

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมส่งเสริมการเกษตร, "รายงานการสำรวจทำไร่ลี้ยงปะรดในเขต จังหวัดประจวบคีรีขันธ์",
เอกสารวิชาการที่ 2, หน้า 10-11, 2513
- นิคม ดิปะวาโร, "การศึกษาเครื่องหมักแบบคอล์มน์ในการผลิตในการผลิตยีสต์ *Candida utilis* เอทานอล และกรดอะซิติกจากน้ำลี้ยงปะรด", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523
- ไพบูลย์ ตำนวิรุทัย, "หลักการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมหมัก", ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2520
- รัชณี และวิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล, "การหมักแอลกอฮอล์อย่างต่อเนื่องด้วยเซลล์ที่ยึดไว้กับที่",
วารสารเทคโนโลยี, หน้า 151-159, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2526
- ราราวณี ครุสง, "เทคโนโลยีชีวภาพ", คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2529
- วิชาพงษ์ หาญบุญจงงค์, "การศึกษาการผลิตเอทานอลจากน้ำลี้ยงปะรดโดยเครื่องหมักแบบคอล์มน์", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525
- ศจี สุวรรณศรี, "การศึกษาเครื่องหมักแบบคอล์มน์ชนิดต่อเนื่องในการผลิตเอทานอลจากน้ำลี้ยงปะรด", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528
- ศูนย์สถิติการเกษตร, "สถิติเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2529/2530". เอกสารสถิติการเกษตร เล่มที่ 374, หน้า 45-51, 104, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 2530
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, "โครงการวิจัยที่ ภ.25-02 การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเชื้อเพลิงแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลัง (โครงการย่อยที่ 1 การผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังในโรงงานต้นแบบเป็นพลังงานทดแทน)", วท., กรุงเทพฯ, 2528
- ลุมาลี ตั้งพัฒน์เจริญ, "การผลิตยีสต์โปรตีนโดย *Candida utilis* จากน้ำลี้ยงปะรด", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520

- สมศักดิ์ ตำรงค์เลิศ, "ผลิตภัณฑ์เอทานอล", ภาควิชาเคมีเทคนิค, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์-
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528
- อานวย สุขเหมือน, "การศึกษาเครื่องหมักแบบคอลัมน์ชนิดกึ่งต่อเนื่อง", วิทยานิพนธ์ปริญญามหา
บัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521

ภาษาต่างประเทศ

- Adams, M.R., and Flynn, O., "Fermentation Ethanol: An Industrial Profile",
Report of Tropical Products Institute, London, G169, September,
1982
- Aiba, S., Shoda, M., and Nagotani, M., "Kinetic of Product Inhibition
in Alcohol Fermentation", Biotechnology and Bioengineering,
vol.X, pp.845-864, 1968
- A.O.A.C., "Official Method of Analysis of Analytical Chemists", 13th
ed., Wisconsin: George Banta Company, Inc., 1980
- Biley, J.E., and Ollis, D.F., "Biochemical Engineering Fundamentals",
International Student Edition, McGraw-Hill, Kogakusha, Ltd.,
1977
- Geiger, K.H., and Compton, J., "Method of Continuous Fermentation for
Beer Production", Canad. Pat., p.545, p.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 System",
S.C.I. Monograph No.12, Soc. of Chem. Industry, London, p.21,
1961
- Hough, J.S., Briggs, D.E., and Stevens, R., "Malting and Brewing
Science", Chapman & Hall, London, 1971
- Imrie, F.K.E., and Greenshields, R.N., "The Turbular Reactor as a
Simplified Fermentor", in the IVth International Conference on
Global Impact of Applied Microbiology, at Sao Paulo, 1973
- Lyons, T.P., "Gasohol, A Step to Energy Independence", Alltech, Inc.,
Lexington, Kentucky, U.S.A., 1981

- Meade, G.P., "Cane Sugar Handbook", ninth edition, pp.3-23, John Wiley & Sons, Inc., 1963
- Olsen, A.J.C., "Manufacture of Bakers' Yeast by Continuous Fermentation I. Plant and Process", S.C.I. Monograph No.12, p.81, Soc. of Chem. Industry, London, 1961
- Perry, H.R., and Chilton, H.C., "Chemical Engineers' Handbook", International Student Edition, McGraw-Hill International Book Company, Inc., p.3-84, 1983
- 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", p.67, 1961
- Rosario, E.J.del, Lee, K.J., and Rogers, P.L., "Kinetic of Alcohol Fermentation at High Yeast Levels", Bitechnology and Bioengineering, vol.21, pp.1477-1482, 1979
- Rosario, E.J.del, Santisopasri, V., Abrigo, Jr., and Brarril, C.R., "Rapid Fermentation Techniques for Producing Ethanol from Sugarcane Molasses and Biogas from Distillery Slops", Paper Presented in the 2nd ASEAN Workshop on Fermentation Technology Applied the of Food Waste Materials, Cebu City, Philippines, October 3-8, 1983
- Tressler, D.K., and Jolyn, M.A., "Friut and Vegetable Juice Processing Technology", Westport, Connecticut: The a Publishing Company, Inc., p.175, 1971
- Wang, D.I.C., Cooney, C.L., Demain, A.L., Dunnill, P., Humphrey, A.E., and Lilly, M.D., "Fermentation and Technology", John Wiley & Sons, New York, 1979

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์

1. ความเข้มข้นของเซลล์

ตรวจโดย วิธีการนับจำนวนเซลล์ทั้งหมด จากกล้องจุลทรรศน์โดยตรง (direct microscopic counts, DMC)

วิธีการปฏิบัติ

ถ้า suspension ของยีสต์มีปริมาณเซลล์มาก ก็ให้ทำ dilution ก่อน โดยใช้ sterile distilled water แต่ถ้ามีจำนวนน้อย ก็ไม่ต้อง dilute

1. เตรียม hemacytometer (รูป ก-1) ให้สะอาด แล้ววาง cover slip บน hemacytometer ให้เรียบร้อย

2. ใช้ pipette ขนาด 1 มิลลิลิตร คูด suspension ของยีสต์หยดที่ขอบของ cover slip ทั้ง 2 ข้าง พยายามอย่าให้มีฟองอากาศ และอย่าให้ suspension ที่หยด ล้นลงไปในเรื่องของ hemacytometer

3. นำไปนับจำนวนเซลล์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า ปรับ focus ให้เห็นตารางเล็ก ๆ ใน hemacytometer (อักษร B) ซึ่ง 1 ช่อง จะมีตาราง เล็ก ๆ ภายในอีก 16 ช่อง ให้นับทั้งหมด 5 ช่อง (อักษร B) อาจนับในแนวทแยงมุมก็ได้

4. ถ้าหากมี เซลล์ของยีสต์อยู่คาบเส้นระหว่างช่อง (คือเส้นทั้งสามเส้นขนานกัน) ให้นับในแนวตั้งฉากมุมใดมุมหนึ่ง ทั้ง 5 ช่องเหมือนกัน ตัวอย่างในรูป ก-2 ให้นับเซลล์ที่อยู่คาบ เส้นในแนวตั้งฉากแบบ ก. หรือ ข. เลือกเอาแบบใดแบบหนึ่ง

วิธีคำนวณ

Hemocytometer มีระยะห่างระหว่าง chamber ถึง cover slip เท่ากับ 1/10 มม.

พื้นที่ของ 5 ช่อง (อักษร B) ที่นับ = $5 \times 1/5 \times 1/5 = 1/5$ ตารางมิลลิเมตร

ปริมาตร 5 ช่อง ที่นับ = $1/5 \times 1/10 = 1/50$ ลูกบาศก์มิลลิเมตร

สมมติว่าใน 5 ช่อง นับเซลล์ได้ X เซลล์

∴ ปริมาตร 1/50 ลูกบาศก์มิลลิเมตร นับได้ X เซลล์

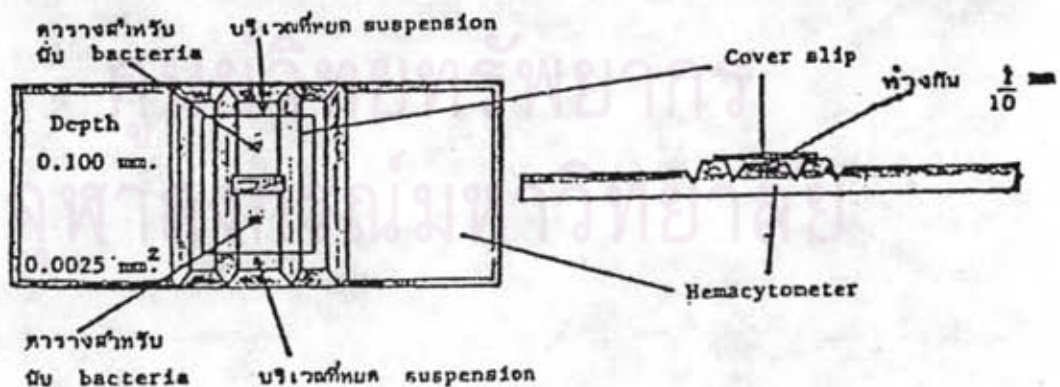
ถ้าปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร นับได้ $X \times 10 \times 10 \times 10 \times 50$ เซลล์

(1 ลูกบาศก์เซนติเมตร = $10 \times 10 \times 10$ ลูกบาศก์มิลลิเมตร)

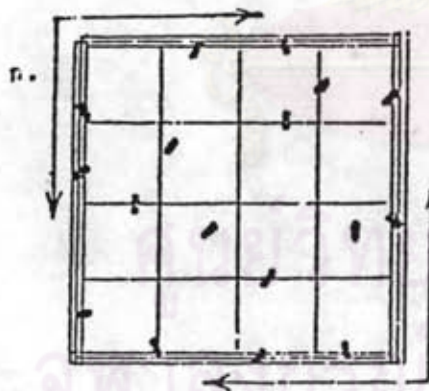
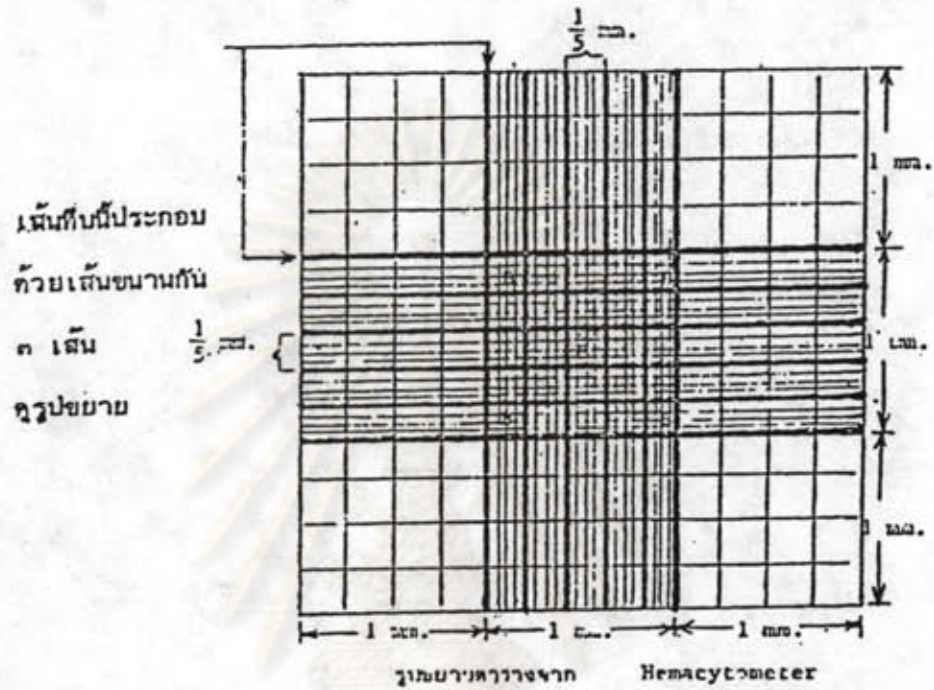
นั่นคือ suspension มีจำนวน เซลล์ = $X \times 50,000$ เซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

หมายเหตุ

ถ้าทำ dilution ต้องนำค่า dilution factor มาคูณด้วย ตัวอย่างเช่นที่ dilution 1 : 10,000 (10^{-4}) มีจำนวน เซลล์ 57 เซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เพราะฉะนั้น จำนวน เซลล์ ใน sample ที่ไม่ได้ dilute เท่ากับ 57×10^4 เซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร



รูป ก-1 แสดงลักษณะ Hemacytometer ด้านหน้าและภาพตัด



รูปขยายจาก ก. ช่องที่มีอักษร B

การนับ cells ที่อยู่คาบเส้นให้มีความแน่ชัดจากแบบ ก. หรือ ข. : ฝึกเอาอย่างใดอย่างหนึ่ง

แสดงการนับจุลินทรีย์ที่อยู่คาบเส้น

รูป ก-2 ขยายตารางจากHemacytometer และแสดงการนับจุลินทรีย์ที่อยู่คาบเส้น

2. ปริมาณเอทานอลในน้ำหมัก

ใช้วิธี Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 1975.

วิธีทำ ใช้น้ำหมัก 100 มิลลิลิตร ใส่ในขวดกลั่น ขนาด 250-500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไปอีก 50 มิลลิลิตร นำไปกลั่น กลั่นให้ได้ส่วนที่กลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปหาความถ่วงจำเพาะโดยใช้ Regnault pycnometer โดยชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของ pycnometer ที่แห้งสนิทไว้ จากนั้นเติมน้ำกลั่นลงในส่วนที่เป็นกระเปาะของ pycnometer จนถึงคอกระเปาะ สวมก้านของ pycnometer ลงกับกระเปาะ แล้วเติมน้ำกลั่นให้ถึงขีด ซึ่งหาที่น้ำหนักที่แน่นอนไว้ เทน้ำกลั่นออก จากนั้นเป่าให้แห้งสนิท ใส่ตัวอย่างที่กลั่นลงในกระเปาะ ซึ่งหาที่น้ำหนักที่แน่นอน เช่นเดิม นำไปคำนวณหาความถ่วงจำเพาะ แล้วนำไปหาค่าปริมาณของเอทานอลเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรจากตาราง ในภาคผนวก ค ที่น้ำหมักมีความเป็นกรดผิดปกติ ก่อนนำไปกลั่น ควรทำให้เป็นกลาง ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

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

ตัวอย่างการคำนวณ (RP = Regnault pycnometer)

น้ำหนัก RP + ตัวอย่าง	=	41.9279	กรัม
น้ำหนัก RP	=	16.0983	"
น้ำหนักตัวอย่าง	=	25.8296	"
น้ำหนักน้ำ	=	26.1386	"
ความถ่วงจำเพาะ	=	<u>25.8296</u>	
		26.1386	
	=	0.9882	

ในการทดลองได้ทำ 2 ตัวอย่าง แล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ย

นำค่าความถ่วงจำเพาะ 0.9882 ไปหาค่าปริมาณของเอทานอลจากตาราง ในภาคผนวก ค ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะได้ปริมาณเอทานอลเท่ากับ 8.46 % (โดยปริมาตร)

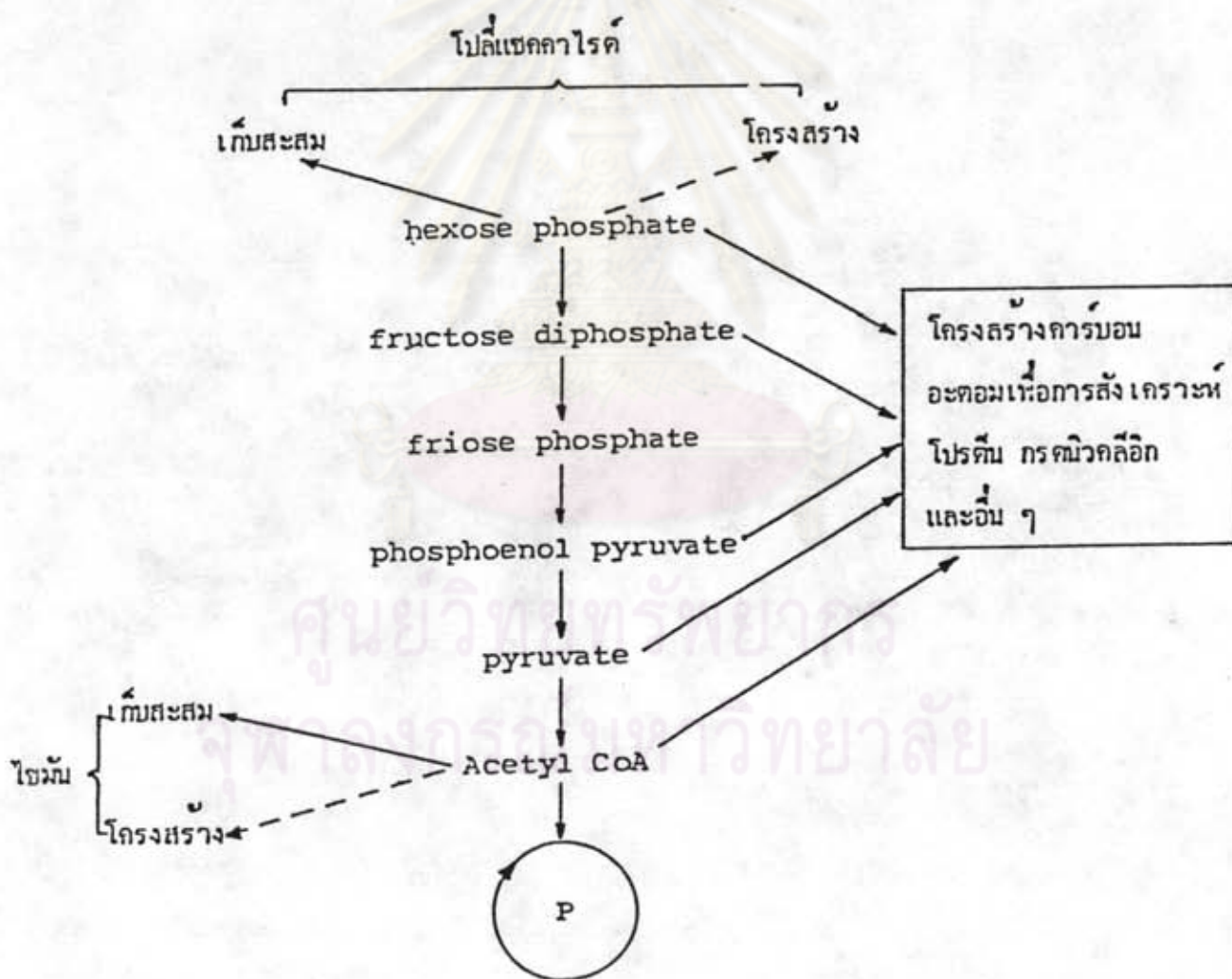
ภาคผนวก ข

เมตาบอลิซึมภายในเซลล์ (Metabolism in Yeast)

เมตาบอลิซึมภายในเซลล์ มี 2 แบบ คือ

1. เมตาบอลิซึมการหมัก
2. เมตาบอลิซึมการหายใจ

ยีสต์ใช้น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานและแหล่งคาร์บอน ตามรูปที่ ข-1



รูปที่ ข-1 แผนภูมิเมตาบอลิซึมภายในเซลล์ ยีสต์ใช้น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานและแหล่งคาร์บอน

1. เมตาบอลิซึมการหมัก

น้ำตาลกลูโคส เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของยีสต์ น้ำตาลผ่านเข้าสู่ภายในเซลล์ ด้วยระบบขนส่งที่ผนังเซลล์ หรือที่เยื่อไซโทพลาสม และการหมักเกิดในไซโทพลาสม กลูโคสจะเปลี่ยนไปตามวิธี ไกลโคลิซิส (Glycolysis pathway หรือ Embden Meyerhof pathway) จนกระทั่งได้ไพรูเวท 2 โมเลกุล ไพรูเวทจะสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์ ในปฏิกิริยาของไพรูเวท คาร์บอกซีเลส กลายเป็น อะซิเตลดีไฮด์ ปฏิกิริยาสุดท้ายของการหมักแอลกอฮอล์ คือ ปฏิกิริยา แอลกอฮอล์คาร์บอกซีเลส ในปฏิกิริยานี้ อะซิเตลดีไฮด์จะถูกกรดิวส์ให้เปลี่ยนเป็นเอทานอล

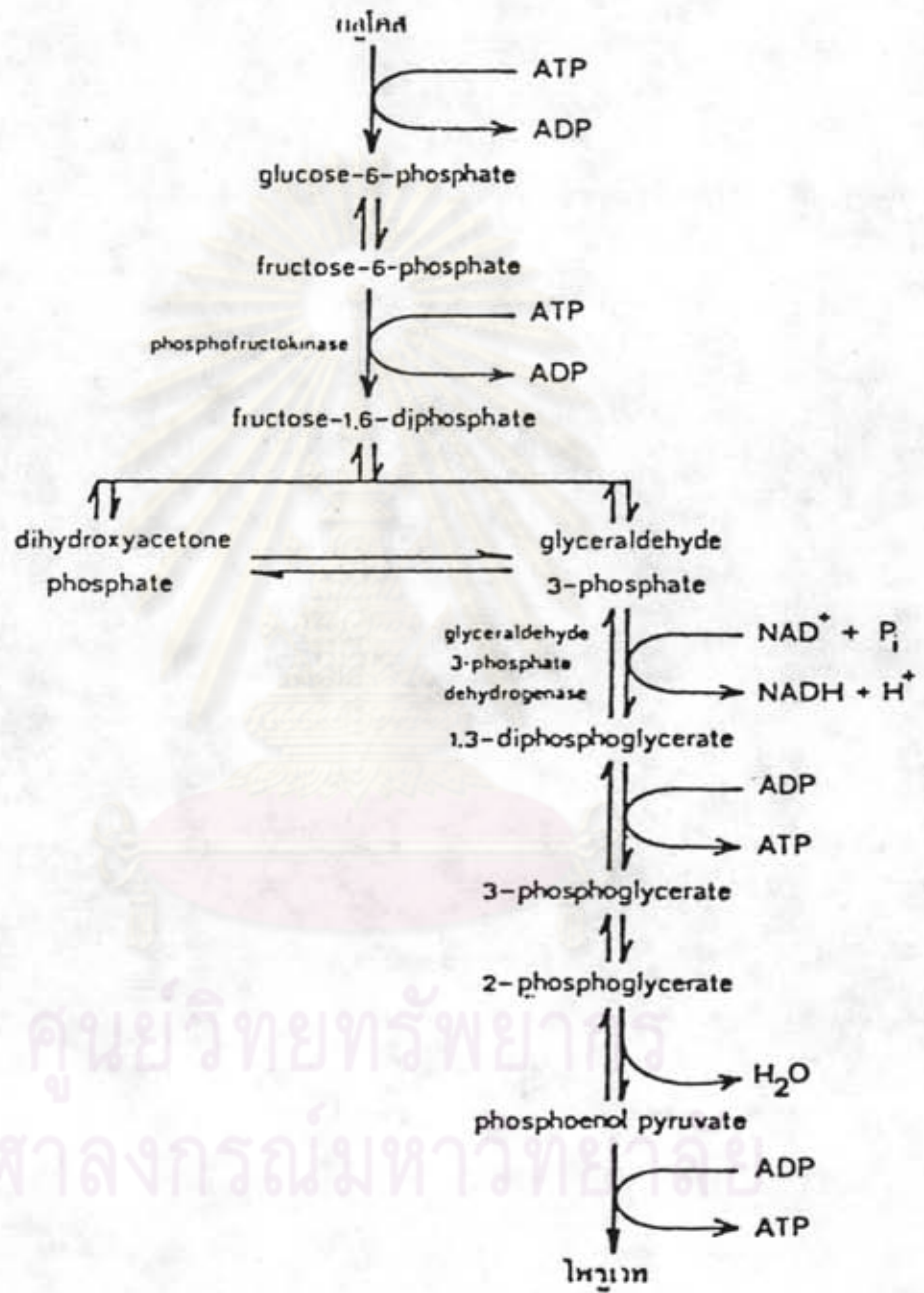
การหมักแอลกอฮอล์มีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้



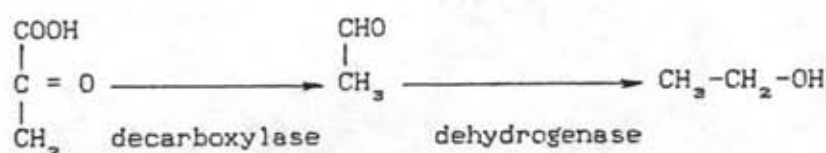
รายละเอียดของวัฏจักรไกลโคลิซิส แสดงตามรูปที่ ข-2
ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากไกลโคลิซิส

2pyruvate, 2ATP, 2NADH

การหมักแอลกอฮอล์ ไกลโคลิซิส 2 ขั้นตอน



รูปที่ ๗-2 แสดงการสลายกลูโคสไปเป็นไพรูเวท



(2) pyruvate \longrightarrow (2) acetaldehyde \longrightarrow (2) ethanol

ผลที่เกิดจากการหมักแอลกอฮอล์

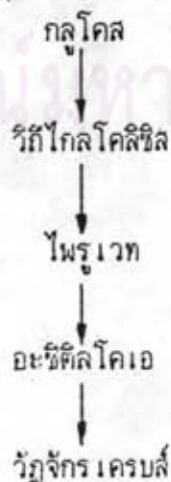
2 ethanol + 2 CO₂ + 2 ATP

2. เมตาบอลิซึมการหายใจ

ความสามารถในการหายใจของยีสต์ตามวิธีการหายใจที่รู้จักกันดีคือ วัฏจักรซิตริก (citric acid cycle) หรือ Tricarboxylic acid cycle (TCA) หรือวัฏจักรเครบส์ (Kreb's cycle) และพบว่ามีวัฏจักรออกซีเลต (oxylate cycle) และวัฏจักรเพนโตส (pentose cycle) หรือเฮกโซสโมโนฟอสเฟต ชันท์ (hexose monophosphate shunt cycle)

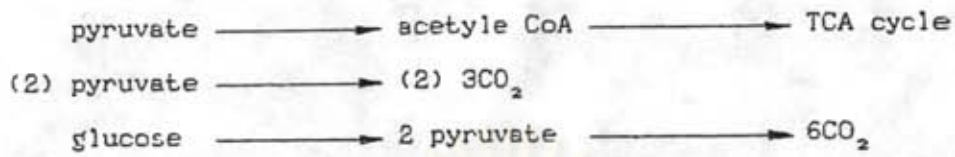
เมตาบอลิซึมการหายใจ ยีสต์จะเปลี่ยนกลูโคสผ่านวัฏจักรไกลโคลิซิส ให้กลายเป็นไพรูเวท การเผาผลาญไพรูเวทให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ จะเกิดขึ้นภายในไมโทคอนเดรียเท่านั้น ไพรูเวทสามารถผ่านเข้าไมโทคอนเดรียได้โดยอิสระ ไพรูเวทสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์ กลายเป็นอะซีติลโคเอ ต่อจากนั้น อะซีติลโคเอ จะเข้าสู่วัฏจักรเครบส์ และถูกเผาผลาญให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์หมด

การหายใจมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้



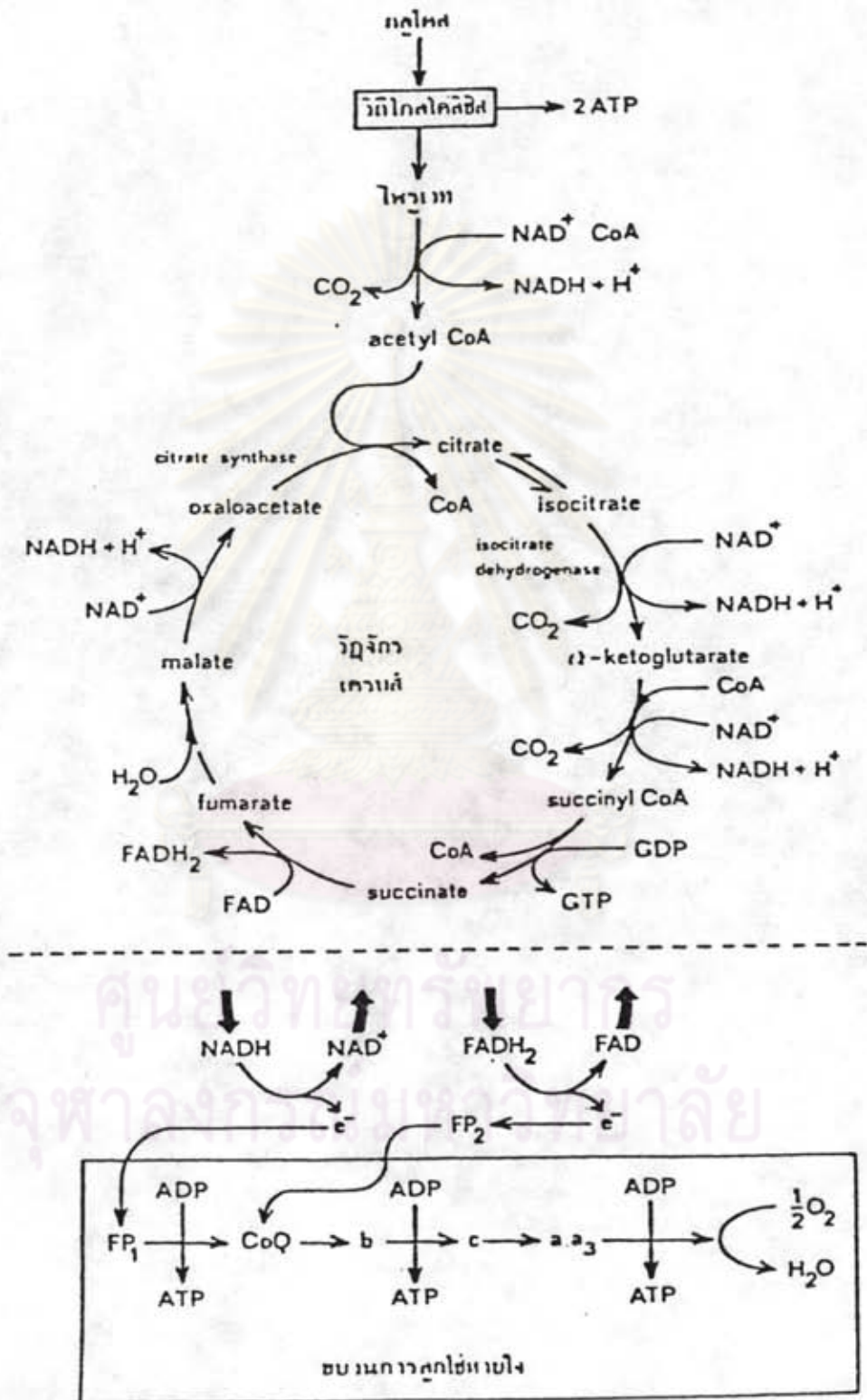
รายละเอียดของวัฏจักรเครบส์ แสดงตามรูปที่ ๕-3

ผลผลิตการเมตาบอลิซึมการหายใจ



สารอาหารที่เซลล์ใช้ในการหายใจมีมากกว่าที่ใช้ในการหมัก เช่น เพนโตส เมท-
ซิลเพนโตส แอลกอฮอล์ และกรดอินทรีย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

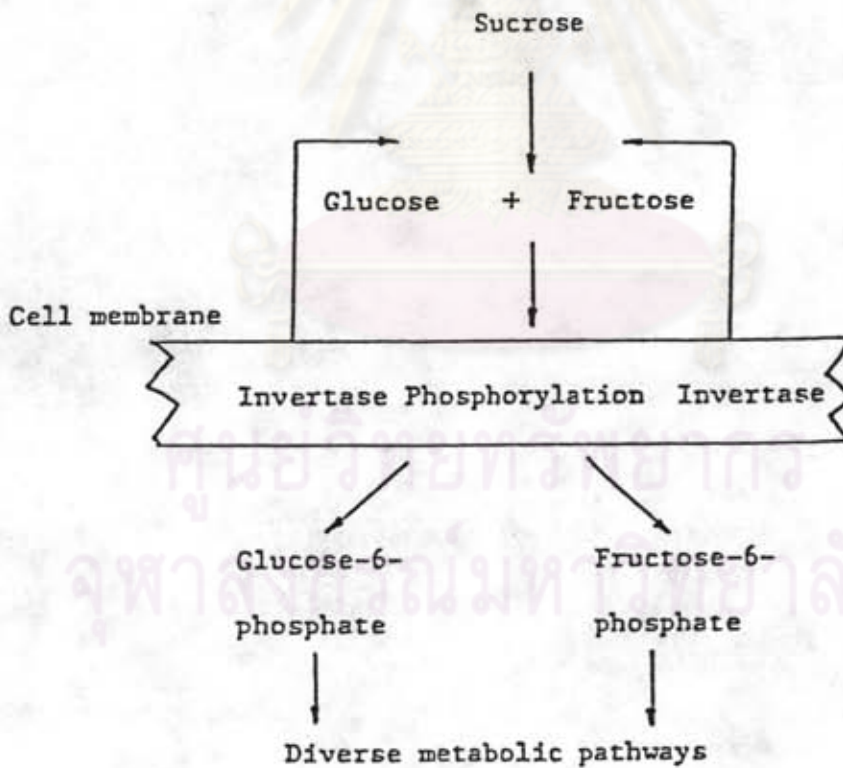


รูปที่ 1-3 แสดงความสัมพันธ์ของวัฏจักรเครบส์ห่วงโซ่หายใจ และ oxidative phosphorylation

ภาคผนวก ก

กลไกการย่อยสลายน้ำตาลซูโครสโดยยีสต์

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



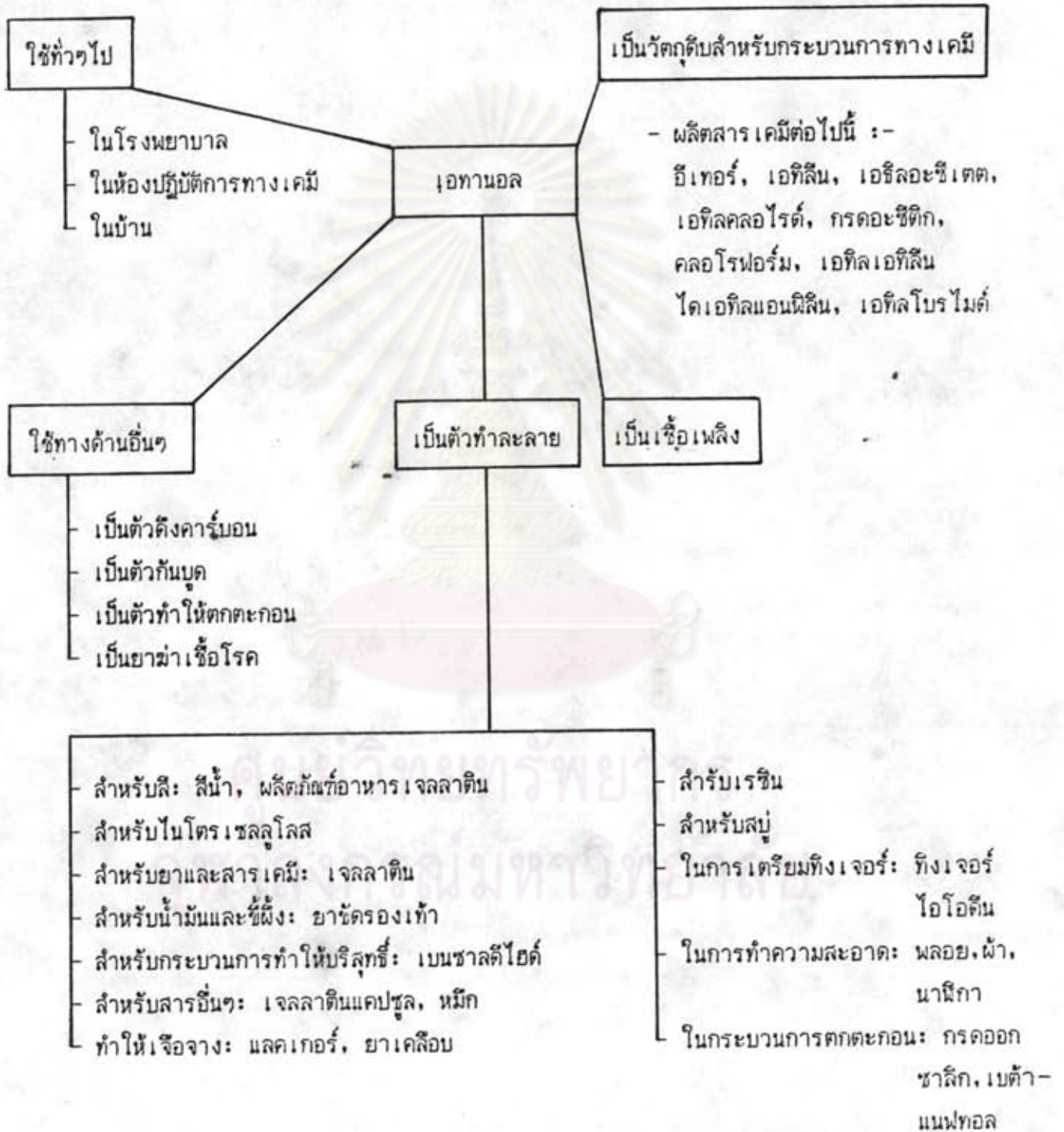
รูปที่ ก-1

น้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นไดแซคคาไรด์ ถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์อินเวอร์เตส กลายเป็นน้ำตาลกลูโคส และฟรุคโตส ต่อจากนั้น น้ำตาลกลูโคส และฟรุคโตส จะถูกนำเข้าสู่เซลล์เพื่อใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค-1 การใช้ประโยชน์ของเอทานอล



ตาราง ก-2ก อ้อยโรงงาน: เนื้อที่ ผลผลิต และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ เป็นรายภาค ปีเพาะปลูก 2526/27-2529/30
 Sugar cane: Area, production and yield by region, crop year 1983/84-1986/87

ภาค	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่) Planted area (rai)				เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่) Harvested area (rai)				ผลผลิต (ตัน) Production (tons)				ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.) Yield per rai (kgs.)				Region
	2526/27 1983/84	2527/28 1984/85	2528/29 1985/86	2529/30 1986/87	2526/27 1983/84	2527/28 1984/85	2528/29 1985/86	2529/30 1986/87	2526/27 1983/84	2527/28 1984/85	2528/29 1985/86	2529/30 1986/87	2526/27 1983/84	2527/28 1984/85	2528/29 1985/86	2529/30 1986/87	
	ตะวันออกเฉียงเหนือ	507,367	403,161	489,371	471,528	458,887	459,027	481,053	433,383	3,111,259	3,328,908	3,167,932	2,836,416	6,780	7,248	6,685	
เหนือ	619,462	602,841	641,421	643,900	597,023	650,888	638,573	625,435	4,612,518	4,585,939	3,780,573	4,041,446	7,714	8,323	7,020	7,602	Northern
กลาง	2,479,706	2,367,883	2,412,667	2,354,138	2,292,570	2,309,039	2,392,753	2,292,141	16,145,705	17,142,099	17,144,688	17,672,076	7,043	7,424	7,165	7,608	Central Plain
ใต้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Southern
รวมทั้งประเทศ	3,606,534	3,423,875	3,443,349	3,369,566	3,349,385	3,319,052	3,412,379	3,250,659	23,869,480	25,056,028	24,093,173	24,449,940	7,127	7,549	7,061	7,521	Whole Kingdom

ตาราง ก-2ข อ้อยโรงงาน: เนื้อที่ ผลผลิต และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ เป็นรายเขตเกษตรเศรษฐกิจ และรายจังหวัด ปีเพาะปลูก 2526/27-2529/30
 Sugar cane: Area, production and yield by agro-economic zone and province, crop year 1983/84-1986/87

เขตเกษตรเศรษฐกิจ และ จังหวัด	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่) Planted area (rai)				เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่) Harvested area (rai)				ผลผลิต (ตัน) Production (tons)				ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.) Yield per rai (kgs.)				Agro-Economic Zone and Province
	2526/27 1983/84	2527/28 1984/85	2528/29 1985/86	2529/30 1986/87	2526/27 1983/84	2527/28 1984/85	2528/29 1985/86	2529/30 1986/87	2526/27 1983/84	2527/28 1984/85	2528/29 1985/86	2529/30 1986/87	2526/27 1983/84	2527/28 1984/85	2528/29 1985/86	2529/30 1986/87	
	รวมทั้งประเทศ	3,606,534	3,423,875	3,443,349	3,369,566	3,349,385	3,319,052	3,412,379	3,250,659	23,869,480	25,056,028	24,093,173	24,449,940	7,127	7,549	7,061	
เขตเกษตรเศรษฐกิจที่ 1 นครราชสีมา	232,674	249,506	252,254	227,711	211,202	233,880	247,618	219,427	1,515,589	1,624,193	1,613,205	1,400,986	7,176	6,951	6,515	6,385	Zone 1 Sakon Nakhon
หนองคาย	2,837	3,250	4,405	3,320	2,408	2,841	4,063	2,830	12,888	21,120	30,102	27,864	5,352	7,434	7,424	8,079	Kong Khai
หนองบัวลำภู	-	-	-	1,650	-	-	-	1,322	-	-	-	11,659	-	-	-	8,978	Udon Thani
ขอนแก่น	107,378	210,771	213,443	189,007	179,014	196,780	211,320	182,000	1,275,651	1,371,427	1,353,572	1,169,176	7,128	6,969	6,405	6,374	Loei
อุดรธานี	12,885	14,000	16,015	17,674	11,697	12,194	15,791	17,551	97,783	106,260	112,476	89,622	8,432	8,054	7,123	5,676	Mukdahan
มหาสารคาม	10,674	21,410	18,908	10,151	18,183	20,845	16,444	16,705	129,267	125,388	116,096	106,618	7,109	6,015	7,115	6,776	Zone 2 Yasothon
เขตเกษตรเศรษฐกิจที่ 2 กาฬสินธุ์	5,804	5,765	4,780	2,144	5,021	5,571	4,476	2,022	25,385	28,498	28,823	11,522	5,056	5,115	6,015	5,098	Zone 3 Kalasin
ร้อยเอ็ด	5,809	5,725	4,720	2,144	5,021	5,571	4,476	2,022	25,385	28,498	28,823	11,522	5,056	5,115	6,015	5,098	Zone 3 Khan Buri
เขตเกษตรเศรษฐกิจที่ 3 กาฬสินธุ์	191,097	169,373	153,504	143,324	182,626	153,166	151,820	130,776	1,060,306	1,155,438	1,033,639	850,530	5,809	7,544	6,808	6,510	Zone 3 Khan Buri
ขอนแก่น	67,022	30,620	24,388	16,088	64,686	39,183	24,745	14,775	219,734	225,753	189,712	104,074	4,928	7,484	7,793	7,044	Zone 3 Khan Buri
ขอนแก่น	137,143	177,377	129,320	19,829	128,190	112,207	119,120	108,701	755,691	109,158	785,757	724,102	5,010	7,657	8,546	6,666	Zone 3 Khan Buri
เขตเกษตรเศรษฐกิจที่ 4 บุรีรัมย์	25,866	25,177	26,015	30,788	22,205	24,619	25,281	28,630	184,723	200,737	202,183	210,498	8,319	8,154	7,927	7,356	Zone 4 Buri Ram
บุรีรัมย์	25,540	25,177	26,015	30,788	22,205	24,619	25,281	28,630	184,723	200,737	202,183	210,498	8,319	8,154	7,927	7,356	Zone 4 Buri Ram
เขตเกษตรเศรษฐกิจที่ 5 ชัยภูมิ	43,641	43,310	62,218	67,503	37,833	42,812	51,858	52,519	325,250	318,124	291,882	352,882	8,574	7,672	6,630	6,719	Zone 5 Chaiyaphum
ชัยภูมิ	35,797	35,349	39,305	61,812	31,116	35,340	39,023	38,407	269,012	250,374	202,150	260,983	8,640	7,253	6,180	6,941	Zone 5 Nakhon Ratchasima
นครราชสีมา	7,144	7,061	12,813	15,691	6,118	6,663	12,835	14,052	56,244	61,750	89,732	85,899	8,249	9,268	8,939	9,113	Zone 5 Nakhon Ratchasima
เขตเกษตรเศรษฐกิจที่ 6 นครราชสีมา	125,510	101,162	101,564	121,948	125,783	99,862	109,425	118,089	880,649	782,030	784,535	904,220	7,002	7,902	7,812	7,509	Zone 6 Kakhon Suwan
นครราชสีมา	80,432	61,997	64,842	68,462	79,102	59,484	64,224	64,284	66,821	630,701	309,778	407,132	7,039	9,073	7,373	6,841	Zone 6 Phetchabun
สุรินทร์	-	-	-	1,118	-	-	-	1,109	-	-	-	7,189	-	-	-	6,525	Zone 6 Uthai Thuni
บุรีรัมย์	40,078	39,045	46,702	61,388	46,681	39,478	46,201	40,805	323,718	242,335	304,767	420,809	6,938	6,138	8,328	8,666	Zone 6 Uthai Thuni

ที่มา: สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2529/2530 ศูนย์สถิติการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ พ.ศ. 2530 เอกสารสถิติการเกษตร เล่มที่ 374

ตารางที่ 2-28 (ต่อหน้า 1)

เขตเกษตรกรรม และ จังหวัด	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่) Planted area (rais)				เนื้อที่เกี่ยวเกี่ยว (ไร่) Harvested area (rais)		
	2527/28 1984/85	2528/29 1985/86	2529/30 1986/87	2530/31 1987/88	2527/28 1984/85	2528/29 1985/86	2529/30 1986/87
เขตเกษตรกรรมที่ 7	20,248	20,241	57,379	105,798	26,205	36,398	50,000
ข้าว	10,770	20,801	37,207	60,020	19,733	20,068	31,000
มันสำปะหลัง	6,472	8,380	20,172	45,768	6,472	8,330	18,000
เขตเกษตรกรรมที่ 8	291,268	267,102	267,482	287,348	284,306	266,102	256,000
ข้าว	263,800	240,633	239,316	254,125	258,036	239,553	225,000
คอก	880	1,974	2,759	3,442	880	1,974	2,000
คอก	-	-	3,132	6,423	-	-	3,000
คอก	20,588	24,575	22,275	23,348	25,390	24,575	21,000
เขตเกษตรกรรมที่ 9	165,924	167,302	147,127	155,050	164,170	166,842	142,000
ข้าว	-	-	2,000	2,836	-	-	1,000
ข้าว	46,563	52,812	36,370	37,912	45,511	52,751	34,000
ข้าว	48,490	46,410	44,039	45,002	45,183	40,011	43,000
ข้าว	70,871	68,080	63,818	69,300	70,476	68,080	63,000
เขตเกษตรกรรมที่ 10	3,797	5,323	7,343	7,187	3,548	5,204	7,000
ข้าว	2,739	4,294	3,875	3,341	2,608	4,159	3,000
ข้าว	-	-	1,000	1,000	-	-	1,000
ข้าว	1,058	1,089	968	1,346	940	1,045	1,000
ข้าว	-	-	1,500	1,500	-	-	1,000
เขตเกษตรกรรมที่ 11	619,418	622,904	614,028	625,066	600,610	620,380	604,000
ข้าว	22,577	23,673	18,943	12,040	22,284	23,335	18,000
ข้าว	-	-	272	-	-	-	1,000
ข้าว	141,855	164,000	169,444	188,795	131,712	162,938	165,000
ข้าว	6,472	8,550	7,453	9,128	6,332	8,550	7,000
ข้าว	444,231	421,920	413,919	408,154	436,012	419,832	402,000
ข้าว	4,283	4,751	3,897	6,949	4,269	4,725	3,000
เขตเกษตรกรรมที่ 12	1,147,452	1,155,280	1,103,322	1,189,632	1,131,029	1,149,055	1,071,000
ข้าว	776,942	774,359	751,279	791,492	767,293	772,335	731,000
ข้าว	110,146	119,086	102,789	97,582	109,547	117,969	92,000
ข้าว	50,389	50,389	57,826	51,236	48,824	55,757	52,000
ข้าว	209,975	203,446	191,428	249,322	205,365	202,974	187,000
เขตเกษตรกรรมที่ 13	36,519	30,931	42,528	50,365	32,930	39,780	42,000
ข้าว	36,519	30,931	42,528	50,365	32,930	39,780	42,000
เขตเกษตรกรรมที่ 14	571,546	549,505	530,444	537,940	511,601	540,504	516,000
ข้าว	369,600	389,300	372,362	399,366	355,210	381,747	361,000
ข้าว	161,846	160,197	158,082	138,574	156,391	158,757	154,000
เขตเกษตรกรรมที่ 16	6,700	6,636	6,437	9,526	6,664	6,636	5,000
ข้าว	6,700	6,636	6,437	9,526	6,664	6,636	5,000

ตาราง ก-3 ลักษณะ: เนื้อ ผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ราคาและมูลค่าของผลผลิต
 ตามราคาเกษตรกรขายได้ พ.ศ. 2520-2529
 Pineapple: Area, production, yield, farm price and farm value,
 1977-1986

พ.ศ.	เนื้อที่เกี่ยวเกี่ยว Harvested area	ผลผลิต Production	ผลผลิตเฉลี่ย ต่อไร่ Yield per rai	ราคาเกษตรกร ขายได้ Farm price	มูลค่าของผลผลิต ตามราคา เกษตรกรขายได้ Farm value	Year
	1,000 ไร่ 1,000 rai	1,000 ตัน 1,000 tons	กก./ไร่ Kgs. per rai	บาท/กก. Bahts per kg.	ล้านบาท Million bahts	
2520	551	2,141.4	3,914	-	-	1977
2521	512	2,154.3	4,212	1.03	3,511.4	1978
2522	629	2,889.2	4,593	1.60	4,622.7	1979
2523	800	3,683.4	4,611	1.92	7,081.8	1980
2524	519	1,993.0	3,837	0.91	1,013.6	1981
2525	434	1,439.0	3,314	1.15	1,654.8	1982
2526	423	1,341.4	3,168	1.04	2,159.9	1983
2527	382	1,403.1	3,625	1.89	2,705.2	1984
2528	468	1,768.9	3,768	1.36	2,405.8	1985
(P)2529	441	1,635.7	3,711	1.23	2,011.9	(P) 1986

ที่มา: สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2529/2530
 ศูนย์สถิติการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ พ.ศ. 2530
 เอกสารสถิติการเกษตร เล่มที่ 374

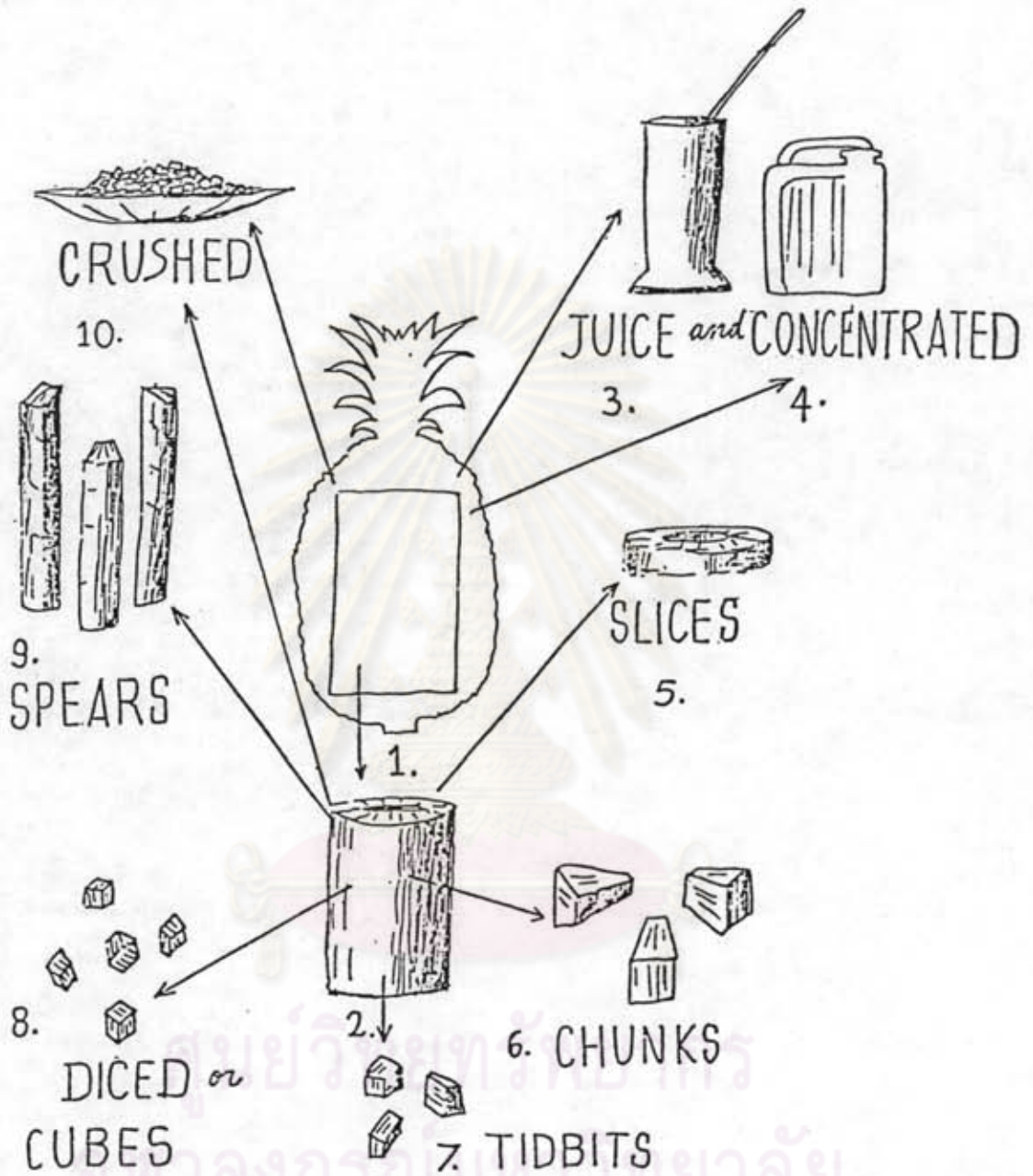
ศูนย์วิทยพัชยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค-5 เปรียบเทียบอัตราการผลิตเอทานอล ในระบบการหมักไม่ต่อเนื่องกับระบบกึ่งต่อเนื่อง และระบบต่อเนื่อง

ระบบการหมัก	จำนวนเท่าเมื่อเทียบกับระบบไม่ต่อเนื่อง (วิชาพงษ์, 2525)
- ระบบกึ่งต่อเนื่อง (ศจ, 2528)	1.33
- ระบบต่อเนื่อง ทิศทางการไหลของน้ำหมักเข้าตอนบนของคอลัมน์ที่ไม่มีการให้อากาศ (ศจ, 2528)	3.06
- ระบบต่อเนื่อง ทิศทางการไหลของน้ำหมักเข้าตอนบนของคอลัมน์ที่ไม่มีการให้อากาศ	4.16
- ระบบต่อเนื่อง ทิศทางการไหลของน้ำหมักเข้าตอนล่างของคอลัมน์ที่ไม่มีการให้อากาศ	4.40
- ระบบต่อเนื่อง ใช้น้ำอ้อย อัตราส่วนการป้อนย้อนกลับ 0.2625 อัตราการเจือจางเหมาะสม 0.20 ชั่วโมง ⁻¹	4.64
- ระบบต่อเนื่อง ใช้น้ำสับปะรด อัตราส่วนการป้อนย้อนกลับ 0.2625 อัตราการเจือจางเหมาะสม 0.20 ชั่วโมง ⁻¹	4.89
- ระบบต่อเนื่อง ใช้น้ำสับปะรด อัตราส่วนการป้อนย้อนกลับ 0.3000 อัตราการเจือจางเหมาะสม 0.25 ชั่วโมง ⁻¹	7.03
- ระบบต่อเนื่อง ใช้น้ำสับปะรด อัตราส่วนการป้อนย้อนกลับ 0.3250 อัตราการเจือจางเหมาะสม 0.30 ชั่วโมง ⁻¹	8.07

ตาราง ก-6 เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ (productivity) ของการบริโภคเฉพาะในกระบวนการหมักแบบต่อเนื่อง

ลักษณะทางกายภาพ หมักเชื้อแบบต่อเนื่อง เครื่องหมักแบบคอลัมน์ ชนิดต่อเนื่อง	น้ำหมักไหลเข้าทางขอบ บนคอลัมน์ที่มีภาวให้ อากาศ อัตราการไหล ประมาณ 0.17 ชั่วโมง ⁻¹	น้ำหมักไหลเข้าทางขอบ ล่างคอลัมน์ที่มีภาวให้ อากาศ อัตราการไหล ประมาณ 0.18 ชั่วโมง ⁻¹	น้ำหมักไหลเข้าทางขอบ ล่างคอลัมน์ที่มีภาวให้ ใช้กระบวนการหมัก		น้ำหมักในวุ้น อัตราส่วนการ ไหลแบบคอลัมน์ 0.2625 อัตราการไหล จากเขวระสม 0.20 ชั่วโมง ⁻¹	
			น้ำหมักไหลเข้า อัตราส่วนการ ไหลแบบคอลัมน์ 0.3250 อัตราการไหล จากเขวระสม 0.30 ชั่วโมง ⁻¹	น้ำหมักไหลเข้า อัตราส่วนการ ไหลแบบคอลัมน์ 0.2625 อัตราการไหล จากเขวระสม 0.20 ชั่วโมง ⁻¹		
ผลิตภัณฑ์ของการหมัก เอทานอลแบบกึ่ง (กรณีใช้ชั่วโมงคอลัมน์ ของน้ำหมัก)	0.0145	0.0196	0.0359	0.0313	0.0218	0.0207
อัตราส่วนผลิตภัณฑ์ของ การหมักแบบต่อเนื่อง แบบต่างๆใช้เทคนิคการ หมักแบบต่อเนื่องใหม่ น้ำหมักไหลเข้าทางขอบ บนคอลัมน์ที่มีภาวให้ อากาศ	1.00	1.06	1.94	1.69	1.18	1.12



รูปที่ ๓-๒ การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผลไม้ชนิดต่างๆ

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

Apparent Specific Gravity	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	.85	.85	.85	.85	.85	.85
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	.24	.23	.21	.20	.19	.18	.17
37	.35	.33	.32	.32	.31	.31	.30	.28	.27	.26	.25	.24
36	.42	.40	.39	.39	.38	.38	.37	.36	.35	.33	.32	.31
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)

* 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	20/20	22/22	24/24	25/25	26/26	28/28	30/30	32/32	34/34	35/35	36/36
	15.56											
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	.85
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	.85	.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	.85
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	.85	.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	.85	.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)

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
0.9860	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*—Continued.

Apparent Specific Gravity	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	.65	.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	.65	.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)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายคนอง ศรีนรคุตร
 วัน, เดือน, ปี เกิด 10 พฤษภาคม 2502 จังหวัดนิจิตร
 ที่อยู่ปัจจุบัน 13/103 ม.5 คลองจั่น บางกะปิ กรุงเทพฯ 10240
 การศึกษา ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี ปีการศึกษา 2525
 การทำงาน นักวิชาการ
 ประจำห้องปฏิบัติการวิศวกรรมกระบวนการ
 สาขาวิจัยอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ
 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
 196 พหลโยธิน บางเขน กรุงเทพฯ 10900



ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย