รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ทรงพล สมศรี. 2531. พันธุ์และการดูแลรักษาทุเรียน. การสัมมนาทางวิชาการ 25-26 กุมภาพันธ์ 2531 เรื่องทุเรียน, 1-3. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย: กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน.

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2533. เอนไซม์ทางอาหาร. ตอนที่ 1 ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. 2535. เอนไซม์ทางอาหาร. ตอนที่ 1 พิมพ์ครั้งที่ 2 ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มนตรี วงศ์รักษ์พานิช และวันทนา บัวทรัพย์. 2533. การปลูกทุเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ร.พ. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด. (คำแนะนำที่ 17, กรมส่งเสริมการเกษตร).

วิทยาศาสตร์บริการ, กรม. กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. ฝ่ายวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารและเครื่องมือ. 2532. คุณค่าอาหารของทุเรียน. รายงานกิจกรรมกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงานฉบับที่ 47. 89-92. กรุงเทพมหานคร: กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย และวิชัย หฤทัยธนาสันติ์. 2530. การพัฒนากรรมวิธีการทำทุเรียนเกล็ด. อาหาร 17(4): 224-236.

ส่งเสริมการเกษตร, กรม. 2528-2532. ข้อมูลสถิติการผลิตทุเรียนในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กรมส่งเสริมการเกษตร.

____. 2531-2534. ข้อมูลการส่งออกทุเรียน. กรุงเทพมหานคร: กรมส่งเสริมการเกษตร.

สมทรง ปวีณการณ์ และหิรัญ หิรัญประดิษฐ์. 2532. ทุเรียนแช่แข็ง. วิทยาสารสถาบันวิจัยพืชสวน. 12: 74-87.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติสำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

สมบูรณ์ ผู้พัฒน์. 2530. คุณค่าทางอาหารของผลไม้เมืองร้อนและกึ่งโซนร้อน. อาหาร 17(1): 31-36.

อรุณี เพียรทวีรัชต์ และปราณี อ่านเปรื่อง. 2536. ผลของเพคติเนส เซลลูเลส และอะมัยเลส ต่อการผลิตน้ำกล้วยหอม. อาหาร 23(3): 74-87.

ภาษาอังกฤษ

Aspinall, G.O. 1970. Polysaccharides. U.S.A.: Pergamon Press. 54-64.

A.O.A.C. 1984. Official method of analysis of the association of official analytical chemists. 14th ed. Virginia: Association of Official Analytical Chemists.

Bauman, J.W. 1979. Application of enzymes in fruit juice technology. In Blansford, J.M.V. and Mitchell, J.R. (eds.), Polysaccharides in foods, pp.129-147. London: Butterworths.

Braverman, J.B.S. 1963. Introduction to the biochemistry of foods. Amsterdam: Elsevier.

Cheetham, P.S.J. 1985. The applications of enzymes in industry. In Godfrey, T. and Reichelt, J. (eds.), Industrial enzymology - the application of enzymes in industry, Great Britain: The Nature Press. quoted in Dziezak, J.D. 1991. Enzymes: Catalysts for food processes. Food Technol. 45(1): 78-85.

Cliff, M., Dever, M.C., and Gayton, R. 1991. Juice extraction process and apple cultivar influences on juice properties. J. Food Sci. 56(6): 1614-1627.

Cowling, E.B., and Brown, W. 1969. Structural features of cellulosic materials in relation to enzymatic hydrolysis. In Gould, R.F. (ed.), Cellulases and Their Applications, 152-187. U.S.A. : American Chemical Society Publication.

Dupaigne, P., and Dalnic, R. 1965. Fruits 20: 571. quoted in Vignez, F., Lastreto, C., and Cooke, R.D. 1981. A study of the production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. J. Food Technol. 16: 115-125.

Dziezak, J.D. 1991. Enzymes: Catalysts for food processes. Food Technol. 45(1): 78-85.

Fennema, O.R. 1985. Food Chemistry. 2nd ed. New York: Marcel Dekker.

Frazier, W.C., and Westhoff, D.C. 1988. Food microbiology. 4th ed. Singapore: McGraw-Hill.

Githaiti, J.K., and Karuri, E.G. 1991. Pectolytic enzymes in producing mango juice. Acta Alimentaria 20(2): 97-102.

Gous, F., Van Wyk, P.J., and McGill, A.E.J. 1987. The use of commercial enzymes in the processing of bananas. Lebensm. - Wiss. U. - Technol. 20: 229-232.

Harrigan, W.F., and McCance, M.E. 1976. Laboratory methods in food and dairy microbiology. London: Academic Press.

Hudgson, A.S., Chan, H.T.J.R., Cavalotto, C.G., and Perera, C.O. 1990. Physical-chemical characteristics of partially clarifed guava juice and concentrate. J. Food Sci. 55(6): 1757-1761.

Hulme, A.C. 1970. The biochemistry of fruits and their products. London: Academic Press.

Jaleel, S.A., Basappa, S.C., and Sreekantiah, K.R. 1978. Development and studies on certain aspects of enzyme processing of banana (Musa carendishii): 1. Laboratory investigations. Indian Food Packer. 32(2): 17-21.

Janda, W. 1983. Fruit juice. In Godfrey, T., and Reichelt, J. (eds.) Industrial enzymology: The application of enzymes in industry, pp.172-189. England: The Nature Press.

Joshi, V.K., Chauhan, S.K., and Lal, B.B. 1990. Extraction of juices from peaches, plums and apricots by pectinolytic treatment. J. Food Sci. Tech. 28(1): 64-65.

Kilara, A. 1982. Enzymes and their uses in the processed apple industry. Process Biochem. 17: 35-41.

Martin, F.W. 1980. Durian and Mangosteen. In: Nagy, S., and Shaw, P.E. (eds.). Tropical and subtropical fruits. Westport. Conn: AVI.

Massiot, P., Thibault, J.F., and Rouau, X. 1989. Degradation of carrot (Daucus carota) fibres with cell-wall polysaccharide-degrading enzymes. J. Sci. Food Agric. 49: 45-75.

Moser, R., Duvel, D., and Greve, R. 1980. Volatile constituent and fatty acid composition of lipids in Durio zibethinus Phytochemistry 19: 79-81.

Noach, B.S. 1986. Hindrance of hemicellulose and cellulose hydrolysis by pectic substances. J. Food Sci. 51: 720-721.

Novo. The use of enzymes in the fruit juice industry. Enzyme Information. Enzyme Division. Denmark: Bagsvaerd. 1-3.

____. 1985. Product from data information. B302b-GB1000. Enzyme Division. Denmark: Bagsvaerd.

____. 1989. Product form data information. B153h-GB3000: Celluclast 1.5 L, B0531-GB3000: Ban. Enzyme Division. Denmark: Bagsvaerd.

Pilnik, W., and Voragen, A.G.J. 1989. In Jen, J.J. Quality factors of fruits and vegetables chemistry and technology. p.250. ACS symposium series 405. Washington DC. quoted in Sreenath, H.K., and Sathanum, K. 1992. Comparison of cellulolytic and pectinolytic treatment of various fruit pulps. Chem. Microbiol. Technol. Lebensm. 14: 46-50.

Ranganna, S. 1977. Manual of analysis of fruit and vegetable products. New Delhi: Tata McGraw - Hill Publishing Co.

Rohm. 1988. Enzyme products for starch processing. ST-1-05-E. Enzyme Technologic. Germany: Darmstadt.

Rombouts, F.M., and Pilnik, W. 1978. Enzymes in fruit and vegetable juice technology. Process Biochem. : 9-13.

Rombouts, F.M., and Pilnik, W. 1979. Pectic enzymes. In: Blansford, J.M.V. and Mitchell, J.R. (ed.) Polysaccharides in foods. London: Butterworths. p.105.

Salunkhe, D.K., and Bolin, H.R. 1972. Dehydrated protein fortified fruit Juice. Food Prod. Develop. 6: 84.

Sreenath, H.K., Frey, M.D., and Rodola, B.J. 1984. Degradation of a washed carrot preparation by cellulases and pectinases. Biotech. Bioeng. 26: 788-796.

Sreenath, H.K., and Santhanum, K. 1992. Comparison of cellulolytic and pectinolytic treatment of various fruit pulps. Chem. Microbiol. Technol. Lebensm. 14: 46-50.

Sreekantiah, K.R., Jaleel, S.A., and Ramachandra, T.N. 1968. Preparation of liquid fruits by enzymic processing. J. Food Sci. Technol. 5: 129-132.

_____. 1971. Utilization of fungal enzymes in the liquefaction of soft fruits and extraction and clarification of fruit juices. J. Food Sci. Technol. 8: 201-203.

Sreekantiah, H.K., Nanjundaswamy, A.M. and Sreenath, H.K. 1987. Effect of various cellulase and pectinases on viscosity reduction of mango pulp. J. Food Sci. 52(1): 230-231.

Stauffer, C.E. 1989. Enzyme assays for food scientists. New York: Van Nostrand Reinhold.

Stanton, W.R. 1966. The chemical composition of some tropical food plants: VI durian. Tropical Science 8: 6-10.

Viquez, F., Lastreto, C., and Cooke, R.D. 1981. A study of the production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. J. Food Technol. 16: 115-125.

Voragen, A.G.J., Heutink, R., and Pilnik, W. 1980. Solubilization of apple cell walls with polysaccharide-degrading enzymes. J. Appl. Biochem. 2: 452-468.

Whitaker, J.R. 1984. Pectic substance, pectic enzymes and haze formation in fruit juices. Enzyme Microb. Technol. 6: 341-349.

Wucherpfennig, K., and Schopplein, E. 1991. The significance of fruit and microbial enzymes in the manufacture of drinks (1). Int. Food Ing. 2: 15-18.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลเพิ่มเติม

ก.1 การเลือกพันธุ์ทุเรียนในการสกัดหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้น

สำหรับพันธุ์ทุเรียนที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นนี้ จะใช้ทุเรียนพันธุ์ชะนี ด้วยเหตุผลหลักบางประการดังนี้

1. มีราคาไม่สูงนัก อาจจะเหมาะสมกับการผลิตในระดับขยายส่วน

2. มีปริมาณผลผลิตต่อปีมาก ดังจะเห็นจากตัวเลขสถิติในปี 2531/2532 ได้ผลผลิตรวม 486.64 พันตัน จะมีทุเรียนพันธุ์ชะนี 216.20 พันตัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 44.43 ของผลผลิตทั้งหมด ส่วนทุเรียนพันธุ์หมอนทองจะมีปริมาณผลผลิต 90.94 พันตัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 18.69 ของผลผลิตทั้งหมด

3. มีเนื้อหนาปานกลาง เมล็ดไม่ใหญ่นัก จากการทดลองการทำทุเรียนแช่แข็ง (สมทรง ปวีณการณ์ และหิรัญ หิรัญประดิษฐ์, 2532) พบว่าทุเรียนพันธุ์ชะนีจะมีปริมาณเนื้อไม่รวมเมล็ดร้อยละ 24 ส่วนทุเรียนพันธุ์หมอนทองจะมีปริมาณเนื้อร้อยละ 28 ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเนื้อที่ได้จากทุเรียนทั้งสองพันธุ์แล้วจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย แต่เมื่อพิจารณาในเรื่องของราคาแล้วทุเรียนพันธุ์หมอนทองจะมีราคาสูงกว่าพันธุ์ชะนีมาก

4. จะสุกงอมอย่างรวดเร็วประมาณ 2-3 วัน หลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งทุเรียนพันธุ์หมอนทองจะสุกงอม 3-4 วัน ซึ่งถ้าใช้ทุเรียนพันธุ์ชะนีจะช่วยลดปัญหาทุเรียนเหลือทิ้งในแต่ละฤดูกาลผลิตได้

5. มีกลิ่นหอมแรงกว่าทุเรียนพันธุ์อื่น สำหรับข้อมูลเรื่ององค์ประกอบของกลิ่นเชิงวิทยาศาสตร์ยังไม่มีรายงานวิจัยเผยแพร่ให้ประกอบเป็นหลักฐานอ้างอิงได้ ดังนั้นในการเลือกระดับความสุกของทุเรียนพันธุ์ชะนี จึงอาศัยการทดลองพัฒนากรรมวิธีการทำทุเรียนเกล็ด (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย และวิชัย หฤทัยธนาสันติ์, 2530) ซึ่งพบว่าความสุกของทุเรียนที่เหมาะสม

ที่จะทำทุเรียนเกล็ดควรใช้ทุเรียนที่สุกมาก เพราะทุเรียนที่สุกมากจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองเข้มสวย สามารถฉีกเปลือกและแกะเนื้อออกจากเมล็ดได้ง่าย นอกจากนี้ทุเรียนสุกมากจะให้กลิ่นเฉพาะของทุเรียนที่รุนแรงกว่าการใช้ทุเรียนที่สุกพอดี ดังนั้นในการสกัดหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะนำมาใช้เป็นสารแต่งกลิ่นรสในอาหาร จึงน่าที่จะใช้ทุเรียนสุกมากมาใช้ในการทดลอง

ก.2 การคัดเลือกและควบคุมวัตถุดิบ

การคัดเลือกทุเรียนพันธุ์ชะนี จะทำการคัดเลือกโดยผู้ชำนาญการ เลือกเฉพาะทุเรียนที่มีระดับความสุกเท่ากันหมด โดยสังเกตจากการเคาะทุเรียนจะมีเสียงโพรก ปลิงทุเรียนจะเริ่มแยกและหลุดจากขั้ว มีกลิ่นหอม เมื่อได้ทุเรียนที่มีลักษณะตามต้องการแล้ว นำมาเก็บไว้อีก 1 วัน เพื่อให้ทุเรียนสุกงอมมากขึ้นและให้มีกลิ่นทุเรียนแรงขึ้น จะได้ทุเรียนที่มีระดับความสุกเท่ากันหมด มีกลิ่นแรง เนื้อเละ แต่ยังไม่เละเป็นปลาร้า มาใช้ในการทดลองนี้

ก.3 การคัดเลือกเอนไซม์ทางการค้าในการสกัดหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้น

การคัดเลือกเอนไซม์ทางการค้าในการสกัดหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้น ได้ทำการคัดเลือกเอนไซม์ทางการค้าสำหรับใช้ในการสกัดน้ำผลไม้ที่มีในประเทศ ดังนี้

ก.3.1 การคัดเลือกเอนไซม์ทางการค้าในกลุ่มเพคติเนส

เอนไซม์ทางการค้า

Pectinex Ultra SP-L (Novo Industri A/S, Copenhegen, Denmark)

Rohapect D5L (Rohm GmbH, Darmstadt, Germany)

Rohapect TF (Rohm GmbH, Darmstadt, Germany)

เตรียมการทดลองตามวิธีในข้อ 3.2.2 โดยแปรชนิดของเอนไซม์ที่ใช้ในการสกัดหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้น โดยใช้ความเข้มข้นของเอนไซม์แต่ละชนิดร้อยละ 2 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักเนื้อทุเรียนบด บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ติดตามการลดลงของความหนืดของเนื้อทุเรียนบด (เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการสกัดด้วยเอนไซม์) ได้ผลการทดลองตามตารางที่ ก.3.1

ตารางที่ ก.3.1 ค่าร้อยละของการลดความหนืดของเนื้อทุเรียนบด โดยใช้เพคติเนสชนิดต่างๆ บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

เพคติเนส	ค่าร้อยละของการลดความหนืด (% viscosity reduction)
Pectinex Ultra SP-L	67.8
Rohapect D5L	30.8
Rohapect TF	18.5

จากตารางที่ ก.3.1 พบว่า เอนไซม์ Pectinex Ultra SP-L สามารถลดความหนืดของเนื้อทุเรียนบดได้ถึงร้อยละ 67.8 ซึ่งสามารถลดความหนืดได้มากกว่า Rohapect D5L และ Rohapect TF ดังนั้นจึงได้เลือกใช้เอนไซม์ Pectinex Ultra SP-L ไปใช้ในการทดลองต่อไป

ก.3.2 การคัดเลือกเอนไซม์ทางการค้าในกลุ่มอะมัยเลส

เอนไซม์ทางการค้า

AMG (Novo Industri A/S, Copenhegen, Denmark)

BAN 240 L (Novo Industri A/S, Copenhegen, Denmark)

Rohalase M3 (Rohm GmbH, Darmstadt, Germany)

VERON AP (Rohm GmbH, Darmstadt, Germany)

เตรียมการทดลองตามวิธีในข้อ 3.2.2 โดยแปรชนิดของเอนไซม์ที่ใช้ในการสกัดหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้น โดยใช้ความเข้มข้นของเอนไซม์แต่ละชนิดร้อยละ 2 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักเนื้อทุเรียนบด บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ติดตามการลดลงของความหนืดของเนื้อทุเรียนบด (เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการสกัดด้วยเอนไซม์) ได้ผลการทดลองตามตารางที่ ก.3.2

ตารางที่ ก.3.2 ค่าร้อยละของการลดความหนืดของเนื้อทุเรียนบด โดยใช้อะมัยเลสชนิดต่างๆ บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

อะมัยเลส	ค่าร้อยละของการลดความหนืด (% viscosity reduction)
AMG	17.5
BAN 240 L	32.6
Rohalase M3	34.4
VERON AP	27.8

จากตารางที่ ก.3.2 พบว่า เอนไซม์ BAN 240 L และ Rohalase M3 สามารถลดความหนืดของเนื้อทุเรียนบดได้ใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 32.6 และ 34.4 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า Rohalase M3 และ BAN 240 L มีประสิทธิภาพในการลดความหนืดใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงทดลองต่อเพื่อคัดเลือกเอนไซม์ในกลุ่มอะมัยเลสโดยการใช้เอนไซม์ร่วมกันสามชนิดคือ เพคติเนส เซลลูเลส และอะมัยเลส ความเข้มข้นแต่ละเอนไซม์ร้อยละ 1.5 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักเนื้อทุเรียนบด บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ได้ผลตามตารางที่ ก.3.3

ตารางที่ ก.3.3 ค่าร้อยละของผลผลิตหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้น เมื่อใช้เอนไซม์ร่วมกันสามชนิดในการสกัดหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นโดยใช้อะมัยเลสชนิดต่างๆ บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

อะมัยเลส	ค่าร้อยละของผลผลิตหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้น (% yield)
AMG	8.72
BAN 240 L	32.10
Rohalase M3	35.61
VERON AP	25.17

จากตารางที่ ก.3.3 พบว่า การใช้เอนไซม์ร่วมกันสามชนิดจะสามารถสกัดเอาหัวน้ำเชื้อทุเรียนออกมาได้ โดยเมื่อใช้ AMG ในการสกัดจะได้ปริมาณผลผลิตของหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นออกมาในปริมาณต่ำที่สุดคือร้อยละ 8.72 หัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นที่ได้จะมีกลิ่นของทุเรียนสดแรง ส่วนเมื่อใช้ VERON AP จะได้ปริมาณผลผลิตต่ำกว่าการใช้ BAN 240 L และ Rohalase M3 ส่วนการใช้ BAN 240 L และ Rohalase M3 จะได้ปริมาณผลผลิตของหัวน้ำเชื้อทุเรียน

เข้มข้นใกล้เคียงกัน แต่เมื่อสกัดโดยใช้ BAN 240 L จะให้หัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นที่มีกลิ่นรสแปลกปลอมซึ่งคาดว่าเป็นกลิ่นของเอนไซม์ เมื่อเทียบกับหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นที่สกัดได้จาก Rohalase M3 จะมีกลิ่นของทุเรียนสดมากกว่า ดังนั้นจึงเลือกใช้ Rohalase M3 มาทำการทดลองต่อไป ถึงแม้ว่า AMG จะให้หัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นที่มีกลิ่นทุเรียนสดที่ดีกว่า แต่ต้องใช้ปริมาณเอนไซม์ในการสกัดสูงมากเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูง ซึ่งจะต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก

ในการคัดเลือกชนิดของเอนไซม์ที่ใช้ในการสกัดหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้น โดยการใช้เอนไซม์ร่วมกันสามชนิด จะคำนึงถึงเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพในการสกัดสูงที่สุด แต่ใช้ปริมาณเอนไซม์ที่ต่ำที่สุดเพื่อลดต้นทุนการผลิต และยังต้องคำนึงถึงกลิ่นของหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นที่ยังคงมีกลิ่นธรรมชาติของทุเรียนสดอยู่ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้เอนไซม์ Pectinex Ultra SP-L, Celluclast 1.5 L และ Rohalase M3 มาใช้ในการศึกษาการสกัดหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นโดยการใช้เอนไซม์

ก.4 ข้อมูลรายละเอียดของ Pectinex Ultra SP-L (Novo, 1985)

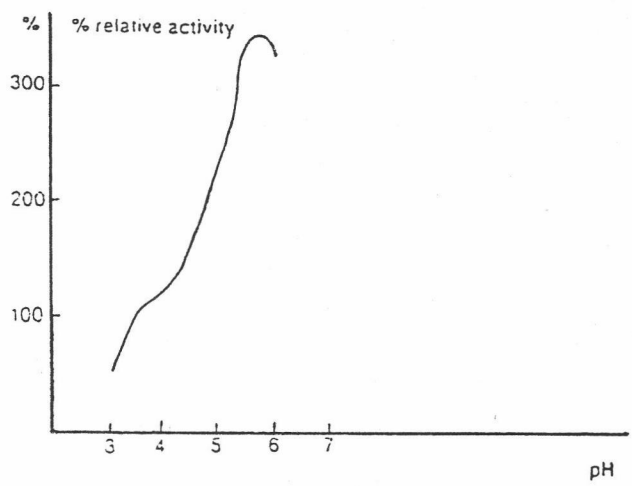
Pectinex Ultra SP-L เตรียมจาก Aspergillus niger สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว โดยจะมีเฮมิเซลลูเลสเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย เพื่อช่วยในการสลายเนื้อเยื่อของผนังเซลล์พืช

ก.4.1 ลักษณะโดยทั่วไป

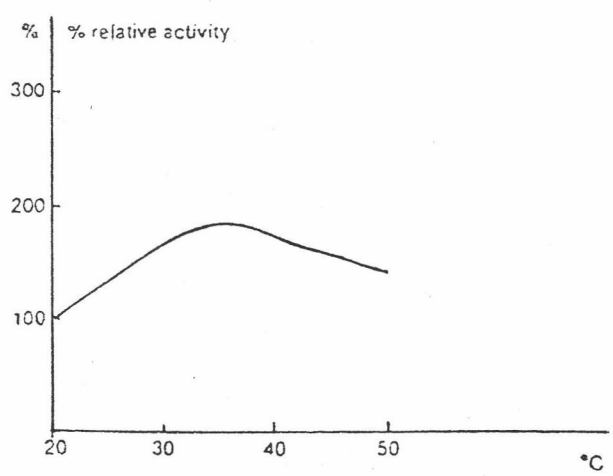
Pectinex Ultra SP-L มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นเปรี้ยวหรือกลิ่นหมักเล็กน้อย มี pH ประมาณ 4.5 สามารถละลายน้ำได้ดี เอนไซม์อาจมีความขุ่นเกิดขึ้น แต่ไม่มีผลกระทบต่อแอคติวิตี มีแอคติวิตี 26.000 PG/มิลลิลิตร โดยที่ 1 PG(Polygalacturonase units) หมายถึงปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ความหนืดของสารละลายกรดเพคติคลดลงร้อยละ 50 ที่

อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส pH 3.5 ในเวลา 30 นาที

Pectinex Ultra SP-L สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 8-55 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิสูงกว่า 55 องศาเซลเซียส พบว่า เอนไซม์บางส่วนถูกยับยั้งการทำงาน มี pH ในการทำงานในช่วงความเป็นกรดปานกลาง สำหรับในกรณีที่ผลไม้มีความเป็นกรดสูงพบว่า ต้องเพิ่มปริมาณของเอนไซม์ที่ใช้มากขึ้น ซึ่งแอคติวิตีของ Pectinex Ultra SP-L ที่ pH และอุณหภูมิต่างๆแสดงในรูปที่ ก.4.1 และ ก.4.2 ตามลำดับ



รูปที่ ก.4.1 ผลของ pH ต่อแอคติวิตีของ Pectinex Ultra SP-L



รูปที่ ก.4.2 ผลของอุณหภูมิต่อแอคติวิตีของ Pectinex Ultra SP-L

ก.4.2 การเก็บรักษา

โดยทั่วไปการเก็บที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะมีอายุการเก็บเป็นเวลา 3 เดือน โดยไม่สูญเสียแอคติวิตี แต่หลังจากนั้นเอนไซม์จะมีแอคติวิตีลดลงร้อยละ 1-2 ต่อเดือน การเก็บที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส เอนไซม์จะมีอายุการเก็บนานขึ้นเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี โดยไม่มีการสูญเสียแอคติวิตี

ก.4.3 สมบัติด้านความปลอดภัยและข้อระวังในการใช้งาน

Pectinex Ultra SP-L ได้รับการยอมรับจาก FAO/WHO JECFA และ FCC ให้เป็นเอนไซม์ที่ใช้กับอาหาร (food grade enzyme) โดยมีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตอยู่ (total viable count) สูงสุดไม่เกิน $5x10^4$ และมีเชื้อราไม่เกิน 10^2 ต่อกรัม

ข้อควรระวังในการใช้งานคือ หลีกเลี่ยงการสูดดมหรือสัมผัสกับเอนไซม์โดยตรง ในกรณีที่สัมผัสถูกผิวหนังหรือตา ให้รีบล้างออกด้วยน้ำทันที

ก.4.4 การนำไปใช้

สำหรับการประยุกต์ใช้นั้น มักจะใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำผลไม้ โดยนำ Pectinex Ultra SP-L มาใช้กับเนื้อผลไม้บด จะช่วยเพิ่มผลผลิตในการสกัดน้ำผลไม้ และทำให้การบีบอัดเป็นไปได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างเช่นการใช้เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตของน้ำแอปเปิ้ล จากแอปเปิ้ลสดและแอปเปิ้ลที่ผ่านการเก็บมาแล้ว ซึ่งพบว่าทั้ง 2 กรณี ที่ระดับของการใช้แรงบีบคั้นน้ำเท่ากัน การใช้เอนไซม์จะให้ผลผลิตน้ำแอปเปิ้ลได้มากกว่า

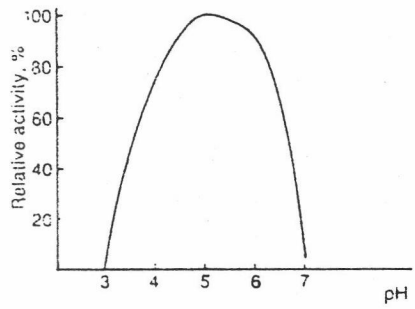
ก.5 ข้อมูลรายละเอียดของ Celluclast 1.5 L (Novo, 1989)

Celluclast 1.5 L เป็นเซลลูเลสที่เตรียมได้จากการหมักแบบอาหารเหลว (submerged fermentation) ของ Trichoderma reesei การทำงานของเอนไซม์นี้จะเร่งการแตกพันธะของเซลลูโลสไปเป็นกลูโคส เซลโลไบโอส และกลูโคสที่ต่อกันเป็นโพลีเมอร์สายยาว ซึ่งปริมาณของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดขึ้นกับภาวะในการทำปฏิกิริยา

ก.5.1 ลักษณะทั่วไป

Celluclast 1.5 L มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้ม สามารถละลายน้ำได้ดี อาจมีความขุ่นเกิดขึ้นได้ แต่จะไม่มีผลกระทบต่อแอคติวิตีของเอนไซม์ มีความหนาแน่นประมาณ 1.2 กรัม/มิลลิลิตร มีแอคติวิตี 1500 NCU/กรัม โดยที่ 1 NCU (One Novo Cellulase Unit) หมายถึง ปริมาณเอนไซม์ที่ย่อยสลายคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (CMC) แล้วให้ผลิตภัณฑ์คาร์โบไฮเดรตที่มีปลายรีดิวซ์เทียบเท่ากลูโคส 1 ไมโครโมล/นาที ภายใต้ภาวะที่กำหนด

แอคติวิตีของ Celluclast 1.5 L ที่ pH และอุณหภูมิต่างๆแสดงไว้ในรูปที่ ก.5.1 และ ก.5.2 ตามลำดับ จะเห็นว่า ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานของ Celluclast 1.5 L คือ pH 4.5-6.0 และอุณหภูมิช่วง 50-60 องศาเซลเซียส

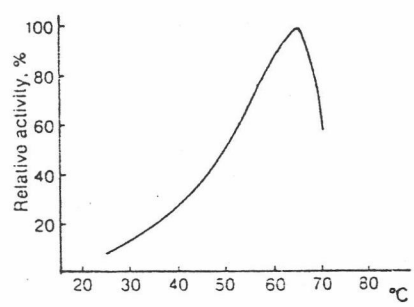


รูปที่ ก.5.1 ผลของ pH ต่อแอคติวิตีของ Celluclast 1.5 L

ความเข้มข้นของเอนไซม์ = 0.02 NCU/มิลลิลิตร

อุณหภูมิ = 50 องศาเซลเซียส

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 20 นาที



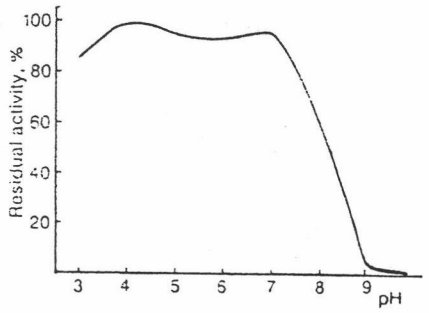
รูปที่ ก.5.2 ผลของอุณหภูมิต่อแอคติวิตีของ Celluclast 1.5 L

ความเข้มข้นของเอนไซม์ = 0.02 NCU/มิลลิลิตร

pH = 4.8

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 20 นาที

เสถียรภาพของ Celluclast 1.5 L เมื่ออยู่ในรูปของสารละลายที่ pH และอุณหภูมิต่างๆ แสดงในรูปที่ ก.5.3 และ ก.5.4 ตามลำดับ



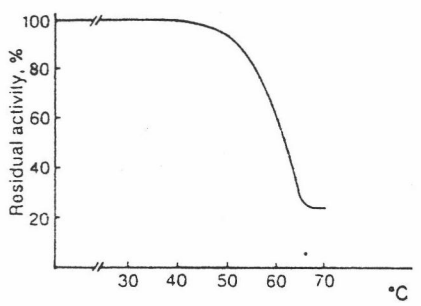
รูปที่ ก.5.3 ผลของ pH ต่อเสถียรภาพของ Celluclast 1.5 L

ความเข้มข้นของเอนไซม์ = 2 NCU/มิลลิลิตร

อุณหภูมิ = 25 องศาเซลเซียส

เวลาในการบ่ม = 16 ชั่วโมง

ระบบบัฟเฟอร์ = Mcllvaine



รูปที่ ก.5.4 ผลของอุณหภูมิต่อเสถียรภาพของ Celluclast 1.5 L

ความเข้มข้นของเอนไซม์ = 2 NCU/มิลลิลิตร

pH = 4.8

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 30 นาที

ก.5.2 <u>การเก็บรักษา</u>

โดยทั่วไปหากเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะเก็บได้เป็นเวลาประมาณ 3 เดือน โดยที่ยังไม่สูญเสียแอคติวิตี การเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส จะยืดอายุการเก็บให้ยาวนานมากขึ้น

ก.5.3 สมบัติด้านความปลอดภัย

Celluclast 1.5 L ได้รับการยอมรับจาก FAO/WHO JECFA และ FCC ให้เป็นเอนไซม์ที่ใช้สำหรับอาหาร (Food grade enzyme) โดยมีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตอยู่ (total viable count) สูงสุดไม่เกิน $5x10^4$ และมีเชื้อราไม่เกิน 10^2 ต่อกรัม

ก.5.4 การนำไปใช้

มีการประยุกต์ใช้ Celluclast 1.5 L เพื่อจุดประสงค์ต่างๆได้แก่ การผลิตน้ำตาลเพื่อใช้ในการหมักจากเซลลูโลส โดยใช้ร่วมกับเซลโลไบเอส เช่น Novozyme สำหรับการใช้ในทางอุตสาหกรรม ปริมาณที่เหมาะสมของเอนไซม์ทั้ง 2 ขึ้นกับภาวะในการทำปฏิกิริยา เช่น pH อุณหภูมิความเข้มข้นของสารตั้งต้น ซึ่งในการทดลองขั้นต้นแนะนำให้ใช้ในปริมาณดังนี้คือ ใช้ Celluclast 1.5 L ร้อยละ 1 ร่วมกับ Novozym 188 ร้อยละ 0.2 นอกจากนี้ยังใช้ในการลดความหนืดและช่วยเพิ่มผลผลิตที่สกัดได้จากผัก ซึ่งปริมาณที่แนะนำให้ใช้ขั้นต้นคือ ร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักของเอนไซม์/น้ำหนักแห้งของสารตั้งต้น โดยปริมาณที่เหมาะสมจริงอาจน้อยกว่านี้ขึ้นกับภาวะที่ใช้

ก.6 ข้อมูลรายละเอียดของ Rohalase M3 (Rohm, 1988)

Rohalase M3 เป็น Fungal - α - amylase ซึ่งเป็นทั้ง liquefying และ saccharifying-amylases และจะมี protease อยู่ในปริมาณเล็กน้อย

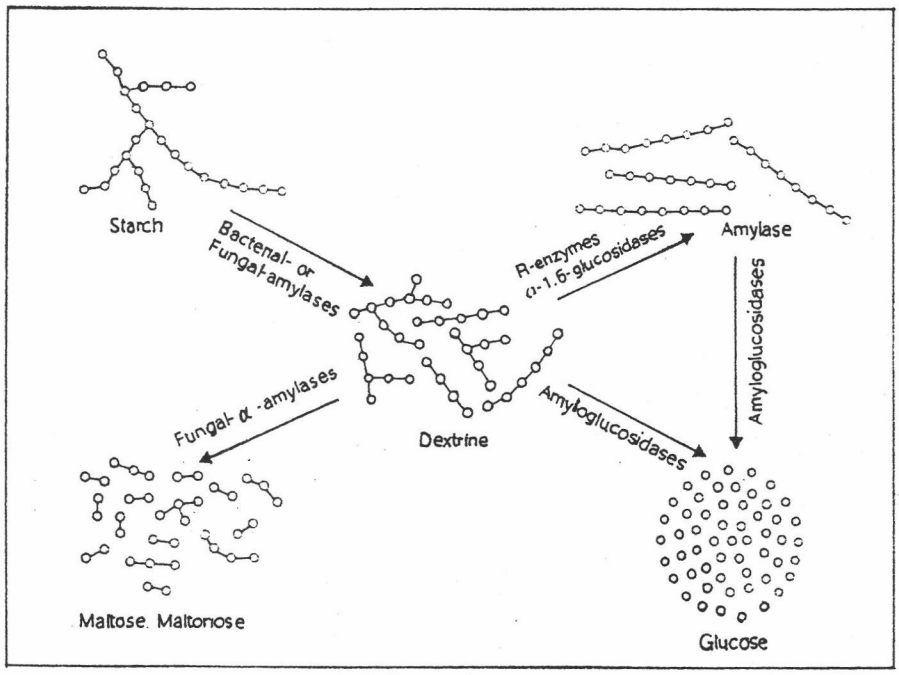
ก.6.1 ลักษณะโดยทั่วไป

Rohalase M3 มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลอ่อน มีแอคติวิตี 48.000 SKB Units/กรัม

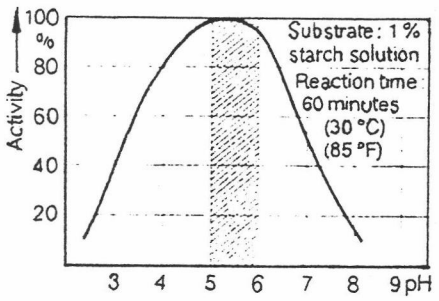
(pH 4.7) โดยที่ 1 SKG Unit/g หมายถึงปริมาณของ soluble starch ที่ถูกทำให้เป็นเดกซ์ตรินด้วย β - amylase โดยสารประกอบเอนไซม์ 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

Rohalase M3 จะย่อยสลายพันธะไกลโคซิดิก α -1,4 ทำให้แป้งที่เป็นเจลเป็นของเหลวอย่างรวดเร็ว เมื่อยืดระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ เดกซ์ตรินจะย่อยสลายเป็นมอลโตสและมอลโตไตรโอส ดังรูปที่ ก.6.1

แอคติวิตีของ Rohalase M3 ที่ pH และอุณหภูมิต่างๆ แสดงไว้ในรูปที่ ก.6.2 และ ก.6.3 ตามลำดับ จะเห็นว่าภาวะที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานของ Rohalase M3 คือ pH 5.0-6.0 และอุณหภูมิในช่วง 45-55 องศาเซลเซียส



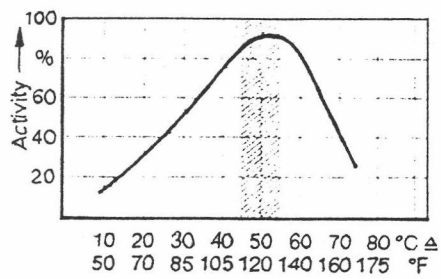
รูปที่ ก.6.1 การทำงานของ Fungal - α - amylase



รูปที่ ก.6.2 ผลของ pH ต่อแอคติวิตีของ Rohalase M3

อุณหภูมิ = 30 องศาเซลเซียส

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 60 นาที

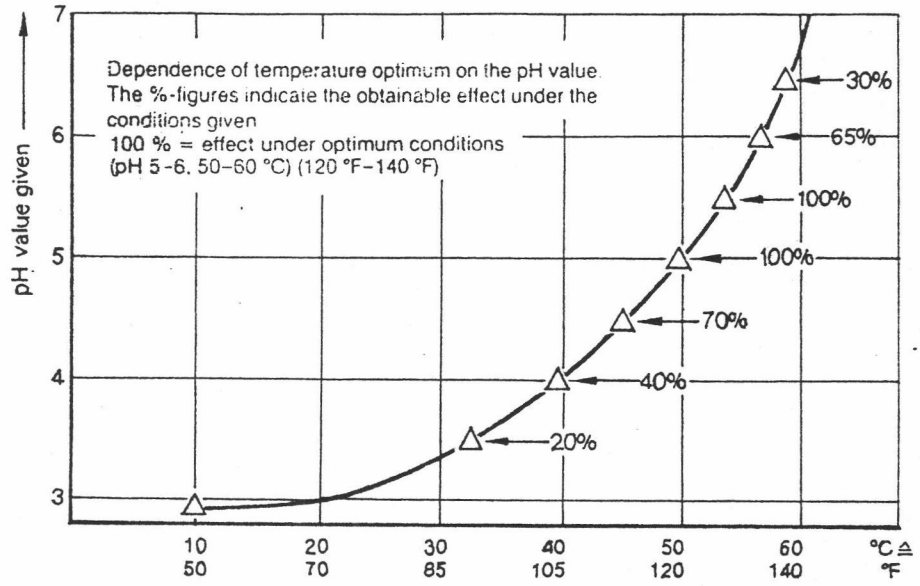


รูปที่ ก.6.3 ผลของอุณหภูมิต่อแอคติวิตีของ Rohalase M3

pH = 5.0

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 60 นาที

เสถียรภาพของ Rohalase M3 เมื่ออยู่ในรูปของสารละลายที่ pH และอุณหภูมิต่างๆ แสดงในรูปที่ ก.6.4



รูปที่ ก.6.4 ผลของ pH และอุณหภูมิต่อเสถียรภาพของ Rohalase M3

ก.6.2 <u>การนำไปใช้</u>

มีการประยุกต์ใช้ Rohalase M3 เพื่อจุดประสงค์ต่างๆ ได้แก่ การผลิตน้ำตาลไซรับที่มีเดกซ์ตริน มอลโตส และกลูโคส ใช้ในการตัดสายแป้งในน้ำผลไม้ โดยเฉพาะในน้ำแอปเปิ้ล ซึ่งจะใช้มากในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นและการทำให้น้ำผลไม้ใส ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตช็อคโกแลตไซรับ เพื่อลดความหนืดของแป้งโกโก้ และเพื่อให้ไซรับตกผลึกได้ดีขึ้น ทำให้มีปริมาณของแข็งสูงขึ้น

ก.7 <u>การตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์</u>

ตามวิธีของ Harrigan และ McCance (1976)

ก.7.1 <u>การตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด</u> (Total plate count)

<u>สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ</u> Tryptone Glucose Yeast Extract Agar

Tryptone	5.0	กรัม
Yeast Extract	2.5	กรัม
กลูโคส	1.0	กรัม
วุ้น	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

pH 7.0

ละลายส่วนผสมทั้งหมดโดยใช้ความร้อน ปรับ pH ให้เป็น 7.0 นำไปบรรจุใส่ขวดรูปชมพู่ แล้วอบฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

<u>การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์</u>

1. นำหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นมาตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะใช้ระดับความเจือจาง 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3} และ 10^{-4} ส่วนที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเย็นจะใช้ระดับความเจือจาง 10^{0}, 10^{-1} และ 10^{-2}

2. ปิเปตตัวอย่างที่จะวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานอาหารเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว เทอาหาร plate count agar ทำวิธี shake plate

3. บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์

ก.7.2 การตรวจวิเคราะห์จำนวนเชื้อราและยีสต์

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar		
มันฝรั่งชิ้นเล็กๆ	200	กรัม
กลูโคส	20	กรัม
วุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

ต้มมันฝรั่งกับน้ำกลั่น 1 ลิตร ให้เดือดเป็นเวลา 15 นาที กรองเอาน้ำใส เติมกลูโคสและวุ้น ต้มต่อจนส่วนผสมทั้งหมดละลาย ปรับปริมาตรโดยใช้น้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 ลิตร นำไปบรรจุใส่ขวดรูปชมพู่แล้วอบฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

การตรวจวิเคราะห์

1. นำหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นมาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อราและยีสต์โดยหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องจะใช้ระดับความเจือจาง 10^{0}, 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3} ส่วนที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเย็นจะใช้ระดับความเจือจาง 10^{0}, 10^{-1} และ 10^{-2}

2. ปิเปตตัวอย่างที่จะวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อราและยีสต์ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานอาหารเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว เทอาหาร potato dextrose agar ทำวิธี shake plate

3. บ่มที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-5 วัน ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์

ก.8 สูตรอาหารที่ใช้ทดสอบทางประสาทสัมผัส

ก.8.1 ส่วนผสมไอศกรีมกลิ่นทุเรียน

ครีมข้น	ร้อยละ	2.5
เนยขาว	"	2.0
เนยจืด	"	1.0
หางนมผง	"	3.0
น้ำตาล	"	10.0
stabilizer	"	0.6
นมสด	"	80.0
กลูโคสไซรับ	"	5.0
หัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้น	"	3.0

ก.8.2 ส่วนผสมนมกลิ่นทุเรียน

นมสด	100	มิลลิลิตร
น้ำตาลความเข้มข้น 70 °Brix	3	มิลลิลิตร
หัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้น	1.5	มิลลิลิตร

ก.8.3 ส่วนผสมไอซิ่งกลิ่นทุเรียน

น้ำตาลไอซิ่ง	100	กรัม
น้ำ	5	มิลลิลิตร
หัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้น	1	มิลลิลิตร

ก.9 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กลิ่นทุเรียน

ชื่อ-นามสกุล_____ วันที่_____

กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์_____แล้วให้คะแนน (scoring) คุณลักษณะต่างๆในตารางนี้

ตัวอย่าง				
1. กลิ่น				
กลิ่นของทุเรียนสดปกติ (13-15)				
กลิ่นแปลกปลอมเล็กน้อยเช่นกลิ่นของเอนไซม์ (10-12)				
กลิ่นแปลกปลอมปานกลาง (7-9)				
กลิ่นแปลกปลอมมาก (4-6)				
กลิ่นแปลกปลอมมากที่สุด (1-3)				
2. รส				
รสชาติของทุเรียนสดปกติ (13-15)				
รสชาติแปลกปลอมเล็กน้อยเช่นมีความเฝื่อน ความขม (10-12)				
รสชาติแปลกปลอมปานกลาง (7-9)				
รสชาติแปลกปลอมมาก (4-6)				
รสชาติแปลกปลอมมากที่สุด (1-3)				
3. การยอมรับรวม				
ยอมรับมากที่สุด (13-15)				
ยอมรับมาก (10-12)				
ยอมรับปานกลาง (7-9)				
ยอมรับน้อย (4-6)				
ไม่ยอมรับ (1-3)				

ก.10 การแจกแจงชนิดและระดับของกลิ่นทางประสาทสัมผัส

ก.10.1 แบบทดสอบการแจกแจงชนิดและระดับของกลิ่นทางประสาทสัมผัส

ชื่อ-นามสกุล_____ วันที่_____

กรุณาทดสอบกลิ่นหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นชนิดต่างๆ โดยแจกแจงชนิดและระดับความเข้มของกลิ่นต่างๆทางประสาทสัมผัส

หลักเกณฑ์การให้คะแนน : คะแนนระดับความเข้มของกลิ่นชนิดต่างๆโดยมีระดับคะแนนอยู่ในช่วง 0-100 โดยที่ 0 หมายถึง ไม่พบกลิ่นชนิดนี้ 100 หมายถึง มีกลิ่นชนิดนี้อยู่มากที่สุด

ชนิดของกลิ่น	ตัวอย่าง				
Allicious or garlic-like					
candy					
caramel-like					
creamy					
sweet					
fresh					
green					
mild					
ripe					
off-flavor					
vanilla noted					

ก.10.2 คุณสมบัติของผู้ทดสอบ

จากการทดสอบการแจกแจงชนิด และระดับความเข้มของกลิ่นต่างๆทางประสาทสัมผัส ต้องการผู้ที่มีความชำนาญและเชี่ยวชาญทางด้านการจำแนกชนิดของกลิ่นต่างๆเป็นอย่างดี ดังนั้น จึงเลือกคุณธัญญวัฒน์ รุ่งทิวาสุวรรณ ซึ่งเคยทำงานใน บริษัท Givaudan Roure (Thailand) Co.Ltd. ตำแหน่ง flavor application manager ซึ่งเป็นผู้ที่ได้ผ่านการอบรมวิธีการดมกลิ่นจากประเทศฮ่องกง และเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทางด้านการขายและการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับหัวน้ำเชื้อชนิดต่างๆเป็นเวลานานถึง 2 ปี

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ

ข.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ตามวิธีของ A.O.A.C. 22.013 (1984)

1. อบถาดอะลูมิเนียมที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นใน desiccator แล้วนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างเนื้อทุเรียนบดที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 5-10 กรัม ใส่ในถาดที่อบแห้งเก็บไว้ใน desiccator 1 คืน

3. นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความดัน 100 มิลลิเมตรปรอท โดยเปิดฝาทิ้งไว้นาน 6 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่

4. ปิดฝาภาชนะ แล้วทำให้เย็นใน desiccator จากนั้นชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{(m_2 - m_1)}{m} \times 100$$

m = น้ำหนักตัวอย่าง

m_1 = น้ำหนักถาดอะลูมิเนียมหลังอบ

m_2 = น้ำหนักตัวอย่างและน้ำหนักภาชนะหลังอบ

ข.2 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย

ตามวิธีของ A.O.A.C. 7.073 (1984)

1. ชั่งตัวอย่างเนื้อทุเรียนบด 5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ 500 มิลลิกรัม ทำ 2ซ้ำ

2. เติมกรดซัลฟูริกความเข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาตร 200 มิลลิลิตร

3. ให้ความร้อนจนเดือดเป็นเวลา 30 นาที รักษาปริมาตรให้คงที่ด้วยน้ำร้อน

4. กรองทันทีผ่านผ้าโพลีเอสเตอร์โดย suction filtration ล้างบีกเกอร์ผ้า และตัวอย่างด้วยน้ำร้อนหลายๆครั้งจนหมดฤทธิ์กรด

5. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วทำให้เป็นปริมาตร 200 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำร้อน

6. ต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที รักษาปริมาตรให้คงที่ด้วยน้ำร้อน

7. กรองทันทีผ่านผ้าโพลีเอสเตอร์ และล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อนหลายๆครั้ง

8. จากนั้นล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 1 ล้างน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์กรด

9. ล้างด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 ปริมาณเล็กน้อย

10. นำตัวอย่างที่เหลือใส่ใน evaporation dish เพื่อระเหยเอาแอลกอฮอล์ออก

11. อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน ทำให้เย็นใน desiccator

12. เผาจนกลายเป็นเถ้า ทำให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนัก

13. น้ำหนักที่หายไปคือ crude fiber

14. คำนวณค่าเป็นร้อยละ crude fiber

การคำนวณ

$$\text{crude fiber ร้อยละ} = \frac{(\text{น้ำหนัก dish ที่มีเถ้า} - \text{น้ำหนัก dish}) \times 100}{\text{น้ำหนักสารตัวอย่าง}}$$

ข.3 การวิเคราะห์ปริมาณแป้ง

ตามวิธีของ A.O.A.C. 8.019, 31.038 (1984)

1. สารละลาย iodine-potassium iodine

บดผสม iodine 7.5 กรัม และ potassium iodine 7.5 กรัม เข้าด้วยกัน ละลายด้วยน้ำกลั่น 150 มิลลิลิตร เจือจางสารละลายด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 250 มิลลิลิตร นำไปกรอง

2. สารละลาย alcohol sodium chloride

ผสม alcohol 350 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร และสารละลาย NaCl เข้มข้นร้อยละ 20 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เข้าด้วยกัน เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 500 มิลลิลิตร

3. สารละลาย alcohol sodium hydroxide เข้มข้น 0.25 N

ผสม alcohol 350 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 N ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เข้าด้วยกัน เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 500 มิลลิลิตร

4. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.7 N

เจือจางกรดไฮโดรคลอริก 60 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นจนปริมาตร 1 ลิตร

5. somogyi phosphate sugar reagent

- ละลาย anhydrous Na_2HPO_4 56 กรัม และ Rochelle salt 80 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร

- เติมสารละลาย $CuSO_4.5H_2O$ เข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 160 มิลลิลิตร โดยเติมอย่างช้าๆและคนอย่างสม่ำเสมอ

- ละลาย anhydrous Na_2SO_4 360 กรัม ด้วยสารละลายที่เตรียมไว้ข้างต้น

- เติมสารละลาย KIO_3 เข้มข้น 0.1 N 200 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1-2 วัน นำมากรอง โดยทิ้งสารละลายที่กรองได้ครั้งแรก 50 มิลลิลิตร แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส

6. สารละลายมาตรฐาน sodium thiosulfate เข้มข้น 0.005 N

ละลาย sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3$) 2.73 กรัม ในน้ำกลั่นเจือจางจนมีปริมาตร 2 ลิตร

ปรับความเข้มข้นมาตรฐานของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ได้เตรียมไว้ โดยผสมสารละลาย KI ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1.5 N 3 มิลลิลิตร และ somogyi phosphate sugar reagent 5 มิลลิลิตร เข้าด้วยกัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที แล้วไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน sodium thiosulfate โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์

7. สารละลาย potassium iodine (KI) เข้มข้นร้อยละ 2.5

เตรียมสารละลาย KI ให้มีความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และเติม Na_2CO_3 เล็กน้อย เพื่อช่วยเพิ่มเสถียรภาพ

8. สารละลายน้ำแป้ง

ชั่งแป้ง 1.5 กรัม ทำให้เป็น paste โดยละลายแป้งในน้ำเล็กน้อย แล้วค่อยๆเติมน้ำเดือดจนมีปริมาตร 300 มิลลิลิตร

9. phenol red indicator

ชั่งอินดิเคเตอร์ 0.1 กรัม ละลายในโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.01 N 28.2 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างเนื้อทุเรียนบดประมาณ 1.0 กรัม ให้รู้น้ำหนักที่แน่นอน

2. เติมทรายละเอียด 20 มิลลิกรัม และน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือด 15 นาที เพื่อทำให้แป้งในทุเรียนเกิดเจลาติไนเซชัน ทิ้งให้เย็น

3. เติม $HClO_4$ เข้มข้นร้อยละ 60 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร อย่างรวดเร็ว และคนอย่างสม่ำเสมอ พร้อมกับบดเนื้อเยื่อกับผนังหลอดทดลองด้วยแท่งแก้ว

4. เติม uranyl acetate เข้มข้นร้อยละ 5 3 มิลลิลิตร เพื่อตกตะกอนโปรตีน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปเซนตริฟิวจ์

5. ปิเปตสารละลายส่วนใส 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติม celite 100 มิลลิกรัม สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 20 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และสารละลาย iodine-potassium iodine 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง แล้วนำไปเซนตริฟิวจ์ เทสารละลานส่วนใสทิ้งไป

6. ล้างตะกอนของ starch-iodine ด้วยสารละลาย alcohol sodium chloride 5 มิลลิลิตร นำไปเซนตริฟิวจ์ แล้วเทสารละลายส่วนใสทิ้งไป

7. เติมสารละลาย alcohol sodium hydroxide 2 มิลลิลิตร เพื่อจับตะกอน เขย่าและเคาะเบาๆจนตะกอนไม่มีสีน้ำเงิน

8. ล้างผนังหลอดทดลองด้วยสารละลาย alcohol sodium chloride 5 มิลลิลิตร นำไป centrifuge และล้างด้วยสารละลาย alcohol sodium chloride 5 มิลลิลิตร อีกครั้ง

9. เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.7 N ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่มีตะกอน ปิดจุกหลวมๆ นำไปต้มในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง ทำให้เย็น แล้วถ่ายใส่ volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร

10. หยด phenol red 1-2 หยด ทำให้เป็นกลางด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 N แล้วปรับปริมาตรด้วย oxalic acid เข้มข้น 0.1 N

11. ปิเปตสารละลายในข้อ 10 มา 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติม somogyi phosphate sugar reagent 5 มิลลิลิตร ปิดจุก นำไปต้มในน้ำเดือด 15 นาที ทำให้เย็น เติมสารละลาย KI เข้มข้นร้อยละ 2.5 จำนวน 1 มิลลิลิตร และสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1.5 N จำนวน 3 มิลลิลิตร นำมาไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน sodium thiosulfate โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์

<u>วิธีหาปริมาณกลูโคสที่สมมูลกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.005 N 1 มิลลิลิตร</u>

1. ชั่งสารละลายมาตรฐานกลูโคสให้รู้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 150 มิลลิกรัม
2. ละลายด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
3. ปิเปตสารละลายกลูโคสมา 5 มิลลิลิตร เติม somogyi phosphate sugar reagent 5 มิลลิลิตร ปิดจุก นำไปต้มในน้ำเดือด 15 นาที ทำให้เย็น แล้วเติมสารละลาย Kl เข้มข้นร้อยละ 2.5 จำนวน 1 มิลลิลิตร และสารละลายกรด H_2SO_4 เข้มข้น 1.5 N จำนวน 3 มิลลิลิตร นำมาไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน sodium thiosulfate โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ แล้วคำนวณปริมาณกลูโคสที่สมมูลกับสารละลายมาตรฐานโซเดียม-ไธโอซัลเฟต 0.005 N จำนวน 1 มิลลิลิตร

<u>คำนวณ</u>

ปริมาณแป้ง (ร้อยละ) = 50 x (จำนวนมิลลิลิตรของ blank - จำนวนมิลลิลิตรของ sample)
x (0.9/มิลลิกรัมของ sample) x (N/0.005) x G x 100

เมื่อ 50 = dilution factor

0.9 = factor ในการเปลี่ยนแป้งไปเป็นกลูโคส

N = Normality ที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต

G = มิลลิกรัมของกลูโคสที่สมมูลกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.005 N ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

ข.4 การวิเคราะห์ปริมาณเพคติน

ตามวิธีของ Ranganna (1977)

1. ชั่งน้ำหนักเนื้อทุเรียนบด 100 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร ที่บรรจุน้ำปริมาตร 400 มิลลิลิตร เติม Sodium hexametaphosphate 1.2 กรัม ปรับ pH ให้เท่ากับ 4.5 ด้วยกรดอะซิติกหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์

2. ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง กวนสม่ำเสมอ วัดค่า pH ทุกๆ 15 นาที เพื่อให้แน่ใจว่าค่าคงที่ เท่ากับ 4.5

3. ปรับปริมาตรด้วยน้ำให้เท่ากับปริมาตรก่อนนำไปให้ความร้อน แต่จะไม่มีการเติมน้ำในช่วง 20 นาที หลังการสกัด

4. เติม filter aid 4 กรัม และ ground paper pulp 4 กรัม ชั่งน้ำหนัก

5. กรองอย่างรวดเร็วผ่านกระดาษกรองเคลือบด้วย filter aid 3 กรัม เก็บส่วนใสอย่างน้อย 200 มิลลิลิตร ทำให้เย็นอย่างรวดเร็วและชั่งน้ำหนัก ถ้าความเข้มข้นเพคตินในส่วนใสต่ำกว่าร้อยละ 0.2 ทำให้เข้มข้นจนได้ระดับที่กำหนดภายใต้สุญญากาศก่อนนำไปตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์

6. เทส่วนใสที่เย็นแล้วและรู้น้ำหนักแน่นอนลงในเอทธานอล ไอโซโพรพานอล หรืออะซิโตน ที่ประกอบด้วยกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 M ทั้งนี้จะทำให้ pH ของ slurry อยู่ระหว่าง 0.7 ถึง 1.0 กวนนาน 30 นาที เซนตริฟิวจ์และกรองหรือแยกตะกอนบนไนลอนที่มีขนาดรูหยาบ

7. ล้างอีกครั้งที่ pH คงเดิมเพื่อกำจัดเถ้า (ash) ที่มีอยู่เล็กน้อย

8. ล้างซ้ำอีกในแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 หรืออะซิโตนปริมาตร 400 มิลลิลิตร จนกระทั่งตกตะกอนปราศจากอิออนของคลอไรด์ หรือค่า pH สูงกว่า 4.0

9. กำจัดน้ำในตะกอนออกโดยการตกตะกอนลงในอะซิโตน ปริมาตร 400 มิลลิลิตร

10. อบค้างคืนในความดันสุญญากาศ 5 มิลลิเมตรของปรอท โดยมีลมร้อนผ่านตู้อบอย่างช้าๆ ชั่งน้ำหนักตะกอนที่ได้ ใช้เพคตินนี้สำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

การตรวจวัดหาแอมโมเนีย

เพคตินที่ถูกทำให้แห้งแล้วควรปราศจากแอมโมเนียซึ่งจะไปรบกวนการวิเคราะห์ในช่วงต่อไป ดังนั้นการทดสอบแอมโมเนียในเพคตินทำดังนี้ เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ในปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในเพคติน ให้ความร้อนถ้ามีแอมโมเนียในเพคตินจะมีกลิ่นหรือทดสอบโดยกระดาษลิตมัสซึ่งจะให้ผลดีกว่า ล้างแอมโมเนียมอิออน (ถ้ามี) ด้วย acidified 60% alcohol ตามด้วย neutral alcohol เพื่อกำจัดความเป็นกรด จากนั้นทำให้แห้ง

การหาปริมาณสารประกอบเพคตินในรูปของแคลเซียมเพคเตต

เพคตินที่สกัดจากพืชนำมาเติมด่างและตกตะกอนเป็นแคลเซียมเพคเตต ได้สารละลายกรดโดยเติมแคลเซียมคลอไรด์ ล้างตะกอนแคลเซียมเพคเตตจนกระทั่งปราศจากคลอไรด์ อบแห้งและชั่งน้ำหนัก

สารเคมี

1. กรดอะซิติก ความเข้มข้น 1 N ให้เจือจาง glacial acetic acid 30 มิลลิลิตร เป็นปริมาตร 500 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ

2. calcium chloride 1 N ให้ละลาย anhydrous $CaCl_2$ 27.5 กรัม ในน้ำและเจือจางจนได้ปริมาตร 500 ml

3. Silver nitrate ให้ละลาย $AgNO_3$ 1 กรัม ในน้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตร

4. กรดไฮโดรคลอริก 0.05 N

วิธีทดลอง

1. ชั่งเนื้อทุเรียนบด 50 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ 1000 มิลลิลิตร สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก 0.5 N ปริมาตร 400 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส (แทนที่น้ำที่ระเหยไปในช่วงการให้ความร้อน) ทำให้เย็น เทสารละลายตัวอย่างลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเขย่าและกรองผ่านกระดาษกรอง No.4 กรองลงในกรวยแยกขนาด 500 มิลลิลิตร

กากเนื้อทุเรียนบดที่เหลือนำมาสกัดซ้ำในน้ำเย็น แล้วนำส่วนผสมที่สกัดได้ไปต้มก่อนนำมากรอง หรือบางรายงานอาจใช้วิธีนำเนื้อทุเรียนบดเติมน้ำโดยไม่ใส่กรด นำไปต้มแทนการสกัดโดยใช้กรดจะละลายส่วนของเพคตินที่ไม่ละลายน้ำ

2. การสกัดโดยใช้กรด ต้มตัวอย่างเริ่มต้นด้วยกรดไฮโดรคลอริก 0.1 N เป็นเวลา 30 นาที กรองผ่านความดันสุญญากาศ ล้างส่วนที่กรองได้ด้วยน้ำร้อน จากนั้นเติมกรดไฮโดรคลอริก 0.05 N ต้มเป็นเวลา 20 นาที กรอง แล้วทำเหมือนช่วงแรก จากนั้นเติมกรดไฮโดรคลอริก 0.3 N ต้มเป็นเวลา 10 นาที กรองทำเหมือนช่วงแรกเช่นกัน นำส่วนใสที่กรองได้นำมาผสมกัน ทำให้เย็นและเจือจางที่ปริมาตรที่กำหนด ซึ่งเพคตินที่สกัดได้ที่ผ่านการทำให้แห้งและการทำให้บริสุทธิ์แล้ว 200 มิลลิกรัม เทลงในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตรเติมแอลกอฮอล์ 2-3 มิลลิลิตร เติมน้ำ 400 มิลลิลิตร คนสม่ำเสมอ ต้มจนเดือดแล้วทำให้เย็นเทลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 500 มิลลิลิตร เจือจางจนได้ปริมาตร

วิธีการคำนวณ

$$\% \text{ Pectin as Calcium pectate} = \frac{\text{น้ำหนักของ calcium pectate} \times 500 \times 100}{\text{ปริมาตรของส่วนใสที่นำมาทดสอบ (ml)} \times \text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ข.5 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity)

ดัดแปลงจาก AOAC, 1990

สารเคมี

1. สารละลายฟีนอฟธาลีน (phenolphthalein indicator) เตรียมโดยการละลายฟีนอฟธาลีน 1 กรัม ในเอธิลอัลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล ทีละหยดจนกระทั่งหยดแรกเป็นสีชมพู แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 200 มิลลิลิตร

2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide solution) 0.1 นอร์มัล เตรียมโดยการละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับน้ำกลั่นปริมาณเท่าๆกัน ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 3-4 วัน เพื่อให้โซเดียมไฮดรอกไซด์ส่วนที่ไม่ละลายตกตะกอน จากนั้นนำสารละลายส่วนใส 8 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 ลิตร นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮโดรเจนพธาเลต (Potassium hydrogen phthalate) เพื่อหาความเข้มข้นที่แน่นอน จนถึงจุดยุติเป็นชมพูอ่อน

ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

$$= \frac{\text{กรัมของโปแตสเซียมไฮโดรเจนพธาเลต} \times 1000}{\text{มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์} \times 204.229}$$

วิธีการ

1. ปิเปตหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลายฟีนอฟธาลีน 2 หยด

3. ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับกรดซิตริก จนกระทั่งถึงจุดยุติซึ่งมีสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรท นำมาคำนวณปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริคตามสูตร

1 มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับกรดซิตริค 0.0070 กรัม

ปริมาณกรดซิตริคในหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้น (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) = ความเข้มข้นที่แน่นอนของโซเดียมไฮดรอกไซด์ x มิลลิลิตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ x .07 x 100

ข.6 การวัดความหนืด

อุปกรณ์

Brookfield viscometer model DV-I

วิธีการ

1. ปรับเครื่องให้สมดุล โดยสังเกตจากส่วนปรับระดับ (ฟองอากาศในน้ำ)

2. ใช้หัวเข็มหมายเลข 6-7 ซึ่งจะอ่านค่าบนหน้าปัทม์ได้อยู่ในช่วง 10 ถึง 100 นำมาหมุนเข้ากับสกรูให้แน่น

3. จุ่มหัวเข็มลงในตัวอย่าง โดยให้ร่องของหัวเข็มอยู่ระดับเดียวกับผิวหน้า

4. ปรับระดับความเร็วรอบของเครื่องวัดที่อัตราเร็ว 100 rpm

5. เปิดสวิตช์ปรับให้เป็น 0 แล้วเปิดให้หัวเข็มหมุนเป็นเวลา 5 นาที(ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส) อ่านค่าตัวเลขบนหน้าปัทม์

6. นำค่าที่ได้ไปคูณกับแฟคเตอร์ที่กำหนดให้ในตารางคู่มือของเครื่องซึ่งขึ้นอยู่กับรุ่นของเครื่อง อัตราเร็วการหมุน และหมายเลขหัวเข็มที่ใช้วัด ผลลัพธ์ที่ได้คือค่าความหนืดของตัวอย่าง มีหน่วยเป็น mPa.s

ข.7 สูตรคำนวณหาค่าร้อยละของการลดความหนืดของเนื้อทุเรียนบด

$$\% \text{ Viscosity Reduction} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A = ค่าความหนืดของเนื้อทุเรียนบดของตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการสกัดด้วยเอนไซม์ที่บ่มที่ภาวะต่างๆ

B = ค่าความหนืดของเนื้อทุเรียนบดที่ผ่านการสกัดด้วยเอนไซม์ที่บ่มที่ภาวะต่างๆ

ข.8 สูตรคำนวณหาค่าร้อยละของผลผลิตหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้น

$$\% \text{ yield} = \frac{A}{B} \times 100$$

A = น้ำหนักของหัวน้ำเชื้อทุเรียนเข้มข้นที่ได้

B = น้ำหนักของเนื้อทุเรียนบดตั้งต้น

ข.9 การวัดสี Lovibond

อุปกรณ์

Lovibond flexible optic tintometer รุ่น AF 751

วิธีการ

1. ประกอบเครื่องมือ โดยต่อสายไฟ 2 สายจากตัวเครื่องกับหัวอ่านขนาด 4x4 ตารางเซนติเมตร

2. ต่อเลนส์สำหรับอ่านค่าสีกับบริเวณต่อเลนส์บนตัวเครื่อง

3. เปิดเครื่องที่ปุ่ม ON และปรับปุ่มสีน้ำเงิน เหลืองและแดงมาที่ 0

4. วางทาบหัวอ่านบนแผ่นสีขาว ที่มีในกล่องอุปกรณ์

5. มองผ่านเลนส์ พร้อมกับหมุนปุ่มทางซ้ายมือ (ปุ่ม Calibrate) จนกระทั่งสีที่มองเห็นจากเลนส์ทางด้านซ้ายและขวา เป็นสีขาวเหมือนกัน

6. เริ่มอ่านค่าสีของตัวอย่าง โดยนำหัวอ่านวางบนตัวอย่างที่จะวัดสี

7. มองผ่านเลนส์ พร้อมกับปรับปุ่มสีน้ำเงิน เหลือง แดง และเปอร์เซ็นต์ความสว่าง จนกระทั่งสีที่มองเห็นจากเลนส์ทางด้านซ้ายและขวาเท่ากัน

8. บันทึกค่าสีน้ำเงิน เหลือง แดง และเปอร์เซ็นต์ความสว่าง

รูปที่ ข.9 เครื่องวัดสี Lovibond

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ค.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการวางแผนแบบ Completely Randomized Design (CRD)

ตารางที่ ค.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Completely Randomized Design (CRD)

SOV.	df.	SS.	MS.	F calculated	F table
Treatment	t-1	$_{1}\Sigma X_{i.}^{2}/r-X_{..}^{2}/rt$	SS_T/df_T	MS_T/MS_E	$f(\%sig.,df_T.df_E$
Error	t(r-1)	by substraction	SS_E/df_E		
Total	rt-1	$_{t.1}\Sigma X_{i.1}^{2}-X_{..}^{2}/rt$			

ค.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการวางแผนแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD)

ตารางที่ ค.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD)

SOV.	df.	SS.	MS.	F calculated	F table
Treatment	t-1	$_{1}\Sigma X_{i.}^{2}/r-X_{..}^{2}/rt$	SS_T/df_T	MS_T/MS_E	$f(\%sig.,df_T.df_E$
Block	r-1	$_{1}\Sigma X_{1.}^{2}/r-X_{..}^{2}/rt$	SS_{blk}/df_{blk}	MS_{blk}/MS_E	
Error	t(r-1)	by substraction	SS_E/df_E		
Total	rt-1	$_{t.1}\Sigma X_{i.j}^{2}-X_{..}^{2}/rt$			

ค.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการวางแผนแบบ Factorial Completely Ramdomized Design

ตารางที่ ค.3 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial Completely Randomized Design

SOV.	df.	SS.	MS.	F calculated	F table
Factor					
A	a-1	$_{i}\Sigma X_{i}...^{2}/bcr-X....^{2}/abcr$	SS_A/df_A	MS_A/MS_E	$f(\%sig.,df_A,df_E)$
B	b-1	$_{i}\Sigma X_{.1}..^{2}/acr-X....^{2}/abcr$	SS_B/df_B	MS_B/MS_E	$f(\%sig.,df_B,df_E)$
C	c-1	$_{k}\Sigma X..{}_{k}.^{2}/abr-X....^{2}/abcr$	SS_C/df_C	MS_C/MS_E	$f(\%sig.,df_C,df_E)$
AB	(a-1)	$_{i.1}\Sigma X_{i.1}..^{2}/cr-X....^{2}/abcr$	SS_{AB}/df_{AB}	MS_{AB}/MS_E	$f(\%sig.,df_AB,df_E)$
	(b-1)	$-SS_A-SS_B$			
AC	(a-1)	$_{ik}\Sigma X_{i\cdot k}.^{2}/cr-X....^{2}/abcr$	SS_{AC}/df_{AC}	MS_{AC}/MS_E	$f(\%sig.,df_{AC},df_E)$
	(c-1)	$-SS_A-SS_C$			
BC	(b-1)	$_{.ik}\Sigma X._{ik}.^{2}/cr-X....^{2}/abcr$	SS_{BC}/df_{BC}	MS_{BC}/MS_E	$f(\%sig.,df_{BC},df_E)$
	(c-1)	$-SS_B-SS_C$			
ABC	(a-1)	$_{i.ik}\Sigma X_{i.ik}.^{2}/cr-X....^{2}/abcr$	SS_{ABC}/df_{ABC}	MS_{ABC}/MS_E	$f(\%sig.,df_{ABC},df_E)$
	(b-1)	$-SS_A-SS_B-SS_C-SS_{AB}$			
	(c-1)	$-SS_{AC}-SS_{BC}-SS_{ABC}$			
Error	abc(r-1)	by substraction	SS_E/df_E		
Total	abcr-1	$_{i.ikj}\Sigma X_{i.ikj}^{2}/cr-X....^{2}/abcr$			

คิดค่าเฉลี่ยกรณีข้อมูลแบบ factorial คิดค่าเฉลี่ยสำหรับแต่ละตัวแปรและปฏิสัมพันธ์ต่างๆ ดังตารางที่ ค.4

ตารางที่ ค.4 การคิดค่าเฉลี่ยสำหรับข้อมูลแบบ factorial

factor	ค่าเฉลี่ย	R
A	$_{i}\Sigma X_{i}.../R$	bcr
B	$_{.i}\Sigma X_{.i}.../R$	acr
C	$_{k}\Sigma X..._{k}./R$	abr
AB	$_{i.j}\Sigma X_{i.j}../R$	cr
AC	$_{ik}\Sigma X_{i.k}./R$	br
BC	$_{.ik}\Sigma X_{.ik}./R$	ar
ABC	$_{i.ik}\Sigma X_{i.ik}./R$	r

- เรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากน้อยไปมากคำนวณค่า $S_{\bar{y}} = (MS_E/r)^{1/2}$ r=จำนวนซ้ำ กรณีข้อมูลแบบ factorial r=R ตามตารางที่ ค.4
- เปิดตารางอ่านค่า Significant Studentized Range (SSR) ที่ %sig. ที่ต้องการตั้งแต่ p-2 ถึง p=n-1 ที่ df_E (n=จำนวนค่าเฉลี่ยทั้งหมดที่ต้องการเปรียบเทียบ)
- คำนวณค่า LSR = $S_{\bar{y}}$ X SSR
- เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่กับค่า LSR ตามค่าของ

ประวัติผู้เขียน

นางสาว วิภาดา ศุภจรรยา เกิดเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2512 ณ จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยา) ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีพ.ศ.2532 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2533

ผลงานทางวิชาการ

วิภาดา ศุภจรรยา และปราณี อ่านเปรื่อง. 2537. การสกัดหัวน้ำเชื้อทุเรียนโดยการใช้เอนไซม์เพคติเนส เซลลูเลส และอะมัยเลส ภายใต้ภาวะปฏิกิริยาแบบต่อเนื่องและแบบตามลำดับ. อาหาร, 24( ):