

# ความมีชีวิตและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้อง

## Viability and Quality Changes in Brown Rice

อัญชลี ประเสริฐศักดิ์<sup>1)</sup> สุนันทา วงศ์ปิยชน<sup>1)</sup> ศิริวรรณ ตั้งวิสุทธิจิต<sup>1)</sup>

ศุภรัตน์ โฆษิตเจริญกุล<sup>2)</sup> ละม้ายมาศ ยังสุข<sup>3)</sup>

Anchalee Prasertsak<sup>1)</sup> Sununta Wongpiyachon<sup>1)</sup> Siriwan Tangwisuthijit<sup>1)</sup>

Suparat Kositcharoenkul<sup>2)</sup> Lamaimas Youngsuk<sup>3)</sup>

### Abstract

Viability and quality changes of brown rice are important to find out the appropriate approach for brown rice management in trade. Two experiments, (1) Survey on viability and qualities of brown rice in trade and (2) Longevity and quality changes of brown rice after harvest, were carried out in Pathum Thani Rice Research Center during 2002-2004. Viability of brown rice sampled from millers and exporters at the range of 0, 1-25, 26-50 and 80-100% were found at 5, 6, 12, 23 and 54%, respectively. Low amylose content, soft gel consistency and 1-2 aromatic level were found in all samples. Free fatty acid was 14.04-50.78 mg KOH/100 g starch. Aflatoxin B<sub>1</sub> of the samples were detected in the range of 0-11 ppb which were below maximum level against standard (20 ppb). Viability of KDML105 brown rice dropped to 48 and 26% within 3-month storage and dropped to 5 and 0% within 6-month storage in vacuum filling and normal package, respectively. Amylose content and gelatinization temperature did not change during 10-month storage. Free fatty acid increased with storage time. Brown rice stored in laminated plastic bag with vacuum filling was damage due to insect invasion within 8-month of storage whereas that in normal laminated plastic bag was damage within 4 months.

**Keywords :** brown rice, KDML105, storage time, viability, quality change, store, insects damage, aflatoxin B<sub>1</sub>

### บทคัดย่อ

ความมีชีวิตและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้อง เป็นข้อมูลสำคัญในการจัดการคุณภาพข้าวกล้องเพื่อการค้า ทำการศึกษาที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ปี พ.ศ. 2545-2547 มี 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 การสำรวจความมีชีวิตและคุณภาพของข้าวกล้องในระดับการค้า โดยเก็บตัวอย่างข้าวกล้องจากโรงสีและผู้ประกอบการส่งออกจำนวน 57 ตัวอย่าง พบว่า ความมีชีวิตของข้าวกล้อง 0, 1-25, 26-50 และ 80-100% คิดเป็นร้อยละ 5, 6, 12, 23 และ 54 ตามลำดับ คุณภาพข้าวกล้องจัดอยู่ในประเภทข้าวอมิโลสต่ำ ค่าคงตัวของแป้งสุกอ่อน และมีความหอมระดับ 1-2 ปริมาณกรดไขมันอิสระ 14.04-50.78 มิลลิกรัม KOH/แป้ง 100 กรัม ปริมาณสารพิษ Aflatoxin B<sub>1</sub> 0-11 ppb ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐาน (20 ppb) การทดลองที่ 2 ศึกษาความยาวนานของความมีชีวิตและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ความมีชีวิตของข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 ลดลงจาก 90%

1) ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ. ธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12110 โทร 02-5771688-9

Pathum Thani Rice Research Center, Thanyaburi, Pathum Thani 12110, Tel. 02-5771688-9

2) สำนักวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป โทร. 02-5796010

Post Harvest and Products Processing Research and Development Office, Tel. 02-5796010

3) ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร อ. เมือง จ. สกลนคร 47000 โทร. 042-730632

Sakon Nakhon Rice Research Center, Muang, Sakon Nakhon 47000, Tel. 042-730632

ในช่วงบรรจุถุง เหลือ 48 และ 26% ในเดือนที่ 3 ของการเก็บรักษา ในสภาพสุญญากาศและสภาพปิดผนึกปกติ ตามลำดับ และลดเหลือ 5 และ 0% ในเดือนที่ 6 ปริมาณอมิโอสและค่าการสลายตัวของเมล็ดในต่างไม่เปลี่ยนแปลง แต่ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ข้าวกล้องที่บรรจุถุงในสภาพสุญญากาศเริ่มพบการทำลายของแมลงในเดือนที่ 8 ของการเก็บรักษา ส่วนข้าวกล้องที่บรรจุถุงในสภาพปิดผนึกปกติ พบการทำลายของแมลงในเดือนที่ 4

**คำสำคัญ:** ข้าวกล้อง ข้าวหอมมะลิ 105 ความมีชีวิต การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ aflatoxin B<sub>1</sub> การเก็บรักษา การทำลายของแมลง

## คำนำ

ข้าวกล้องเป็นข้าวที่กะเพาะเอาส่วนเปลือกออก โดยที่ยังมีจมูกข้าวหรือคัพพะ (embryo) เยื่อหุ้มผล (pericarp) เยื่อหุ้มเมล็ด (testa) และ เยื่อออเลูโรน (aleurone layers) ติดอยู่ ซึ่งเป็นส่วนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น โปรตีน ไขมัน วิตามิน และเกลือแร่ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายในปริมาณสูงกว่าข้าวขัดขาว จมูกข้าวหรือคัพพะนี้เป็นส่วนที่มีชีวิตที่สามารถเจริญเป็นต้นอ่อนต่อไป เมื่อนำไปเพาะในสภาพที่เหมาะสม การส่งออกข้าวกล้องจึงอาจจะเป็นช่องทางหนึ่ง ที่จะทำให้ประเทศไทยสูญเสียทรัพยากรด้านพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดีให้กับต่างชาติ หากมีการนำไปขยายพันธุ์หรือปรับปรุงพันธุ์ ประเทศนั้นก็อาจกลายเป็นคู่แข่งสำคัญทางการค้าข้าวของไทยในอนาคต ดังนั้น จากการประชุมคณะทำงานพิเศษเพื่อศึกษากฎหมาย และผลกระทบในการแก้ไขปัญหาการปกป้องพันธุ์ข้าวหอมมะลิไทย จึงมีข้อเสนอแนะในการส่งออกข้าวกล้องว่า ควรมีการทำลายความงอกของข้าวกล้องก่อนส่งออก

ปัจจุบัน ข้าวพันธุ์ดีของไทยทั้งที่เป็นพันธุ์พื้นเมืองและปรับปรุงขึ้นใหม่มีลักษณะเมล็ดคล้ายคลึงกัน คือเป็นข้าวเมล็ดยาวเกิน 7.0 มิลลิเมตร และรูปร่างเรียวยาว แต่คุณภาพข้าวอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณแป้งอมิโอส ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ 1) ข้าวเหนียว (อมิโอส 0-5%) 2) ข้าวเจ้าอมิโอสต่ำหรือข้าวนุ่ม (อมิโอสต่ำกว่า 20%) เช่น ข้าวหอมมะลิ ซึ่งเป็นข้าวมีกลิ่นหอมเมื่อหุงสุกแล้วจะได้ข้าวสวยนุ่มและค่อนข้างเหนียว 3) ข้าวเจ้าอมิโอสปานกลาง (อมิโอส 21-26%) หรือข้าวอ่อนซึ่งเป็นข้าวชนิดขาวตาแห้ง เป็นข้าวสวยร่วนแต่ไม่แข็ง และ 4) ข้าวเจ้าอมิโอสสูง (26-34%) ซึ่งเป็นข้าวชนิดข้าวเสาไห้ เป็นข้าวสวยร่วนแข็งและหุงขึ้นหม้อ

สำหรับข้าวหอมมะลิไทยนั้น กระทรวงพาณิชย์ ได้จัดทำมาตรฐานสินค้าข้าวหอมมะลิไทยขึ้น โดยให้คำนิยามไว้ว่า "ข้าวหอมมะลิเป็นข้าวที่แปรสภาพจากพันธุ์ข้าวหอมที่กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ประกาศรับรอง ได้แก่ พันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 กข15 และข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1" รวมทั้งพันธุ์ปทุมธานี 1 ซึ่งเป็นพันธุ์รับรองพันธุ์ล่าสุด ดังนั้นการปกป้องทรัพยากรข้าวไทย จึงรวมถึงข้าวหอมมะลิของไทยซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของข้าวไทยคุณภาพดีด้วย

เกร็ดัน และคณะ (2545) ได้รายงานไว้ว่า ข้าวกล้องที่สีใหม่ และข้าวกล้องที่จำหน่ายตามร้านค้า มีการปนเปื้อนของแอฟลาทอกซินในปริมาณ 2-34 และ 2-15 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และยังพบว่า การมีแมลงทำลายเมล็ดข้าวบางส่วน และการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่ไม่ดีพอเป็นระยะเวลานาน จะช่วยส่งเสริมให้เชื้อราเจริญและสร้างแอฟลาทอกซินได้ ซึ่งการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในองค์การค้าโลก (WTO) ได้มีมติจัดทำข้อกำหนดเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติในการป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในเมล็ดข้าวและธัญพืช โดยกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษจากเชื้อราที่ยอมให้มีได้ เช่น กำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษ ochratoxin A ในเมล็ดข้าว เมล็ดธัญพืช และผลิตภัณฑ์ไว้ที่ 5 และ 3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งบังคับใช้ในปี พ.ศ. 2544 นอกจากนี้ยังมีสารพิษที่สำคัญอื่น ๆ อีก ได้แก่ aflatoxin fumonisin และ zearalenone การศึกษาการทำลายของแมลงและสารพิษที่อาจปนเปื้อนอยู่ในเมล็ดข้าวกล้องระหว่างการเก็บรักษา จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

ดังนั้น จึงควรมีการสำรวจความมีชีวิตและคุณภาพข้าวกล้องในระดับการค้า ความยาวนานในการมีชีวิต

และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องหลังการเก็บเกี่ยว รวมทั้งการทำลายของแมลงตลอดจนสารพิษที่อาจปนเปื้อนอยู่ในเมล็ดข้าวกล้องระหว่างการเก็บรักษา โดยใช้ข้าวที่ได้จากการตากลดความชื้นตามหลักวิชาการ เพื่อได้ข้อมูลที่แท้จริงของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และเป็นแนวทางในการจัดการคุณภาพข้าวกล้องเพื่อการค้าต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การทดลองที่ 1 สํารวจความมีชีวิตและคุณภาพของข้าวกล้องในระดับการค้า

ทำการสำรวจและสุ่มตัวอย่างข้าวกล้องจากโรงสีและผู้ประกอบการส่งออก จากจังหวัดร้อยเอ็ด บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ หนองคาย อุบลราชธานี และลพบุรี ในช่วงเดือนธันวาคม 2545 - มีนาคม 2547 จำนวน 57 ตัวอย่าง มาศึกษาความมีชีวิต โดยการทดสอบด้วยสารละลายเตตราโซเลียมคลอไรด์ และเพาะความงอกโดยวิธีปลอดเชื้อ คุณภาพทางกายภาพ เช่น ความขาวและความแกร่งของข้าวกล้อง คุณภาพทางเคมี เช่น ปริมาณ อมิโลส ค่าความคงตัวของแป้งสุก ค่าการสลายตัวของเมล็ดในด่าง การยืดตัวของแป้งสุก และกรดไขมันอิสระ ตลอดจนการทำลายของแมลง และสารพิษที่ปนเปื้อนอยู่ในเมล็ด

### การทดลองที่ 2 ความยาวนานของควมมีชีวิตและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องหลังจากเก็บเกี่ยว

ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยวิธีหว่านน้ำตม ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ช่วงปี พ.ศ. 2545-2547 ดูแลรักษาตามปกติ เก็บเกี่ยวข้าว 30 วัน หลังออกดอก 75% ตากลดความชื้นตามหลักวิชาการ จนได้ความชื้นเมล็ด 14% นำข้าวที่ได้มาแกะเป็นข้าวกล้องและบรรจุถุงพลาสติกแบบลามิเนต (Nylon-LLDPE) ขนาดหนา 100 ไมครอน ถูละ 1 กิโลกรัม โดยบรรจุในสภาพสุญญากาศ และสภาพปิดผนึกปกติ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องจำนวน 14 ชั่วโมง เป็นเวลา 10 เดือน ทำการสุ่มตัวอย่างข้าวทุกเดือน มาตรวจสอบความมีชีวิต โดยการทดสอบด้วยสารละลายเตตราโซเลียมคลอไรด์ และเพาะความงอกโดยวิธีปลอดเชื้อ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณอามิโลส ไขมัน กรดไขมันอิสระ

ค่าความคงตัวของแป้งสุก ค่าการสลายตัวของเมล็ดในด่าง ปริมาณการทำลายของแมลง สารพิษที่ปนเปื้อนอยู่ในเมล็ด ตลอดจนความขาวและความแกร่งของเมล็ด

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### การทดลองที่ 1 สํารวจความมีชีวิตและคุณภาพของข้าวกล้องในระดับการค้า

ความมีชีวิตของข้าวกล้องจากโรงสี และผู้ประกอบการส่งออก ที่ 0, 1-25, 26-50, 51-79 และ 80-100% พบว่า มีจำนวน 4, 3, 7, 13 และ 30 ตัวอย่าง (Fig. 1) คิดเป็นร้อยละ 5, 6, 12, 23 และ 54 ตามลำดับ ด้านคุณภาพข้าวกล้องพบว่า มีปริมาณอามิโลส 15.7-17.5% จัดอยู่ในประเภทข้าวอามิโลสต่ำ ค่าความคงตัวของแป้งสุกอ่อน 79-100 มม. ค่าการสลายตัวของเมล็ดในด่าง 6-7 อุณหภูมิแป้งสุกต่ำกว่า 70 °ซ. ค่าการยืดตัวของแป้งสุก 1.57-1.78 ค่าความหอมอยู่ในระดับ 1-2 ปริมาณกรดไขมันอิสระ 14.04-50.78 มก. KOH/แป้ง 100 กรัม ค่าความขาว 20.1-27.3 ค่าความแกร่ง 7.17-11.76 กก./ตร.ม. ปริมาณสารพิษ aflatoxin B<sub>1</sub> 0-11 ppb ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน (20 ppb) (Table 1)

### การทดลองที่ 2 ความยาวนานของควมมีชีวิตและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องหลังจากเก็บเกี่ยว

ความมีชีวิตของข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 อยู่ที่ 90% ในช่วงบรรจุถุงลดลงเหลือ 48 และ 26% ในเดือนที่ 3 ของการเก็บรักษา ในสภาพสุญญากาศและสภาพปิดผนึกปกติ ตามลำดับ และลดลงเหลือ 5 และ 0% ในเดือนที่ 6 ของการเก็บรักษา (Fig. 2) ปริมาณอามิโลส

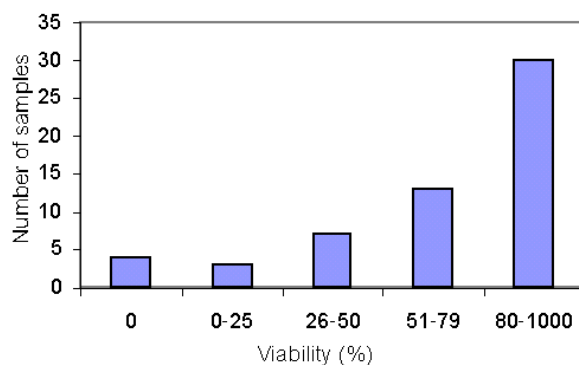


Fig. 1 Viability of brown rice sampled from millers and exporters in trade

Table 1 Grain quality of brown rice sampled from millers and exporters in trade

| Measurement                           | Minimum-Maximum |
|---------------------------------------|-----------------|
| Amylose (%)                           | 15.7-17.5       |
| Gel consistency (mm)                  | 79 -100         |
| Alkali test                           | 6-7             |
| Gelatinization temperature (°C)       | <70             |
| Elongation ratio                      | 1.57-1.78       |
| Aroma                                 | 1 -2            |
| Free fatty acid (mg KOH/100 g starch) | 14.04 - 50.78   |
| Whiteness                             | 20.1-27.3       |
| Strengthness (kg/m <sup>2</sup> )     | 7.17-11.76      |
| Aflatoxin B <sub>1</sub> (ppb)        | 0 -11           |

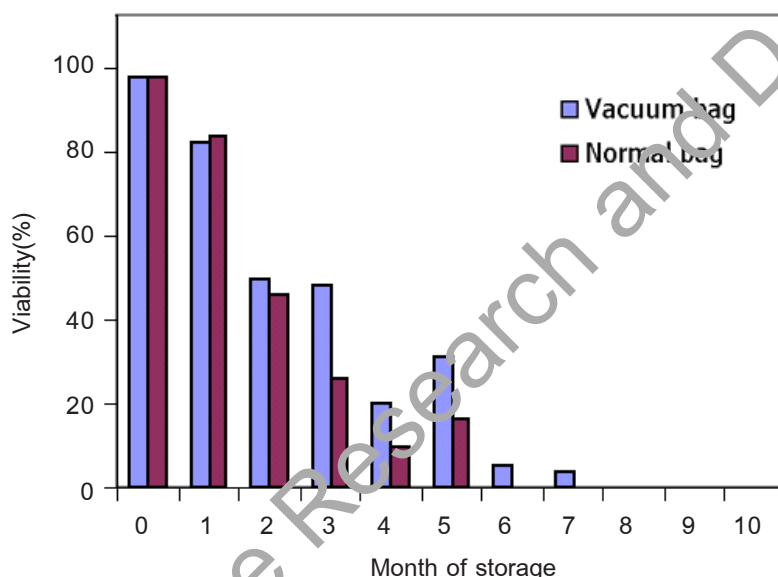


Fig. 2 Viability(%) of brown rice in laminated plastic vacuum bag and laminated plastic normal bag during 10-month storage

ไม่เปลี่ยนแปลง โดยอยู่ในช่วง 16.0-17.5% ค่าการสลายตัวของเมล็ดในถังอยู่ในระดับ 7 อุณหภูมิแบ่งสุกต่ำกว่า 70°ซ. ค่าความคงตัวของแบ่งสุกอ่อน 72-90 มม. (Table 2) โดยที่ค่าเริ่มลดต่ำกว่า 80 มม. ในเดือนที่ 9 ของการเก็บรักษา (Table 2) แต่ยังคงจัดอยู่ในระดับความคงตัวของแบ่งสุกอ่อน (งามขึ้น, 2546) ปริมาณไขมัน 2.59-3.15% แต่ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Fig. 3)

ในการเก็บรักษาทั้ง 2 สภาพ พบว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระไม่แตกต่างกันมากนัก และมีค่าค่อนข้างสูง

ทั้งนี้อาจเนื่องจากการหลังการสุ่มและตัดถุงแล้วไม่ได้วิเคราะห์ทันที ตัวอย่างที่มีการสัมผัสกับอากาศทำให้เกิดข้อผิดพลาด ค่าความขาว และความแข็งแรงของข้าวกล้องที่เก็บรักษาใน 2 สภาพไม่แตกต่างกัน ค่าความขาว 23.1-24.67 ค่าความแข็งแรง 7.19-10.80 กก./ตร.ม. (Fig. 4) ด้านการทำลายของแมลง พบว่า ข้าวกล้องที่บรรจุถุงในสภาพสุญญากาศเริ่มมีการทำลายของแมลงในเดือนที่ 8 ของการเก็บรักษา ส่วนข้าวกล้องที่บรรจุถุงในสภาพปิดผนึกปกติ เริ่มมีการทำลายของแมลงในเดือนที่ 4 และมีปริมาณข้าวที่ถูกทำลายมากกว่าข้าวที่บรรจุถุงใน

Table 2 Amylose, alkali test and fat of brown rice in laminated plastic vacuum bag and laminated plastic normal bag during 10-month storage

| Storage<br>(month) | Amylose (%) |        | Gel consistency (mm) |        | Alkali test |        | Fat (%) |        |
|--------------------|-------------|--------|----------------------|--------|-------------|--------|---------|--------|
|                    | Vacuum      | Normal | Vacuum               | Normal | Vacuum      | Normal | Vacuum  | Normal |
| 1                  | 17.04       | 17.24  | 90                   | 89     | 7           | 7      | 3.12    | 2.94   |
| 2                  | 17.16       | 17.16  | 90                   | 79     | 7           | 7      | 2.94    | 3.01   |
| 3                  | 17.51       | 17.10  | 88                   | 85     | 7           | 7      | 3.09    | 3      |
| 4                  | 17.17       | 16.73  | 82                   | 81     | 7           | 7      | 3.05    | 2.95   |
| 5                  | 17.03       | 16.75  | 80                   | 80     | 7           | 7      | 3.03    | 2.96   |
| 6                  | 16.95       | 17.09  | 83                   | 80     | 7           | 7      | 3.16    | 3.03   |
| 7                  | 17.21       | 16.99  | 81                   | 82     | 7           | 7      | 3.04    | 2.97   |
| 8                  | 16.74       | 16.71  | 80                   | 80     | 7           | 7      | 3.04    | 2.95   |
| 9                  | 16.52       | 16.98  | 78                   | 78     | 7           | 7      | 2.93    | 2.59   |
| 10                 | 17.03       | 17.2   | 72                   | 72     | 7           | 7      | 2.96    | 2.89   |

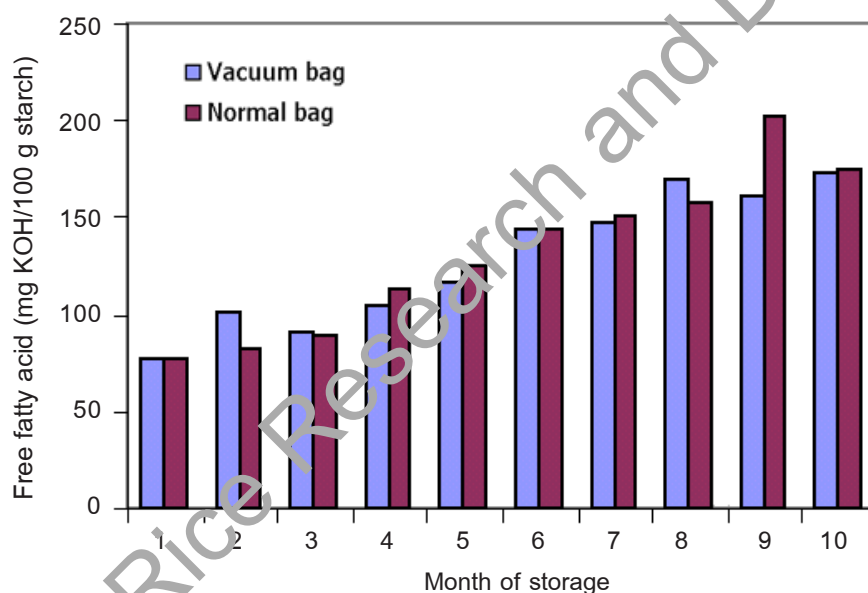
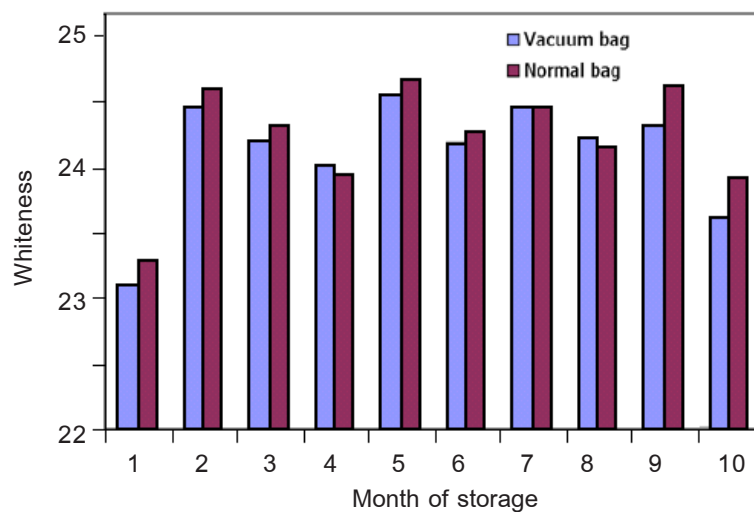


Fig. 3 Free fatty acid (mg KOH/100 g starch) of brown rice in laminated plastic vacuum bag and laminated plastic normal bag during 10-month storage

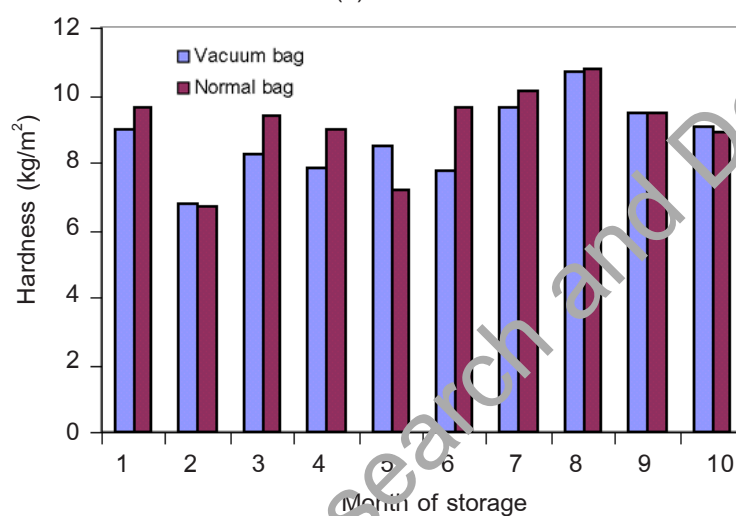
สภาพสุญญากาศ (Fig. 5) งานทดลองนี้จะสมบูรณ์ยิ่งขึ้นหากมีการทดสอบคุณภาพการหุงต้มและรับประทานประกอบด้วย เพื่อเป็นตัวชี้วัดถึงระยะเวลาเก็บรักษาในการบริโภค อย่างไรก็ตาม งานชิ้นและคณะ (2533) พบว่าข้าวกล้องปกติสามารถเก็บในอุณหภูมิห้องได้นาน 6 เดือน จากนั้นจะปรากฏกลิ่นเหม็นในข้าวสุก

### สรุปผลการทดลอง

ข้าวกล้องจากโรงสีและผู้ประกอบการส่งออก ที่มีควมมีชีวิต 0 , 1-25 , 26-50 และ 80-100% จำนวน 4, 3, 7, 13 และ 30 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5, 6, 12, 23 และ 54 ตามลำดับ คุณภาพข้าวจัดอยู่ในประเภทข้าวอมิโลสต่ำ มีความหอมระดับ 1-2 ปริมาณกรดไขมันอิสระ 14.04-50.78 มก. KOH/แป้ง 100 กรัม ปริมาณ



(a) Whiteness



(b) Hardness

Fig. 4 Whiteness (a) and Hardness ( $\text{kg/m}^2$ ) (b) of brown rice in laminated plastic vacuum bag and laminated plastic normal bag during 10-month storage

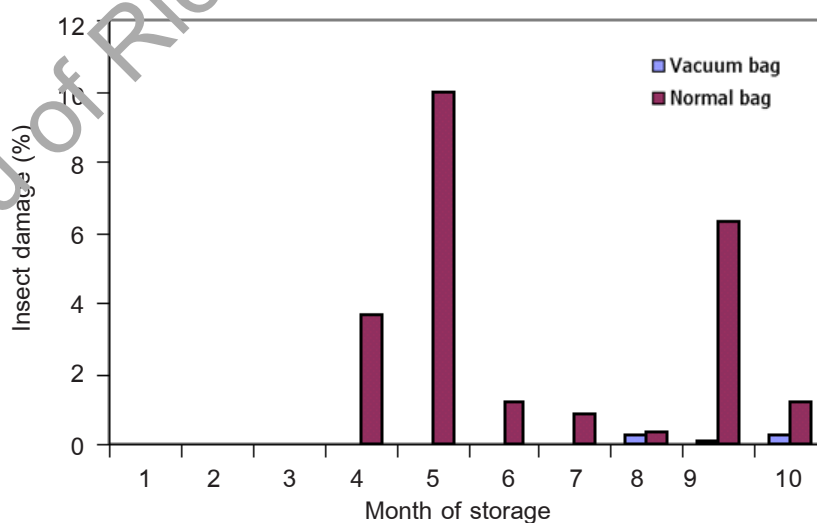


Fig. 5 Insect damage (%) of brown rice in laminated plastic vacuum bag and laminated plastic normal bag during 10-month storage



สารพิษ aflatoxin B<sub>1</sub> 0-11 ppb ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐาน ( 20 ppb )

ในเดือนที่ 3 ของการเก็บรักษา ความมีชีวิตของข้าวกล้องลดลงเหลือ 48 และ 26% ในสภาพสุญญากาศ และสภาพปิดผนึกปกติ ตามลำดับ และลดเหลือ 5 และ 0% ในเดือนที่ 6 ปริมาณมิโอสและค่าการสลายตัวของเมล็ดยังคงไม่เปลี่ยนแปลง แต่ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ข้าวกล้องที่บรรจุถุงในสภาพสุญญากาศพบการทำลายของแมลงในเดือนที่ 8 ส่วนข้าวกล้องที่บรรจุถุงในสภาพปิดผนึกปกติ เริ่มมีการทำลายของแมลงในเดือนที่ 4

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณงามชื่น คงเสรี ผู้เชี่ยวชาญด้านข้าว กรมวิชาการเกษตร ที่ช่วยให้คำแนะนำในระยะเริ่มต้นของงานทดลอง

### เอกสารอ้างอิง

- งามชื่น คงเสรี. 2546. ข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว. กรมวิชาการเกษตร. 167 หน้า.
- งามชื่น คงเสรี, กัมปนาท มุขดี, พูลศรี สว่างจิต, อัญชลี ศรีรัมย์, ประนอม มงคลบรรจง และจันทนา สรสิริ. 2533. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพการหุงต้มและรับประทานของข้าวเมื่อเก็บเมล็ดในสภาพต่างๆ. หน้า 138-153. ใน : รายงานผลงานวิจัยปี 2533. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.
- ศุภรัตน์ โฆษิตเจริญกุล, อมรา ชินภูติ และกัญจนา พุทธสมัย. 2545. การปนเปื้อนของแอฟลาทอกซินในระบบการผลิตและการจำหน่ายข้าวกล้อง ข้าวสารโรคพืชและจุลชีววิทยา 12 (2) : 122-131.