เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

นิคม ติปะวาโร. "การศึกษาเครื่องหมักแบบคอลัมน์ในการผลิตยีสต์ Candida utilis เอทานอล และกรดอะซิติกจากน้ำสับปะรด." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

ไพบูลย์ ด่านวิรุทัย. "หลักการของเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการหมัก." ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2520.

สุมาลี ตั้งพัฒน์เจริญ. "การผลิตยีสต์โปรตีนโดย Candida utilis จากน้ำสับปะรด." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย, 2520.

วิชาพงษ์ หาญเบญจพงศ์. "การศึกษาการผลิตเอทานอลจากน้ำสับปะรดโดยเครื่องหมักแบบคอลัมน์." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

อำนวย สุขเหมือน. "การศึกษาเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521.

ภาษาต่างประเทศ

Adams, M.R. and Flynn, G. Fermentation ethanol: an industrial profile. Report of Tropical Products Institute, London, G 169, September, 1982.

Aiba, S., Shoda, M. and Nagotani, M. "Kinetic of Product Inhibition in Alcoholic Fermentation." Biotechnology and Bioengineering vol. X p. 845-864, 1968.

A.O.A.C. Official Method of Analysis of Analytical Chemists. 13 th ed. Wisconsin: George Banta Company. Inc., 1980.

Casida, L.E., Jr. Industrial Microbiology. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1968.

Erratt, J.A. and Stewart, G.G. J. Amer. Soc. Brew, Chemists, 36, 151, 1978.

Geiger, K.H. and Compton, J. "Method of Continuous Fermentation for Beer Production." Canad. Pat. 545, 867, 1957.

Harrison, J.S. and Graham, J.C.J. The Yeasts. vol. 3, Academic Press, 1970.

Herbert, D. "A Theoretical Analysis of Continuous Culture Systems." S.C.I. Monograph No. 12, Soc. of Chem. Industry, London, p.21, 1961.

Hough, J.S., Briggs, D.E. & Stevens, R. Malting & Brewing Science, Chapman & Hall, London, 1971.

Imrie, F.K.E. and Greenshields, R.N. "The Tubular Reactor as a Simplified Fermentor." in the IV th International Conference on "Global Impact of Applied Microbiology." at Sao Paulo, Brazil, 1973.

Kosaric, N., NG, D., Russell, I. and Stewart, G.G., In: Advanced Appl. Microbiology, ed. by Perlman, Academic Press, New York, 26, 147, 1980.

Lyons, T.P. Gasohol, A Step to Energy Independence, Alltech, Inc., Lexington, Kentucky, U.S.A., 1981.

Nagodawithana, T.W., Castellano, C. & Steinkraus, K.H. "Effect of Dissolved Oxygen, Temperature, Initial Cell Count and Sugar Concentration on the Viability of Saccharomyces cerevisiae in Rapid Fermentations." Applied Microbiology Vol.28, p. 383-391, 1974.

Olsen, A.J.C. "Manufacture of Bakers' Yeast by Continuous Fermentation I. Plant and Process." S.C.I. Monograph No. 12, Soc. of Chem, Industry, London, p. 81, 1961.

Paul, J.K. Large and Small Scale Ethyl Alcohol Manufacturing Process from Agricultural Raw Materials. Noyes Data Corporation, New Jersey, U.S.A., 1980.

Pearson, D. The Chemical Analysis of Foods. 6th ed. New York: Chemical Publishing Company, 1970.

Priestly, R.J. Effect of Heat on Food Stuffs. National Research Institute Pretoria, South Africa, Applied Science Publisher Ltd., London, 1975.

Ricketts, R.W. and Hough, J.B. Journal of the Institute of Brewing, 67 (29), 1961.

Rosario, E.J. del., Lee, K.J. & Rogers, P.L."Kinetic of Alcohol Fermentation at High Yeast Levels." Biotechnology and Bioengineering, Vol.21, p. 1477-1482, 1979.

Rosario, E.J. del, Santisopasri, V., Abrigo, C.S., Jr. and Barril, C.R. Rapid Fermentation Techniques for Producing Ethanol from Sugarcane Molasses and Biogas from Distillery Slops. Paper presented in the 2 nd ASEAN Workshop on Fermentation Technology Applied to the Utilization of Food Waste Materials, Cebu City, Philippines, October 3-8, 1983.

Rose, A.H. & Harrison, J.S. "The Yeast" Vol.3 Yeast Technology. New York: Academic Press, 1970.

Sher, H.N. "Manufacture of Bakers' Yeast by Continuous Fermentation II Instrumentation." S.C.I. Monograph No. 12, Sec. of Chem. Industry, London, p. 94, 1961.

Solomon, G.L. Materials and Method in Fermentation. New York: Academic Press, 1969.

Wang, D.I.C., Cooney, C.L., Demain, A.L., Dunnill, P., Humphrey, A.E. and Lilly, M.D. Fermentation and Enzyme Technology. New York: John Wiley & Sons, 1979.

Wasungu, K.M. & Simard, R.E. "Growth Characteristics of Bakers' Yeast in Ethanol." Biotechnology and Bioengineering. Vol.24, p. 1125-1134, 1982.

Wiley, A.J. "Food and Feed Yeasts." In L.A. Underkoffer and Hickey R.J. (eds.) Industrial Fermentation. vol. 1, New York: Chemical Publishing Co., p. 307-343, 1954.

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์

1. ความเข้มข้นของเซลยีสต์

ตรวจโดยวิธีการนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดจากกล้องจุลทรรศน์โดยตรง (Direct Microscopic Counts, DMC.)

วิธีทำ เจือจางตัวอย่างน้ำหมักด้วยน้ำกลั่นเป็น 5 เท่า หรือ 100 เท่า ตามความเหมาะสม แล้วหยดสารละลายที่เจือจางลงบน Haemocytometer ที่สะอาด นำไปตรวจนับจำนวนเซลยีสต์จากกล้องจุลทรรศน์โดยใช้กำลังขยาย 400 เท่า นับเซลยีสต์ที่อยู่บน 10 ช่องใหญ่ในแนวเส้นทแยงมุม ซึ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างที่ได้ค่าเฉลี่ยดีที่สุด จากนั้นนำจำนวนเซลยีสต์ที่นับได้มาคำนวณ

ปริมาตรที่จุสารละลายได้ทั้งหมดใน 25 ช่องใหญ่ของ Haemocytometer $= 1\times1\times0.1$ ลูกบาศก์มิลลิเมตร

$= 0.1\times10^{-3}$ มิลลิลิตร

สมมติว่าที่อัตราการเจือจาง D เท่า

Haemocytometer	10 ช่อง นับเซลยีสต์ได้	A	ตัว
"	25 " "	$\frac{25A}{10}$	ตัว
นั่นคือ สารละลายปริมาตร 0.1×10^{-3} มิลลิลิตร	มีเซลยีสต์	$\frac{25A}{10}$	ตัว
" "	1 " "	$\frac{25A}{10\times0.1\times10^{-3}}$	ตัว
		$25(10^3)A$	ตัว

แสดงว่า จำนวนเซลยีสต์ที่นับได้เท่ากับ $25(10^3)AD$ ตัว ในตัวอย่างน้ำหมัก 1 มิลลิลิตร

2. ปริมาณน้ำตาลในน้ำสับปะรดและน้ำหมัก

วิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในรูปของน้ำตาลอินเวิร์ท ตามวิธีของ Lane - Eynon (Pearson, 1970)

2.1 การเตรียมน้ำยาเคมี

2.1.1 สารละลายมาตรฐานเฟห์ลิ่ง

ประกอบด้วยส่วนผสมของสารละลายเอ และสารละลายบี ในปริมาตรที่เท่ากัน ผสมกันก่อนนำมาใช้

2.1.1.1 สารละลายเอ (สารละลายคอปเปอร์ ซัลเฟต) เตรียมโดย

2.1.1.1.1 ชั่งคอปเปอร์ ซัลเฟต, $CuSO_4.5H_2O$ 34.639 กรัม

2.1.1.1.2 ละลายคอปเปอร์ ซัลเฟต ในน้ำกลั่น แล้วปรับให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร โดยใส่ในขวดที่ทราบปริมาตรแน่นอน (Volumetric flask)

2.1.1.1.3 ทิ้งไว้ 1-2 วัน เพื่อให้สารละลายผสมกันได้ดีขึ้น จากนั้นกรองสารละลายด้วยใยแก้ว (Glass wool) หรือกระดาษกรอง

2.1.1.2 สารละลายบี (สารละลายอัลคาไลน์ ตาร์เตรท) เตรียมโดย

2.1.1.2.1 ชั่งโปตัสเซียม โซเดียม ตาร์เตรท (โรเชลท์ ซอลท์), $KNaC_4H_4O_6.4H_2O$ 173 กรัม และโซเดียม ไฮดรอกไซด์ 50 กรัม

2.1.1.2.2 ละลายสารทั้งสองในน้ำกลั่น แล้วปรับให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ใส่ในขวดที่ทราบปริมาตรแน่นอน

2.1.1.2.3 ทิ้งไว้ 1-2 วัน จากนั้นกรองสารละลายด้วยใยแก้ว หรือกระดาษกรอง

2.1.2 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอล

2.1.3 สารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 40 (น้ำหนักต่อปริมาตร)

2.1.4 สารละลายเมทิลลีนบลูร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) เตรียมโดยชั่งเมทิลลีนบลู 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

2.2 การหาแฟคเตอร์ของสารละลายเฟห์ลิ่งมาตรฐาน

ก่อนนำสารละลายเฟห์ลิ่งไปใช้จะต้องหาแฟคเตอร์สำหรับสารละลายเฟห์ลิ่งในปริมาตรใด ๆ ที่ทำปฏิกริยาพอดีกับสารละลายน้ำตาลอินเวิร์ทมาตรฐาน

2.2.1 สารละลายน้ำตาลอินเวิร์ทมาตรฐาน (Standard invert sugar solution) เตรียมโดย

2.2.1.1 ชั่งน้ำตาลซูโครส 0.5 กรัม (อย่างละเอียด)

2.2.1.2 ละลายซูโครสด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร เพื่อย่อยซูโครสให้เป็นน้ำตาลอินเวิร์ท

2.2.1.3 ทิ้งไว้ 1 วัน ทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียม-ไฮดรอกไซด์ร้อยละ 40 แล้วทำให้เป็นกรดเล็กน้อยด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอล (ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส)

2.2.1.4 เติมน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร โดยใส่ในขวดที่ทราบปริมาตรแน่นอน เขย่าให้เข้ากัน

2.2.2 การหาแฟคเตอร์ของสารละลายเฟห์ลิ่งมาตรฐาน

วิธีทำ ผสมสารละลายเอ และสารละลายบี ในปริมาตรที่เท่ากัน ผสมให้เข้ากัน ต้มให้เดือด ขณะเดียวกันไขสารละลายน้ำตาลอินเวิร์ทมาตรฐานจากบิวเรตลงไปทีละน้อย จนสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีน้ำตาลแดง เติมสารละลายเมทิลลีนบลูร้อยละ 1 ลงไป 2-3 หยด แล้วค่อย ๆ หยดสารละลายน้ำตาลอินเวิร์ทมาตรฐานลงไปทีละหยด สังเกตสีเมทิลลีนบลูจางหายไป และเกิดตะกอนสีน้ำตาลแดงของคิวปรัส ออกไซด์ (Cu_2O) อ่านปริมาตรของสารละลายน้ำตาลอินเวิร์ทมาตรฐานที่ใช้ติเตรท เพื่อนำไปคำนวณหาแฟคเตอร์ที่ต้องการต่อไป ในการติเตรทปริมาตรของสารละลายน้ำตาลอินเวิร์ทมาตรฐานที่ใช้หลังจากเติมเมทิลลีนบลูไม่ควรเกิน 1 มิลลิลิตร และเวลาในการติเตรทไม่ควรเกิน 1 นาที รวมเวลาที่ใช้ในการติเตรททั้งหมดก็ไม่ควรเกิน 3 นาที และขณะติเตรทสารละลายต้องเดือดตลอดเวลา เพื่อเป็นการไล่อากาศซึ่งมีก๊าซออกซิเจนปนอยู่ จะเกิดปฏิกริยาออกซิเดชั่น ทำให้สารละลายกลายเป็นสีน้ำเงินอีก

กลไกการย่อยสลายน้ำตาลซูโครส

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{\text{ไฮโดรไลส์}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

	ซูโครส	กลูโคส	ฟรุคโตส
น้ำหนักโมเลกุล	342.296	180.156	180.156

นั่นคือ ซูโครส 1 โมเลกุล ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 342.296 กรัม ถูกไฮโดรไลส์ให้น้ำตาลอินเวิร์ท 2 โมเลกุล ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลรวมเท่ากับ 360.312 กรัม

ตัวอย่างวิธีการคำนวณ

น้ำหนักซูโครส = 0.5024 กรัม

ถ้าใช้สารละลายเฟห์ลิ่งในปริมาตร = 10 มิลลิลิตร

ปริมาตรสารละลายน้ำตาลอินเวิร์ทมาตรฐานที่ใช้ = 9.7 มิลลิลิตร

สารละลายน้ำตาลอินเวิร์ทมาตรฐาน 100 มิลลิลิตร = 0.5024 กรัมของซูโครส

" 9.7 " = $\frac{0.5024 \times 9.7}{100}$ "

342.296 กรัมของซูโครส = 360.312 กรัมของน้ำตาลอินเวิร์ท

$\frac{0.5024 \times 9.7}{100}$ " = $\frac{360.312 \times 0.5024 \times 9.7}{342.296 \times 100}$ "

= 0.051298 "

∴แฟคเตอร์สำหรับสารละลายเฟห์ลิ่ง 10 มิลลิลิตร = 0.051298 "

แสดงว่า สารละลายเฟห์ลิ่ง 10 มิลลิลิตร จะทำปฏิกริยาพอดีกับ 0.051298 กรัมของสารละลายน้ำตาลอินเวิร์ทมาตรฐาน

ทำนองเดียวกันสามารถหาแฟคเตอร์สำหรับสารละลายเฟห์ลิ่งปริมาตรใด ๆ ได้ด้วยวิธีการนี้

2.3 การหาร้อยละของน้ำตาลในน้ำสับปะรดและในน้ำหมัก

ในการหาร้อยละของน้ำตาลในน้ำสับปะรดและในน้ำหมัก จะต้องทราบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในสารละลายนั้น ๆ เสียก่อน ในรูปขององศาบริกซ์ เพื่อที่จะได้ใช้ปริมาณของน้ำสับปะรดและน้ำหมักได้อย่างถูกต้อง เพราะในการติเตรทนั้น ปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ถูกต้องควรใช้ในช่วง 10-20 มิลลิลิตร ไม่ควรใช้มากหรือน้อยเกินไป ซึ่งปริมาตรที่ใช้พอสรุปได้ดังนี้

18	องศาบริกซ์ขึ้นไป	ใช้ปริมาตรน้ำสับปะรด	= 2	มิลลิลิตร
14-17	องศาบริกซ์	ใช้ปริมาตรน้ำสับปะรด	= 4	"
10-13	"	"	= 10	"
ต่ำกว่า 10	"	"	= 20	"

วิธีทำ ปิเปตต์ตัวอย่างน้ำสับปะรดตามที่กล่าวมาข้างต้น แล้วเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอลลงไปประมาณร้อยละ 20 ของปริมาตรตัวอย่าง เพื่อย่อยสลายน้ำตาลซูโครสให้เป็นน้ำตาลอินเวิร์ท เขย่าให้ผสมกัน นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 15 นาที เพื่อให้เกิดการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ ทิ้งให้เย็น แล้วทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 40 ทำให้สารละลายเป็นกรดเล็กน้อยด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอล แล้วปรับปริมาตรทั้งหมดด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดที่ทราบปริมาตรแน่นอน เรียกสารละลายที่ได้นี้ว่า "สารละลายน้ำตาล"

ผสมสารละลายเฟห์ลิ่งในปริมาตรที่เท่ากัน เขย่าให้ผสมกัน ติเตรทกับสารละลายน้ำตาล ใช้วิธีการเช่นเดียวกับการหาแฟคเตอร์ของสารละลายเฟห์ลิ่งมาตรฐาน จนกระทั่งได้ตะกอนสีน้ำตาลแดง นำปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ไปคำนวณหาร้อยละน้ำตาลอินเวิร์ทในตัวอย่างน้ำสับปะรด

ตัวอย่างวิธีคำนวณ

ตัวอย่างน้ำสับปะรดมีของแข็งที่ละลายได้	=	14	องศาบริกซ์
ปิเปตต์น้ำสับปะรดมาวิเคราะห์	=	4	มิลลิลิตร
ใช้สารละลายเฟห์ลิ่ง	=	10	"
ปริมาณสารละลายน้ำตาลที่ใช้	=	9.3	"
10 มิลลิลิตร ของสารละลายเฟห์ลิ่ง	=	0.051298	กรัมของน้ำตาลอินเวิร์ท
9.3 มิลลิลิตร ของสารละลายน้ำตาล		0.051298	"
100 มิลลิลิตร ของสารละลายน้ำตาล	=	$\frac{0.051298 \times 100}{9.3}$	"
แสดงว่า 4 มิลลิลิตร ของตัวอย่างน้ำสับปะรด	=	$\frac{0.051298 \times 100}{9.3}$	"
100 " "	=	$\frac{0.051298 \times 100 \times 100}{9.3 \times 4}$	"
	=	13.78	"

ปริมาณน้ำตาลอินเวิร์ทในน้ำสับปะรดคิดเป็นร้อยละ 13.78

ในการทดลองได้ทำ 2 ตัวอย่าง แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย

3. ปริมาณเอทานอลในตัวอย่างน้ำหมัก

ใช้วิธีใน Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 1980.

วิธีทำ ตัวอย่างน้ำหมัก 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร กลั่นในขวดกลั่นขนาด 250 มิลลิลิตร รองรับส่วนที่กลั่นได้ด้วยขวดที่ทราบปริมาตรแน่นอน ขนาด 100 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมกันดี นำไปหาความถ่วงจำเพาะโดยใช้ Regnault pycnometer ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่กลั่นได้นี้เทียบกับน้ำหนักของน้ำกลั่นที่ชั่งใน pycnometer ใบเดียวกัน ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะ แล้วนำค่าความถ่วงจำเพาะไปหาปริมาณของเอทานอลจากตารางในภาคผนวก ข

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักน้ำที่มีปริมาตรเท่าตัวอย่าง}}$$

ตัวอย่างวิธีคำนวณ

(RP = Regnault pycnometer)

น้ำหนัก RP + ตัวอย่าง	=	46.9285	กรัม
น้ำหนัก RP	=	22.1771	"
น้ำหนักตัวอย่าง	=	24.7514	"
น้ำหนัก RP + น้ำกลั่น	=	47.2466	"
น้ำหนักน้ำกลั่น	=	25.0605	"

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{24.7514}{25.0695}$$

$$= 0.9873$$

ในการทดลองทำ 2 ตัวอย่าง นำค่าที่ได้มาเฉลี่ย

นำค่าความถ่วงจำเพาะ 0.9873 ไปหาปริมาณเอทานอลจากตารางในภาคผนวก ข ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส จะได้ปริมาณเอทานอล เท่ากับร้อยละ 9.10 (โดยปริมาตร)

Percentages by volume at 15.56°C (60°F) of ethyl alcohol corresponding to apparent specific gravity at various temperatures[a]

Apparent Specific Gravity	15.56 / 15.56	20/20	22/22	24/24	25/25	26/26	28/28	30/30	32/32	34/34	35/35	36/36
1.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.9999	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
98	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13
97	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20
96	.27	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26
95	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33
94	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40
93	.47	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46
92	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.53
91	.60	.60	.60	.60	.60	.60	.60	.60	.60	.60	.60	.60
90	.67	.66	.66	.66	.66	.66	.66	.66	.66	.66	.66	.66
89	.73	.73	.73	.73	.73	.73	.73	.73	.73	.73	.73	.73
88	.80	.80	.80	.80	.80	.80	.79	.79	.79	.79	.79	.79
87	.87	.87	.87	.87	.87	.87	.86	.86	.86	.86	.86	.86
86	.93	.93	.93	.93	.93	.93	.93	.93	.93	.93	.93	.93
85	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.99	.99	.99	.99	.99	.99
84	.07	.07	.07	.07	.07	.07	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
83	.14	.14	.14	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13
82	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.19	.19	.19	.19	.19
81	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.26	.26	.26	.26	.26	.26
80	.34	.34	.34	.34	.34	.33	.33	.32	.32	.32	.32	.32
79	.41	.41	.41	.40	.40	.40	.40	.39	.39	.39	.39	.39
78	.48	.48	.48	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.46	.46	.46
77	.54	.54	.54	.54	.54	.53	.53	.53	.53	.53	.52	.52
76	.61	.61	.61	.60	.60	.60	.60	.59	.59	.59	.59	.59
75	.68	.68	.68	.67	.67	.67	.67	.66	.66	.66	.66	.66
74	.75	.75	.75	.74	.74	.73	.73	.73	.73	.72	.72	.72
73	.82	.81	.81	.81	.81	.80	.80	.80	.80	.79	.79	.79
72	.88	.88	.88	.87	.87	.87	.86	.86	.86	.85	.85	.85
71	.95	.95	.95	.94	.94	.94	.93	.93	.93	.92	.92	.92
70	2.02	2.02	2.02	2.01	2.01	2.01	2.00	2.00	2.00	.99	.99	.99
69	.09	.09	.09	.08	.08	.08	.07	.07	.06	2.05	2.05	2.05
68	.16	.15	.15	.14	.14	.14	.14	.14	.13	.12	.12	.12
67	.23	.22	.22	.21	.21	.21	.20	.20	.20	.19	.19	.19
66	.30	.29	.29	.28	.28	.28	.27	.27	.27	.26	.26	.26
65	.37	.36	.36	.35	.35	.35	.34	.34	.33	.32	.32	.32
64	.43	.43	.43	.42	.42	.42	.41	.41	.40	.39	.39	.39
63	.50	.50	.50	.49	.49	.49	.48	.48	.47	.46	.46	.46
62	.57	.57	.57	.56	.56	.56	.55	.54	.54	.53	.53	.53
61	.64	.64	.64	.63	.63	.63	.62	.61	.60	.60	.59	.59
60	.71	.70	.70	.70	.70	.70	.69	.68	.67	.67	.66	.66
59	.78	.77	.77	.77	.77	.77	.76	.75	.74	.74	.73	.73
58	.85	.84	.84	.83	.83	.83	.82	.82	.81	.81	.80	.80
57	.92	.91	.91	.90	.90	.90	.89	.88	.87	.87	.86	.86
56	.99	.98	.98	.97	.97	.97	.96	.95	.94	.94	.93	.93
55	3.06	3.05	3.05	3.04	3.04	3.04	3.03	3.02	3.01	3.01	3.00	3.00
54	.13	.12	.12	.11	.11	.11	.10	.09	.08	.08	.07	.07
53	.20	.19	.19	.18	.18	.18	.17	.16	.15	.15	.14	.14
52	.27	.26	.26	.25	.25	.25	.24	.23	.22	.22	.21	.21
51	.34	.33	.33	.32	.32	.32	.31	.30	.29	.28	.27	.27
50	.41	.40	.40	.39	.39	.39	.38	.37	.36	.35	.34	.34
49	.49	.47	.47	.46	.46	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.41
48	.56	.54	.54	.53	.53	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.48
47	.63	.61	.61	.60	.60	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.55
46	.70	.68	.68	.67	.67	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.62
45	.77	.76	.75	.74	.74	.74	.73	.72	.70	.69	.68	.68
44	.84	.83	.82	.81	.81	.81	.79	.78	.77	.76	.75	.75
43	.91	.90	.89	.88	.88	.88	.86	.85	.84	.83	.82	.82
42	.99	.97	.96	.95	.95	.95	.93	.92	.91	.90	.89	.89
41	4.06	4.04	4.03	4.02	4.02	4.02	4.00	.99	.98	.97	.96	.96
40	.13	.11	.10	.10	.09	.09	.07	4.06	4.05	4.04	4.03	4.03
39	.20	.18	.17	.17	.16	.16	.14	.13	.12	.11	.10	.10
38	.28	.26	.25	.25	.24	.23	.21	.20	.19	.18	.17	.17
37	.35	.33	.32	.32	.31	.30	.28	.27	.26	.25	.24	.24
36	.42	.40	.39	.39	.38	.37	.36	.35	.33	.32	.31	.30
35	.50	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.40	.39	.38	.37
34	.57	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.47	.46	.45	.44
33	.64	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.54	.53	.52	.51
32	.71	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.61	.60	.59	.58
31	.79	.77	.76	.75	.74	.73	.72	.70	.68	.67	.66	.65

(Continued)

[a] Compiled at National Bureau of Standards. Table is based on data published in *Bull. Natl. Bur. Std.* 9(3) (1913), (Sci. Paper No. 197).

Percentages by volume at 15.56°C (60°F) of ethyl alcohol corresponding to apparent specific gravity at various temperatures°—*Continued.*

Apparent Specific Gravity	15.56 / 15.56	20/20	22/22	24/24	25/25	26/26	28/28	30/30	32/32	34/34	35/35	36/36
0.9930	4.86	4.84	4.83	4.82	4.81	4.80	4.79	4.77	4.75	4.74	4.73	4.72
29	.93	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.84	.82	.81	.80	.79
28	5.01	.98	.97	.96	.95	.94	.93	.91	.89	.88	.87	.86
27	.08	5.06	5.04	5.03	5.02	5.01	5.00	.98	.96	.95	.94	.93
26	.16	.13	.12	.11	.10	.09	.07	5.05	5.03	5.02	5.01	5.00
25	.23	.21	.19	.18	.17	.16	.14	.12	.10	.09	.08	.07
24	.31	.28	.26	.25	.24	.23	.21	.20	.18	.16	.15	.14
23	.39	.36	.34	.33	.32	.31	.29	.27	.25	.23	.22	.21
22	.46	.43	.41	.40	.39	.38	.36	.34	.32	.30	.29	.28
21	.54	.51	.49	.48	.47	.46	.44	.42	.40	.38	.37	.36
20	.61	.58	.56	.55	.54	.53	.51	.49	.47	.45	.44	.43
19	.69	.66	.64	.62	.61	.60	.58	.56	.54	.52	.51	.50
18	.77	.73	.71	.70	.69	.68	.66	.64	.62	.59	.58	.57
17	.84	.81	.79	.77	.76	.75	.73	.71	.69	.66	.65	.64
16	.92	.88	.86	.85	.84	.83	.80	.78	.76	.74	.73	.72
15	.99	.96	.94	.92	.91	.90	.87	.85	.83	.81	.80	.79
14	6.07	6.03	6.01	6.00	.99	.98	.95	.93	.91	.88	.87	.86
13	.15	.11	.09	.07	6.06	6.05	6.02	6.00	.98	.95	.94	.93
12	.23	.18	.16	.15	.14	.13	.10	.08	6.05	6.02	6.01	6.00
11	.30	.26	.24	.22	.21	.20	.17	.15	.12	.10	.09	.08
10	.38	.34	.32	.30	.29	.28	.25	.23	.20	.17	.16	.15
09	.46	.41	.39	.37	.36	.35	.32	.30	.28	.25	.24	.23
08	.54	.49	.47	.45	.44	.43	.40	.38	.35	.32	.31	.30
07	.62	.57	.55	.53	.52	.51	.48	.45	.42	.39	.38	.37
06	.70	.65	.63	.60	.59	.58	.55	.53	.50	.47	.46	.45
05	.77	.73	.71	.68	.67	.66	.63	.60	.57	.54	.53	.52
04	.85	.80	.78	.75	.74	.73	.70	.68	.65	.62	.60	.59
03	.93	.88	.86	.83	.82	.81	.78	.75	.72	.69	.68	.67
02	7.01	.96	.93	.90	.89	.88	.85	.83	.80	.77	.75	.74
01	.09	7.04	7.01	.98	.97	.95	.92	.90	.87	.84	.82	.81
00	.17	.12	.09	7.06	7.05	7.03	7.00	.98	.94	.91	.90	.88
0.9899	.25	.19	.16	.13	.12	.10	.07	7.05	7.01	.98	.97	.95
98	.33	.27	.24	.21	.20	.18	.15	.13	.09	7.06	7.04	7.02
97	.41	.35	.32	.29	.28	.26	.23	.21	.17	.14	.12	.10
96	.50	.43	.40	.37	.36	.34	.31	.28	.24	.21	.19	.17
95	.58	.51	.48	.45	.44	.42	.39	.36	.32	.29	.27	.25
94	.66	.59	.56	.53	.52	.50	.47	.44	.40	.36	.34	.32
93	.74	.67	.64	.60	.59	.57	.54	.51	.47	.44	.42	.40
92	.82	.75	.72	.68	.67	.65	.62	.59	.55	.51	.49	.47
91	.90	.82	.79	.76	.75	.73	.70	.66	.62	.59	.57	.55
90	.98	.90	.87	.84	.83	.81	.78	.74	.70	.66	.64	.62
89	8.07	.98	.95	.92	.91	.89	.86	.82	.78	.74	.72	.70
88	.15	8.06	8.03	8.00	.98	.96	.93	.89	.85	.81	.79	.77
87	.23	.15	.11	.08	8.06	8.04	8.01	.97	.93	.89	.87	.85
86	.32	.23	.19	.16	.14	.12	.09	8.05	8.01	.96	.94	.92
85	.40	.31	.27	.24	.22	.20	.16	.12	.08	8.04	8.02	8.00
84	.48	.39	.35	.32	.30	.28	.24	.20	.16	.11	.09	.07
83	.57	.47	.43	.40	.38	.36	.32	.27	.23	.19	.17	.15
82	.65	.55	.51	.48	.46	.44	.40	.35	.31	.26	.24	.22
81	.73	.63	.59	.56	.54	.52	.48	.43	.39	.34	.32	.30
80	.82	.71	.67	.63	.61	.59	.55	.50	.46	.41	.39	.37
79	.90	.79	.75	.71	.69	.67	.63	.58	.54	.49	.47	.45
78	.98	.88	.84	.79	.77	.75	.71	.66	.61	.56	.54	.52
77	9.07	.96	.92	.87	.85	.83	.78	.73	.69	.64	.62	.60
76	.15	9.04	9.00	.95	.93	.91	.86	.81	.76	.71	.69	.67
75	.24	.13	.08	9.03	9.01	.99	.94	.89	.84	.79	.77	.75
74	.32	.21	.16	.11	.09	9.07	9.02	.96	.91	.86	.84	.82
73	.40	.29	.24	.19	.17	.15	.10	9.04	.99	.94	.92	.90
72	.49	.38	.33	.27	.25	.23	.18	.12	9.07	9.02	.99	.97
71	.57	.46	.41	.35	.33	.31	.26	.20	.15	.10	9.07	9.05
70	.66	.54	.49	.43	.41	.38	.33	.27	.22	.17	.14	.12
69	.74	.62	.57	.51	.49	.46	.41	.35	.30	.25	.22	.19
68	.82	.70	.65	.59	.57	.54	.49	.43	.37	.32	.29	.26
67	.91	.79	.74	.68	.65	.62	.57	.51	.45	.40	.37	.34
66	.99	.87	.82	.76	.73	.70	.65	.59	.53	.47	.44	.41
65	10.08	.95	.90	.84	.81	.78	.72	.66	.60	.54	.51	.48
64	.16	10.03	.98	.92	.89	.86	.80	.74	.68	.62	.59	.56
63	.25	.11	10.06	10.00	.97	.94	.88	.82	.76	.69	.66	.63
62	.33	.20	.14	.08	10.05	10.02	.96	.90	.84	.77	.74	.71
61	.42	.28	.22	.16	.13	.10	10.04	.98	.91	.84	.81	.78

(*Continued*)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Percentages by volume at 15.56°C (60°F) of ethyl alcohol corresponding to apparent specific gravity at various temperatures[a]—*Continued.*

Apparent Specific Gravity	15.56 / 15.56	20/20	22/22	24/24	25/25	26/26	28/28	30/30	32/32	34/34	35/35	36/36
0.9860	10.50	10.36	10.30	10.24	10.21	10.18	10.11	10.05	9.99	9.92	9.89	9.86
59	.59	.44	.38	.32	.29	.26	.19	.13	10.06	.99	.96	.93
58	.68	.53	.47	.40	.37	.34	.27	.21	.14	10.07	10.04	10.00
57	.76	.61	.55	.48	.44	.41	.34	.28	.21	.14	.11	.07
56	.85	.69	.63	.56	.52	.49	.42	.36	.29	.22	.19	.15
55	.93	.78	.71	.64	.60	.57	.50	.44	.37	.30	.26	.23
54	11.02	.86	.79	.72	.68	.65	.58	.52	.45	.38	.34	.31
53	.11	.94	.87	.80	.76	.73	.66	.59	.52	.45	.41	.38
52	.19	11.03	.96	.88	.84	.81	.74	.67	.60	.53	.49	.45
51	.28	.11	11.04	.96	.92	.89	.82	.75	.67	.60	.56	.52
50	.37	.19	.12	11.04	11.00	.96	.89	.82	.74	.67	.63	.59
49	.46	.28	.20	.12	.08	11.04	.97	.90	.82	.75	.71	.67
48	.54	.36	.28	.20	.16	.12	11.05	.98	.90	.82	.78	.74
47	.63	.45	.36	.28	.24	.20	.13	11.05	.97	.90	.86	.82
46	.72	.53	.45	.37	.33	.29	.21	.13	11.05	.97	.93	.89
45	.81	.61	.53	.45	.41	.37	.29	.21	.13	11.05	11.01	.97
44	.89	.70	.62	.53	.49	.45	.37	.29	.21	.12	.08	11.04
43	.98	.78	.70	.61	.57	.53	.44	.36	.28	.20	.16	.12
42	12.07	.87	.78	.69	.65	.61	.52	.44	.36	.27	.23	.19
41	.16	.95	.86	.78	.73	.69	.60	.52	.44	.35	.31	.27
40	.25	12.04	.95	.86	.81	.77	.68	.60	.51	.42	.38	.34
39	.34	.12	12.03	.94	.89	.85	.76	.67	.58	.50	.46	.42
38	.43	.21	.12	12.03	.98	.93	.84	.75	.66	.57	.53	.49
37	.52	.29	.20	.11	12.06	12.01	.92	.83	.74	.65	.61	.57
36	.61	.38	.28	.19	.14	.09	12.00	.91	.82	.73	.68	.64
35	.70	.47	.37	.27	.22	.17	.07	.98	.89	.80	.76	.72
34	.79	.55	.45	.35	.30	.25	.15	12.06	.97	.88	.83	.79
33	.88	.64	.54	.44	.39	.34	.24	.14	12.05	.96	.91	.86
32	.97	.73	.63	.52	.47	.42	.32	.22	.12	12.03	.98	.93
31	13.06	.81	.71	.60	.55	.50	.40	.30	.20	.11	12.06	12.01
30	.16	.90	.79	.68	.63	.58	.48	.38	.28	.19	.14	.09
29	.25	.99	.88	.77	.71	.66	.56	.46	.36	.26	.21	.16
28	.34	13.07	.96	.85	.80	.74	.64	.54	.44	.34	.29	.24
27	.43	.16	13.05	.93	.88	.82	.72	.62	.52	.42	.37	.32
26	.52	.25	.13	13.01	.96	.90	.80	.70	.59	.49	.44	.39
25	.61	.34	.22	.10	13.04	.99	.88	.78	.67	.57	.52	.47
24	.71	.43	.31	.19	.13	13.08	.97	.86	.75	.65	.60	.55
23	.80	.51	.39	.27	.21	.16	13.05	.94	.83	.72	.67	.62
22	.89	.60	.47	.35	.29	.24	.13	13.02	.91	.80	.75	.70
21	.98	.68	.56	.44	.38	.33	.22	.10	.99	.88	.82	.77
20	14.08	.77	.64	.52	.46	.40	.29	.18	13.06	.95	.90	.85
19	.17	.86	.73	.61	.55	.49	.37	.26	.15	13.04	.98	.93
18	.26	.95	.82	.69	.63	.57	.45	.34	.22	.11	13.05	13.00
17	.36	14.04	.91	.78	.72	.66	.54	.42	.30	.19	.13	.08
16	.45	.13	14.00	.87	.80	.74	.62	.50	.38	.27	.21	.16
15	.55	.22	.08	.95	.88	.82	.70	.58	.46	.34	.28	.23
14	.64	.30	.17	14.04	.97	.91	.78	.66	.54	.42	.36	.30
13	.74	.39	.25	.12	14.05	.99	.86	.74	.62	.50	.44	.38
12	.83	.48	.34	.20	.13	14.07	.94	.82	.70	.58	.52	.46
11	.92	.57	.43	.29	.22	.16	14.03	.90	.77	.65	.59	.53
10	15.02	.66	.51	.37	.30	.24	.11	.98	.85	.73	.67	.61
09	.11	.75	.60	.46	.39	.32	.19	14.06	.93	.81	.75	.69
08	.21	.84	.69	.54	.47	.40	.27	.14	14.01	.88	.82	.76
07	.30	.93	.77	.62	.55	.48	.35	.22	.09	.96	.90	.84
06	.40	15.02	.86	.71	.64	.57	.43	.30	.17	14.04	.98	.92
05	.49	.11	.95	.79	.72	.65	.51	.38	.25	.12	14.05	.99
04	.58	.20	15.04	.88	.81	.74	.60	.46	.33	.20	.13	14.07
03	.67	.28	.12	.96	.89	.82	.68	.54	.41	.28	.21	.15
02	.77	.37	.21	15.05	.97	.90	.76	.62	.49	.36	.29	.23
01	.87	.46	.30	.14	15.06	.99	.84	.70	.56	.43	.36	.30
00	.96	.55	.39	.23	.15	15.07	.92	.78	.64	.51	.44	.38
0.9799	16.06	.64	.48	.32	.24	.16	15.01	.86	.72	.59	.52	.46
98	.15	.73	.46	.40	.32	.24	.09	.94	.80	.67	.60	.54
97	.25	.82	.55	.49	.41	.33	.17	15.02	.88	.74	.67	.61
96	.35	.91	.64	.57	.49	.41	.26	.11	.96	.82	.75	.68
95	.44	16.00	.83	.66	.58	.50	.34	.19	15.04	.90	.83	.76
94	.54	.10	.92	.75	.66	.59	.43	.27	.12	.98	.91	.84
93	.63	.19	16.01	.84	.75	.67	.51	.35	.20	15.05	.98	.91
92	.73	.28	.10	.93	.84	.76	.59	.43	.28	.13	15.06	.99
91	.83	.37	.19	16.01	.92	.84	.67	.51	.36	.21	.14	15.07

(Continued)

Percentages by volume at 15.56°C (60°F) of ethyl alcohol corresponding to apparent specific gravity at various temperatures[a]—*Continued.*

Apparent Specific Gravity	15.56 / 15.56	20/20	22/22	24/24	25/25	26/26	28/28	30/30	32/32	34/34	35/35	36/36
0.9790	16.92	16.46	16.27	16.09	16.00	15.92	15.75	15.59	15.44	15.29	15.22	15.15
89	17.02	.55	.26	.18	.09	16.01	.84	.67	.52	.37	.30	.23
88	.12	.64	.45	.27	.18	.10	.93	.76	.61	.45	.38	.31
87	.22	.73	.54	.36	.27	.18	16.01	.84	.68	.52	.45	.38
86	.32	.83	.63	.44	.35	.26	.09	.92	.76	.60	.53	.46
85	.42	.92	.72	.53	.44	.35	.17	16.00	.84	.68	.61	.53
84	.51	17.01	.81	.62	.53	.44	.26	.08	.92	.76	.69	.61
83	.61	.10	.90	.70	.61	.52	.34	.17	.10	.84	.77	.69
82	.71	.20	.99	.79	.70	.61	.43	.25	16.08	.92	.84	.76
81	.81	.29	17.08	.88	.78	.69	.51	.33	.16	16.00	.92	.84
80	.91	.38	.17	.97	.87	.78	.59	.41	.24	.08	16.00	.92
79	18.01	.47	.26	17.06	.96	.87	.68	.50	.33	.16	.08	16.00
78	.11	.57	.35	.14	17.04	.95	.76	.58	.41	.24	.16	.08
77	.21	.66	.44	.23	.13	17.04	.85	.66	.49	.32	.24	.16
76	.31	.75	.53	.32	.22	.12	.93	.74	.57	.40	.32	.24
75	.41	.84	.62	.40	.30	.20	17.01	.83	.65	.48	.40	.32
74	.51	.94	.72	.50	.39	.29	.10	.91	.73	.56	.48	.40
73	.61	18.03	.81	.59	.48	.38	.18	.99	.81	.64	.56	.48
72	.71	.12	.90	.68	.57	.47	.27	17.07	.89	.72	.63	.55
71	.81	.22	.99	.76	.65	.55	.35	.16	.97	.80	.71	.63
70	.91	.31	18.08	.85	.74	.63	.43	.24	17.05	.88	.79	.71
69	19.01	.40	.16	.94	.83	.72	.52	.32	.14	.96	.87	.79
68	.11	.50	.25	18.02	.91	.80	.60	.40	.22	17.04	.95	.86
67	.21	.59	.34	.11	18.00	.89	.69	.49	.30	.12	17.03	.94
66	.32	.69	.44	.20	.09	.98	.78	.57	.38	.20	.11	17.02
65	.42	.78	.53	.29	.18	18.07	.86	.65	.46	.28	.19	.10
64	.52	.88	.63	.38	.27	.16	.95	.74	.55	.36	.27	.17
63	.62	.97	.71	.47	.35	.24	18.03	.82	.62	.43	.35	.25
62	.72	19.07	.81	.56	.44	.33	.11	.90	.70	.51	.43	.33
61	.83	.16	.80	.65	.53	.42	.20	.98	.78	.59	.50	.41
60	.93	.26	.99	.74	.62	.50	.28	18.07	.87	.67	.58	.49
59	20.03	.35	19.08	.83	.71	.60	.37	.15	.95	.75	.66	.56
58	.13	.45	.18	.92	.80	.69	.46	.23	18.03	.83	.74	.64
57	.23	.54	.27	19.01	.88	.77	.54	.32	.11	.91	.82	.72
56	.33	.64	.36	.10	.97	.86	.62	.40	.19	.99	.90	.80
55	.43	.73	.45	.19	19.06	.94	.70	.48	.27	18.07	.98	.88
54	.53	.83	.55	.28	.15	19.03	.79	.57	.36	.15	18.06	.96
53	.63	.92	.64	.37	.24	.12	.88	.65	.44	.23	.13	18.04
52	.73	20.02	.73	.46	.33	.21	.96	.73	.52	.31	.21	.12
51	.83	.11	.82	.55	.42	.30	19.05	.82	.60	.39	.29	.19
50	.93	.20	.91	.64	.50	.38	.13	.90	.68	.47	.37	.27
49	21.03	.30	20.01	.73	.59	.47	.22	.98	.76	.55	.45	.35
48	.13	.39	.10	.82	.68	.56	.31	19.07	.85	.64	.53	.43
47	.23	.48	.19	.91	.77	.65	.39	.15	.93	.72	.61	.51
46	.33	.58	.28	20.00	.86	.74	.48	.24	19.01	.80	.69	.59
45	.43	.67	.37	.09	.95	.82	.56	.32	.09	.88	.77	.67
44	.52	.76	.46	.17	20.03	.90	.64	.40	.17	.96	.85	.75
43	.62	.86	.55	.26	.12	.99	.73	.49	.26	19.04	.93	.83
42	.72	.95	.64	.35	.21	20.08	.82	.57	.34	.12	19.01	.91
41	.82	21.04	.73	.44	.30	.17	.91	.66	.42	.20	.09	.98
40	.92	.14	.82	.53	.38	.25	.99	.74	.50	.28	.17	19.06
39	22.02	.23	.91	.62	.47	.34	20.07	.82	.58	.35	.24	.23
38	.12	.32	21.00	.71	.56	.43	.16	.90	.66	.43	.32	.31
37	.22	.41	.09	.79	.64	.51	.24	.98	.74	.51	.40	.29
36	.31	.50	.18	.88	.73	.59	.32	20.06	.82	.59	.48	.37
35	.41	.60	.27	.97	.82	.68	.41	.15	.90	.67	.56	.45
34	.51	.69	.36	21.05	.90	.77	.50	.24	.99	.75	.64	.53
33	.61	.78	.45	.14	.99	.85	.58	.32	20.07	.83	.72	.61
32	.71	.87	.54	.23	21.08	.94	.66	.40	.15	.91	.80	.68
31	.80	.96	.63	.32	.16	21.02	.74	.48	.23	.99	.87	.76
30	.90	22.05	.72	.41	.25	.11	.83	.56	.31	20.07	.95	.84
29	23.00	.14	.81	.50	.34	.20	.91	.64	.39	.15	20.03	.92
28	.10	.24	.90	.58	.42	.28	.99	.72	.47	.23	.11	20.00
27	.19	.33	.99	.67	.51	.36	21.07	.80	.55	.31	.19	.08
26	.29	.42	22.08	.76	.59	.45	.16	.89	.63	.39	.27	.16
25	.38	.51	.17	.84	.68	.53	.24	.97	.71	.46	.34	.23
24	.48	.60	.26	.93	.77	.62	.33	21.05	.79	.54	.42	.30
23	.58	.69	.34	22.01	.85	.70	.41	.13	.87	.62	.50	.38
22	.67	.78	.43	.10	.94	.78	.49	.21	.95	.70	.58	.46
21	.77	.87	.52	.19	22.03	.87	.58	.30	21.03	.78	.66	.54

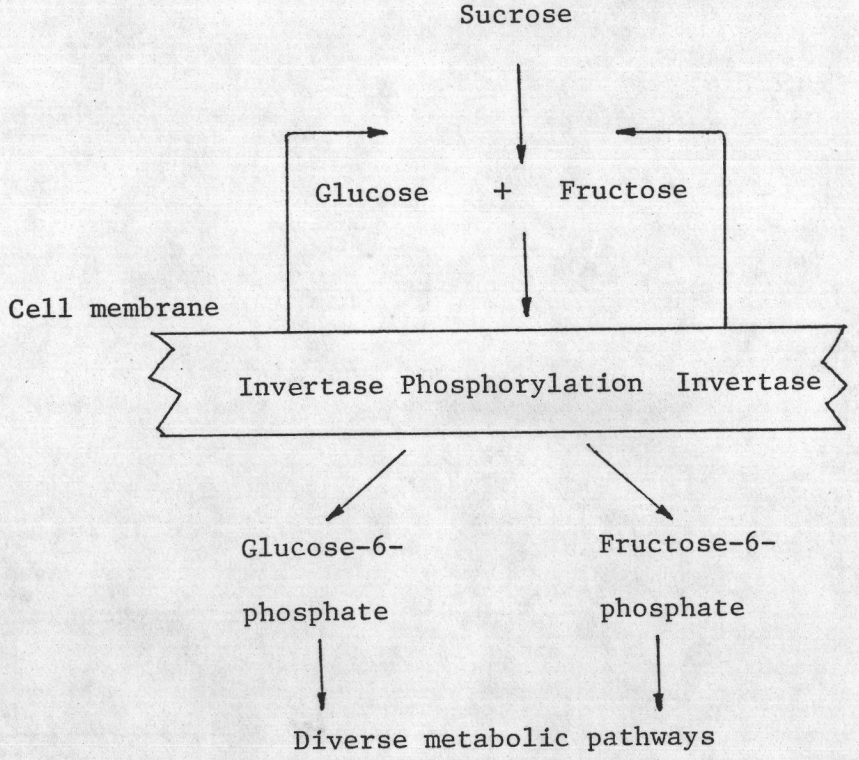
(*Continued*)

ภาคผนวก ค

กลไกการย่อยสลายน้ำตาลซูโครสโดยยีสต์

ในน้ำสับปะรดประกอบด้วยน้ำตาล 3 ชนิด คือ น้ำตาลซูโครส ฟรุคโตส และกลูโคส (Priestly, 1975) ซึ่งปกติแล้วยีสต์ Saccharomyces สามารถนำน้ำตาลซูโครส ฟรุคโตส กลูโคส มอลโตส และมอลโตไตรโอส ไปใช้ได้ (Erratt & Stewart, 1978) กลไกการย่อยสลายน้ำตาลซูโครส ดังแสดงในรูปที่ ค-1 (Lyons, 1981)

รูปที่ ค-1



น้ำตาลซูโครสซึ่งเป็นไดแซคคาไรด์ ถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์อินเวอร์เตส กลายเป็นน้ำตาลกลูโคส และฟรุคโตส ต่อจากนั้นน้ำตาลกลูโคส และฟรุคโตส จะถูกนำเข้าสู่เซลเพื่อใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ได้

ภาคผนวก ง

อาหารแข็งที่ใช้เลี้ยงยีสต์

(YM medium)

แป้งมันสำปะหลัง	(Cassava starch)	10	กรัม
เปปโตน	(Peptone)	5	กรัม
มอลท์ สกัด	(Malt extract)	3	กรัม
ยีสต์ สกัด	(Yeast extract)	3	กรัม
น้ำกลั่น	(Distilled water)	1,000	มิลลิลิตร
วุ้น	(Agar)	20	กรัม

ต้มแป้งมันสำปะหลัง ให้ละลายและคนตลอดเวลา แล้วเติมส่วนประกอบอื่น ๆ ทีละอย่าง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย