รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ธนาคารกสิกรไทย. มันฝรั่ง:พืชรองที่ยังพึ่งตลาดนอก. สรุปข่าวธุรกิจ 23 (1-15 กุมภาพันธ์ 2535): 3-6.

มัณฑนา นาคเสน. ผลผลิตและคุณสมบัติสำหรับการแปรรูปของมันฝรั่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536.

มาโนช ทองเจียม. มันฝรั่ง. วิทยาสาร 3 (มิถุนายน 2522): 34-49.

วรรณา ตุลยชัญ. เอนไซมิคบราวนิ่งในผักและผลไม้. วิทยาศาสตร์ 39-6 (2528): 272-276.

วิชาการเกษตร, กรม. ผลงานวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชสวน พ.ศ. 2530-2536. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2536.

วิชิต พุ่มศุขโข. รายงานประจำวิชาการจัดการอุตสาหกรรมเกษตรเรื่องมันฝรั่งทอด. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538.

ศิวาพร ศิวเวชช. วัตถุเจือปนอาหาร (เล่มที่ 1). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

เศรษฐกิจการเกษตร, สำนักงาน. การตลาดมันฝรั่งปี 2534/35. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2536.

ภาษาอังกฤษ

Allen, J.C., and Hamilton, R.J. Rancidity in foods. London : Applied Science, 1983.

Anderson, E.E., Esselen, W.B., and Fellers, C.R. Factors affecting the quality of pre-peeled potatoes. Food Technology 8 (1954): 569-573.

A.O.A.C. Official Methods of Analysis (15 th. ed.). Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists, 1990.

Badenhutzen, N., and Dutton, R. Growth of C-labelled starch granules in potato tuber as revealed by autoradiographs. Protoplasma 47 (1956): 156-163.

Bemiller, J.N., and Whistler, R.L. Carbohydrates. In O.R. Fennema (ed.), Food chemistry (3 rd. ed.), pp. 157-223. New York: Marcel Dekker, 1996.

Berne, S. New techniques yield a tastier freeze. Prepared Food (June 1994): 109-115.

Brown, H.D. Problem of the potato chip industry processing and technology. In C.O. Chichester, E.M. Mrak, and G.F. Stewart (eds.), Advances in food research (vol. 10), pp. 181-226. New York: Academic Press., 1960.

Brown, M.S. Frozen fruits and vegetables: Their chemistry, physics, and cryobiology. In C.O. Chichester, E.M. Mrak, and G.F. Stewart (eds.), Advances in Food Research (vol. 25), pp. 181-235. New York: Academic Press., 1979.

Burr, H.K. Frozen french-fried potatoes: Effect of thawing and holding before finish frying and their nonrelation to starch retrogradation. Journal of Food Science 36 (1971): 392-394.

Ciobanu, A., Lascu, G., Bercescu, V., and Niculescu, V. Cooling technology in food industry. Kent United Kingdom: Abacus Press.,1976.

Cochran, W.G., and Cox, G.M. Experimental designs (2 nd ed.). New York: John Wiley and Sons, 1992.

Daudin, J.D. Freezing. In J.P. Girard (ed.), Technology of meat and meat products, pp. 5-31, New York: Ellis Horwood, 1992.

Deck, R.E., Pokorny, J., and Chang, S.S. Isolation and identification of volatile compounds from potato chips. Journal of Food Science 38 (1973): 345-349.

Desrosier, N.W., and Tressler, D.K. Fundamentals of food freezing. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, 1977.

Ellinger, R.H. Phosphates as food ingredients. Cleveland, Ohio: CRC Press., 1972.

Elliott, R.P. Limitation of microbial levels in chilled and frozen foods. In L.W. Slanetz; C.O. Chichester; A.R. Gaufin; and Z.J. Ordal (eds.), Microbiological quality of foods, pp. 171-178. New York: Academic Press., 1963.

Ellis, G.P. The maillard reaction. In M.L. Wolfrom (ed.), Advances in carbohydrate chemistry, pp. 63-134. New York: Academic Press., 1959.

Fellows, P.J. Food processing technology: Principle and practice. West Sussex England: Ellis Horwood , 1990.

Fennema, O.R. Food chemistry (3 rd ed.). New York: Marcel Dekker, 1996.

Fennema, O.R., Karel, M., and Lund, D.B. Principles of food science. Physical principles of food preservation, pp. 190-192. New York: Marcel Dekker, 1975.

Fennema, O.R., Powrie, W.D., and Marth, E.H. Low temperature preservation of foods and living matter. New York: Marcel Dekker, 1973.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Codex standards for quick-frozen fruits and vegetables. Codex alimentarius commission, 129-139. Rome: World Health Organization, 1982.

Frank, A.P. A handbook of food packaging. Great Britian: University of Cambridge Press, 1992.

Furia, T.E. Handbook of food additives. New York: CRC Press., 1972.

Galland,S.A., Caldwell. Method of making frozen potato patties and the products formed thereby. US Patent No. 4,608,262. 1986.

Grewal, S.S., and Uppal, D.S. Effect of dry matter and specific gravity on yield, colour and oil content of potato chips. Indian Food Packer (January-February 1989): 17-20.

Habib, A.T., and Brown, H.D. Factors influencing the color of potato chips. Food Technology 10 (1956): 332-338.

Halpin, B.E., and Lee, C.Y. Effect of blanching on enzyme activity and quality changes in green peas. Journal of Food Science 52 (1987): 1002-1005.

Hanenian, R., Mittal, G.S., and Usborne W.R. Effect of pre-chilling, freezing rate, and storage time on beef patty quality. Journal of Food Science 54 (1989): 532-535.

Hoeft, R., Bates, R.P., and Ahmed, E.M. Cryogenic freezing of tomato slices. Journal of Food Science 38 (1973): 362.

Hutchings, J.B. Food colour and appearance. New York: Blackie Academic&Professional, 1994.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microorganisms in foods (2 nd. ed.). New York: Academic Press, 1982.

Jakobsson, B. and Bengtsson, N.E. The influence of high freezing rates on the quality of frozen ground beef and small cuts of beef. European Meeting of Meat Research Workers Proceedings 15 (1969): 482.

Johnson, R.N. Factors affecting the yield, fat absorption and color of potato chips. Ph.D. dissertation, Ohio State University, 1957.

King, F.B., Loughlin, R., Riemenschneider, R.W., and Ellis, N.R. The relative value of various lards and other fats for the deep fat frying of potato chips. Journal of Agricultural Research 53 (1936): 369-381.

Kock, S.D., Minnaar, A., Berry, D., and Taylor, J.R.N. The effect of freezing rate on the quality of cellular and non-cellular par-cooked starchy convenience foods. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologies 28 (1995): 87-95.

Koening, J.Q., Pierson, W.E., and Frank, R. Acute effects of inhaled SO_2 plus NaCl droplet aerosol on pulmonary function in asthmatic adolescents. Environment Reservation 22 (1980): 145.

Kueneman, R.W., Reeve, R.M. and Weaver, M.L.. Frozen french fries and other frozen potato products. In W.F. Talburt and O. Smith (ed.), Potato processing, pp. 403-439. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, 1975.

Kunkel, R., Gregory, J., and Binkley, A.M. Mechanical separation of potatoes into specific gravity groups shows promise for the potato chip industry. American Potato Journal 28 (1951): 690-696.

Langdon, T.T. Preventing of browning in fresh prepared potatoes without the use of sulfiting agents. Food Technology 41 (May 1987): 64-67.

Larmond, E. Laboratory methods for sensory evaluation. Ottawa: Publication 1673 Canada Department Agriculture, 1982.

Lawson,H.W. Standards for fats & oils. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, 1985.

Lisinska, G., and Leszczynski, W. Manufacture of potato chips and french fries. Potato science and technology, pp. 165-231. London: Elsevier Science, 1989.

Luh, B.S. and Woodroof, J.G. Commercial vegetable processing. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, 1975.

Lulai, E.G., Orr, P.H. Influence of potato specific gravity on yield and oil content of chips. American Potato Journal 56 (1979): 379-390.

Mallett, C.P. Frozen food technology. London: Blackie Academic & Professional, 1993.

Mayer, A.M., and Harel, E. Polyphenol oxidases in plants. Phytochemistry 18 (1979): 193-215.

McCay, C.M., McCay, J.B., and Smith, O. The nutritive value of potatoes. In W.F. Talburt and O. Smith (ed.), Potato processing, pp. 235-274. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, 1975.

Mookherjee, B.D., Deck, R.E., and Chang, S.S. Relationship between monocarbonyl compounds and flavor of potato chips. Journal of Agriculture and Food Chemistry 13 (1965):131-134.

Nawar, W.W. Lipids. In O.R. Fennema (ed.), Food chemistry (3 rd. ed.), pp. 225-319. New York: Marcel Dekker, 1996.

Nissin, O. MSTA (computer program). Michigan State University: Department of Crop and Soil Science, 1986.

Ong, A.S.H., Choo, Y.M., and Ooi, C.K. Developments in palm oil. In R.J. Hamilton (ed.), Developments in oils and fats, pp. 153-192. London: Blackie Academic & Professional, 1995.

Patil, S., and Zucker, M. Potato phenolases. Purification and properties. Journal of Biological Chemistry. 240 (1965): 3938-3943.

Pearson, D. The chemical analysis (6 th. ed.), New York: Chemical Publishing, 1970.

Pierpoint, W.S. O-Quinones formed in plant extracts: Their reactions with amino acids and peptides. Biochemistry Journal (1969): 609-618.

Pinthus, E.J., and Saguy, I.S. Initial interfacial tension and oil uptake by deep-fat fried foods. Journal of Food Science 59 (1994): 804-823.

Pinthus, E.J., Weinberg, P., and Saguy, I.S. Deep-fat fried potato product oil uptake as affected by crust physical properties. Journal of Food Science 60 (1995): 770-772.

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

Recondo, E., and Leloir, L. Adenosine diphosphate glucose and starch synthesis. Biochemical and Biophysical Research Communication 6 (1961): 85-88.

Reddy, G.V., and Das, H. Kinetics of deep-fat-frying of potato and optimization of process variables. Journal of Food Science and Technology 2 (1993): 105-108.

Reed, G. Enzyme in food processing. New York: Academic Press, 1966.

Reeve, R.M. Histological survey of conditions influencing texture in potatoes. I effects of heat treatments on structure. Food Research 19 (1954):323-332.

Reeve, R.M, and Neel, E.M. Microscopic structure of potato chips. American Potato Journal 37 (1960): 45-53.

Reid, D.S. Basic physical phenomena in freezing and thawing of plant and animal tissues. In C.P. Mallet (ed.), Frozen food technology, pp. 1-9, London: Blackie Academic & Professional, 1993.

Roberts, E., and Proctor,B. The comparative effect of ionizing radiation and heat on the starch-containing cells of the potato tuber. Food Research 20 (1955): 254-263.

Roe, M.A., and Faulks R.M. Color development in a model system during frying: Role of individual amino acids and sugars. Journal of Food Science 56 (1991): 1711-1713.

Saguy, I.S., and Pinthus, E.J. Oil uptake during deep-fat frying: Factors and mechanism. Food Technology (April 1995): 142-145, 152.

Schultz, H.W. Symposium on foods: Lipids and their oxidation. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, 1962.

Sebranek, J.G. Use of cryogenics for muscle foods. Food Technology (April 1982): 120-127.

Sebranek, J.G.,Sang, P.N., Rust, R.E., Topel, D.G., and Kraft, A.A. Influence of liquid nitrogen, liquid carbondioxide and mechanical freezing on sensory properties of ground beef patties. Journal of Food Science 43 (1978): 842-848

Smith, O. Chemical composition of the potato. Potatoes: Production storing processing, pp. 59-97. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, 1968.

Smith, O. Potato chips. In W.F. Talburt and O. Smith (eds.), Potato processing, pp. 305-402. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, 1975.

Smith, O., and Davis, C.O. Potato processing. Potatoes:Production storing processing, pp. 558-602. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, 1968.

Smith, O., and Davis, C.O. Potato quality XIII. Preventing after cooking discoloration in oil-blanched french fries. American Potato Journal 39 (1962 a.): 45-56.

Smith, O. and Davis, C.O. Potato quality XIV. Prevention of graying in dehydrated potato products. American Potato Journal 39 (1962 b.): 135-148.

Stering, C. Effect of moisture and high temperature on cell walls in plant tissues. Food Research 20 (1955): 474-479.

Talburt, W.F., Schwimmer, S., and Burr, H.K. Structure and chemical composition of the potato tuber. In W.F. Talburt and O. Smith (eds.), Potato processing, pp. 11-36. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, 1975.

Tarladgis, F.G., Pearson, A.M., and Dugan, J.N. The chemical analysis of foods (7 th. ed.). London: Churchill Livingstone, 1960.

Tressler, D.K., Vanarsoal, W.B. and Copley, M.J. Packaging material and packaging of frozen foods. The freezing preservation of foods, pp. 270-275. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, 1968.

Vandervet, A.P. Edible fats and oils. Food Science and Technology (1968): 400-401.

Wager, H.G. Why cooked potatoes blacken? Food Manufacture 30 (1955): 499-501.

Whiteman, T.M., and Wright, R.C. Effect of variety, specific gravity of tubers, and cooking fat on the quality and yield of chips. Reprint from Potato Chipper 9 (1949): 18-38.

Wong, D.W.S. Machanism and theory in food chemistry. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์

ก. 1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ตามวิธีของ Ranganna (1977)

อุปกรณ์

ตู้อบลมร้อนของ WTE Binder รุ่น E-53

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2-5 กรัมใส่ในภาชนะอะลูมิเนียมซึ่งอบแห้งและทราบน้ำหนักแล้ว

2. นำตัวอย่างเข้าอบแห้งในตู้อบโดยควบคุมอุณหภูมิ $100 \pm 2^{\circ}C$ เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่

3. ปิดฝาภาชนะในขณะที่ยังอยู่ในตู้อบ แล้วทำให้เย็นใน desiccator และชั่งน้ำหนัก คำนวณความชื้นจากสมการ

$$\text{ความชื้น (\%)} = \left(\frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ - น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \right) \times 100$$

ก. 2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ตามวิธีของ Ranganna (1977)

อุปกรณ์

Gerhardt Kjeldatherm Digestion Unit และ Gerhardt Vapodest

สารเคมี

- สารละลายกรดซัลฟุริกเข้มข้น
- สารละลายกรดซัลฟุริกเข้มข้น 0.1 N
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 50 %
- สารละลายกรดบอริกเข้มข้น 4 %
- คะตะลิสท์ (ส่วนผสมของโปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 10 กรัม และคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 . 5H_2O$) 0.5 กรัม ผสมกัน)
- อินดิเคเตอร์ (สารละลายเมทิลเรดและสารละลายโบรโมครีซอลกรีนในแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ในอัตราส่วน 1: 5)

วิธีทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ทราบแน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ใน Kjeldahl flask ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วใส่ antibumping beads ลงไป 2-3 เม็ด

2. เติมคะตะลิสต์ 1 กรัม และกรดซัลฟุริกเข้มข้น 4 มิลลิลิตร

3. ย่อยด้วยเครื่อง Kjeldatherm ซึ่งควบคุมอุณหภูมิในการย่อยเป็น 3 ช่วง

คือ ช่วงที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 250 °C เป็นเวลา 15-20 นาที

ช่วงที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 380 °C เป็นเวลา 30-45 นาที

ช่วงที่ 3 ใช้อุณหภูมิ 380 °C เป็นเวลา 20-30 นาที เพิ่มจากช่วงที่ 2 การเพิ่มอุณหภูมิในการย่อยต้องค่อยๆเพิ่ม ย่อยตัวอย่างจนใส เป็นสีฟ้าอ่อนหรือไม่มีสี

4. ทิ้งให้เย็น แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ต่อ Kjeldahl flask เข้ากับเครื่องVapodest

5. รอรับสารที่กลั่นด้วยสารละลายกรดบอริกที่มีความเข้มข้น 4 % ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ซึ่งเติมเมทธิลเรดโบรโมครีซอลกรีน อินดิเคเตอร์ 3-4 หยด

6. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงในขวดกลั่น กลั่นจนในขวดรองรับมีสารละลายปริมาตร 250 มิลลิลิตร

7. หยุดกลั่นนำสารละลายในขวดรองรับมาไตเตรตด้วยสารละลายกรดซัลฟุริกเข้มข้น 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีแดง

8. คำนวณหาปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด} = \frac{X \times N \times 14 \times 100}{W \times 1000}$$

X = ปริมาตรกรดซัลฟุริกที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟุริก (นอร์มอล)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ปริมาณโปรตีน(ร้อยละ) = ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด x 6.25

ก. 3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

ตามวิธีของ Ranganna (1977)

อุปกรณ์

เครื่องมือวิเคราะห์ไขมัน Soxhlet Apparatus

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบ 2 กรัม แล้วห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 2 ชั้น

2. ใส่ห่อตัวอย่างใน Thimble สกัดไขมันด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์

3. ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ไขมันโดยใช้เวลาสกัด 6-8 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาระเหยปิโตรเลียมอีเธอร์ออกจากน้ำมันที่สกัดได้

4. นำน้ำมันที่ได้ไปอบที่ 100 °C เป็นเวลา 30 นาที

5. ทิ้งให้เย็นใน desiccator

6. ชั่งน้ำหนักคำนวณหาปริมาณไขมัน

ปริมาณไขมัน (%) = $\frac{\text{น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้ (กรัม) X 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$

ก. 4 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย

ตามวิธีของ Ranganna (1977)

สารเคมี

- สารละลายกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1.25 %
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.25 %

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์แล้ว 2 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร

2. เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น 1.25 % ปริมาณ 200 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ ต้มให้เดือดภายใน 1 นาที

3. ต้มย่อยตัวอย่างเป็นเวลา 30 นาที โดยให้สารละลายเดือดตลอดเวลา

4. กรองผ่านกระดาษ Whatman No. 41

5. ล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์กรด

6. นำมาย่อยต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.25 % ที่ต้มเดือดปริมาตร 200 มิลลิลิตร

7. กรองผ่านกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแน่นอนและล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์ด่าง

8. อบที่ 130 $\pm$ 2 $^{\circ}$C 2 ชั่วโมง

9. ทิ้งให้เย็นใน desiccator

10. ชั่งน้ำหนัก

11. นำตัวอย่างพร้อมกระดาษกรองใส่ใน crucible แล้วเผาที่อุณหภูมิ 600 $\pm$ 15 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง

12. ทิ้งให้เย็นใน desiccator

13. ชั่งน้ำหนักหลังจากทิ้งไว้ให้เย็นแล้ว น้ำหนักที่หายไปเป็นน้ำหนักของ crude fiber แล้วคำนวณหาปริมาณเส้นใย

ปริมาณเส้นใย (%) = ($\frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ - น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$) X 100

ก. 5 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

ตามวิธีของ Ranganna (1977)

อุปกรณ์

Muffle Furnace Carbolite รุ่น Mel 11-2

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างทราบน้ำหนักแน่นอน 2 กรัม ใส่ในครูซิเบิลที่เผาทราบน้ำหนักแน่นอน
2. นำตัวอย่างไปเผาจนหมดควัน
3. นำไปเผาต่อใน muffle furnace ที่ 600 $^{\circ}C$ 2 ชั่วโมง จนได้เถ้าสีขาว
4. ทิ้งให้เย็นใน desiccator
5. ชั่งน้ำหนักคำนวณหาปริมารเถ้า

ปริมาณเถ้า (ร้อยละ) = $\frac{\text{น้ำหนักหลังเผา (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$

ก. 6 การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

คำนวณโดยหาองค์ประกอบอื่นๆ ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า และเส้นใย รวมกันในรูปร้อยละ แล้วหักออกจาก 100 จะได้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นร้อยละ

ก. 7 การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์

ตามวิธีของ Ranganna (1977)

สารเคมี

- สารละลาย Fehling reagent (A) โดยละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$) 69.278 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 1000 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 4
- สารละลาย Fehling reagent (B) โดยละลายโซเดียมโปแตสเซียมตาร์เตรต $KNaC_4H_4O_6.4H_2O$ (Rochelle salt) 346 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 100 กรัม ในน้ำ ปรับปริมาตรให้เป็น 1000 มิลลิลิตร
- เมธิลลีนบลูอินดิเคเตอร์ (ละลายเมธิลลีนบลู 1 กรัมในน้ำ100 มิลลิลิตร)
- สารละลายนิวทรัลเลดอะซิเตด 45%
- สารละลายโปตัสเซียมออกซาเลต 22%
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 N

วิธีทดลอง

1. นำตัวอย่าง 50 กรัมที่บดผสมแล้วใส่ในบีกเกอร์ 500 มิลลิลิตร เติมน้ำ 400 มิลลิลิตร ทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 N โดยใช้ phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ ต้มและคนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เติมน้ำเดือดจนมีปริมาตรครบ 500 มิลลิลิตร เทใส่ volumetric flask ปริมาตร 500 มิลลิลิตร โดยกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 4 ปรับปริมาตรจนครบ 500 มิลลิลิตร

2. ปิเปตตัวอย่างที่ได้ 100 มิลลิลิตรใส่ใน volumetric flask ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เติมสารละลายนิวทรัลเลดอะซิเตด 2 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ปรับปริมาตรจนครบ 500 มิลลิลิตร และกรองและนำมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

3. preliminary titration สารละลายที่กรองได้ใส่ในบิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลาย Fehling reagent มา 10 มิลลิลิตร (สารละลายผสมของ Fehling reagent (A) และ Fehling reagent (B) อย่างละ 25 มิลลิลิตร) เติมลูกแก้วเล็กๆ 2-3 เม็ด ต้มให้เดือดบนเตาบุนเซน ไตเตรตกับสารละลายน้ำตาลตัวอย่างจนสีน้ำเงินจางลง หยดสารละลายเมธิลลีนบลู ไตเตรตจนสีฟ้าหายไปหมด เหลือตะกอนสีส้มแดง จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ถ้าปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้อยู่ในช่วง 15-50 มิลลิลิตร ต้องทำใหม่อีก 2 ครั้ง เพื่อให้ได้ปริมาตรที่แน่นอน แต่ถ้าปริมาตรของสารละลาย ที่ใช้น้อยกว่า 15 มิลลิลิตร ทำให้สารละลายน้ำตาลตัวอย่างเจือจางลง แล้วไตเตรตใหม่

4. accurate titration ปิเปตสารละลาย Fehling reagent มา 10 มิลลิลิตร (สารละลายผสมของ Fehling reagent (A) และ Fehling reagent (B) อย่างละ 25 มิลลิลิตร) ใส่ใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมลูกแก้วเล็กๆ 2-3 เติมสารละลายน้ำตาลจากบิวเรตลงไปทันที ใช้ปริมาตรน้อยกว่าที่ใช้ในการไตเตรตครั้งแรกประมาณ 1-2 มิลลิลิตร ปล่อยให้เดือด 2 นาที หยดสารละลายเมธิลลีนบลูลงไป 1 หยด ไตเตรตต่อใช้อัตราเร็ว 0.25 มิลลิลิตรต่อวินาที ภายในเวลา 3 นาทีตั้งแต่เริ่มเดือดจนสีฟ้าหายไปหมด ทำซ้ำ 2-3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้เทียบหาปริมาณน้ำตาลในสารละลายตัวอย่าง โดยใช้ตาราง ก. 1 คำนวณหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

$$\text{ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (\%)} = \frac{\text{g of invert sugar} \times \text{dilution} \times 100}{\text{titre} \times \text{wt of sample (g)}}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก. 1 factors ของสารละลาย Fehling reagent 10 มิลลิลิตร

Titre (ml)	Invert sugar (no sucrose) mg	Titre (ml)	Invert sugar (no sucrose) mg
15	50.5	33	51.7
16	50.6	34	51.7
17	50.7	35	51.8
18	50.8	36	51.8
19	50.8	37	51.9
20	50.9	38	51.9
21	51.0	39	52.0
22	51.0	40	52.0
23	51.1	41	52.1
24	51.2	42	52.1
25	51.2	43	52.2
26	51.3	44	52.2
27	51.4	45	52.3
28	51.4	46	52.3
29	51.5	47	52.4
30	51.5	48	52.4
31	51.6	49	52.5
32	51.6	50	52.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. 8 การทดสอบเปอร์ออกซิเดส แอคติวิตี้ (peroxidase activity)

ตามวิธีของ Pearson (1970)

<u>สารเคมี</u>

- สารละลาย guaiacol 0.5%
- alcohol 95%
- สารละลาย hydrogen peroxide 0.08%

<u>วิธีทดลอง</u>

1. ปอกเปลือกมันฝรั่ง ไสเป็นเส้นด้วย shredder ลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ
2. ชั่งน้ำหนักมันฝรั่งที่ลวกแล้วประมาณ 100-200 กรัม

3. บดโดยใช้เครื่องบดเป็นเวลา 1 นาที ที่ความเร็วปานกลางหรือความเร็วสูง โดยเติมน้ำกลั่นลงไป 3 มิลลิลิตรของตัวอย่าง 1 กรัม

4. กรองผ่านสำลี นำ filtrate ที่ได้มาใส่ในหลอดทดสอบที่มีน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ใช้เป็นหลอดเปรียบเทียบสี (ไม่เติม guaiacol และ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในหลอดนี้)

5. เติมสารละลาย guaiacol ที่มีความเข้มข้น 0.5% 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบแรกโดยไม่ต้องเขย่า จากนั้นเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 0.08% 1 มิลลิลิตรลงไป

6. ผสมให้เข้ากัน โดยพลิกหลอดกลับไปกลับมา

7. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้น โดยเทียบกับหลอดที่ 2

8. ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีหรือมีการเปลี่ยนแปลงสีเกิดขึ้นหลังจาก 3.5 นาที ถือว่าเป็น negative test และถือว่าผลิตภัณฑ์ผ่านการลวกอย่างเพียงพอ

ก. 9 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟต

ตามวิธีของ A.O.A.C. 1990-970.39

<u>อุปกรณ์</u>

spectrophotometer

<u>สารเคมี</u>

- molybdovanadate reagent โดยละลาย NH_4 molybdate.$4H_2O$ 60 กรัม ในน้ำร้อน 900 มิลลิลิตร ทำให้เย็น ปรับปริมาตรให้เป็น 1000 มิลลิลิตร และละลาย NH_4 metavanadate 1.5 กรัม ในน้ำร้อน 690 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริก 300 มิลลิลิตร ทำให้เย็นและเจือจางให้เป็น 1000 มิลลิลิตร ค่อยๆ เติมสารละลาย molybdate ในสารละลาย vanadate ผสมให้เข้ากัน เก็บที่อุณหภูมิห้องในขวดโพลีเอทีลีน

- สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต

stock solution 0.5 mg P_2O_5/ml : ละลาย KH_2PO_4 ที่บริสุทธิ์ 0.2397 กรัม (ถ้าความบริสุทธิ์น้อยกว่า 100% น้ำหนักที่ใช้ = (0.2397 × 100) / %KH_2PO_4) อบแห้งที่อุณหภูมิ 105 ^{o}C นาน 2 ชั่วโมง นำมาละลายในน้ำและปรับปริมาตรให้เป็น 250 มิลลิลิตร

working standard solution : ปิเปต stock solution ปริมาตร 0 5 10 15 20 25 30 และ 35 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 500 มิลลิลิตร จะได้สารละลายฟอสเฟตที่มีความเข้มข้น 0.00 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 และ 0.35 mg P_2O_5/ml ตามลำดับ

- สารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่มีอัตราส่วนระหว่างกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นและน้ำ เป็น 1:3

- สารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่มีอัตราส่วนระหว่างกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นและน้ำ เป็น 1:9

การสร้างกราฟมาตรฐาน

1. ปิเปต working standard solution มาความเข้มข้นละ 10 มิลลิลิตร ใส่ใน flask ขนาด 25 มิลลิลิตร ปิดฝาทันทีเพื่อป้องกันการระเหย

2. ปิเปต molybdovanadate reagent 5 มิลลิตร ลงไปในแต่ละ flask ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 10 นาทีเพื่อให้เกิดสี นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร โดยตั้งค่าการดูดกลืนแสงของ working standard solution ที่มีความเข้มข้น 0.00 mg P_2O_5/ml ให้เป็นศูนย์

3. เขียนกราฟมาตรฐาน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของ standard phosphate จะได้กราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด ดังรูป ก. 1

วิธีการทดลอง

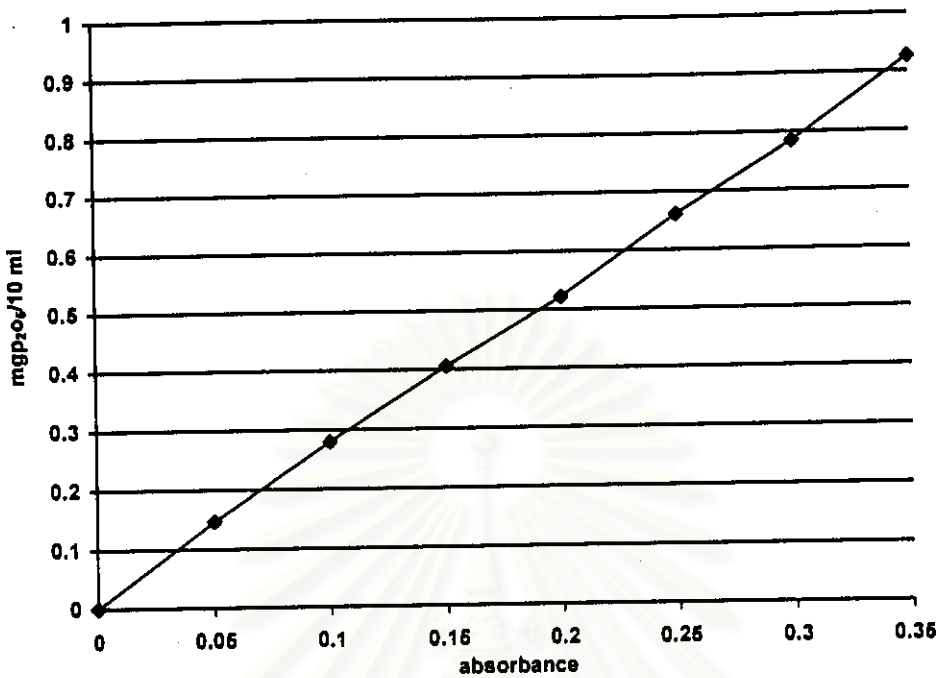
1. เตรียมเถ้าโดยชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 10 กรัมใส่ในครูซิเบิลที่นำไปเผาให้ความร้อน ทำให้เย็นและทราบน้ำหนักแล้ว นำตัวอย่างเข้าอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนกระทั่งตัวอย่างไหม้เกรียม นำครูซิเบิล เข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งกลายเป็นเถ้าสีขาวหรือเทา ทำให้เย็นใน dessiccator

2. เตรียมสารละลายเถ้า โดยนำครูซิเบิลที่มีตัวอย่างเถ้ามาเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่มีอัตราส่วนระหว่างกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นและน้ำ เป็น 1:3 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไประเหยให้แห้งในอ่างน้ำร้อน นำ residue ที่เหลือมาละลายในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่มีอัตราส่วนระหว่างกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นและน้ำ เป็น 1:9 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ในอ่างน้ำร้อนจนเดือด กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 4 แล้วนำไปใส่ใน flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ทำให้เย็นและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

3. ปิเปตตัวอย่างมา 10 มิลลิลิตรใส่ใน flask ขนาด 25 มิลลิลิตร ปิเปต molybdovanadate reagent 5 มิลลิตร ลงไปใน flask ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 10 นาทีเพื่อให้เกิดสี นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาอ่านค่าปริมาณฟอสเฟตจากกราฟมาตรฐาน คำนวนหาปริมาณฟอสเฟตจากสมการ

$$\text{mg } P_2O_5/\ 100 \text{ g sample} = \frac{100 \times (\text{mg } P_2O_5/\ 10 \text{ ml from standard curve})}{\text{g sample in 10 ml ash solution}}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป ก. 1 กราฟมาตรฐาน ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของ standard phosphate

ก. 10 การวิเคราะห์ค่า TBA

ตามวิธีของ Tarladgis, Pearson และ Dugan (1960)

<u>อุปกรณ์</u>

ชุดกลั่น

spectrophotometer

<u>สารเคมี</u>

- สารละลาย 2- thiobarbituric acid 0.2883 กรัม ใน glacial acetic acid 90 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร
- สารละลายกรด hydrochloric 4 M

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 10 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 97.5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดก้นกลม
2. เติมสารละลายกรด hydrochloric 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
3. นำไปกลั่นบนเตา โดยให้ความร้อนสูงสุด เพื่อให้เดือดได้เร็วที่สุด
4. เก็บของเหลวที่กลั่นได้ในกระบอกตวงจนครบ 50 มิลลิลิตร
5. ปิเปตตัวอย่างที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตรใส่ในหลอดแก้วที่มีจุกปิด เติมสารละลาย 2-thiobarbituric acid 5 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดแก้วผสมให้เข้ากัน

6. คลายฝาออก นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 35 นาที ทำให้เย็นโดยแช่ในน้ำเป็นเวลา 10 นาที

7. นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ 538 นาโนเมตร โดยใช้น้ำรวมกับสารละลาย 2- thiobarbituric acid อย่างละ 5 มิลลิลิตร เป็นตัวเทียบ (blank)

$$\text{TBA (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)} = \frac{7.8 \times OD. \times 10}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ก. 11 การทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texturometer (Lloyd Instrument, T2000)

<u>วิธีทดลอง</u>

1. ทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texturometer โดยใช้หัวเจาะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร โดยติดตั้งเข้ากับ load cell ของเครื่อง
2. ปรับความเร็วการเคลื่อนที่ของ load cell เป็น 200 mm./min.
3. ยึดกระดาษกราฟกับเครื่อง recorder ตั้งปรับค่าแรงที่อ่านให้เป็นศูนย์
4. วางตัวอย่างบนแท่นวาง ให้ตัวอย่างอยู่ตรงกลางแท่น
5. กดปุ่ม down เพื่อเลื่อนหัวเจาะลงมาที่ตัวอย่างจนกระทั่งเจาะทะลุผ่านชิ้นตัวอย่าง ได้กราฟลักษณะแหลมที่เครื่อง recorder กดปุ่ม up เพื่อเลื่อนหัวเจาะขึ้นกลับตำแหน่งเดิมพร้อมวัดตัวอย่างต่อไป
6. ค่าแรงสูงสุดที่อ่านได้จาก curve ค่าแรก คือค่าความแข็ง (N) ของผลิตภัณฑ์
7. คำนวณค่าแรงให้สอดคล้องกับค่า factor ที่ตั้งที่เครื่อง Texturometer และเครื่อง recorder

ก. 12 การวัดสีของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter

Minolta Chroma Meter, CR 300 series.

<u>วิธีทดลอง</u>

วัดสีของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนบนชิ้นเดียวกัน 3 จุด จากนั้นเฉลี่ยเป็นหนึ่งค่า ในแต่ละซ้ำใช้ตัวอย่าง 3 ชิ้น ค่าที่อ่านได้จากเครื่องคือ ค่า L, a, และ b โดยที่

ค่า L แทนค่าความสว่าง

ค่า a แทนค่าสีแดง (+) แทนค่าสีแดง (-) แทนค่าสีเขียว

ค่า b แทนค่าสีเหลือง (+) แทนค่าสีเหลือง (-) แทนค่าสีน้ำเงิน

ก. 13 การวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)

ตามวิธีของ ICMSF (1982)

วิธีวิเคราะห์

1. นำผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็งมาตั้งทิ้งไว้ให้น้ำแข็งละลายที่อุณหภูมิห้อง ชั่งตัวอย่างน้ำหนัก 50 กรัม เติม peptone water 0.1% ปริมาตร 450 มิลลิลิตร

2. บดตัวอย่างให้ละเอียดด้วย blender ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน เป็นเวลา 2 นาที สารละลายนี้ถือเป็น dilution 10^{-1}

3. ปิเปตสารละลายมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีสารละลาย peptone water 0.1% จำนวน 9 มิลลิลิตร เพื่อทำเป็น dilution 10^{-2} ทำเช่นนี้อีกจนถึง dilution 10^{-4}

4. ปิเปตสารละลายเจือจางที่ระดับต่างๆ 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว dilution ละ 2 plate เทอาหารเลี้ยงเชื้อ (plate count agar,PCA) ที่มีอุณหภูมิประมาณ 45 $^{\circ}$C ลงในจานเพาะเชื้อประมาณจานละ 15-20 มิลลิลิตร หมุนจานไปมาเพื่อให้สารละลายเจือจางและอาหารเลี้ยงเชื้อผสมกัน ทิ้งให้แข็งตัว

5. นำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่ 35-37 $^{\circ}$C เป็นเวลา 24- 48 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญในจานเพาะเชื้อที่มีปริมาณเชื้อ 30-300 โคโลนี

6. คำนวณผลออกมาเป็น จำนวนโคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง

การคำนวณ

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด = จำนวนโคโลนี X dilution factor

ก. 14 การวิเคราะห์หาจำนวนยีสต์และรา

ตามวิธีของ ICMSF (1982)

วิธีทดลอง

ทำวิธีเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่เปลี่ยน PCA เป็น potato dextrose agar (PDA)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

ข. 1 แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัสที่ใช้ศึกษาผลของขนาดชิ้นมันฝรั่ง อุณหภูมิน้ำมัน และเวลาที่ใช้ทอด ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติระหว่างการทอดในน้ำมันท่วม ผลของเวลาที่ใช้ทอดก่อนแช่เยือกแข็ง และเวลาที่ใช้ทอดเพื่อให้ความร้อนหลังแช่เยือกแข็ง และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพมันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง

ชื่อผู้ทดสอบ _____ _____ _____วันที่ _____

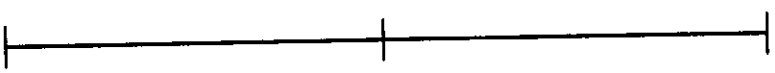
กรุณาทดสอบสมบัติทางประสาทสัมผัสที่กำหนดให้ ของมันฝรั่งทอดแบบก้อน แล้วระบุสมบัติ ด้านต่างๆ โดยลากเส้นตั้งฉากบนสเกล เพื่อแสดงการประเมินของท่าน และเขียนหมายเลขรหัสตัวอย่างกำกับเส้นตั้งฉากนั้นๆ ด้วย

1. สี
   เหลืองอ่อนน้อยเกินไป หรือน้ำตาลเข้มมากเกินไป — สีเหลืองทองเหมาะมากกับผลิตภัณฑ์

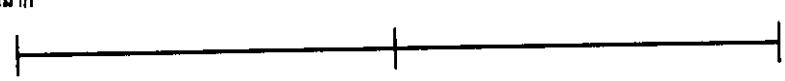
2. กลิ่นรส
   ไม่มีกลิ่นรสมันฝรั่ง — กลิ่นรสมันฝรั่งหอมมากที่สุด เหมาะมากกับผลิตภัณฑ์

3. การอมน้ำมัน
   อมน้ำมันมาก จนไม่สามารถยอมรับได้ — อมน้ำมันน้อยที่สุด เหมาะมากกับผลิตภัณฑ์

4. ลักษณะเนื้อสัมผัส
   เนื้อภายนอกและเนื้อภายในแข็งหรือนิ่มเกินไป จนไม่สามารถยอมรับได้ — เนื้อภายนอกกรอบมาก และเนื้อภายในนุ่มมาก เหมาะกับผลิตภัณฑ์



5. ความชอบรวม
   ไม่ชอบมาก — ชอบมาก



ข้อเสนอแนะ

_____

_____

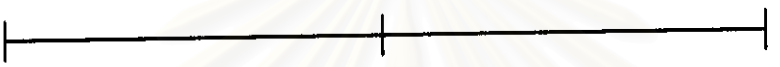
ข. 2 แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัสที่ใช้ศึกษาปริมาณเกลือที่เหมาะสม สำหรับการปรับปรุงรสเค็มของมันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง

ชื่อผู้ทดสอบ _____ วันที่ _____

กรุณาทดสอบสมบัติทางประสาทสัมผัสที่กำหนดให้ ของมันฝรั่งทอดแบบก้อน แล้วระบุสมบัติด้านรสเค็ม โดยลากเส้นตั้งฉากบนสเกล เพื่อแสดงการประเมินของท่าน และเขียนหมายเลขรหัสตัวอย่างกำกับเส้นตั้งฉากนั้นๆ ด้วย

รสเค็ม

ไม่เค็ม หรือ เค็มมากเกินไป จนไม่สามารถยอมรับได้ — เค็มพอดี



ข้อเสนอแนะ

_____

_____

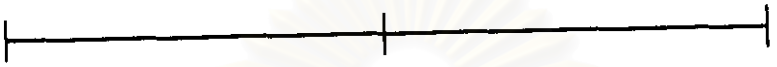
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. 3 แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัสที่ใช้ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการแช่เยือกแข็งมันฝรั่งทอดแบบก้อนด้วย liquid nitrogen

ชื่อผู้ทดสอบ _____ วันที่ _____

กรุณาทดสอบสมบัติทางประสาทสัมผัสที่กำหนดให้ ของมันฝรั่งทอดแบบก้อน แล้วระบุสมบัติด้านต่างๆ โดยลากเส้นตั้งฉากบนสเกล เพื่อแสดงการประเมินของท่าน และเขียนหมายเลขรหัสตัวอย่างกำกับเส้นตั้งฉากนั้นๆ ด้วย

1. สี
   เหลืองอ่อนน้อยเกินไป
   หรือน้ำตาลเข้มมากเกินไป
   สีเหลืองทองเหมาะมากกับผลิตภัณฑ์

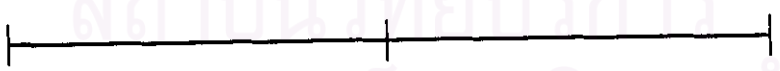


2. ลักษณะปรากฏ
   ผิวหน้าของชิ้นผลิตภัณฑ์
   มีลักษณะแห้งมากเป็นขอบสีขาว
   จนเห็นได้ชัด
   ผิวหน้าของชิ้นผลิตภัณฑ์
   มีลักษณะแห้งน้อยมากหรือไม่
   แห้งเลยเหมาะมากกับผลิตภัณฑ์

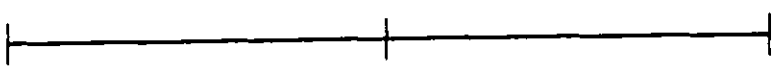
3. กลิ่นรส
   กลิ่นรสแปลกปลอม
   จนไม่สามารถยอมรับได้
   กลิ่นรสมันฝรั่งหอมมากที่สุด
   เหมาะมากกับผลิตภัณฑ์

4. การอมน้ำมัน
   อมน้ำมันมาก จนไม่
   สามารถยอมรับได้
   อมน้ำมันน้อยที่สุด
   เหมาะมากกับผลิตภัณฑ์

5. ลักษณะเนื้อสัมผัส
   เนื้อภายนอกและเนื้อภายใน
   แข็งหรือนิ่มเกินไป จนไม่
   สามารถยอมรับได้
   เนื้อภายนอกกรอบมาก
   และเนื้อภายในนุ่มมาก
   เหมาะกับผลิตภัณฑ์



6. ความชอบรวม
   ไม่ชอบมาก
   ชอบมาก



ข้อเสนอแนะ

_____

_____

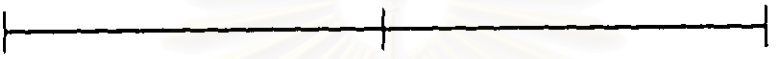
ข. 4 แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัสที่ใช้ศึกษาปริมาณ sodium acid pyrophosphate (SAPP) ที่เหมาะสม สำหรับการปรับปรุงสีมันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง

ชื่อผู้ทดสอบ _____ วันที่ _____

กรุณาทดสอบสมบัติทางประสาทสัมผัสที่กำหนดให้ ของมันฝรั่งทอดแบบก้อน แล้วระบุสมบัติ ด้านต่างๆ โดยลากเส้นตั้งฉากบนสเกล เพื่อแสดงการประเมินของท่าน และเขียนหมายเลขรหัสตัวอย่างกำกับเส้นตั้งฉากนั้นๆ ด้วย

1. สี

เหลืองอ่อนน้อยเกินไป หรือน้ำตาลเข้มมากเกินไป — สีเหลืองทองเหมาะมากกับผลิตภัณฑ์



2. กลิ่นรส

กลิ่นรสแปลกปลอม จนไม่สามารถยอมรับได้ — กลิ่นรสมันฝรั่งหอมมากที่สุด เหมาะมากกับผลิตภัณฑ์

3. รสชาติ

รสชาติผิดปกติ เช่น มีรสเปรี้ยวมาก จนไม่สามารถยอมรับได้ — รสชาติเหมาะมากกับผลิตภัณฑ์

4. ลักษณะเนื้อสัมผัส

เนื้อภายนอกและเนื้อภายใน แข็งหรือนิ่มเกินไป จนไม่สามารถยอมรับได้ — เนื้อภายนอกกรอบมาก และเนื้อภายในนุ่มมาก เหมาะกับผลิตภัณฑ์

5. ความชอบรวม

ไม่ชอบมาก — ชอบมาก

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

ข. 5 แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัสที่ใช้ศึกษาผลของปริมาณ SAPP ในน้ำที่ใช้ลวก วิธีแช่เยือกแข็ง และระยะเวลาในการเก็บแช่เยือกแข็งที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ _____ วันที่ _____

กรุณาทดสอบสมบัติทางประสาทสัมผัสที่กำหนดให้ ของมันฝรั่งทอดแบบก้อน แล้วระบุสมบัติ ด้านต่างๆ โดยลากเส้นตั้งฉากบนสเกล เพื่อแสดงการประเมินของท่าน และเขียนหมายเลขรหัสตัวอย่างกำกับเส้นตั้งฉากนั้นๆ ด้วย

1. สี

เหลืองอ่อนน้อยเกินไป
หรือน้ำตาลเข้มมากเกินไป

สีเหลืองทองเหมาะมากกับผลิตภัณฑ์

2. ลักษณะปรากฏ

ผิวหน้าของชิ้นผลิตภัณฑ์
มีลักษณะแห้งมากเป็นขอบสีขาว
จนเห็นได้ชัด

ผิวหน้าของชิ้นผลิตภัณฑ์
มีลักษณะแห้งน้อยมากหรือไม่
แห้งเลยเหมาะมากกับผลิตภัณฑ์

3. กลิ่นรส

กลิ่นรสแปลกปลอม
จนไม่สามารถยอมรับได้

กลิ่นรสมันฝรั่งหอมมากที่สุด
เหมาะมากกับผลิตภัณฑ์

4. ลักษณะเนื้อสัมผัส

เนื้อภายนอกและเนื้อภายใน
แข็งหรือนิ่มเกินไป จนไม่
สามารถยอมรับได้

เนื้อภายนอกกรอบมาก
และเนื้อภายในนุ่มมาก
เหมาะกับผลิตภัณฑ์

5. ความชอบรวม

ไม่ชอบมาก

ชอบมาก

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

ภาคผนวก ค

ค. 1 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ liquid nitrogen เมื่อใช้อุณหภูมิแช่เยือกแข็งต่างกัน

หาปริมาณการใช้ liquid nitrogen เมื่อแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนที่อุณหภูมิต่างๆ ดังนี้

1. ใช้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน 20 ชิ้น ใส่ใน chamber ของเครื่อง Cryo-Test Chamber
2. เปิดสวิตช์เครื่อง และเปิดวาล์วที่ถัง liquid nitrogen ตั้งอุณหภูมิที่ต้องการ
3. กดปุ่ม start เพื่อพ่น (feed) liquid nitrogen เข้าสู่ chamber จับเวลาของการพ่น liquid nitrogen จนอุณหภูมิใน chamber ถึงจุดที่ตั้งไว้ บันทึกเวลา (t_1)
4. นับจำนวนครั้งของการพ่น liquid nitrogen (N) และเวลาการพ่น liquid nitrogen ต่อครั้ง (t_2) จนครบเวลาที่ตั้งไว้ คือที่อุณหภูมิ -60 องศาเซลเซียส เวลา 4 นาที 23 วินาที, -70 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที 44 วินาที, -90 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที 44 วินาที, และ -110 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที 22 วินาที
5. คำนวณเวลาทั้งหมดของการพ่น liquid nitrogen ตลอดการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมินั้น (T) หน่วยเป็นวินาที ดังนี้

$$T = t_1 + Nt_2$$

6. เปรียบเทียบผลดังตาราง ค. 1

ตาราง ค. 1 เวลาที่ใช้พ่น liquid nitrogen เมื่อแช่เยือกแข็งมันฝรั่งทอดแบบก้อนที่อุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (องศาเซลเซียส)	เวลาพ่น liquid nitrogen (วินาที)
-60	36
-70	47
-90	50
-110	64

จากตารางที่ ค. 1 พบว่าที่อุณหภูมิ -60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการพ่น liquid nitrogen น้อยที่สุด หรือใช้ปริมาณ liquid nitrogen น้อยที่สุด

ค. 2 การหาค่าของ liquid nitrogen ที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์

ตามวิธีของบริษัท BIG (Bangkok Industrial Gas Co., Ltd.)

calorimetry เป็นกรรมวิธีในการวิเคราะห์อุณหภูมิโดยการวัดพลังงานในรูปของความร้อน โดยมีหลักการคือ วัดค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างวัตถุที่ใช้ทดสอบกับวัตถุอ้างอิง ซึ่ง calorimetry โดย liquid nitrogen นี้ จะวัดค่าน้ำหนักของ liquid nitrogen ที่ใช้ไปในการทำให้วัตถุที่ใช้ทดสอบมีอุณหภูมิลดลงจนเท่ากับอุณหภูมิของ liquid nitrogen (-320 ^{o}F) ซึ่งในที่นี้ถือว่าเป็นวัตถุอ้างอิง จุดประสงค์ที่แท้จริงของ calorimetry lab คือ หาปริมาณการใช้ liquid nitrogen ในการแช่เยือกแข็งอาหารจากอุณหภูมิหนึ่งมาสู่อุณหภูมิที่ต้องการ

<u>อุปกรณ์</u>

- ตาชั่งดิจิตอลสำหรับวัดน้ำหนักของวัตถุตัวอย่าง (ความละเอียด 0.00 กรัม)
- ตาชั่งดิจิตอลสำหรับวัดน้ำหนักของ liquid nitrogen ที่ใช้ (ความละเอียด 0.0 กรัม)
- นาฬิกาจับเวลา
- ภาชนะหุ้มฉนวนสำหรับบรรจุ liquid nitrogen (ถัง Dewar)

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. เติม liquid nitrogen ลงในถัง Dewar และปล่อยให้สมดุลระยะเวลาหนึ่ง

2. ชั่งน้ำหนักถัง Dewar บนตาชั่งอันใหญ่ เริ่มจับเวลา บันทึกค่าน้ำหนักลงในแถว a ของ calorimetry data sheet

3. เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที บันทึกค่าน้ำหนักลงในแถว b

4. หลังจากบันทึกค่าตามข้อ 3 แล้วให้นำตัวอย่างที่ต้องการทดสอบหย่อนลงในถัง Dewar อย่างทันทีทันใด (ชิ้นงานตัวอย่างจะต้องผ่านการชั่งน้ำหนักและบันทึกผลลงในข้อ 1) การหย่อนชิ้นงานตัวอย่างลงในถัง Dewar จะต้องทำอย่างระมัดระวังป้องกันการกระเด็นของ liquid nitrogen ในถัง Dewar

5. ชิ้นงานตัวอย่างที่ถูกหย่อนลงไปในถัง Dewar จะเป็นผลให้ liquid nitrogen ในถัง Dewar เกิดการเดือดอย่างรุนแรงระยะหนึ่ง ปฏิกิริยาจึงสิ้นสุด การสิ้นสุดของปฏิกิริยา สังเกตได้จาก liquid nitrogen หยุดเดือด และผิวหน้าของ liquid nitrogen จะเรียบ บันทึกน้ำหนักที่จุดสิ้นสุดปฏิกิริยานี้ลงในแถว c

6. หลังจากนั้นอีก 1 นาที บันทึกค่าน้ำหนักอีกครั้งลงในแถว d

7. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1-6 อีกครั้ง บันทึกผลลงในช่องที่ 2

<u>การคำนวณ</u>

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง สามารถนำมาคำนวณหาค่าที่ต้องการได้ดังนี้

1. net sample weight หาได้จากการชั่งน้ำหนักของชิ้นงานตัวอย่างก่อนหย่อนลงในถัง Dewar

2. Initial scale reading เป็นค่าน้ำหนักของ liquid nitrogen ณ จุดที่กำลังจะหย่อนชิ้นงานตัวอย่าง ซึ่งก็คือ ค่าที่บันทึกในแถว b

3. calculated total initial weight เป็นค่าน้ำหนักของ liquid nitrogen รวมกับชิ้นงานตัวอย่างก่อนการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งคือค่าในข้อ 1 บวกข้อ 2

4. final scale reading เป็นค่าน้ำหนักของ liquid nitrogen รวมกับชิ้นงานตัวอย่างหลังจากที่ปฏิกิริยาสิ้นสุด ซึ่งก็คือค่าที่บันทึกในแถว c

5. gross liq boil off เป็นค่าน้ำหนักของ liquid nitrogen ที่ใช้ไปในการทำให้ชิ้นงานตัวอย่างที่มีค่าอุณหภูมิหนึ่งลดลงเหลืออุณหภูมิของ liquid nitrogen หรือค่าน้ำหนักของ liquid nitrogen ที่ใช้เกิดปฏิกิริยา หาได้จากการนำค่าในข้อ 3 - ข้อ 4

6. heat leak ในการดำเนินปฏิกิริยานั้น liquid nitrogen ส่วนหนึ่งถูกใช้ในการทำให้ชิ้นงานตัวอย่างมีอุณหภูมิลดลงจนถึงอุณหภูมิของ liquid nitrogen นอกจากนี้ยังมี liquid nitrogen อีกส่วนหนึ่ง ซึ่งจะต้องสูญเสียไปตลอดเวลา ไม่ว่าจะมีการดำเนินปฏิกิริยาหรือไม่ก็ตาม เรียกว่า steady state losses ซึ่งสามารถหาได้จาก

$$\left[((a-b) + (c-d)) / 2\right] \times (c-b)$$

wt. wt. min.

7. net liq boil off จากข้อ 5 และข้อ 6 ทำให้สามารถหาค่าน้ำหนัก liquid nitrogen ที่ใช้ในเกิดปฏิกิริยาการแช่เยือกแข็ง คือ ค่าในข้อ 5 - ข้อ 6

8. สุดท้ายจะสามารถหาปริมาณ liquid nitrogen ที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งชิ้นงานตัวอย่างจากอุณหภูมิหนึ่งลงมายังอุณหภูมิของ liquid nitrogen ได้ในหน่วยของ unit liq / unit product โดยนำค่าในข้อ 7 / ข้อ 1 ค่าในข้อ 8 ที่ได้เป็นค่าที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างที่ค่าอุณหภูมิหนึ่งลงมาที่อุณหภูมิของ liquid nitrogen แต่ในสภาพการผลิตจริง เราต้องการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์จากที่อุณหภูมิหนึ่ง (inlet temperature) ลงมาสู่อุณหภูมิที่ต้องการ (outlet temperature) ไม่ใช่อุณหภูมิของไนโตรเจนเหลว ดังนั้นในการทดลองจริง จะต้องทำการทดลองดังนี้

- จาก inlet temperature ลงมาสู่อุณหภูมิของ liquid nitrogen 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย
- จาก outlet temperature ลงมาสู่อุณหภูมิของ liquid nitrogen 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ในข้อ 8 ของทั้ง 2 ส่วนมาลบกัน จะได้ differential consumption ซึ่งก็คือค่าของ liquid nitrogen ที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์ จาก inlet temperature ลงมาสู่อุณหภูมิของ outlet temperature ที่ต้องการ

9. หาปริมาณความร้อนที่ถูก remove ออกได้ โดยคูณกับค่าความร้อนของการกลายเป็นไอของไนโตรเจน (diff. consump. x 85.5 Btu/lb.) ผลที่ได้แสดงดังตาราง ค. 2

หมายเหตุ หลักการของ calorimetry lab ก็คือ การใช้อุณหภูมิของ liquid nitrogen เป็นอุณภูมิอ้างอิง ซึ่งเราจะไม่สามารถทำการทดลองเพื่อที่จะหาค่า liquid nitrogen ที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์จาก inlet temperature ลงมาสู่อุณหภูมิของ outlet temperature ที่ต้องการได้โดยตรง

ตาราง ค. 2 การหาค่าของไนโตรเจนเหลวที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์

inlet temp. 30 °C outlet temp. -21 °C

	1		2		1		2	
	time	weight	time	weight	time	weight	time	weight
a	0	4527.40	0	4540.50	0	5902.30	0	5892.60
b	1	4520.40	1	4535.70	1	5901.30	1	5891.60
c	2.2	4450.50	2.2	4474.30	2	5897.50	2	5887.30
d	3.2	4449.70	3.2	4473.40	3	5896.50	3	5886.40

1. net sample weight	33.35	33.24	34.49	34.75
2. initial scale reading (b)	4520.40	4535.70	5901.30	5891.60
3. calculated total initial weight (1+2)	4553.75	4568.94	5935.79	5926.35
4. final scale reading (c)	4450.50	4474.30	5897.50	5887.3
5. gross liq boil off (3-4)	103.25	94.64	38.29	39.05
6. heat leak [((a-b) + (c-d)) / 2] x (c-b)	4.68	3.42	0.40	0.43
7. net liq boil off (5-6)	98.57	91.22	37.89	38.62
8. gram liq / gram product (7/1)	2.95	2.74	1.10	1.11

inlet temp. 30 °C liq consumption 2.85

outlet temp. -21 °C liq consumption 1.11

different consumption 1.74

heat removal 148.77 Btu/lb

ค. 3 การหาปริมาณความร้อนที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์โดยใช้ air blast

ปริมาณความร้อนในการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักรวม 1600 กรัม จนมีอุณหภูมิใจกลางชิ้นผลิตภัณฑ์เป็น -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 42 นาที โดยใช้ air blast freezer ที่มีกำลัง 1 แรงม้า หรือ 42.44 Btu/min สามารถคำนวณได้ดังนี้

การคำนวณปริมาณความร้อนในการแช่เยือกแข็ง

$$\text{ปริมาณความร้อนในการแช่เยือกแข็ง} = \frac{(42.44\ \text{Btu/min}) \times (42\ \text{min}) \times (453.59\ \text{g/lb})}{1600\ \text{g}}$$

$$= 505.32\ \text{Btu/lb}$$

เมื่อพิจารณาปริมาณความร้อนในการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์โดยใช้ air blast freezer จากการคำนวณ จะพบว่าปริมาณความร้อนในการแช่เยือกแข็ง มีค่าเท่ากับ 505.32 Btu/lb ซึ่งมีค่าสูงกว่าการแช่เยือกแข็งโดยใช้ liquid nitrogen ที่มีเท่ากับ 148.77 Btu/lb แต่ในทางปฏิบัติ ปริมาณความร้อนในการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์โดยใช้ air blast freezer อาจมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพของเครื่อง และระยะเวลาที่เครื่องทำงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ง. 1 รายละเอียดเกี่ยวกับแป้งพรีเจลาติไนซ์ (บริษัท นิวทรีชั่น จำกัด)

ชื่อผลิตภัณฑ์ : MAZACA FTD. 176

รายละเอียด : เป็นแป้งข้าวโพดข้าวเหนียวดัดแปรสภาพ เป็นแป้งกลุ่มหนึ่งที่มีเสถียรภาพต่อการแช่เยือกแข็งและการละลาย

ลักษณะปรากฏ : เป็นผงสีขาว

ความชื้น : สูงสุด 13 %

pH : 5.0-7.0

ราคา : 70 บาทต่อกิโลกรัม

คุณสมบัติ : มีความหนืดในช่วงปานกลางถึงสูง short texture ให้ mouth feel ที่ดี มีเสถียรภาพต่อการแช่เยือกแข็งและการละลาย ไม่เกิดเจลที่แข็งเมื่อถูกทำให้เย็น สามารถนำไปใช้ในภาวะความเป็นกรดต่ำ (pH 5.0)

การใช้ประโยชน์ : นำไปใช้ได้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น dairy custards, frozen sauces, canned soups, dairy desserts, gravies for frozen products

ความปลอดภัย : ผลิตภัณฑ์นี้มีความปลอดภัยสำหรับการใช้ โดย F.D.A. และ FAO/WHO อนุญาตให้ใช้ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง. 2 รายละเอียดเกี่ยวกับ sodium acid pyrophosphate (บริษัท ฟู้ดส์ฟิลด์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด)

ชื่อผลิตภัณฑ์ : sodium acid pyrophosphate ($Na_2H_2P_2O_7$)

มวลโมเลกุล : 221.97

การเรียกชื่อ : disodium diphosphate, disodium pyrophosphate, acid sodium pyrophosphate, disodium dihydrogen pyrophosphate, DSPP, SAPP

ลักษณะปรากฏ : เป็นผงสีขาว

typical product data : assay (after drying) 97%

moisture	0.1%
water insoluble	0.6%
orthophosphate	2.0%
pH (1% solution)	4.2%
arsenic (As)	0.8 ppm
fluoride (F)	1.0 ppm
heavy metals as Pb	10.0 ppm
lead (Pb)	1.0 ppm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง. 3 รายละเอียดเกี่ยวกับภาชนะบรรจุ (บริษัท สตรองแพ็ค จำกัด (มหาชน))

ชื่อผลิตภัณฑ์ : Nylon15 μ / adhesive / LLDPE 120 μ

ตาราง ง. 1 รายละเอียดเกี่ยวกับภาชนะบรรจุ

		มาตรฐาน	วิธีตรวจวัด
1. material specification	Nylon15 μ / adhesive / LLDPE 120 μ		infrared spectrophotometer
	thickness (μ)	141±7%	dial gauge
	grammage (g/m^2)	132.30±7%	balance meter
2. dimension	width (mm)	210±3	manual method
	length (mm)	250±3	manual method
3. tensile strength (kg/10mm)	-md	≥3.00	tensile tester speed 500mm/min sample dimension 10×60mm.
	-cd	≥4.50	
4. heatseal strength (kg/15mm) (at 150°C,2kg/cm^2,1sec)		≥5.00	tensile tester speed 300mm/min sample dimention 15×60mm
5. adhesion strength (kg/25mm)	-Nylon/LLDPE	≥1.00	tensile tester speed 300mm/min sample dimention 25×60mm
6. friction test	-metal/inside	0.90-1.25	telemetric instrumentab arloy sweden
	-metal/outside	0.70-0.85	
7. oxygen transmission rate at	23°C, 0%RH	30.25 cm^3/m^2/24hr	

ภาคผนวก จ

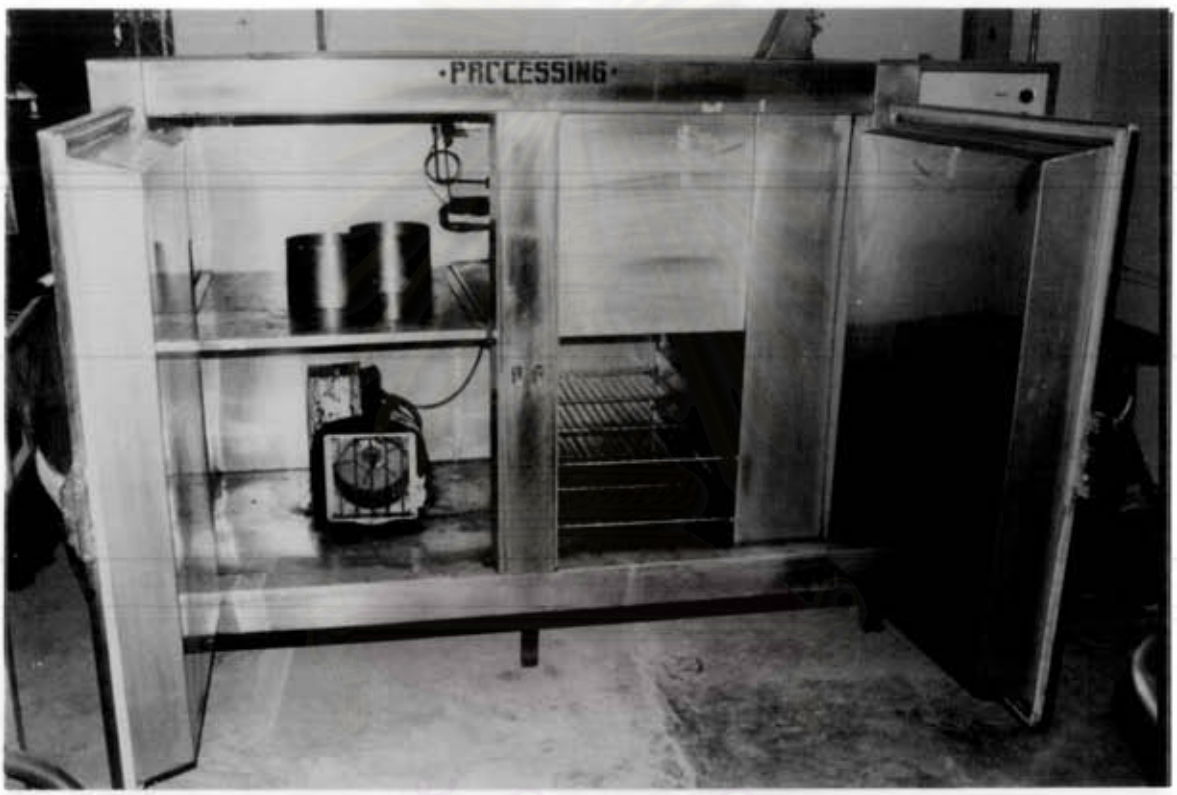
แสดงรูปวัตถุดิบ เครื่องมือในการผลิตมันฝรั่งทอดแบบก้อนแช่เยือกแข็ง และผลิตภัณฑ์ที่ได้

รูป จ. 1 มันฝรั่งพันธุ์ Kennebec ที่มีน้ำหนักในช่วง 60-120 กรัม/หัว

รูป จ. 2 อุปกรณ์ที่ใช้ไสมันฝรั่งเป็นเส้น

รูป จ. 3 ถังบรรจุ liquid nitrogen (ซ้าย) และเครื่อง Cryo-Test Chamber (ขวา)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

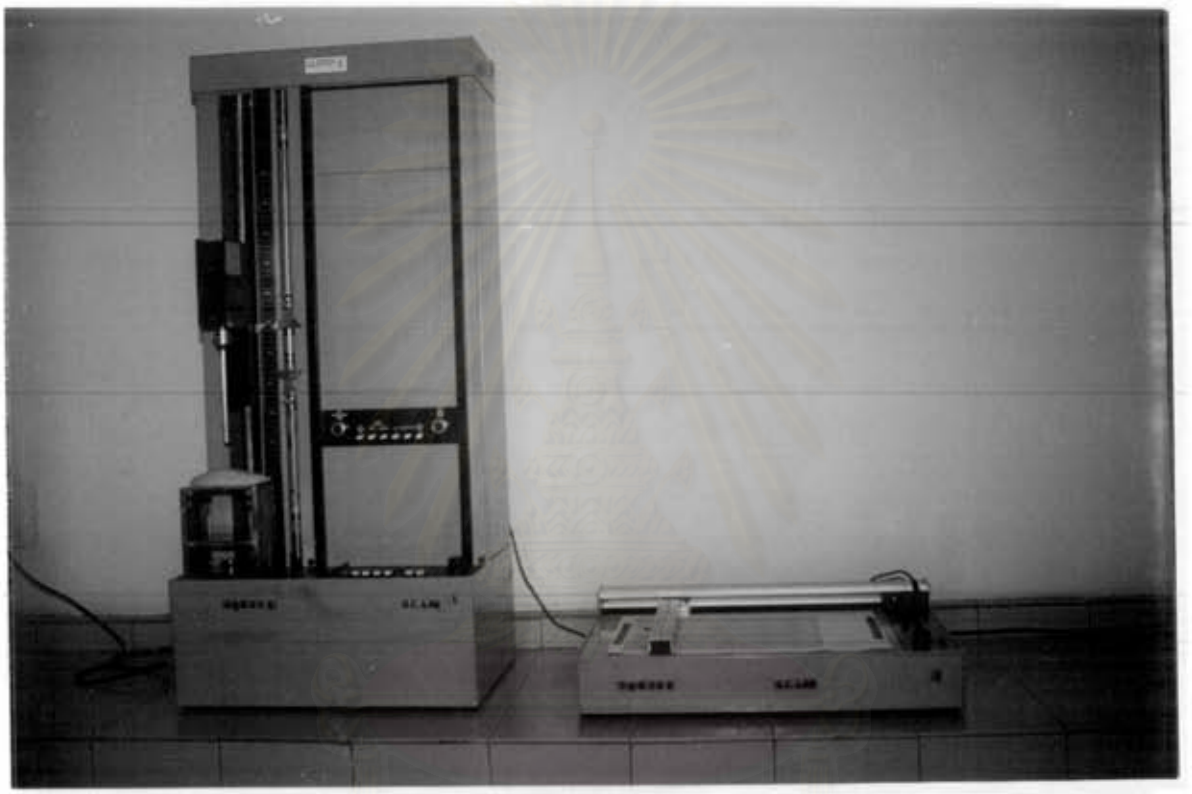
รูป จ. 4 เครื่อง air blast freezer

รูป จ. 5 ตู้แช่เยือกแข็งแบบนอนสำหรับเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ -18 °C

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป จ. 6 เครื่องปิดผนึกแบบสุญญากาศ (Multivac Type, AG500)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป จ. 7 เครื่องวัดเนื้อสัมผัสของอาหาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป จ. 8 ผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนก่อนแช่เยือกแข็ง (หลังทอด 1 นาที)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป จ. 9 ผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อนหลังแช่เยือกแข็ง

รูป จ. 10 ผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดแบบก้อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาววรัญญา โชติช่วง เกิดวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2515 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2536 และเริ่มศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2537

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย