รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ยุพา ก่อเกียรตินันท์.2521.อิทธิพลของอาหารต่อการสร้างโปรตีนของราแอสเปอร์จิลลัส. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพฤษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Austin,P.R., and Zikakis,J.P .1981. Chitin : New Facets of Research. Science. 212 : 749-753.

Austin,P.R.Chitin Solution. U.S. Pat. 4,059,457. Nov.22 , 1977.

Bade and Maria,L .1985. Stabiled Chitin. Wo.85/00101 Jan 17.

Bartnicki,S.1968.Cell Wall Chemistry,Morphogenesis,and Taxonomy of Fungi. Ann.Rev.Microbiol. 28: 88-108.

Bernfeld,F.1955. Amylase α and β . In S.P.Colowich and N.O.Kcpain (eds.) Method in Enzymology.149. New York : Academic Press.

Bigelis,R., and Arora,D.K.Organic Acids of Fungi. In Arora,D.K.(ed.) Handbook of Applied Mycology, Fungal Biotechnology, pp. 357-363.

Birch,G.G., and Blankebrough,N., (eds) .1981. Enzyme and Food Processing. London : Applied Science.

Blumgberg,R., Southall,C.L., Van Rensberg,N.J., and Volckman,O.B. 1951. The Rock Lobster : A Study of Chitin Production from Processing Waste. J.of.Sci.Food.Agri. 2 : 571-576.

Bough,W.A., Salter,W.L., and Perkins,B.E. 1978. Influence of Manufacturing Variables on the Characteristics and Effectiveness of Chitosan Products. Biotech. and Bioeng. 20 : 1931-1943.

Brautlecht,C.A. (eds.) 1953. Starch Its Source , Production and Uses. New York : Reinhold Publishing Corporation.

Bruinenberg,P.1996.Bioconversion of Starch by Enzymes. Advanced Post-Academic Course on Tapioca Starch Technology.T-12.

Budavari,S.,(eds.) 1978. The Merck Index : An Enclycopedia of Chemicals, Drugs and Biological. New York : Merck.

Carroad,P.A., and Tom,P.A. 1978. Bioconversion of Shellfish Chitin Waste : Process Conception and Selection of Microorganisms. J. of . Food . Sci. 43 : 1158-1161.

Collision,R. 1968. Starch Rethogradation. In J.A.,Radley.(ed.), Starch and Its Derivatives , pp. 194-202. London : Chapman and Hall.

Cosio,I.G., Fisher,R.A., and Carroad,P.A. 1982. Bioconversion of Shellfish Chitin Waste : Waste Treatment, Enzyme Production, Process Design and Economic Analysis. J. of. Food. Sci. 47 : 901-905.

Domard, A. and Rinaudo, M. 1983. preparation and Charactrization of Fully Chitosan. Int. J. Biol. Macromol. 5 :49-52.

Dyer,J.R.1965. Application of Adsorption spectroscopy of Organic Compounds. New Jerscy : Prentice-Hall.

Foster, A.B. , Hackman, R.H. 1957. Application of Ethylenediaminetetraacetic acid in the Isolation of Crustacean Chitin. Nature. 180 : 40-41.

Griffiths,P.R. and Haseth,J.A. 1986. Fourier Transform Infrared Spectromethy. New York : John Willey and Sons.

Gupta,J.K.,Heding,L.G.,and Jargensen,O.B. 1976. Effect of Sugar,pH and Ammonium nitrate on Fermentation of Citric Acid by *Aspergillus niger.* Acta. Microbiol. Acad. Sci. Hung. 23 : 63-67.

Hayes, E.R. 1978. Characterization of Chitosan II : The Determination of the degree of acetylation of chitosan and chitin In R.A.A.,Muzzarelli (eds.), Proc. 1st .Inter.Conf.On Chitin/Chitosan , pp. 406-420. Boston:MIT SG 78-7.

Knorr, D. 1984. Use of Chitinous Polymers in Food. Food.Tech. 38 : 85.

Knorr, D. 1991. Recovery and Utilizeation of Shellfish Chitin Waste : Process Conception and Selection of microorgsnisms. J. of. Food. Sci. 43:1158-1161.

Kublicek,C.P.1986. The Citric Fermentation .CRC.Crit.Rev.Biotechnol.3 : 331-373.

Leach, H.w. 1963. Gelatinization of Starch. In R.L.,Whistler and E.F.,Paschal.(eds.), Starch : Chemistry and Technology.vol.1 , pp. 289-307. New York : Academic Press.

Lockwood,L.B.1975. Organic Acids Production. In Smith,J.E. (ed.) The Filamentous Fungi .Industrail Mycology. pp. 140-157.

Lusena, C.v. and Rose, R.C. 1953. Preparation and Viscosity of Chitosans. J. Fish.-Res. Bd.Can. 10 : 521-522.

Madhavan, P., Ramachandra Nair, K.G. and Gopakumar, K. 1986. Novel use of Chitinous Waste from Crustacean Processing Plants. Infofish Margeting Digest . 4 : 20.

Moorjani, M.N., Achutha, V. and Imam Khasim, D. 1975. Parameters Affecting the Viscosity of Chitosan from Prawn Waste. J. Food. Sci. and Tech. 12:187-189.

Muzarelli, R.A.A. 1977. Chitin. Oxford : Pengamon Press.

Muzarelli, R.A.A. 1985. The Polysaccharide. vol.3. New York : Academic Press.

Naczk, M., Synowicki, J., and Sikoski, Z.E. 1981. The Gross Chemical Composition of Antarctic Krill Shell Waste. Food. Chem. 7 : 175-179.

Osman, E.M.1967. Starch in Food Industry. In R.L.,Whistler and E.F.,Paschal.(eds.), Starch : Chemistry and Technology.vol.2 , pp. 163-215. New York : Academic Press

Peat, S. 1954. The biological Function of Starch. In J.A., Radley(ed.), Starch and Its Derivatives , pp. 5-24. New York : John Willey&Son.

Peniston, Q.P., and Johnson, E.L.1970. Method for Treating an aqeous Medium with Chitosan and Derivatives of Chtin to Remove an Impurity. U.S. Pat. 3,533,940. Oct.13.

Rammelberg, G.1931. Chitin from Fungi and Crab Shells. Bot. Arch. 32 : 1-32.

Robert,G.A.f.,Taylor,K.D.A.,Dillon,M., and Baxter,A.1992. Determination of Degree of Acetylation By Infrared Spectrometer. Int.J.Biol.Macromol. 14 : 166.

Roberg,G.A.F.1994.Structure/Property Relationship in Chitin and Chitosan. Proceeding First Asia Pacific Chitin and Chitosan Symposium 1: 35-39.

Sannan,T.,Kurita,K.,and Iwakura,Y. 1975.Studies on Chitin, Solubility Change by Alkaline Treatment and Film Casting. Makromol.Chem. 176 : 1191-1195.

Schoch, T.J., and Maywald, E.C.1968. Preparation and Poperties of Various Legume Starches. Cereal. Chem. 45 : 564-573.

Stegeman, H.1963. Protein (conchagen) and Chitin in the Supporting Tissue of the Cuttlefish. Z. Physio.Chem. 331: 269-279.

Swinkles, J.J.M.1983. Differences Between Commercial Native Starchs. Arebe b.a. International Marketing and Sales . Foxhol.

Whistler, R.L.1965. Methods in Carbohydrate Chemistry.vol.5. New York: Academic Press.

Whitaker, J.R.1972. Principles of Enzymology for Food Science. New York : Marcel Dekker.

Wurzburg, O.B.1972. Starch in Food Industry. In T.E.,Furia(ed.), CRC Handbook of Food Additives, pp.361-365. New York : CRC press.

Xu, D.B., Madrid, C.P., and Kubicek, C.P.1989. The Influence of Type and Concentration of the Carbon Source on Production of Citric Acid by *Aspergillus niger*. Appl.Microbiol.Biotechnol. 30 : 553-558.

Yogitoglu, M., and Mcneil,B.1992. Ammonium and Citric acid Supplementation in Batch Cultures of *Aspergillus niger* B 60. Biotech.Lett. 14(9) : 831-836.

ภาคผนวก ก

สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar) สำหรับเลี้ยง *Aspergillus niger* ประกอบด้วย

มันฝรั่ง	200.0 กรัม
กลูโคส	20.0 กรัม
วุ้นผง	20.0 กรัม

นำมันฝรั่งมาปอกเปลือก แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนักให้ได้ 200 กรัม ต้มในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปล่อยให้เดือดนาน 10 นาที กรองเอาส่วนน้ำมาเติมส่วนผสมอื่นๆ ดังข้างต้น แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร และอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ และความดันมาตรฐาน (อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที)

2. อาหารเลี้ยงเชื้อ PDB (Potato Dextrose Broth) มีส่วนประกอบ และวิธีการในการเตรียมเช่นเดียวกับอาหารเลี้ยงเชื้อพีดีเอ เพียงแต่ไม่ต้องเตรียมวุ้นผง

3. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรควบคุม (ยุพา,2521)

ประกอบด้วย

แป้งมันสำปะหลัง	2.3	%
แอมโมเนียมซัลเฟต	0.5	%
โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.5	%
สารสกัดจากยีสต์	0.4	%
แมกนีเซียมซัลเฟต-เฮปตะไฮเดรต	0.02	%

เติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็น 5.6 และและอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ และ ความดันมาตรฐาน (อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที)

4. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรปรับปรุง

ประกอบด้วย

แป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ (แอลฟาอะไมเลส)	8	%
แอมโมเนียมซัลเฟต	0.4	%
โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.5	%
สารสกัดจากยีสต์	0.3	%
แมกนีเซียมซัลเฟต-เฮปตะไฮเดรต	0.01	%

เติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้ได้ 5.6

ภาคผนวก ข

สารเคมีและวิธีการเตรียม

1. วิธีการเตรียม เอนไซม์ไดลูตติ้งบัฟเฟอร์ pH 6.0 (enzyme diluting buffer) เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในการเจือจางความเข้มข้นของเอนไซม์ (Daiwa Kasei, 1992)

ประกอบด้วย

โซเดียมคลอไรด์	5.85	กรัม
แคลเซียมคลอไรด์-ไดไฮเดรต	2.94	กรัม
อะซิเตต บัฟเฟอร์ 1 โมลาร์ pH 6.0	20	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	10	ลิตร

เก็บในขวดสีชา และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2. รีเอเจนต์สำหรับใช้วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ด้วยวิธีดีเอ็นเอสเอ (DNSA , Bernfeld,1955)

ประกอบด้วย

กรดไดไนโตรซาลิกไซลิก	1.0	กรัม
โซเดียมไฮดรอกไซด์	2	โมลาร์
โซเดียมโพแทสเซียมตาร์เตรต	30.0	กรัม

วิธีการเตรียม

เตรียมสารละลาย 1.0 กรัม ของกรดไดไนโตรซาลิกไซลิก ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2.0 โมลาร์ ปริมาตร 20.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วเติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร เติมโซเดียมโพแทสเซียมตาร์เตรต 30.0 กรัม ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บรักษาในขวดสีชา

3. วิธีการเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์ด้วยแสงอินฟราเรด (infrared spectroscopy) ตามวิธีของ Griffiths (1986)

โดยอาศัยหลักการโมเลกุลของสารแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูดซับพลังงานของแสงอินฟราเรดที่เหมาะสมไว้ แล้วเกิดปรากฏการณ์ออกมาในรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยโมเลกุลที่ดูดกลืนแสงอินฟราเรดจะถูกกระตุ้นให้โมเลกุลมีพลังงานสูงกว่าที่สภาวะพื้น ซึ่งเป็นพลังงานที่ทำให้โมเลกุลเกิดการสั่น (vibration) หรือเกิดการหมุน (rotation) ของแต่ละโมเลกุลนั้นแตกต่างกัน อีกทั้งยังสามารถพิสูจน์เอกลักษณ์ (identity) ของสารได้ดีอีกด้วย ซึ่งวิธีการเตรียมตัวอย่างนั้นมีหลายวิธีด้วยกัน แต่ที่นิยมใช้กันมาก คือ การเตรียมเป็น KBr disc

อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเตรียม KBr disc

1. สากและโกร่งอะเกต (pestle and agate mortar)
2. ผงของโพแทสเซียมโบร์ไมด์ (KBr powder , analytical grade)
3. 13 mm. die
4. Hydraulic press
5. Disc holder with adaptor
6. Vacuum pump

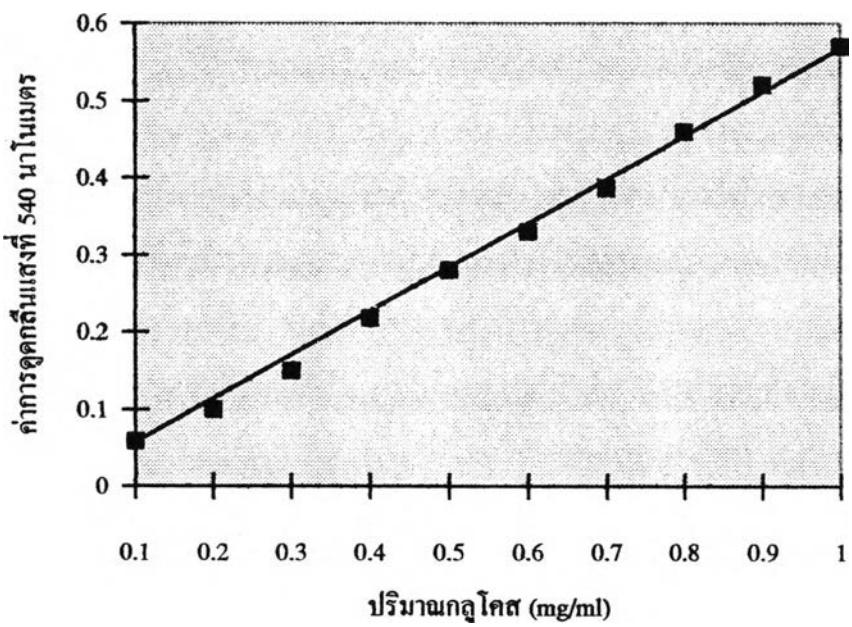
วิธีการเตรียม KBr disc

ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 ถึง 3 มิลลิกรัม ใส่โกร่งอะเกต และบดให้ละเอียดประมาณ 3-5 นาที ชั่งโพแทสเซียมโบร์ไมด์มาประมาณ 250-300 มิลลิกรัม (ต้องระมัดระวังในการใช้ด้วยเพราะถ้าใช้ปริมาณน้อยเกินไปจะทำให้ Disc หักง่าย แต่ถ้าใช้มากเกินไปจะได้ Disc หนา แสงอินฟราเรดผ่านได้น้อย) แล้วบดให้เข้ากันกับตัวอย่างโดยใช้โกร่งอะเกต นำส่วนผสมที่เข้ากันเป็นเนื้อเดียวแล้ว มาอัดเป็นแผ่นโดยใช้เครื่องอัด (แต่ก่อนที่จะอัดตัวอย่าง ต้องใช้ปั๊มสูญญากาศ เพื่อทำให้ส่วนที่จะอัดเป็นสูญญากาศประมาณ 1 นาที) แล้วอัดตัวอย่างต้องใช้แรงอัด 1 ตัน ทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที แล้วเพิ่มเป็น 10 ตัน ทิ้งไว้อีก 1 นาที จากนั้นปิดปั๊มสูญญากาศ นำ Disc ที่อัดได้ไปวัดการดูดกลืนแสงทันที

ภาคผนวก ค

1. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ตามวิธีของ Bernfeld (1955) โดยนำสารละลายที่ต้องการวิเคราะห์ที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ความเข้มข้นที่เหมาะสมปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดสอบ เติมสารละลายไดไนโตรซาลิกไซลิก (ภาคผนวก ข ข้อที่ 2) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นในอ่างน้ำเย็น เติมน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงไปผสมให้เข้ากัน นำส่วนผสมนี้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร กราฟมาตรฐานใช้น้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้น 0.1-1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร



รูปที่ 55 กราฟมาตรฐานการวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธีดีเอ็นเอสเอ

ภาคผนวก ง

วิธีการคำนวณหาค่า Degree of Deacetylation ตามวิธีของ Haye (1978)

1. ตัวอย่างที่เป็นไคโตแซนจากรา *Aspergillus niger*

ตัวอย่างที่นำมาทำให้เป็นไคโตแซนไฮโดรคลอไรด์(Cs-HCl)	0.5716	กรัม
ทำการละลายในน้ำปริมาตร	250	มิลลิลิตร
การไตเตรต		
แบ่งตัวอย่างที่ละลายในน้ำแล้วมา	50	มิลลิลิตร
ปริมาตรของ NaOH ความเข้มข้น(0.0876 N)	4.5	มิลลิลิตร

การคำนวณ

ไคโตแซนไฮโดรคลอไรด์(Cs-HCl) 1 โมล (197.61672 กรัม) สมมูลกับ NaOH 1 โมล

ดังนั้นความเข้มข้นของ Cs-HCl เท่ากับ 0.0876x4.5/50 =0.00783 N

ในสารละลาย 1000 มิลลิลิตร มีปริมาณ Cs-HCl อยู่ 0.00783

ถ้าในสารละลาย 250 มิลลิลิตร จะมีปริมาณ Cs-HCl = 0.00783x250/1000

= 0.0019575 โมล

ไคโตแซนไฮโดรคลอไรด์ 1 โมล สมมูลกับ NH_2 1 โมล

ดังนั้นจะมีจำนวนหน่วยโมโนเมอร์ที่เป็น NH_2 = 0.0019575x197.61672

= 0.3868 กรัม

ดังนั้นจะมีจำนวนหน่วยโมโนเมอร์ที่เป็น $NHCOCH_3$ = 0.5719-0.3868

= 0.1851 กรัม

โมโนเมอร์ที่เป็น $NHCOCH_3$ 1 โมล เท่ากับ 203.19296 กรัม

เพราะฉะนั้น $NHCOCH_3$ 0.1851 กรัมมีค่าเท่ากับ 0.0009109 โมล

จำนวนโมโนเมอร์ทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่าง 0.5719 กรัม = 0.0019575+0.0009109

= 0.0028684 โมล

เพราะฉะนั้นค่า Degree of Deacetylation ของรา = $\frac{0.0019575}{0.0028684} \times 100\% = \mathbf{68.24\%}$

2. ตัวอย่างที่เป็นไคโตแซนจากกุ้ง

ตัวอย่างที่นำมาทำให้เป็นไคโตแซนไฮโดรคลอไรด์(Cs-HCl)	1.0100	กรัม
ทำการละลายในน้ำปริมาตร	250	มิลลิลิตร
การไตเตรต		
แบ่งตัวอย่างที่ละลายในน้ำแล้วมา	50	มิลลิลิตร
ปริมาตรของ NaOH ความเข้มข้น(0.0876 N)	8.36	มิลลิลิตร

การคำนวณ

ไคโตแซนไฮโดรคลอไรด์(Cs-HCl) 1 โมล (197.61672 กรัม) สมมูลกับ NaOH 1 โมล

ดังนั้นความเข้มข้นของ Cs-HCl เท่ากับ 0.0876x8.36/50 =0.0146467 N

ในสารละลาย 1000 มิลลิลิตร มีปริมาณ Cs-HCl อยู่ 0.0146467 โมล

ถ้าในสารละลาย 250 มิลลิลิตร จะมีปริมาณ Cs-HCl = 0.0146467x250/1000

= 0.0036616 โมล

ไคโตแซนไฮโดรคลอไรด์ 1 โมล สมมูลกับ NH_2 1 โมล

ดังนั้นจะมีจำนวนหน่วยโมโนเมอร์ที่เป็น NH_2 = 0.0036616x197.61672

= 0.7236 กรัม

ดังนั้นจะมีจำนวนหน่วยโมโนเมอร์ที่เป็น $NHCOCH_3$ = 1.010-0.7236

= 0.2864 กรัม

โมโนเมอร์ที่เป็น $NHCOCH_3$ 1 โมล เท่ากับ 203.19296 กรัม

เพราะฉะนั้น $NHCOCH_3$ 0.2864 กรัมมีค่าเท่ากับ 0.0014094 โมล

จำนวนโมโนเมอร์ทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่าง 1.010 กรัม = 0.0036616+0.0014094

= 0.005071 โมล

เพราะฉะนั้นค่า Degree of Deacetylation ของกุ้ง = $\frac{0.0036616}{0.005071} \times 100\% = \underline{\mathbf{72.21\%}}$

ภาคผนวก จ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบน้ำหนักเซลล์แห้งที่ใช้กล้าเชื้อเริ่มต้นในรูปของสปอร์กับกล้าเชื้อเริ่มต้นในรูปของกลุ่มสายใย (pellet)

วันที่เพาะเลี้ยง (วัน)	น้ำหนักเซลล์แห้งในรูปของสปอร์ (mg/ml)	น้ำหนักเซลล์แห้งในรูปของเพลเลต (mg/ml)
1	2.228	4.011
2	11.146	12.003
3	14.037	13.216
4	17.088	16.214
5	16.937	16.041
6	16.964	15.876
7	16.950	16.124

ตารางที่ 5 แสดงน้ำหนักเซลล์แห้ง ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรดที่เกิดขึ้นของอาหารเหลวที่ใช้แป้ง 2 เปอร์เซนต์ เป็นแหล่งคาร์บอน

ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (วัน)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (mg/ml)	ปริมาณกรด (g/100ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
0	0	0	0	5.60
1	1.320	4.48	3.4	5.41
2	5.107	4.56	3.2	5.37
3	9.862	4.74	2.7	5.29
4	11.834	5.22	2.5	5.03
5	11.851	5.30	2.1	4.92
6	11.408	5.28	2.1	4.95
7	11.411	5.32	2.0	4.97

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้ง ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของอาหารเหลวที่ใช้แป้ง 4 เปอร์เซนต์ เป็นแหล่งคาร์บอน

ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (วัน)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (mg/ml)	ปริมาณกรด (g/100ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
0	0	0	5.4	5.60
1	6.101	4.48	5.2	5.42
2	11.304	4.76	5.1	5.21
3	11.679	5.19	4.8	5.18
4	12.170	5.67	4.7	4.99
5	12.234	5.63	4.4	4.97
6	12.047	5.66	4.1	4.99
7	12.108	5.65	3.9	5.01

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้ง ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรดที่เกิดขึ้นของอาหารเหลวที่ใช้แป้ง 6 เปอร์เซนต์ เป็นแหล่งคาร์บอน

ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (วัน)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (mg/ml)	ปริมาณกรด (g/100ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
0	0	0	6.7	5.60
1	7.213	4.44	6.5	5.44
2	12.679	5.2	6.0	5.17
3	14.383	5.25	5.8	5.01
4	15.392	5.77	5.4	4.82
5	14.442	5.82	5.1	4.79
6	14.436	5.80	5.3	4.77
7	14.359	5.79	5.0	4.80

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้ง ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณกรดที่เกิดขึ้นของอาหารเหลวที่ใช้แป้ง 8 เปอร์เซนต์ เป็นแหล่งคาร์บอน

ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (วัน)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (mg/ml)	ปริมาณกรด (g/100ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
0	0	0	9.7	5.60
1	9.324	4.49	9.2	5.42
2	14.561	5.07	8.8	5.19
3	18.682	5.67	8.5	4.92
4	23.010	5.91	7.9	4.60
5	21.023	6.28	7.7	4.57
6	22.005	6.17	7.4	4.31
7	21.310	6.20	7.1	4.35

ตารางที่ 9 ปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้ง , ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ , ปริมาณกรด และ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในอาหารที่มีแหล่งไนโตรเจน 4 ชนิด NH_4Cl , $((NH_4)_2SO_4)$, NH_4NO_3 และ $NaNO_3$ ที่ปริมาณ 0.5 เปอร์เซนต์

	ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (วัน)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)	ปริมาณกรด (g/100 ml)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
NH_4Cl	1	4.143	8.8	10.003	3.70
	2	9.092	7.8	12.201	2.84
	3	11.857	6.7	15.504	2.20
	4	18.904	5.6	16.075	2.02
	5	16.852	3.3	21.869	1.79
$(NH_4)_2SO_4$	1	5.618	9.1	9.876	3.74
	2	11.015	7.9	11.813	2.92
	3	15.140	6.6	14.606	2.57
	4	20.042	5.3	17.789	2.20
	5	19.648	3.5	17.258	2.21
NH_4NO_3	1	3.169	9.4	10.012	3.68
	2	9.348	8.2	11.766	2.98
	3	13.936	6.9	12.976	2.55
	4	16.440	5.5	15.055	2.27
	5	13.239	3.6	14.117	2.26
$NaNO_3$	1	7.324	9.5	6.251	3.78
	2	12.101	7.5	6.788	5.41
	3	16.904	5.4	7.712	5.33
	4	15.218	3.5	8.242	5.46
	5	16.067	1.4	8.160	5.46

ตารางที่ 10 แสดงน้ำหนักเซลล์แห้ง ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรด และ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เมื่อใช้ปริมาณของแอมโมเนียมซัลเฟตแตกต่างกัน

ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (วัน)	ปริมาณของแอมโมเนียมซัลเฟต (%)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)	ปริมาณกรด (g/100ml)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
1	0.1	13.432	8.8	9.784	3.91
	0.2	15.441	9.1	9.876	3.83
	0.3	15.659	9.5	9.953	3.79
	0.4	15.767	9.6	10.002	3.80
	0.5	15.913	9.8	10.101	3.82
2	0.1	16.334	8.2	10.343	3.34
	0.2	17.128	8.4	10.251	3.52
	0.3	17.241	8.3	10.367	3.49
	0.4	17.432	8.1	11.435	3.50
	0.5	17.345	8.3	11.581	3.53
3	0.1	18.315	6.9	11.242	3.03
	0.2	19.234	6.7	11.546	3.16
	0.3	19.370	6.6	11.727	3.07
	0.4	19.345	6.5	11.921	3.15
	0.5	19.982	6.7	12.218	2.92
4	0.1	20.649	4.1	11.780	2.83
	0.2	20.984	3.9	12.851	2.71
	0.3	20.960	4.1	13.142	2.74
	0.4	21.121	3.8	13.105	2.75
	0.5	20.895	4.2	13.441	2.71
5	0.1	20.634	3.6	12.106	2.63
	0.2	20.899	3.7	13.217	2.59
	0.3	20.893	3.5	13.435	2.60
	0.4	21.016	3.5	13.679	2.52
	0.5	20.835	3.4	14.023	2.57

ตารางที่ 11 แสดงน้ำหนักเซลล์แห้ง ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรด และ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เมื่อใช้ปริมาณสารสกัดจากยีสต์แตกต่างกัน

ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (วัน)	ปริมาณของสารสกัดจากยีสต์ (%)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)	ปริมาณกรด (g/100ml)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
1	0.1	6.367	8.35	8.344	3.94
	0.2	6.742	8.36	8.218	3.82
	0.3	7.039	8.41	8.342	3.90
	0.4	7.251	8.40	8.401	3.92
	0.5	7.342	8.42	8.398	3.89
2	0.1	8.485	7.23	9.432	3.12
	0.2	9.236	7.18	9.565	3.24
	0.3	9.982	7.02	9.678	3.20
	0.4	9.993	6.95	9.516	3.19
	0.5	9.894	6.97	9.433	3.25
3	0.1	10.202	6.22	10.235	2.98
	0.2	10.542	6.31	10.682	2.84
	0.3	11.184	5.94	11.084	2.96
	0.4	10.936	5.63	11.104	2.92
	0.5	10.945	5.79	11.201	2.93
4	0.1	11.349	4.05	12.955	2.60
	0.2	10.881	4.00	13.441	2.73
	0.3	12.151	3.88	14.070	2.72
	0.4	11.992	3.95	13.290	2.74
	0.5	11.342	4.00	13.330	2.75
5	0.1	11.404	3.94	13.088	2.49
	0.2	11.083	3.82	13.941	2.56
	0.3	11.782	3.43	14.108	2.65
	0.4	11.992	3.67	13.679	2.63
	0.5	11.342	3.59	13.976	2.59

ตารางที่ 12 แสดงน้ำหนักเซลล์แห้ง ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรด และ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เมื่อใช้ปริมาณแมกนีเซียมซัลเฟต-เฮปตะไฮเดรตแตกต่างกัน

ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (วัน)	ปริมาณของ $MgSO_4.7H_2O$ %	น้ำหนักเซลล์แห้ง (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)	ปริมาณกรด (g/100ml)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
1	0.005	4.832	8.41	8.501	3.95
	0.01	5.456	8.51	8.410	3.87
	0.015	5.564	8.48	8.430	3.82
	0.02	5.573	8.45	8.450	3.84
	0.025	5.546	8.35	8.453	3.90
	0.03	5.561	8.31	8.478	3.88
	0.035	5.582	8.40	8.469	3.91
2	0.005	6.235	7.23	9.430	3.30
	0.01	6.748	7.31	9.518	3.23
	0.015	6.651	7.33	9.523	3.20
	0.02	6.723	7.27	10.017	3.18
	0.025	6.735	6.97	10.108	3.21
	0.03	6.737	6.92	10.098	3.20
	0.035	6.664	6.95	10.079	3.21
3	0.005	8.482	5.71	10.813	2.97
	0.01	9.017	5.63	11.217	2.92
	0.015	8.932	6.01	11.192	2.94
	0.02	8.817	5.09	11.201	2.89
	0.025	8.935	5.74	11.213	2.87
	0.03	9.137	5.81	11.078	2.88
	0.035	9.018	5.70	11.512	2.83

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (วัน)	ปริมาณของ $MgSO_4.7H_2O$ %	น้ำหนักเซลล์แห้ง (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)	ปริมาณกรด (g/100ml)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
4	0.005	13.362	3.95	11.595	2.79
	0.01	13.747	3.90	13.140	2.74
	0.015	13.255	3.90	13.030	2.75
	0.02	13.083	3.95	13.070	2.75
	0.025	13.157	4.10	13.070	2.77
	0.03	11.447	3.95	12.760	2.76
	0.035	11.418	3.90	13.400	2.75
5	0.005	13.374	3.31	12.014	2.65
	0.01	13.757	3.23	13.394	2.49
	0.015	13.432	3.32	13.235	2.56
	0.02	13.123	3.41	13.310	2.63
	0.025	13.310	2.97	13.320	2.62
	0.03	12.410	3.32	13.423	2.60
	0.035	12.432	3.29	13.672	2.59

ตารางที่ 13 แสดงน้ำหนักแห้งของเซลล์เมื่อใช้ปริมาณกล้าเชื้อเริ่มต้นที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (วัน)	1	2	3	4	5
$1x10^5$	2.230	11.057	14.100	16.876	16.800
$1x10^6$	5.830	11.775	15.812	18.271	18.251
$1x10^7$	5.900	11.780	15.628	17.917	18.110
$1x10^8$	5.887	11.764	15.912	18.017	18.232

ตารางที่ 14 ปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้ง ปริมาณไคติน น้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรด และ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เมื่อเลี้ยง *Aspergillus niger* ในอาหารสูตรปรับปรุง เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (วัน)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (mg/ml)	ปริมาณไคติน (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)	ปริมาณกรด (g/100ml)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
1	5.827	2.341	8.25	8.349	3.68
2	11.763	8.185	5.04	12.876	2.86
3	15.800	12.254	4.10	13.369	2.44
4	18.372	13.842	3.31	14.448	2.41
5	18.327	13.821	2.73	15.432	2.27
6	18.251	13.773	1.67	15.508	2.21
7	18.137	13.679	1.10	15.502	2.22

ตารางที่ 15 แสดงน้ำหนักเซลล์แห้ง ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรด และ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เมื่อใช้ความเร็วรอบของเครื่องเขย่าแตกต่างกัน

ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (วัน)	ความเร็วรอบของเครื่องเขย่า (รอบต่อนาที)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (mg/ml)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/ml)	ปริมาณกรด (g/100ml)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
1	150	3.438	8.30	8.20	4.02
	200	6.021	8.27	9.082	3.72
	250	6.122	8.32	9.123	3.80
2	150	10.108	7.45	10.172	3.74
	200	9.128	5.23	10.734	3.62
	250	9.203	5.17	10.925	3.56
3	150	14.236	6.10	11.234	3.24
	200	15.015	4.89	11.215	3.47
	250	14.832	6.03	11.312	3.39
4	150	16.414	5.39	11.767	2.78
	200	17.372	3.62	12.478	2.94
	250	16.992	3.52	12.618	2.89
5	150	16.420	3.42	12.022	2.56
	200	17.360	3.21	12.532	2.86
	250	17.284	3.23	12.724	2.78

ประวัติผู้เขียน

นางสาวฉัตรฤดี สุวรรณชาติ เกิดวันที่ 6 พฤษภาคม 2516 ที่จังหวัดร้อยเอ็ด สำเร็จการศึกษา ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีการศึกษา 2537 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2538 ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 17/25 ซอยประดิพัทธ 1 ถนนประดิพัทธ แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร

ได้นำงานวิจัยเรื่องนี้ ไปแสดงผลงานในการประชุมวิชาการ

The 8th Annual Meeting of the Thai Sociaty for Biotechnology and The 1996 Annual Meeting of National Center for Genetic Engineering and Biotechnology , 14-15 November 1996 ที่โรงแรมเมเลีย อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์

The Proceedings of the Second Asia Pacific Symposium ,21-23 November 1996 ที่ Bioprocess Technology Program ,Asian Institute of Techlogy Bangkok , Thailand.

The 9th Annual Meeting of the Thai Sociaty for Biotechnology and The 2nd JSPS-NRCT-DOSLIPI-VCC Seminar ,19-22 November 1997 ที่มหาวิทยาลัยสุรนารี จ. นครราชสีมา

Proceedings of the Asia-Pacific Mycological Conference on Biodiversity and Biotechnology , 6-9 July 1998 ที่โรงแรมเมเลีย อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์