู 3-4 หยด
3. ไตเตรตด้วยสารละลายน้ำตาลต่อไปจนสีฟ้าหมดไป และมีตะกอนแดงของของคอปเปอร์
4. นำจำนวนปริมาตรที่ไตเตรตจนถึงจุดยุติไปคำนวน ค่าน้ำตาลรีดิวซ์

$$\%\ \text{reducing sugar} = \frac{\text{factor} * \text{ปริมาณเจือจาง} * 100}{\text{ปริมาตรที่ไตเตรตได้} * \text{ปริมาตรตัวอย่าง}}$$

2. ปริมาณเซลลูโลส (Watanabe, and Yamanaka, 1995)

สารเคมี

1. สารละลาย 0.5 N NaOH

วิธีการ

1. นำแผ่นเซลลูโลสผึ่งไว้ให้สะเด็ดน้ำประมาณ 2 ชั่วโมง
2. นำไปให้ความร้อนที่ 120 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที
3. นำไปต้มใน 0.5 N NaOH นาน 20 นาที
4. ล้างด้วยน้ำสะอาด
5. นำไปทำแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่

3. ปริมาณกรดกลูโคนิกที่สร้างขึ้นโดย *Acetobacter* sp. TISTR 975 ด้วย HPLC

สารเคมี

1. กรดฟอสฟอริก 20 mM , pH 2.5

วิธีการ

นำน้ำหมักมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 5 แล้วนำน้ำใสไปตรวจสอบปริมาณกรดด้วย HPLC (shimudzu LC – 3A) โดยมีภาวะดังนี้

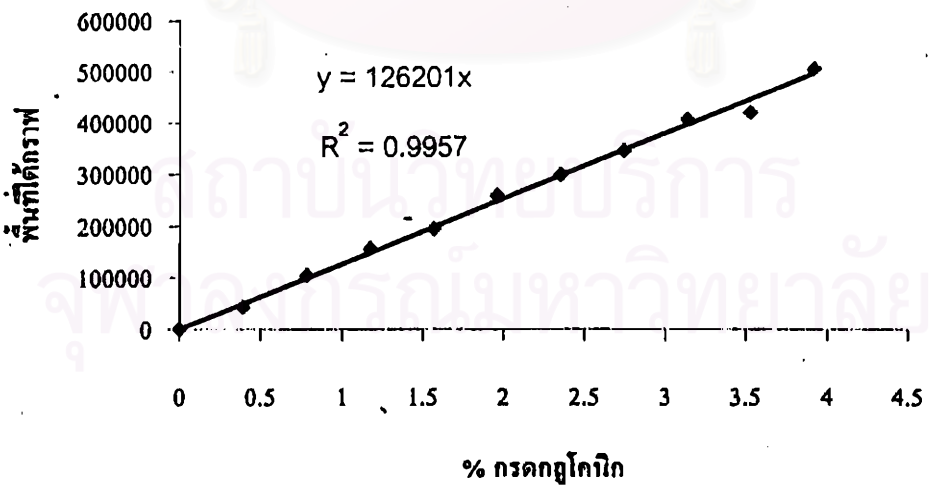
คอลัมน์ : Zorbox – C8 (L-3555) ขนาด 25 เซนติเมตร * 4.6 มิลลิเมตร ของบริษัท Dupont

สารละลายตัวพา : 20 mM ของ กรดฟอสฟอริก pH 2.5

อัตราการไหล : 1 มิลลิลิตร ต่อนาที

อุณหภูมิของคอลัมน์ : อุณหภูมิห้อง

เครื่องตรวจวัด : คลื่นแสงอัตราไวโอเลต (UV-detector) ความยาวคลื่น 210 นาโนเมตร



รูปที่ 22 กราฟมาตรฐานกรดกลูโคนิก

4. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำหมัก

วัดโดยใช้มาตรวัดออกซิเจนที่ละลาย (Portatable oxygen meter)

5. ค่าความเป็นกรด-ด่าง

วัดโดยใช้มาตรวัดความเป็นกรด-ด่าง

6. ค่าความหนืด

วัดความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscosity) DV II หัววัด cp 41 ใส่ตัวอย่างจำนวน 2 มิลลิลิตร ในกระบอกรูปโดนัทสำหรับใส่ตัวอย่าง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

7. จำนวนเซลล์ที่มีชีวิตในน้ำหมัก

เตรียมน้ำกลั่นปลอดเชื้อ นำมาเจือจางน้ำหมักกระจายแบคทีเรียบนเพลทอาหารน้ำมะพร้าวตามภาคผนวก ก. ข้อ บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 3 วัน นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นให้อยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ ค.1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง และน้ำตาลทราย (%w/v) ด้วยวิธี multiple regression analysis

independence variable	coefficient	sig-level
constant	-9.796387	0.035
X_1	5.087447	0.01
X_2	1.345664	0.05
$X_1 \times X_1$	-0.478352	0.002
$X_1 \times X_2$	-0.074875	0.05
$X_2 \times X_2$	-0.125	0.04

กำหนดให้ X_1 แทน ค่าความเป็นกรด-ด่าง

X_2 แทน น้ำตาลทราย (%w/v)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างความสูงของน้ำหมักจากก้นภาชนะ และพื้นที่ผิวหน้าภาชนะบรรจุ ด้วยวิธี multiple regression analysis

independence variable	coefficient	sig-level
constant	-11.731233	0.004
X_1	3.830596	0.01
X_2	0.10496	0.05
$X_1 \times X_1$	-0.75879	0.002
$X_1 \times X_2$	-0.000296	0.05
$X_2 \times X_2$	-0.000207	0.05

กำหนดให้ X_1 แทน ความสูงของน้ำหมักจากก้นภาชนะ

X_2 แทน พื้นที่ผิวหน้าภาชนะบรรจุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง , น้ำตาลทราย (%w/v) และ ความเร็วรอบในการเขย่า

independence variable	coefficient	sig-level
constant	-14.770287	0.054
X_1	7.832375	0.017
X_2	0.190175	0.046
X_3	0.028506	0.165
$X_1 \times X_1$	-0.805583	0.014
$X_1 \times X_2$	0.0518	0.276
$X_1 \times X_3$	-0.002543	0.05
$X_2 \times X_2$	-0.0190715	0.007
$X_2 \times X_3$	0.000593	0.342
$X_3 \times X_3$	-0.000136	0.017

กำหนดให้ X_1 แทน ค่าความเป็นกรด-ด่าง

X_2 แทน น้ำตาลทราย (%w/v)

X_3 แทน ความเร็วรอบในการเขย่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวอังคณา พันธ์ศรี เกิดวันที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2515 ที่อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตมหาสารคาม เมื่อปีการศึกษา 2536 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสหสาขาวิชาเทคโนโลยีทางชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2538

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย