รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กวิศร์ วานิชกุล. การเจริญเติบโตของผลมังคุด ดัชนีการเก็บเกี่ยวและการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลมังคุด. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522.

เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง. กรมวิชาการเกษตร. เกษตรดีที่เหมาะสม สำหรับ มะม่วง. เกษตรดีที่เหมาะสม ลำดับที่ 2. กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการเกษตร, 2547

เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง. กรมวิชาการเกษตร. มะม่วง วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว[Online]. ไม่ระบุวันที่ : แหล่งที่มา : http://www.doa.go.th/data-agri/02_LOCAL/oard4/mango_indus/main.html.

เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง. กรมวิชาการเกษตร. มะม่วงอุตสาหกรรม[Online]. ไม่ระบุวันที่ : แหล่งที่มา : http://www.doa.go.th/data-agri/02_LOCAL/oard4/mango_indus/main.html.

เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง. กรมวิชาการเกษตร. มังคุด[Online]. ไม่ระบุวันที่ : แหล่งที่มา : http://www.doae.go.th/plant/mungkud.htm.

จิตติมา สิงหวรกิจ. ผลของการเคลือบผิวมังคุดและทุเรียนพันธุ์หมอนทองด้วยสารเคลือบผิวบางชนิด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536.

จริงแท้ ศิริพานิช. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลักการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. 700 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

จริงแท้ ศิริพานิช และ ธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดี. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. 7,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : โครงการเกษตรกู้ชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543.

ช.ณิฎฐ์ศิริ สุขสุวรรณ. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลทางการเกษตร (ผักและผลไม้). กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2526.

ชวาลา บุรณศิริ. โรคพืชผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวและป้องกันกำจัด. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 2530.

ชุลีพร พูลสวัสดิ์. การยืดอายุผลมังคุดหลังการเก็บเกี่ยวด้วยสารเคลือบผิวและฟิล์มพลาสติก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.

ฐิติยา รัตนไตรภพ. การพัฒนาสารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามังคุด. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

ทนง ภัครัชพันธุ์. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของผักและผลไม้ เล่มที่ 1. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526.

ทวี รักษ์ศรีทอง. ผลของการเคลือบผิวและอุณหภูมิต่ำที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะเกษตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.

ธรรมภรณ์ ประภาสะวัต. ผลของการเคลือบผิวและอุณหภูมิต่ำที่มีต่ออายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534.

นเรศ รุกขเจริญ. บริษัท นเรศผลไม้ 94 จำกัด. สัมภาษณ์, 8 มีนาคม 2549.

นิพนธ์ เคชะ. การเลี้ยงครั่ง[Online].ไม่ระบุวันที่ : แหล่งที่มา : http://plantpro.doae.go.th.

เบญจมาส รัตนชินกร. รายงานประจำปี 2543 ของกลุ่มวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544.

บุญเลิศ สอาคสิทธิ์ศักดิ์. มะม่วง ประวัติและความสำคัญ. เอกสารวิชาการที่ 1 มะม่วง. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, 2532.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ดัชนีการเก็บเกี่ยวมังคุดเพื่อการส่งออก[Online] , ไม่ระบุวันที่ : แหล่งที่มา : http://web.ku.ac.th/agri/oi/d2.htm.

มานี เหลืองธนะอนันต์ และธนะเศรษฐ์ ง้าวหิรัญพิพัฒน์. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพอลิเมอร์เพื่อพัฒนาตำรับยาเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ. นครปฐม : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2546.

ยุวลักษณ์ ศิริพลบุญ. ฟิล์มเคลือบบริโภคได้สำหรับยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

เรณู ขำเลิศ. การเร่งและชะลอการสุกของผลมะม่วงพันธุ์อกร่องทอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.

รุจิรา เชื้อหอม. ผลของการเคลือบผิวและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาของผลมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

วิจิตร วังใน. การปฏิบัติต่อผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว. การอภิปรายพิเศษเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ ในการปลูกมะม่วง ณ มหาวิทยาลัยเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ วันที่ 18 กันยายน 2523

วิชาการเกษตร, กรม. การปรับปรุงคุณภาพผักและผลไม้. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร, ไม่ระบุวันที่. (อัดสำเนา)

ศรบุปผา วงศกรวุฒิ. ผลของอุณหภูมิและสารเคลือบผิวที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาคพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.

ศุลกากร, กรม. ปริมาณการส่งออกผลไม้ประจำปี พ.ศ. 2546. กรุงเทพมหานคร: กรมศุลกากร, 2547.

ศิวพร จินตนาวงศ์. เอกสารวิชาการ มาตรฐานกรมพืชสวน. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร. 2539.

ส่งเสริมการส่งออก, กรม. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้สดเพื่อการแปรรูป. กรุงเทพมหานคร: สำนักบริการการส่งออก กรมส่งเสริมการส่งออก, 2546.

ส่งเสริมการส่งออก, กรม. การส่งออกมะม่วงของไทย. กรุงเทพมหานคร : สำนักบริการการส่งออก กรมส่งเสริมการส่งออก, 2546.

สมโภชน์ น้อยจินดา. ผลของ GA, ต่อมังคุด(Garicinia mangostana. L.) วัยสายเลือด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534.

สมโภชน์ น้อยจินดา. ผลของสภาพดัดแปลงบรรยากาศที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามังคุด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535.

สายชล เกตุษา. การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติต่อผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ 31 (2530): 32-37. (อัดสำเนา)

สายชล เกตุษา. การยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วง. วารสารสมาคมพืชสวน 3 (2531): 34-40.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. การวางแผนการทดลองทางการเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน 7 (2530): 127-139.

สุมาลี ตันสิริยากุล. 2530. การเก็บเกี่ยวและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว(การเก็บรักษา)มะม่วง. เกษตรอุตสาหกรรม 2(19): 71-73

สุมาลี ตันสิริยากุล. การเก็บเกี่ยวและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว(การเก็บรักษา)มะม่วง. เกษตรอุตสาหกรรม 2(19) : 71-73.

สุรพงษ์ โกสิยจินดา. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวของ เงาะ ทุเรียน มังคุด. เคหการเกษตร 10(2529): 37-41.

สุรพล อุปดิสสกุล. สถิติการวางแผนทดลองเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523.

สุวรรณี ปักกาสาร. ผลของสภาพปรับบรรยากาศควบคุมต่ออายุการเก็บรักษามังคุด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2540.

อิทธิพล แจ้งชัด. พอลิเมอร์ฟิสิกส์. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2543.

เอกสารประกอบการฝึกอบรมวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. 26-30 ตุลาคม 2547.

ภาษาอังกฤษ

Bai, J., Alleyne, V., Hagenmaier, R.D., Mattheis, J.P., and Baldwin, E.A. Formulation of zein coatings for apples (*Malus domestica* Borkh). Journal of Postharvest Biology and Technology 100 (2003):1-10.

Bai, J., Hagenmaier, R. D., and Baldwin E. A., Coating selection for 'Delicious' and other apples. Postharvest Biology and Technology 28 (2002): 381-390

Banker, G. S., and Agyilirah, G. A. Controlled Drug Delivery. Polymers for enteric coating applications. Polymers for CRC Press. (1999): 39-66

Benner, K. G., and Zastrow, L. Aqueous shellac solution or dispersion. US patent, 6,302,950: (2001)

Bunsiri, A., Ketsa, S., and Pull, R. E., Phonolic metabolisim and Lignin synthesis in damage pericarp of mangosteen fruit after impact. Posthatvest Biology and Technology XX(2003): in press

Burg, S.P. and Burg, E.A. Role of ethylene in fruit ripening. Plant Physiology 37(1962): 179-189.

Chatfield, H.W. Varnish Constituents. London : Leonard Hill, 1953.

Chaplin, G. R. Posthavest physiology of mango fruit : a review. *In* Proc, 261-271. Australia : Cairnus, 1984.

Class, J. B. Resins, Natural in Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. 4th edition. 20 (1991): 291-303.

Cook, R. B. Shellac dispersions and coatings, and method of forming aqueous-based shellac dispersions, and coatings. US patent. 5,567,438: (1996)

Eskin, N. A. M. The Chemistry and Biochemistry of Selected Compounds. New York : Academic Press, 1979.

Faragher, J. D., and Brohier, R. L. Anthocyanin accumulation in apple skin during ripening : regulation by ethylene and phynylalanine ammonialyase. Scientia Hortic 22(1984) : 89-96.

Gen, Z., Liang, Q., Zhang, J., and Jing, X. Enzymatic degredation of poly(Ɛ-caprolactone) film in phosphate buffer solution containing lipase. Polymer Degradation and Stability. 56(1997): 209-213

Hagenmaier, R. D. Evaluation of a polyethylene–candelilla coating for 'Valencia' oranges. Postharvest Biology and Technology 19 (2000): 147–154

Hagenmaier, R. D., and Shaw, P. Permeability of shellac coatings to gases and water vapor. J. Agric. Food Chem. 39(5) (1991): 827-829.

Hatakeyama, T., and Quinn, F.X. Thermal analysis: fundamental and application to polymer science. John Wiley & Sons Ltd., 1994.

Imsabai, W., Ketsa, S., and Doorn, W. G. Effect of temperature on softening and the activities of polygalacturonase and pectinesterase in durian fruit. Journal of Postharvest Biology and Technology 26 (2002): 347 – 351.

Jo, C., Kang, H., Lee, N. Y., Kwon, J. H., Byun, M. W. Pectin and gelatin film: effect of gamma irradiation on the mechanical properties and biodegradation. Journal of Radiation Physics and Chemistry. (2004): 1-6

John, J., Subbarayan, C., and Cama, H. R. Carotenoids in three stages of ripening of mango. J. Food Sci. 35(1970): 262-265.

Kader, A.A. Postharvest biology and technology : An overview. Postharvest Tecnology of Horticultural Crops. Berkeley : Univ. of California, 1985.

Karmarkar, D.V., and Joshi, B.M. Respiration studies of Alphonso mango. Indian Journal of Agricultural Science 11(1941): 993-1005.

Krause, K.P. and Muller, R.H. Productions of aqueous shellac dispersions by high pressure homogenization. International Journal of Pharmaceutics 223 (2001): 89-92.

Krishnamurth, S. and Subramanyam, H. Respiratory climacteric and chemical changes in the mamgo fruit(*Mangifera indica* L.). Journal of the American Society for Horticultural Science 15(1970) : 333.337.

Kosittrakun, M. Modified Atmostphere Packaging of Certain Tropical Fruits. Final report submitted to APEX Corporation : Tokyo, 1991.

Leopole, A.C. and Kriedeman, P.E. Plant Growth and Development. 2d ed. New York : McGraw-Hill Book Company, 1975.

Lutz, J.M., Hardengurg, R.E. The commercial Storage of fruits, Vegetables and Florist l and Nursery Stocks. Agriculture Handbook No. 66. Washington, D.C. : USDA, 1968.

Martin, F.W. Durian and mangosteen. Tropical and Subtropical Fruits. Connecticut : AVI Publishing Inc., 1980

Martin, J. Shellac in Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. 3rd edition 20 (1982): 737-747.

McGregor, B.M. Tropical Products Transport Handbook. Agric. Handbook No.668. Washington D.C. : USDA, 1987.

McGuire, R. G. and Hagenmaier, R. D. Shellac coating or grapefruits that favor biological control of *Penicilium digitatum* by *Candida oleophila*. Biological Control 7 (1996): 100-106.

National Organic Standards Board Technical Advisory Panel Review Compiled by OMRI for the USDA National Organic Program. Orange Shellac (unbleached)[Online]. 2002 : Available from : http://www.omri.org/shellac_final.pdf

Pantastico, E. B., Lam, P.F., Ketsa, S., Yuniarti, U., and Kosittrakul, M. Posthavest physiology and storage of mango. Fruit Development Postharvest Physiology and Marketing in ASEAN. Malaysia : ASEAN Food Handing Bureau, 1984.

Rednick, A. B., et al. Pharmaceutical tablets coated with wax-free ammonia solubilized water soluble shellac. US patent. 3,390,049: (1968)

Roe, B. and H. Bruemmer. 1981. Changes in pectin substances and enzymes during ripening and storage of 'Kiett' mango. J. Food Sci. 46:186-198.

Rondolph, W.F. Food additives permitted for direct addition to food for humun consumtion. Fed. Reg. 47 (238) : 55475-55476.

Shimokawa, K. Shimada, S. and Yaeo, K. Ethylene-enhanced chloroghyllase activity during degreening of critus unshiu Marc. Scientia Hortic. 8(1978) : 129-135.

Smock, R. T. Eviromental factors affecting ripening of fruits. Hortsci. 5(1970): 37-39.

Sontaya Limmatvapirat., et al. Modification of physicochemical and mechanical properties of shellac by partial hydrolysis. International Journal of Pharmaceutics 278 (2004): 41-49.

The Japan Shellac Industries. The Pioneer of Shellac in Japan: Application. 2001 : Avilable : http://www.japan-shellac.co.jp

Wills, R. H., Lee, T. H., Graham, D., McGlasson, W. B., and Hall, E. G. Post harvest : An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. New South Wales : New South Wales University Press, 1981.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของมังคุด

ชื่อผู้ทดสอบ_____

วันที่_____

ตัวอย่าง___มังคุด_____

ใบประเมินการชิม

กรุณาประเมินตัวอย่างอาหารต่อไปนี้จากซ้ายไปขวา โดยการทำเครื่องหมายที่คะแนนตามการตัดสินใจ

หมายเลขตัวอย่าง_____

1. ความมันเงา		ไม่มันเงา	0	1	2	3	4	5	มันเงามาก
2. สี	สีกลีบเลี้ยง	ไม่สวย	0	1	2	3	4	5	สวยมาก
	สีผิวผล	ไม่สวย	0	1	2	3	4	5	สวยมาก
3. กลิ่น		ไม่หอม	0	1	2	3	4	5	หอมมาก
4. ความหวาน		ไม่หวาน	0	1	2	3	4	5	หวานมาก
5. ความเปรี้ยว		ไม่เปรี้ยว	0	1	2	3	4	5	เปรี้ยวมาก
6. กลิ่นและรสชาติผิดปกติ		ปกติ	0	1	2	3	4	5	ไม่ปกติ
7. ความชอบ		ไม่ชอบ	0	1	2	3	4	5	ชอบมาก

หมายเลขตัวอย่าง_____

1. ความมันเงา		ไม่มันเงา	0	1	2	3	4	5	มันเงามาก
2. สี	สีกลีบเลี้ยง	ไม่สวย	0	1	2	3	4	5	สวยมาก
	สีผิวผล	ไม่สวย	0	1	2	3	4	5	สวยมาก
3. กลิ่น		ไม่หอม	0	1	2	3	4	5	หอมมาก
4. ความหวาน		ไม่หวาน	0	1	2	3	4	5	หวานมาก
5. ความเปรี้ยว		ไม่เปรี้ยว	0	1	2	3	4	5	เปรี้ยวมาก
6. กลิ่นและรสชาติผิดปกติ		ปกติ	0	1	2	3	4	5	ไม่ปกติ
7. ความชอบ		ไม่ชอบ	0	1	2	3	4	5	ชอบมาก

ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของมะม่วง

ชื่อผู้ทดสอบ_____

วันที่_____

ตัวอย่าง___**มะม่วง**____

ใบประเมินการชิม

กรุณาประเมินตัวอย่างอาหารต่อไปนี้จากซ้ายไปขวา โดยการทำเครื่องหมายที่คะแนนตามการตัดสินใจ

หมายเลขตัวอย่าง_____

1. ความมันเงา	ไม่มันเงา	0	1	2	3	4	5	มันเงามาก
2. สี สีเปลือก	ไม่สวย	0	1	2	3	4	5	สวยมาก
สีเนื้อ	ไม่สวย	0	1	2	3	4	5	สวยมาก
3. กลิ่น	ไม่หอม	0	1	2	3	4	5	หอมมาก
4. ความหวาน	ไม่หวาน	0	1	2	3	4	5	หวานมาก
5. ความเปรี้ยว	ไม่เปรี้ยว	0	1	2	3	4	5	เปรี้ยวมาก
6. เสี้ยน	ไม่มีเสี้ยน	0	1	2	3	4	5	เสี้ยนมาก
7. ความผิดปกติ	ปกติ	0	1	2	3	4	5	ไม่ปกติ
8. ความชอบ	ไม่ชอบ	0	1	2	3	4	5	ชอบมาก

หมายเลขตัวอย่าง_____

1. ความมันเงา	ไม่มันเงา	0	1	2	3	4	5	มันเงามาก
2. สี สีเปลือก	ไม่สวย	0	1	2	3	4	5	สวยมาก
สีเนื้อ	ไม่สวย	0	1	2	3	4	5	สวยมาก
3. กลิ่น	ไม่หอม	0	1	2	3	4	5	หอมมาก
4. ความหวาน	ไม่หวาน	0	1	2	3	4	5	หวานมาก
5. ความเปรี้ยว	ไม่เปรี้ยว	0	1	2	3	4	5	เปรี้ยวมาก
6. เสี้ยน	ไม่มีเสี้ยน	0	1	2	3	4	5	เสี้ยนมาก
7. ความผิดปกติ	ปกติ	0	1	2	3	4	5	ไม่ปกติ
8. ความชอบ	ไม่ชอบ	0	1	2	3	4	5	ชอบมาก

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและตัวอย่างการคำนวณ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ข.1 การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์

การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์เป็นการวางแผนแบบที่ง่ายที่สุด โดยเป็นการจัดทรีทเมนต์ให้แก่หน่วยทดลองซึ่งเป็นไปอย่างสุ่มเพื่อไม่ให้เกอดความเอนเอียงในการทดลอง แต่ละทรีทเมนต์อาจมีจำนวนซ้ำได้หลายครั้งและจำนวนซ้ำในแต่ละทรีทเมนต์อาจเท่ากัน หรือไม่เท่ากันก็ได้ โดยปกติมักใช้จำนวนซ้ำเท่ากันเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล การวางแผนการทดลองเช่นนี้ใช้เมื่อหน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอกัน หน่วยทดลองแต่ละหน่วยมีโอกาสได้รับเลือกเท่ากัน (สายชล สินสมบูรณ์, 2546)

ข.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ ANOVA (Analysis of Variance)

ใช้กับงานวิจัยที่ต้องการเปรียบเทียบผลระหว่างหลาย ๆ กลุ่ม ตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไปมีชื่อเรียกว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเรียกย่อๆ ว่า ANOVA

ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวิเคราะห์

1. การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหลาย ๆ กลุ่มจะมีความแปรปรวนที่ต้องคำนวณอยู่ 2 ตัว คือ ความแปรปรวนระหว่ากลุ่มและความแปรปรวนภายในกลุ่ม

2. สมมติฐานไร้นัยสำคัญ (Null hypothesis) จะเป็นดังนี้

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = = \mu_k$ (เมื่อ k คือจำนวนกลุ่ม)

3. สูตรที่ใช้ในการทดสอบ คือ F – ratio โดยคำนวณค่า F ที่ได้จากสูตรเปรียบเทียบกับ F ที่เปิดได้จากตาราง ถ้าพบว่า F คำนวณมากกว่า F ตารางก็ปฏิเสธ H_0 แล้วยอมรับ H_1 และสรุปได้ว่ามีค่าเฉลี่ยอย่างน้อยหนึ่งคู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ ข.1 แสดงรูปแบบข้อมูลของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ที่มีจำนวนซ้ำเท่ากัน

ค่าสังเกต	**ทรีทเมนต์**					
	1	2	...	j	...	k
1	X_{11}	X_{12}		X_{1j}		X_{1k}
2	X_{51}	X_{22}		X_{2j}		X_{2k}
.	.	.		.		.
.	.	.		.		.
n	X_{n11}	X_{n22}		X_{nij}		X_{nkk}
ผลรวม	X_1	X_2		X_3		X_4

โดยที่ X_1, X_2, X_3 และ X_4 คือ ผลรวมของแต่ละทรีทเมนต์

X_{11} หมายความว่า เป็นข้อมูลตัวที่ 1 ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

สูตรการทดสอบ

$$F = \frac{MS_B}{MS_W}$$

โดยที่ MS_B คือ Mean square between- group

MS_W คือ Mean square within- group

ตารางที่ ข.2 สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อ n ในแต่ละกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน

ตัวแปร	องศาความเป็นอิสระ	ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	F
ระหว่างกลุ่ม	k-1	$SS_B = \frac{\sum_{j=1}^{k} T_j}{n_j} - \frac{T^2}{N}$	$MS_B = \frac{SS_B}{k-1}$	$F = \frac{MS_B}{MS_W}$
ภายในกลุ่ม	k(n-1)	$SS_W = SS_T - SS_B$	$MS_W = \frac{SS_w}{k(n-1)}$	
รวม	nk – 1	$SS_T = \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N}$		

โดยที่ T_j = ผลรวมของคะแนน n ค่าในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

$\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2$ = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองทุกๆค่าในทุกกลุ่มตัวอย่าง

n_j = จำนวนคะแนนในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

k = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนคะแนนทั้งหมด

T = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

T^2 = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

นิยาม 1 องศาความเป็นอิสระ (degree of freedom) หรือ df. คือ เลขจำนวนเต็มบวก ที่บอกว่ามีค่าของตัวแปรสุ่มที่เหลืออยู่กี่ค่า ที่นำมาสร้างค่าสถิติแล้วสามารถเปลี่ยนแปลง หรือ กำหนดค่าได้อย่างอิสระ

ขั้นตอนการทดสอบ

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน H_0 และ H_1 ดังนี้

H_0: $\mu_1=\mu_2=...=\mu_k$ (เมื่อ k คือจำนวนกลุ่ม)

H_1: อย่างน้อยที่สุดมีค่าเฉลี่ยของสองกลุ่มไม่เท่ากัน

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ขั้นที่ 3 คำนวณค่า F จากสูตร $F = \frac{MS_B}{MS_W}$

ขั้นที่ 4 หาค่า F จากตาราง ซึ่งต้องทราบค่าดังต่อไปนี้

1) α ซึ่งโดยทั่วไปนิยมตั้งที่ระดับ 0.05 และ 0.01

2) df ของ MS_B $df_1 = k-1$

3) df ของ MS_W $df_2 = N-k$

ขั้นที่ 5 เปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า F ที่ได้จากตาราง

ขั้นที่ 6 สรุปผล

การสรุปผล และแปลความหมาย

ลักษณะที่ 1 ถ้า F คำนวณน้อยกว่า F ตารางจะยอมรับ H_0 ในกรณีที่เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ก็จะสรุปได้ว่าตัวแปรอิสระแต่ละประเภทที่จัดกระทำให้กลุ่มตัวอย่างต่างๆนั้นให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือกล่าวให้เข้าใจง่ายๆ ว่า ตัวแปรอิสระประเภทต่างๆเหล่านั้นให้ผลคล้ายคลึงกัน

ลักษณะที่ 2 ถ้าพบว่า F คำนวณมากกว่า F ตารางก็จะปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 สรุปได้ว่ามีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่างสถิติ ซึ่งจะต้องทดสอบอีกครั้งหนึ่งเพื่อหาว่าค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป

ข.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ (comparisons of treatment means)

ในการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ เราได้วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ค่าสถิติทดสอบเอฟในการทดสอบ ถ้าค่าสถิติทดสอบเอฟไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าไม่มีค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์คู่ไหนเลยที่มีความแตกต่างกัน แต่ถ้าค่าสถิติทดสอบเอฟมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็แสดงว่ามีค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์อย่างน้อย 1 คู่ ที่มีความแตกต่างกัน แต่เราไม่ทราบว่าค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์คู่ไหนบ้างที่แตกต่างกัน การสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนนี้ยังไม่สามารถบอกได้ว่ามีทรีทเมนต์คู่ไหนบ้างที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ต่อไป

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ ๆ (Comparing pairs of treatment means)

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ ใช้เมื่อค่าสถิติทดสอบเอฟในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้การทดสอบแบบพิสัยเชิงพหุของดันแคน (Duncan's new multiple range test) ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ นิยมใช้ Duncan ในกรณีที่มีทรีทเมนต์จำนวนมากและต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทั้งหมดในคราวเดียวกัน โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. จัดเรียงค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์จากน้อยไปหามาก

2. หาผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ ${}^{n}C_{2} = n(n-1)/2$ (n = จำนวนกลุ่ม)

3. คำนวณค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$LSR_{\alpha} = r_{\alpha}(p, f)\sqrt{\frac{MS_W}{2}\left(\frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_j}\right)} \qquad ; \ r_i \neq r_i$$

$$LRS_{\alpha} = r_{\alpha}(p, f)\sqrt{\frac{MS_W}{r}} \qquad ; \ r_i = r_j$$

เมื่อ $r_{\alpha}(p, f)$ คือ ค่าวิกฤติของพิสัยของ Duncan ที่ระดับนัยสำคัญ α โดยที่ p คือ จำนวนค่าเฉลี่ยในช่วงการเปรียบเทียบ ซึ่งเท่ากับผลต่างของอันดับ +1 และมีจำนวนองศาความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ f

MS_w คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

r_i, r_j คือ จำนวนซ้ำของทรีทเมนต์ i และ j ที่ต้องการเปรียบเทียบตามลำดับ

4. เปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยต่ำสุดกับค่า LSR ถ้าผลต่างนั้นมีค่ามากกว่า LSR แสดงว่าค่าเฉลี่ยในช่วงนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

5. ถ้าผลต่างนั้นยังมีค่ามากกว่า LSR ให้ทำต่อไปเรื่อยๆ คือเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยถัดขึ้นมาจากการเปรียบเทียบครั้งก่อน จะหยุดการเปรียบเทียบก็ต่อเมื่อผลต่างนั้นมีค่าน้อยกว่า LSR และสรุปว่าค่าเฉลี่ยที่อยู่ในช่วงนั้นไม่แตกต่างกัน

6. เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสูงสุดปละค่าเฉลี่ยอื่นๆหมดแล้ว ก็ให้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรองสูงสุดกับค่าเฉลี่ยอื่นๆ ทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆ

7. จัดกลุ่มค่าเฉลี่ยตามความแตกต่างโดยใช้สัญลักษณ์ที่แตกต่างกัน

ข.4 ตัวอย่างการคำนวณการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในส่วนการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคลือบ

ยกตัวอย่างข้อมูลการสูญเสียน้ำหนักในของมังคุดวันที่ 7 ของการเก็บรักษา โดยมีข้อมูลแสดงดังตารางที่ ข.3

ตารางที่ ข.3 รูปแบบข้อมูลของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ของการสูญเสียน้ำหนักในแต่ละทรีทเมนต์และการคำนวณค่าต่างๆเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีจำนวนซ้ำเท่ากัน

Day 7	ทรีทเมนต์(%weight loss)			
ค่าการสังเกต	ไม่เคลือบ	Lab-a	Lab-b	Teva
1	1.6276314	0.9356894	0.9859155	1.0787603
2	1.8011527	0.7840063	0.8742957	1.2140207
3	1.5790567	0.8103787	1.0578365	1.2857915
4	1.1987423	0.8375543	0.6292299	1.4888428
ผลรวม	**6.206583**	**3.367629**	**3.547278**	**5.067415**
ค่าเฉลี่ย	**1.551646**	**0.841907**	**0.886819**	**1.266854**

แสดงขั้นตอนดังนี้

1. องศาความเป็นอิสระระหว่างกลุ่ม = k-1 = 4-1 = 3 (k คือจำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 4)

2. องศาความเป็นอิสระภายในกลุ่ม = k(n-1) = 4x(4-1) = 12 (n คือค่าสังเกตในแต่ละกลุ่มเท่ากับ 4)

3. คำนวณผลรวมทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองยกกำลังสองจากสูตรคือค่า T^2

$= (6.206583+3.367629+3.547278+5.067415)^2 = (18.18890)^2$

$= 330.8362527$

จากนั้นหา $T^2/N = 330.8362527/16 = 20.67727$ (โดย N เป็นจำนวนค่าสังเกตทั้งหมด)

4. คำนวณผลบวกของ (ผลรวมของแต่ละทรีทเมนต์)^2 จากสูตรคือค่า $\sum_{j=1}^{k} T_j^2$

โดยที่ T_j แต่ละกลุ่มเท่า 6.206583, 3.367629, 3.547278 และ 5.067415

จะได้ = $(6.206583)^2 + (3.367629)^2 + (3.547278)^2 + (5.067415)^2$

= 38.52167449+ 11.34092256+ 12.58317855+ 25.67869731

$\sum_{j=1}^{k} T_j^2$ = 88.124473

จากนั้นหา $\frac{\sum_{j=1}^{k} T_j^2}{n}$ = 88.124473/4 = 22.031118

5. คำนวณหา SS_B หรือ sum square between group จาก $SS_B = \frac{\sum_{j=1}^{k} T_j^2}{n_j} - \frac{T^2}{N}$

ดังนั้น SS_B = 22.031118- 20.67727 = 1.353852437

6. คำนวณผลบวกของ (ข้อมูลจากแต่ละหน่วยทดลอง)^2 จากสูตรคือค่า $\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2$

ดังนั้น = $(2.64918396)^2 + (3.244151185)^2 + (2.493420129)^2 + (1.436983109)^2 +$

$(0.875514562)^2 + (0.614665835)^2 + (0.656713575)^2 + (0.701497275)^2 +$

$(0.972029359)^2 + (0.764392982)^2 + (1.119018064)^2 + (0.395930299)^2 +$

$(1.163723844)^2 + (1.473846207)^2 + (1.653259689)^2 + (2.216652823)^2$

$\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2$ =22.43098289

7. คำนวนหา SS_T หรือ sum square total จาก $SS_T = \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N}$

ดังนั้น SS_T = 22.43098289 - 20.67727 = 1.753717103

8. คำนวณหา SS_W หรือ sum square within group จาก $SS_W = SS_T - SS_B$

ดังนั้น SS_W = 1.753717103 - 1.353852437 = 0.399864665

9. คำนวณหา MS_B หรือ Mean square between- group จาก $MS_B = \frac{SS_B}{k-1}$

ดังนั้น MS_B = 1.353852437/3 = 0.451284146

10. คำนวณหา MS_W หรือ Mean square within- group จาก $MS_W = \frac{SS_W}{k(n-1)}$

ดังนั้น MS_W = 0.399864665/12 = 0.033322055

11. คำนวณหาค่า F คำนวณ จาก $F=\frac{MS_B}{MS_W}$

ดังนั้น F = 0.451284146/0.033322055 = 13.5431065

12. เปิดค่า F ตารางจากตารางค่า F (สุรพล อุปดิสสกุล, 2523) ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 โดยองศาความเป็นอิสระของ MS_B หรือ df1 = k-1 = 3 และองศาความเป็นอิสระของ MS_W หรือ df2 =k(n-1) = 4x(4-1) = 12 ดังนั้น F0.05(3,12) = 3.49

13. สรุปผลได้ว่า F คำนวณที่คำนวณได้เท่ากับ 13.5431065 ซึ่งมากกว่า F ตารางซึ่งเท่ากับ 3.49 ดังนั้น F คำนวณมากกว่า F ตาราง สรุปได้ว่ามีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะต้องทดสอบอีกครั้งหนึ่งเพื่อหาว่าค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน โดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ ตามวิธีของดันแคน (Duncan's new multiple range test) ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ

14. เรียงค่าเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก ดังนี้

(1)	(2)	(3)	(4)
0.841907156	**0.886819406**	**1.266853812**	**1.551645789**

15. คำนวณหาจำนวนที่ใช้เปรียบเทียบว่าใช้กี่คู่จาก ${}^nC_2 = n(n-1)/2$ (n = จำนวนกลุ่ม)

ดังนั้น = (4x3)/2 = 6 คู่

16. คำนวณค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ $LSR_\alpha = r_\alpha(p, f)\sqrt{\frac{MS_W}{r}}$

(LSR คือ least significant ranges) โดยอาศัยตาราง Significant Studentized ranges, SSR ในหนังสือสถิติทั่วไป

โดยที่ p ในที่นี้ คือ จำนวนค่าเฉลี่ยในช่วงการเปรียบเทียบ ซึ่งเท่ากับผลต่างของอันดับ +1 นั่นคือเท่ากับ 2, 3 และ 4 เช่นข้อมูลนี้มี 4 กลุ่มเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดที่4 กับ ข้อมูลที่ 1 ผลต่างของ 4 กับ 1 คือ 3 บวกเข้าไปอีก 1 คือ 4 หรือถ้าจะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลชุดที่ 4 กับข้อมูลชุดที่ 2 ผลต่างของ 4 กับ 2 คือ 2 บวกเข้าไปอีก 1 คือ 3 ทำอย่างนี้เรื่อยๆ จนครบ 6 กลุ่มที่ต้องการเปรียบเทียบค่าสูงสุดที่ได้ก็คือ 4 นั่นเอง

f ในที่นี้ คือ องศาความเป็นอิสระภายในกลุ่มเท่ากับ k(n-1) = 4x(4-1) = 12

r ในที่นี้ คือ จำนวนซ้ำในแต่ละทรีทเมนต์

α ในที่นี้ คือ ระดับนัยสำคัญ = 0.05

$$\sqrt{\frac{MS_w}{r}} = \sqrt{\frac{0.033322055}{4}} = 0.09127165$$

p	2	3	4
$r0.05_{(p,12)}$	3.08	3.23	3.33
$LSR_{0.05}$	0.281116678	0.294807425	0.30393459

17. เปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยต่ำสุดกับค่า LSR ถ้าผลต่างนั้นมีค่ามากกว่า LSR แสดงว่าค่าเฉลี่ยในช่วงนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงดังตารางที่ ข.4

ตารางที่ ข.4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์ของข้อมูลการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา

ผลต่างของค่าเฉลี่ยชุดที่	ผลต่างของค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้		$LSR_{0.05}$
(4)-(1)	0.7097386	>	0.30393459*
(4)-(2)	0.6648264	>	0.294807425*
(4)-(3)	0.2847920	>	0.281116678*
(3)-(1)	0.4249467	>	0.294807425*
(3)-(2)	0.3800344	>	0.281116678*
(2)-(1)	0.0449122	<	0.281116678

* ค่าเฉลี่ยในช่วงนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

18. เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบอย่างชัดเจนได้มีการใส่ตัวอักษรกำกับไว้ดังนี้

(1)	(2)	(3)	(4)
c	c	b	a

19. ดังนั้นจากข้อมูลการสูญเสียน้ำหนักในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสามารถสรุปได้ว่า มังคุดที่เคลือบด้วยสูตรทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีทเมนต์ควบคุม และมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Teva มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับมังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a และ Lab-b และมังคุดที่ไม่ได้เคลือบ และยังสามารถสรุปได้อีกว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a และ Lab-b ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ข.5 ตัวอย่างการคำนวณการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ยกตัวอย่างข้อมูลคะแนนความมันเงาของมังคุดที่ได้จากผู้ชิมในแต่ละทรีทเมนต์และการคำนวณค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีจำนวนซ้ำเท่ากันในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา

ตารางที่ ข.5 รูปแบบข้อมูลของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ของการสูญเสียน้ำหนักในแต่ละทรีทเมนต์และการคำนวณค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีจำนวนซ้ำเท่ากัน

Day 7	ทรีทเมนต์ (คะแนน)			
จำนวนซ้ำ	ไม่เคลือบ	Lab-a	Lab-b	Teva
1	0	3	4	2
2	1	5	4	4
3	0	4	3	3
4	4	4	4	3
5	0	2	5	4
6	0	5	5	4.5
7	1	4	3	3
8	3	5	4	5
9	0	4	4	4
10	0	4	4	5
ผลรวม	**9**	**40**	**40**	**37.5**
ค่าเฉลี่ย	**0.9**	**4**	**4**	**3.75**

แสดงขั้นตอนดังนี้

1. องศาความเป็นอิสระระหว่างกลุ่ม = k-1 = 4-1 = 3 (k คือจำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 4)

2. องศาความเป็นอิสระภายในกลุ่ม = k(n-1) = 4x(10-1) = 36 (n คือค่าสังเกตในแต่ละกลุ่มเท่ากับ 10)

3. คำนวณผลรวมทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองยกกำลังสองจากสูตรคือค่า T^2

$= (0+1+0+4+0+0+1+....+5)^2 = (126.5)^2$

$=16002.25$

จากนั้นหา $T^2/N = 16002.25/40 = 400.056$ (โดย N เป็นจำนวนค่าสังเกตทั้งหมด)

4. คำนวณผลบวกของ (ผลรวมของแต่ละทรีทเมนต์)^2 จากสูตรคือค่า $\sum_{j=1}^{k} T_j^2$

โดยที่ Tj แต่ละกลุ่มเท่า 9, 40, 40 และ 37.5

จะได้ $= (9)^2 + (40)^2 + (40)^2 + (37.5)^2$

$= 81 + 1600 + 1600 + 1406.25$

$\sum_{j=1}^{k} T_j^2 = 4687.25$

จากนั้นหา $\frac{\sum_{j=1}^{k} T_j^2}{n} = 4687.25/10 = 468.725$

5. คำนวณหา SS_B หรือ sum square between group จาก $SS_B = \frac{\sum_{j=1}^{k} T^2}{n_j} - \frac{T^2}{N}$

ดังนั้น $SS_B = 468.725 - 400.056 = 68.66875$

6. คำนวณผลบวกของ (ข้อมูลจากแต่ละหน่วยทดลอง)^2 จากสูตรคือค่า $\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2$

ดังนั้น $= (0)^2 + (1)^2 + (0)^2 + (4)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (1)^2 + ... + (5)^2$

$\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 = 508.25$

7. คำนวนหา SS_T หรือ sum square total จาก $SS_T = \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N}$

ดังนั้น $SS_T = 508.25 - 400.056 = 108.1938$

8. คำนวณหา SS_W หรือ sum square within group จาก $SS_W = SS_T - SS_B$

ดังนั้น $SS_W = 108.1938 - 68.66875 = 39.525$

9. คำนวณหา MS_B หรือ Mean square between- group จาก $MS_B = \frac{SS_B}{k-1}$

ดังนั้น $MS_B = 68.66875 / 3 = 22.88958$

10. คำนวณหา MS_W หรือ Mean square within- group จาก $MS_W = \frac{SS_W}{k(n-1)}$

ดังนั้น MS_W = 39.525/36 = 1.097917

11. คำนวณหาค่า F คำนวณ จาก $F = \frac{MS_B}{MS_W}$

ดังนั้น F = 22.88958/1.097917 = 20.8482

12. เปิดค่า F ตารางจากตารางค่า F (สุรพล อุปดิสสกุล, 2523) ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 โดยองศาความเป็นอิสระของ MS_B หรือ df1 = k-1 = 3 และองศาความเป็นอิสระของ MS_W หรือ df2 =k(n-1) = 4x(10-1) = 36 ดังนั้น $F_{0.05(3,36)} = 2.86$

13. สรุปผลได้ว่า F คำนวณที่คำนวณได้เท่ากับ 20.8482 ซึ่งมากกว่า F ตารางซึ่งเท่ากับ 2.86 ดังนั้น F คำนวณมากกว่า F ตาราง สรุปได้ว่ามีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะต้องทดสอบอีกครั้งหนึ่งเพื่อหาว่าค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน โดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ ตามวิธีของดันแคน (Duncan's new multiple range test) ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ

14. เรียงค่าเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก ดังนี้

(1)	(2)	(3)	(4)
0.90	**3.75**	**4.00**	**4.00**

15. คำนวณหาจำนวนที่ใช้เปรียบเทียบว่าใช้กี่คู่จาก ${}^nC_2 = n(n-1)/2$ (n = จำนวนกลุ่ม)

ดังนั้น = (4x3)/2 = 6 คู่

16. คำนวณค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ $LSR_\alpha = r_\alpha(p, f)\sqrt{\frac{MS_W}{r}}$

(LSR คือ least significant ranges) โดยอาศัยตาราง Significant Studentized ranges, SSR ในหนังสือสถิติทั่วไป

โดยที่ p ในที่นี้ คือ จำนวนค่าเฉลี่ยในช่วงการเปรียบเทียบ ซึ่งเท่ากับผลต่างของอันดับ +1 นั่นคือเท่ากับ 2, 3 และ 4 เช่นข้อมูลนี้มี 4 กลุ่มเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดที่4 กับ ข้อมูลที่ 1 ผลต่างของ 4 กับ 1 คือ 3 บวกเข้าไปอีก 1 คือ 4 หรือถ้าจะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลชุดที่

4 กับข้อมูลชุดที่ 2 ผลต่างของ 4 กับ 2 คือ 2 บวกเข้าไปอีก 1 คือ 3 ทำอย่างนี้เรื่อยๆจนครบ 6 กลุ่มที่ต้องการเปรียบเทียบค่าสูงสุดที่ได้ก็คือ 4 นั่นเอง

f ในที่นี้ คือ องศาความเป็นอิสระภายในกลุ่มเท่ากับ k(n-1) = 4x(10-1) = 36

r ในที่นี้ คือ จำนวนซ้ำในแต่ละทรีทเมนต์=10

α ในที่นี้ คือ ระดับนัยสำคัญ = 0.05

$$\sqrt{\frac{MS_W}{r}} = \sqrt{\frac{1.097917}{10}} = 0.331348$$

p	2	3	4
$r0.05_{(p,12)}$	2.872	3.022	3.102
$LSR_{0.05}$	0.951632	1.001334	1.027842

17. เปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยต่ำสุดกับค่า LSR ถ้าผลต่างนั้นมีค่ามากกว่า LSR แสดงว่าค่าเฉลี่ยในช่วงนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงดังตารางที่ ข.6

ตารางที่ ข.6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์ของข้อมูลการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา

ผลต่างของค่าเฉลี่ยชุดที่	ผลต่างของค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้		$LSR_{0.05}$
(4)-(1)	3.10	>	1.027842*
(4)-(2)	0.25	<	1.001334
(4)-(3)	0.00	<	0.951632
(3)-(1)	3.10	>	1.001334*
(3)-(2)	0.25	<	0.951632
(2)-(1)	2.85	>	0.951632*

* ค่าเฉลี่ยในช่วงนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

18. เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบอย่างชัดเจนได้มีการใส่ตัวอักษรกำกับไว้ดังนี้

(1)	(2)	(3)	(4)
b	a	a	a

19. ดังนั้นจากข้อมูลการการทดสอลทางประสาทสัมผัสในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสามารถสรุปได้ว่า มังคุดที่เคลือบด้วยสูตรทั้ง 3 สูตรมีคะแนนความมันเงา

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีทเมนต์ควบคุม และยังสามารถสรุปได้อีกว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสูตร Lab-a Lab-b และ Teva ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ข.6 ตัวอย่างการคำนวณการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในส่วนการทดสอบสมบัติทางกายภาพของฟิล์ม

ตัวอย่างข้อมูลความทนแรงดึงของฟิล์มเคลือบสูตรLab-a Lab-c และ Lab-d

ตารางที่ ข.7 ข้อมูลความทนแรงดึงของสูตร Lab-a Lab-c และ Lab-d โดยจำนวนซ้ำในการทดลองเท่ากับ 5

ค่าที่	ความทนแรงดึง (MPa)		
	Lab-a	**Lab-c**	**Lab-d**
1	242.4283	193.577	33.95915
2	190.3437	300.4906	49.08072
3	262.8744	143.7293	90.50508
4	209.0802	246.1552	37.0039
5	307.9815	210.8692	41.04152
ผลรวม	**1212.708**	**1094.821**	**251.5904**
ค่าเฉลี่ย	**242.5416**	**218.9643**	**50.31807**

แสดงขั้นตอนดังนี้

1. องศาความเป็นอิสระระหว่างกลุ่ม = k-1 = 3-1 = 2 (k คือจำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 3)

2. องศาความเป็นอิสระภายในกลุ่ม = k(n-1) = 3x(5-1) = 12 (n คือค่าสังเกตในแต่ละกลุ่มเท่ากับ 5)

3. คำนวณผลรวมทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองยกกำลังสองจากสูตรคือค่า T^2

$= (1212.708+1094.821+251.5904)^2 = (2559.12)^2$

$= 6549094$

จากนั้นหา $T^2/N = 6549094/15 = 436606.3$ (โดย N เป็นจำนวนค่าสังเกตทั้งหมด)

4. คำนวณผลบวกของ (ผลรวมของแต่ละทรีทเมนต์)^2 จากสูตรคือค่า $\sum_{j=1}^{k} T_j^2$

โดยที่ Tj แต่ละกลุ่มเท่า 1212.708, 1094.821 และ 251.5904

จะได้ = $(1212.708)^2 + (1094.821)^2 + (251.5904)^2$

= 1470661+ 1198634+ 63297.71

$\sum_{j=1}^{k} T_j^2$ = 2732592

จากนั้นหา $\frac{\sum_{j=1}^{k} T_j^2}{n}$ =2732592/3 = 546518.5

5. คำนวณหา SS_B หรือ sum square between group จาก $SS_B = \frac{\sum_{j=1}^{k} T_j^2}{n_j} - \frac{T^2}{N}$

ดังนั้น SS_B = 546518.5- 436606.3 = 109912.2

6. คำนวณผลบวกของ (ข้อมูลจากแต่ละหน่วยทดลอง)^2 จากสูตรคือค่า $\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2$

ดังนั้น = $(58771.48)^2 + (37472.05)^2 + (1153.224)^2 + (36230.72)^2 +$

$(90294.6)^2 + (2408.917)^2 + (69102.95)^2 + (20658.11)^2 +$

$(8191.17)^2 + (43714.53)^2 + (60592.38)^2 + (1369.289)^2 +$

$(94852.6)^2 + (44465.82)^2 + (1684.406)^2$

$\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2$ =570962.3

7. คำนวนหา SS_T หรือ sum square total จาก $SS_T = \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N}$

ดังนั้น SS_T = 570962.3 - 436606.3 = 134356

8. คำนวณหา SS_W หรือ sum square within group จาก $SS_W = SS_T - SS_B$

ดังนั้น SS_W = 134356 - 109912.2 = 24443.8

9. คำนวณหา MS_B หรือ Mean square between- group จาก $MS_B = \frac{SS_B}{k-1}$

ดังนั้น MS_B = 109912.2/2 = 54956.1

10. คำนวณหา MS_w หรือ Mean square within- group จาก $MS_w = \frac{SS_w}{k(n-1)}$

ดังนั้น MS_w = 24443.8/12 = 2036.983

11. คำนวณหาค่า F คำนวณ จาก $F = \frac{MS_B}{MS_B}$

ดังนั้น F = 54956.1/2036.983 = 26.97916

12. เปิดค่า F ตารางจากตารางค่า F (สุรพล อุปดิสสกุล, 2523) ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 โดยองศาความเป็นอิสระของ MS_B หรือ df1 = k-1 = 2 และองศาความเป็นอิสระของ MS_w หรือ df2 =k(n-1) = 3x(5-1) = 12 ดังนั้น $F_{0.05(2,12)}$ = 3.89

13. สรุปผลได้ว่า F คำนวณที่คำนวณได้เท่ากับ 26.97916 ซึ่งมากกว่า F ตารางซึ่งเท่ากับ 3.89 ดังนั้น F คำนวณมากกว่า F ตาราง สรุปได้ว่ามีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะต้องทดสอบอีกครั้งหนึ่งเพื่อหาว่าค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน โดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ ตามวิธีของดันแคน (Duncan's new multiple range test) ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เป็นคู่ๆ

14. เรียงค่าเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก ดังนี้

(1)	(2)	(3)
50.31807	**218.9643**	**242.5416**

15. คำนวณหาจำนวนที่ใช้เปรียบเทียบว่าใช้กี่คู่จาก ${}^nC_2 = n(n-1)/2$ (n = จำนวนกลุ่ม)

ดังนั้น = (3x2)/2 = 3 คู่

16. คำนวณค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ $LSR_\alpha = r_\alpha(p, f)\sqrt{\frac{MS_w}{r}}$

(LSR คือ least significant ranges) โดยอาศัยตาราง Significant Studentized ranges, SSR ในหนังสือสถิติทั่วไป

โดยที่ p ในที่นี้ คือ จำนวนค่าเฉลี่ยในช่วงการเปรียบเทียบ ซึ่งเท่ากับผลต่างของอันดับ +1 นั่นคือเท่ากับ 2, 3 และ 4 เช่นข้อมูลนี้มี 4 กลุ่มเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดที่4 กับ ข้อมูลที่ 1 ผลต่างของ 4 กับ 1 คือ 3 บวกเข้าไปอีก 1 คือ 4 หรือถ้าจะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลชุดที่

4 กับข้อมูลชุดที่ 2 ผลต่างของ 4 กับ 2 คือ 2 บวกเข้าไปอีก 1 คือ 3 ทำอย่างนี้เรื่อยๆจนครบ 6 กลุ่มที่ต้องการเปรียบเทียบค่าสูงสุดที่ได้ก็คือ 4 นั่นเอง

f ในที่นี้ คือ องศาความเป็นอิสระภายในกลุ่มเท่ากับ k(n-1) = 3x(5-1) = 12

r ในที่นี้ คือ จำนวนซ้ำในแต่ละทรีทเมนต์

α ในที่นี้ คือ ระดับนัยสำคัญ = 0.05

$$\sqrt{\frac{MS_w}{r}} = \sqrt{\frac{2036.983}{5}} = 20.18407$$

p	2	3
$r0.05_{(p,12)}$	3.08	3.23
$LSR_{0.05}$	62.16693	65.19454

17. เปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าเฉลี่ยต่ำสุดกับค่า LSR ถ้าผลต่างนั้นมีค่ามากกว่า LSR แสดงว่าค่าเฉลี่ยในช่วงนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงดังตารางที่ ข.8

ตารางที่ ข.8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์ของข้อมูลความทนแรงดึงของฟิล์มเคลือบ

ผลต่างของค่าเฉลี่ยชุดที่	ผลต่างของค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้		$LSR_{0.05}$
(3)-(1)	192.2235	>	65.19454*
(3)-(2)	23.5774	<	62.16693
(2)-(1)	168.6462	>	62.16693*

* ค่าเฉลี่ยในช่วงนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

18. เพื่อให้เห็นการเปรียบเทียบอย่างชัดเจนได้มีการใส่ตัวอักษรกำกับไว้ดังนี้

(1)	(2)	(3)
b	a	a

19. ดังนั้นจากข้อมูลความทนแรงดึง การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสามารถสรุปได้ว่า ฟิล์มสูตร Lab-d มีความทนแรงดึงแตกต่างกับฟิล์มสูตร Lab-a และ Lab-c แต่สูตร Lab-a และ Lab-c ไม่มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

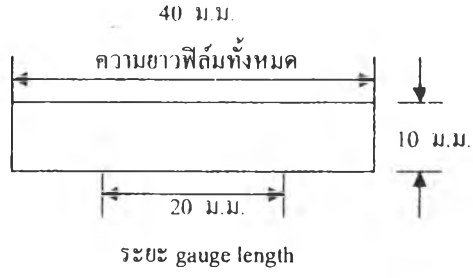
ภาคผนวก ค

วิธีการทดสอบ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมบัติของฟิล์ม

ค.1 วิธีการทดสอบสมบัติทางกลและตัวอย่างการคำนวณ

1.1 การเตรียมตัวอย่าง

ชิ้นงานตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยมีลักษณะดังรูปที่ค.1 โดยจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบแต่ละชุดไม่น้อยกว่า 5 ชิ้น แผ่นฟิล์มตัวอย่างมีขนาด 10x40 มิลลิเมตร



รูปที่ ค.1 ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบสมบัติเชิงกล

1.2 นำตัวอย่างฟิล์มที่เตรียมแล้วใส่ในเครื่อง Universal Testing Machine

1.3 ทดสอบเชิงกลโดยการดึงและเมื่อทดสอบเสร็จสิ้น (ชิ้นงานขาด) เครื่องจะรายงานค่าแรงที่ใช้ (Load) ค่าทนแรงดึง รวมทั้งค่าอื่นๆ ที่ทำได้กำหนดไป

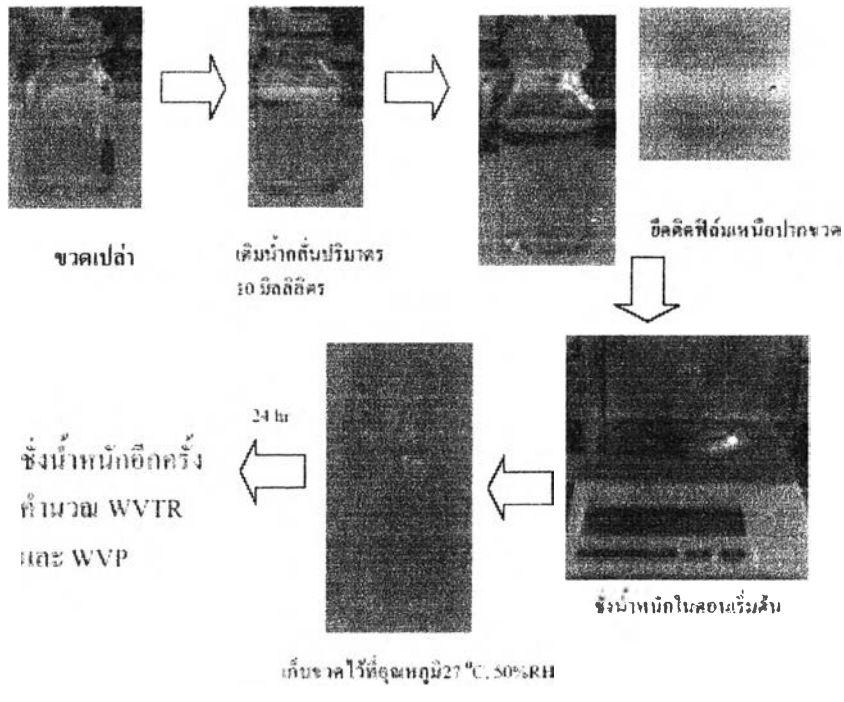
วิธีการคำนวณ

ความทนแรงดึงที่ได้ข้อมูลจากการทดสอบ เช่น ตัวอย่างชิ้นที่ 1 มีความทนแรงดึงเท่ากับ 229.08 N/mm^2 หรือ 14.11 MPa หรือใช้สูตรการคำนวณ

$$\text{ความทนแรงดึง} = \frac{\text{น้ำหนักสูงสุดที่ใช้ (Maximum load)}}{\text{พื้นที่ภาคตัดขวาง (Cross section area)}}$$

$$\text{ร้อยละการยืดตัว} = \frac{\text{ระยะทางที่ตัวอย่างยืดออกได้ ณ จุดขาด} \times 100}{\text{ความยาวเริ่มต้น}}$$

ค.2 เครื่องมือและตัวอย่างการคำนวณอัตราการแพร่ผ่านของไอน้ำ



รูปที่ ค.2 ขั้นตอนการทดลองหาความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำ
ที่มา ยุวลักษณ์ ศิริพลบุญ, 2548

ตัวอย่างการคำนวณ

ชั่งน้ำหนักขวดเริ่มต้นเท่ากับ 15.6631 กรัม จากนั้นชั่งน้ำหนักขวดเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมงได้เท่ากับ 15.6412 กรัม ดังนั้น ΔW = 15.6631-15.6412 = 0.0219 กรัม โดยที่ Δt = 24 ชั่วโมงเมื่อมี เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของขวดเท่ากับ 12 มิลลิเมตรดังนั้นมีพื้นที่ที่ใช้ในการแพร่ผ่านของน้ำเท่ากับ 1.1364 ตารางมิลลิเมตร หรือเท่ากับ 1.1364×10^{-6} ตารางเมตร จากสูตรหาอัตราการแพร่ผ่านของไอน้ำ

$$WVTR = [\Delta w/(\Delta t \times A)] \ g/s \cdot m^2$$

ดังนั้นอัตราการแพร่ผ่านของไอน้ำเท่ากับ 0.2230 $g/s \cdot m^2$

จากนั้นนำมาหาความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำโดยสมมุติว่าภายในขวดที่มีน้ำกลั่นอยู่เมื่อเทียบกับผลไม้ที่มีน้ำอยู่ภายในเป็นองค์ประกอบซึ่งสำหรับพืชแล้วน้ำในเซลล์ไม่บริสุทธิ์แต่น้ำก็ระเหยออกมาอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ได้มากใกล้เคียง 100% ซึ่งถือว่าในผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมานี้มีความชื้นอยู่ 100% มีความดันไอในระดับอิ่มตัว (saturated vapor pressure) ซึ่งมีความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียสอ่านค่าจากแผนภูมิไซโครเมตริค(psychrometric chart) ได้เท่ากับ 38 มิลลิบาร์หรือเท่ากับ 3,800 Pa ขวดน้ำกลั่นที่เราเก็บไว้ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียสเช่นเดียวกันแต่มีความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 50% เมื่ออ่านค่าความดันไอจากแผนภูมิไซโครเมตริคได้เท่ากับ 21 มิลลิบาร์หรือเท่ากับ 2,100 Pa ดังนั้นความแตกต่างของความดันไอน้ำมีค่าเท่ากับ1,700 Pa โดยมีความหนาของฟิล์มเท่ากับ 11.96 ไมโครเมตร หรือเท่ากับ 0.000012 เมตร ดังนั้นจากสูตรการหาค่าความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำ

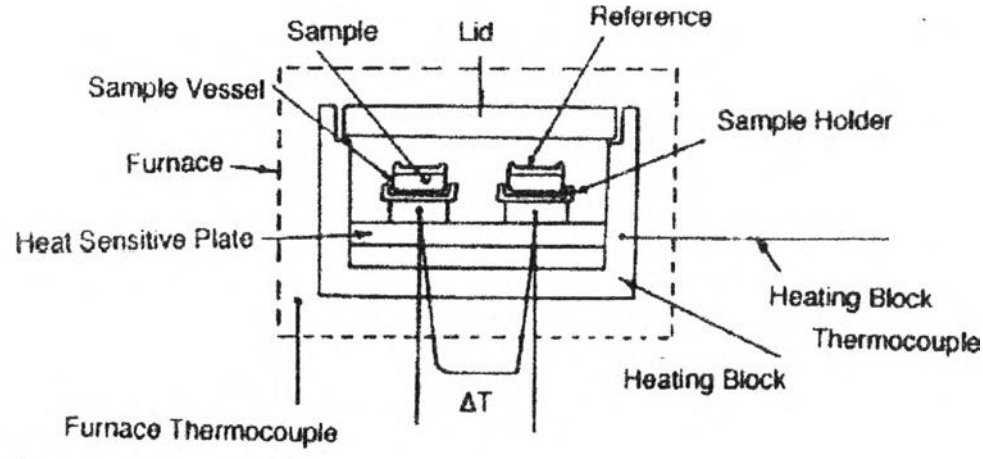
$$WVP = (WVTR \times L)/\Delta P$$

ดังนั้นความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำเท่ากับ 1.772×10^{-9} $g\text{-}m/m^2\text{-}s\text{-}Pa$

ค.3 การหาสมบัติทางความร้อนด้วยเครื่อง Differential Scanning Calorimeter, DSC

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างที่นำมาใช้ควรจะแห้ง บาง และมีขนาดเล็ก เพื่อลดผลกระทบจากความแตกต่างของอุณหภูมิ จากนั้นนำวางบนภาชนะที่ใส่ตัวอย่างและปิดฝาให้สนิทเพื่อป้องกันรั่วไหลของความร้อนที่ใช้ไปสู่ด้านนอก ตัวอย่างและตัวอ้างอิงจะอยู่ในสภาวะแวดล้อมเดียวกันเมื่อทำการวิเคราะห์โดยตัวอย่างและตัวอ้างอิง จะเก็บใน pan ที่ทำจากโลหะดังรูปที่ ค.3



รูปที่ ค.3 หลักการทำงานของเครื่อง DSC

ที่มา Hatakeyama and Quinn, 1994

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง DSC ค่าความร้อนที่ใช้จะอยู่ในรูปที่เป็นฟังก์ชันกับเวลาหรืออุณหภูมิ เมื่อทำการวิเคราะห์โดยปราศจากตัวอย่าง เส้นกราฟที่ได้จะเรียกว่า เส้นฐาน (Baseline) เมื่อทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง ค่าความร้อนที่ใช้ไปที่เวลาหรืออุณหภูมิต่างๆ มีการเบี่ยงเบนออกจากเส้นฐานในบางช่วงตามค่าความร้อนที่ใช้ไป เมื่อสิ้นสุดการวิเคราะห์เส้นกราฟจะกลับเข้าสู่เส้นฐาน การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้สามารถนำไปใช้หาอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (Glass Transition Temperature, Tg) อุณหภูมิหลอมตัวผลึก (Melting Temperature - Tm)และค่าความร้อนที่ใช้ในการหลอมเหลวของโครงสร้างผลึกของพอลิเมอร์ได้ (Heat of Fusion - ΔH_f)

ภาคผนวก ง

สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของการทดสอบคุณภาพมังคุดและมะม่วง

ง.1 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก การเปลี่ยนแปลงสีกลีบเลี้ยง ความแข็งเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนตามลำดับ

ตารางที่ ง.1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (%weight loss) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	0	4.41±0.06a	6.99±1.40a	10.13±1.00a	12.30±2.71a
Lab-a	0	2.43±0.33b	3.30±0.45c	5.85±1.37b	7.33±0.55c
Lab-b	0	2.81±0.61b	6.07±0.18ab	8.31±0.82c	9.97±1.12ab
Teva	0	2.83±0.36b	5.44±0.58b	7.51±0.48c	9.03±1.12bc
F-test	ns	*	*	*	*
CV (%)	0	27.61	28.88	22.82	24.21

ตารางที่ ง.2 ความสว่างของเปลือกมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	สีเปลือกความสว่าง (L) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	29.70±1.53	21.95±0.53a	20.58±0.29a	19.78±0.97a	19.57±0.40a
Lab-a	29.70±1.53	24.55±0.58b	22.63±1.34b	23.89±0.59b	23.67±0.98b
Lab-b	29.70±1.53	27.10±1.39c	23.39±1.21b	23.75±0.92b	23.33±0.44b
Teva	29.70±1.53	24.51±0.61b	22.86±1.48b	24.82±0.71b	23.04±0.26b
F-test	ns	*	*	*	*
CV (%)	5.41	8.28	6.82	9.23	7.96

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.3 ความเป็นสีแดงของเปลือกมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	สีเปลือกความเป็นสีแดง (+a)1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	12.19±1.79	6.50±1.77a	2.94±0.46a	1.50±0.41a	1.11±0.36a
Lab-a	12.19±1.79	6.85±2.07a	2.46±0.32a	0.79±0.28a	0.61±0.24a
Lab-b	12.19±1.79	10.63±2.49b	5.24±1.79b	3.62±1.49b	2.54±1.05b
Teva	12.19±1.79	5.28±0.53a	1.85±0.79a	0.44±0.34a	0.45±0.19a
F-test	ns	*	*	*	*
CV (%)	14.71	32.29	51.49	92.11	84.75

ตารางที่ ง.4 ความสว่างของกลีบเลี้ยงมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	สีกลีบเลี้ยงความสว่าง (L)1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	40.62±0.80	46.8±2.66a	38.32±4.22a	43.07±4.72	42.92±2.52
Lab-a	40.62±0.80	51.49±1.89b	50.10±2.18b	48.68±1.70	47.36±4.04
Lab-b	40.62±0.80	45.67±1.55a	41.36±2.73a	43.46±5.98	42.08±3.84
Teva	40.62±0.80	51.53±3.12b	46.13±3.31b	43.59±2.36	45.15±0.82
F-test	ns	*	*	ns	ns
CV (%)	1.96	7.13	12.41	9.74	7.84

ตารางที่ ง.5 ความเป็นสีเขียวของกลีบเลี้ยงมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	สีกลีบเลี้ยงความเป็นสีเขียว (-a)1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	-5.23±1.81	-7.63±2.56	1.27±6.45	-1.04±3.95a	-0.36±2.48
Lab-a	-5.23±1.81	-11.26±1.79	-6.63±3.15	-6.99±3.36b	-5.95±1.30
Lab-b	-5.23±1.81	-5.65±3.38	-1.97±2.04	1.99±4.64a	-3.63±6.11
Teva	-5.23±1.81	-9.27±1.93	-3.47±3.47	-1.29±2.20a	-0.68±0.79
F-test	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	34.53	36.55	194.22	254.96	144.69

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ ง.6 ความแข็งเปลือกของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	ความแข็งเปลือก (Firmness)[1/]				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	56.93±0.26	15.49±0.95a	12.65±0.94a	13.37±1.05	14.99±3.84a
Lab-a	56.93±0.26	18.07±2.25a	14.24±0.47b	15.59±2.18	13.52±0.73a
Lab-b	56.93±0.26	22.54±3.24b	15.98±1.10c	17.30±3.63	20.89±3.12b
Teva	56.93±0.26	13.96±1.84c	12.90±1.50ab	13.37±1.96	13.02±1.48a
F-test	ns	*	*	ns	*
CV (%)	6.46	22.38	11.96	18.34	25.56

ตารางที่ ง.7 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS)[1/]				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	17.88±0.22	17.63±0.51	18.00±0.69	18.30±0.48	18.48±0.19
Lab-a	17.88±0.22	17.30±0.35	17.90±.48	18.10±0.26	18.40±0.23
Lab-b	17.88±0.22	17.40±0.49	17.90±0.50	18.30±0.35	18.10±0.35
Teva	17.88±0.22	17.25±0.38	17.93±0.54	18.23±0.39	18.55±0.66
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.24	2.40	2.80	1.90	2.18

ตารางที่ ง.8 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้(%Titratable Acidity)[1/]				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	0.68±0.01	0.66±0.07	0.60±0.06	0.61±0.05	0.57±0.06
Lab-a	0.68±0.01	0.65±0.04	0.58±0.06	0.57±0.02	0.60±0.02
Lab-b	0.68±0.01	0.64±0.04	0.62±0.03	0.59±0.11	0.60±0.04
Teva	0.68±0.01	0.64±0.09	0.59±0.01	0.53±0.08	0.59±0.03
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.06	8.99	6.95	12.76	6.71

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.9 อัตราการหายใจของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	อัตราการหายใจ ($mgCO_2/kg\text{-}hr$)[1/]							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Control	26.91±0.89	34.52±3.10	34.52±1.42a	33.92±6.02	34.52±1.25a	35.19±1.15a	34.97±3.73	34.70±4.16
Lab-a	31.33±7.06	30.73±3.83	30.06±0.78b	32.63±3.90	30.40±2.18b	30.73±1.28b	31.02±3.32	30.27±1.98
Lab-b	28.42±2.30	30.43±2.24	31.09±0.83b	32.01±4.20	31.43±1.45b	31.43±1.45b	32.45±5.61	31.79±4.56
Teva	31.56±2.46	31.49±2.78	32.83±1.25c	33.49±4.76	32.49±1.79ab	31.83±2.84b	31.79±4.56	30.68±2.76
F-test	ns	ns	*	ns	*	*	ns	ns
CV (%)	13.31	9.75	6.25	12.60	6.71	7.33	12.46	11.01

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.9 (ต่อ)

ทรีทเมนต์	อัตราการหายใจ (mgCO,/kg-hr)[1/]						
	8	9	10	11	12	13	14
Control	34.03±3.24	34.03±3.24	35.37±0.78a	33.03±2.28	32.85±4.69	30.37±1.52	27.37±2.13
Lab-a	30.60±2.56	31.27±2.31	30.60±1.15b	31.28±3.15	30.10±3.47	29.28±2.95	27.27±1.31
Lab-b	31.79±4.56	31.79±4.56	32.45±3.64b	31.45±2.06	30.67±1.91	28.60±1.31	26.45±0.86
Teva	32.68±2.54	32.68±2.54	31.20±1.37b	30.93±3.23	31.49±2.17	28.60±2.77	27.02±2.66
F-test	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9.69	9.19	8.12	7.82	9.53	7.08	6.07

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ 3.10 การผลิตเอทิลีนของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	การผลิตเอทิลีน (µl/kg-hr)[1/]							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Control	12.59±1.66	11.61±2.51a	20.51±4.77a	19.52±3.42a	35.20±6.43a	20.92±1.39	15.87±4.00	15.56±1.17ac
Lab-a	14.76±2.61	4.32±1.84b	10.36±3.65b	11.66±1.63b	15.30±2.17b	9.68±1.20	12.72±1.93	9.94±1.41b
Lab-b	15.35±1.77	4.95±0.58bc	9.40±1.09b	11.15±0.89b	19.64±3.79b	10.78±1.39	12.37±1.03	14.18±1.35c
Teva	15.44±1.41	5.44±0.12c	12.24±1.10b	16.79±1.33a	20.99±3.90b	11.65±2.00	10.42±4.04	16.00±1.24a
F-test	ns	*	*	*	*	*	ns	*
CV (%)	23.02	50.85	40.25	27.53	37.93	36.63	25.70	19.63

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.10 (ต่อ)

ทรีทเมนต์	การผลิตเอทิลีน (µl/kg-hr)[1]						
	8	9	10	11	12	13	14
Control	19.18±2.91a	12.04±2.13	15.53±1.53a	15.20±1.17a	13.37±1.52	10.70±2.11a	9.04±1.89
Lab-a	11.66±1.63b	7.37±2.88	11.05±1.19b	11.05±1.19b	12.99±2.80	7.37±0.96b	6.37±0.48
Lab-b	11.15±0.89b	6.56±1.74	12.71±0.95b	12.71±0.95b	13.34±2.02	7.89±0.63b	6.89±1.35
Teva	16.79±1.81a	11.42±4.30	12.76±1.37b	11.42±1.48b	10.43±1.16	8.08±1.35b	7.08±1.40
F-test	*	ns	*	*	ns	*	ns
CV (%)	26.70	37.96	15.40	15.77	16.85	21.04	21.50

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ (P≤0.05)

ง.2 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C

แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก การเปลี่ยนแปลงสีกลีบเลี้ยง ความแข็งเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนตามลำดับ

ตารางที่ ง.11 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C

ทรีทเมนต์	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (%weight loss) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	0	1.55±0.25a	2.44±0.20a	3.71±0.36a	4.93±0.48a
Lab-a	0	0.84±0.07b	1.24±0.14b	2.29±0.15b	3.44±0.28b
Lab-b	0	0.89±0.19b	1.82±0.07c	2.94±0.52c	4.62±0.20ac
Teva	0	1.27±0.17c	1.77±0.27c	2.85±0.12c	4.29±0.38c
F-test	ns	*	*	*	*
CV (%)	0	30.08	25.72	20.29	15.15

ตารางที่ ง.12 ความสว่างของเปลือกมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C

ทรีทเมนต์	สีเปลือกความสว่าง (L) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	29.70±1.53	21.95±0.53a	22.41±3.72	19.78±0.97a	19.57±0.40a
Lab-a	29.70±1.53	22.52±0.93a	26.77±2.47	23.67±0.72b	22.15±0.67b
Lab-b	29.70±1.53	27.36±0.76b	24.30±0.28	25.71±0.95c	25.24±0.79c
Teva	29.70±1.53	23.23±0.97a	24.61±0.93	23.89±0.29b	22.54±0.62b
F-test	ns	*	ns	*	*
CV (%)	5.14	9.73	10.57	10.05	9.62

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.13 ความเป็นสีแดงของเปลือกมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C

ทรีทเมนต์	สีเปลือกความเป็นสีแดง (+a)[1/]				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	12.19±1.79	11.02±0.77	8.03±1.59	6.51±1.11a	5.83±0.71a
Lab-a	12.19±1.79	11.13±1.34	8.95±0.86	4.60±0.63b	4.53±0.92a
Lab-b	12.19±1.79	12.67±2.15	8.50±1.50	8.55±0.55c	8.07±0.94b
Teva	12.19±1.79	11.24±2.37	7.03±0.96	5.38±1.7ab	4.65±0.97a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	14.71	15.06	16.65	29.22	28.96

ตารางที่ ง.14 ความสว่างของกลีบเลี้ยงมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C

ทรีทเมนต์	สีกลีบเลี้ยงความสว่าง (L)[1/]				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	40.62±0.80	45.47±2.33	43.60±1.75	40.37±2.91	40.74±3.05
Lab-a	40.62±0.80	47.10±3.97	43.35±2.09	45.68±2.20	39.83±4.15
Lab-b	40.62±0.80	47.58±3.52	46.62±3.12	43.23±4.23	39.89±4.72
Teva	40.62±0.80	48.55±1.62	43.10±2.44	44.83±2.50	42.28±3.92
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.96	6.20	5.90	7.91	9.16

ตารางที่ ง.15 ความเป็นสีเขียวของกลีบเลี้ยงมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C

ทรีทเมนต์	สีกลีบเลี้ยงความเป็นสีเขียว (-a)[1/]				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	-5.23±1.81	-7.74±0.89	1.59±1.30	-3.36±3.95	1.33±2.36
Lab-a	-5.23±1.81	-8.89±2.98	-1.56±2.53	-4.76±3.81	2.95±0.97
Lab-b	-5.23±1.81	-9.91±1.14	-3.57±1.49	0.75±3.13a	2.82±1.78
Teva	-5.23±1.81	-9.04±2.01	-5.93±1.37	-5.20±3.03a	0.64±1.30
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	34.53	22.50	74.60	126.03	93.84

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.16 ความแข็งเปลือกของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C

ทรีทเมนต์	ความแข็งเปลือก (Firmness)[1/]				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	56.93±0.26	17.00±0.77	16.49±1.06	12.00±0.94a	11.69±3.02
Lab-a	56.93±0.26	18.09±0.75	15.12±0.63	13.55±1.39a	12.06±0.41
Lab-b	56.93±0.26	16.86±1.08	17.15±1.41	15.88±0.74b	14.72±2.15
Teva	56.93±0.26	18.80±1.76	16.04±1.55	12.94±1.35a	12.67±1.12
F-test	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	0.46	7.50	8.19	11.92	16.59

ตารางที่ ง.17 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C

ทรีทเมนต์	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS)[1/]				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	17.88±0.22	16.80±0.57	17.15±0.57	17.65±0.41	18.53±0.28
Lab-a	17.88±0.22	17.30±0.60	17.55±0.34	17.75±0.68	18.50±0.53
Lab-b	17.88±0.22	17.50±0.53	17.15±0.81	17.70±0.35	19.13±0.32
Teva	17.88±0.22	17.65±0.70	17.30±0.38	17.30±0.68	18.80±0.48
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.24	3.65	3.05	2.95	2.43

ตารางที่ ง.18 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C

ทรีทเมนต์	เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ (%Titratable Acidity)[1/]				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	0.68±0.01	0.70±0.12	0.64±0.02	0.65±0.05	0.62±0.03
Lab-a	0.68±0.01	0.73±0.07	0.68±0.03	0.64±0.03	0.65±0.05
Lab-b	0.68±0.01	0.71±0.03	0.62±0.02	0.64±0.03	0.65±0.02
Teva	0.68±0.01	0.73±0.12	0.68±0.05	0.66±0.02	0.65±0.01
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.06	11.75	5.98	4.79	4.71

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.19 อัตราการหายใจของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °C

ทรีทเมนต์	อัตราการหายใจ (mgCO$_2$/kg-hr)[1]									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Control	22.82±1.65	27.25±1.41	27.24±1.41	29.15±2.19a	26.58±2.41	28.85±2.64	28.85±1.65	27.25±1.41a	26.91±0.89	27.58±1.96a
Lab-a	19.18±1.69	26.33±3.07	25.66±1.94	23.76±2.28b	23.99±1.90	24.76±3.83	25.43±3.03	23.66±1.57b	25.33±1.62	26.99±1.90z
Lab-b	20.50±2.48	25.42±1.32	25.42±1.32	24.34±2.77b	24.75±1.61	25.34±3.77	27.00±1.83	25.42±1.32ab	24.75±1.06	24.75±1.61b
Teva	21.25±1.36	24.75±1.06	25.42±1.51	24.49±1.32b	24.75±2.04	24.83±1.04	25.83±1.77	23.75±1.73b	24.42±2.16	24.42±0.85b
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	*
CV (%)	9.98	7.27	5.99	11.55	7.92	12.09	8.58	8.01	6.45	7.72

ทรีทเมนต์	อัตราการหายใจ (mgCO$_2$/kg-hr)[1]									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Control	27.25±1.41	28.19±1.81a	25.91±1.61	28.58±1.53a	28.58±1.53a	29.25±1.54a	27.58±1.04a	28.58±1.53a	28.25±1.57a	29.25±1.54a
Lab-a	25.33±1.62	23.43±0.92b	23.33±2.11	24.99±2.11b	23.99±1.17b	23.63±1.14b	22.99±1.77b	24.33±1.69b	25.33±1.40b	25.29±1.70b
Lab-b	25.09±1.25	24.67±2.34b	24.09±0.79	25.09±1.25b	24.75±1.75b	24.42±1.78b	24.75±0.76b	25.09±1.89b	26.42±1.49b	25.42±1.32b
Teva	25.42±1.51	24.49±1.32b	24.75±0.74	23.75±1.73b	23.75±1.73b	24.75±0.76b	22.75±2.28b	23.75±1.73b	24.75±0.76b	25.42±1.51b
F-test	ns	*	ns	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	5.94	9.36	6.42	9.23	9.62	10.07	9.88	9.61	6.88	8.28

ตารางที่ ง.19 (ต่อ)

ทรีทเมนต์	อัตราการหายใจ ($mgCO_2/kg\text{-}hr$)[1]								
	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Control	28.91±2.02a	29.25±1.99a	27.25±1.41	28.91±2.02	27.91±1.89	29.25±1.54a	28.91±2.02	27.25±1.41	28.91±2.02
Lab-a	24.99±1.90b	25.96±1.12b	23.99±1.60	25.66±2.92	25.99±1.19	24.29±0.57b	25.66±2.92	24.66±2.44	25.66±2.92
Lab-b	26.42±1.49b	25.75±1.75b	24.75±0.76	26.75±1.03	24.75±0.76	24.75±2.47b	26.75±1.03	24.75±0.76	26.75±1.03
Teva	24.75±0.76b	26.75±1.89b	24.09±3.35	25.42±1.79	24.09±3.35	24.42±2.18b	25.42±1.79	25.09±1.78	25.42±1.79
F-test	*	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
CV (%)	8.42	7.85	8.82	8.51	9.02	10.39	8.51	7.15	8.51

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.20 การผลิตเอทิลีนของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 ^{0}C

ทรีทเมนต์	การผลิตเอทิลีน (µl/kg-hr)[1/]									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Control	11.87±2.19	7.08±1.69	7.29±0.67a	12.88±2.74	30.14±6.41a	7.63±0.74a	5.29±1.38	5.63±0.99	8.64±2.55	5.16±1.45
Lab-a	12.24±1.69	5.35±1.47	5.02±1.13b	8.90±2.29	15.70±3.38b	4.69±1.03b	4.02±0.48	3.69±0.90	6.22±0.79	5.02±1.57
Lab-b	10.37±5.20	4.91±1.96	5.91±1.40ab	9.35±2.35	19.90±1.56c	4.91±1.00b	4.58±1.72	4.24±1.20	5.86±1.67	4.24±1.20
Teva	11.27±1.90	4.86±1.17	4.86±1.17b	9.34±2.89	15.50±1.69b	4.86±1.17b	4.53±0.75	3.86±1.05	6.97±3.45	5.20±1.64
F-test	ns	ns	*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
CV (%)	23.95	29.84	24.09	27.34	33.17	27.71	24.31	27.36	32.99	26.93

ทรีทเมนต์	การผลิตเอทิลีน (µl/kg-hr)[1/]									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Control	3.83±1.20	5.20±1.64	3.49±0.74	5.16±1.45	3.83±0.96a	3.83±1.20	5.20±1.64	3.66±0.95a	3.83±0.96a	6.20±2.26
Lab-a	3.02±0.61	3.02±0.61	2.69v1.03	5.02±1.57	2.35±0.56b	2.69±0.98	3.35±0.51	2.35±0.56b	2.35±0.56b	3.69±0.90
Lab-b	3.91±0.75	3.91±0.75	3.91±0.75	4.24±1.20	4.14±0.97a	2.58±0.43	3.91±0.75	3.91±0.75a	2.48±0.56b	3.58±1.32
Teva	5.20±1.64	3.83±1.20	4.20±1.68	5.20±1.64	4.20±0.71a	2.86±0.98	3.83±1.20	4.20±0.71a	4.20±0.71a	3.49±0.74
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	*	ns
CV (%)	31.54	31.52	31.43	26.93	28.91	31.90	29.14	27.69	32.49	40.11

ตารางที่ ง.20 (ต่อ)

ทรีทเมนต์	การผลิตเอทิลีน (µl/kg-hr)[1/]								
	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Control	4.16±1.22a	3.33±1.06	3.73±0.79a	3.33±1.06	3.99±1.16a	3.66±0.95a	3.33±1.06	3.99±1.60	3.66±0.89a
Lab-a	2.35±0.56b	2.02±0.65	1.85±0.85b	2.02±0.65	2.35±0.56b	1.35±0.67b	2.02±0.65	2.35±0.67	1.35±0.51b
Lab-b	2.48±0.56b	2.91±1.61	1.91±1.00b	1.58±0.76	1.81±0.70b	1.91±1.00b	2.58±0.43	2.91±1.61	1.58±0.76b
Teva	3.53±0.48a	2.86±0.84	1.86±0.18b	2.86±0.81	2.66±0.58b	1.53±0.48b	2.20±0.65	2.53±0.48	1.53±0.75b
F-test	*	ns	*	ns	*	*	ns	ns	*
CV (%)	32.58	38.19	45.55	41.43	39.79	55.64	32.29	41.68	57.68

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ (P≤0.05)

ง.3 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนตามลำดับ

ตารางที่ ง.21 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (%weight loss) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	0	6.24±0.42a	11.66±0.79a	15.54±0.72a	22.91±1.22a
Lab-a	0	2.69±0.53b	5.91±0.34b	8.12±1.61b	9.78±0.51b
Lab-c	0	2.70±0.49b	4.94±0.61b	8.39±1.12b	8.35±1.93b
Teva	0	2.82±0.96b	5.87±0.73b	8.66±0.52b	9.45±0.72b
F-test	ns	*	*	*	*
CV (%)	0	46.08	39.61	32.87	49.55

ตารางที่ ง.22 ความสว่างของเปลือกมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	สีเปลือกความสว่าง (L) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	57.01±1.83	67.62±3.15a	72.79±2.99	68.95±1.66	71.66±1.66
Lab-a	58.93±0.81	56.88±1.94b	67.50±4.45	66.09±2.36	68.91±3.06
Lab-c	59.32±0.88	61.70±3.85b	66.83±1.22	65.79±5.10	69.15±2.63
Teva	60.19±3.02	61.29±3.05b	69.47±2.64	68.82±1.91	70.80±1.09
F-test	ns	*	ns	ns	ns
CV (%)	3.49	7.77	5.87	4.67	3.33

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.23 ความเป็นสีเขียวของเปลือกมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	สีเปลือกความเป็นสีเขียว (-a) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	-18.68±0.47	-1.88±3.42a	2.28±0.89a	4.50±2.18a	6.37±1.13a
Lab-a	-20.10±0.23	-12.27±2.68b	-10.94±5.56c	-6.59±4.21b	-2.86±4.25b
Lab-c	-18.68±1.28	-11.51±3.15b	-9.21±5.74bc	-11.11±7.80b	-3.36±4.98b
Teva	-19.03±0.52	-8.31±4.03b	-1.72±5.79ab	-4.01±3.46a	6.53±2.56a
F-test	ns	*	*	*	*
CV (%)	4.51	61.10	83.90	357.43	351.68

ตารางที่ ง.24 ความเป็นสีเหลืองของเปลือกมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	สีเปลือกความเป็นสีเหลือง (b) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	41.35±1.78	38.06±3.31	54.10±1.15a	53.61±1.66	53.77±2.25
Lab-a	41.36±2.12	35.59±5.51	46.35±2.51b	51.97±2.39	52.59±2.26
Lab-c	42.05±1.26	35.59±5.60	46.17±1.98b	47.80±7.69	51.18±2.19
Teva	42.05±2.04	36.49±3.54	54.78±5.49a	56.90±2.23	55.96±2.35
F-test	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	4.02	11.61	14.03	9.69	5.08

ตารางที่ ง.25 ความสว่างของเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	สีเนื้อความสว่าง (L) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	85.58±1.40	80.28±2.05	73.06±3.72	74.20±3.55	71.65±3.34
Lab-a	85.58±1.40	81.31±1.38	72.75±4.94	75.27±1.56	73.69±2.24
Lab-c	85.58±1.40	81.11±3.61	73.23±2.21	75.08±5.06	72.99±1.80
Teva	85.58±1.40	79.66±1.26	73.36±3.36	74.22±2.22	70.74±1.01
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.46	2.66	4.10	4.10	3.24

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.26 ความเป็นสีเขียวของเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	สีเนื้อความเป็นสีเขียว (-a) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	-11.27±2.84	-6.55±0.84ab	-13.78±3.61	-2.70±1.90	6.04±1.46
Lab-a	-11.27±2.84	-8.40±1.42b	-16.56±2.14	2.33±2.53	4.37±2.09
Lab-c	-11.27±2.84	-8.22±1.30b	-15.61±5.12	-0.08±4.01	2.98±5.91
Teva	-11.27±2.84	-5.69±0.99a	-16.66±1.52	6.52±2.92	8.52±1.36
F-test	ns	*	ns	ns	ns
CV (%)	22.51	21.72	45.25	125.15	66.35

ตารางที่ ง.27 ความเป็นสีเหลืองของเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	สีเนื้อความเป็นสีเหลือง (b) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	36.29±1.97	38.86±1.21a	43.04±2.11	63.49±3.96	63.99±3.97
Lab-a	36.29±1.97	37.20±1.66ab	41.98±4.30	62.19±3.22	62.92±1.86
Lab-c	36.29±1.97	34.73±2.29b	40.07±7.65	57.77±11.50	63.34±5.54
Teva	36.29±1.97	38.29±1.33a	42.61±5.14	61.27±1.81	62.27±2.92
F-test	ns	*	ns	ns	ns
CV (%)	4.85	5.95	11.58	9.96	5.03

ตารางที่ ง.28 ความแน่นเนื้อของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	ความแน่นเนื้อ (Firmness) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	45.60±6.87	12.09±4.82	5.63±0.67a	5.85±1.03	5.44±0.69
Lab-a	45.60±6.87	20.37±5.52	5.92±0.86a	6.09±0.38	5.68±0.76
Lab-c	45.60±6.87	22.24±9.80	14.87±2.93b	7.25±2.17	6.77±2.35
Teva	45.60±6.87	21.48±7.46	5.76±0.31a	6.16±0.36	5.58±0.83
F-test	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	15.06	40.25	53.53	19.44	22.55

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.29 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	2.86±0.29	19.20±0.95	19.50±2.08	21.40±0.73a	21.30±0.62a
Lab-a	2.86±0.29	17.45±1.19	17.50±1.29	17.90±0.93b	19.65±0.47b
Lab-c	2.86±0.29	16.00±3.15	16.30±2.66	16.40±1.83bc	17.65±1.18c
Teva	2.86±0.29	18.25±0.84	19.20±0.28	19.35±1.45c	19.65±0.72b
F-test	ns	ns	ns	*	*
CV (%)	10.20	11.37	11.61	11.92	7.73

ตารางที่ ง.30 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ (%Titratable Acidity) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
Control	1.73±0.08	0.74±0.09	0.31±0.05a	0.25±0.03a	0.26±0.02a
Lab-a	1.73±0.08	0.92±0.12	0.65±0.22b	0.33±0.10a	0.29±0.02a
Lab-c	1.73±0.08	1.00±0.19	0.89±0.14b	0.56±0.17b	0.49±0.20b
Teva	1.73±0.08	0.77±0.20	0.26±0.03a	0.28±0.04a	0.25±0.04a
F-test	ns	ns	*	*	*
CV (%)	4.73	21.12	55.33	43.41	42.81

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.31 อัตราการหายใจของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	อัตราการหายใจ ($mgCO_2/kg\text{-}hr$)[1]							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Control	30.29±13.60	58.60±30.67	231.17±21.63a	232.63±14.14a	202.50±29.34a	189.37±20.00a	438.19±96.38a	211.97±31.04a
Lab-a	21.70±9.25	58.98±27.69	126.57±26.83b	130.43±29.85b	123.34±40.00b	119.46±33.80b	255.22±90.17b	105.68±33.86b
Lab-c	34.65±20.37	58.60±30.67	123.92±33.49b	146.91±52.86b	123.21±45.66b	108.06±23.72b	182.26±105.17b	94.86±20.88b
Teva	28.37±9.15	90.34±28.53	201.09±2.57a	200.54±19.98a	164.66±14.10ab	167.20±21.95a	242.64±38.48b	170.60±18.68a
F-test	ns	ns	*	*	*	*	*	*
CV (%)	46.28	47.49	30.93	28.98	29.94	28.32	44.89	37.77

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.31 (ต่อ)

ทรีทเมนต์	อัตราการหายใจ ($mgCO_2/kg-hr$)[1/]				
	8	9	10	11	12
Control	334.45±51.79	224.90±28.24a	20.2.50±29.34a	234.07±39.70a	154.59±59.88
Lab-a	234.51±85.41	140.29±49.97b	123.34±40.00b	108.30±35.45b	102.48±46.88
Lab-c	224.03±51.09	146.20±35.46b	123.21±45.66b	88.71±15.38b	85.03±10.10
Teva	223.02±22.80	178.60±32.73ab	164.66±14.10ab	209.10±49.52a	107.63±46.46
F-test	ns	*	*	*	ns
CV (%)	27.68	27.97	29.94	45.39	42.80

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.32 การผลิตเอทิลีนของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์	การผลิตเอทิลีน (µl/kg-hr)[1/]							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Control	4.75±1.25a	11.60±0.91a	14.28±3.53	15.54±1.22	19.93±3.99	44.94±6.90	33.08±4.38	14.29±3.59
Lab-a	10.59±2.16b	11.74±0.76b	14.08±1.31	13.87±2.73	17.54±4.20	37.68±7.31	29.06±6.64	11.40±1.33
Lab-c	5.69±2.12c	11.75±1.25b	11.15±0.88	14.48±3.31	18.52±3.33	42.44±3.99	32.43±6.48	11.76±1.02
Teva	9.41±3.20d	15.48±3.66b	15.26±1.90	13.84±4.58	18.64±4.44	40.95±13.88	33.38±4.48	15.26±1.90
F-test	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	42.77	19.58	18.22	20.42	19.80	20.06	16.61	19.55

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ (P≤0.05)

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

ง.4 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C

แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนตามลำดับ

ตารางที่ ง.33 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C

ทรีทเมนต์	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (%weight loss) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	0	2.96±0.42a	5.26±0.66a	6.09±0.57a	8.39±0.24a
Lab-a	0	1.99±0.33b	3.05±0.49b	3.80±0.40b	4.25±0.18b
Lab-c	0	2.46±0.19b	3.54±0.34b	3.63±0.36c	4.56±0.25c
Teva	0	2.23±0.29b	2.87±0.19b	4.48±0.41c	5.89±0.76c
F-test	ns	*	*	*	*
CV (%)	0	19.38	28.74	23.97	29.98

ตารางที่ ง.34 ความสว่างของเปลือกมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C

ทรีทเมนต์	สีเปลือกความสว่าง (L) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	57.01±1.83	69.81±3.09	69.77±3.59	73.30±2.61	73.46±1.41
Lab-a	58.93±0.81	65.75±6.21	67.26±4.33	70.08±3.50	72.20±4.77
Lab-c	59.32±0.88	65.20±2.65	66.84±2.64	69.02±2.23	70.20±3.40
Teva	60.19±3.02	65.87±3.99	68.64±2.66	73.26±1.43	71.09±2.38
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3.49	6.96	4.93	4.46	4.40

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.35 ความเป็นสีเขียวของเปลือกมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C

ทรีทเมนต์	สีเปลือกความเป็นสีเขียว (-a) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	-18.68±0.47	-13.78±3.61	-13.12±5.71	-9.61±3.62	-6.68±4.57
Lab-a	-20.10±0.23	-16.57±2.15	-11.10±4.06	-5.99±4.096	-7.97±4.93
Lab-c	-18.68±1.28	-15.61±5.12	-9.601±5.73	-9.41±3.93	-7.93±4.84
Teva	-19.03±0.52	-16.66±1.52	-10.36±2.23	-6.60±3.99	-5.84±3.70
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	4.51	20.87	28.00	49.10	58.59

ตารางที่ ง.36 ความเป็นสีเหลืองของเปลือกมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C

ทรีทเมนต์	สีเปลือกความเป็นสีเหลือง (b) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	41.35±1.78	44.29±2.61	47.14±2.66a	47.98±3.82	47.60±1.31a
Lab-a	41.36±2.12	41.98±4.30	43.09±2.40b	43.68±1.88	45.01±1.66ab
Lab-c	42.05±1.26	40.67±0.84	40.35±2.30b	44.62±1.64	42.63±2.65b
Teva	42.05±2.04	42.61±2.19	46.90±2.09a	47.47±1.38	48.04±2.00a
F-test	ns	ns	*	ns	*
CV (%)	4.02	6.67	8.50	6.20	6.23

ตารางที่ ง.37 ความสว่างของเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C

ทรีทเมนต์	สีเนื้อความสว่าง (L) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	85.58±1.40	86.94±1.25	86.90±1.15	84.42±1.00	82.08±1.29
Lab-a	85.58±1.40	86.38±1.03	85.03±1.29	82.99±0.69	78.95±1.98
Lab-c	85.58±1.40	87.09±0.93	85.35±0.41	83.84±1.12	81.54±2.24
Teva	85.58±1.40	87.23±0.67	85.88±0.61	83.52±0.54	81.65±0.97
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.63	1.09	1.28	1.13	2.44

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.38 ความเป็นสีเขียวของเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C

ทรีทเมนต์	สีเนื้อความเป็นสีเขียว (-a) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	-11.27±2.84	-9.25±0.47	-9.12±0.51	-8.60±0.57	-7.56±0.23
Lab-a	-11.27±2.84	-9.42±0.58	-8.79±0.50	-7.26±0.99	-7.47±0.58
Lab-c	-11.27±2.84	-10.30±0.96	-8.76±0.61	-8.07±0.45	-7.79±0.20
Teva	-11.27±2.84	-9.82±0.29	-8.50±0.43	-8.12±0.46	-7.90±0.19
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	25.16	7.17	5.32	9.57	4.59

ตารางที่ ง.39 ความเป็นสีเหลืองของเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C

ทรีทเมนต์	สีเนื้อความเป็นสีเหลือง (b) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	36.29±1.97	46.54±2.55a	45.64±1.99	49.60±1.10	53.04±3.90
Lab-a	36.29±1.97	39.54±2.17bc	42.70±1.94	45.41±1.80	51.61±2.48
Lab-c	36.29±1.97	38.30±2.11c	39.55±2.35	46.87±3.79	51.37±6.24
Teva	36.29±1.97	42.85±3.25ab	42.75±4.88	48.68±2.06	51.81±3.57
F-test	ns	*	ns	ns	ns
CV (%)	5.43	9.61	8.41	5.71	7.47

ตารางที่ ง.40 ความแน่นเนื้อของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C

ทรีทเมนต์	ความแน่นเนื้อ (Firmness) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	45.60±6.87	26.36±3.50	13.07±2.00b	13.12±2.02	9.55±3.94
Lab-a	45.60±6.87	27.82±3.72	11.58±2.79b	11.59±1.93	8.33±1.10
Lab-c	45.60±6.87	30.08±9.39	19.16±3.17a	13.89±2.05	10.53±5.68
Teva	45.60±6.87	26.75±8.49	11.15±2.58b	12.45±2.28	7.87±1.73
F-test	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	15.06	22.68	29.74	16.07	37.48

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.41 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C

ทรีทเมนต์	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	2.86±0.29	4.93±0.88	6.73±0.86	17.55±1.66	18.7±1.01
Lab-a	2.86±0.29	4.65±0.44	5.50±0.70	13.55±2.83	17.45±1.83
Lab-c	2.86±0.29	4.30±0.48	5.80±0.59	12.25±3.06	17.1±0.74
Teva	2.86±0.29	4.55±0.41	5.85±0.62	16.2±3.48	17.95±0.90
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.45	13.15	22.42	6.95	10.20

ตารางที่ ง.42 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C

ทรีทเมนต์	เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ (%Titratable Acidity) 1/				
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28
Control	1.73±0.08	1.00±0.12	0.93±0.06	0.67±0.09a	0.37±0.07
Lab-a	1.73±0.08	1.02±0.18	0.95±0.07	0.88±0.09b	0.38±0.01
Lab-c	1.73±0.08	1.02±0.11	0.99±0.12	0.94±0.16b	0.35±0.07
Teva	1.73±0.08	1.06±0.07	0.89±0.04	0.88±0.05b	0.31±0.04
F-test	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	11.39	8.49	16.73	16.60	4.73

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ ง.43 อัตราการหายใจของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C

ทรีทเมนต์	อัตราการหายใจ ($mgCO_2/kg\text{-}hr$)[1/]									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Control	37.49±11.53	32.06±6.55	42.14±8.95a	40.55±3.86a	56.62±17.33a	52.19±6.20a	270.75±43.74a	52.28±4.95a	51.39±7.55a	57.80±4.77a
Lab-a	34.84±7.14	36.68±2.59	35.56±2.02b	27.67±2.89b	36.40±2.37b	43.38±2.13b	169.77±27.50b	45.80±1.04b	36.40±2.37bc	47.26±2.03b
Lab-c	26.65±7.94	40.89±4.59	41.45±3.84b	39.24±2.45b	45.35±4.95b	46.26±4.12ab	172.35±19.54b	48.09±9.00b	45.35±4.95ac	54.49±2.70b
Teva	40.28±10.13	39.53±5.60	39.33±2.37a	38.07±2.66b	41.97±0.39ab	47.38±2.36b	187.14±13.19b	49.73±4.03a	41.97±0.39c	56.61±0.99ab
F-test	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	28.38	15.31	13.34	16.27	24.73	10.33	24.86	11.28	15.98	9.23

17.27

ทรีทเมนต์	อัตราการหายใจ ($mgCO_2/kg\text{-}hr$)[1/]									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Control	26.10±3.78a	56.28±5.89a	86.47±35.23	60.01±7.17a	66.71±19.43	33.46±9.64	66.33±19.07	34.26±6.93a	77.76±7.30a	45.21±13.70a
Lab-a	19.83±1.45b	47.74±2.96b	55.26±8.03	47.51±1.17c	50.00±1.32	24.60±6.55	49.51±3.42	24.24±4.62b	51.27±2.71b	23.28±1.99b
Lab-c	20.28±1.67b	50.77±5.18b	58.92±7.53	50.87±4.66bc	55.48±5.95	27.28±6.94	51.96±6.67	23.80±2.47b	54.67±7.65b	25.34±3.65b
Teva	18.31±0.86ab	58.49±5.84a	65.51±13.83	56.78±5.03ab	61.99±6.12	26.16±10.35	61.17±3.58	24.80±7.67c	66.00±2.22b	32.44±4.38a
F-test	*	*	ns	*	ns	ns	ns	*	*	*
CV (%)	17.27	11.92	32.45	12.53	19.72	30.08	20.38	25.58	18.96	35.18

ตารางที่ ง.43 (ต่อ)

ทรีทเมนต์	อัตราการหายใจ ($mgCO_2/kg\text{-}hr$)[1]								
	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Control	86.45±21.96a	42.02±2.38a	86.47±35.23	45.11±9.83a	78.52±9.35	45.27±9.33a	78.91±3.36a	88.26±21.69a	88.56±21.70
Lab-a	51.64±4.74b	27.50±1.95b	55.26±8.03	31.64±4.42b	48.43±4.28	31.64±4.42b	51.59±6.93b	55.65±12.51b	72.91±46.28
Lab-c	53.82±14.23b	29.94±6.66b	58.92±7.53	37.96±5.43ab	72.44±36.04	37.96±5.43ab	58.81±6.89b	58.12±5.90ab	59.49±6.88
Teva	75.71±4.56a	41.93±7.02a	65.51±13.83	44.23±4.64a	71.32±5.21	44.23±4.64a	70.58±7.34a	76.03±5.13a	76.69±5.40
F-test	*	*	ns	*	ns	*	*	*	ns
CV (%)	28.98	23.98	32.45	20.26	30.50	20.02	18.59	14.06	34.33

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan` s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตารางที่ ง.44 การผลิตเอทิลีนของมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 ^{0}C

ทรีทเมนต์	การผลิตเอทิลีน (µl/kg-hr)[1]									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Control	4.82±0.60a	18.25±7.90	44.11±11.03	12.71±3.49	16.30±0.93a	36.02±2.94	24.52±2.40	19.08±2.19a	14.07±1.46a	9.90±2.72
Lab-a	7.09±0.70b	16.77±4.43	30.49±7.62	14.30±3.23	10.41±1.39b	31.05±4.50	18.47±2.88	14.31±3.23b	10.41±1.39b	6.85±2.15
Lab-c	4.93±0.75a	12.37±1.43	43.63±10.91	16.38±2.18	15.84±2.12a	33.94±6.72	20.71±3.90	16.38±2.18ab	12.19±1.22ab	9.78±1.55
Teva	6.54±0.43b	13.03±1.74	45.99±11.50	13.03±2.91	17.73±1.34a	33.10±4.59	19.54±3.14	13.03±2.91b	12.64±1.54ab	8.78±4.10
F-test	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	*	ns
CV (%)	20.50	32.39	36.59	21.73	21.05	14.11	17.58	21.40	14.97	31.70

14.05

ทรีทเมนต์	การผลิตเอทิลีน (µl/kg-hr)[1]									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Control	10.99±0.77	22.82±2.66	10.39±0.90	6.96±0.61	4.26±0.91a	6.95±0.60	6.12±1.27	6.09±1.22	5.76±1.09a	5.15±1.36a
Lab-a	8.76±1.25	19.81±4.36	7.00±2.96	5.45±0.84	3.04±0.74b	5.45±0.80	4.62±0.61	4.60±0.56	3.82±0.97b	2.76±0.75bc
Lab-c	9.86±1.47	20.87±3.52	9.70±1.67	6.13±0.79	1.88±0.09c	6.23±0.88	5.25±0.42	5.19±0.38	4.14±0.60b	3.62±0.84b
Teva	10.38±1.42	20.29±7.06	8.78±4.10	6.10±0.51	1.87±0.22c	6.11±0.59	5.26±0.60	5.30±0.62	4.41±0.20b	1.87±0.22c
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	*
CV (%)	14.05	20.83	30.66	12.59	41.66	13.59	16.90	16.54	23.03	44.27

ตารางที่ ง.44 (ต่อ)

ทรีทเมนต์	การผลิตเอทิลีน (μl/kg-hr)[1/]								
	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Control	7.59±1.06a	13.61±2.12	6.14±0.72	2.87±0.41a	1.48±0.27a	2.69±0.13a	1.331±0.18a	2.68±0.07a	1.10±0.12a
Lab-a	5.45±0.84b	11.04±2.65	6.48±1.44	1.77±0.31b	0.93±0.13b	2.24±0.14b	1.10±0.14a	2.14±0.23b	0.09±0.03b
Lab-c	6.23±0.58b	11.98±2.38	5.56±0.68	1.91±0.06b	1.00±0.15b	1.92±0.23b	3.75±2.18b	2.02±0.23b	1.00±0.03ab
Teva	6.07±0.51b	10.87±5.39	5.92±0.74	1.87±0.17b	0.89±0.11b	1.98±0.37b	1.11±0.21a	1.99±0.35b	0.98±0.03b
F-test	*	ns	ns	*	*	*	*	*	*
CV (%)	16.81	27.29	15.21	24.65	27.15	17.13	83.40	16.35	10.54

1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ (P≤0.05)

ภาคผนวก จ

ข้อมูลดิบ และสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของการทดสอบสมบัติทางกล และความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำ

จ.1 ข้อมูลดิบค่าความทนแรงดึง เปอร์เซ็นต์การยืดตัวของฟิล์ม และความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำ

ตารางที่ จ.1 ข้อมูลความทนแรงดึงของฟิล์มเคลือบสูตร Lab-a Lab-c และ Lab-d

ค่าที่ / สูตรที่	ความทนแรงดึง (MPa)		
	Lab-a	Lab-c	Lab-d
1	242.428	193.577	33.959
2	190.344	300.491	49.081
3	262.874	143.729	90.505
4	209.080	246.155	37.004
5	307.982	210.869	41.042
ผลรวม	**1212.708**	**1094.821**	**251.5904**
ค่าเฉลี่ย	**242.542**	**218.964**	**50.318**

ตารางที่ จ.2 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของฟิล์มเคลือบสูตร Lab-a Lab-c และ Lab-d

ค่าที่ / สูตรที่	เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%elongation)		
	Lab-a	Lab-c	Lab-d
1	2.346	2.099	6.984
2	2.069	4.568	4.445
3	5.714	1.481	6.667
4	2.593	2.948	5.366
5	2.222	2.566	5.665
ผลรวม	**14.9433**	**13.6628**	**29.1267**
ค่าเฉลี่ย	**2.98866**	**2.73256**	**5.82534**

ตารางที่ จ.3 ข้อมูลความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำของฟิล์มเคลือบสูตร Lab-a Lab-c และ Lab-d

ค่าที่ / สูตรที่	ความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำx10^{-10} (g-m/m^2-s-Pa)		
	Lab-a	Lab-c	Lab-d
1	2.3004	12.7678	15.6916
2	4.1531	17.6372	14.6619
3	4.0419	11.1616	22.8133
4	6.6485	11.3855	19.3548
ผลรวม	**17.1439**	**52.9521**	**72.5216**
ค่าเฉลี่ย	**4.2860**	**13.2380**	**18.1304**

จ.2 สรุปข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความทนแรงดึง เปอร์เซ็นต์การยืดตัว และความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำ

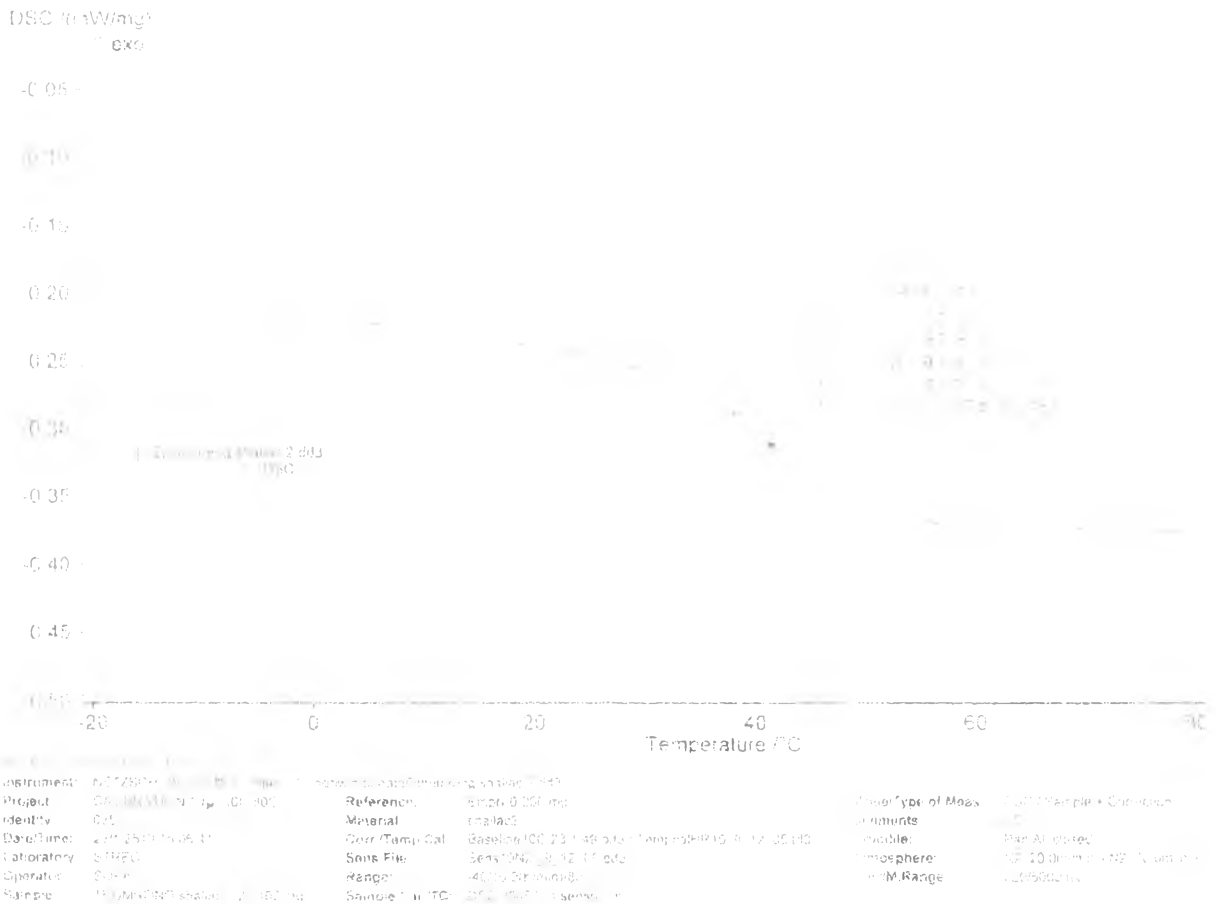
ตารางที่ จ.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความทนแรงดึง เปอร์เซ็นต์การยืดตัว และความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำของฟิล์มเคลือบสูตร Lab-a Lab-c และ Lab-d

สูตร/คุณสมบัติทางกายภาพ	**ความทนแรงดึง (MPa)**	**การยืดตัว (%)**	**ความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำx10^{-10} (g-m/m^2-s-Pa)**
Lab-a	242.5416a	2.98866a	4.28598a
Lab-c	218.9643a	2.73256a	13.23803b
Lab-d	50.31807b	5.82534b	18.13041c
F-test	*	*	*

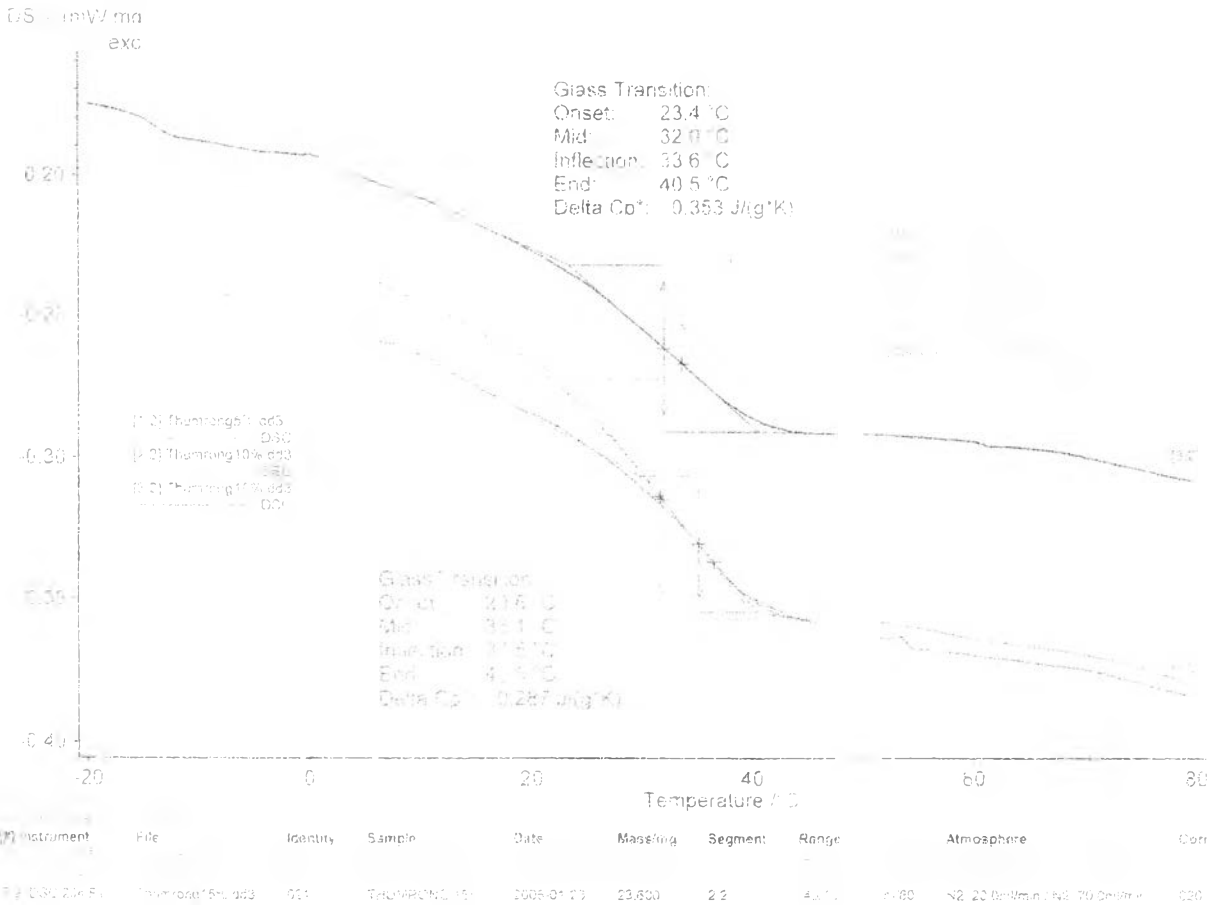
* ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสูตรต่าง ๆ เป็นคู่ โดยวิธีของ Duncan' s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

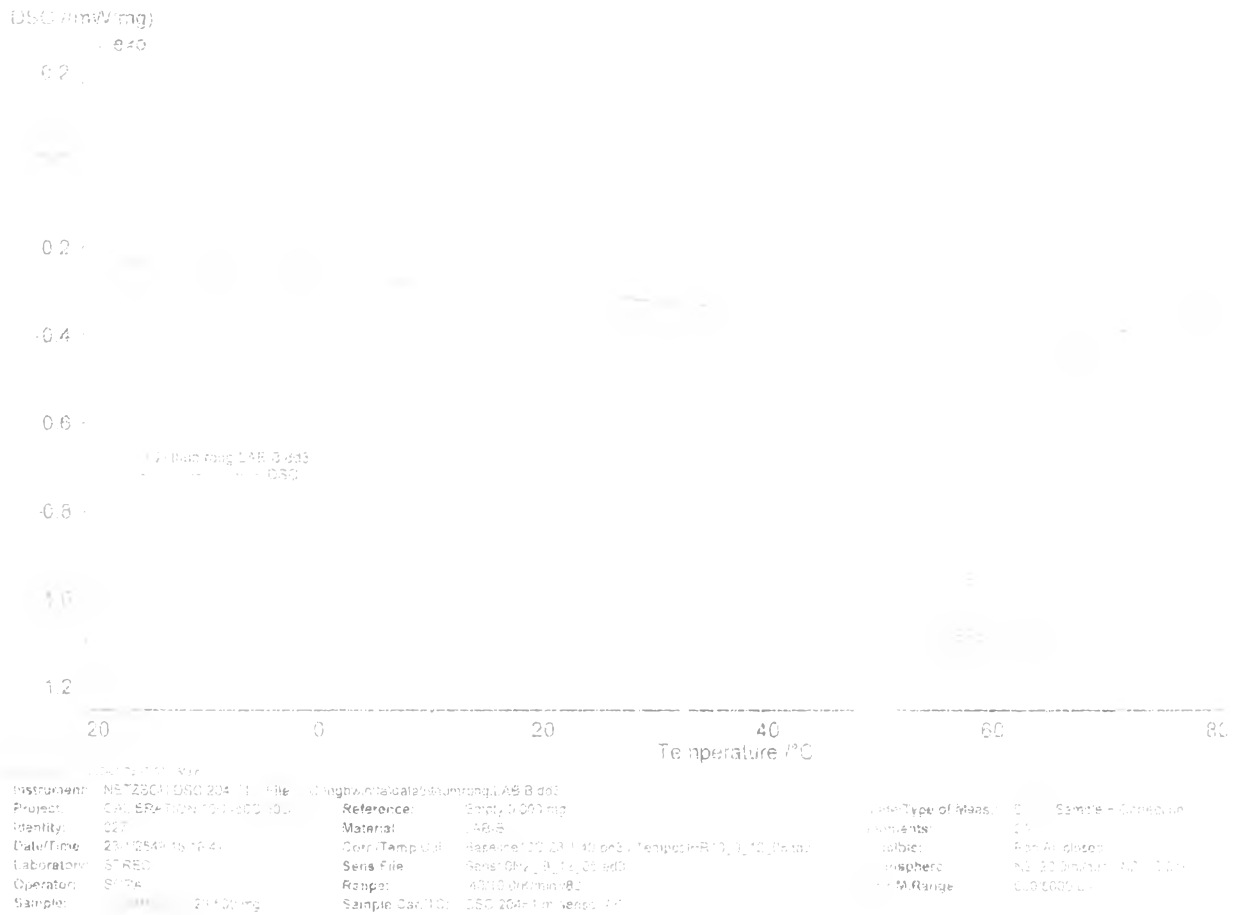
จ.3 ข้อมูลดิบของการวัดสมบัติทางความร้อนของฟิล์มเคลือบด้วย DSC



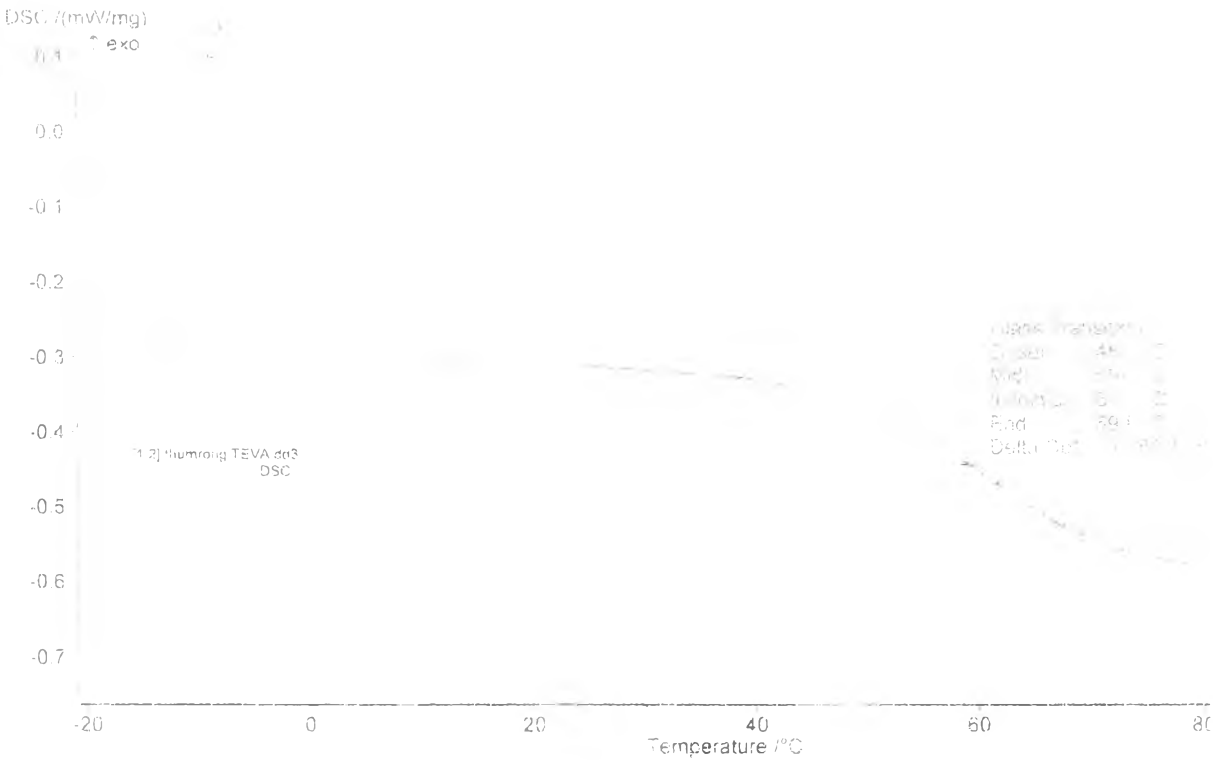
รูปที่ จ.1 ผลการวัดสมบัติทางความร้อนของเชลแล็กขาว (bleached shellac)



รูปที่ จ.2 ผลการวัดสมบัติทางความร้อนของสารเคลือบสูตร Lab-a Lab-c และ Lab-d



รูปที่ จ.3 ผลการวัดสมบัติทางความร้อนของสารเคลือบสูตร Lab-b



รูปที่ จ.4 ผลการวัดสมบัติทางความร้อนของสารเคลือบสูตร Teva

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวผ่องเพ็ญ อรรคสีวร เกิดเมื่อวันที่ 2 มกราคม พ.ศ. 2524 ที่โรงพยาบาลประจำจังหวัดอุดรธานี สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสตรีราชินูทิศ จังหวัดอุดรธานี ในปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในปีการศึกษา 2545 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2546

ทุนที่ได้รับ

ทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม (สกว.)

ชื่อโครงการ "การพัฒนาสารเคลือบผิวผลไม้จากสารแขวนลอยของเซลแล้กในน้ำเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้เขตร้อน 3 ชนิด"

ระยะเวลาสองปี ตั้งแต่ เดือนมกราคม 2547 ถึง เดือนธันวาคม 2549