รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ฑิติกาน เมฆจรัลกุล. 2545. การเสริมธาตุเหล็กและธาตุเหล็กร่วมกับไอโอดีนในเมล็ดข้าวและแป้งข้าว. วิทยาศาสตรปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนานันต์ โรจนศศิธรา. 2545. การเสริมไอโอดีน สังกะสี และเหล็กโดยการเคลือบบนเมล็ดข้าว. วิทยาศาสตรปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2543. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

มงคล รายะนคร. 2537. แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสเปกโทรเมตรี. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาษาอังกฤษ

AACC. 1995. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists 9th ed. Minnesota: American Association of Cereal chemist.

Barder, S. 1972. Milled rice and changes during ageing. In Rice: Chemistry and Technology. 1st ed. American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, Minnesota, U.S.A.

Bogdan, J. D., and David, A. V. 2001. Cereals and Cereal Products Chemistry and Technology. Aspen Publishers, Inc., Maryland.

Buttery, R. G., Ling, L. C., and Juliano, B. O. 1982. 2-Acetyl-1-pyrroline: An Important Aroma Component of Cooked Rice. Chem. Ind. (London). 958-959.

Buttery, R. G., Ling, L. C., Juliano, B. O., and Turnbaugh, J. G. 1983. Cooked rice aroma and 2-Acetyl-1-pyrroline. J. Agric. Food Chem. 31: 823–826.

Chen, J. J., Lu, S., and Lii, C. Y. 1999. Effect of milling methods on the physicochemical characteristics of waxy rice in Taiwan. Cereal Chemistry 76: 796-798.

Fennema, O. 1996. Food Chemistry. 3rd ed. Marcel Dekker, New York.

Grosch, W. 1987. Reaction of hydroperoxides-products of low molecular weight. In: Chan HWS, editor. Autoxidation of unsaturated lipids. 1st ed. London: Academic Press.

Itani, I., Tamaki, M., Arai, E., and Horino, T. 2002. Distribution of amylose, nitrogen, and minerals in rice kernals with various characters. J. Agric. Food Chem. 50: 5326-5332.

Lam, H. S., and Proctor, A. 2003. Milled rice oxidation volatiles and odor development. J. Food sci. 68: 2676-2681.

Laohakunjit, N., and Kerdchoechuen, O. 2006. Aroma enrichment and the change during storage of non-aromatic milled rice coated with extracted natural flavor. Food Chemistry

Mahatheeranont, S., Keawsa-ard, S., and Dumri, K. 2001. Quantification of the rice aroma compound, 2-Acetyl-1-pyrroline, in uncooked Khao Dawk Mali 105 brown rice. J. Agric. Food Chem. 49: 773 – 779.

Marshall, W. E., and Wadsworth, J. L. 1994. Introduction In W.E. Marshall and J.L. Wadsworth(eds.), Rice: Science and Technology. pp. 1-16. Marcel Dekker, New York.

Peil, A., fred, B., Chokyun, R., and Robert, L. 1982. Retention of micronutrients by polymer coatings used to fortify rice. J. Food sci. 47: 260-262.

Piringer, O. –G., and Baner, A. L. 2000. Plastic Packaging Materials for Food. Betzdruck. d-63291 Darmstadt.

Ramesh, M., and Bhattacharya, K. R., and Miitcell, J. R. 2000. Developments in Understanding the Basis of Cooked-Rice Texture . Critical Reviews in Food Science and Nutrition 40: 449-460.

Ramírez-Jiménez, A., Guerra-Hernádez, E., and García-Villanova, B. 2003. Evolution of non-enzymatic browning during storage of infant rice cereal. Food Chemistry 83: 219-225.

Rani, M. R. -S., and Bhattacharya, K. R. 1995. Microscopy of rice starch granules during cooking. Starch/Staerke 46: 334.

Robertson, G. L. 1993. Food packaging principles and practice. Marcel Dekker, New York.

Shin, M. G., Yoon, S. H., Rhee, J. S., and Kwon, T. W. 1986. Correlation between oxidative deterioration of unsaturated lipid and n-hexanal during storage of brown rice. J. Food Sci. 51: 460-463.

Taira, H. 1983. Lipid content and fatty acid composition of rice. Japan Agricultural Research Quarterly 16: 273-280.

Widjaja, R., Craske, J. D., and Wootton, M. 1996. Changes in volatile components of paddy, brown and white fragrant rice during storage. J. Sci. Food Agric. 71: 218-224.

Wongpongchai, S., Sriseadka, T., and Choonvisase, S. 2003. Identification and quantitation of the rice aroma compound, 2-Acetyl-1-pyrroline, in Bread Flowers (*Vallaris grabra* Ktze). J. Agric. Food Chem. 51: 457–462.

Wongpornchai, S., Dumri, K., Jongkaewwattana, S., and Siri, B. 2004. Effects of drying methods and storage time on the aroma and milling quality of rice (*Oryza sativa* L.) cv. Khao Dawk Mali 105. Food Chemistry 87: 407-414.

Yajima, I., Yanai, T., Nakamura, M., Sakakibara, H., and Habu, T. 1978. Volatile flavor components of cooked rice. Agr. Bio. Chem. 42: 1229-1233.

Yasumatsu, K., and Moritaka, S. 1964. Fatty acid compositions of rice lipid and their changes during storage. Agr. Bio. Chem. 28: 257-264.

Yoshihashi, T., Huong, N. T. T., and Inatomi, H. 2002. Precursors of 2-Acetyl-1-pyrroline, a Potent Flavor Compound of an Aromatic Rice Variety. J. Agric. Food Chem. 50: 2001-2004.

Zhang, Z., Yang, M.J. and Pawliszyn, J. 1994. Solid-phase Micro extraction. Anal. Chem. 66: 844-853.

ภาคผนวก ก

ก.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

1. ข้าวสารพันธุ์ชัยนาท 2 (ข้าวไม่มีกลิ่นหอม) ที่ได้รับจากนาข้าวของเกษตรกร อ. เมือง จ. พิษณุโลก เก็บเกี่ยวในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2546
2. ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี (ข้าวมีกลิ่นหอม) ที่ได้รับจากแปลงขยายนาของศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี อ. เมือง จ. สุพรรณบุรี เก็บเกี่ยวในเดือนมิถุนายน 2548

ก.2 สารเคมีที่ใช้ในวิธีการทดลองหัวข้อ 3.2.1

1. iso-propanol (HPLC grade) ของบริษัท Scharlau Chemie S A.
2. glycerol (Analytical reagent grade) ของบริษัท Ajax Finechem
3. 2,4,6-trimethylpyrridine (TMP) 99% ของบริษัท Fluka Chemika , pusiss. p.a.
4. n-hexanal 99% ของบริษัท Fluka Chemika , pusiss. p.a.
5. 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) ซึ่งเป็นสารบริสุทธิ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมีแต่ไม่ทราบความเข้มข้นเริ่มต้นที่แน่นอน จาก Dr. Tadashi Yoshihashi, Japan International Research Center for Agricultural Science (JIRCAS)

ก.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในวิธีการทดลองหัวข้อ 3.2.1

1. เครื่อง GC รุ่น Trace GC ultra ของบริษัท Thermo Finnigan, USA
2. เครื่อง MS รุ่น Polaris Q ของบริษัท Thermo Finnigan, USA
3. ตู้อบลมร้อนรุ่น Digital Series Oven ของบริษัท Contherm , New Zealand
4. เครื่องบดอาหารยี่ห้อ KENWOOD รุ่น CH600, UK
5. เครื่องชั่ง 5 ตำแหน่งยี่ห้อ Sartorius รุ่น BR210D, Germany
6. อุปกรณ์เป่าลมยี่ห้อ Panasonic รุ่น EH5941, ประเทศไทย
7. septum ชนิด TFE/SIL ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm หนา 0.130 นิ้ว ของบริษัท SUN-SRI, USA
8. aluminum cap ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm มีรูเปิดตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.36 นิ้ว ของบริษัท SUN-SRI , USA
9. column AT^{TM}-WAX (Polyethylene Glycol) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.25 mm ความยาว 60 m ความหนาของ liquid phase 0.25 µm ยี่ห้อ Alltech, Deerfield
10. syringe ปริมาตร 10 µl needle ยาว 70 mm ของบริษัท SGE, Australia
11. decrimper 20 mm ของบริษัท National Scientific Company, USA
12. crimper 20 mm ของบริษัท SUN-SRI, USA
13. SPME liner ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.8 mm ของบริษัท SGE, Australia

14. splitless liner ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 5 mm ของบริษัท SGE, Australia
15. SPME fiber ชนิด 50 µm DVB / 30 µm carboxon / PDMS fiber ของบริษัท SGE, Australia

ภาคผนวก ข

ข.1 วิธีการเตรียมสารละลายที่ใช้ในหัวข้อ 3.2.1

(1) สารมาตรฐานผสมของ n-hexanal (2.5 mg/l) TMP (5 mg/l) และ 2AP (2AP เป็นสารบริสุทธิ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมีแต่ไม่ทราบความเข้มข้นเริ่มต้นที่แน่นอน) ในตัวทำละลาย iso-propanol 5 ml เพื่อใช้ในการเลือกโปรแกรมอุณหภูมิที่เหมาะสม

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายมาตรฐาน TMP ที่มีความเข้มข้น 250 mg/l ในตัวทำละลาย iso-propanol
2. สารละลายมาตรฐาน n-hexanal ที่มีความเข้มข้น 250 mg/l ในตัวทำละลาย iso-propanol
3. สารละลายมาตรฐาน 2AP (สารบริสุทธิ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมีแต่ไม่ทราบความเข้มข้นเริ่มต้นที่แน่นอน) ในตัวทำละลาย dicholomethane และเนื่องจากสาร 2AP เป็นสารที่มาจากการสังเคราะห์จึงมีความเข้มข้นสูง ก่อนใช้ต้องนำมาเจือจาง 100 เท่า ด้วยตัวทำละลาย iso-propanal
4. ตัวทำละลาย iso-propanol

วิธีการทดลอง

ปิเปตสารละลายมาตรฐาน TMP (250 mg/l) มา 100 µl สารละลายมาตรฐาน n-hexanal (250 mg/l) มา 50 µl และสารละลายมาตรฐาน 2AP ที่เจือจาง 100 เท่า มา 625 µl ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 5 ml เติม iso-propanol ให้ได้ปริมาตร 5 ml เขย่าสารละลายให้เข้ากัน สารละลายที่ได้เป็นสารมาตรฐานผสมของ n-Hexanal (2.5 mg/l) TMP (5 mg/l) และ 2AP

(2) สารละลายมาตรฐาน 2AP ที่ความเข้มข้นแน่นอนในตัวทำละลาย iso-propanol 5 ml เพื่อใช้หาช่วงมวลต่อประจุที่เหมาะสม

นำสารละลายมาตรฐาน 2AP (สารบริสุทธิ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมีแต่ไม่ทราบความเข้มข้นเริ่มต้นที่แน่นอน) ในตัวทำละลาย dicholomethane มาเจือจาง 100 เท่า ปิเปตสารละลายมาตรฐาน 2AP ที่เจือจาง 100 เท่า มา 625 µl ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 5 ml เติม iso-propanol ให้ได้ปริมาตร 5 ml เขย่าสารละลายให้เข้ากัน

ข.2 วิธีการโม่แบบ wet milling

ดัดแปลงจากวิธีของ Rani and Bhattacharya (1995)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่อง blender (Sharp, Japan)
2. เครื่องเหวี่ยงแยก (Centrifugal Thermo IEC รุ่น IEC MultiRF, USA)
3. ตู้อบลมร้อน (Memmert รุ่น modell 600, Germany)

วิธีการทดลอง

ล้างข้าวขาวพันธ์หอมสุพรรณบุรีให้สะอาด แช่ในน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง อัตราส่วนน้ำหนักข้าวต่อน้ำกลั่น เท่ากับ 1:3 นำข้าวมาโม่เปียก 2 ครั้ง นำน้ำแป้งที่ได้ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 70 mesh เหวี่ยงแยก (centrifuge) ที่ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที ทิ้งส่วนใสด้านบน นำแป้งไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 °C ข้ามคืน ทำให้เย็น บดแป้งที่ได้โดยใช้เครื่อง blender

ข.3 **การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นด้วยวิธี** air oven method (AACC Method 44-19)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตู้อบลมร้อนของ Contherm รุ่น Digital Series Oven , New Zealand

วิธีการทดลอง

1. นำถ้วยอลูมิเนียมไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 135±2 °C นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ จากนั้นชั่งน้ำหนักด้วยอลูมิเนียมเปล่าที่แน่นอนเก็บไว้
2. นำตัวอย่างเมล็ดข้าวมาบดด้วยเครื่องบด แล้วร่อนผ่านตะแกรงที่มีช่องเปิดขนาด 1 มิลลิเมตร ผสมให้เข้ากัน แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างข้าวประมาณ 2 g. ใส่ในถ้วยอลูมิเนียมเปล่าที่รู้น้ำหนักแน่นอน
3. นำตัวอย่างข้าวที่ชั่งน้ำหนักแล้วไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 135±2 °C นาน 2 ชั่วโมง โดยเปิดฝาภาชนะอลูมิเนียม
4. นำตัวอย่างออกจากตู้อบพร้อมกับปิดฝาภาชนะอลูมิเนียม ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ จากนั้น ชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมพร้อมตัวอย่างที่แน่นอน
5. ชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมพร้อมตัวอย่าง แล้วหักลบด้วยน้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียมเปล่า จะได้น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

การคำนวณปริมาณความชื้นของตัวอย่าง (wet basis)

$$\text{ร้อยละปริมาณความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ-น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

ข.4 วิธีการหุงข้าว

ชั่งข้าวกล้อง 30 g. ใส่ในถ้วยอลูมิเนียม เติมน้ำลงไป 45 ml นึ่งข้าวด้วยหม้อนึ่งข้าวเป็นเวลา 25 นาที หยุดให้ความร้อนกับข้าวแล้วรอข้าวระอุ 5 นาที แล้วนำไปทดลองทันที

ข.5 แบบทดสอบที่ใช้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อ.....

วันที่.....

ตัวอย่างที่ทดสอบหมายเลข.....

คำชี้แจง

- ทดสอบตัวอย่างซึ่งมีตัวเลข 3 ตัว กำกับไว้

- โปรดทดสอบระดับการยอมรับของตัวอย่าง โดยใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่อง ☐ เพื่อแสดงระดับความพอใจของท่านต่อตัวอย่างที่ทดสอบ

1. กรุณาบอกระดับ**ความชอบ**ต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหุงสุก

ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหุงสุก

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

คำชี้แจง

- โปรดประเมินคุณภาพของตัวอย่าง โดยใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่อง ☐ เพื่อแสดงระดับความรู้สึกของท่านต่อตัวอย่างที่ทดสอบ

2. กรุณาบอกระดับ**ความรู้สึก**ต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหุกสุก

2.1 **ความรู้สึก**ด้านลักษณะปรากฏ

- ความเข้มของสีที่ผิว

☐	☐	☐	☐	☐	☐
ไม่มีสีเข้ม	สีเข้มน้อย	สีเข้มค่อนข้างน้อย	สีเข้มปานกลาง	สีเข้มค่อนข้างมาก	สีเข้มมาก
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

2.2 **ความรู้สึก**ด้านกลิ่น

- ระดับของกลิ่นหอม

☐	☐	☐	☐	☐	☐
ไม่มีกลิ่นหอม	หอมน้อย	หอมค่อนข้างน้อย	หอมปานกลาง	หอมค่อนข้างมาก	หอมมาก
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

- ระดับของกลิ่นหืน

☐	☐	☐	☐	☐	☐
ไม่มีกลิ่นหืน	หืนน้อย	หืนค่อนข้างน้อย	หืนปานกลาง	หืนค่อนข้างมาก	หืนมาก
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

3. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้นของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งในบรรจุภัณฑ์ที่ระยะเวลาต่างๆ

source	df	MS	F	P
ระยะเวลาการเก็บ (A)	5	4.080	40.33	0.000 **
การเคลือบ (B)	1	57.255	566.01	0.000 **
บรรจุภัณฑ์ (C)	2	2.934	29.00	0.000 **
AxB	5	0.116	1.15	0.345 ns
AxC	10	1.228	12.14	0.000 **
BxC	2	7.059	69.78	0.000 **
AxBxC	10	0.200	1.98	0.052 ns
Error	60	0.101		

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ค.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสาร 2AP ของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งในบรรจุภัณฑ์ที่ระยะเวลาต่างๆ

source	df	MS	F	P
ระยะเวลาการเก็บ(A)	5	0.005	37.81	0.000 **
การเคลือบ(B)	1	0.004	31.07	0.000 **
บรรจุภัณฑ์ (C)	2	0.001	4.37	0.017 *
AxB	5	0.000	1.12	0.357 ns
AxC	10	0.000	2.15	0.033 *
BxC	2	0.001	10.38	0.000 **
AxBxC	10	0.001	5.03	0.000 **
Error	60	0.000		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ค.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสาร n-hexanal ของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งในบรรจุภัณฑ์ที่ระยะเวลาต่างๆ

source	df	MS	F	P
ระยะเวลาการเก็บ (A)	5	0.027	6.69	0.000 **
การเคลือบ(B)	1	0.095	23.68	0.000 **
บรรจุภัณฑ์ (C)	2	0.015	3.66	0.032 *
AxB	5	0.002	0.59	0.705 ns
AxC	10	0.006	1.58	0.134 ns
BxC	2	0.037	9.19	0.000 **
AxBxC	10	0.01	2.59	0.011 *
Error	60	0.004		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ค.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าดัชนีความขาวของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งในบรรจุภัณฑ์ที่ระยะเวลาต่างๆ

source	df	MS	F	P
ระยะเวลาการเก็บ (A)	5	8.627	9.49	0.000 **
การเคลือบ (B)	1	0.899	0.99	0.324 ns
บรรจุภัณฑ์ (C)	2	11.858	13.05	0.000 **
AxB	6	6.151	0.00	0.345 **
AxC	10	2.020	2.22	0.028 *
BxC	2	1.901	2.09	0.132 ns
AxBxC	10	3.708	4.08	0.000 **
Error	60	0.909		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ค.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า b ของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งในบรรจุภัณฑ์ที่ระยะเวลาต่างๆ

source	df	MS	F	P
ระยะเวลาการเก็บ (A)	5	2.153	11.77	0.000 **
การเคลือบ (B)	1	6.856	37.46	0.000 **
บรรจุภัณฑ์ (C)	2	7.101	38.80	0.000 **
AxB	5	0.439	2.40	0.048 *
AxC	10	1.523	8.32	0.000 **
BxC	2	2.961	16.18	0.000 **
AxBxC	10	1.359	7.42	0.000 **
Error	60	0.183		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ ค.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า water activity ของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งในบรรจุภัณฑ์ที่ระยะเวลาต่างๆ

source	df	MS	F	P
ระยะเวลาการเก็บ (A)	3	0.004	63.28	0.000 **
การเคลือบ (B)	1	0.134	2111.81	0.000 **
บรรจุภัณฑ์ (C)	2	0.009	149.13	0.000 **
AxB	3	0.000	2.40	0.079 ns
AxC	6	0.002	32.53	0.000 **
BxC	2	0.012	184.83	0.000 **
AxBxC	6	0.000	3.64	0.005 **
Error	60	0.183		

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ค.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความเข้มของสีข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งที่ระยะเวลาต่างๆ

source	df	MS	F	P
ระยะเวลาการเก็บ (A)	2	5.392	6.58	0.002 **
การเคลือบ (B)	1	4.587	5.60	0.019 *
AxB	2	4.876	5.95	0.003 **
Panel (Block)	19	0.955	1.17	0.286 ns
Error	310	0.819		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ค.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนกลิ่นหอมของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งที่ระยะเวลาต่างๆ

source	df	MS	F	P
ระยะเวลาการเก็บ (A)	2	1.943	1.72	0.182 ns
การเคลือบ (B)	1	5.450	4.81	0.029 *
AxB	2	5.641	4.98	0.007 **
Panel (Block)	19	1.788	1.58	0.060 ns
Error	310	1.133		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ค.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนกลิ่นหืนของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งที่ระยะเวลาต่างๆ

source	df	MS	F	P
ระยะเวลาการเก็บ (A)	2	11.074	8.50	0.000 **
การเคลือบ (B)	1	1.706	1.31	0.253 ns
AxB	2	17.802	13.67	0.000 **
Panel (Block)	19	2.680	2.06	0.006 *
Error	310	1.303		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ค.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความชอบโดยรวมของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งที่ระยะเวลาต่างๆ

source	df	MS	F	P
ระยะเวลาการเก็บ (A)	2	7.413	5.15	0.006 **
การเคลือบ (B)	1	28.771	19.97	0.000 **
AxB	2	10.502	7.29	0.001 **
Panel (Block)	19	1.211	0.84	0.658 ns
Error	310	1.440		

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ภาคผนวก ง

ตารงที่ ง.1 ปริมาณ 2AP ของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งในบรรจุภัณฑ์ที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บ (เดือน)	ข้าวกล้องปกติ			ข้าวกล้องเคลือบเจล		
	ถุงผ้าดิบ	ถุง PP	ถุง laminated	ถุงผ้าดิบ	ถุง PP	ถุง laminated
1	0.104 ± 0.012 ^{a}	0.098 ± 0.002 ^{ab}	0.083 ± 0.025 ^{abcdef}	0.074 ± 0.004 ^{bcdefgh}	0.067 ± 0.015 ^{defghijk}	0.072 ± 0.019 ^{cdefghi}
2	0.046 ± 0.006 ^{jklmnopq}	0.103 ± 0.006 ^{a}	0.090 ± 0.022 ^{abcdef}	0.095 ± 0.017 ^{abc}	0.070 ± 0.014 ^{defghij}	0.054 ± 0.021 ^{ghijklmnop}
3	0.077 ± 0.007 ^{bcdefg}	0.068 ± 0.009 ^{defghij}	0.086 ± 0.017 ^{abcdef}	0.063 ± 0.003 ^{efghijkl}	0.046 ± 0.014 ^{jklmnopq}	0.065 ± 0.009 ^{efghijkl}
4	0.043 ± 0.005 ^{lmnopq}	0.063 ± 0.017 ^{efghijkl}	0.078 ± 0.016 ^{bcdefg}	0.049 ± 0.010 ^{ijklmnopq}	0.041 ± 0.002 ^{lmnopq}	0.060 ± 0.013 ^{fghijklmn}
5	0.058 ± 0.003 ^{ghijklmno}	0.048 ± 0.014 ^{ijklmnopq}	0.062 ± 0.001 ^{efghijklm}	0.043 ± 0.005 ^{klmnopq}	0.036 ± 0.002 ^{nopq}	0.061 ± 0.003 ^{fghijklmn}
6	0.032 ± 0.022 ^{pq}	0.042 ± 0.006 ^{lmnopq}	0.050 ± 0.007 ^{hijklmnop}	0.034 ± 0.002 ^{opq}	0.026 ± 0.004 ^{q}	0.038 ± 0.005 ^{mnopq}

ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$^{a, b}$ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรกำกับต่างกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ ง.2 ปริมาณ n-hexanal ของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งในบรรจุภัณฑ์ที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บ (เดือน)	ข้าวกล้องปกติ			ข้าวกล้องเคลือบเจล		
	ถุงผ้าดิบ	ถุง PP	ถุง laminated	ถุงผ้าดิบ	ถุง PP	ถุง laminated
1	0.351 ± 0.075 ^{abcd}	0.294 ± 0.042 ^{bcdefgh}	0.246 ± 0.041 ^{bcdefghijk}	0.247 ± 0.023 ^{bcdefghijk}	0.215 ± 0.032 ^{defghijk}	0.201 ± 0.063 ^{fghijk}
2	0.201 ± 0.054 ^{fghijk}	0.371 ± 0.119 ^{ab}	0.344 ± 0.025 ^{abcde}	0.284 ± 0.101 ^{bcdefghij}	0.218 ± 0.049 ^{defghijk}	0.229 ± 0.083 ^{cdefghijk}
3	0.320 ± 0.037 ^{abcdef}	0.356 ± 0.019 ^{abc}	0.294 ± 0.012 ^{bcdefgh}	0.431 ± 0.167 ^{a}	0.263 ± 0.148 ^{bcdefghij}	0.220 ± 0.026 ^{defghijk}
4	0.240 ± 0.042 ^{bcdefghijk}	0.356 ± 0.105 ^{abc}	0.291 ± 0.025 ^{bcdefghi}	0.185 ± 0.053 ^{fghijk}	0.254 ± 0.040 ^{bcdefghijk}	0.189 ± 0.026 ^{fghijk}
5	0.266 ± 0.074 ^{bcdefghij}	0.280 ± 0.072 ^{bcdefghij}	0.182 ± 0.016 ^{ghijk}	0.161 ± 0.006 ^{hijk}	0.155 ± 0.035 ^{ijk}	0.208 ± 0.011 ^{efghijk}
6	0.179 ± 0.076 ^{ghijk}	0.306 ± 0.011 ^{abcdefg}	0.272 ± 0.015 ^{bcdefghij}	0.248 ± 0.053 ^{bcdefghijk}	0.154 ± 0.004 ^{jk}	0.122 ± 0.011 ^{k}

ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$^{a, b}$ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรกำกับต่างกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ ง.3 ค่าดัชนีความขาวของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งในบรรจุภัณฑ์ที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บ (เดือน)	ข้าวกล้องปกติ			ข้าวกล้องเคลือบเจล		
	ถุงผ้าดิบ	ถุง PP	ถุง laminated	ถุงผ้าดิบ	ถุง PP	ถุง laminated
1	58.35 ± 0.34 ^{bcdefg}	58.34 ± 0.15 ^{bcdefg}	57.97 ± 0.16 ^{bcdefgh}	58.77 ± 0.24 ^{bcde}	58.70 ± 0.40 ^{bcde}	58.08 ± 0.44 ^{bcdefgh}
2	58.90 ± 0.19 ^{bcd}	59.07 ± 0.39 ^{bcd}	58.10 ± 0.50 ^{bcdefgh}	59.23 ± 0.17 ^{b}	59.22 ± 0.24 ^{b}	59.21 ± 0.46 ^{b}
3	57.07 ± 0.57 ^{efgh}	54.76 ± 0.38 ^{i}	58.23 ± 0.20 ^{bcdefgh}	58.00 ± 0.40 ^{bcdefgh}	57.37 ± 0.79 ^{cdefgh}	57.32 ± 0.86 ^{defgh}
4	58.79 ± 0.39 ^{bcde}	57.79 ± 0.94 ^{bcdefgh}	56.53 ± 0.41 ^{h}	59.24 ± 2.29 ^{b}	56.72 ± 0.89 ^{gh}	57.55 ± 0.11 ^{bcdefgh}
5	58.14 ± 2.03 ^{bcdefgh}	58.28 ± 0.29 ^{bcdefgh}	56.90 ± 0.42 ^{fgh}	58.10 ± 0.76 ^{bcdefgh}	54.70 ± 0.36 ^{i}	57.91 ± 0.63 ^{bcdefgh}
6	60.53 ± 0.65 ^{a}	58.64 ± 0.47 ^{bcdef}	59.11 ± 0.14 ^{bc}	57.71 ± 1.49 ^{bcdefgh}	56.79 ± 1.11 ^{gh}	58.90 ± 0.38 ^{bcd}

ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรกำกับต่างกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ ง.4 ค่า b ของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งในบรรจุภัณฑ์ที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บ (เดือน)	ข้าวกล้องปกติ			ข้าวกล้องเคลือบเจล		
	ถุงผ้าดิบ	ถุง PP	ถุง laminated	ถุงผ้าดิบ	ถุง PP	ถุง laminated
1	17.65 ± 0.10 ^{ghijklm}	17.66 ± 0.05 ^{ghijklm}	17.61 ± 0.06 ^{ghijklm}	18.27 ± 0.17 ^{defgh}	18.06 ± 0.11 ^{efghij}	18.38 ± 0.26 ^{cdefg}
2	18.22 ± 0.19 ^{defghi}	18.36 ± 0.20 ^{cdefg}	18.47 ± 0.21 ^{cdef}	19.22 ± 0.15 ^{ab}	18.56 ± 0.10 ^{bcde}	19.32 ± 0.19 ^{a}
3	17.01 ± 0.52 ^{mn}	16.60 ± 0.54 ^{n}	18.11 ± 0.10 ^{defghij}	17.82 ± 0.10 ^{efghijkl}	17.56 ± 0.35 ^{hijklm}	18.56 ± 0.30 ^{bcde}
4	17.62 ± 0.20 ^{ghijklm}	17.93 ± 0.65 ^{efghijk}	17.60 ± 0.19 ^{ghijklm}	17.45 ± 0.21 ^{ijklm}	17.48 ± 0.47 ^{hijklm}	19.03 ± 0.06 ^{abc}
5	17.12 ± 0.06 ^{lmn}	17.61 ± 0.62 ^{ghijklm}	17.73 ± 0.10 ^{fghijklm}	17.38 ± 0.50 ^{jklm}	16.62 ± 0.34 ^{n}	18.85 ± 0.11 ^{abcd}
6	15.36 ± 1.22 ^{o}	18.16 ± 0.34 ^{defghij}	18.49 ± 0.09 ^{bcdef}	17.74 ± 0.25 ^{fghijklm}	17.17 ± 0.14 ^{klmn}	19.08 ± 0.13 ^{abc}

ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$^{a, b}$ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรกำกับต่างกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ ง.5 ค่า water activity ของข้าวกล้องเคลือบเจลแป้งในบรรจุภัณฑ์ที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บ (เดือน)	ข้าวกล้องปกติ			ข้าวกล้องเคลือบเจล		
	ถุงผ้าดิบ	ถุง PP	ถุง laminated	ถุงผ้าดิบ	ถุง PP	ถุง laminated
3	0.667 ± 0.005 ^{i}	0.634 ± 0.014 ^{jk}	0.622 ± 0.005 ^{kl}	0.717 ± 0.009 ^{gh}	0.730 ± 0.009 ^{fg}	0.737 ± 0.006 ^{ef}
4	0.673 ± 0.002 ^{i}	0.630 ± 0.004 ^{jk}	0.626 ± 0.001 ^{jkl}	0.704 ± 0.008 ^{h}	0.742 ± 0.002 ^{cdef}	0.740 ± 0.002 ^{def}
5	0.704 ± 0.012 ^{h}	0.627 ± 0.021 ^{jkl}	0.614 ± 0.003 ^{l}	0.755 ± 0.006 ^{bc}	0.733 ± 0.008 ^{ef}	0.739 ± 0.006 ^{def}
6	0.759 ± 0.012 ^{ab}	0.640 ± 0.002 ^{j}	0.633 ± 0.005 ^{jk}	0.770 ± 0.005 ^{a}	0.747 ± 0.004 ^{bcde}	0.753 ± 0.004 ^{bcd}

ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรกำกับต่างกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนันทินี ศรีสุภัทรวนิช เกิดวันที่ 30 ธันวาคม 2524 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อปีการศึกษา 2545