การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้ง

คำนำ

รายงานเรื่องการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวและแป้งข้าว ซึ่งเป็นรายงานที่จัดทำขึ้นในระหว่างการออกสหกิจศึกษาที่บริษัท เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งเป็นโครงงานที่ Job Supervisor ได้มอบหมายให้ เนื้อหาของรายงานฉบับนี้ประกอบด้วย ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวและแป้งที่ได้จากการโม่ข้าวแบบเปียกและการโม่แบบแห้งเปรียบเทียบกัน และยังนำแป้งที่โรงงานทำการผลิตเป็นสินค้ามาร่วมเป็นตัวเปรียบเทียบด้วย ผลการทดลองที่ได้จะนำมาสรุปผลว่าปัจจัยของข้าวตัวใดที่มีผลต่อคุณภาพของแป้งที่ผลิตได้

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเนื้อหาในรายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจไม่มากก็น้อย หากเกิดข้อผิดพลาดประการใดผู้จัดทำก็ขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

26 /12 / 2544

กิตติกรรมประกาศ

การที่คณะผู้จัดทำได้ออกสหกิจศึกษา ณ บริษัท เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 10 กันยายน 2544 – 28 ธันวาคม 2544 ส่งผลให้ได้รับความรู้และประสบการณ์มากมาย ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณทางบริษัทที่เห็นความสำคัญของระบบการศึกษาแบบสหกิจศึกษาของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นอย่างดีตลอดมา รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ต้องขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้ความสะดวกเกี่ยวกับอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทำการทดลอง เจ้าหน้าที่ศูนย์บรรณสารและสื่อการสอนที่ให้ความสะดวกในการหาข้อมูลที่ใช้ประกอบในเนื้อหาของรายงาน คุณศราพร ว่องสาทรกิจ Job Supervisor ซึ่งเป็นผู้ที่สอนให้พวกเราได้รู้จักโรงงานอุตาหกรรมดีขึ้นอันเป็นประสบการณ์ในการทำงานกับพวกเรา ตลอดจนในคำแนะนำในทุกเรื่อง พี่ๆพนักงานห้อง Q.C และท้ายสุดขอขอบคุณในน้ำใจไมตรีที่พี่ๆ ชาว เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ ทุกๆ คนที่มอบให้

ผู้จัดทำ

26 / 12 / 2544

สารบัญ

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า

สารบัญตาราง

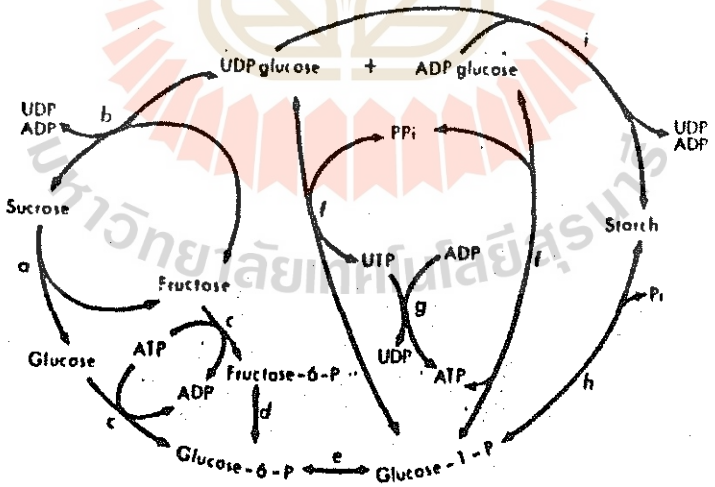
บทนำ

ข้าว (Oryza sativa) มีต้นกำเนิดทางภาคตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ปลูกมากในพื้นที่แถบมรสุมซึ่งมีฝนตกชุกและแสงแดดพอเพียงซึ่งได้แก่พันธุ์อินดิคา (O . sativa , indica) ส่วนพันธุ์จาปอนิคา (O . sativa , japonica) จะขึ้นได้ในพื้นที่อบอุ่น นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ข้าวอีกหลายๆ พันธุ์สามารถขึ้นในภูมิอากาศที่แตกต่างกันมาก จากสภาพที่มีความชื้นมากเป็นสภาพที่เย็นตามชายเขาแอปส์ (Alps) ขึ้นได้ทั้งที่เขาสูงถึง 3050 เมตรในประเทศอินเดีย และในที่ลุ่มซึ่งน้ำท่วมขังในเขตมรสุม ดังนั้นข้าวจึงเป็นธัญชาติที่มนุษย์มากกว่าครึ่งของโลกใช้บริโภคเป็นอาหารหลัก โดยมีประเทศจีนปลูกข้าวมากที่สุดในโลก

การเกิดขององค์ประกอบทางเคมีของในเมล็ด

การเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะและชีวเคมีภายในเมล็ดจะเกิดควบคู่กัน โดยเริ่มการเปลี่ยนหลังจากดอกไม้ได้รับการผสมจะเกิดการสร้างเนื้อเมล็ดขึ้น จากการแบ่งตัวของนิวเคลียสอย่างรวดเร็วเริ่มจากเกิดผนังเซลล์ มีการสร้างสตาร์ชขึ้นในอะมิโลพลาส (Amyloplasts) ต่อจากนั้นเป็นการสร้างโปรตีนที่มีรูปร่าง (protein bodies) ส่วนการสร้างคัพภะของเมล็ดจะเกิดภายหลังจากการสร้างเนื้อเมล็ดไปแล้ว 3 - 5 % ของน้ำหนักเมล็ดแห้งทั้งหมด และในส่วนคัพภะนี้จะเกิดการสร้างโปรตีนที่มีรูปร่าง และส่วนสำคัญต่างๆ ของเซลล์รวมทั้งไรโบโซม (ribosome) ในขณะเดียวกันมนส่วนเนื้อเมล็ด ก็จะมีการสร้างส่วนอื่นขึ้นตามลำดับ พร้อมกับการขยายขนาดของเม็ดสตาร์ช (starch granule) ในขณะเดียวกับการเปลี่ยนแปลงโครงร่างของเมล็ดจะทำให้เกิดปฏิกิริยาชีวเคมีทำให้มีการสะสมของสารอาหารภายใน ซึ่งเป็นผลจากสารอาหารบางอย่างจากส่วนต่างๆ ของต้นจะเข้าสู่เมล็ด เช่นน้ำตาลซูโครสเป็นแหล่งในการสร้างไขมันและคาร์โบไฮเดรต อิออนของแอมโมเนียมร่วมกับกรดอะมิโนจะใช้สร้างโปรตีน เป็นต้น

การสะสมคาร์โบไฮเดรตในเมล็ด



<u>รูป 1</u> แนวทางการเกิดสตาร์ชจากซูโครส

ที่มา : Perez, et. al , 1975

การนำน้ำตาลซูโครสมาใช้ในการสร้างสตาร์ชสะสมในเมล็ดนั้นจำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับพลังงานและการเปลี่ยนแปลงโดยเอนไซม์หลายชนิด (รูป 1) ได้แก่

a = invertase

b = UDP (ADP) – dependent sucrose synthase

c = hexokinase

d = glucose – 6 – phosphate ketoisomerase

e = phosphoglucomutase

f = UDP (ADP) - glucose phosphorylase

g = nucleoside diphosphokinase

h = phosphorylase

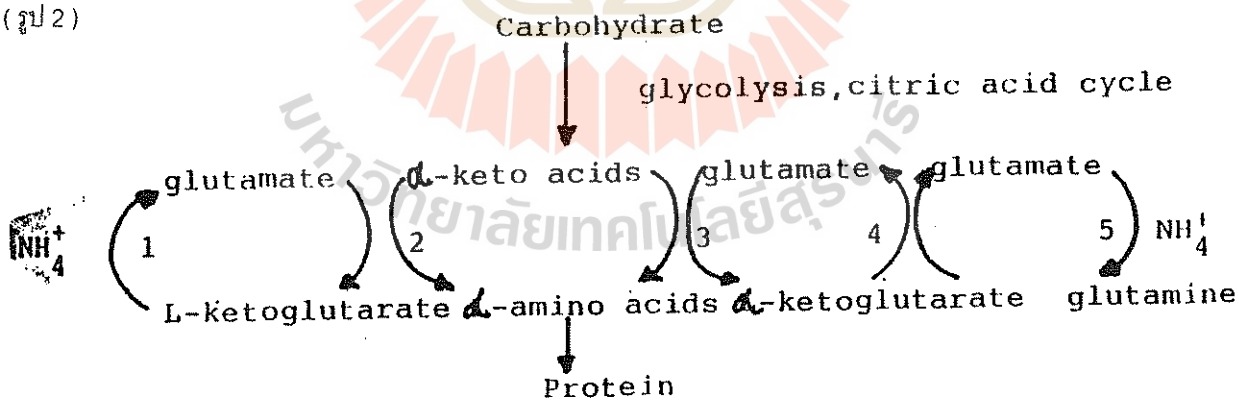
I = ADP (UDP) - glucose starch synthase

จนในที่สุดจะได้สตาร์ชซึ่งประกอบด้วยอะมิโลสและอะมิโลเพกตินในปริมาณต่างๆ กันขึ้นอยู่กับชนิดของธัญชาติ

ส่วนการเกิดโพลิแซ็กคาไรด์ที่ไม่ใช่สตาร์ช ส่วนใหญ่จะเป็นเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสโดยที่เซลลูโลสจะเกิดจากกลูโรสได้เป็น บีตา – กลูแคน (β - glucan) ซึ่งประกอบด้วย บีตา - (1,3) - กลูแคน ประมาณ 30 % และบีตา (1,4) – กลูแคนอีกประมาณ 70 % ส่วนประกอบของเฮมิเซลลูโลสจะเกิดจากน้ำตาลเพนโทสทั้งหมดหรือมีทั้งน้ำตาลเพนโทสและน้ำตาลเฮกโซส

การสะสมของโปรตีนในเมล็ด

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการสะสมโปรตีนในเมล็ดยังเป็นเรื่องที่ลำบากเนื่องจากเมล็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่เจริญเติบโตอยู่ตลอดเวลา และการเดินทางของสารอาหารในพืชจะขึ้นกับสภาพแวดล้อมนับตั้งแต่ พันธุ์ ดิน ฟ้า อากาศ รวมทั้งการใส่ปุ๋ย ทำให้ปริมาณและโครงสร้างของโปรตีนไม่คงที่ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตและแหล่งสะสม แต่ส่วนใหญ่แล้วปริมาณโปรตีนในเมล็ดมีมากในเนื้อเมล็ดเนื่องจากเป็นส่วนที่มีมากที่สุดในเมล็ด นอกจากนี้ก็มีมากที่สุดที่คัพภะ แต่มีน้อยในส่วนอื่นของเมล็ด ในการเกิดโปรตีนนั้นอาจเริ่มจากกการสังเคราะห์กรดอะมิโนขึ้นภายในเมล็ดเอง ถ้ามีสารพวกเอไมด์ (Amides) มากโดยมีเอนไซม์เป็นสารเร่งการสังเคราะห์ นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียมอิออนกับคาร์โบไฮเดรต (รูป 2)



<u>รูป 2</u> การสังเคราะห์กรดอะมิโนจากคาร์โบไฮเดรตและอิออนของแอมโมเนียม

ที่มา : Duffus และ Slaughter, 1980

จะเห็นได้ว่าจากกระบวนการสังเคราะห์กรดอะมิโน ซึ่งต่อไปจะรวมเป็นโมเลกุลใหญ่ของโปรตีนนั้น ต้องมีแหล่งไนโตรเจนและมีเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาซึ่งได้แก่

1 = Glutamate dehydrogenase

2 = Tranaminases

3 = Tranaminases

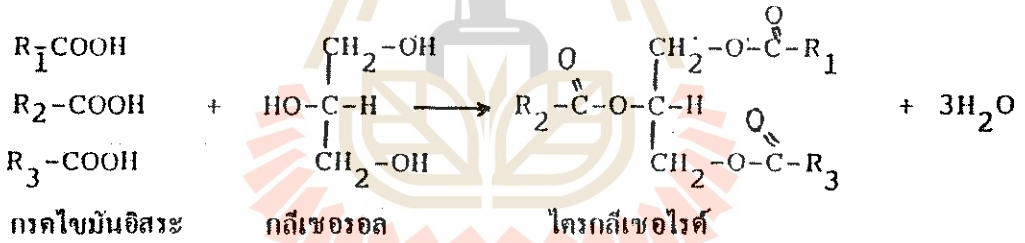
4 = Glutamate synthase

5 = Glutamine synthase

ในการรวมตัวของกรดอะมิโนที่สังเคราะห์ได้นี้ ทำให้เกิดเป็นโปรตีนหลายร้อยชนิดที่มีโครงสร้างองค์ประกอบเป็นกรดอะมิโนแตกต่างกันอยู่ในเมล็ด ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะศึกษาลักษณะการสะสมของโปรตีนในเมล็ดแต่ละโมเลกุล ต้องศึกษาเป็นกลุ่มของโปรตีนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันตามวิธีของออสบอร์น (Osborne, 1924) ซึ่งแบ่งเป็น แอล-บลูมิน (albumin) โกลบลูลิน (Globulin) กลูเตลิน (glutelin) และ โปรลามิน (prolamin) โดยพบว่าแอลบลูมินจะมากในขณะที่เมล็ดกำลังเจริญแต่จะมีปริมาณลดลงเมื่อเมล็ดแก่เต็มที่ ส่วนโกลบูลิน กลูเตลิน และ โปรลามิน จะมีปริมาณมากขึ้นตามการเจริญเติบโตของเมล็ด แต่จะมีอัตราส่วนในการเพิ่มแตกต่างกันตามชนิดของโปรตีนและชนิดของธัญชาติ

การสะสมไขมันในเมล็ด

ไขมันที่เกิดการสะสมภายในเมล็ดมีหลายชนิด แต่ที่สำคัญส่วนใหญ่มีกรดไขมันประเภทไม่อิ่มตัว เช่น กรดโอเลอิก กรดลิโนเลอิก และกรดลิโนเลนิก เป็นองค์ประกอบของไขมัน ทำให้ไขมันที่ได้จากเมล็ดพืชมีคุณค่าทางอาหารดีกว่าไขมันที่ได้จากสัตว์ โดยที่ไขมันเหล่านี้จะแทรกตามส่วนต่างๆ ของเมล็ดและจะเกิดเพิ่มมากขึ้นเมื่อเมล็ดเจริญเติบโตขึ้น จนในที่สุดเมล็ดแก่เต็มที่จะมีไขมันมากที่สุดในคัพภะ และจะมีไขมันพวกไตรกลีเซอไรด์มากที่สุด คือมีมากกว่า 70 % ของไขมันทั้งหมดที่มีในเมล็ด (รูป 3)



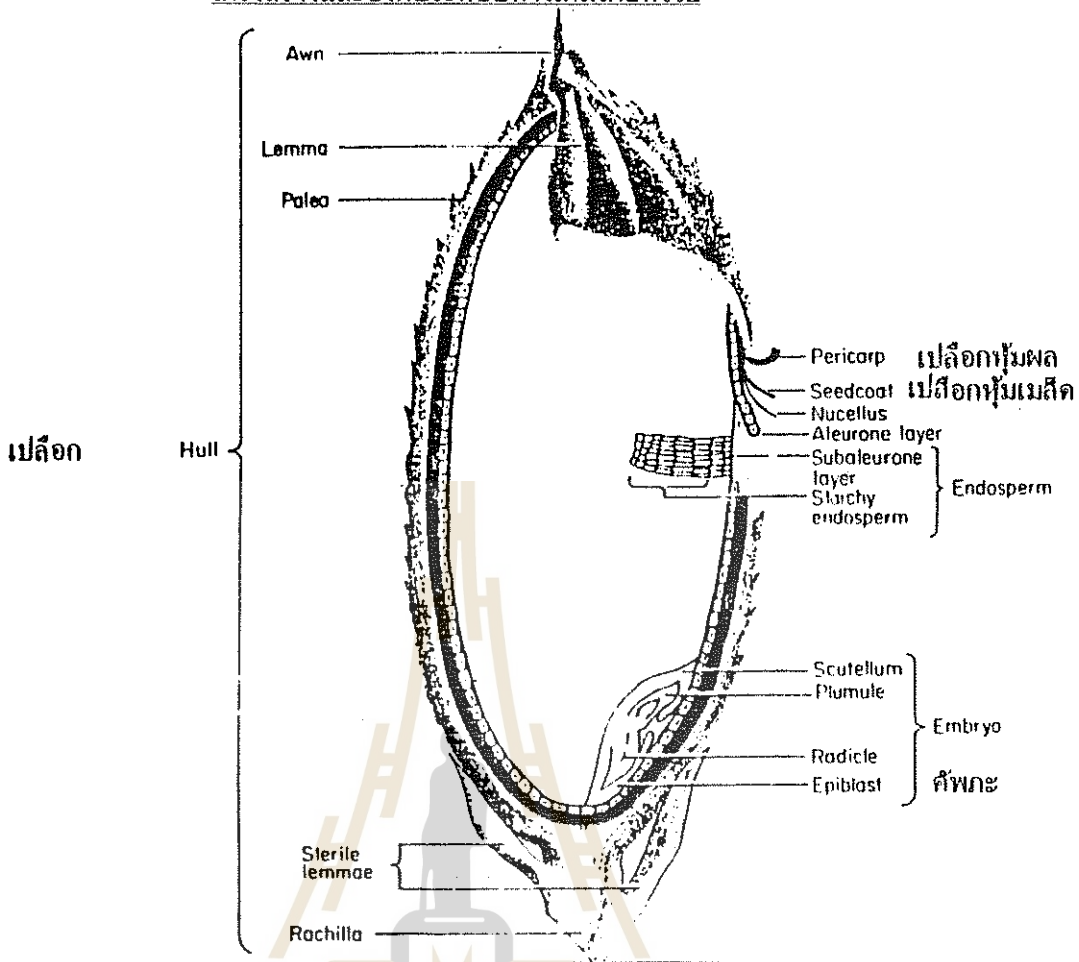
รูป 3 การเกิดไตรกลีเซอไรด์

ที่มา : Duffuse และ Slaughter , 1980

การสะสมของแร่ธาตุ

ขณะที่เมล็ดกำลังเจริญ กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีส่วนมากต้องการแร่ธาตุบางชนิด เช่น เหล็ก สังกะสี แมกนีเซียม เป็นสารเร่งปฏิกิริยา ในกระบวนการแบ่งตัวของเซลล์ กระบวนการไกลโคไลซิส การสังเคราะห์โปรตีน ดังนั้นจึงเกิดการสะสมแร่ธาตุในส่วนต่างๆ ของเมล็ดแตกต่างกัน

<u>โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีโดยทั่วไป</u>



ลักษณะเมล็ด ตัดขวาง ดูจากกล้อง จุลทรรศน์แบบสแกนนิง (SEM)

<u>รูป 4</u> โครงร่างภายในของเมล็ดข้าว

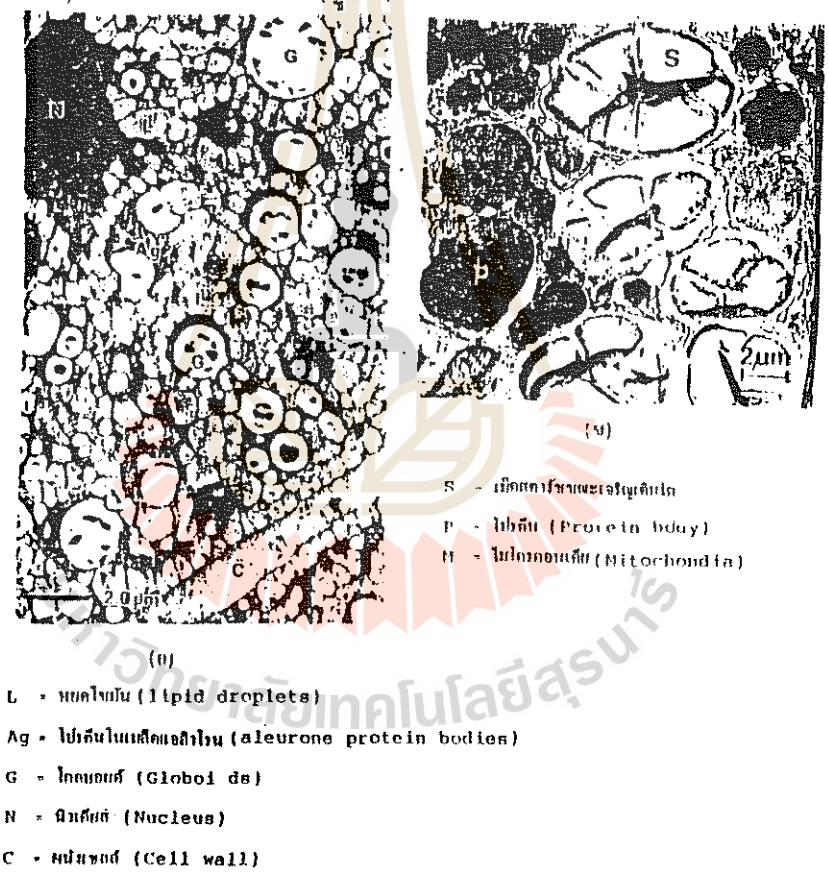
ที่มา : Juliano, 1985

1. *เปลือกหุ้มแข็ง* (Covered caryopses) เปลือกหุ้มแข็งจะเป็นส่วนของกลีบ คือ พาเลีย (palea) และเลมมา (lemma) ที่แข็งและหุ้มเปลือกหุ้มผลไว้อีกต่อหนึ่ง

2. *เปลือกหุ้มผล* (Pericarp หรือ fruit coat) ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปแท่งตามความยาวของผลที่มีผนังเซลล์บางเป็นชั้นนอก ชั้นถัดมามีรูปร่างหลายเหลี่ยม จะต้องทำการกระเทาะเปลือกออกก่อนจึงจะเห็นชั้นนี้ องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกหุ้มผลส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ให้โครงร่าง เช่น เซลลูโลส ฮีมิเซลลูโลส เพนโทแซน แร่ธาตุ โปรตีนและไขมัน เป็นต้น

3. *เปลือกหุ้มเมล็ดและชั้นเยื่อโปร่งใส* (Testa and hyaline layer) เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างยาวรี อาจมีแถวเดียว สองแถวหรือมากกว่า เซลล์ชั้นในมีสารให้สี ทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดมีสีเหลือง มีคุณสมบัติป้องกันน้ำมิให้เข้าสู่ภายในเมล็ด ส่วนชั้นเยื่อโปร่งใสจะอยู่ติดกับชั้นเปลือกหุ้มเมล็ด มีลักษณะโปร่งใส ชั้นนี้ยังประกอบด้วย โปรตีน แร่ธาตุ มีเพนโทแซน เซลลูโลส และไขมัน น้อยกว่าเปลือกหุ้มผล

4. *ชั้นแอริวโลนหรือเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด* (Aleurone layer) มีลักษณะเป็นเซลล์รูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ มีผนังหนา มีนิวเคลียส อยู่ตรงกลาง เป็นชั้นที่สำคัญอุดมด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด ภายในเซลล์แอริวโรนยังมีเมล็ดแอริวโรน (aleurone grain) ขนาดเล็กอยู่มากมาย ซึ่งภายในเป็นกรดไฟติก (สารประกอบธาตุฟอสฟอรัส) หรือมีเกลือโพแทสเซียมและแมกนีเซียม รวมทั้งโปรตีนอยู่ด้วย ข้าวจะประกอบด้วยชั้นแอริวโรนตั้งแต่ 1 ถึง 7 แถว ประกอบด้วยเมล็ดแอริวโรน (แหล่งสะสมโปรตีนชนิดมีรูปร่างกลม) และไขมันที่มีขนาดกลม (รูป 5)



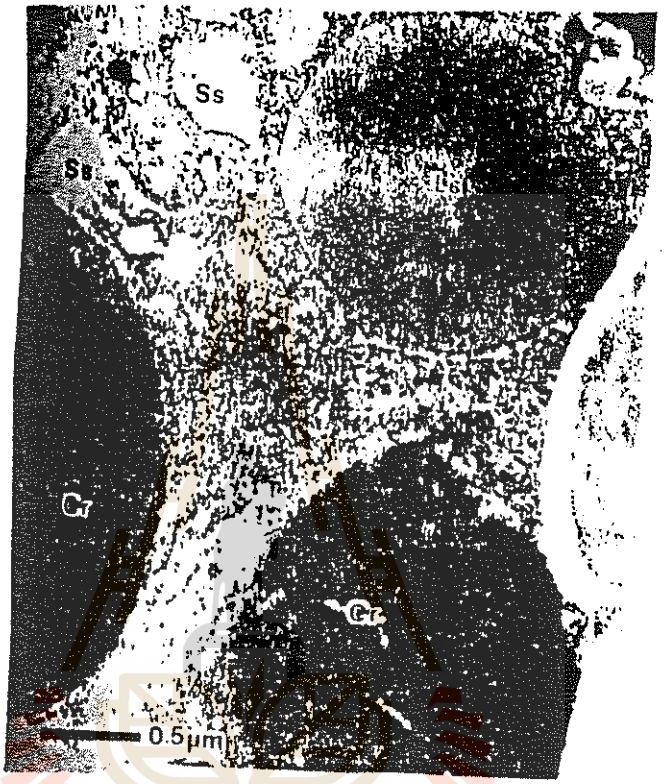
<u>รูป 5</u> องค์ประกอบภายในชั้นแอริวโรนของข้าว

ที่มา : Juliano, 1985

5. *เนื้อเมล็ด* (Endosperm) แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ติดกับชั้นแอริวโรนเป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีขนาดเล็กรูปลูกบาศก์ส่วนที่อยู่ถัดไปจะมีรูปร่างเซลล์ยาวเป็นแนวรัศมีเข้าสู่จุดศูนย์กลางเมล็ด มีผนังเซลล์บางภายในเซลล์ประกอบด้วยสตาร์ชและโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ ผนังเซลล์ที่เซลล์เนื้อเมล็ดประกอบด้วย เซลลูโลส ฮีมิเซลลูโลส สารเพกติก และ ไกลโคโปรตีน

สตาร์ชที่เกิดในผนังเซลล์ของเนื้อเมล็ด จะรวมกันอยู่ภายในเม็ดสตาร์ช (Starch granule) ซึ่งมีรูปร่างและขนาดต่างๆ ลักษณะเป็นเมล็ดรวมกันอยู่เป็นกลุ่ม (compound granule) อยู่ร่วมกับเม็ดเดี่ยว ข้าวจะมีเม็ดสตาร์ชเล็กเป็นเหลี่ยมอยู่รวมกันเป็นกลุ่มถึง 150 เม็ด

โปรตีนที่พบในเซลล์เนื้อเมล็ดจะรวมกับเม็ดสตาร์ชใน 2 ลักษณะ คือ เกาะรวมกันเป็นรูปร่างกลม (Protein bodies) ซึ่งพบในชั้นติดกับแอริวโรนของข้าว 3 แบบ คือ รวมตัวขนาดกลมใหญ่ ขนาดกลมเล็ก และมีลักษณะเป็นผลึก (รูป 6) ส่วนลักษณะโปรตีนอีกลักษณะจะเกาะเกี่ยวเป็นร่างแหกับเม็ดสตาร์ช



<u>รูป 6</u> โปรตีนชั้นติดกับชั้นแอริวโรนมี 3 แบบ คือ Ls = โปรตีนขนาดกลมใหญ่ Ss = โปรตีนขนาดกลมเล็ก Cr = ผลึกโปรตีน

ที่มา : Juliano, 1985

นอกจากนั้นยังมีไขมันแทรกอยู่ภายในเซลล์เนื้อเมล็ดอีกเล็กน้อย

7. *คัพภะ* (germ or embryo) เป็นส่วนที่จะเจริญเป็นต้นอ่อน จึงอยู่ด้านฐานใกล้รอยต่อของเมล็ด มีชั้นแอริวโรนล้อมรอบอยู่ภายในคัพภะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนสกูเทลัม (scutellum) ซึ่งเป็นเราะป้องกันอยู่ระหว่างเนื้อเมล็ดกับคะพภะที่พร้อมจะเจริญเป็นยอดอ่อน ต้น และรากของพืชต่อไป ทำให้ส่วนของคัพภะอุดมไปด้วยสารอาหาร แร่ธาตุ และวิตามิน เพื่อการเจริญเติบโตโดยเฉพาะโปรตีน (ในรูป protein bodies) และไขมัน (ในรูป lipid bodies) มีมากในคัพภะและวิตามินบีหนึ่งมีมากในส่วนของสกูเทลลัม

สัดส่วนโครงสร้างของข้าว (% โดยน้ำหนัก)

1. *ข้าวทั้งเปลือกแข็ง* ประกอบด้วย เปลือกแข็ง 20 % , เปลือกหุ้มผล+เปลือกหุ้มเมล็ด 4.8 % , แอริวโรน 4.8 % , เนื้อเมล็ด 73 % , คัพภะ 4.4 % (embryo 2.2 % และ สกูเทลลัม 2.2 %) (Kent , 1983)

2. *เมล็ดข้าว* ประกอบด้วย เปลือกหุ้มผล+เปลือกหุ้มเมล็ด 7 % , แอริวโรน 7 % , เนื้อเมล็ด 90.7 % คัพภะ 2.3 % (embryo 0.9 % และ สกูเทลลัม 1.4 %) (Kent , 1983)

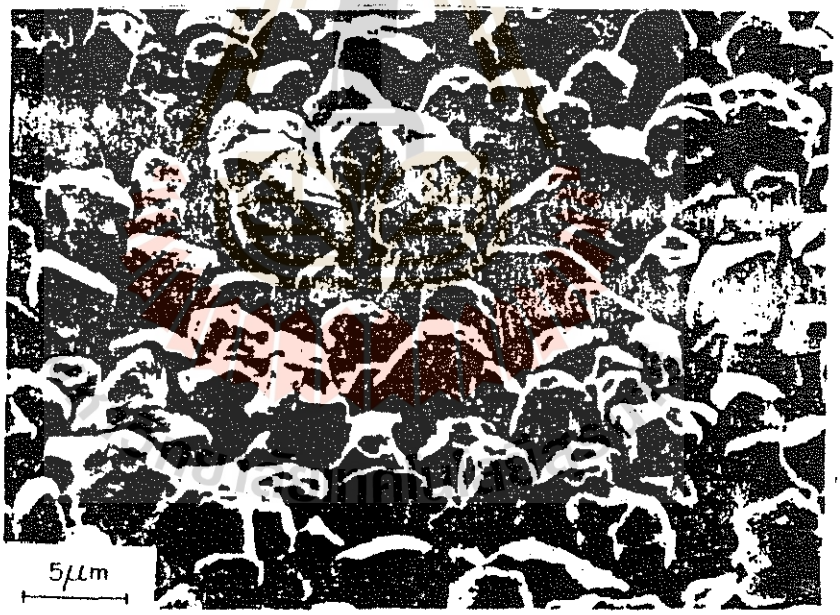
องค์ประกอบหลักทางเคมีของข้าว

ข้าวมีองค์ประกอบหลักทางเคมีหลายๆ องค์ประกอบ โดยองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเปลือก(กรัม / 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) ได้แก่ โปรตีน 9.1 % , ไขมัน 2.2 % , เส้นใย 10.2 % , แร่ธาตุ 7.2 % และคาร์โบไฮเดรต 71.2 % ข้าวกล้ององค์ประกอบทางเคมี (กรัม / 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) ได้แก่ โปรตีน 11 % , ไขมัน 2.7 % , เส้นใย 1.2 % แร่ธาตุ 1.8 % และคาร์โบไฮเดรต 83.2 % ส่วนข้าวสาร องค์ประกอบทางเคมี (กรัม / 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) ได้แก่ โปรตีน 9.8 % , ไขมัน 0.5 % , เส้นใย 0.3 % , แร่ธาตุ 0.6 % และ คาร์โบไฮเดรต 88.9% (Kent , 1983) ซึ่งองค์ประกอบของข้าวมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

♣คาร์โบไฮเดรต

สตาร์ช

แหล่งเกิดของสตาร์ชจะอยู่ในเม็ดสตาร์ชซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ด 5 เหลี่ยมขนาด 3 – 9 ไมโครเมตร รวมกันอยู่เป็นกลุ่มภายในอะมิโลพลาสท์ (Amyloplast) ที่มีลักษณะกลมหรือรี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 – 39 ไมโครเมตร โดยภายในแต่ละอะมิโลพลาสท์มีเม็ดสตาร์ชเกาะรวมกันอยู่ประมาณ 20 - 60 เม็ด และระหว่างเม็ดสตาร์ทจะมีกลุ่มโปรตีนแทรกอยู่เห็นเป็นร่องของเม็ดสตาร์ช (รูป 7)



รูป 7 เม็ดสตาร์ชดูจากกล้องจุลทรรศน์แบบสแกนนิง
ที่มา : Juliano, 1985

สตาร์ชจากข้าวประกอบด้วยอะไมโลส (Amylose) 7 – 33 % ของน้ำหนักเมล็ดข้าวสาร หรือ 8 – 37 % ของปริมาณสตาร์ชทั้งหมด ส่วนที่มีมากคืออะไมโลเพกติน (Amylopectin) ซึ่งอาจมีอยู่ในข้าวเหนียวเกือบ 100 % แต่การเกาะรวมกันอยู่ของโมเลกุลอะไมโลสและอะไมโลเพกตินมีลักาณะอย่างไรยังไม่ทราบแน่นอนนัก แต่มีการสันนิษฐานว่าส่วนที่ให้โครงร่างและเป็นผลึก (crystallinity) นั้นเกิดจากอะไมโลเพกติน เมื่อนำสตาร์ชไปหารูปแบบการเลี้ยวเบนด้วยรังสีเอกซ์ (X – ray Diffraction) เป็นแบบเอ (A type) ทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า มีองศาการเกิดผลึกจากรังสีเอกซ์คล้ายคลึงกัน แต่สตาร์ช

จากข้าวเจ้าจะมีเส้นทึบกว่าที่ ช่วง ดีของมุม 4.37 °A สตาร์ชข้าวเหนียวและข้าวเจ้าจะมีคุณสมบัติทางเคมี - กายภาพแตกต่างกัน (ตาราง 1)

ตาราง 1 คุณสมบัติทางเคมี – กายภาพเปรียบเทียบระหว่างสตาร์ชข้าวเหนียวกับสตาร์ชข้าวเจ้า

คุณสมบัติ	สตาร์ชข้าวเหนียว	สตาร์ชข้าวเจ้า
อุณหภูมิสุดท้ายของการเกิดเจล (°c)	58 – 78.5	58 - 79
ขนาดเมล็ดสตาร์ช (ไมโครเมตร)	1.9 – 8.1	1.6 – 8.7
ความหนาแน่น (แทนที่โดยไซลีน) (กรัม / มล.)	1.48 – 1.50	1.49 – 1.51
ความสามารถในการจับกับไอโอดีน (%)	0.15 – 0.86	2.36 – 6.96
ความหนืดข้นของเจล (cp.) (6 % KOH เข้มข้น 0.2 N)	64 – 1,890	140 – 1,200
ความหนืดข้นในตัว (มิลลิลิตร / กรัม)	46 – 164	160 – 194
โปรตีน (ไนโตรเจน) ที่เหลืออยู่ (% น้ำหนักแห้ง)	0.01 – 0.02	0.02 – 0.12
ฟอสฟอรัสที่เหลืออยู่ (มิลลิกรัม / กรัม)	0.02 – 0.03	0.12 - 0.45
โคลีน (ไมโครโมล / กรัม)	0 – 0.02	3.9 – 9.2
กลูโคส – 6 – ฟอสเฟต (ไมโครโมล / กรัม)	0.3 – 0.	0.2 – 0.7
ไขมันที่เกาะเกี่ยว (% น้ำหนักแห้ง)		
- สกัดด้วยน้ำ – บิวทานอลอิ่มตัวที่เย็น	0.03 – 0.04	0.2 – 0.4
- สกัดด้วยน้ำ - บิวทานอลอิ่มตัวที่ร้อน	0.1 – 0.2	0.5 – 0.9

ที่มา : Juliano, 1985

ความแตกต่างที่เห็นอย่างเด่นชัดคือ ความสามารถในการจับไอโอดีนของสตาร์ชข้าวเจ้าจะมีมากกว่าสตาร์ชข้าวเหนียว เนื่องจากปริมาณอะไมโลสในสตาร์ชข้าวเจ้าที่มากกว่านั่นเอง ส่วนความหนืดข้นนั้นสตาร์ชข้าวเหนียวมีช่วงต่างกันมากกว่าสตาร์ชข้าวเจ้า และสารอาหารอื่นที่เกาะเกี่ยวกับสตาร์ชข้าวเหนียวจะน้อยกว่าสตาร์ชข้าวเจ้า แสดงว่าการสกัดสตาร์ชข้าวเหนียวจะทำได้บริสุทธิ์กว่าสตาร์ชข้าวเจ้า

ถ้านำสตาร์ชมาแยกส่วนเป็นอะไมโลสอะไมโลเพกตินแล้วนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมี – กายภาพ (ตาราง 2) จะเห็นความสามารถในการจับไอโอดีนได้ชัดว่าอะไมโลสมีความสามารถมากกว่าเนื่องจากการรวมตัวกับไอโอดีนในเกลียวของอะไมโลสมีผลทำให้จับไอโอดีนไว้ได้ดี เมื่อนำเอนไซม์อะไมเลสมาย่อยอะไมโลสจะได้เป็นมอลโทส 72 – 84 % ในขณะที่ย่อยอะไมโลเพกตินได้มอลโทสประมาณ 49 – 59 % เนื่องจากเอนไซม์นี้จะไม่ย่อยสลายกลูโคสโมเลกุลที่ใกล้กิ่งก้านที่ต่อด้วยพันธะ แอลฟา – 1,6 กลูโคซิดิก ตั้งแต่ 2 – 3 โมเลกุล ก่อนถึงจุดต่อนี้ สำหรับค่าคงที่ในการตกตะกอนของอะไมโลเพกตินจะสูงกว่าอะไมโลสมาก ส่วนค่าการเกิดพอลิเมอร์ของอะไมโลสนับว่ามีมาก แต่ช่วงของอะไมโลเพกตินกว้างกว่า ค่าความหนืดข้นในตัวอะไมโลสมีช่วงกว้างกว่า แต่ความยาวของสายกลูโคสของอะไมโลสยาวกว่า และค่าความหนืดข้นของเจลที่เกิดจากอะไมโลสจะน้อยกว่าอะไมโลเพกติน

ตาราง 2 คุณสมบัติทางเคมี – กายภาพของอะไมโลสและอะไมโลเพกติน

คุณสมบัติ	อะไมโลส	อะไมโลเพกติน	
		ข้าวเหนียว	ข้าวเจ้า
ความสามารถในการจับกับไอโอดีน (%)	17.4 – 20.0	0.07 – 0.09	0.37 – 2.74
บีตา – อะมิโลไลซิส ลิมิต (%)	72 – 84	49 – 58	49 – 58

ค่าคงที่การตกตะกอน (S20, w Svedbergs)	4 – 14	20 – 510	20 – 510
ค่าเฉลี่ยของดีกรีการเกิดพอลิเมอร์ (กลุโคส ยูนิต)	530 – 790	260 – 880	260 – 880
ความหนืดข้นในตัว (มิลลิลิตร / กรัม) (0.15 – 0.10 M KOH)	55 – 242	85 – 221	85 – 221
ค่าเฉลี่ยความยาวของเส้น (กลูโคส ยูนิต / กิ่งก้าน)	100 – 160	18 – 28	18 – 28
ความหนืดข้นของเจล (cp.) (6% ใน KOH เข้มข้น 0.2 N)	13 - 160	290 - 740	290 – 740

ที่มา : Juliano, 1985

ลักษณะและคุณสมบัติของอะไมโลสและอะไมดลเพกตินส่งผลถึงการจัดแบ่งลักษณะของข้าวเมื่อนำไปขัดสีเป็นข้าวสารแลนำไปหุงต้มเป็นข้าวสุก (ตาราง 3) ปรากฏว่าข้าวที่มีอะไมโลสต่ำจะเป็นข้าวสุกที่เหนียวและร่วนขึ้นเรื่อยๆ เมื่อปริมาณอะไมโลสเพิ่มขึ้น

<u>ตาราง 3</u> การจำแนกลักษณะข้าวสุกตามปริมาณอะไมโลส

ปริมาณอะไมโลส (%)	ชนิดข้าว	ลักษณะข้าวสุก
1 – 2	ข้าวเหนียว	เหนียวมาก
2 – 9	ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำมาก	เหนียว, นุ่ม
9 – 20	ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำ	เหนียว, นุ่ม
20 – 25	ข้าวเจ้าอะไมโลสปานกลาง	นุ่ม, ค่อนข้างเหนียว
25 - 33	ข้าวเจ้าอะไมโลสสูง	ร่วน, แข็ง

ที่มา : Juliano, 1985

พอลิแซ็คคาไรด์ที่ไม่ใช่สตาร์ช

พบมากในเปลือกหุ้มผลและเปลือกหุ้มเมล็ด มากกว่าในเนื้อคัพภะของเมล็ด จะเป็นพอลิแซ็คคาไรด์ที่วิเคราะห์ได้ในรูป เส้นใยอาหาร (Dietary fiber) ซึ่งประกอบด้วย ฮีมิเซลลูโลส สารเพกติน ลิกนิน และโปรตีนที่ติดอยู่ ด้วยวิธีการสกัดสามารถแยกพอลิแซ็คคาไรด์ได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ละลายในน้ำและกลุ่มที่ไม่ละลายในน้ำ

น้ำตาลอิสระ

น้ำตาลอิสระที่พบมากในส่วนคัพภะและเนื้อเมล็ดข้าว คือ ซูโครส นอกจากนั้นเป็น แรฟฟิโนส กลูโคสและฟรักโทส โดยพบน้ำตาลในคัพภะมีประมาณ 8 – 25 % ในรำมีประมาณ 6.5 % และในข้าวสารมีประมาณ 0.52 % น้ำตาล non reducing ที่สำคัญคือ ซูโครส และน้ำตาล reducing ที่พบมากคือ กลูโคสและฟรักโทส นอกจากนี้ยังพบน้ำตาล เมลิโอส (melibiose), กลูโคไดฟรักโทส, มอลโทไตรโอส และน้ำตาลมอลโทโอลิโกแซ็กคาไรด์อื่นๆ

♣ โปรตีน

เป็นสารอาหารที่มีในข้าวมากเป็นอันดับ 2 รองจากคาร์โบไฮเดรต โดยคิดคำนวณโดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีเคลดอล (kjeldahl) ด้วยการนำปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดคูณด้วย factor 5.95 เนื่องจากมีองค์ประกอบของกลูเตลินซึ่งมีมากในข้าวนั้นมีไนโตรเจนประมาณ 16. 8 % และเพื่อให้เข้าใจถึงโครงสร้างของโปรตีนนั้นๆ จึงวิเคราะห์หาปริมาณกรดอะมิโนในโปรตีนที่สกัดจากส่วนต่างๆ ของข้าว ปรากฏว่าปริมาณกรดอะมิโนแต่ละชนิดในโปรตีนจากข้าวเปลือกไม่ต่างจากข้าวกล้องและข้าวสารมากนัก เนื่องจากในส่วนของข้าวเปลือกมีปริมาณโปรตีนอยู่น้อยมาก (2 – 3 %) แต่ในข้าวเปลือกจะมีปริมาณกรดอะมิโนไลซีนมากกว่าในข้าวสารเล็กน้อย ซึ่งไลซีนเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายที่มีไม่เพียงพอเป็นอันดับแรกของโปรตีนจากข้าวและธัญชาติอื่นๆ ปริมาณโปรตีนที่พบมากอยู่ในส่วนเนื้อเมล็ด เนื่องจากสัดส่วนของเนื้อเมล็ดมีมากกว่าส่วนอื่น รอง

ลงมาอยู่ในส่วนของชั้นถัดจากชั้นแอลิวโรนและชั้นแอลิวโรน โดยสะสมเป็นกลุ่มโปรตีน (Protein bodies) ซึ่งมีองค์ประกอบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่เกิดของกลุ่มดปรตีนนั้น (ตาราง 4)

<u>ตาราง 4</u> ส่วนประกอบ (% น้ำหนักแห้ง) ของกลุ่มโปรตีนที่สกัดจากส่วนต่างๆ ของเมล็ดข้าว

ส่วนประกอบ	กลุ่มโปรตีน			
	ชั้นแอลิวโรน	คัพภะ	ข้าวสาร	
			ชั้นถัดจากแอลิวโรน	ข้าวสารทั้งหมด
โปรตีนหยาบ (N × 5.95)	13.6	20.0	58	80 – 84
ไขมัน	-	-	23	7 – 13
ฟอสฟอลิพิด	-	-	0.6	0.3 – 0.9
คาร์โบไฮเดรต	9.3	10.7	19	0.4 – 1.6
กรดไฟติก	47.2	43.4	0.8	-
กรดไรโบนิวคลิอิก	0.2	-	0.1	-
กรดดีออกซิไรโบนิวคลิอิก	0.1	-	-	-
เถ้า			1.5	0.2 – 0.5
ฟอสฟอรัส	13.6	-	0.24	0.04
ไฟติก ฟอสฟอรัส	13.3	12.2	0.17	-
โพแทสเซียม	11.1	18.9	-	-
แมกนีเซียม	9.8	5.3	-	0.01
แคลเซียม	0.5	0.5	-	-
สัดส่วน Alb : glo : Pro : Glu	66 : 7 : 21[a]	98 : 0 : 0 : 0	6 : 10 : 10 :74	1[b] : 3 : 96

a = โปรลามิน + กลูเตลิน

b = แอลบลูมิน + โกลบูลิน

ที่มา : Juliano, 1985

จากตาราง 4 จะเห็นว่ากลุ่มโปรตีนที่สกัดได้จากส่วนเนื้อของข้าวสารจะมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ในชั้นแอลิวโรนมีโปรตีนน้อยที่สุดโดยมีสารอื่นร่วมด้วยมาก โดยเฉพาะกรดไฟติกมีถึง 47 % นอกจากนั้นเป็นธาตุอื่น คือ โพแทสเซียม แมกนีเซียม และ แคลเซียม เป็นต้น กลุ่มดปรตีนที่พบในคัพภะจะมีส่วนประกอบคล้ายคลึงกับกลุ่มโปรตีนในชั้นแอลิวโรนจะมีโปรตีนประมาณ 58 % มีไขมันมากที่สุด (23 %) และมีคาร์โบไฮเดรตมากที่สุดด้วย (19 %) ซึ่งต่างจากกลุ่มโปรตีนที่พบในข้าวสารที่มีคาร์โบไฮเดรตปนน้อย (0.4 – 1.6 %) และสารอื่นก็มีน้อยมาก จึงนับว่ากลุ่มโปรตีนในส่วนเนื้อเมล็ดจะมีโปรตีนมากที่สุดและสารอื่นปนน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของโปรตีนที่ละลายในสารละลายต่างๆ พบว่า กลุ่มโปรตีนในชั้นแอลิวโรนมีแอลบลูมินมาก ในคัพภะเป็นแอลบลูมินเกือบทั้งหมด ส่วนโปรตีนในข้าวสารจะมีโกลบูลินมากที่สุด

♣ ไขมัน

ไขมันที่พบในเมล็ดข้าวจะมีลักษณะเป็นหยดกลม (lipid droplets) แทรกอยู่ในชั้นแอลิวโรนขนาดเล็กกว่า 1.5 ไมโครเมตร อยู่ในชั้นถัดจากแอลิวโรนมีขนาดเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร และอยู่ในส่วนคัพภะขนาดเล็กกว่า 0.7 ไมโครเมตร สำหรับส่วนเนื้อเมล็ดจะอยู่ร่วมกับกลุ่มโปรตีน และในเมล็ดสตาร์ชก็จะมีไขมันชนิดที่มีโครงสร้างร่วมกับสารอื่น (bound lipids) สามารถแบ่งไขมันตามวิธีการสกัดได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ไขมันที่สกัดจากสตาร์ช (Starch lipids) และไขมันที่ไม่ใช่

มาจากสตาร์ช (non - starch lipids) เมื่อนำไขมันที่สกัดจากส่วนต่างๆ องค์ประกอบและส่วนและชนิดของไขมันจะเห็นได้ว่าไขมันจะมีมากในส่วนคัพภะและรำมากกว่าในส่วนแกลบและเนื้อเมล็ด ค่า Saponification และค่าไอโอดีนของไขมันในแกลบมีน้อยกว่าส่วนอื่น พบสารที่ไม่ซาพอนิฟิเอเบอร์ในคัพภะและแกลบมากกว่าในข้าวกล้อง ข้าวสาร และรำมาก สำหรับองค์ประกอบกรดไขมันมีกรดไขมันพัลมิติก โอลิอิก และลิโนลิอิกใกล้เคียงกัน โดยในแกลบมีโอลิอิกมากที่สุด ข้าวสารมีพัลมิติกและลิโนลินิกมากที่สุด ถ้าเปรียบเทียบองค์ประกอบของไขมันจากส่วนที่ไม่ใช่สตร์ชกับไขมันจากสตาร์ชก็จะพบว่า ไขมันจากสตาร์ชข้าวเจ้ามีพัลมิติกมากกว่าไขมันที่ไม่ได้มาจากสตาร์ช แต่มีโอเลอิกน้อยกว่าในขณะที่มีลิโนเลนิกใกล้เคียงกัน

เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มไขมันที่เป็นกลาง ซึ่งพบมากที่สุดในปริมาณไขมันที่ไม่ใช่มาจากสตาร์ชทั้งหมดจากทุกส่วนที่แยกได้ โดยส่วนใหญ่อยู่ในรูปไตรกลีเซอไรด์ ส่วนน้อยในรูปกรดไขมันอิสระ แต่ไขมันจากสตาร์ชในข้าวกล้องและข้าวสารมีไขมันที่เป็นกลางเพียง 28 % และ 26 % ตามละดับ และเป็นไตรกลีเซอไรด์เพียง 4 % และ 2 % ตามลำดับ เท่านั้น แต่มีกรดไขมันอิสระมากประมาณ 20 – 21 %

ไกลโคลิพิดมีในไขมันที่ไม่ใช่สตาร์ชจากแกลบมากที่สุด และมีในไขมันจากสตาร์ชข้าวเจ้าซึ่งเป็นข้าวกล้องและข้าวสารมากกว่าในไขมันที่ไม่ใช่สตาร์ชในส่วนเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีฟอสฟอลิพิดมากที่สุด โดยส่วนใหญ่เป็นไลโซฟอสฟาทิดิลโคลีนและไลโซฟอสฟาทิดิลเอทานอลามีน ในขณะที่ไขมันที่ไม่ใช่มาจากสตาร์ชจะมีฟอสฟอลิพิดน้อยกว่ามาก

ไขมันที่อยู่ร่วมกับกลุ่มโปรตีนจะประกอบด้วยกรดไขมันไมริสติก 1 % , พัลมิติก 30 – 35 % , สเทียริก 2 % , โอเลอิก 20 – 26 %, ลิโนลิอิก 38 – 40 %, และลิโนลินิก 2 % ในส่วนของไขมันที่เป็นกลางจะประกอบด้วยพัลมิติก 32 %, โอลิอิก 19 %, และลิโนลิอิก 43 % ส่วนที่ฟอสฟอลิปิดประกอบด้วยพัลมิติก 41 %, โอลิอิก 19 % และ ลิโนลิก 36 %

ไขมันที่อยู่กับสตาร์ชจากข้าวกล้องของข้าวเจ้าจะมีประมาณ 0.6 – 0.7 % และข้าวเหนียวประมาณ 0.2 % ในทำนองเดียวกันปริมาณไขมันที่อยู่กับสตาร์ชจากข้าวสารเจ้าจะมีประมาณ 0.5 % และข้าวเหนียวประมาณ 0.1 % แต่อย่างไรก็ตามปริมาณไขมันโดยรวมในข้าวเจ้าและข้าวเหนียวจะไม่ต่างกันมากนัก และลักษณะไขมันที่แทรกอยู่ในสตาร์ชอาจจะอยู่ร่วมกับส่วนอะไมโลสดังเช่นการอยู่ร่วมกันของกลีเซอรอลโมโนสเทียรินกับอะไมโลส

ผลและวิจารณ์

การวิเคราะห์องค์ประกอบของข้าวที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้งของโรงงาน ซึ่งวัตถุดิบหลักคือข้าวเหนียวและมีการใช้ข้าวเจ้าเป็นวัตถุดิบบ้าง ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของข้าวเหนียวและแป้งโรงงานที่ใช้ข้าวเหนียวที่กำหนดในการผลิต เพื่อศึกษาถึงผลของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตต่อคุณภาพของแป้ง รายละเอียดของข้าวที่ใช้ในการวิเคราะห์ในครั้งนี้ดังตาราง

ล็อคข้าว	วัน/เดือน/ปี ที่รับเข้า
1	4/5/44
2	4/5/44
3	26/9/44
4	18/7/44
5	26/9/44
6	27/9/44
7	28/9/44

8	25/9/44
9	19/9/44
10	10/9/44
11	24/9/44
12	24/5/44
13	26/9/44
14	25/9/44

<u>การวิเคราะห์ความชื้น</u>

การหาปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวด้วยเครื่องมือ 3 ชนิด คือ เครื่องMoisture of Grain Analyzer , เครื่อง Moisture Analyzer และ เครื่องHot air oven

วิธีการ

นำ Moisture cans ไปอบในตู้อบ 105 °C ประมาณ 3 ชม. รอให้เย็นในตู้ดูดความชื้นนำมาชั่งน้ำหนัก

(ตาชั่ง 4 ตำแหน่ง)

↓

อบต่ออีกประมาณ 30 นาที รอให้เย็นในตู้ดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก บันทึกผล

(ถ้าน้ำหนักไม่คงที่นำไปอบต่อจนน้ำหนักคงที่)

↓

ชั่งตัวอย่าง 2.000 - 3.000 กรัม ใส่ลงใน Moisture cans ที่อบจนน้ำหนักคงที่

↓

นำไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 105 °C 6 ชม.

↓

นำไปชั่งน้ำหนัก แล้วหักน้ำหนัก Moisture cans คำนวณ % ความชื้น

<u>ตาราง 5</u> ผลการวัดความชื้นแป้งข้าวด้วยเครื่อง Moisture Analyzer

ชนิดของข้าว	ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้ง(%)	ความชื้นแป้งข้าวโม่เปียก(%)	
		ก่อนอบ	หลังอบ
1	13.72	49.60	16.70
2	14.39	50.97	12.81
3	13.17	50.75	14.42
4	12.90	51.65	13.50
5	13.46	50.25	17.08
6	12.51	49.90	15.27
7	12.51	50.53	13.28
8	12.38	48.04	8.67
9	12.41	48.65	10.03

10	12.18	46.74	10.95
11	11.00	48.62	11.54
12	13.24	52.27	11.51
13	14.15	50.12	10.54
14	12.51	49.37	11.25

ตาราง 6 ผลการวัดความชื้นแป้งข้าวด้วยวิธีการอบ (Hot air oven)

ชนิดแป้งข้าว	น้ำหนักตัวอย่าง (g)	น้ำหนักถ้วย Moisture cans (g)	น้ำหนักตัวอย่างรวมน้ำหนัก ถ้วย หลังอบ (g)	ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่าง ก่อนอบ - หลังอบ	% moisture Content
1	2.0003	23.9867	25.7502	1.7635	11.84
2	2.0004	24.4149	26.2049	1.7900	10.51
3	2.0001	24.0545	25.8441	1.7896	10.53
4	2.0003	24.3747	26.1243	1.7496	12.54
5	2.0005	23.5336	25.2911	1.7575	12.15
6	2.0007	24.2542	26.0210	1.7668	11.70
7	2.0006	23.3572	25.1265	1.7693	11.57
8	2.0009	24.0981	25.8684	1.7703	11.53
9	2.0001	23.2337	24.9969	1.7632	11.85
10	2.0001	23.2901	24.8369	1.7468	12.51
11	2.0005	23.2349	24.9987	1.7638	11.84
12	2.0009	23.1258	24.8878	1.7620	11.94
13	2.0000	23.4159	25.1881	1.7722	11.39
14	2.0003	23.7153	25.4939	1.7786	11.09

ตาราง 7 ผลการวัดความชื้นเมล็ดข้าวด้วยเครื่อง Moisture Analyzer **และ** Moisture of Grain Analyzer

ชนิดเมล็ดข้าว	วัดด้วยเครื่อง Moisture of Grain Analyzer (%)	วัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer(%)
1	11.7	11.53
2	10.6	10.03
3	12.2	11.36
4	11.1	11.27
5	10.7	11.40
6	12.1	11.31
7	10.1	12.40
8	12.4	10.67
9	11.3	11.94

10	11.0	12.06
11	12.2	11.08
12	10.7	10.20
13	10.6	10.96
14	11.1	9.98

ตาราง 8 ผลการวัดความชื้นเมล็ดข้าวด้วยวิธีการอบ (Hot air oven)

ชนิดเมล็ดข้าว	น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (g)	น้ำหนัก Moisture cans (g)	น้ำหนักตัวอย่างรวมน้ำหนักถ้วยหลังอบ (g)	ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่าง ก่อนอบ - หลังอบ	% moisture Content
1	3.0166	23.3439	26.0125	0.3480	11.53
2	3.0045	23.4328	26.0641	0.3732	12.42
3	3.0176	24.3683	27.0234	0.3625	12.01
4	3.0211	23.4231	26.1110	0.3332	11.02
5	3.0127	24.5777	27.2366	0.3538	11.74
6	3.0060	23.5337	26.1783	0.3614	12.02
7	3.0155	23.3654	26.0335	0.3503	11.61
8	3.0184	23.5663	26.2233	0.3614	11.97
9	3.0154	23.8866	26.5473	0.3547	11.76
10	3.0120	24.4228	27.0604	0.3744	12.43
11	3.0126	23.9934	26.6512	0.3548	11.77
12	3.0087	24.2397	26.9199	0.3285	10.92
13	3.0084	23.2796	25.9371	0.3509	11.66
14	3.0196	23.4062	26.0678	0.358	11.85

ตาราง 9 ผลการวัดความชื้นแป้งที่ผลิตจากโรงงานวัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer

ชนิดแป้ง	ความชื้นที่วัดได้ (%)
1	14.66
2	14.03
3	14.37
4	14.15
5	12.55

ตาราง 10 ผลการวัดความชื้นแป้งของโรงงานด้วยวิธีการอบ (Hot air oven)

ชนิดแป้ง	น้ำหนักตัวอย่าง (g)	น้ำหนัก Moisture cans (g)	น้ำหนักตัวอย่างรวมน้ำหนักถ้วย หลังอบ (g)	ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่าง ก่อนอบ - หลังอบ	% moisture Content
1	2.0001	23.2808	25.0195	0.2614	13.06

2	2.0002	23.9758	25.7154	0.2606	13.03
3	2.0003	23.5692	25.2997	0.2701	13.50
4	2.0006	24.4168	26.1543	0.2631	13.15
5	2.0005	23.2791	25.0135	0.2661	13.30

จากการทดลองพบว่าการใช้เครื่องมือทั้ง 3 ชนิด ในการวัดความชื้นค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งหากพิจารณาหลักการทำงานของเครื่องมือแต่ละชนิด ดังนี้ เครื่องMoisture of Grain Analyzer อาศัยแรงกดเมล็ดข้าวให้แตกแล้ววัดปริมาณน้ำที่สะสมอยู่ภายในเมล็ดออกมาในรูปของ เปอร์เซ็นต์ เครื่องMoisture Analyzer อาศัยการให้ความร้อนสูงแก่ตัวอย่าง (ประมาณ 105 °C) ภายใต้ระบบปิด ทำให้น้ำในตัวอย่างระเหยออกมา เราจึงสามารถวัดปริมาณความชื้นภายในตัวอย่างได้ในรูปของเปอร์เซนต์ความชื้นเช่นกัน เครื่องมือชนิดนี้จัดเป็นเครื่องมือที่ให้ความร้อนแก่ตัวอย่างโดยตรง ส่วน เครื่อง Hot air oven เป็นเครื่องมือที่อาศัยการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างทางอ้อม กล่าวคือ เครื่องมือชนิดนี้เป็นเครื่องมือที่อาศัยการพัดผ่านของลมร้อนสู่ตัวอย่าง ทำให้น้ำในตัวอย่างระเหยออกมา ซึ่งเราสามารถทราบปริมาณความชื้นของตัวอย่างได้โดยอาศัยค่าผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนและหลังทดลอง แล้วทำการคำนวณเป็นเปอร์เซนต์ หากเปรียบเทียบค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่ได้จากเครื่องมือทั้ง 3 ชนิดให้ผลใกล้เคียงกัน เช่น เมล็ดข้าวชนิดที่ 1 มีความชื้นที่วัดด้วยเครื่อง Moisture of Grain Analyzer 10.6 % , เครื่องMoisture Analyzer 11.53 % และ เครื่องHot air oven 11.53 % เป็นต้นซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากเครื่องมือทั้ง 3 ชนิดใกล้เคียงกันมาก และค่าความชื้นที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ความชื้นของเมล็ดข้าวไม่เกิน 14 % (วิธีตรวจสอบและ SPEC ข้าวเหนียว , MN-QC-CB-15) (ความชื้นของเมล็ดข้าวอื่น ๆ พิจารณาได้จากตารางที่ 7 และ 8)

<u>เถ้าและทราย</u>

การตรวจหาปริมาณเถ้าเป็นการสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในแป้งข้าวและแป้งโรงงาน ซึ่งวิธีที่ใช้ในวิเคราะห์นี้จะเป็นวิธีการหาปริมาณเถ้าโดยรวมทั้งหมดโดยไม่แยกว่าเถ้าประกอบไปด้วยสารอนินทรีย์ตัวใดบ้าง ซึ่งการที่จะวิเคราะห์ว่าแป้งมีสัดส่วนของสารประกอบอนินทรีย์ใดอยู่บ้างจำเป็นต้องใช้วิธีและเครื่องมือที่เฉพาะ ตลอดจนค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ วิธีที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นการใช้การเผาด้วยเตาอบที่มีอุณหภูมิสูง (600 ° C) โดยเผาในภาชนะที่ทนความร้อนสูง สารอินทรีย์จะถูกเผาไหม้ไป คงเหลือแต่สารอนินทรีย์ ทำการชั่งน้ำหนักเถ้าที่เหลืออยู่เทียบกับน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้นทำให้ทราบ % เถ้าที่มีอยู่ในตัวอย่าง การหาปริมาณเถ้าในแป้งข้าวและแป้ง ซึ่งในที่นี้ปริมาณเถ้าในตัวอย่างแป้งข้าวและแป้ง บ่งบอกถึงปริมาณธาตุ ฟอสฟอรัส ไฟติกฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม ซึ่งเป็นธาตุที่พบมากในเมล็ดข้าว (ตารางที่ 4) การหาปริมาณแร่ธาตุในแป้งข้าวและแป้ง อาศัยการให้ความร้อนสูง (600 °C) เพื่อเผาตัวอย่างโดยตรง ทำให้สารอินทรีย์ในตัวอย่างถูกเผาจนหมดเหลือเพียงสารอนินทรีย์(แร่ธาตุ) เท่านั้น(หมายเหตุ : ในการทดลองนี้ต้องทำการให้ความร้อนจนกว่าเถ้าที่เหลือจะมีสีขาว ซึ่งหากเท่าที่ได้ไม่มีสีขาวต้องหยดน้ำลงไปเล็กน้อย แล้วทำการเผาต่อ)

วิธีการหาเถ้า

อบ Crucible ในตู้อบอุณหภูมิ 600 ° C 3 ชม. รอให้ตู้เย็นลงประมาณ 30 นาที ทิ้งCrucible ไว้ในเย็นตู้ดูดความชื้น

↓

นำ Crucible มาชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน(4 ตำแหน่ง) บันทึก อบซ้ำประมาณ 30 นาที ทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักบันทึก (อบจนน้ำหนักคงที่)

↓

ชั่งตัวอย่างใส่ใน Crucible ประมาณ 2.000 – 3.000 กรัม แล้วนำไปอบในตู้อุณหภูมิ 600 ° C ประมาณ 6 ชม.

(ถ้าเถ้าไม่เป็นสีขาวให้หยดน้ำลงในเถ้าแล้วอบต่อจนได้เถ้าสีขาว)

↓

ทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น นำมาชั่งน้ำหนัก บันทึก คำนวณ % เถ้าในตัวอย่าง

วิธีการหาทราย

จาก crucible เถ้าของตัวอย่าง หยดกรด HCl เข้มข้น 5 มล. แล้วตั้งบน boiling water bath จนสารละลายแห้ง เติม HCl เข้มข้น 25 มล. ปิดด้วย watch glass ทำให้ร้อนบน boiling water bath นาน 15 นาที

↓

กรองขณะร้อนด้วยกระดาษกรอง ashless แล้วล้างด้วยน้ำจนหมด chloride (ทดสอบน้ำล้างด้วย สารละลาย silver nitrate จนน้ำล้างใสไม่มีตะกอน) ใส่กระดาษกรองพร้อมทรายใน crucible ใบเดิม

↓

อบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 $^{\circ}$C จนแห้ง เผาใน muffle furnace นาน 1 – 2 ชม. ตามวิธีการวิเคราะห์เถ้า

ปริมาณทรายที่พบในตัวอย่างเป็นดรรชนีตัวหนึ่งที่ชี้ถึงการปนเปื้นทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ แหล่งที่อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนทรายในแป้งได้มีหลายแหล่งด้วยกัน เช่น จากข้าวซึ่งเป็นวัตถุดิบและน้ำใช้ในกระบวนการผลิต เป็นต้น การวิเคราะห์ทรายที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้จะเป็นวิธีที่ทำการวิเคราะห์ต่อจากการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า เนื่องจากทรายก็เป็นสารอนินทรีย์ที่ไม่สลายไปเมื่อถูกเผาที่อุณหภูมิสูง

<u>ตาราง 11</u> ผลการตรวจสอบปริมาณเถ้าและทราย ของแป้งข้าว

ชนิดแป้งข้าว	น้ำหนักตัวอย่าง (g)	น้ำหนักถ้วย (g)	น้ำหนักถ้วยรวมตัวอย่างหลังเผา (g)	น้ำหนักถ้วยรวมตัวอย่างหลังหาทราย (g)	% เถ้า	ปริมาณทราย
1	2.0040	23.0434	23.0993	23.0993	2.78	-
2	2.0339	23.0454	23.1356	23.1356	4.43	-
3	2.0071	29.8421	29.8987	29.8987	2.82	-
4	2.0023	24.2525	24.3267	24.3267	3.70	-
5	2.0044	28.7728	28.8295	28.8295	2.82	-
6	2.0233	23.9707	24.0411	24.0411	3.47	-
7	2.0010	29.3491	29.3973	29.3973	2.40	-
8	2.0198	28.1440	28.1937	28.1937	2.46	-
9	2.0841	27.9314	27.9736	27.9736	2.02	-
10	2.0145	27.7620	27.8345	27.8345	3.59	-
11	2.0092	30.0391	30.0843	30.0843	2.24	-
12	2.0028	29.4145	29.4665	29.4665	2.60	-
13	2.0663	28.7769	28.8489	28.8489	3.48	-
14	2.0012	27.9298	27.9961	27.9961	3.31	-

<u>ตาราง 12</u> **ผลการทดสอบปริมาณเถ้าและทราย ของแป้งโรงงาน**

ชนิดแป้ง	น้ำหนักตัวอย่าง (g)	น้ำหนักถ้วย (g)	น้ำหนักถ้วยรวมตัวอย่างหลังเผา (g)	น้ำหนักถ้วยรวมตัวอย่างหลังหาทราย (g)	% เถ้า	% ทราย
1	2.0006	23.9708	23.9747	23.9747	0.190	-
2	2.0009	28.1431	28.1473	28.1473	0.200	-
3	2.0001	27.9334	27.9364	27.9364	0.149	-
4	2.0001	28.7776	28.7814	28.7814	0.189	-
5	2.0003	23.0455	23.0492	23.0492	0.184	-

จากการทดลองเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณแร่ธาตุในแป้งข้าวเหนียวที่ทดลองกับปริมาณแร่ธาตุที่พบในข้าวสาร พบว่ามีปริมาณสูงกว่า คือ ปริมาณแร่ธาตุในแป้งข้าวที่ทดลองเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.0-3.5 % แต่ที่พบในข้าวสารมีประมาณ 0.6 % เท่านั้น (Kent,1983) ซึ่งสามารถจัดกลุ่มของแป้งข้าวตามปริมาณแร่ธาตุที่วัดได้ ดังนี้ แป้งข้าวชนิดที่ 7,8,9,11 มีแร่ธาตุประมาณ 2.0-2.5 % แป้งข้าวชนิดที่ 1,3,5,12 มีแร่ธาตุประมาณ 2.5-3.0 % แป้งข้าวชนิดที่ 6,10,14 มีแร่ธาตุประมาณ 3.0-3.5 % และ แป้งข้าวชนิดที่ 4,10 มีแร่ธาตุประมาณ 3.5-4.0 % ส่วนแป้งข้าวชนิดที่ 2 มีปริมาณแร่ธาตุมากที่สุด คือ > 4.0 % เมื่อพิจารณาปริมาณแร่ธาตุในแป้ง พบว่า มีประมาณ 0.15-0.20 % ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแร่ธาตุในข้าวสารจะเห็นว่ามีค่าใกล้เคียงกัน (ค่าที่แน่นอนพิจารณาได้จากตารางที่ 11 และ 12) การที่ปริมาณแร่ธาตุในแป้งข้าวที่ทำการโม่แห้งและที่นำไปจากโรงงานแตกต่างกันค่อนข้างมากทั้งนี้เนื่องจากการโม่แห้งขนาดอนุภาคของเม็ดแป้งที่ได้ยังไม่ละเอียดเพียงพอทำให้แร่ธาตุภายในเมล็ดถูกทำลายน้อยกว่าแป้งที่นำไปจากโรงงาน

ทราย จัดเป็นตัวบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนทางกายภาพที่มีในตัวอย่าง (ความสะอาด) ซึ่งทรายจัดเป็นสารอนินทรีย์ที่ไม่สลายไปแม้จะใช้อุณหภูมิสูง ในการทดลองนี้มีปริมาณเถ้าที่นำมาทดสอบทรายในปริมาณน้อยมาก เมื่อทำการกรองแล้วไม่ปรากฏสิ่งตกค้างบนกระดาษกรอง ashless เมื่อนำไปเผาจึงไม่พบสิ่งปนเปื้อนใด ๆ จึงกล่าวได้ว่าตัวอย่างแป้งข้าวและแป้งมีความสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพ (ตัวอย่างสะอาด)

<u>โปรตีน</u>

ประกอบด้วยกรดอะมิโนต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ระหว่างกลุ่มคาร์บอกซิล(COOH)ของอะมิโนตัวหนึ่งกับกลุ่มแอลฟา – อะมิโน (NH_2) ของกรดอะมิโนตัวถัดไป ชนิดของกรดอะมิโนที่พบในธัญพืชมีประมาณ 18 ชนิด สัดส่วนและลำดับการต่อของกรดอะมิโนจะแตกต่างกัน ทำให้โปรตีนมีคุณสมบัติต่างๆ การวัดปริมาณโปรตีนโดยทั่วไปจะทำการวัดในรูปของไนโตรเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบที่แยกโปรตีนออกจากสารอาหารอื่น วิธีที่ใช้ทดลองในครั้งคือ Kjeldahl method หลักการของวิธีนี้คือ โปรตีนและองค์ประกอบอินทรีย์ในอาหารจะถูกย่อยโดยกรดซัลฟิวริกและใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ร่วมด้วยไนโตรเจนอินทรีย์ (Total organic nitrogen) ที่ได้จากการย่อยจะถูกเปลี่ยนเป็น ammonium sulfate แล้วทำปฏิกิริยากับด่างให้เป็นกลาง สารละลายที่ได้จะนำไปกลั่นเป็นแอมโมเนีย (NH_3) ผ่านกรดบอริก (Boric acid)เกิดเป็น borate ions แล้วไทเทรตกับกรดเกลือมาตรฐาน เพื่อเปลี่ยนเป็นค่าไนโตรเจนต่อไป จากนั้นคูณค่าไนโตรเจนด้วย factor ซึ่ง factor ที่ใช้จะต่างกันขึ้นอยู่กับอาหารที่ทำการวิเคราะห์ ซึ่งปฏิกิริยาโดยทั่วไปดังนี้

- การย่อย (Digestion) H_2SO_4,Heat, Catalyst

Protein ▶ $(NH_4)_2SO_4$

- การทำให้เป็นกลางและการกลั่น (Neutralization and Distillation)

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow 2NH_3 + Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$NH_3 + H_3BO_3 \text{ (boric acid)} \longrightarrow NH_4 + H_2BO_3^- \text{ (borate ion)}$$

- การไทเทรต (Titration)

$$H_2BO_3^- + H^+ \longrightarrow H_3BO_3$$

วิธีการ

ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5000 – 1.0000 กรัม (เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง) ใส่ใน Kjeldahl tube ที่แห้งสนิท

↓

เติม Catalyst copper sulfate : potassium sulfate อัตราส่วน 1 : 10 ลงใน tube 5 กรัม

ใส่ Glass bride 3 – 5 ลูก

↓

เติม Conc. Sulfuric acid 15 ml.เติม Antifoam 3 – 5 หยด

↓

บรรจุหลอดลงใน Rack แล้วนำไปย่อยในเครื่อง Kjeldahl Isotherm ย่อยจนสารละลายที่ได้ใส

↓

รอให้เย็นแล้วนำไปกลั่นหาปริมาณไนโตรเจนด้วยเครื่อง Nitrogen Distillation ใส่ Boric acid 4 % ไว้ใน Flask ขนาด 250 ml.

หยด Protein Indicator 2 – 3 หยด ได้สารละลายสีม่วง

↓

กลั่นจนครบเวลากลั่น 420 วินาที จะได้สารละลาย boric acid สีเขียว

↓

นำสารละลายที่กลั่นได้มาไทเทรตกับ 0.1 N HCl หรือ 0.02 N HCl (ขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง) เมื่อถึงจุดยุติสารละลายจะกลับมาเป็นสีม่วงตามเดิม บันทึกปริมาตร HCl ที่ใช้

↓

คำนวณหา % โปรตีน โดยคูณค่าไนโตรเจนที่ได้ด้วย Factor ของตัวอย่าง

เมื่อทำการทดลองวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของข้าวผลที่ได้ดังตาราง13 ส่วนแป้งโรงงานปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้ดังตาราง14

<u>ตาราง 13</u> ผลการทดสอบปริมาณโปรตีนของแป้งข้าว

ชนิดแป้งข้าว	% โปรตีน
1	6.24
2	6.48
3	6.76
4	6.22
5	6.56
6	6.56
7	6.78

8	6.78
9	6.56
10	6.09
11	6.95
12	7.03
13	6.72
14	6.20

ตาราง 14 ผลการทดสอบปริมาณโปรตีนของแป้งโรงงาน

ชนิดแป้ง	% โปรตีน
1	6.30
2	6.36
3	6.82
4	6.38
5	6.27

จากการทดลองจะเห็นว่าปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ในข้าวจะมีปริมาณมากกว่าแป้งโรงงานทุกค่าเนื่องจากกระบวนการแตกต่างกันคือข้าวที่ทำการทดลองจะใช้การบดข้าวโดยไม่ผ่านการแช่น้ำ ส่วนแป้งโรงงานซึ่งเป็นแป้งที่ผ่านกระบวนการโม่เปียกฉะนั้นจึงย่อมมีการแช่ข้าวก่อนที่จะทำการโม่ เป็นผลให้ดปรตีนแอลบลูมินที่เป็นโปรตีนที่มีมากอยู่ที่ส่วนผิวของข้วสารซึ่งมีความสามารถในการละลายน้ำจะละลายหายไปกับน้ำ ทำให้ปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่มีอยู่ในข้าวมีปริมาณลดลงกลุ่มโปรตีนแต่อย่างไรก้ตามปริมาณโปรตีนของแป้งที่ผ่านการโม่เปียกและปริมาณโปรตีนในข้าวจะไม่แตกต่างกันมากนักอันเนื่องมาจากโปรตีนแอลบลูมินจะเป็นโปรตีนที่มีน้อยในข้าว ส่วนโกลบูลินเป็นโปรตีนที่มีมากที่สุดในข้าวสาร ในทางทฤษฎีสัดส่วนของโปรตีนในข้าวในเนื้อเมล็ดจะมีมากที่สุดทั้งนี้เพราะส่วนเนื้อเมล็ดเป็นส่วนที่มีปริมาณมากที่สุดในเมล็ด โปรตีนจะอยู่ในเนื้อเมล็ดในลักษณะแทรกอยู่ระหว่างเม็ดแป้ง(Starch granule) โปรตีนในแป้งข้าวเหนียวมีบทบาทในด้านคุณภาพของแป้งข้าวน้อยไม่เหมือนกับโปรตีนในแป้งสาลีซึ่งโปรตีนเป็นองค์ประกอบที่ทำให้แป้งสาลีมีคุณลักษณะเฉพาะ

<u>คาร์โบไฮเดรต (Starch)</u>

คาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในแป้งจะมีลักษณะเป็น Polysaccharides เป็น polymer ขนาดใหญ่ถึง 420 ล้าน Dalton ที่มีการวิเคราะห์ในการทดลองนี้ใช้วิธี Anthrone method ซึ่งเป็นการวิเคราะห์น้ำตาล Hexose โดยน้ำตาล Hexose จะทำปฏิกิริยากับ Anthrone (9,10-dihydro-9-oxoanthracene) ภายใต้สภาวะที่เป็นกรดซัลฟิวริกเข้มข้นจะเป็นสารละลายสีเขียวซึ่งทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 nm. วิธีนี้จะใช้กรดเข้มข้นจึงวัดหาค่าได้ทั้ง non reducing และ reducing carbohydrates starch นับเป็นองค์ประกอบหลักของแป้งทุกชนิดดังนั้นถ้าทำการกำจัดองค์ประกอบอื่นๆออกจะทำให้องค์ประกอบที่อยู่ในแป้งเป็น Starch เกือบ 100 %

วิธีการสกัด

ชั่งตัวอย่าง 2.000 กรัม (เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง) ใส่ลงใน Ground joint flask ขนาด 1000 ml.

↓

เติม Ethyl alcohol 200 ml. เขย่าให้ตัวอย่างละลาย นำไปวางบน Hot plate ที่ต่อกับชุดกลั่น ให้ความร้อนจนตัวอย่างเดือด เริ่มจับเวลา 15 นาที

↓

นำมากรองขณะร้อนด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ ล้างด้วย Ethanol 100 ml. จากนั้นเติมน้ำ 100 ml. ต้มใน Hot plate จนเดือด 35 นาที

↓

กรองขณะร้อนด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ ล้างด้วยน้ำร้อน 30 ml. เทสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 250 ml. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

วิธีการวิเคราะห์ Starch ด้วย Anthone method

ใช้ Volumetric pipet ขนาด 2 ml. ดูดตัวอย่างลงในหลอดทดลอง (ถ้าตัวอย่างมีแป้งมากเจือจางตัวอย่าง 1 : 100)

Standard starch ความเข้มข้น 50 μg. / ml. 2 ml. และ น้ำ 2 ml. เป็น Blank

↓

เติม 2 % Anthone 0.5 ml. ในทุกหลอด จากนั้นเติม Conc. Sulfuric acid 5 ml. โดยค่อยๆ เติมให้ชั้นของกรดอยู่ด้านล่าง

↓

เก็บตัวอย่างไว้ในที่มืด 20 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้ความยาวคลื่น 620 nm โดยใช้ Blank ปรับ 0

↓

บันทึกผลและคำนวณ % Starch ในตัวอย่าง

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าวผลการทดลองที่ได้ดังตาราง15 และผลการ

<u>ตาราง 15</u> ผลการทดสอบปริมาณ Starch ในแป้งข้าว

ชนิดแป้งข้าว	% Starch
1	88.70
2	89.00
3	87.60
4	89.10
5	86.95
6	87.85
7	89.03
8	88.76
9	89.00
10	87.60
11	89.30
12	88.85
13	87.65
14	89.04

<u>ตาราง 16</u> ผลการทดสอบปริมาณ Starch ของแป้งโรงงาน

ชนิดแป้ง	% Starch
1	89.60

2	89.35
3	89.70
4	89.18
5	89.26

จากตารางผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวและแป้งโรงงานพบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวและแป้งโรงงานจะอยู่ในช่วง 87 – 89 % ซึ่งนับว่าเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่มากที่สุดในแป้งข้าวและแป้งโรงงาน ลักษณะของคาร์โบไฮเดรตในแป้งจะเป็นโมเลกุลของกลูโคสต่อกันด้วยพันธะ ∝ -1,4 Glycosidic เมื่อโมเลกุลของกลูโคสต่อกันเป็นสายตรง (Linear chain) และพันธะ ∝ -1,6 Glycosidic เมื่อโมเลกุลของกลูโคสต่อกันเป็นกิ่งก้าน (Branch chain) โมเลกุลของกลูโคสต่อกันเป็น unit ที่ยาวมากจึงมีผลทำให้ธรรมชาติของแป้งทั่วไปจะไม่มีความสามารถในการละลายเนื่องจากมี MW (Molecular weight) สูงมาก การเชื่อมกันระหว่างโมเลกุลของกลูโคสของคาร์โบไฮเดรตยังส่งผลให้แป้งเกิดคุณสมบัติที่แตกต่างจากสสารตัวอื่น เช่น การเกิดสีน้ำเงินกับไอโอดีน การเกิดความหนืดเมื่อได้รับความร้อน เป็นต้น ดังนั้นคาร์โบไฮเดรตนับเป็นองค์ประกอบทางเคมีของแป้งที่สำคัญต่อการแสดงคุณสมบัติเฉพาะตัวของแป้ง

<u>ไขมัน</u>

เป็นองค์ประกอบที่มีในพืชและสัตว์ทุกชนิด ในข้าวไขมันจะมีมากในส่วนคัพภะและรำมากกว่าในส่วนแกลบและเนื้อเมล็ด เมื่อมีการสีแยกแกลบและรำออกไขมันส่วนใหญ่จะหลุดออกไป กระนั้นก็ย่อมขึ้นกับกระบวนการผลิตว่าสามารถกำจัดรำที่ติดอยู่บนผิวของข้าวได้มากน้อยขนาดไหน ปริมาณไขมันเป็นดัชนีในการทำนายคุณภาพของแป้งได้ระดับหนึ่ง เนื่องจากถ้ามีปริมาณไขมันอยู่มากจะเป็นตัวทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่ดีเมื่อเก็บแป้งไว้เป็นระยะเวลานาน จากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเกิดเป็นสารประกอบที่ระเหยได้ซึ่งมีกลิ่นหืน ดังนั้นผู้ผลิตจึงต้องการให้มีปริมาณไขมันในแป้งน้อยที่สุดโดยมีการขัดผิวข้าวสารให้สะอาดก่อนทำการเข้ากระบวนการผลิตต่อไป วิธี Soxhlet method เป็นวิธีที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณไขมัน โดยใช้การคำนวณผลต่างของน้ำหนักก่อนทำการกลั่นและหลังจากการกลั่น ซึ่งเป็นวิธีที่อาศัยการจับกันของโมเลกุลที่ไม่มีขั้วของตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำและโมเลกุลที่มีขั้วของไขมัน ตัวทำละลายจุดเดือดต่ำที่ใช้ในการทดลองนี้ คือ ปิโตรเลียมอีเทอร์ที่มีจุดเดือด ประมาณ 60-80 °C เมื่อให้ความร้อนก็จะเกิดการระเหยจับกับตัวอย่างที่มีไขมัน เราจึงสามารถรู้ปริมาณไขมันในตัวอย่างได้ซึ่งในที่นี้จะขออธิบายกลไกของการสกัดไขมันด้วยวิธีนี้อย่างคร่าว ๆ ดังนี้ วิธีนี้เป็นวิธีการที่อาศัยการเกิด "กาลักน้ำ" ภายในระบบเพื่อทำให้เกิดการจับกันของโมเลกุลมีขั้วและโมเลกุลไม่มีขั้วของไขมันและตัวทำละลาย โดยเมื่อให้ความร้อนแก่ระบบจะทำให้ปิโตรเลียมอีเทอร์ระเหยขึ้นสู่ด้านบนผ่านตัวอย่างที่บรรจุอยู่ภายใน thimble ตัวอย่างที่มีไขมันก็จะถูกจับโดยตัวทำละลาย เกิดกาลักน้ำไหลเวียนภายในระบบเป็นเวลานาน (การทดลองนี้ใช้ระยะเวลา 14 ชั่วโมง) ทำให้สามารถสกัดไขมันออกมาจากตัวอย่างได้หมด และหลังจากนั้นจึงทำการหาปริมาณไขมันในตัวอย่างนั้น ๆ โดยอาศัยผลต่างของ round bottom flask ข้อเสียของวิธีนี้คือ ใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์นาน ทำให้ไม่เหมาะสมในการใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการทราบผลอย่างรวดเร็ว

วิธีการ

อบ round bottom flask ขนาด 250 มล. ในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

↓

ชั่งน้ำหนักบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ชั่งตัวอย่าง 3-5 กรัม ห่อให้มิชิด แล้วใส่ลงใน extraction thimble คลุมด้วยสำลีเพื่อให้สารละลายกระจายอย่างสม่ำเสมอ ใส่ thimble ลงใน soxhlet

↓

เติมสารตัวทำละลาย Petroleum ether ใน round bottom flask 150 มล. แล้ววางบนเตา ประกอบอุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน พร้อมทั้งเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่นและเปิดสวิทซ์ให้ความร้อน

↓

ใช้เวลาในการสกัดไขมัน 14 ชม. โดยปรับความร้อนให้หยดของสารละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที

↓

เมื่อครบ 14 ชม. นำ Thimble ออกจาก soxhlet และกลั่นเก็บสารทำละลายจนเหลือสารละลายใน round bottom flask เพียงเล็กน้อย

↓

อบระเหยสารทำละลายในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 – 90 °C จนแห้ง ใช้เวลาประมาณ 30 นาที ทำให้เย็นในตู้ดูดความชื้น

↓

ชั่งน้ำหนัก แล้วอบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มก.

จากการทดลองวิเคราะห์ไขมันในแป้งข้าวผลที่ได้ดังตาราง17 และการวิเคราะห์ไขมันในแป้งของโรงงานผลที่ได้ดังตาราง18

<u>ตาราง 17</u> ผลการทดสอบปริมาณไขมันในแป้งข้าว

ชนิดแป้งข้าว	น้ำหนักตัวอย่าง (g)	น้ำหนักขวดก่อนทดลอง (g)	น้ำหนักขวดหลังทดลอง (g)	% ไขมัน
1	3.0005	95.8931	95.9380	1.49
2	3.0005	104.5037	104.5548	1.70
3	3.0009	97.5793	97.5881	0.29
4	3.0016	96.7416	96.7992	1.91
5	3.0008	101.3932	101.4502	1.89
6	3.0029	104.5050	104.5310	0.86
7	3.0003	91.6173	91.6315	0.47
8	3.0016	92.0089	92.0659	1.89
9	3.0007	96.7449	96.7573	0.41
10	3.0003	96.5011	96.5082	0.23
11	3.0006	95.8981	95.9098	0.38
12	3.0031	101.3926	101.4459	1.77
13	3.0001	91.9771	91.9922	0.50
14	3.0026	95.8941	95.9014	0.24

<u>ตาราง 18</u> ผลการทดสอบปริมาณไขมันในแป้งโรงงาน

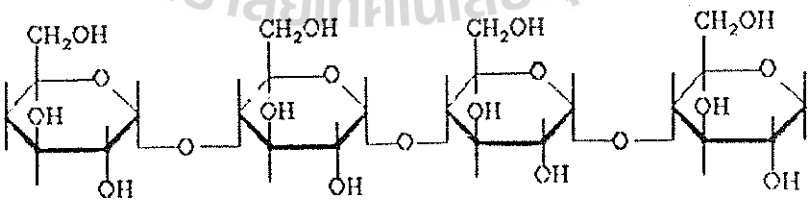
ชนิดแป้ง	น้ำหนักตัวอย่าง (g)	น้ำหนักขวดก่อนทดลอง (g)	น้ำหนักขวดหลังทดลอง (g)	% ไขมัน
1	3.0011	96.5425	96.5649	0.74

3	3.0002	101.3930	101.4120	0.63
4	3.0004	95.8984	95.9194	0.69
5	3.0005	97.5782	97.6021	0.79

ในทางทฤษฎีองค์ประกอบกรดไขมันในข้าวประกอบด้วย กรดไขมันพัลมิติก โอลิอิก และลิโนลิอิกใกล้เคียงกัน โดยในแกลบมีโอลิอิกมากที่สุด ข้าวสารมีพัลมิติกและลิโนลินิกมากที่สุดลักษณะไขมันที่แทรกอยู่ในสตาร์ชอาจจะอยู่ร่วมกับส่วนอะไมโลสดังเช่นการอยู่ร่วมกันของกลีเซอรอลโมโนสเทียรินกับอะไมโลส จากการทดลองพบว่าปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 0.2-2.0% ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีข้างต้น คือ ไขมันในข้าวจะมี 2 ส่วน คือ ไขมันที่สกัดจากสตาร์ช และไขมันที่ไม่ใช่มาจากสตาร์ช โดยจะอยู่ในรูปกรดไขมันพวกพัลมิติก โอลิอิก และลิโนลิอิกเป็นส่วนใหญ่ ไขมันที่สกัดจากสตาร์ชจากข้าวสารของข้าวเหนียวมีประมาณ 0.1 % และไขมันจากข้าวสารที่ไม่ใช่มาจากสตาร์ชเป็นไขมันที่เป็นกลาง 26 % ไตรกลีเซอร์ไรด์ 2 % และกรดไขมันอิสระ 20-21 % ซึ่งจากการทดลองพบว่าแป้งข้าวมีปริมาณไขมันในช่วง 0.2-2 % จึงกล่าวได้ว่าไขมันที่สกัดได้จากแป้งข้าวที่ทดลองเป็นไขมันชนิดที่สกัดได้จากไขมันที่ไม่ได้มาจากสตาร์ท ซึ่งมีค่าดังนี้ 3 ,10,13 มีปริมาณไขมัน 0.2-0.3 % 7 , 9,11 , 13 มีปริมาณไขมัน 0.3-0.5 % และ 1 , 2 , 4 , 5, 6 , 8 , 12 มีปริมาณไขมันระหว่าง 0.8-2.0 % ส่วนแป้งที่นำไปทดสอบมีปริมาณไขมันประมาณ 0.6-0.8 % (ค่าที่แน่นอนพิจารณาได้จากตารางที่ 17 และ 18) ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์ไขมันในข้าวพบว่าข้าวที่อยู่ในล็อค 4 จะมีปริมาณไขมันมากที่สุดคือ 1.91%รองลงมาคือ ข้าวในล็อค 1 , ล็อค 5 และล็อค 8 มีปริมาณไขมัน 1.89% ล็อค 12 มีปริมาณไขมัน 1.77% ล็อค 2 มีปริมาณไขมัน 1.7% และล็อค 1 มีปริมาณไขมัน 1.49% ส่วนข้าวในล็อคอื่นๆ มีปริมาณไขมันน้อยกว่า 1 % จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นว่าปริมาณไขมันในข้าว 7 ชนิด มีปริมาณไขมันเกิน 1 % ซึ่งถือว่ามีปริมาณค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวชนิดอื่น อาจสันนิษฐานได้ 2 ประการด้วยกัน คือ ประการที่1 ข้าว 7 ชนิดดังกล่าวเป็นพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่มาก ซึ่งการมีไขมันอยู่มากนอกจากพันธะข้าวแล้วยังขึ้นอยู่กับสภาวะในการปลูกเป็นผลร่วมด้วย ประการที่2 กระบวนการสีข้าวไม่สมบูรณ์โดยเฉพาะขั้นตอนในการขัดขาวและขัดมันข้าวกล้องทำให้มีส่วนของรำหลงเหลืออยู่บริเวณผิวของเมล็ดข้าวสารซึ่งส่วนของรำเป็นส่วนที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่มากและกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในข้าวมีกรดไขมันที่มีความไม่อิ่มตัวอยู่ทำให้ง่ายที่จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

<u>Amylose</u>

เป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในข้าวเจ้ามากกว่าข้าวเหนียว มีลักษณะเป็นพอลิเมอร์ของกลูโคสที่มีโมเลกุลเป็นเส้นยาว (Linear fraction) โดยเชื่อมต่อด้วยพันธะ ∝ - 1, 4 glycosidic linkage โดยทั่วไปจะมีกลูโคสต่อในโมเลกุลของอะไมโลส 1,000 glucose unit โดยมีโครงสร้างเป็น helical coil structure ดังรูป



<u>รูป8</u> ลักษณะโครงสร้างของ Amylose

คุณสมบัติโดยทั่วไปของอะไมโลส คือ มีอัตราส่วนของ Non reducing group ในโมเลกุลมีค่าเท่ากับ 1, ทำปฏิกิริยากับไอโอดีนได้สีน้ำเงินและดูดซับไอโอดีน (isopotentionmertrically) ได้มาก, มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำเพียง 600 – 1,600 D.P (Degree of,Polymerization) สามารถย่อยสลายด้วย ∝ - amylase ได้ร้อยละ 100, สามารถรวมตัวเป็นสาร

1,600 D.P (Degree of Polymerization) สามารถย่อยสลายด้วย ∝ - amylase ได้ร้อยละ 100, สามารถรวมตัวเป็นสารเชิงซ้อน โดยทำปฏิกิริยากับ 1 – butanol และสารอินทรีย์ชนิดอื่น, สามารถดูดซับด้วยเซลลูโลส และในสภาพสารละลายมีคุณสมบัติการคงสภาพต่ำ

วิธีการทำ Standard curve

ชั่งสารมาตรฐาน Potato Amylose Type three มา 0.0400 กรัม ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml. เติม Ethyl alcohol 95 % 1 ml. และ NaOH 1 M 9 ml.

↓

เขย่าอย่าให้ Amylose ลอยติดในขวด ต้มในน้ำเดือด 10 นาที ปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml. ด้วยน้ำกลั่นทิ้งไว้ค้างคืน

↓

ปิเปตสารละลายตัวอย่างปริมาตร 1, 2, 3, 4 และ 5 ml. ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml. เติม Acetic acid 1 M 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1 ml. ตามลำดับลงในขวดวัดปริมาตร

↓

เติมน้ำกลั่น 70 ml. จากนั้นเติมสารละลายไอโอดีน 2 ml. ลงทุกหลอด ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 ml. เขย่าขวด นำไปเก็บไว้ในที่มืด 20 นาที

↓

นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 610 nm. (โดยใช้น้ำกลั่นเติมแทนตัวอย่าง 5 ml. เติม Acetic acid 1 ml. นอกนั้นทำเหมือนกับหลอดอื่น)

↓

นำข้อมูลที่ได้มา Plot กราฟ ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกับค่าการดูดกลืนแสง

วิธีการวิเคราะห์ Amyloseในตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่าง 0.1000 กรัม (เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง) ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml. เติม Ethyl alcohol 95 % 1 ml. และ NaOH 1 M 9 ml.

↓

เขย่าอย่าให้ Amylose ลอยติดในขวด ต้มในน้ำเดือด 10 นาที ปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml. ด้วยน้ำกลั่นทิ้งไว้ค้างคืน

↓

ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 5 ml. ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml. เติม Acetic acid 1 ml.

↓

เติมน้ำกลั่น 70 ml. แล้วเติมไอโอดีน 2 ml. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 ml
เขย่าขวด นำไปเก็บไว้ในที่มืด 20 นาที

↓

นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 610 nm. (โดยใช้น้ำกลั่นเติมแทนตัวอย่าง 5 ml.
นอกนั้นทำเหมือนกับหลอดอื่น)

↓

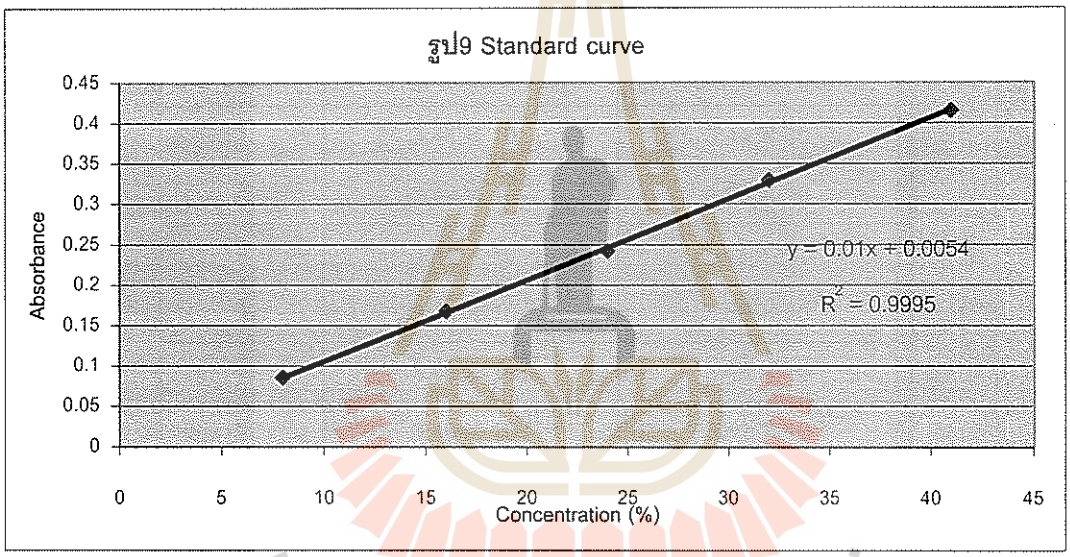
ค่าที่ได้ไปแทนค่าในสมการเส้นตรงของ Standard curve จะได้ % Amylose ในตัวอย่าง

เมื่อทำการเตรียมตัวอย่างและทำตามวิธีการทดลองข้างต้น โดยจะต้องทำการเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อทำ Standard curve ซึ่งในการวิเคราะห์ปริมาณ Amylose ในตัวอย่างจะต้องนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้กับเทียบ

กับ Standard curve เพื่อหาปริมาณ Amylose ในตัวอย่าง จากการเตรียมสารละลายมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 610 nm. ได้ผลดังตาราง 19 และนำค่าจากตาราง 19 ไป Plot กราฟระหว่าง ความเข้มข้นของ Amylose (%) และค่า Absorbance จะได้ Standard curve ดังรูป 9

ตาราง 19 ค่า Absorbanc ของสารละลายมาตรฐาน Potato Amylose (Standard Type Three)

Concentration of Amylose (%)	Absorbance		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	Mean
8	0.085	0.086	0.0855
16	0.168	0.167	0.1675
24	0.240	0.239	0.2420
32	0.329	0.330	0.3295
41	0.415	0.416	0.4155



เมื่อได้ Standard curve แล้ว ก็เริ่มทำการวิเคราะห์หาปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวตัวอย่างชนิดต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบถึงวิธีการโม่แป้งต่อปริมาณ Amylose ที่มีอยู่ในแป้งข้าวโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงผลการทดลองที่ได้ดังตาราง 20 และสามารถคำนวณหา % Amylose ในแป้งข้าวได้โดยเทียบกับ Standard curve ผลที่ได้ดังตาราง 21 นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์ปริมาณ Amylose ในแป้งของโรงงานโดยทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงผลการทดลองที่ได้ดังตาราง 22 และคำนวณ % Amylose ผลที่ได้ดังตาราง 23

ตาราง 20 ค่า Absorbance แป้งข้าว

ชนิดแป้งข้าว	ค่า Absorbance ที่ 610 nm. (โม่เปียก)			ค่า Absorbance ที่ 610 nm. (โม่แห้ง)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1	0.081	0.080	0.0805	0.085	0.082	0.0835
2	0.089	0.088	0.0885	0.090	0.091	0.0905
3	0.080	0.080	0.080	0.082	0.084	0.083

4	0.083	0.084	0.0835	0.107	0.109	0.108
5	0.080	0.080	0.080	0.089	0.086	0.0875
6	0.080	0.080	0.080	0.082	0.081	0.0815
7	0.087	0.087	0.087	0.098	0.096	0.097
8	0.089	0.088	0.0885	0.092	0.090	0.091
9	0.088	0.088	0.088	0.086	0.085	0.0855
10	0.082	0.083	0.0825	0.085	0.084	0.0845
11	0.083	0.084	0.0835	0.084	0.084	0.084
12	0.083	0.084	0.0835	0.089	0.089	0.089
13	0.089	0.089	0.089	0.079	0.077	0.078
14	0.081	0.082	0.0815	0.084	0.085	0.0845

ตาราง 21 ผลการทดสอบปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวที่ผ่านการโม่เปียกและโม่แห้ง

ชนิดแป้งข้าว	% Amylose โม่เปียก	% Amylose โม่แห้ง
1	3.41×10^{-3}	3.44×10^{-3}
2	3.49×10^{-3}	3.50×10^{-3}
3	3.40×10^{-3}	3.43×10^{-3}
4	3.44×10^{-3}	3.69×10^{-3}
5	3.40×10^{-3}	3.48×10^{-3}
6	3.40×10^{-3}	3.42×10^{-3}
7	3.47×10^{-3}	3.57×10^{-3}
8	3.49×10^{-3}	3.51×10^{-3}
9	3.48×10^{-3}	3.46×10^{-3}
10	3.43×10^{-3}	3.45×10^{-3}
11	3.44×10^{-3}	3.44×10^{-3}
12	3.44×10^{-3}	3.49×10^{-3}
13	3.49×10^{-3}	3.38×10^{-3}
14	3.42×10^{-3}	3.45×10^{-3}

ตาราง 22 ค่า Absorbance ของแป้งโรงงาน

ชนิดแป้ง	Absorbance		
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	Mean
1	0.038	0.037	0.0375

2	0.064	0.064	0.064
3	0.052	0.050	0.051
4	0.077	0.077	0.077
5	0.060	0.062	0.061

ตาราง 23 ผลการทดสอบปริมาณ Amylose ในแป้งโรงงาน

ชนิดแป้ง	% Amylose
1	2.97×10^{-3}
2	3.24×10^{-3}
3	3.11×10^{-3}
4	$3.37. \times 10^{-3}$
5	3.21×10^{-3}

จากการทดลองดังตาราง 21 และ 23 พบว่าแป้งข้าวทุกชนิดที่ผ่านการโม่แห้งและผ่านการโม่เปียกและแป้งของโรงงานจะมีปริมาณ Amylose ใกล้เคียงกันและมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับสัดส่วนของ Starch ในแป้ง ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับหลักความเป็นจริงเพราะข้าวเหนียวจะเป็นข้าวที่มีองค์ประกอบเป็น Amylopectin เกือบ 100 % ทำให้ข้าวชนิดนี้มีคุณสมบัติเฉพาะตัวคือ เมื่อนึ่งให้สุกจนแป้งเกิดเจล (Gelatinization) จะมีลักษณะเหนียว และจากการทดลองที่ได้ทำให้ทราบว่าข้าวเหนียวแต่ละพันธุ์จะมีปริมาณ Amylose ต่างกัน แต่ต่างกันในปริมาณน้อยมาก ทำให้ความคงตัวของเจลที่อุณหภูมิต่ำมีค่าน้อย

ความละเอียดของเม็ดแป้ง

แป้งที่ผ่านการโม่ด้วยวิธีที่แตกต่างกันจะทำให้ขนาดอนุภาค (Particle size) ต่างกัน ดังนั้นจึงมีการตรวจสอบคุณภาพของแป้งโดยการดูขนาดอนุภาคของแป้งที่โม่ได้ ซึ่งการโม่แป้งโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ การโม่เปียก(Wet Milling) และการโม่แห้ง (Dry Milling) วิธีการโม่ทั้ง 2 ลักษณะนี้จะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้วิธีใดในการโม่จะต้องพิจารณาหลายๆ แง่ร่วมกัน โดยจะต้องเลือกวิธีที่เหมาะกับผลิตภัณฑ์ของโรงงาน ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงทำการใช้ตะแกรงร่อนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูตะแกรงแตกต่างกันในการหาขนาดอนุภาคของแป้งการ

วิธีการ

ต่อชุดเครื่องร่อนโดยเรียงจาก Mesh น้อยไป mesh มาก จากด้านบนลงลางและใส่ลูกยางทุกตะแกรง

↓

ชั่งแป้ง 100 กรัม ใส่ตะแกรงด้านบนสุด mesh number 60 ตั้งเวลา 25 นาที interval 90 วินาที และ Amplitude 2.5 **แล้วกด**

Start

↓

ชั่งแป้งที่อยู่ในทุก ๆ ชั้นของตะแกรง บันทึกผล

เมื่อทำการทดลองร่อนแป้งเพื่อหาขนาดของอนุภาคแป้ง โดยแป้งที่ผ่านการผ่านการโม่แห้งผลการร่อนดังตาราง24และเพื่อให้เห็นภาพปริมาณแป้งที่อยู่ในตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆกันจึงนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนแผนภูมิดังรูป10แป้งที่ผ่านการโม่เปียกผลที่ได้ดังตารางที่25 และรูป11

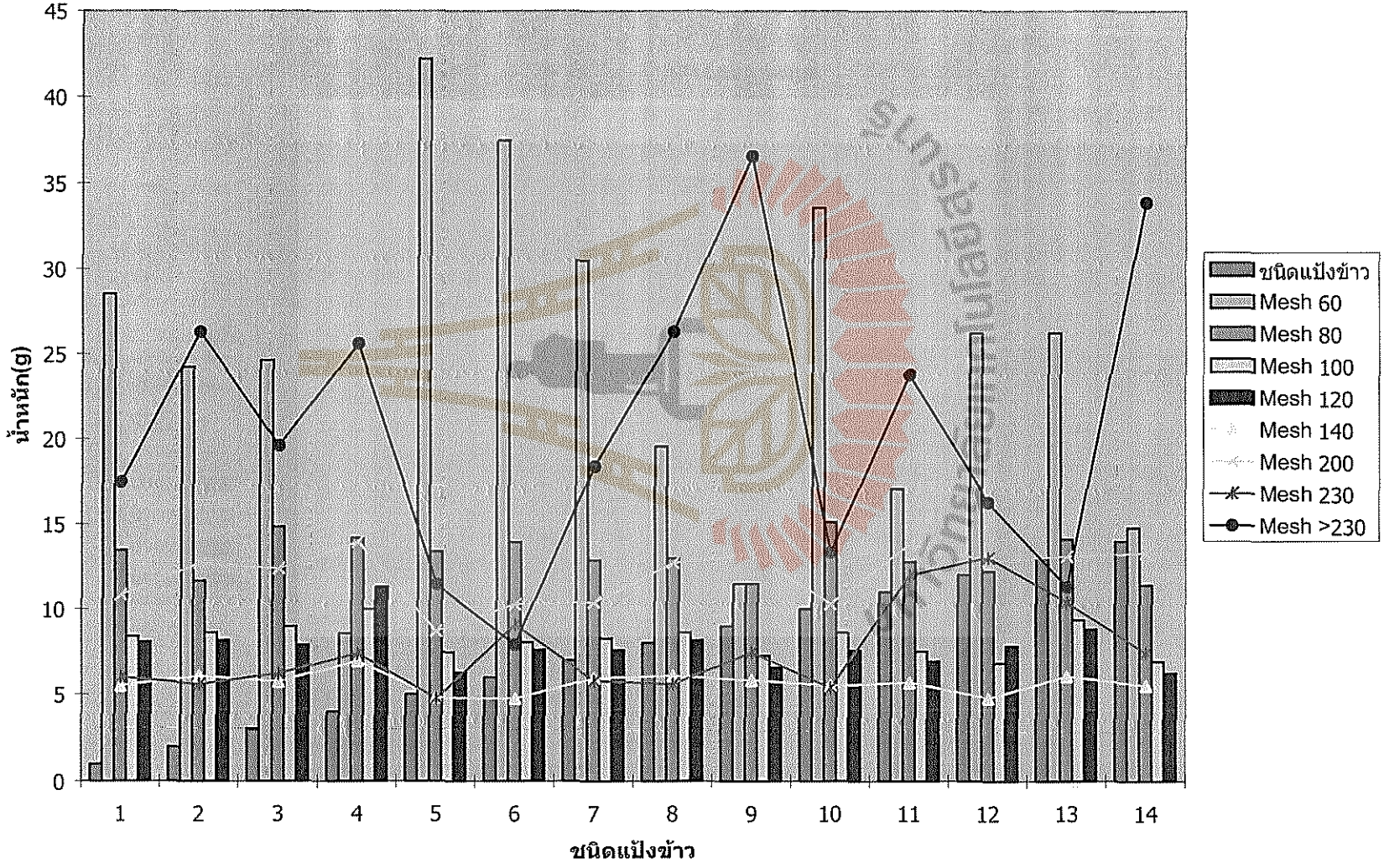
ตาราง 24 ผลการทดสอบการร่อนผ่านตะแกรงของแป้งข้าวที่ผ่านการโม่แห้ง

แป้งข้าว	Mesh 60	Mesh 80	Mesh 100	Mesh 120	Mesh 140	Mesh 200	Mesh 230	Mesh >230	Total
1	28.51	13.44	8.39	8.06	5.50	10.82	6.00	17.43	98.15
2	24.23	11.66	8.61	8.18	6.07	12.70	5.58	26.28	99.14
3	24.61	14.81	8.97	7.88	5.74	12.37	6.22	19.59	99.19
4	8.57	14.18	10.00	11.29	6.96	13.95	7.40	25.59	99.19
5	42.18	13.36	7.45	6.28	4.81	8.70	4.76	11.43	98.97
6	37.46	13.93	8.04	7.60	4.74	10.27	9.08	7.90	99.02
7	30.47	12.85	8.28	7.59	5.94	10.40	5.77	18.36	99.66
8	19.54	12.98	8.62	8.18	6.07	12.70	5.58	26.28	99.95
9	11.48	11.48	7.26	6.57	5.83	13.25	7.45	36.54	99.86
10	33.56	15.10	8.60	7.59	5.51	10.29	5.38	13.32	99.73
11	17.06	12.78	7.51	6.94	5.69	13.80	11.99	23.75	99.52
12	26.20	12.22	6.81	7.82	4.76	12.82	13.01	16.26	99.90
13	26.24	14.10	9.35	8.82	6.05	13.09	10.38	11.28	99.31
14	14.77	11.40	6.94	6.24	5.51	13.30	7.43	33.87	99.46

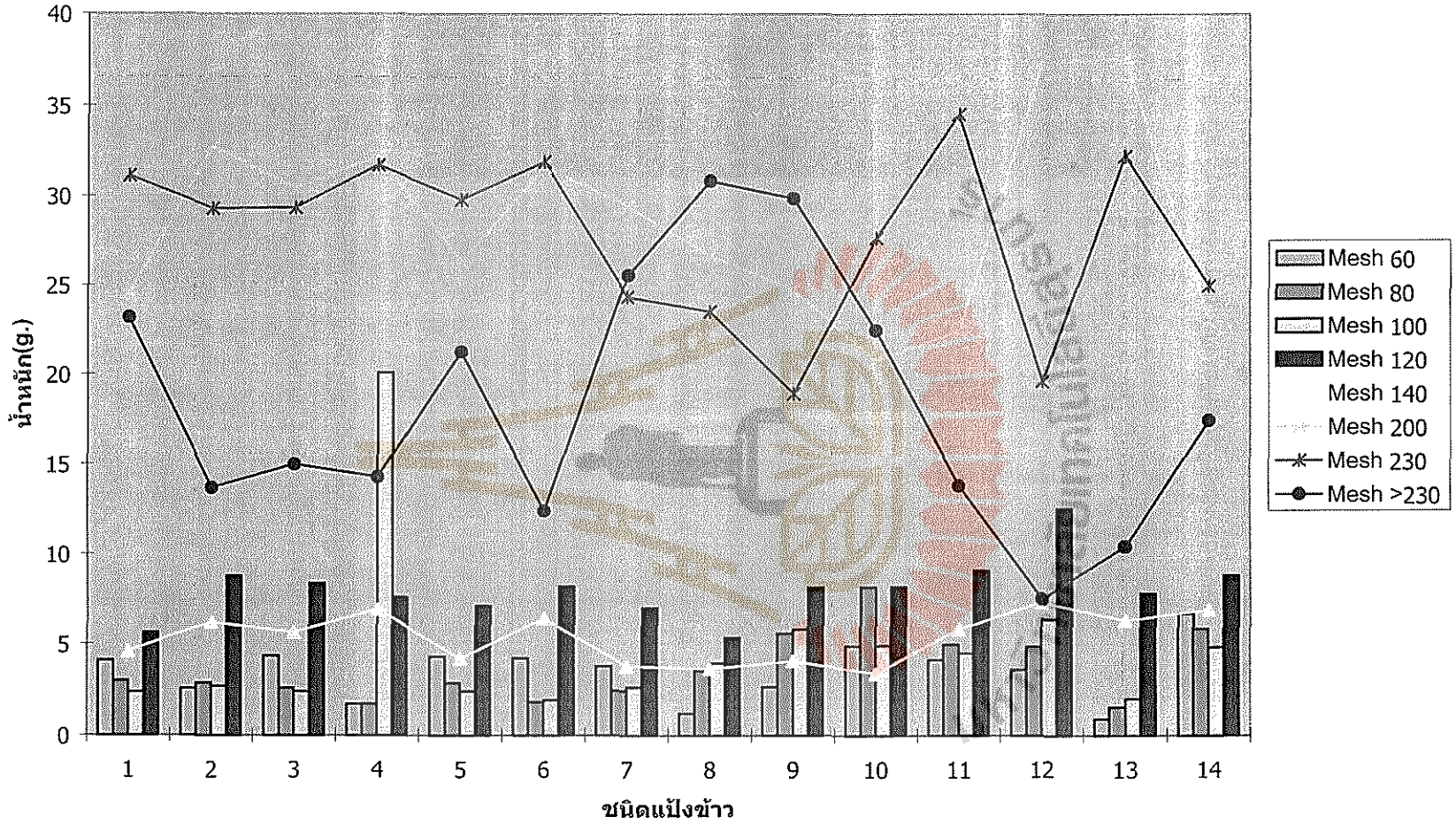
ตาราง25 ผลการทดสอบการร่อนผ่านตะแกรงของแป้งข้าวที่ผ่านการโม่เปียก

แป้งข้าว	Mesh 60	Mesh 80	Mesh 100	Mesh 120	Mesh 140	Mesh 200	Mesh 230	Mesh >230	Total
1	4.11	2.99	2.37	5.63	4.59	24.57	31.09	23.19	98.54
2	2.55	2.88	2.70	8.79	6.19	32.73	29.28	13.68	98.80
3	4.35	2.59	2.40	8.37	5.64	30.40	29.33	14.99	98.07
4	1.70	1.72	20.1	7.60	6.91	32.22	31.69	14.28	98.13
5	4.30	2.85	2.42	7.13	4.20	26.32	29.78	21.27	98.97
6	4.23	1.82	1.93	8.20	6.40	31.58	31.87	12.40	98.43
7	3.79	2.45	2.63	7.02	3.78	29.39	24.36	25.57	98.99
8	1.21	3.55	3.95	5.36	3.65	26.65	23.54	30.83	98.74
9	2.65	5.59	5.82	8.15	4.06	24.74	18.94	29.86	99.81
10	4.91	8.18	4.94	8.20	3.39	20.80	27.67	22.50	98.80
11	4.16	5.00	4.50	9.10	5.83	22.43	34.54	13.83	99.39
12	3.60	4.87	6.40	12.53	7.33	37.36	19.65	7.53	99.27
13	0.90	1.55	2.00	7.82	6.30	37.57	32.21	10.42	98.77
14	6.69	5.86	4.84	8.82	6.90	23.00	24.96	17.46	98.53

รูป10 เปรียบเทียบขนาดอนุภาคแป้งที่ผ่านการโม่แห้งโดยใช้ตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน



รูป11 การเปรียบเทียบขนาดอนุภาคแป้งโม่เปียกที่ผ่านการร่อนโดยใช้ตะแกรงที่เส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน



ผลการทดลองของการโม่ทั้ง 2 วิธีแตกต่างกัน คือ แป้งโม่แห้งขนาดอนุภาคแป้งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ขนาดอนุภาคแป้ง 250 micron (60 mesh) และ ขนาดอนุภาคแป้ง มากกว่า 63 micrometer (>230 mesh)เช่น แป้งข้าวชนิดที่ 1,3,5,6,7,10,12,13และ แป้งข้าวชนิดที่ 2,3,8,9,10,11,14 ตามลำดับ(พิจารณาค่าที่แน่นอนได้จากตารางที่ 24)แป้งโม่เปียก สามารถแบ่งขนาดอนุภาคแป้งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ ขนาดอนุภาคแป้ง 75 micrometer (200 mesh) ขนาดอนุภาคแป้ง 63 micrometer (230 mesh) และขนาดอนุภาคแป้ง มากกว่า 63 micrometer (>230 mesh) เช่น แป้งข้าวชนิดที่ 1,5,6,11,14และแป้งข้าวชนิดที่ 2,3,4,7,12,13 และแป้งข้าวชนิดที่ 8,9 ตามลำดับ(พิจารณาค่าที่แน่นอนได้จากตารางที่ 24) จะเห็นได้ว่า ขนาดอนุภาคของแป้งโม่แห้งและโม่เปียกต่างกันทั้งนี้เนื่องจากวิธีทั้งสองใช้หลักการในการทำต่างกัน คือ โม่แห้งจะอาศัยการเสียดสีระหว่างเมล็ดข้าว และ การเสียดสีระหว่างเมล็ดข้าวกับผนังของเครื่องมือที่หมุนด้วยความเร็วต่อรอบสูงจึงทำให้เกิดความร้อนและการแตกหักของเมล็ดข้าว เมล็ดข้าวจึงเกิดความเสียหายได้มาก แต่กระนั้นก็มีโอกาสที่เมล็ดข้าวจะมีขนาดอนุภาคใหญ่ เพราะเมล็ดข้าวแข้งไม่อ่อนนุ่ม ประกอบกับข้าวแต่ละชนิดมีอายุการเก็บต่างกันความแข็งของข้าวแต่ละชนิดจึงต่างกันด้วย ส่วนการโม่เปียกจะต้องแช่เมล็ดข้าวให้มีความอ่อนนุ่มเสียก่อน น้ำจึงสามารถแทรกซึมเข้าสู่ภายในเมล็ดได้ เมื่อทำการโม่ ความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการโม่จึงมีน้อย เมล็ดข้าวจึงเกิดความเสียหายน้อยกว่าโม่แห้ง หลังจากนั้นนำไปอบให้แห้งแล้วจึงนำไปบดให้ละเอียดอีกครั้ง ข้าวที่ผ่านการโม่เปียกจึงมีความละเอียดมากกว่าข้าวที่โม่แห้ง ขนาดอนุภาคแป้งที่โม่เปียกจึงมีขนาดเล็กกว่าแป้งที่โม่แห้ง

<u>Rapid Visco Analyzer (RVA)</u>

เป็นการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งอย่างรวดเร็วโดยใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 15 นาที ซึ่งเร็วกว่าการใช้ Barbender ซึ่งใช้เวลาในการวิเคราะห์ประมาณ 2 ชั่วโมง แต่หน่วยของความหนืดที่ได้จากการทดลองของเครื่องมือทั้ง 2 ตัวแตกต่างกัน การทดลองจะใช้ตัวอย่างที่มีขนาดเล็กทำให้ต้องควบคุมสภาวะต่างๆ เช่น น้ำหนักตัวอย่างต้องไม่แตกต่างจากที่คำนวณหักน้ำหนักน้ำออก น้ำที่เติม เป็นต้น

วิธีการ

ชั่งแป้ง 3 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ให้ใกล้เคียงหรือคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด อย่างมากไม่เกิน 0.01 กรัม ลงในกระดาษชั่งสาร

↓

เติมน้ำกลั่น 25 ml. (+- 0.1 ml.) ลงใน Test cannister อีกอัน

↓

เทตัวอย่างแป้งลงใน Test canister ที่มีน้ำกลั่นบรรจุ ใช้แท่งแก้วคนหรือ paddle คนผสมในแนวตั้งอย่างน้อย 10 ครั้ง จนกระทั่งแป้งผสมกับน้ำดี

↓

วาง Paddle ให้อยู่ตรงกลางของ cannister แล้ววาง cannister ในชุดเครื่อง RVA ทำการวัดค่าความหนืดที่เปลี่ยนแปลงไปโดยกด motor lower ของเครื่อง

<u>ตาราง 26</u> ผลการทดสอบ RVA ของแป้งข้าวที่ผ่านการโม่แห้ง

ชนิดแป้งข้าว	Peak 1	Trough 1	Breakdown	Final viscosity	Setback	Peak Time	Pasting Temp
1	294.83	202.33	92.50	277.33	75.00	4.60	71.30
2	320.25	180.83	139.42	279.33	98.50	4.27	69.00
3	288.42	160.08	128.33	236.17	76.08	4.33	67.35

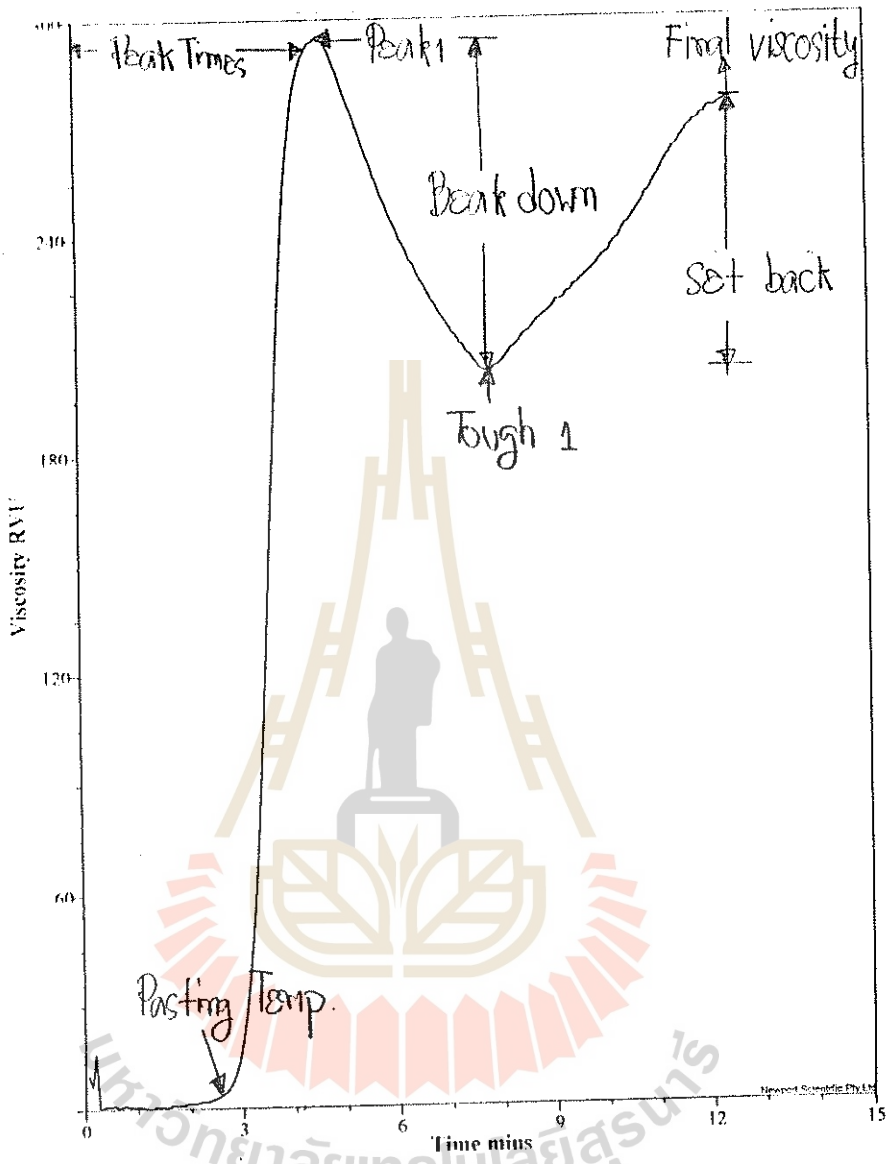
4	266.83	137.75	129.08	224.00	86.25	4.13	66.55
5	285.25	168.17	117.08	256.92	88.75	4.47	69.75
6	271.17	184.92	86.25	267.33	82.42	4.73	68.95
7	306.25	178.17	130.08	268.67	92.50	4.33	68.15
8	197.67	128.75	68.92	199.58	70.83	4.53	67.35
9	165.42	107.83	57.58	165.92	58.08	4.67	65.75
10	270.58	163.67	106.92	234.33	70.67	4.47	70.40
11	137.58	98.17	39.42	141.83	43.67	4.93	68.95
12	199.17	120.50	78.67	170.08	49.58	4.60	71.25
13	322.00	19.00	131.00	274.42	83.42	4.33	67.35
14	299.25	178.75	120.50	265.83	87.08	4.33	68.95

ตาราง 27 ผลการทดสอบ RVA ของแป้งข้าวที่ผ่านการโม่เปียก

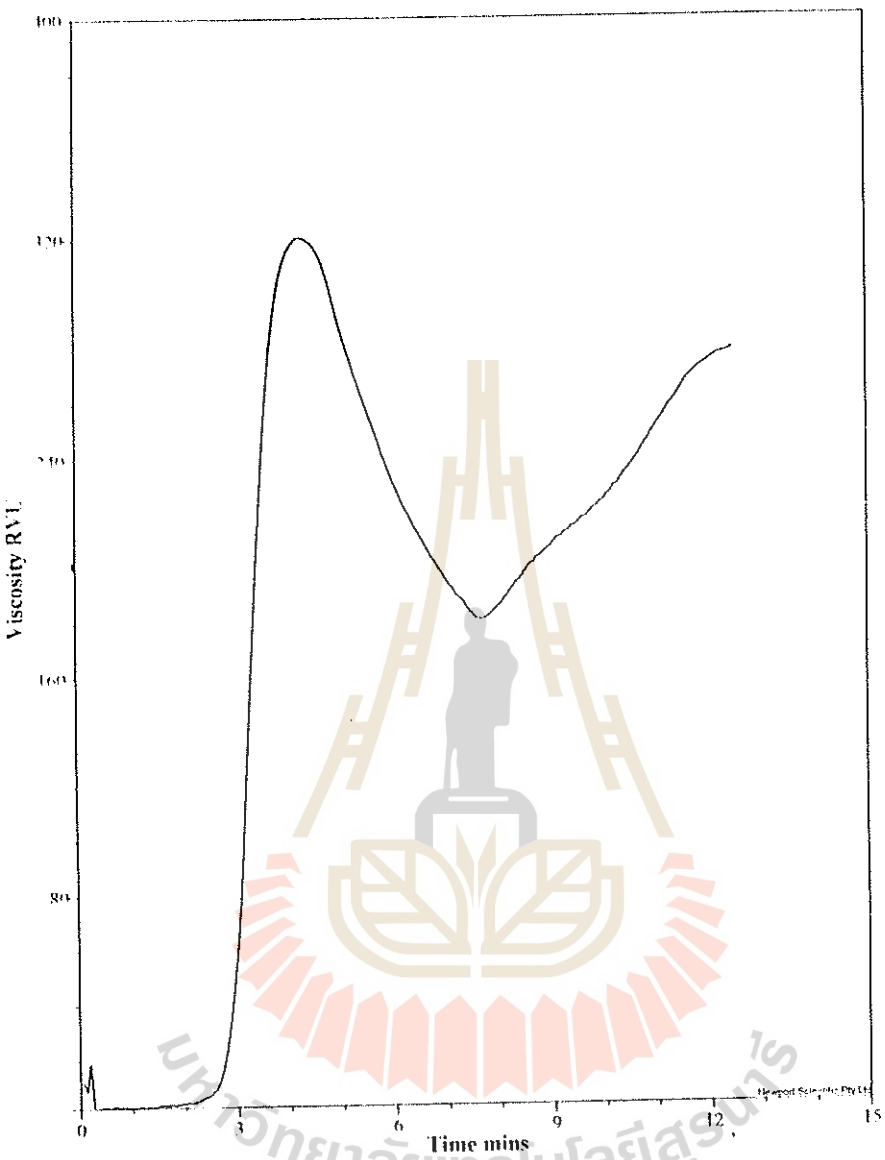
ชนิดแป้งข้าว	Peak 1	Trough 1	Breakdown	Final viscosity	Setback	Peak Time	Pasting Temp
1	332.83	118.58	214.25	161.08	42.50	3.40	67.35
2	314.33	110.33	204.00	140.67	30.33	3.40	67.35
3	264.67	96.25	168.42	122.25	26.00	3.33	66.55
4	280.42	101.08	179.08	130.58	29.50	3.40	67.35
5	396.33	155.75	240.58	209.08	53.33	3.40	67.40
6	387.42	150.17	237.25	206.92	56.75	3.47	66.55
7	358.42	144.92	213.50	200.67	55.75	3.40	67.45
8	255.08	86.42	168.67	108.67	22.25	3.40	66.60
9	386.58	166.08	220.50	218.92	52.83	3.47	67.40
10	401.67	157.92	243.75	213.08	55.17	3.33	67.40
11	365.67	141.75	223.92	186.42	44.67	3.47	68.20
12	412.33	162.00	250.33	216.00	54.00	3.60	68.95
13	195.00	86.67	108.33	126.67	40.00	3.73	68.95
14	381.00	159.00	222.00	216.50	57.50	3.33	68.10

ตาราง28 ผลการทดสอบ RVA ของแป้งโรงงาน

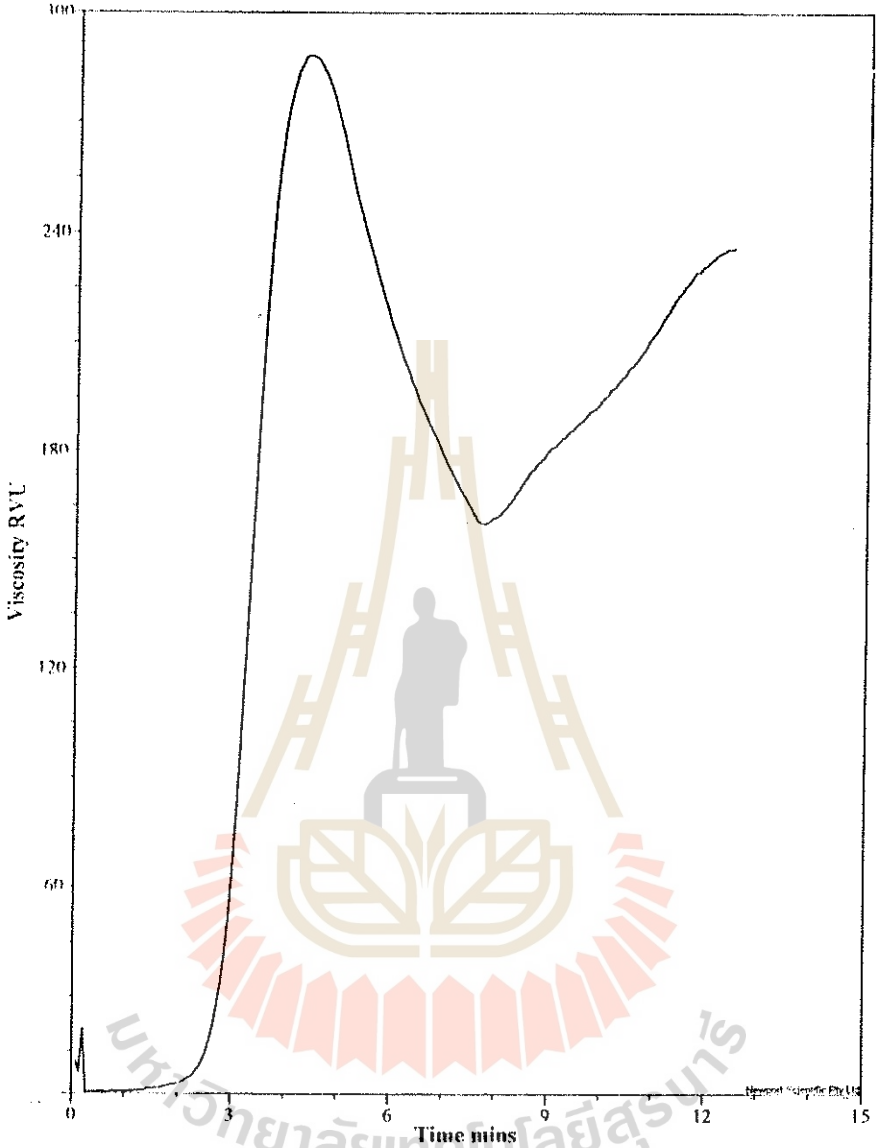
ชนิดแป้งข้าว	Peak 1	Trough 1	Breakdown	Final viscosity	Setback	Peak Time	Pasting Temp
1	441.42	179.08	262.33	242.17	63.08	3.33	66.50
2	450.00	181.00	269.00	244.92	63.92	3.33	66.45
3	432.67	174.25	258.42	236.92	62.67	3.33	66.60
4	455.83	186.50	269.33	249.75	63.25	3.40	67.35
5	431.75	178.33	253.42	240.92	62.58	3.40	67.35



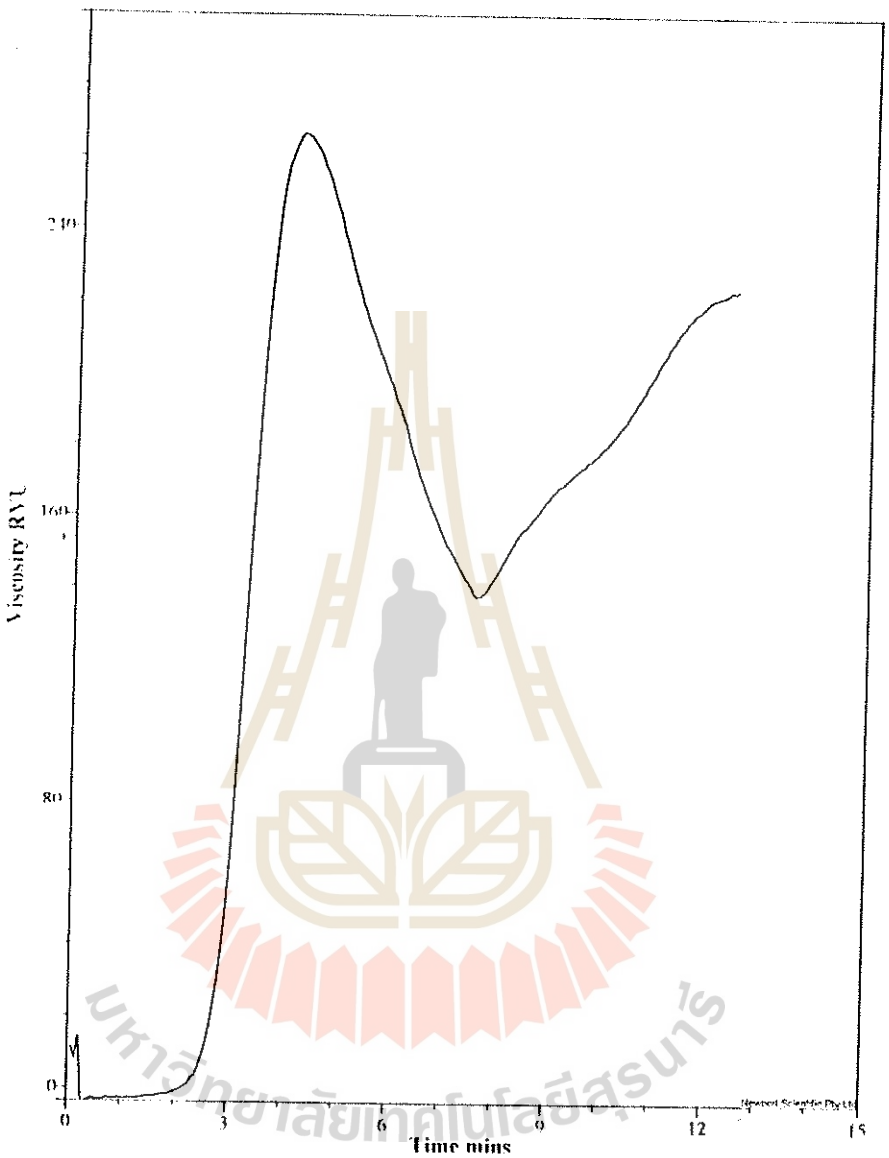
<u>รูป 12</u> การโม่แห้งของแป้งล็อค 1



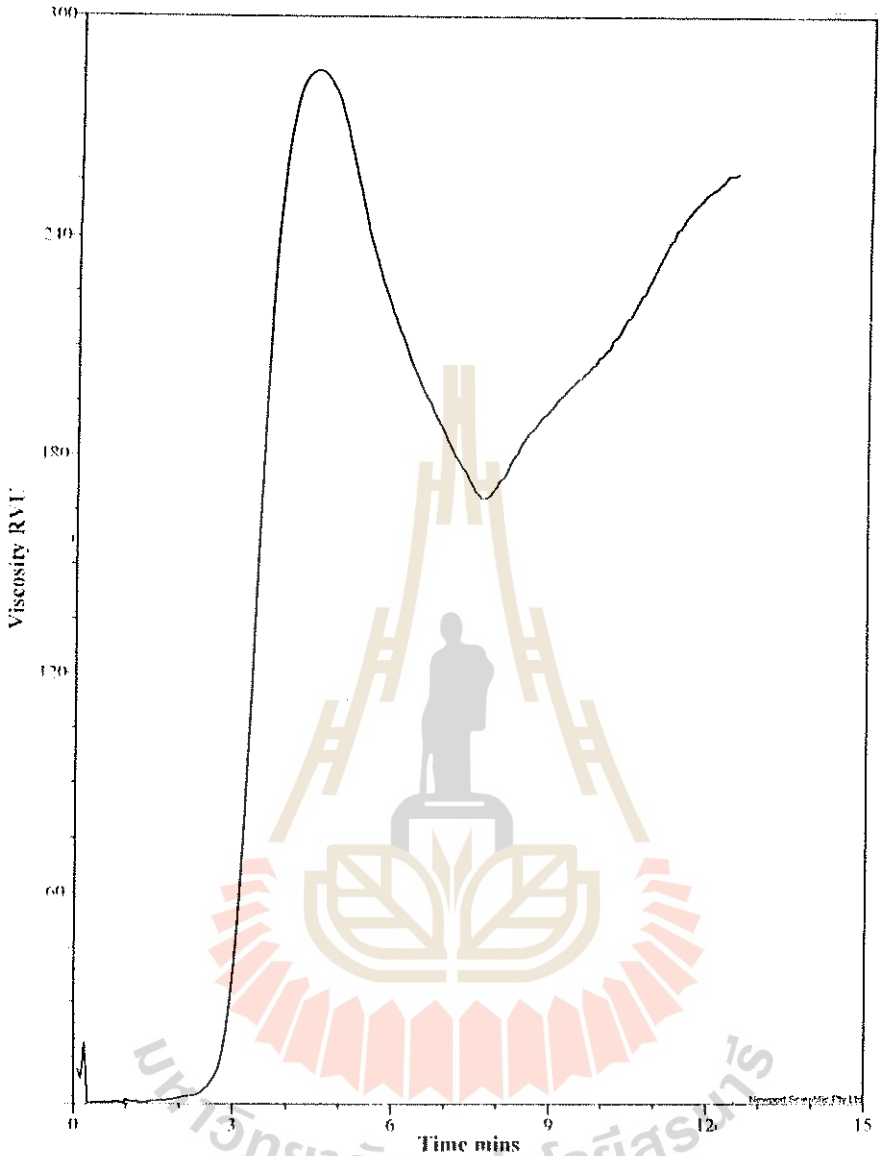
<u>รูป 13</u> การโม่แห้งของแป้งล็อค 2



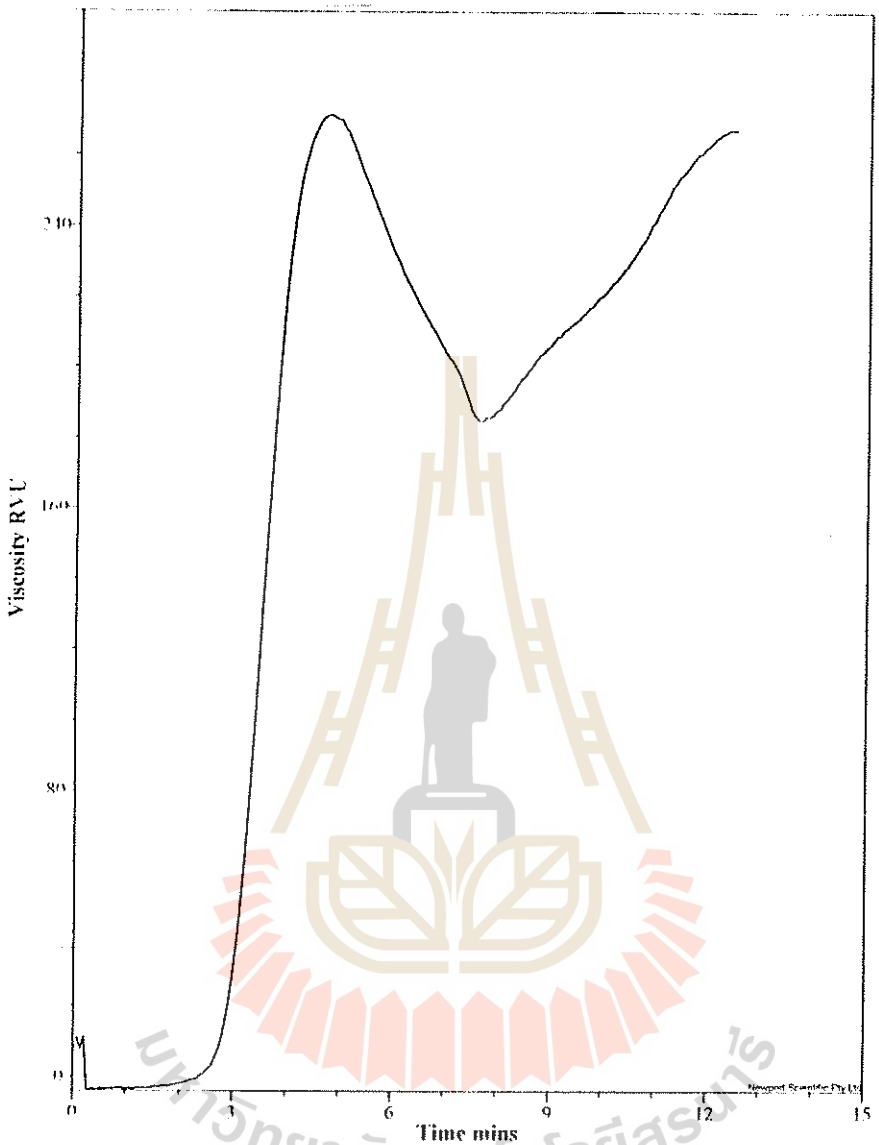
รูป 14 การโม่แห้งของแป้งล็อค 3



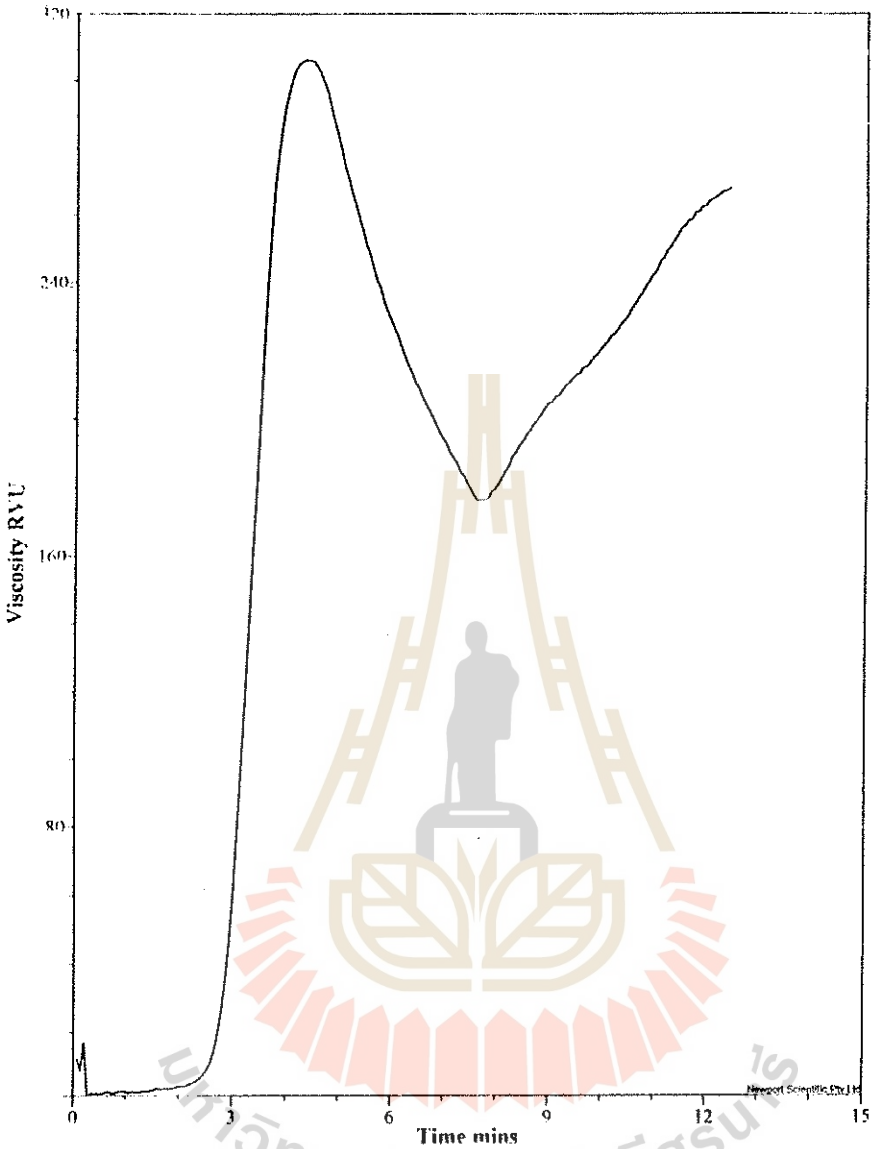
<u>รูป 15</u> การโม่แห้งของแป้งล็อค 4



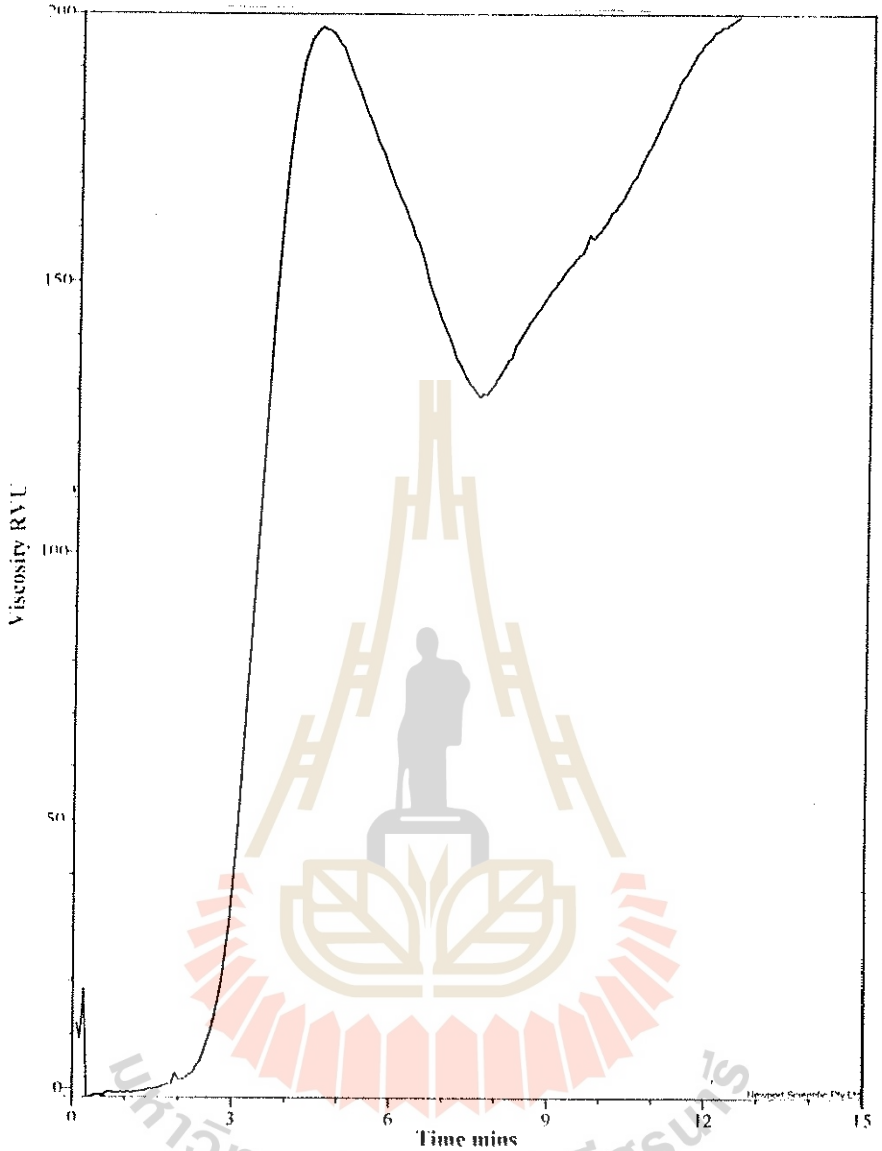
รูป 16 การโม่แห้งของแป้งล็อค 5



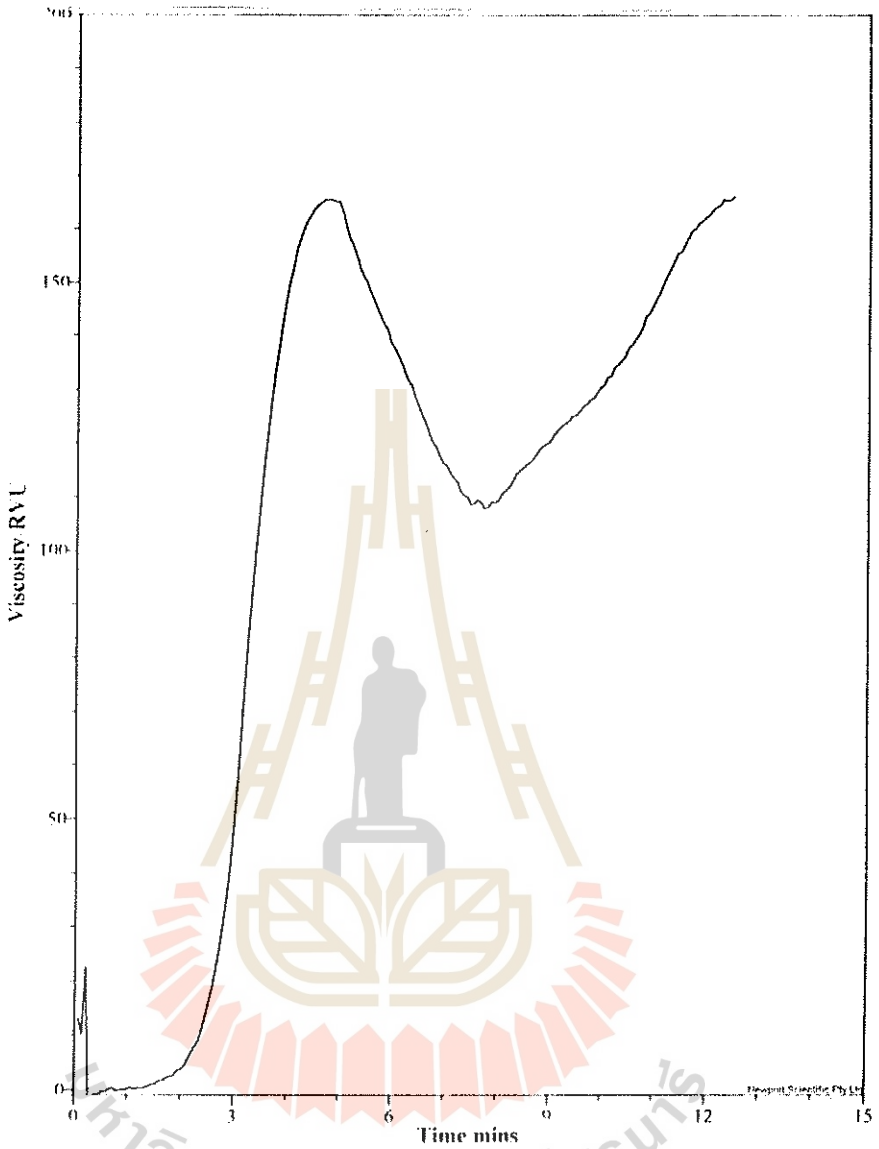
รูป 17 การโม่แห้งของแป้งล็อค 6



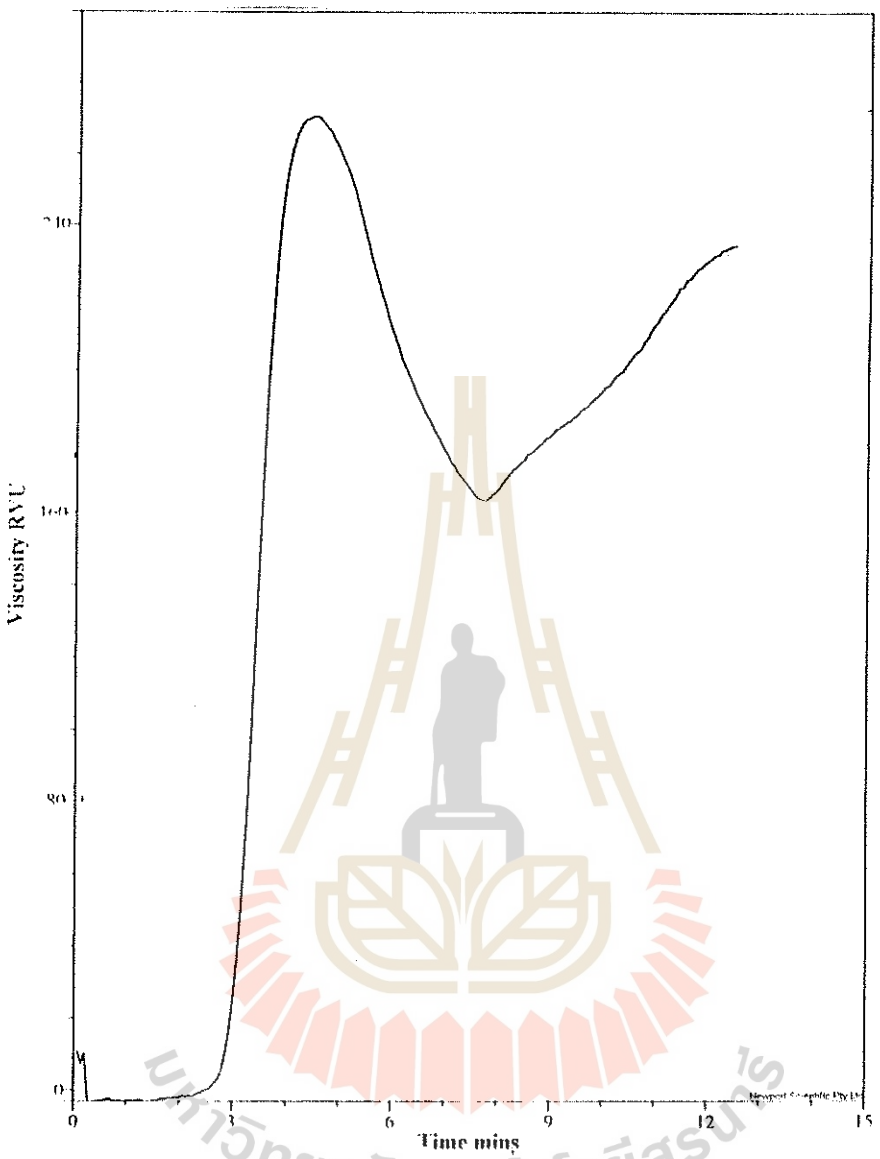
รูป 18 การโม่แห้งของแป้งล็อค 7



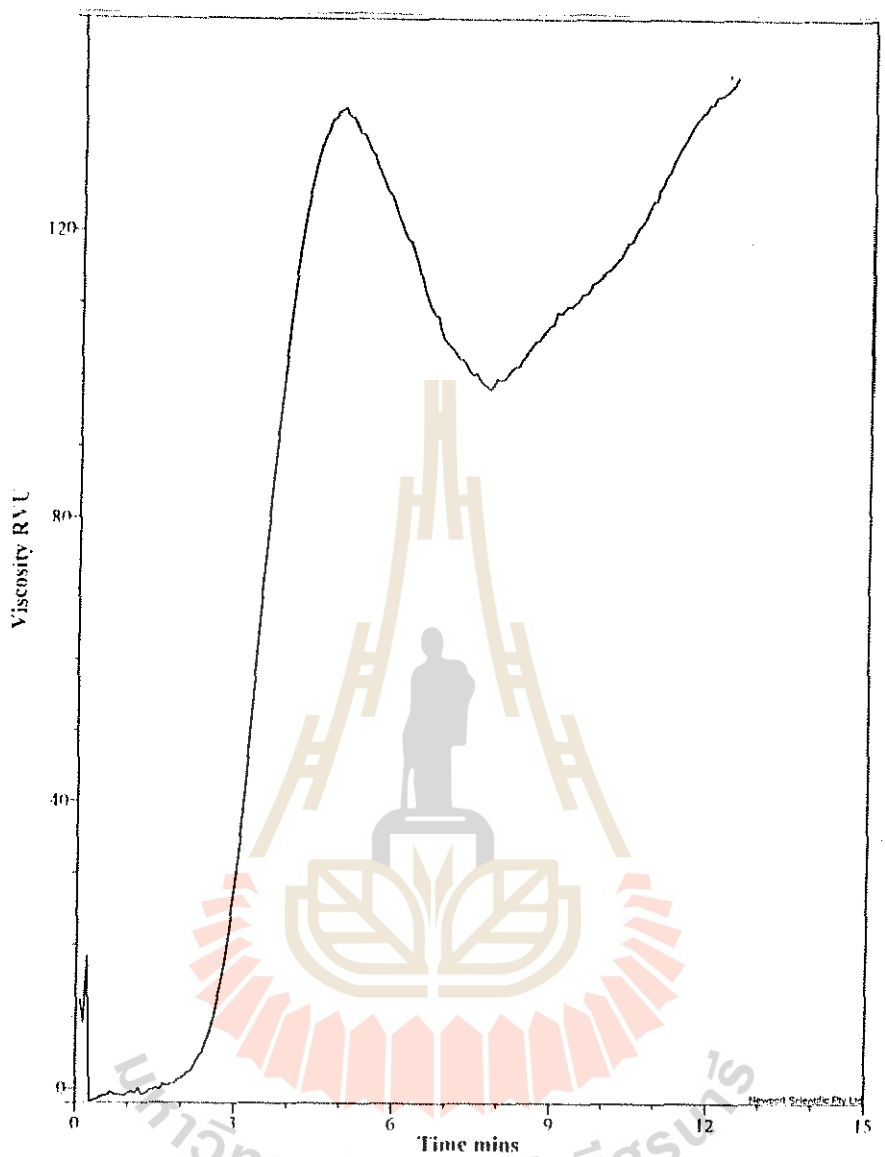
รูป 19 การโม่แห้งของแป้งล็อค 8



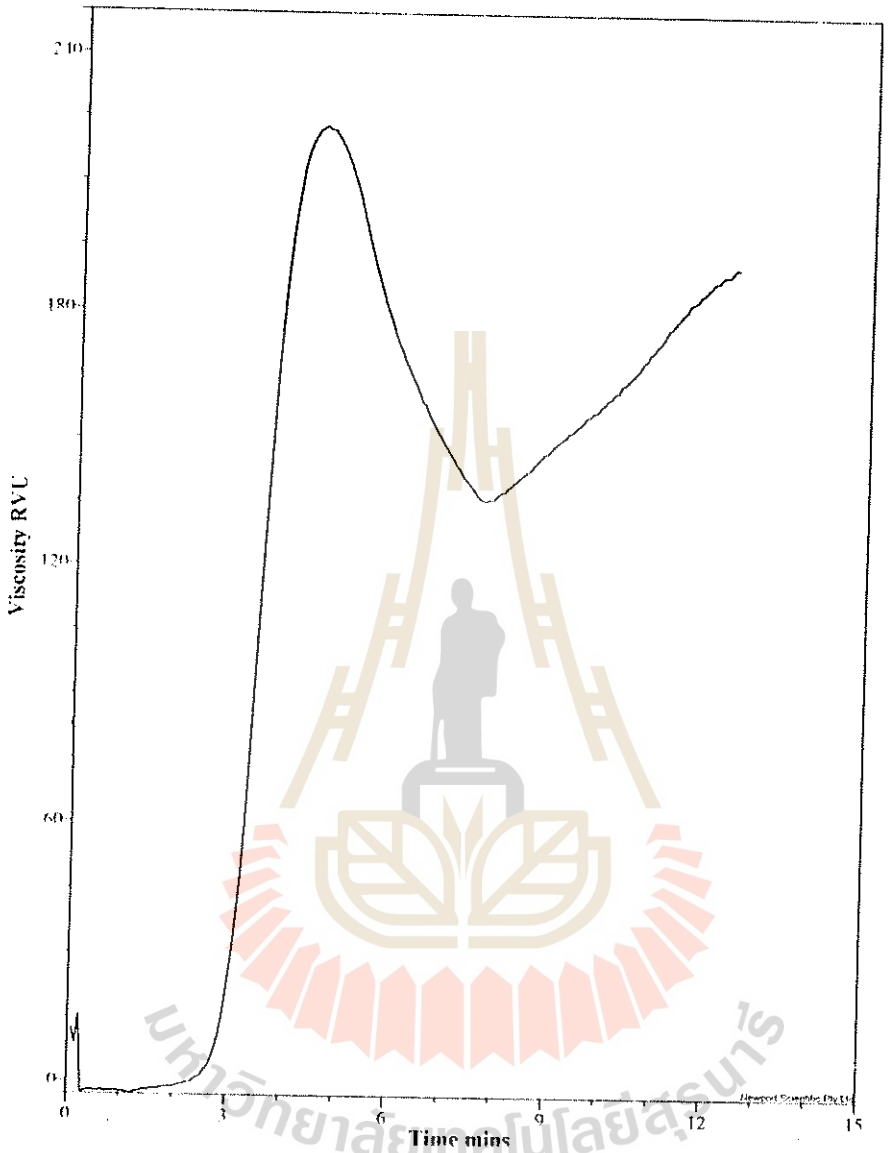
รูป 20 การโม่แห้งของแป้งล็อค 9



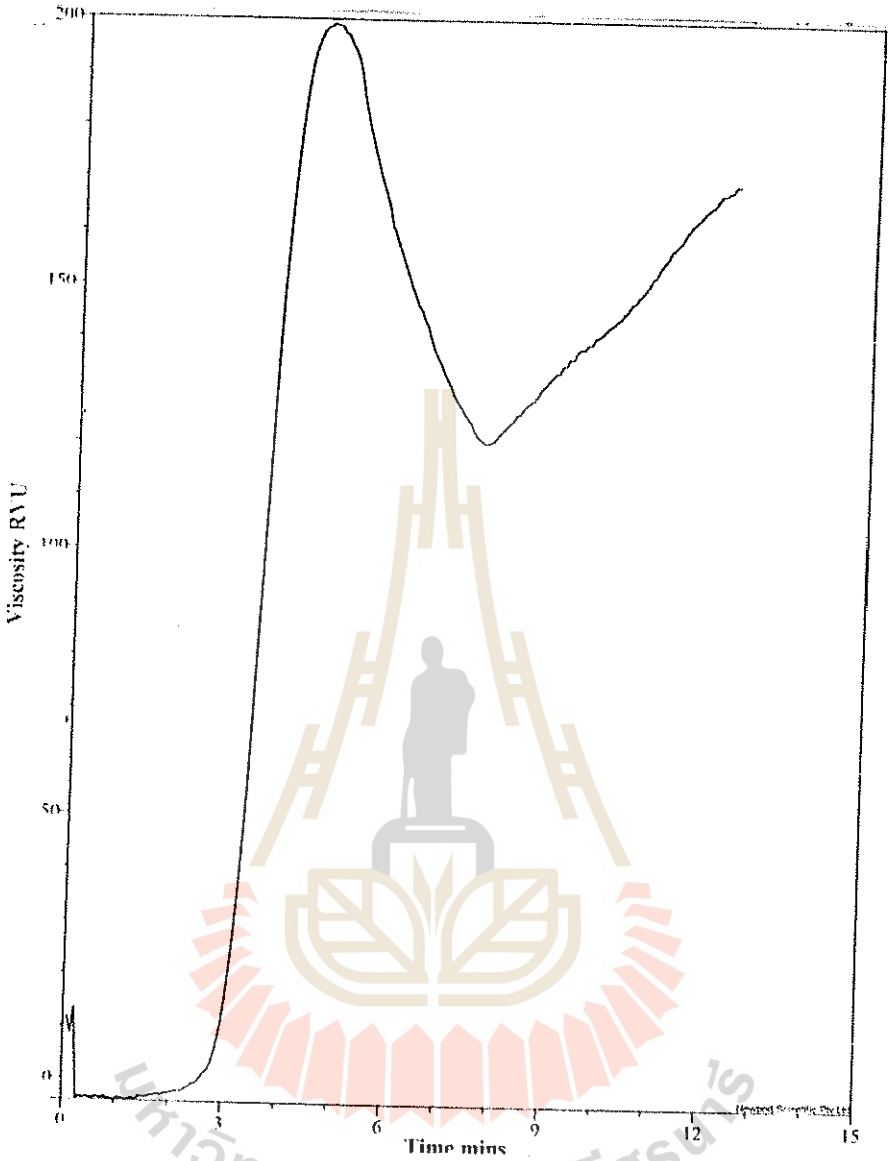
<u>รูป 21</u> การโม่แห้งของแป้งล็อค 10



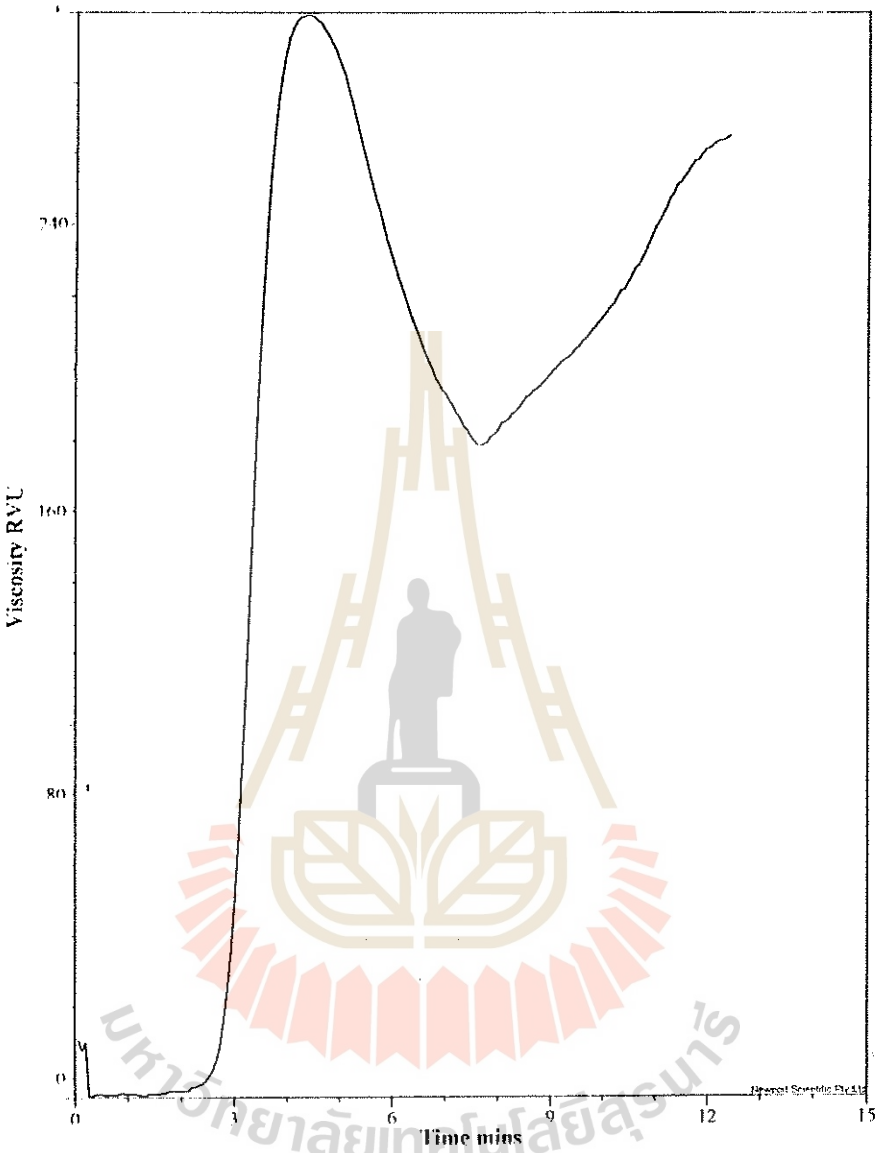
รูป 22 การโม่แห้งของแป้งล็อค 11



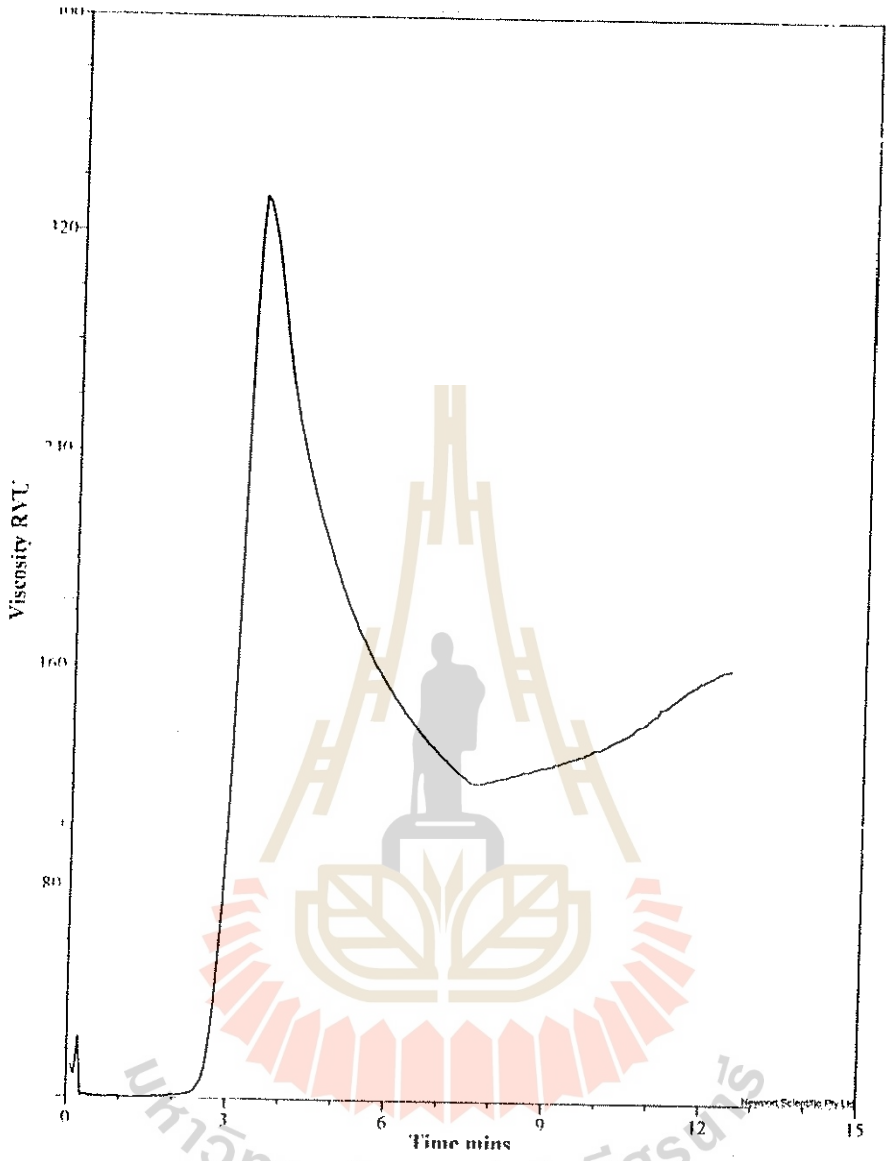
<u>รูป 23</u> การโม่แห้งของแป้งล็อค 12



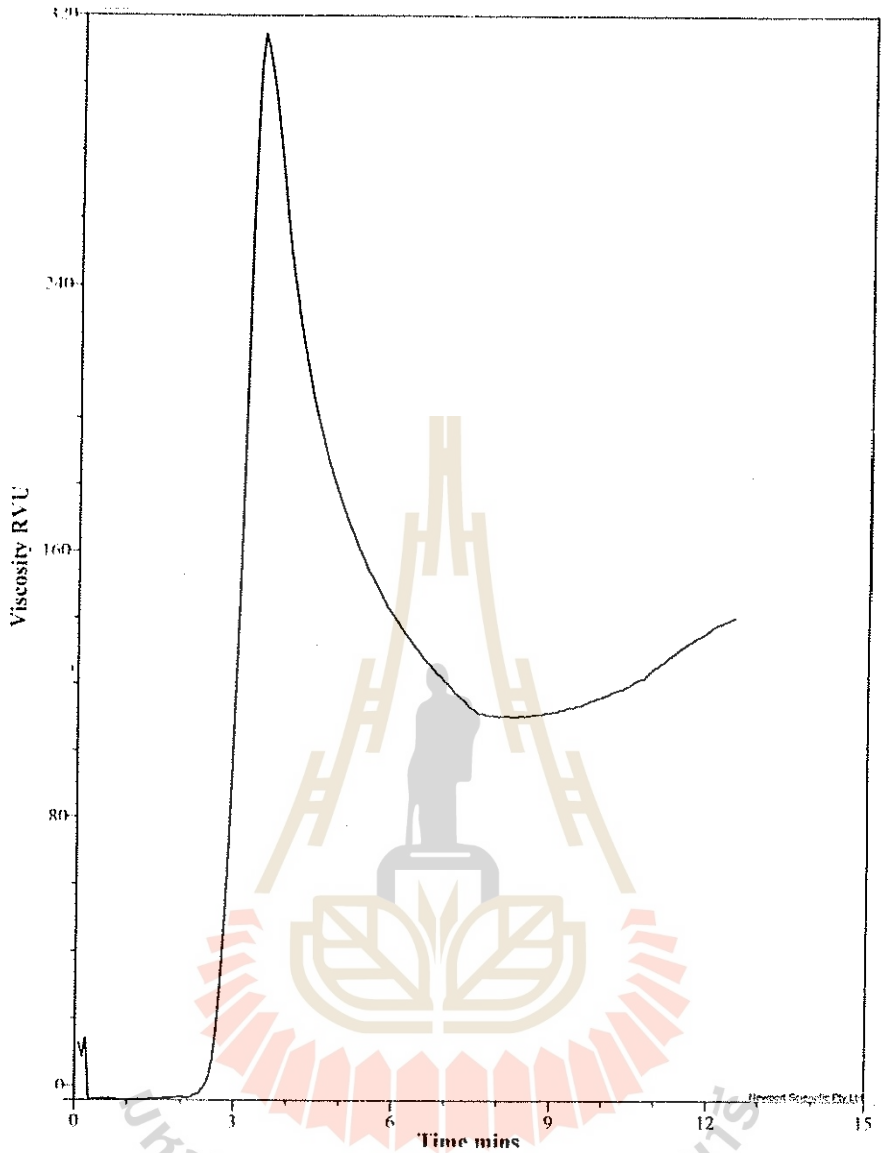
<u>รูป 24</u> การโม่แห้งของแป้งล็อค 13



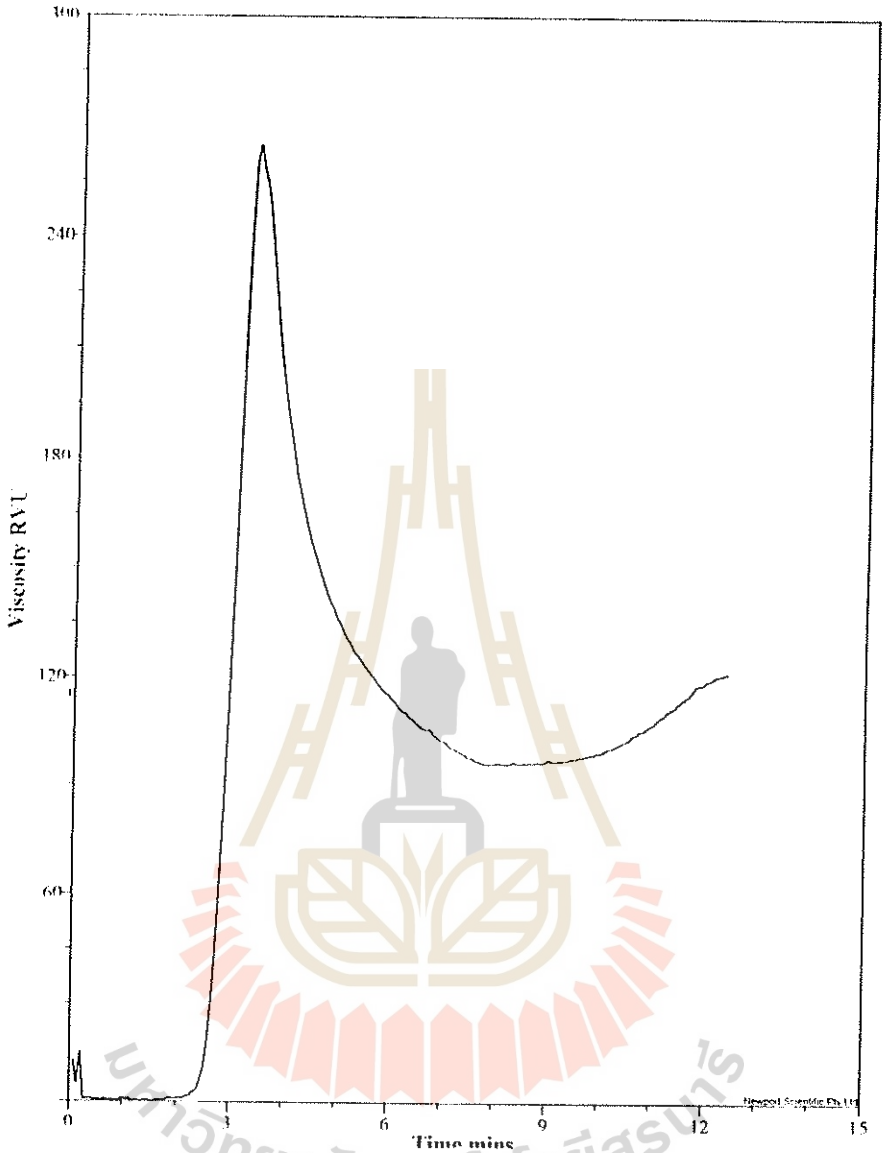
<u>รูป 25</u> การโม่แห้งของแป้งล็อค 14



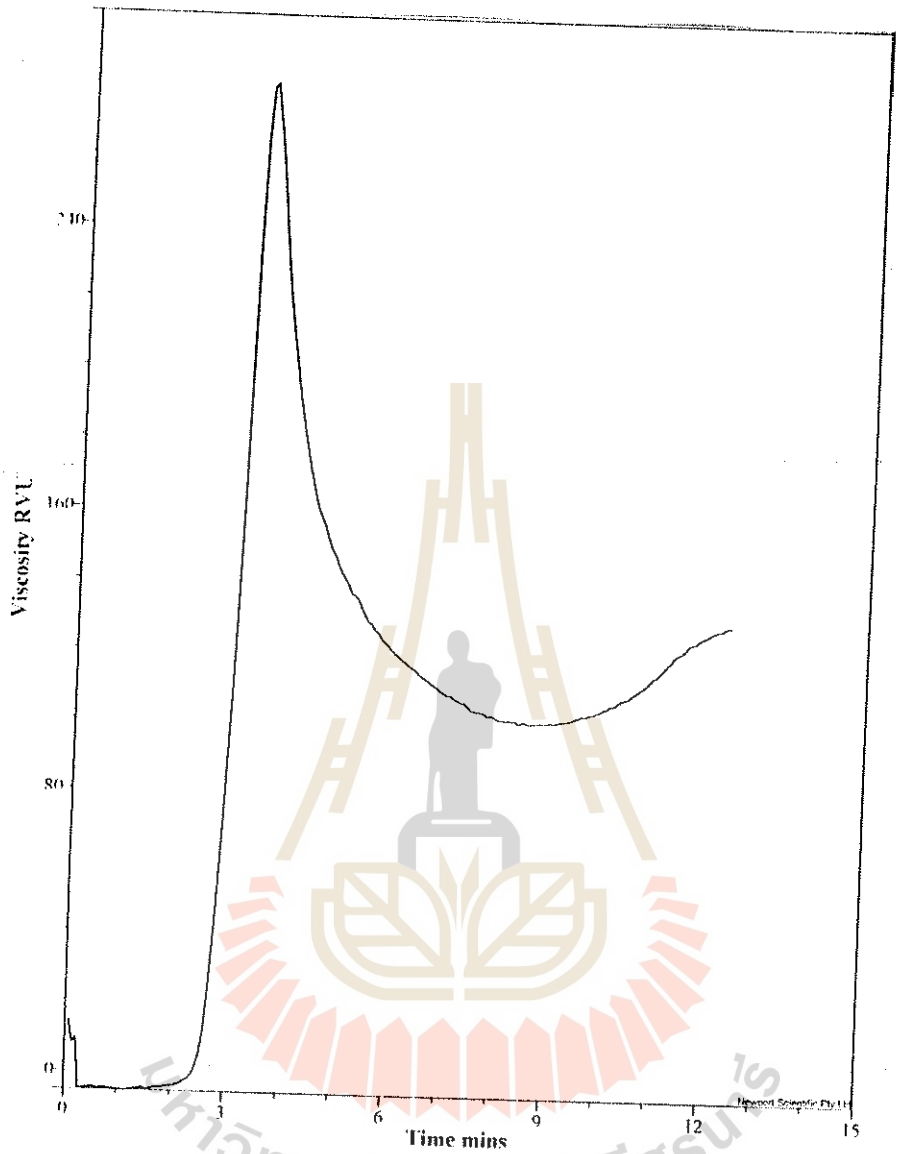
<u>รูป 26</u> การโม่เปียกของแป้งล็อค 1



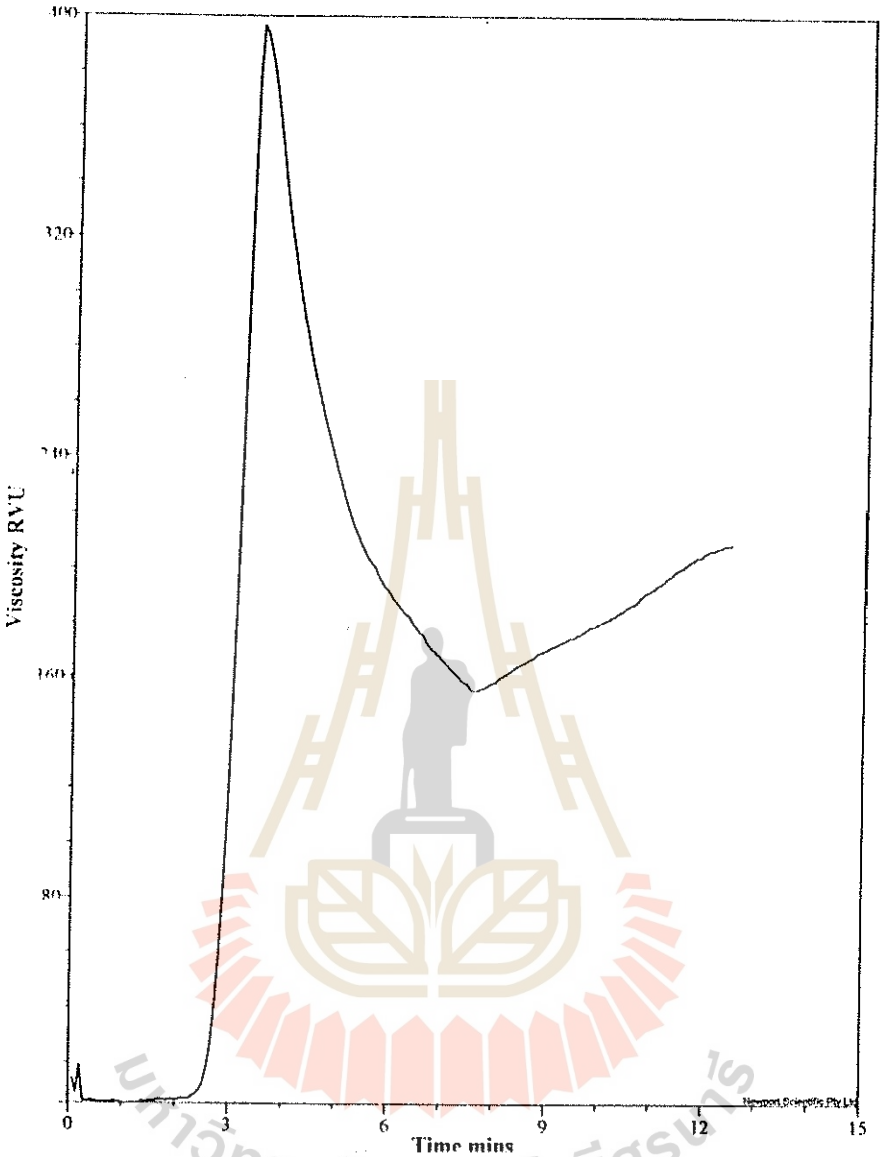
รูป 27 การโม่เปียกของแป้งล็อค 2



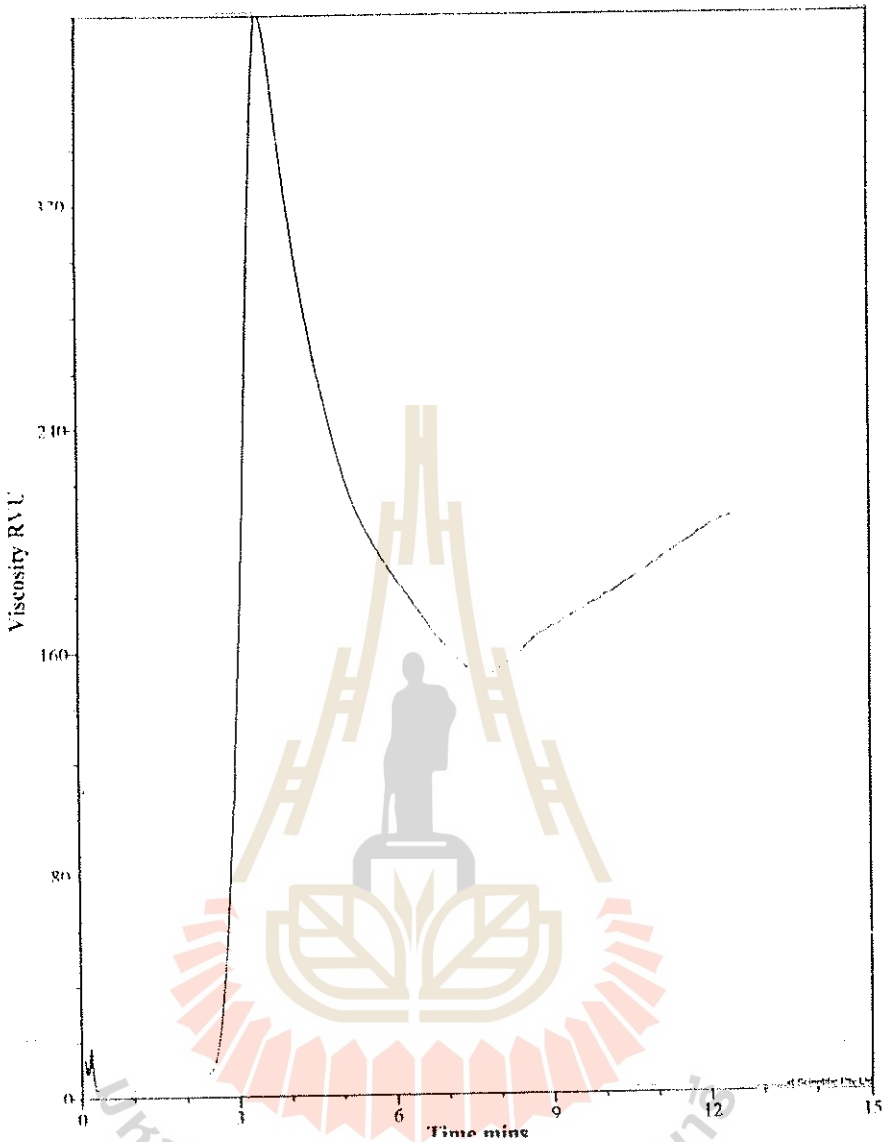
รูป 28 การโม่เปียกของแป้งล็อค 3



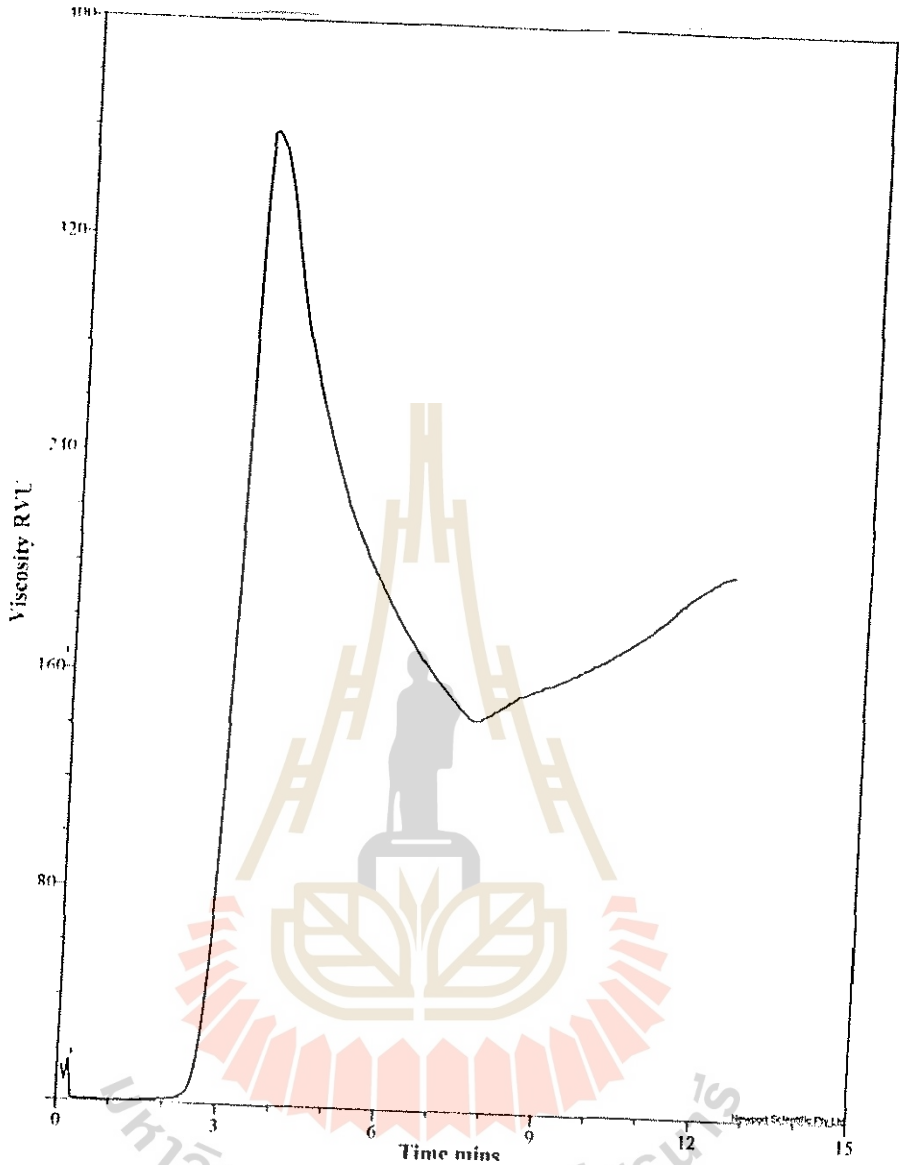
รูป 29 การโม่เปียกของแป้งล็อค 4



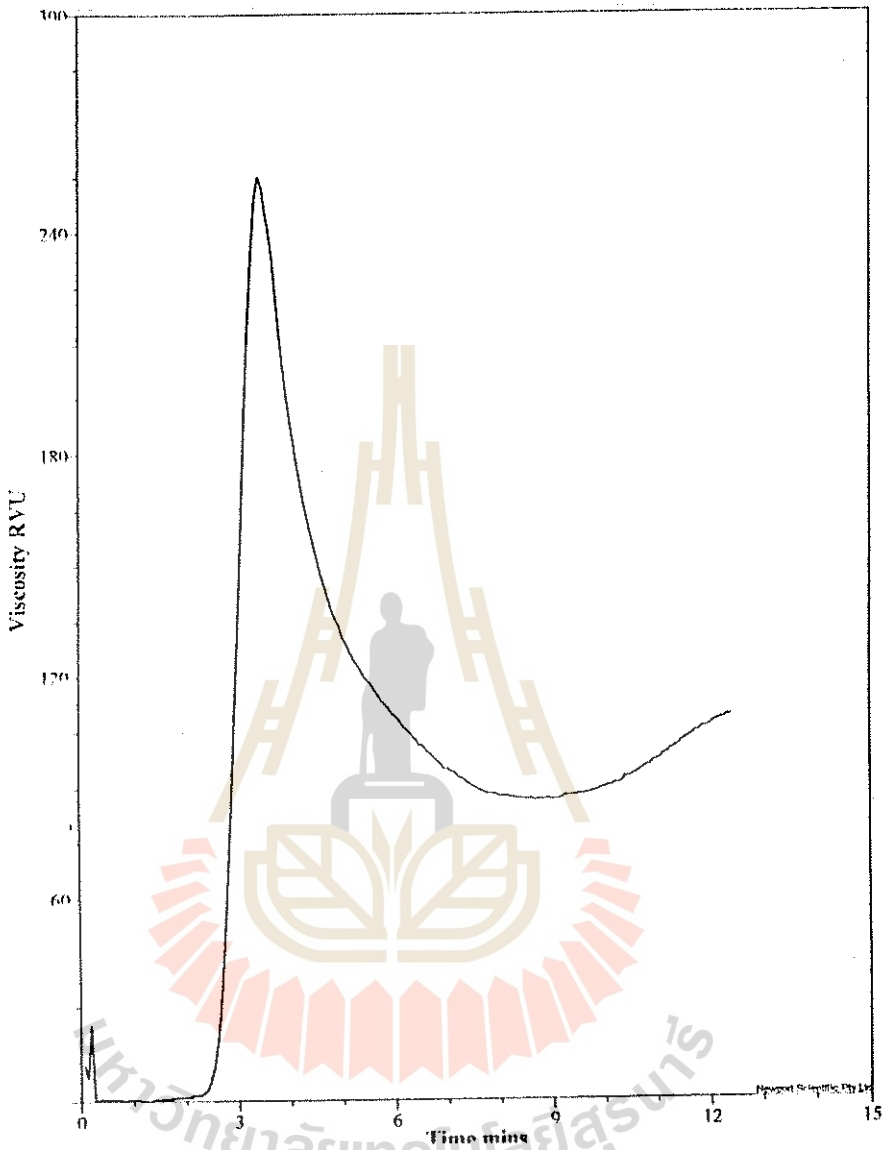
รูป 30 การโม่เปียกของแป้งล็อค 5



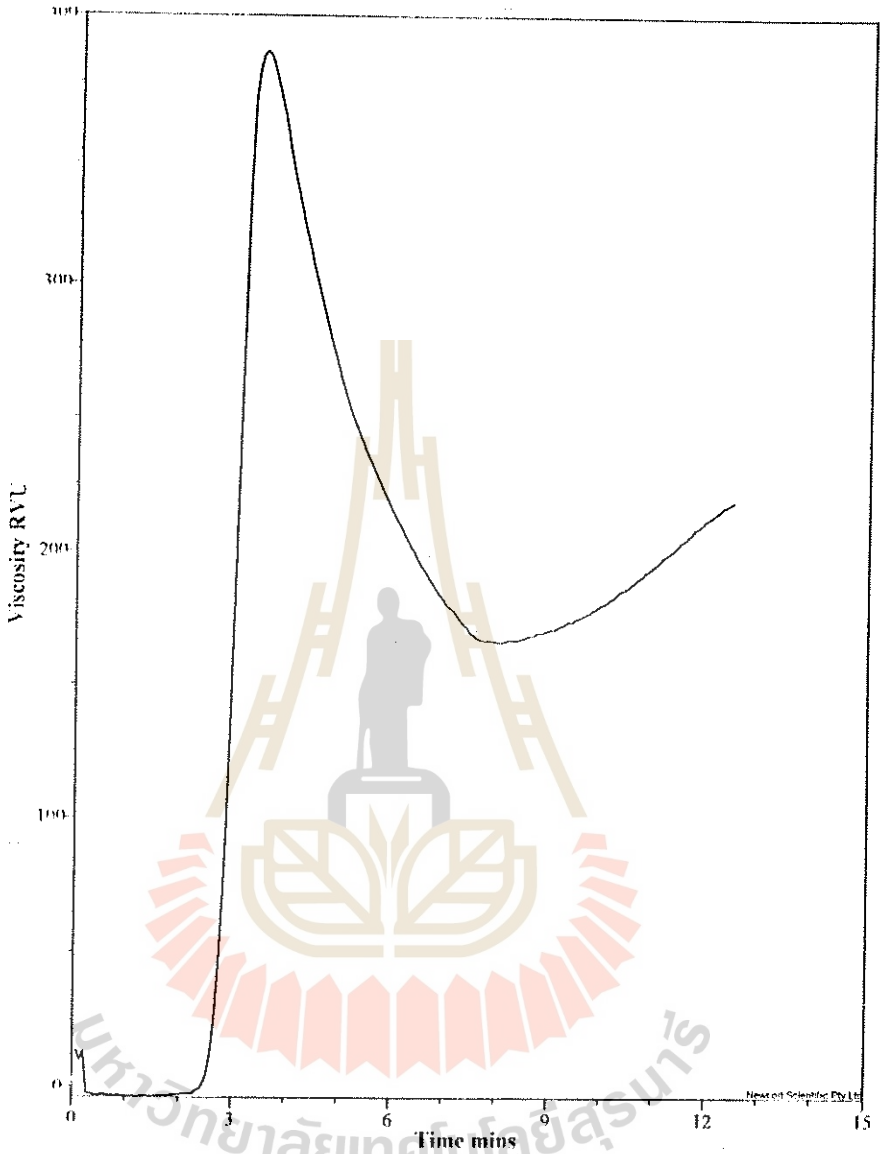
รูป 31 การโม่เปียกของแป้งล็อค 6



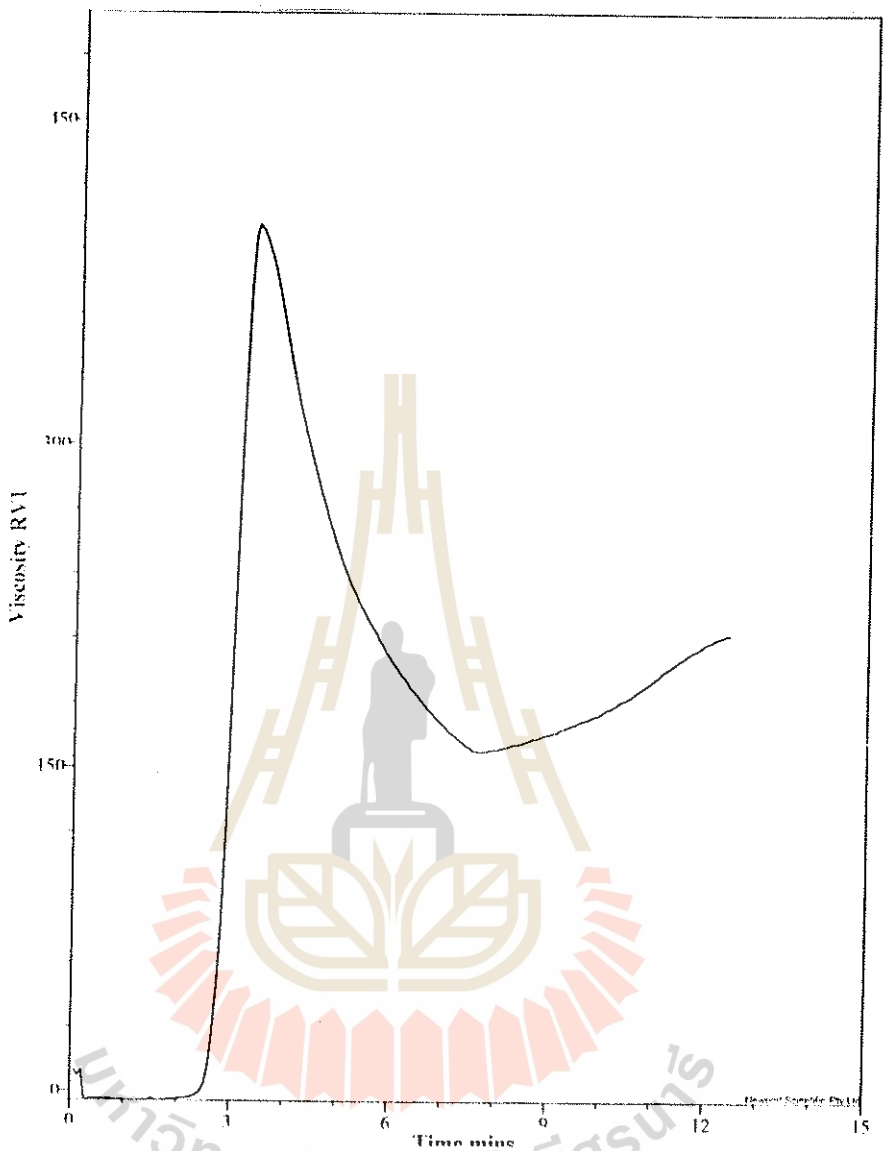
รูป 32 การโม่เปียกของแป้งล็อค 7



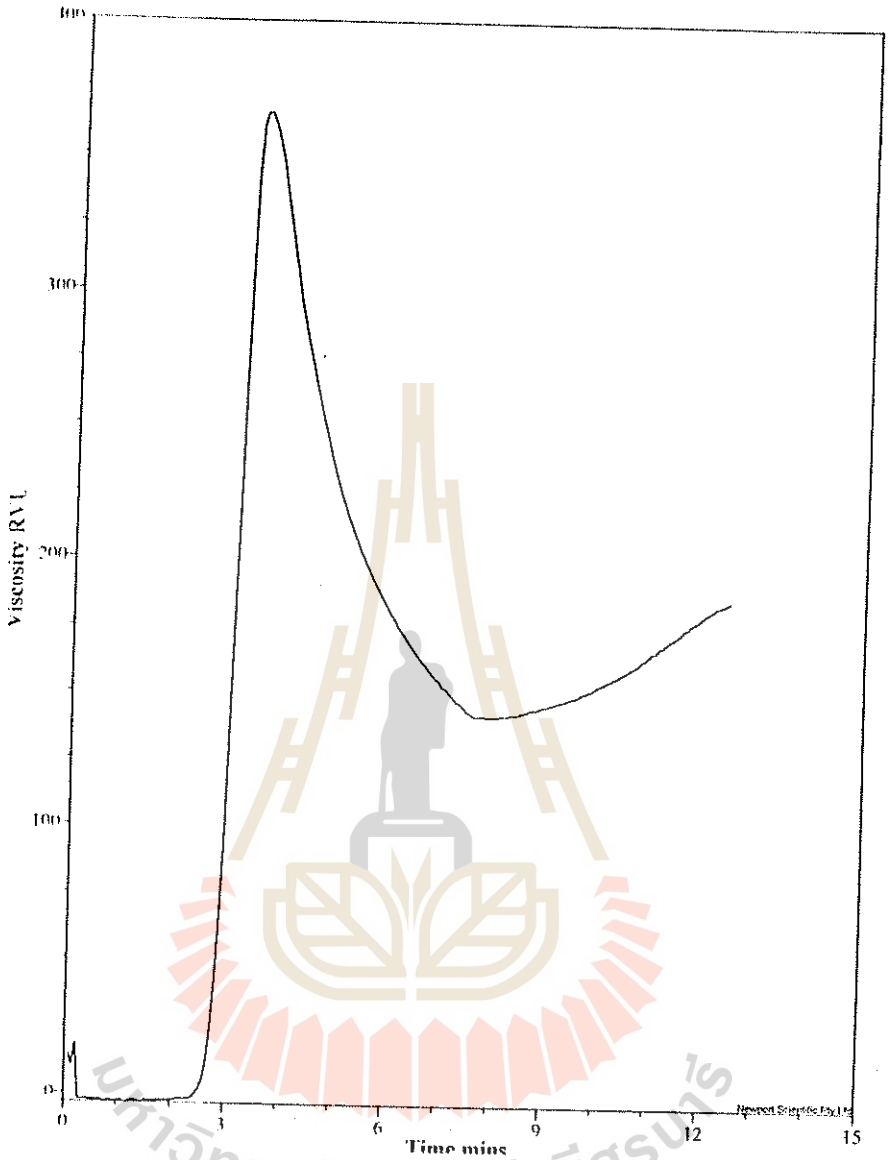
รูป 33 การโม่เปียกของแป้งล็อค 8



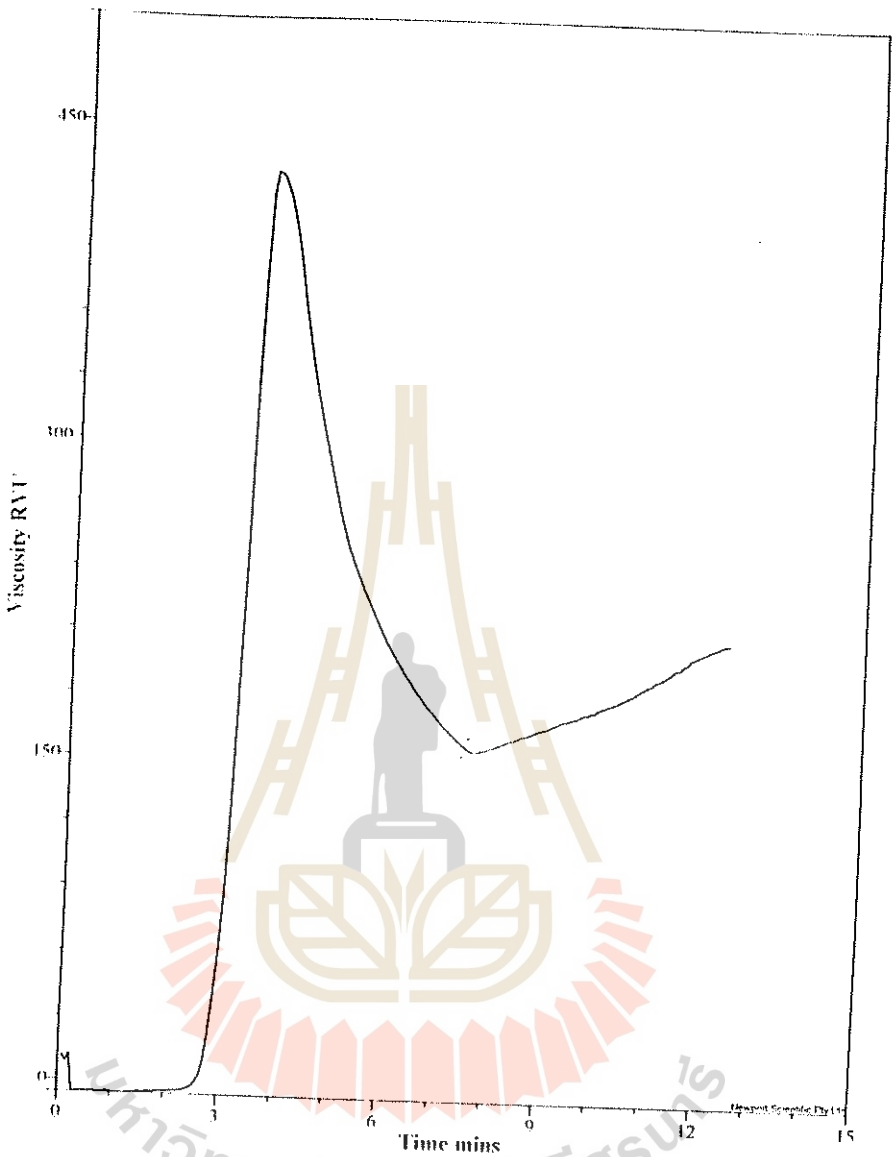
<u>รูป 34</u> การโม่เปียกของแป้งล็อค 9



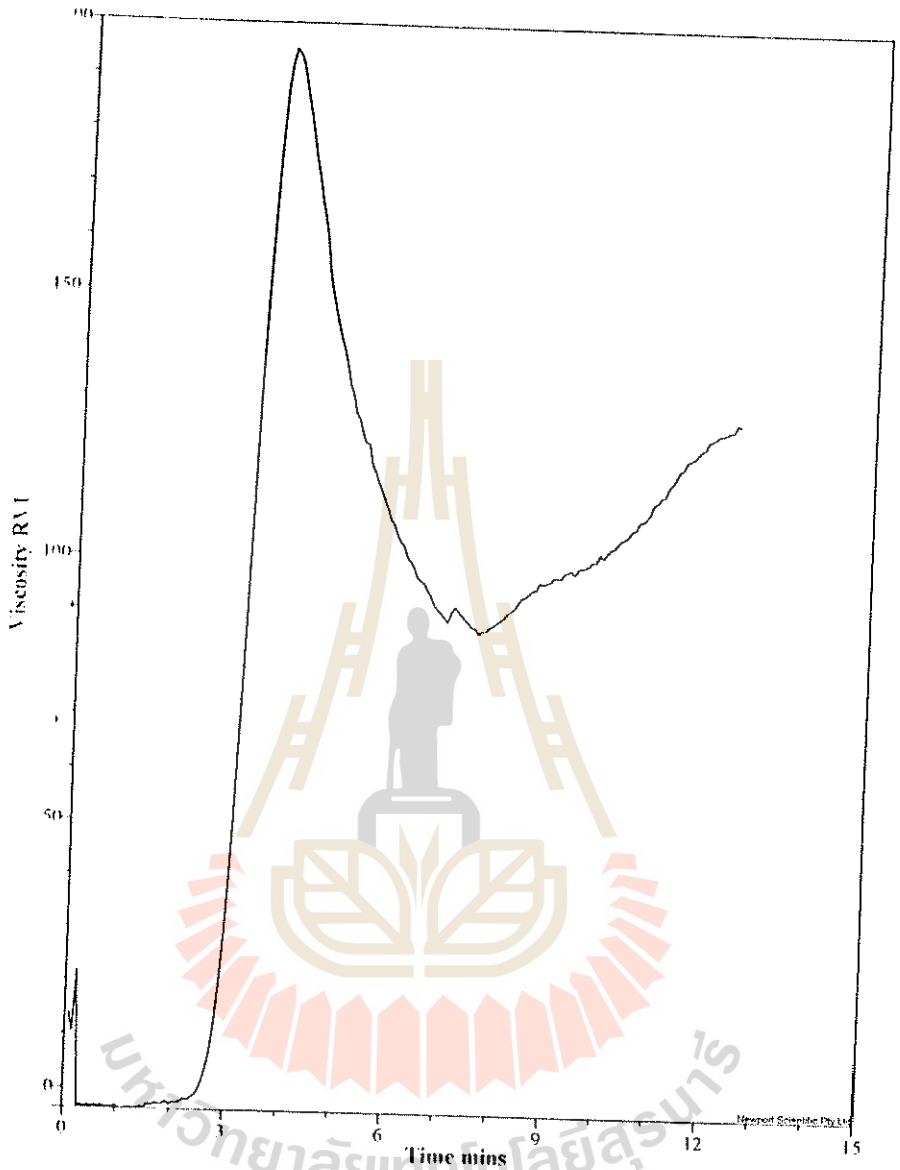
รูป 35 การโม่เปียกของแป้งล็อค 10



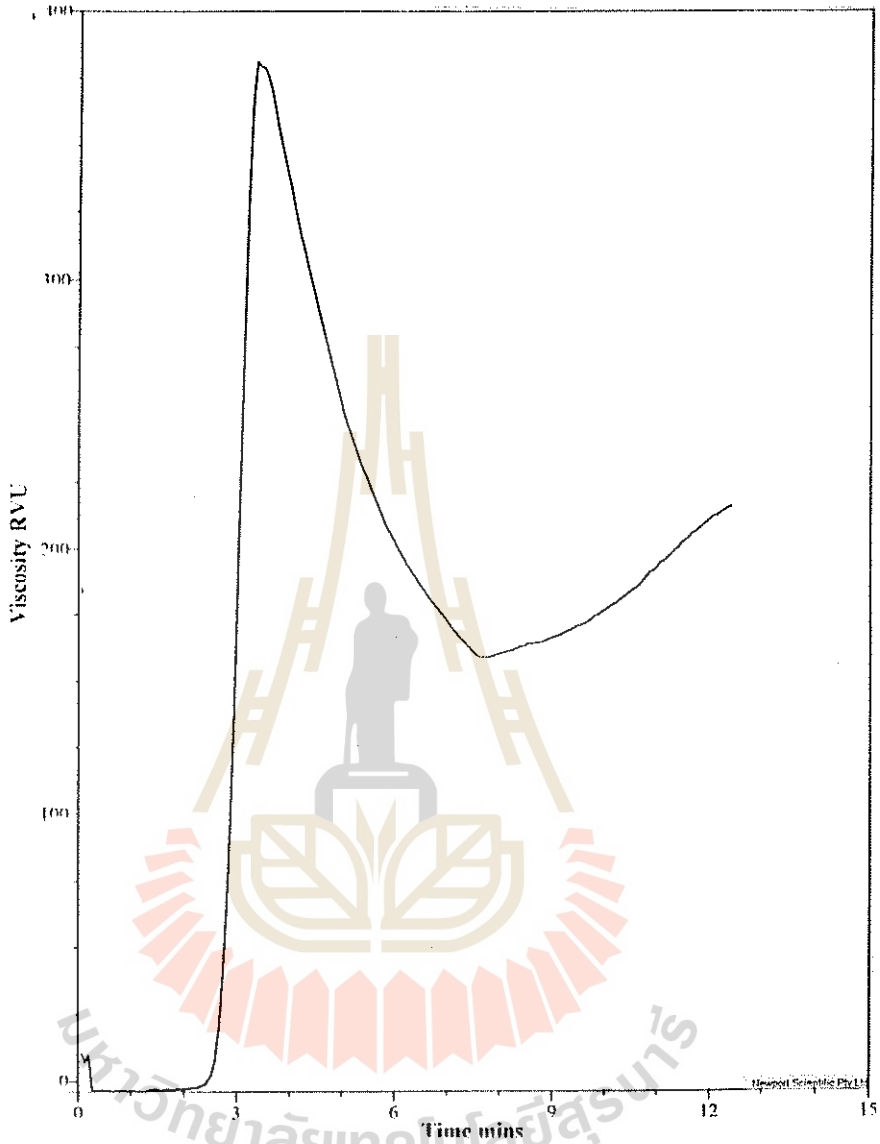
<u>รูป 36</u> การโม่เปียกของแป้งล็อค 11



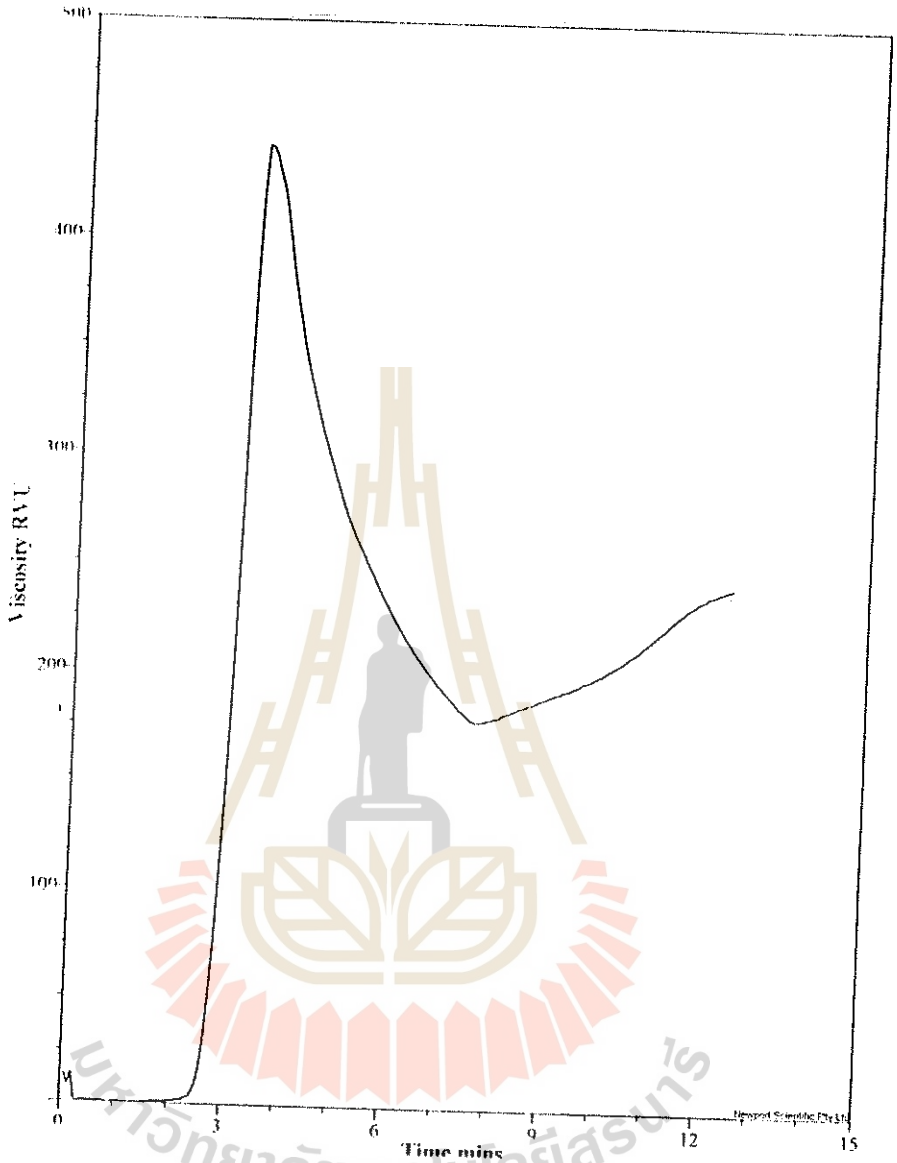
<u>รูป 37</u> การโม่เปียกของแป้งล็อค 12



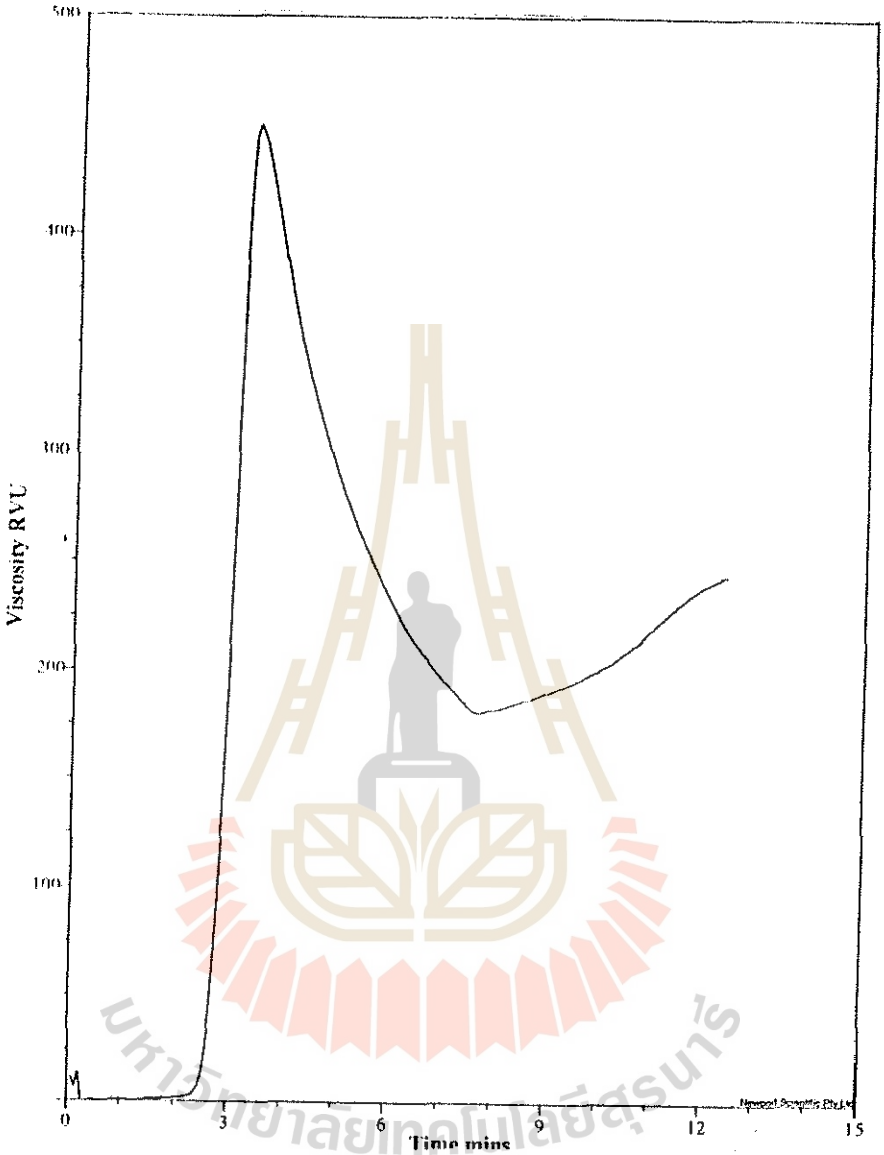
<u>รูป 38</u> การโม่เปียกของแป้งล็อค 13



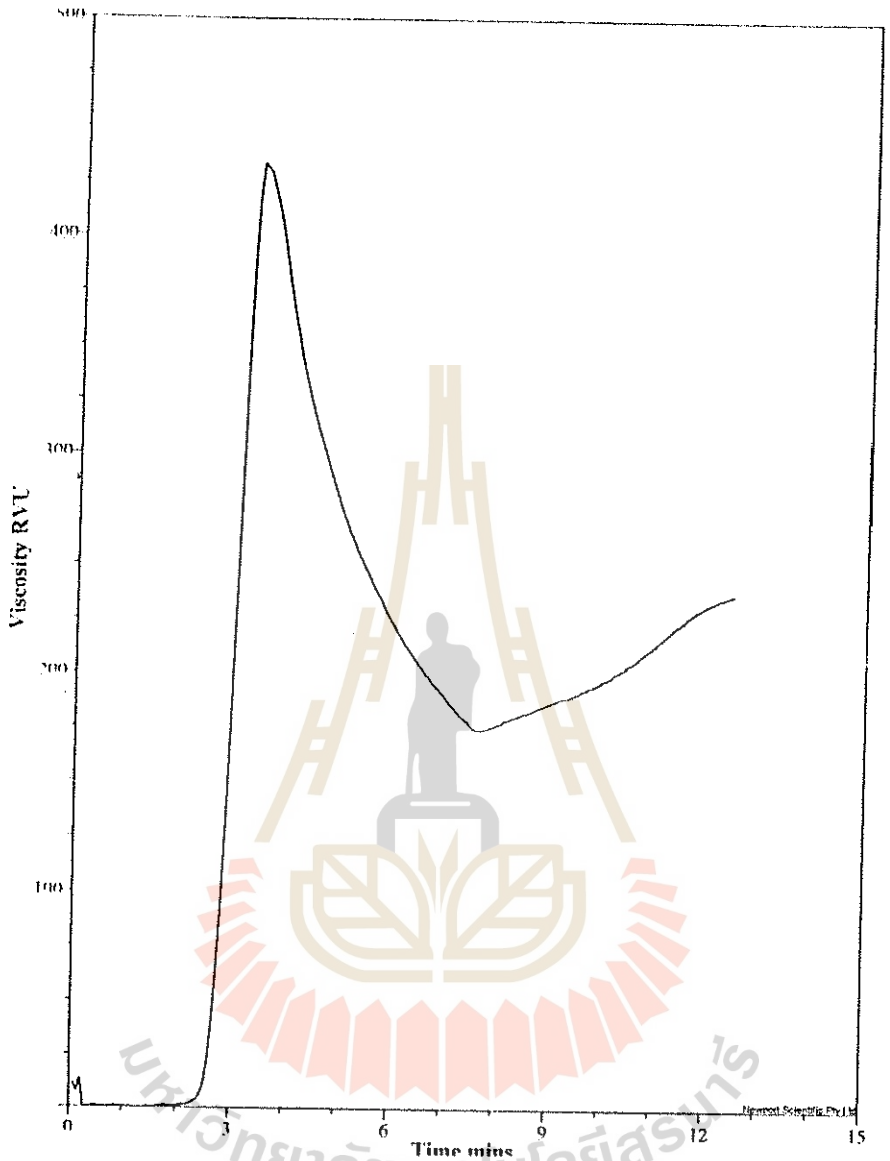
รูป 39 การโม่เปียกของแป้งล็อค 14



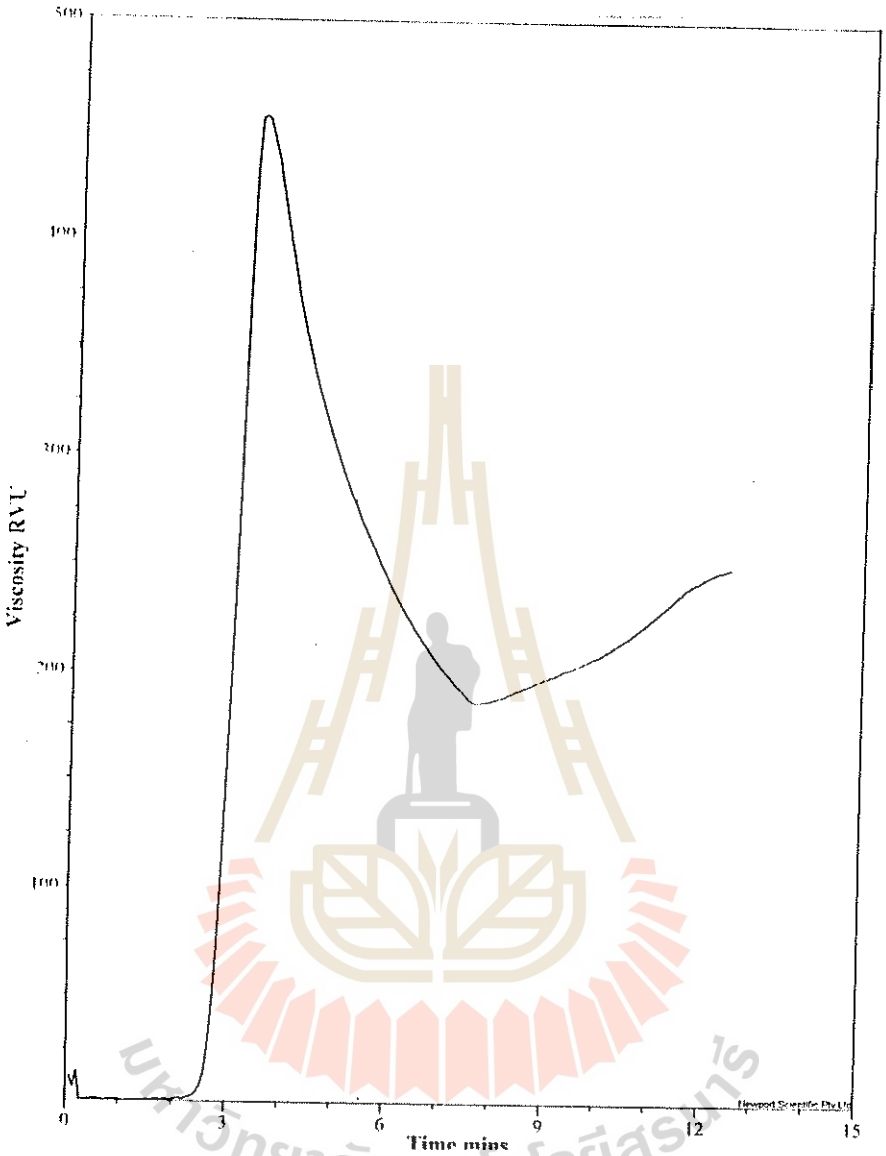
รูป 40 แป้งโรงงาน 1



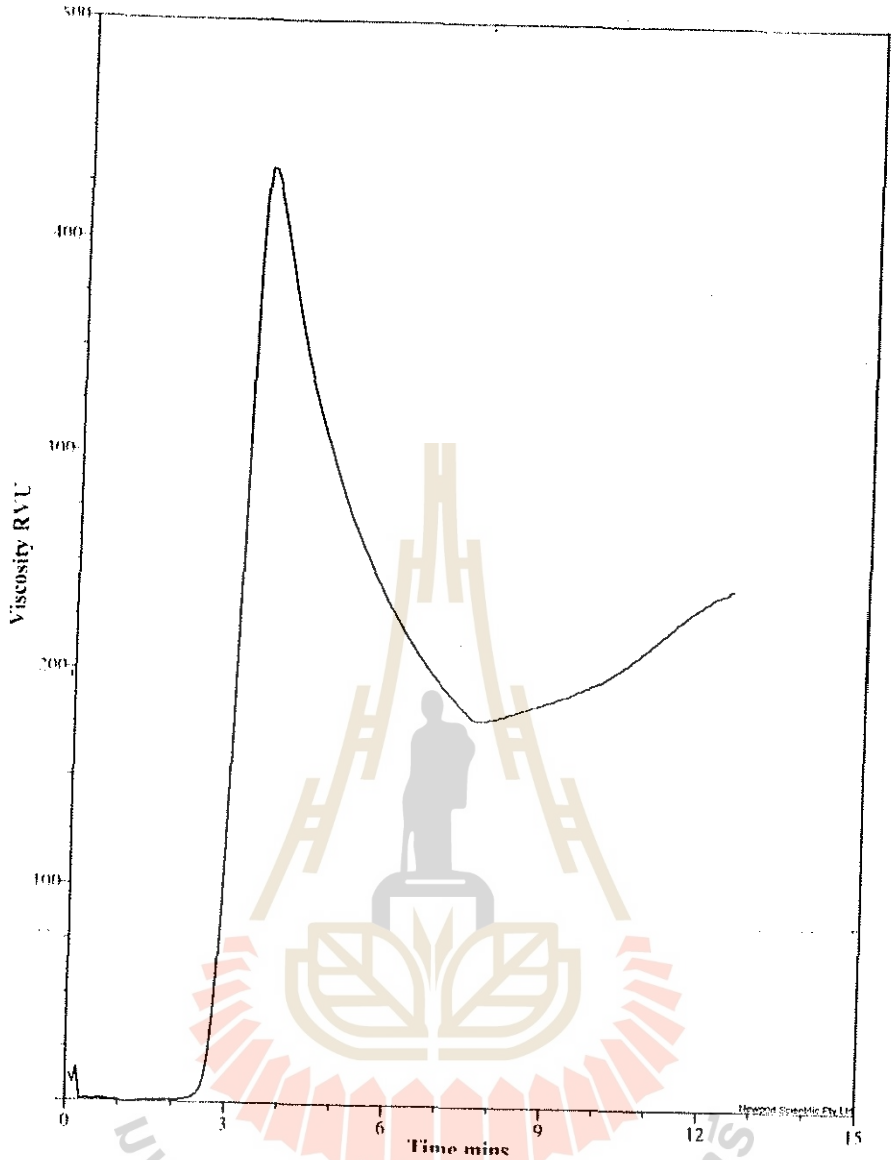
รูป 41 แป้งโรงงาน 2



<u>รูป 42</u> แป้งโรงงาน 3



รูป 43 แป้งโรงงาน 4



รูป 44 แป้งโรงงาน 5

จากการทดสอบความหนืดของแป้งโดยใช้ RVA พบว่าแป้งที่ผ่านการโม่แหงอุณหภูมเรมแรกที่แป้งหนืด (Pasting temp) จะมีค่าใกล้เคียงกันในแป้งโม่แห้งทุกชนิดคือมีค่าอยู่ในช่วง 65 – 72 °C เวลาเริ่มต้นจนถึงเวลาที่แป้งเกิดความหนืดสูงสุด(Peak time: เวลาเริ่มต้นจนถึงเวลาที่แป้งเกิดความหนืดสูงสุด) จะมีค่าใกล้เคียงกันเช่นกันคืออยู่ในช่วง 4.10 – 4.95 นาที ค่าความหนืดสูงสุด(Peak1)จะเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิประมาณ 80 °C ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง แป้ง 13 จะมีค่าสูงที่สุด คือ 322 เซนติพอยด์ รองลงมาคือแป้ง 2 320.25 เซนติพอยด์ และแป้ง 7 306.25 เซนติพอยด์ ตามลำดับ นอกนั้นความหนืดสูงสุดของแป้งมีค่าต่ำกว่า 300 เซนติพอยด์ หลังจากจุดที่แป้งมีความหนืดสูงสุดลงไปเมื่อคงอุณหภูมิไว้ที่ 95°C เม็ดแป้งก็จะเริ่มแตกตัวจนทำให้ความหนืดลดลงเรื่อยๆจนถึงจุดที่มีความหนืดต่ำสุดต่ำสุด (Trough1) โดยค่าความหนืดของแป้ง 1 มีค่าความหนืดต่ำสุดสูงที่สุดคือ 202.33 เซนติพอยด์ ส่วนแป้งชนิดอื่นมีค่าต่ำกว่า 200 เซนติพอยด์ จะสังเกตได้ว่า

พอยด์ จะสังเกตได้ว่าแป้งชนิดที่ 2,7 และ 13 ซึ่งมีค่าความหนืดสูงสุดสูงที่สุดแต่กลับมีค่า Trough1ต่ำ แสดงให้เห็นว่าแป้งกลุ่มดังกล่าวเกิดการแตกตัวของแป้งมากความหนืดจึงมีค่าลดลงมาก ความแตกต่างระหว่างค่าความหนืดสูงสุดกับค่าความหนืดต่ำสุดคือค่า Beak down ยิ่งค่า Beak down มีค่ามากเท่าใดแสดงว่าเม็ดแป้งเกิดการแตกตัวมากเท่านั้น โดยแป้งชนิดที่ 8,9 และ12 มีค่า beak down ต่ำที่สุดคืออยู่ในช่วง 36-69 นอกนั้นแป้งทุกชนิดมีค่า beak down สูงคืออยู่ในช่วง 92 – 140 (ผลดังในตาราง26) ในช่วงที่เครื่อง RVA ลดอุณหภูมิลงจนถึงอุณหภูมิ 50 °C และคงอุณหภูมินี้ไว้ สายของ Amylose ของแป้งที่เกิดการแตกตัวจะเริ่มจัดเรียงตัวกันใหม่โดย โดยส่วนของ Amylose มีผลต่อการคงความหนืดของแป้งที่อุณหภูมิต่ำ แต่ในแป้งข้าวเหนียวจะมีปริมาณ Amylose ต่ำมาก นักวิทยาศาสตร์จึงได้ทำการศึกษาและให้ข้อสันนิษฐานว่าน่าจะมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อความหนืดของแป้งข้าวเหนียวที่อุณหภูมิต่ำ ข้อสันนิษฐานดังกล่าวเกี่ยวข้องกับส่วนของ B - chain ที่มีเป็นองค์ประกอบของ Amyolopectin แต่ในเรื่องนี้ยังไม่มีนักวิทยาศาสตร์ท่านใดให้ข้อสรุปที่แน่นอนมากนัก อันเนื่องมาจากข้าวเหนียวนิยมปลูกในแถบเอเชียนักวิทยาศาสตร์ชาวยุโรปจึงไม่ค่อยให้ความสนใจ และนักวิทยาศาสตร์ชาวเอเชียก็ไม่สามารถศึกษาได้เพราะขาดเครื่องมือที่ทันสมัยและเงินทุนในการทดลอง เมื่อทำการคงอุณหภูมิไว้ที่ 50 °C แล้วค่าความหนืดสุดท้าย(Final viscosity)จะเห็นว่าแป้งชนิดที่ 1,2,3,4,5,6,7,10,13 และ14 มีค่าค่อนข้างสูงคืออยู่ในช่วง 224 – 299.25 เซนติพอยด์ ในแป้งบางตัวค่า Final viscosity มีค่าใกล้เคียงกับค่า Peak1(ผลดังตาราง26) แสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวดังกล่าวมีความคงตัวของความหนืดที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนแป้งในล็อคที่เหลือมีค่า Final Viscosity ต่ำกว่า 200 เมื่อพิจารณาค่า set back(คือค่าFinal viscosity - Though 1) จะเห็นว่ามีค่าต่ำกว่า 100 ทุกค่าแสดงว่าความหนืดสุดท้ายของแป้งไม่ต่างจากค่า Trough1 มากนัก

ผลการทดสอบความหนืดของแป้งข้าวที่ผ่านการโม่เปียกพบว่าแป้งข้าวมีค่าอุณหภูมิเริ่มต้นในการเกิดความหนืดทุกตัวใกล้เคียงกันกับแป้งข้าวโม่แห้ง คืออยู่ในช่วง 66.55-68.95 °c ซึ่งอุณหภูมิในช่วงที่แป้งจะเริ่มเกิดเจล แต่ค่า Peak times ของแป้งโม่เปียกมีค่าต่ำกว่าแป้งโม่แห้งทุกตัวคืออยู่ในช่วง 3.33-3.73 นาที เมื่อพิจารณาค่าความหนืดสูงสุดของแป้งโม่เปียกจะเห็นว่า แป้งข้าวล็อคที่ 12 มีค่าความหนืดสูงสุดสูงที่สุด คือ 412.33 เซนติพอยด์ รองลงมา คือ 401.67 เซนติพอยด์ ตามลำดับ นอกนั้นยังมีค่าความหนืดสูงสุดอยู่ในช่วง 195-396.3 เซนติพอยด์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าแป้งโม่แห้ง ทั้งนี้เนื่องจากข้าวโม่เปียกเม็ดแป้งมีความสมบูรณ์ไม่แตกร้าวจึงสามารถดูดน้ำได้ทุดเม็ดต่างจากแป้งโม่แห้งที่แป้งบางเม็ดไม่มีความสามารถในการดูดน้ำ(เกิด damaged starch) เป็นผลทำให้แป้งโม่เปียกใช้ระยะเวลาในการเกิดความหนืดสูงสุดสั้นกว่าและความหนืดสูงสุดมีค่าสูงกว่าขแป้งโม่แห้ง ค่า Though 1 มีค่าอยู่ระหว่าง 86-166.08 เซนติพอยด์ และค่า Breakdown ของแป้งมีค่าสูงกว่าแป้งโม่แห้ง เนื่องจากเม็ดแป้งข้าวโม่เปียกมีลักษณะ 5 เหลี่ยมสมบูรณ์ไม่เกิด damaged starch เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการดูดน้ำทำให้ความหนืดสูงสุดมีค่าสูงกว่าแป้งโม่แห้งซึ่งเม็ดแป้งเกิด damaged starch เมื่อเม็ดแป้งพองตัวสูงสุดก็เริ่มแตกออก เม็ดแป้งจำนวนมากก็พองตัวแล้วแตกออก มีผลทำให้ค่า Though 1 กับค่าความหนืดสูงสุด (Breakdown) แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาความคงตัวของแป้งที่อุณหภูมิต่ำ (50 °c) ที่ค่าความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) ของแป้ง พบว่าแป้งล็อคที่ 5,6,7,9,10,12 และ 14 มีค่าความหนืดสุดท้ายสูง คืออยู่ในช่วง 200.67-218.92 เซนติพอยด์ นอกนั้นมีค่าความหนืดอยู่ในช่วง 108.67-186.42 เซนติพอยด์ (ตาราง 27) แสดงว่าข้าวทั้ง 7 ตัวดังกล่าวมี B-chain ของ amylopectin (เหตุผลจากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น) สูงกว่าแป้งโม่เปียกตัวอื่น ค่า set back มีค่าอยู่ระหว่าง 22.25-56.75 ซึ่งไม่ถือว่าต่ำนัก

ผลการทดสอบความหนืดของแป้งโรงงานพบว่า อุณหภูมิที่แป้งเริ่มเกิดความหนืดมีค่าต่ำกว่าแป้งโม่เปียกและโม่แห้งเล็กนอ้ย ส่วนเวลาเริ่มต้นจนถึงเวลาที่แป้งเกิดความหนืดสูงสุดมีค่าใกล้เคียงกับแป้งโม่เปียก ทั้งนี้เนื่องจากการกระบวนการผลิตหลักการเดียวกันมีค่าอยู่ในช่วง 3.33 –3.40 นาที ค่าความหนืดสูงสุดมีค่ามากกว่าแป้งโม่แห้งและแป้งโม่เปียก จะสังเกตได้ว่าแป้งโรงงานกับแป้งโม่เปียกชนิดที่ 4 ค่าความหนืดสูงกว่าแป้งโม่เปียกประมาณ 54 % ซึ่งถือว่าสูงมากและแป้งชนิดที่ 7

แตกต่างกันประมาณ 27% แสดงว่ากระบวนการในการผลิตแป้งของโรงงานมีผลกระทบต่อคุณภาพแป้งน้อยโดยกระบวนการในการทดลองจะไม่มีการควบคุมปัจจัยอื่นที่ใช้ในกระบวนการผลิต เช่น น้ำ pH , การโม่ ซึ่งจะทำ 2 ครั้งคือโม่เปียกเม็ดข้าวแล้วนำไปอบ แป้งที่ได้จะออกมาเป็นก้อน ๆ จากนั้นนำไปลดขนาดแป้งโดยการโม่แห้งอีกครั้งซึ่งความร้อนของเครื่องโม่แห้งอาจมีผลต่อคุณภาพเม็ดแป้ง ค่าความหนืดของแป้งโรงงานอยู่ในช่วง 432.75-455.83 เซนติพอยด์ ค่า Though1 มีค่าสูงกว่าแป้งตัวอื่น คืออยู่ในช่วง 253.42-269.33 เซนติพอยด์ (เหตุผลเดียวกับแป้งโม่เปียก) ค่า Final viscosity มีค่าค่อนข้างสูง คืออยู่ในช่วง 246.92-249.75 เซนติพอยด์ ส่วนค่า set back อยู่ในช่วง 62.58-63.92 เซนติพอยด์ ถือว่ามีค่าสูงที่อุณหภูมิต่ำแป้งโรงงานมีความคงตัวของความหนืด

<u>Damaged Starch</u>

เป็นการวัดความเสียหายของเม็ดแป้ง (Starch granule) จากการผ่านกระบวนการในการแปรรูปซึ่งลักษณะการเกิด Damaged starch จะมีผลลบต่อคุณภาพของแป้งเนื่องจากเม็ดแป้งที่เกิด Damaged starch มากการดูดน้ำและการพองตัวจะลดลง การเกิด Damaged starch จะมีมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต หากกระบวนการผลิตไม่มีการทำให้เนื้อเมล็ดข้าวอ่อนตัวก่อนการลดขนาดด้วยเครื่องจักรแล้วความร้อนและความรุนแรงในการของเครื่องจักรจะทำให้เกิดความเสียหายของเม็ดแป้ง ดังนั้นจึงมีการทำการวิเคราะห์ Damaged starch เพื่อดูคุณภาพของแป้ง ซึ่งวิธีที่ใช้วิเคราะห์มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี วิธีที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นการตรวจ Damaged starch ด้วยการย้อมสี Congo red ซึ่งเป็นสีที่ใช้เฉพาะมีความสามารถในการให้สีส้มติดกับเม็ดแป้งที่เกิดความเสียหาย จากนั้นดูลักษณะของเม็ดแป้งด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1000 เท่า วิธีที่ใช้วิเคราะห์ในครั้งนี้เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว แต่ผลที่ได้จะเป็นลักษณะเชิงคุณภาพ ไม่ใช่ผลในเชิงปริมาณ

วิธีการ

นำแป้งที่ละเอียดที่สุดมาย้อมสี Congo red (เตรียมสารละลายน้ำแป้งให้เจือจาง)

↓

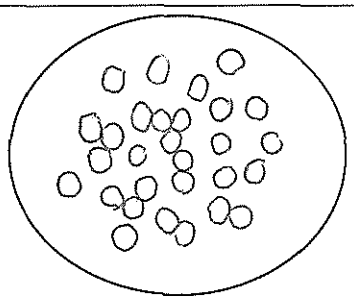
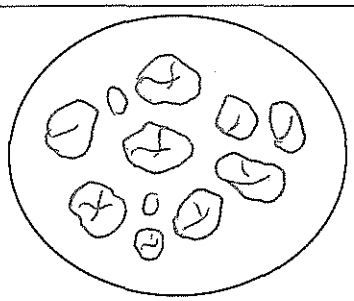
ป้ายตัวอย่างลงในแผ่นสไลด์แล้วปิดกระจกปิดสไลด์

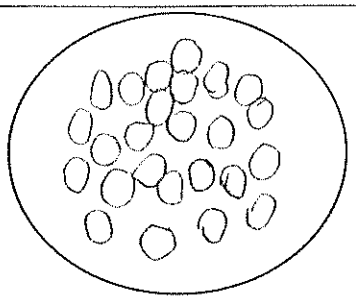
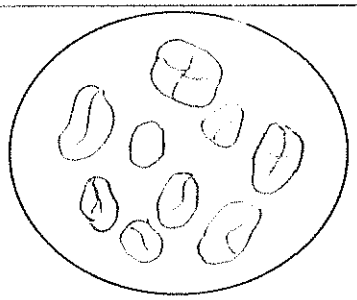
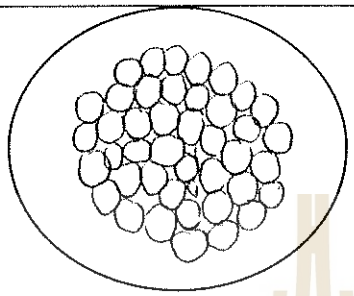
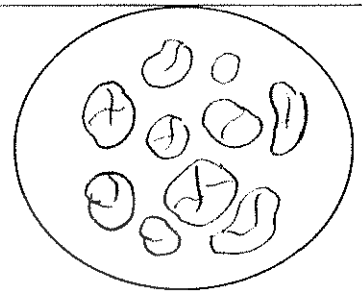
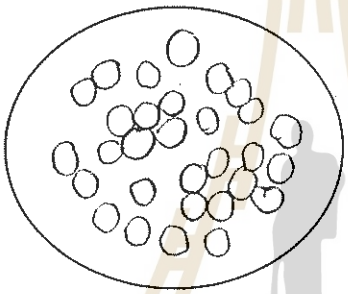
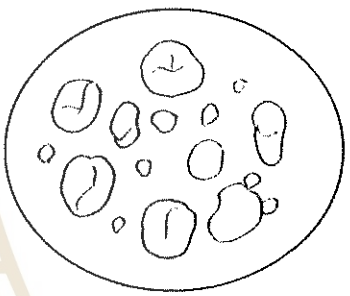
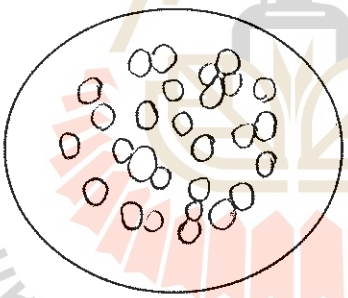
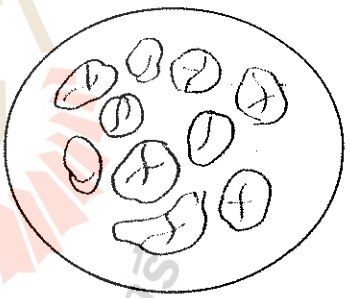
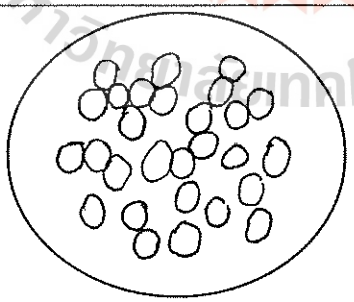
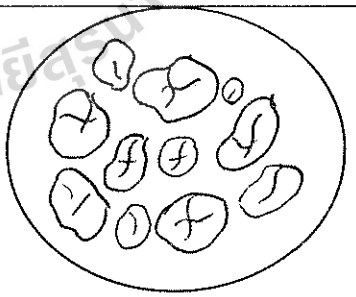
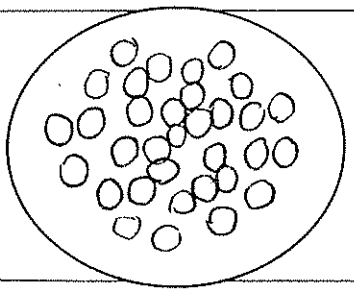
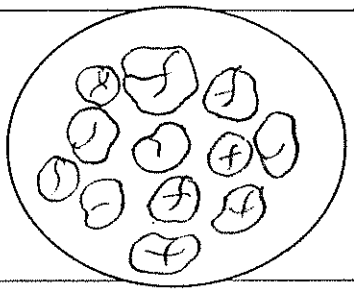
↓

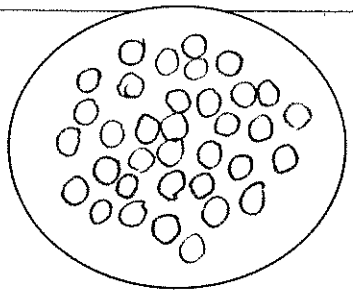
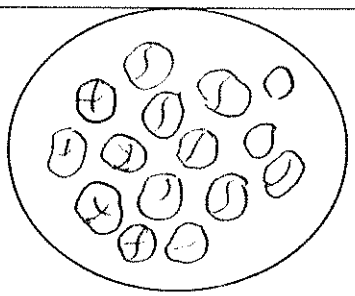
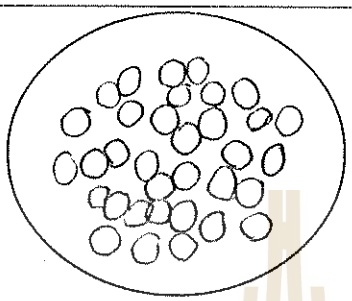
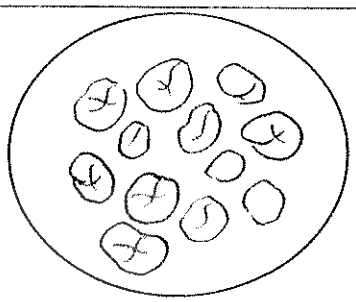
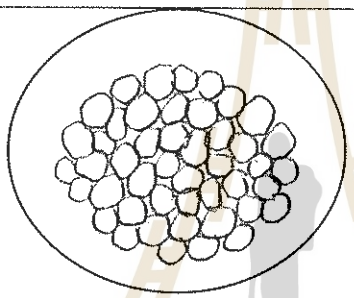
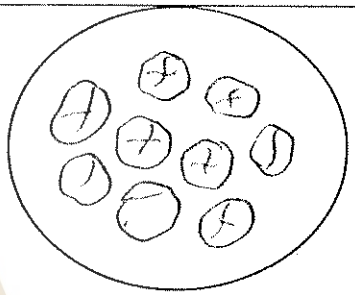
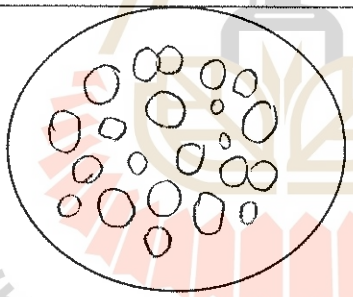
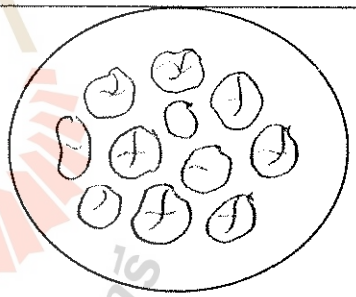
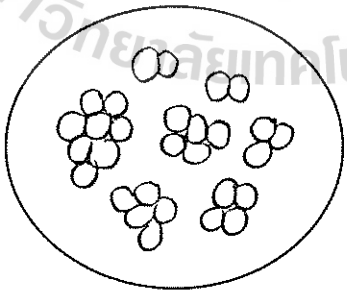
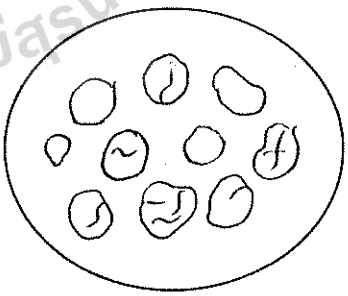
สังเกตเม็ดแป้งที่ถูกทำลายผ่านกล้องจุลทรรศน์ บันทึกความแตกต่างและขนาดของเม็ดแป้งที่เห็น

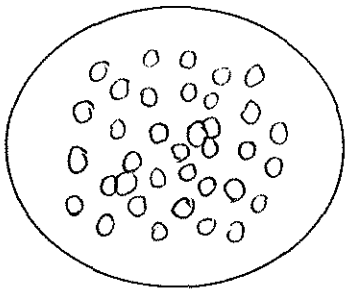
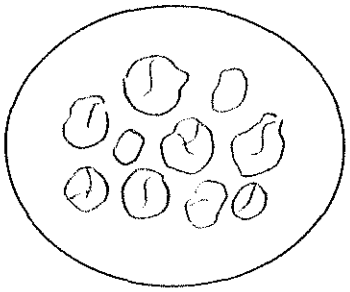
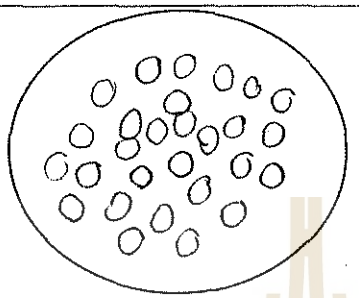
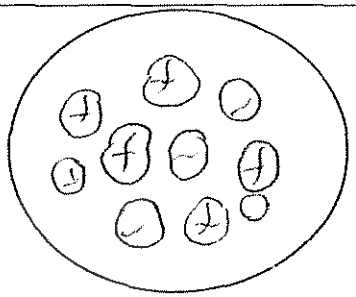
เม็ดแป้งในส่วนที่ติดสีส้มของ Congo red จะเป็นส่วนของ Damaged starch ซึ่งลักษณะแป้งที่มี Damaged starch จำนวนมากจะมีผลต่อลักษณะที่ไม่ดีต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้เมื่อผ่านการแปรรูป เช่น ความหนืดแป้ง ความคงตัวของแป้ง เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากแป้งที่มี Damaged starch มาก จะทำให้เม็ดแป้งไม่เกิดการพองตัวหรือพองตัวได้น้อย เพราะเม็ดแป้งจะไม่ดูดน้ำ เมื่อทำการส่องกล้องดูลักษณะของเม็ดแป้งผลที่ได้ดังตาราง29 ซึ่งเปรียบเทียบแป้งข้าวชนิดเดียวกันที่ผ่านการโม่เปียกและโม่แห้

<u>ตาราง 29</u> ผลการทดสอบ Damage starch ของแป้งข้าวที่ผ่านการโม่เปียกและโม่แห้ง(กำลังขยาย 1000 เท่า)

ชนิดแป้งข้าว	แป้งข้าวโม่เปียก	แป้งข้าวโม่แห้ง
1		

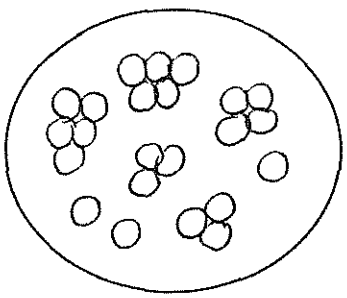
2		
3		
4		
5		
6		
7		

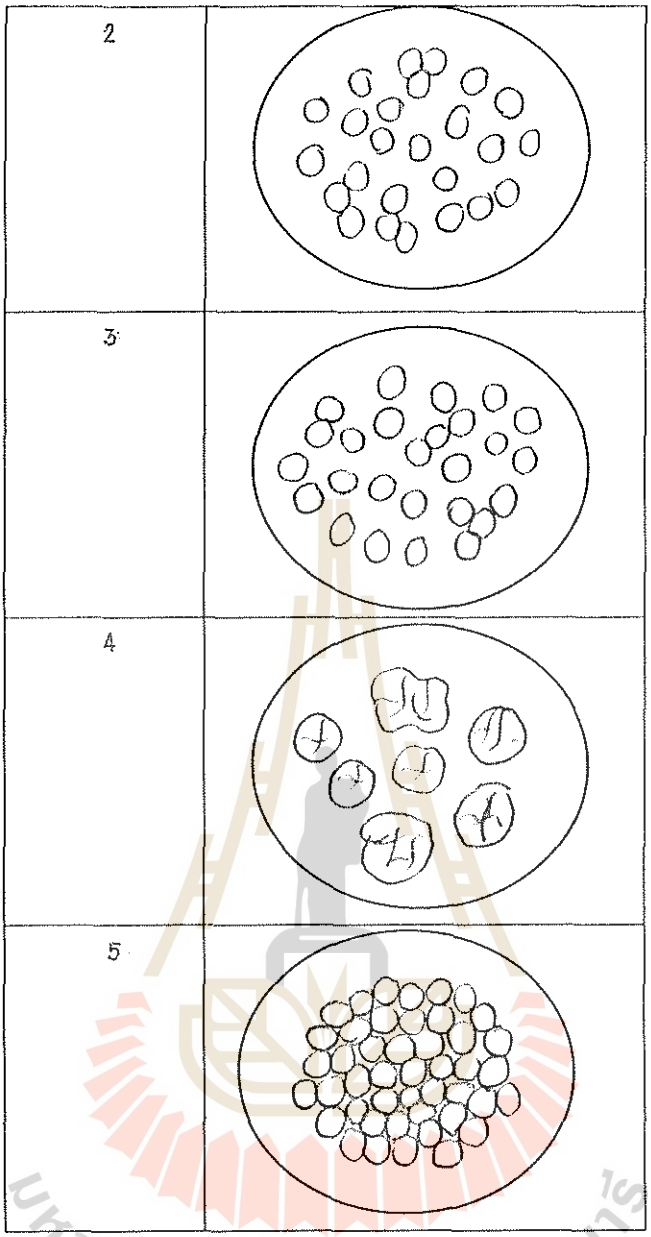
8		
9		
10		
11		
12		

13		
14		

จากการทดลองดูลักษณะเม็ดแป้งพบว่า ลักษณะของเม็ดแป้งจะมีรูปทรงเป็น 5 เหลี่ยมขนาดต่างๆ กันแล้วแต่พันธุ์ข้าวที่ใช้โม่และมีลักษณะเป็นกลุ่ม (Compound) และเป็นเม็ดเดี่ยวสลับอยู่ แป้งโม่แห้งจะมีลักษณะเม็ดแป้งแตกร้าวเป็นจำนวนมากและติดสีส้มของ Congo red ซึ่งเป็นลักษณะของแป้งที่เกิด Damaged starch ส่วนแป้งข้าวที่ผ่านการโม่เปียกจะติดสีส้มน้อยมากเม็ดแป้งยังเป็นลักษณะของ 5 เหลี่ยมที่สมบูรณ์ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการที่ใช้ในการโม่ทั้ง 2 วิธีแตกต่างกันโดยการโม่แห้งจะทำการลดขนาดของเมล็ดข้าวด้วยการใช้เครื่องลดขนาดที่เป็นลักษณะเป็นจานหมุนด้วยความเร็วสูงทำให้เกิดแรงในการลดขนาด 2 แรง คือ แรงที่เกิดจากเมล็ดข้าวสัมผัสกับผนังที่ไม่เรียบของจานที่หมุนด้วยความเร็วสูง และแรงกระแทกระหว่างเมล็ดข้าวด้วยกัน การลดขนาดด้วยวิธีนี้จะทำให้เกิดความร้อนสูงขึ้นในกระบวนการจึงมีผลต่อการแตกร้าวของเม็ดแป้ง ส่วนการโม่เปียกเป็นกระบวนการที่มีการทำให้เมล็ดข้าวอ่อนนุ่มก่อนการลดขนาดโดยนำข้าวไปแช่น้ำทำให้น้ำเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างเม็ดแป้ง(Starch granule) เมื่อนำข้าวไปโม่ด้วยเครื่องโม่เปียกเมล็ดข้าวที่อ่อนเมื่อมีน้ำแทรกในโมเลกุลจะมีผลในการลดความร้อนและความรุณแรงของเครื่องโม่ทำให้เม็ดแป้งได้รับความเสียหายน้อย เมื่อทำการส่องกล้องดูลักษณะของแป้งโรงงานซึ่งเป็นแป้งที่ผ่านการโม่เปียก ผลที่ได้ดังตาราง 30

<u>ตาราง 30</u> ผลการทดสอบ Damage starch ของแป้งโรงงาน(กำลังขยาย 1000 เท่า)

ชนิดแป้ง	ลักษณะ
1	



แป้งโรงงานซึ่งผ่านกระบวนการลดขนาดเมล็ดข้าวด้วยการโม่เปียก ลักษณะของเม็ดแป้งจะมีลักษณะของDamaged starch น้อยมากหรือแทบจะไม่มีเลย เม็ดแป้งยังเป็นลักษณะของ 5 เหลี่ยมที่สมบูรณ์ เช่นเดียวกับการทดลองโม่เปียกข้าว แต่ลักษณะขนาดของเม็ดแป้งของแป้งที่ผลิตจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต

<u>ความคงทนของเจล</u>

เป็นวิธีการตรวจวัดคุณภาพของแป้งอีกวิธีหนึ่งโดยดูลักษณะความคงตัวของความหนืดเจลแป้งภายหลังจากให้ความเย็น ซึ่งแป้งที่มีความไม่คงตัวสูงเมื่อทำให้เย็นจะมีลักษณะเป็นน้ำไหลได้ ฉะนั้นย่อมทำให้ระยะทางการไหลของเจลแป้งมากตามไปด้วย เมื่อนำแป้งผสมกับน้ำแล้วนำไปให้ความร้อนแป้งจะเริ่มดูดน้ำเข้าไปภายในโมเลกุลและเกิดการพองตัวทำให้สารละลายเริ่มหนืดและเมื่อให้ความเย็นแป้งบางชนิดจะไม่มีความสามารถในการคงความหนืดไว้ภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ ผู้ผลิตต้องการผลิตแป้งที่มีความสามารถในการคงความหนืดไว้ทั้งที่อยู่ภายใต้อุณหภูมิสูงหรืออุณหภูมิต่ำ โดยปัจจัยที่มีผลกับความคงตัวของเจลแป้งจะมีหลายปัจจัยด้วยกัน เช่น พันธุ์ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของ

แป้ง(การทำ Modified starch) เป็นต้น การทดลองในครั้งนี้ได้ทำการทดสอบความคงทนของเจลโดยใช้สารละลายด่างผสมกับแป้งและเติมสารละลาย Thymol blue ซึ่งเมื่อ pH เป็นกรด Thymol blue จะให้สีน้ำเงินเพื่อให้ง่ายต่อการสังเกตระยะทางการไหลได้ชัดเจนขึ้น

วิธีการ

ชั่งตัวอย่าง 0.10 กรัม ใส่ในหลอดทดสอบ

↓

เติมสารละลาย Thymol blues ความเข้มข้น 0.025 % 0.2 ml. และ 0.2 N KOH 2 ml.

↓

ผสมให้เข้ากันโดยใช้ Vortex Mixer 5 วินาที ต้มที่ water bath อุณหภูมิ 100 ^{o} C นาน 8 นาที

↓

นำหลอดทดสอบไปปั่นด้วย Vortex Mixer อีกครั้ง ประมาณ 5 – 10 วินาที แล้วนำไปแช่ในน้ำแข็ง 20 นาที

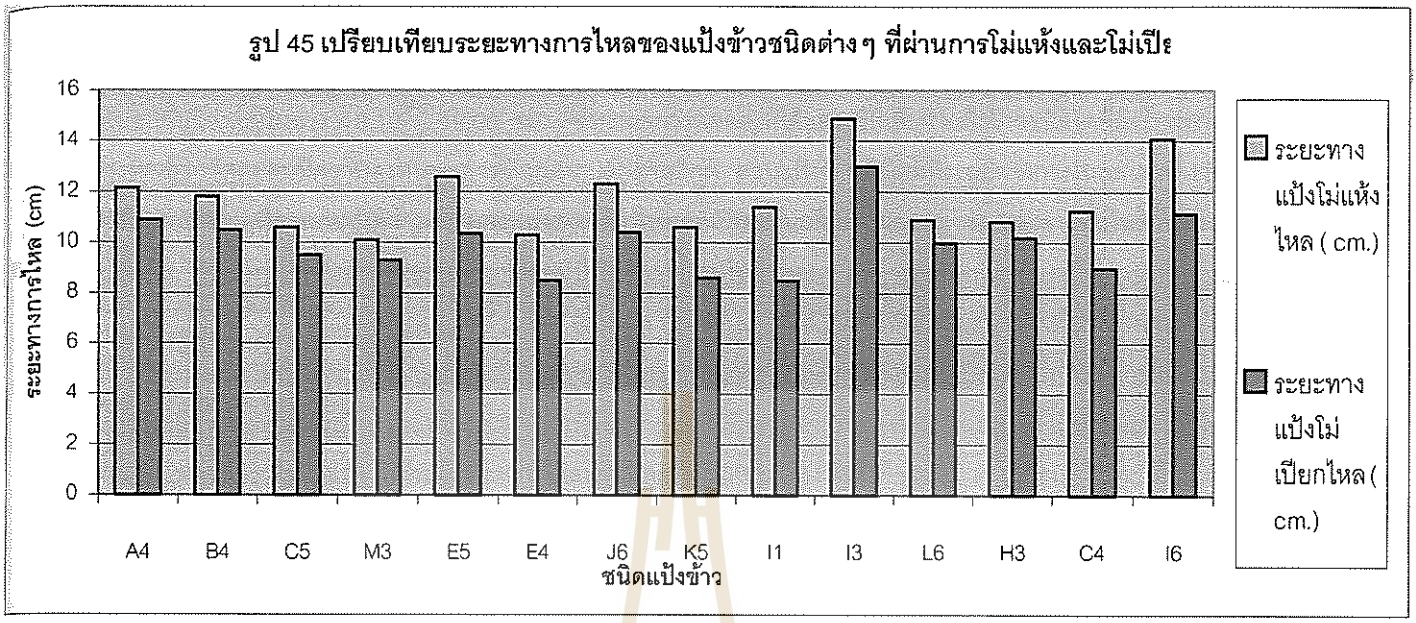
↓

นำไปวางบนกระดาษกราฟตามแนวนอนเป็นเวลา 30 นาที อ่านระยะทางที่แป้งไหล บันทึกผล

เมื่อทำการทดลองตามวิธีการทดลองข้างต้นแล้ววัดระยะทางการไหลของข้าวที่ทำการลดขนาดลงจนเป็นเมล็ดหยาบเมื่อให้ความร้อนจนแป้งเกิดการพองตัวและหนืดในที่สุด และให้ความเย็นมานำมาวางและวัดระยะทางการไหลของเจลข้าวผลที่ได้ดังตาราง31 และเพื่อให้เห็นภาพได้ชัดเจนขึ้นจึงนำค่าที่ได้ไปเขียนแผนภูมิของระยะทางการไหลของเจลข้าวดังรูป45 ส่วนแป้งโรงงานวัดระยะทางการไหลของเจลแป้งได้ดังตาราง32 และแผนภูมิของระยะทางการไหลของแป้งโรงงานรูป46

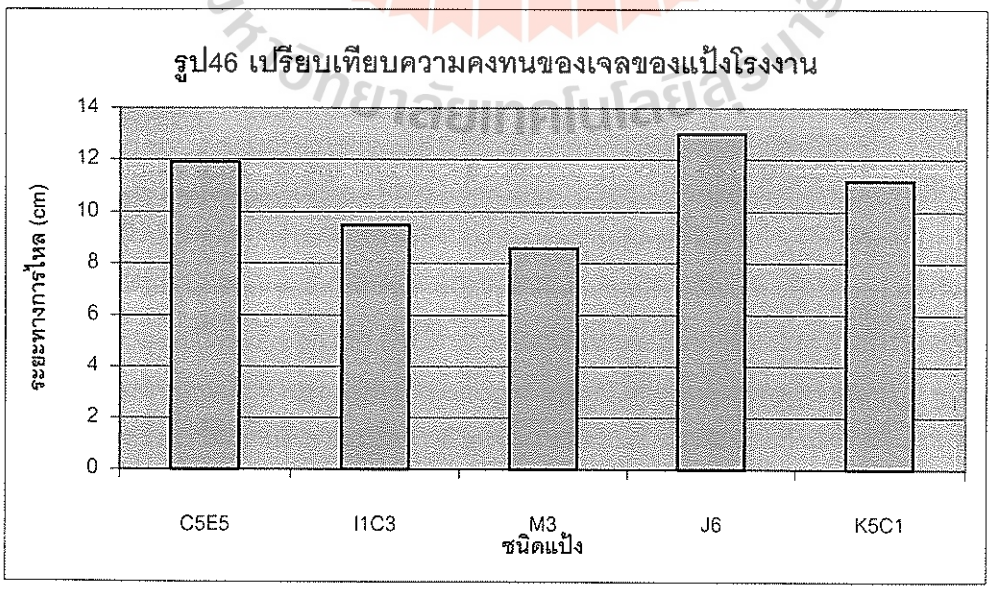
<u>ตาราง 31</u> ผลการทดสอบความคงทนของเจลแป้งข้าวที่ผ่านการโม่เปียกและโม่แห้ง

ชนิดแป้งข้าว	ระยะทางแป้งโม่แห้งไหล (cm.)	ระยะทางแป้งโม่เปียกไหล (cm.)
1	12.15	10.90
2	11.80	10.50
3	10.60	9.50
4	10.10	9.30
5	12.60	10.35
6	10.30	8.50
7	12.30	10.40
8	10.60	8.60
9	11.40	8.50
10	14.90	13.00
11	10.90	10.00
12	10.85	10.20
13	11.25	9.00
14	14.10	11.15



ตาราง 32 ผลการทดสอบความคงทนของเจลแป้งโรงงาน

ชนิดแป้งข้าว	ระยะทางแป้งไหล (cm.)
1	11.90
2	9.50
3	8.60
4	13.00
5	11.20



จากตารางที่31 และรูปที่45 ซึ่งเป็นระยะทางการไหลของเจลข้าวที่ผ่านการโม่เปียกและผ่านการโม่แห้ง ลักษณะการไหลของแป้งโม่เปียกจะเห็นว่าข้าวในล็อค 10 คือ 13 ซม. มีระยะทางการไหลมากที่สุด รองลงมาคือ ล็อค 14 11.15 ซม. ล็อค1 10.90 ซม. ล็อค2 10.50 ซม. ล็อค7 10.40 ซม. และล็อค5 10.35 ซม. ส่วนข้าวในล็อคที่เหลือมีระยะทางการไหลน้อยกว่า 10 ซม. แป้งข้าวที่ผ่านการโม่แห้งพบว่าข้าว 10 มีระยะทางการไหลของเจลมากที่สุดคือ 14.90 ซม. รองลงมาคือ 14 14.10 ซม. ที่เหลือนอกนั้นมีค่าอยู่ในช่วง 10.10 – 12.60 ซม. จากาผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวชนิดใดที่มีระยะทางการไหลของเจลมากที่สุดย่อมมีความคงทนของเจลที่อุณหภูมิต่ำมากที่สุด ส่วนแป้งข้าวตัวใดที่มีระยะทางการไหลสั้นแสดงว่าเจลของมันมีความคงทนเมื่ออุณหภูมิต่ำ ความคงทนของเจลแป้งข้าวเหนียวเป็นผลเนื่องมาจาก B-chain ที่เป็นส่วนของสาย Amylopectin ถ้าแป้งที่มีความคงทนของเจลมากย่อมมี B-chain อยู่ในส่วนของ Amylopectin มากและในทางกลับกันแป้งข้าวที่มีระยะทางการไหลจของเจลมากย่อมมีส่วนของ B-chain น้อยเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบระยะทางการไหลของเจลแป้งข้าวที่ผ่านการโม่แห้งและโม่เปียกจะเห็นว่าเจลแป้งโม่แห้งทุกตัวมีระยะทางการไหลมากกว่าแป้งโม่เปียกทั้งนี้เป็นเพราะแป้งโม่แห้งจะเกิดความเสียหายของเม็ดแป้งความหนืดของเจลจึงน้อยกว่าแป้งโม่เปียก จากตารางที่32 และรูป46 เป็นระยะทางการไหลของเจลแป้งโรงงานจะเห็นว่าแป้ง 4 มีระยะทางการไหลมากที่สุดคือ 13 ซม. รองลงมาคือแป้ง1 11.90 ซม. แป้ง5 มีระยะทางการไหล 11.20 ซม. แป้ง2 9.50 ซม. และแป้ง3 8.60 ซม. ตามลำดับ จากผลการทดลองของแป้งโรงงานแสดงให้เห็นว่าแป้ง 4 มีความคงทนของเจลต่ำที่สุด ดังนั้นจึงไม่เหมาะสำหรับใช้แป้งชนิดนี้เดี่ยวๆในการผลิตแป้งควรมีการผสมกับข้าวตัวอื่น เช่น ข้าว3 ซึ่งมีความคงทนของเจลสูง หรือข้าวตัวอื่นที่มีความคงทนสูง(ผลดังตาราง 31) และระยะทางการไหลของแป้งโม่เปียกและแป้งโรงงานชนิดเดียวกันจะมีค่าใกล้เคียงกัน

นอกจากส่วนของ B-chain ในสาย Amylopectin แล้ว ความคงทนของเจลที่มากหรือน้อยอาจเป็นผลมาจาก พันธุ์ข้าว ความใหม่-เก่าของข้าว เป็นต้น ในการทดลองครั้งนี้มีข้าว2 ตัวเดียวที่เป็นข้าวใหม่แต่ค่าความคงทนของเจลก็ไม่ได้แตกต่างจากข้าวเก่านัก และมีค่าระยะทางการไหลต่ำกว่าข้าวเก่าบางตัว นั่นย่อมแสดงว่าน่าจะมีปัจจัยหลายปัจจัยเกี่ยวข้องกับความคงทนของเจลแป้งข้าวด้วย นอกจากนี้ยังไม่สามารถเช็คได้ว่าข้าวเก่ามีระยะเวลาเท่าใดตัวไหนเก่ามากตัวไหนเก่าน้อย ซึ่งอาจสันนิษฐานระยะการเก็บข้าวได้เพียงคร่าวๆ โดยสังเกตจาก สี กลิ่น แต่ลักษณะทางกายภาพนี้อาจทำให้การทำนายอายุข้าวผิดพลาดเพราะข้าวอาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อสภาวะการเก็บรักษาไม่เหมาะสม

<u>สรุปผลจากการทดลอง</u>

จากการทดลองเพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของข้าวที่ผลิตได้ที่มีผลต่อคุณภาพของแป้ง โดยองค์ประกอบทางเคมีของข้าวที่ได้ทำการวิเคราะห์ได้แก่ ปริมาณน้ำทั้งหมด(Moisture content) ปริมาณเถ้าโดยรวม (Ash) ปริมาณโปรตีน (Protein content) ปริมาณไขมัน (Fat content) ปริมาณสตาร์ช (Starch content) ปริมาณAmylose (Amylose content) และปริมาณทรายซึ่งเป็นสิ่งปนเปื้อนในการผลิต นอกจากนี้ยังได้ทำการวัดคุณภาพของแป้งที่ได้จากการโม่ข้าว 2 วิธี คือ การโม่เปียกและการโม่แห้งข้าวเปรียบเทียบร่วมกับแป้งที่ผลิตโดยกระบวนการผลิตของโรงงาน วิธีที่ใช้วัดคุณภาพของแป้งได้แก่ การเปรียบเทียบขนาด (Particle size) ของแป้งที่ผ่านการโม่ด้วยวิธีที่ต่างกันเปรียบเทียบกับแป้งโรงงาน การวัดความหนืดของแป้งโดยใช้เครื่อง RVA (Rapid visco analyzer) การวัดความคงทนของเจลแป้งโดยดูจากระยะทางการไหลของเจลเมื่อได้รับความความเย็น และการวัดความเสียหายของเม็ดแป้ง(Damaged starch) โดยผ่านด้วยกล้องจุลทรรศน์ จากการทดลองข้าวล็อต 1 เมื่อทำการทดลองวัดความชื้นของเมล็ดข้าวด้วยเครื่อง Moisture of Grain พบว่ามีความชื้น 11.7% และทำการวัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer พบว่ามีค่าความชื้น 11.53% หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวล็อตนี้ไปทำการโม่ 2 วิธี คือ โม่เปียกและโม่แห้ง แล้วจึงนำแป้งข้าวที่ได้ทำการวัดความชื้นอีกครั้งด้วยวิธี Proximate Analysis พบว่าแป้งข้าวที่ทำการโม่แห้งมีค่า

ความชื้น 13.72% และแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกมีค่าความชื้น 16.70% (ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Hot Air Oven) ซึ่งจะเห็นได้ว่าแป้งข้าวหลังจากทำการโม่ทั้งสองวิธีมีค่าความชื้นสูงกว่าเมล็ดข้าวก่อบทำการโม่ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการผลิต คือการโม่จัดเป็นการลดขนาดของวัตถุดิบทำให้มีขนาดเล็กลงพื้นที่ผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีมากกว่าทำให้มีโอกาสสัมผัสกับความชื้นในอากาศได้ง่าย และความชื้นที่ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Proximate Analysis มีค่าเท่ากับค่าความชื้นที่วัดได้จากเครื่องมือMoisture เนื่องจากความร้อนที่ใช้ในวิธี Proximate Analysis เป็นความร้อนที่ได้จากอากาศร้อนพัดเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถทำให้น้ำในส่วน bound water ที่เชื่อมกันด้วยพันธะที่แข็งแรงระเหยออกมาได้ มีเพียงน้ำอิสระเท่านั้น ดังนั้นเมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าผลต่างก่อนอบและหลังอบของแป้งข้าวจึงมีค่าน้อยกว่า ผลการวิเคราะห์เถ้าและทรายของข้าวล็อค 1 (เถ้าบ่งบอกถึงปริมาณแร่ธาตุในผลิตภัณฑ์) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์ต่อน้ำหนักแห้งมีค่าเท่ากับ 2.39% ซึ่งเมื่อเทียบกับทฤษฎีพบว่ามีค่าต่างกันมาก คือ 0.6% kent,1983) อธิบายได้ว่า เป็นความแตกต่างที่เกิดจากแต่ละสายพันธุ์ของข้าว พื้นที่ปลูก และสารอาหารที่ข้าวได้รับระหว่างการเจริญ และจากการวิเคราะห์ปริมาณทราย พบว่ามีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความสะอาดไม่มีสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพในกระบวนการผลิต จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของข้าวล็อค 1 พบว่ามีปริมาณโปรตีน 6.24% ซึ่งมีค่าแตกต่างจากทฤษฎี คือ โปรตีนในข้าวสาร 9.8% (kent,1983) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเกิดความเสียหายในระหว่างกระบวนการผลิต เพราะในกระบวนการผลิตจะเกิดความร้อนจากการโม่ขึ้น คือ ความร้อนจาการเสียดสีของเมล็ดข้าวด้วยกัน และความร้อนจากการเสียดสีของเมล็ดข้าวกับเครื่องมือ ประกอบกับข้าวล็อค 1 เป็นข้าวเก่าจึงอาจเกิดปฏิกิริยา oxidation ระหว่างกลุ่มกรดอะมิโนของโปรตีนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวในเมล็ดข้าวได้ ส่งผลให้เกิดการสูญเสียโปรตีนและเกิดกลิ่นหืนภายในเมล็ดข้าวได้ รวมทั้งข้าวเก่ากลุ่มโปรตีนแอลบลูมินในข้าวจะลดลง แต่กลุ่มโปรตีนพวกโกลบลลิน กลูเตลิน และโปรลามินจะเพิ่มขึ้นทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ พื้นที่ปลูก สภาพดินฟ้าอากาศและธาตุอาหารที่ข้าวได้รับระหว่างการเจริญด้วย ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Starsh) ในข้าวล็อค 1 มีค่า 88.70% ซึ่งใกล้เคียงกับทฤษฎี คือ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าวสาร 88.9% (kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักในข้าว ไขมันในแป้งข้าวล็อค 1 มีปริมาณ 1.49% ซึ่งค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องจากสายพันธุ์ของข้าวที่อาจมีปริมาณไขมันเป็นองค์ประกอบสูง และกระบวนการขัดสีอาจขัดเอาส่วนแกลบและรำข้าวออกไม่หมด (ส่วนของแกลบและรำข้าวเป็นส่วนที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบสูง) อีกทั้งข้าวล็อค 1 เป็นข้าวเก่าโอกาสเกิด oxidation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวกับออกซิเจน หรือกรดอะมิโนจึงมีมาก จากผลการวิเคราะห์ปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวล็อค 1 พบว่าสอดคล้องกับทฤษฎี คือ มีปริมาณ Amylose เป็นองค์ประกอบต่ำ แต่มี Amylopectin เป็นองค์ประกอบสูงเกือบ 100% คือ แป้งข้าวโม่แห้ง 3.41×10^{-3}% และ แป้งข้าวโม่เปียก 3.44×10^{-3}% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน จากการทดลองวัดความละเอียดของอนุภาคแป้งที่ทำการโม่ 2 วิธี โดยการร่อน พบว่า ขนาดอนุภาคแป้งข้าวล็อค 1 ที่ได้จากการโม่ทั้งสองวิธีต่างกัน คือ แป้งข้าวล็อค 1 ที่ทำการโม่แห้งมีขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่ที่ Mesh 60 แต่แป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกมีขนาดอนุภาคแป้งอยู่ที่ Mesh 230 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกมีความละเอียดกว่าแป้งข้าวที่โม่แห้ง ทั้งนี้เนื่องจากข้าวก่อนที่จะนำมาโม่เปียกต้องผ่านการแช่น้ำอย่างน้อย 3 ชั่วโมงก่อนทำการโม่ ทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าไปภายในเมล็ดได้ เมล็ดจึงเกิดความอ่อนนุ่มการโม่จึงเป็นไปได้ง่าย อีกทั้งการโม่เปียกต้องผ่านการโม่ถึง 2 ครั้ง คือ หลังจากแช่ข้าว และหลังจากอบให้แห้ง ประกอบกับข้าวล็อค 1 เป็นข้าวเก่าจึงแข็งเมื่อทำการโม่แห้งความละเอียดจึงมีน้อยกว่า ซึ่งผลจากการโม่ที่แตกต่างกันนี้เองจะมีผลต่อคุณภาพของแป้งที่ได้ที่สามารถพิจารณาได้จากการเกิด Damaged Starch คือ แป้งข้าวล็อค 1 ที่ผ่านการโม่แห้งเม็ดแป้งจะมีลักษณะแตก กระจายตัว ส่วนแป้งข้าวที่ผ่านการโม่เปียกเม็ดแป้งจะยังคงรักษาโครงสร้าง 5 เหลี่ยมสมบูรณ์ไว้ได้ ทั้งนี้เนื่องจากโม่เปียกจะเกิดความร้อนระหว่างการโม่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับโม่แห้งที่เกิดความร้อนขึ้นระหว่างการโม่สูง ทั้งความร้อนจากการเสียดสีของเมล็ดข้าวและความร้อนจาการเสียดสีของเมล็ดข้าวกับผนังของเครื่องมือ ดังนั้นโอกาสที่เม็ดแป้งจะมีคุณภาพต่ำจึงมีมาก RVA ของแป้งข้าวล็อค 1 ที่ผ่านการโม่แห้งมีค่า peak สูงกว่าแป้งข้าวล็อค 1 ที่ผ่านการโม่

เปียก เนื่องจากการเกิดเจลของแป้งข้าวที่ผ่านการโม่แห้งมีน้อยกว่าแป้งข้าวโม่เปียก เพราะการดูดซึมน้ำของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งมีน้อยเนื่องจากเม็ดแป้งถูกทำลายโดยความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการโม่ เม็ดแป้งที่ได้มีลักษณะแตก กระจายตัว เมื่อให้ความร้อนโอกาสที่แป้งจะเกิดการพองตัวจึงมีน้อย ความคงตัวของเจลแป้งข้าวล็อค 1 ที่ผ่านการโม่ต่างกันระยะทางการไหลของเจลที่เกิดขึ้นก็ต่างกันด้วย คือ แป้งข้าวล็อค 1 ที่ผ่านการโม่แห้งระยะทางการไหลของเจลที่เกิดขึ้นจะมีมากกว่าแป้งข้าวล็อค 1 ที่ผ่านการโม่เปียก คือ 12.15 cm. และ 10.90 cm. ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากแป้งข้าวที่ผ่านการโม่แห้งการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งจะมีน้อยเนื่องจากเม็ดแป้งถูกทำลาย การดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งมีน้อย คุณภาพของแป้งที่ได้ต่ำ การพองตัวของเม็ดแป้งเกิดได้น้อย ความคงตัวของเจลที่ได้จึงมีน้อย และแป้งข้าวเหนียวมีปริมาณ Amylose ต่ำ ดังนั้นแป้งข้าวที่ผ่านการโม่แห้งจึงมีคุณภาพต่ำกว่าแป้งที่ผ่านการโม่เปียกเมื่อนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์แป้งที่ผ่านการโม่เป็นกจึงน่าจได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีกว่า

ข้าวในล็อค 2 เป็นข้าวใหม่ เมื่อนำเมล็ดข้าวมาวัดความชื้นเปรียบเทียบกันด้วยเครื่องมือต่างกันผลที่ได้ดังนี้ วัดด้วยเครื่อง Moisture of grain analyzer ได้ค่าเท่ากับ 10.03 % เครื่อง Moisture analyzer ได้ค่าเท่ากับ 10.6 % และวัดด้วยวิธี Proximate analysis โดยใช้ Hot air oven ค่าที่ได้เท่ากับ 12.42 % จะสังเกตว่าการวัดด้วยวิธี Proximate analysis จะเป็นวิธีที่ให้ค่าความชื้นสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องมือทั้ง 2 ตัว ทั้งนี้เนื่องจากการใช่เตาอบอุณหภูมิ 105 ^{o}c อบเป็นเวลานาน จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ ค่าที่ได้จึงน่าจะเป็นค่าความชื้นที่แท้จริงของข้าว และการใช้เครื่องมืออัตโนวัติในการวัดค่าอาจมีผลคลาดเคลื่อนจากเครื่องมือที่ไม่มีการสอบเทียบทำให้ความถูกต้องลดลง เมื่อนำแป้งข้าวล็อค 2 ไปทำการโม่ด้วยวิธีที่แตกต่างกันคือ การโม่เปียกและโม่แห้งแล้วนำไปวัดความชื้นด้วยเครื่องมือที่แตกต่างกันพบว่า เมื่อใช้เครื่อง Moisture analyzer วัดความชื้นแป้งโม่เปียกค่าที่ได้เท่ากับ 14.39% แป้งโม่แห้งได้ค่าเท่ากับ 12.81% เมื่อใช้วิธี Proximate analysis ทดสอบความชื้นแป้งโม่แห้งค่าเท่ากับ 10.51% เมื่อทำการวิเคราะห์เถ้าและทรายที่อยู่ในข้าวB4 ได้เท่ากับ 4.43% ซึ่งเป็นค่าที่มากที่สุดในข้าวที่ใช้ทำการทดลองทั้งหมด เนื่องจากสารอนินทรีย์ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เป็นต้น ซึ่งสารอนินทรีย์เหล่านี้เป็นสารที่สลายได้ ดังนั้นค่าเถ้าของข้าวใหม่จึงมีค่ามากกว่าข้าวเก่า และไม่พบทรายปนเปื้อนในข้าวล็อค 2 เช่นเดียวกับข้าวล็อค 1 ปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้คือ 6.48 % เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวตัวอื่นค่าที่ได้ค่อนข้างใกล้เคียงกัน แสดงว่าปริมาณโปรตีนจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อเก็บข้าวเป็นระยะเวลานาน ถึงแม้จะมีส่วนของกรดอะมิโนทำปฏิกิริยาทางเคมี เช่น Mailard browning เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสี เป็นต้น โปรตีนในข้าวจะมีปริมาณมากแต่เมื่อทำการแปรรูปข้าวเป็นแป้งโปรตีนส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปจากกระบวนผลิต โดยเฉพาะโปรตีนในส่วนที่ละลายได้ในน้ำ ซึ่งสูญเสียไปในระหว่างกระบวนการแช่ข้าวและอาจถูกทำลายด้วยความร้อน ผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าวพบว่ามีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 89% ซึ่งเป็นไปตามหลักความเป็นจริงเนื่องจากข้าวมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไอเดรตที่เรียกว่าStarch โดยมีการสร้างและสะสมไว้ในส่วนที่เป็นเนื้อเมล็ด ในแป้งข้าวเหนียวมีส่วนของสาย Amylopectin อยู่เกือบ 100% ซึ่งเป็นโมเลกุลของกลูโคสที่ต่อกันเป็นสายตรงและกิ่งก้าน ส่วนของสายตรงต่อกันด้วยพันธะ α-1,4 glycosidic ส่วนที่เป็นกิ่งก้านต่อกันด้วยพันธะ α-1,6 glycosidic ทำให้เกิดลักษณะเฉพาะตัวของข้าวเหนียวที่มีความเหนียวมาก ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันพบว่ามีไขมัน 1.70% เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวตัวอื่นพบว่ามีค่าค่อนข้างสูง เนื่องจากข้าวล็อค 2 เป็นข้าวใหม่ที่ยังไม่เกิดการสลายตัวของไขมันเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของกรดไขมัน การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นทำให้ไขมันแตกตัวเป็นอนุมูลอิสระและเกิดเป็นสารที่ระเหยได้ โดยข้าวที่เก็บไว้เป็นเวลานานจะมีกลิ่นเฉพาะขึ้น ดังนั้นข้าวใหม่จะมีปริมาณไขมันมากกว่าข้าวเก่า แต่ก็ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อปริมาณไขมันในข้าวเช่น พันธุ์ข้าว ธาตุอาหารที่ข้าวได้รับในระหว่างการเจริญเติบโต เป็นต้น ร่วมด้วย ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Amylose พบว่ามีปริมาณ 3.50 $\times$ 10^{-3} % สำหรับข้าวโม่แห้งและ3.49$\times10^{-3}$% สำหรับข้าวโม่เปียกค่าที่ได้ไม่ต่างกันมากนักเนื่องจากข้าวเหนียวมี Amylose ต่ำอยู่แล้ว และค่านี้จะมีค่าใกล้เคียงกันกับข้าว

ชนิดอื่น ซึ่งผลที่ได้เป็นไปตามทฤษฎีที่ข้าวเหนียวจะมี Amylopectin เกือบ 100% ส่วนของ Amylose จะมีน้อยมากในข้าวเหนียว ดังนั้นเราจึงพิจารณาปัจจัยอื่นที่มีผลต่อความคงตัวของแป้งร่วมกับ Amylose ผลการวิเคราะห์ความละเอียดของแป้งโดยใช้ตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกันเรียงจากด้านบนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุดแล้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลงเรื่อยในชั้นถัดลงมา ผลที่ได้พบว่าแป้งB4ที่ผ่านการโม่แห้งจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางส่วนใหญ่อยู่ที่ Mesh No. >230 คือ 26.28% แต่มีค่าใกล้เคียงกันกับตะแกรงที่มี Mesh No. 60 คือ 24.23 % จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าข้าว B4 มีความแกร่งของเมล็ดข้าวมากทั้งที่เป็นข้าวใหม่การลดขนาดไม่จึงทำให้ขนาดของแป้งใหญ่ ส่วนข้าวล็อค 2 ที่ผ่านการโม่เปียกจะมีความละเอียดมากดว่าข้าวที่ผ่านการโม่แห้งเนื่องจากก่อนที่จะนำข้าวไปโม่ได้ผ่านขั้นตอนการแช่ข้าวทำให้ข้าวอ่อนตัวง่ายต่อการลดขนาดด้วยเครื่องโม่ ดังนั้นขนาดของเม็ดแป้งจึงมีขนาดเล็ก โดยมีขนาดส่วนใหญ่อยู่ในช่วง Mesh 200 – 230 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งด้วยRVA พบว่าค่าความหนืดของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งจะสูงกว่าค่าความหนืดของแป้งที่ผ่านการโม่เปียกเล็กน้อยแต่ค่าการแตกตัวของเม็ดแป้งเมื่อเกิดการพองเต็มที่แป้งโม่เปียกจะมีค่าสูงกว่าทั้งนี้เพราะแป้งที่ผ่านการโม่เปียกความสมบูรณ์ของแป้งมากทำให้มีเม็ดแป้งที่มีการแตกของเม็ดแป้งมาก และความหนืดของแป้งที่อุณหภูมิต่ำแป้งโม่แห้งจะมากกว่าแป้งโม่เปียก ลักษณะของเม็ดแป้งที่ผ่านการโม่เปียกเมื่อย้อมด้วยสี congo red แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เห็นเม็ดแป้งมีลักษณะเป็น 5 เหลี่ยมที่สมบูรณ์ ส่วนที่ผ่านการโม่แห้งจะเห็นเป็นรอยร้าวของเม็ดแป้งและติดสีส้ม ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นเหตุผลที่ว่าระยะทางการไหลของแป้งโม่แห้งจึงมากกว่าแป้งโม่เปียกคือ 11.80 ซม. และ 10.50 ซม. จากผลที่ได้จะเห็นว่าการโม่แห้งแป้งB4 จะให้ค่าความหนืดสูงกว่โม่แห้งและดูระยะทางการไหลของเจลแป้งที่ผ่านการโม่ทั้ง 2 วิธี มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงว่าข้าวตัวนี้สามารถนำมาแปรรูปเป็นแป้งได้ดีทั้งแบบโม่เปียกและโม่แห้ซึ่งคุณภาพไม่ได้ต่งกันนัก

ข้าวล็อค 3 ผลการทดลองวัดความชื้นข้าวล็อค 3 ด้วยวิธีต่างกัน 3 วิธี คือ Moisture of Grain พบว่ามีค่าความชื้น 12.2% Moisture Analyzer มีความชื้น11.36% และด้วยวิธี Moisture Analyzer แล้ววิเคราะห์ด้วยวิธี Hot Air Oven หาผลต่างของน้ำหนักก่อนอบและหลังอบ มีค่าความชื้นคิดเป็นเปอร์เซนต์ได้ 12.01% จะเห็นได้ว่าความชื้นของเมล็ดข้าวล็อค 3 จากการใช้วิธีการทดลองทั้ง 3 วิธีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก การวัดความชื้นแป้งข้าวล็อค 3 ที่ผ่านการโม่เปียกและโม่แห้งด้วยวิธี Moisture Analyzer และวิธีการอบลมร้อน Hot Air Oven พบว่าแป้งที่ผ่านการโม่แห้งมีค่าความชื้นวัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer เท่ากับ 13.17% และแป้งที่โม่เปียกเท่ากับ 14.42% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนำแป้งข้าวที่ผ่านการโม่แห้งทำการหาความชื้นด้วยวิธีการอบลมร้อน Hot Air Oven พบว่ามีค่าความชื้นที่วัดได้ต่างกันค่อนข้างมาก คือ 10.53% ทั้งนี้เนื่องจากการอบลมร้อนปนการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างทางอ้อม คือ การอาศัยการพัดผ่านของลมร้อนเข้าสู่ตัวอย่างทำให้โอกาสที่น้ำในส่วน bound water ที่มีการยึดเกาะของพันธะที่แข็งแรงจะระเหยออกมามีน้อย คงมีแต่เพียงน้ำในส่วนของน้ำอิสระเท่านั้นที่จะระเหยออกมาได้ ค่าความชื้นที่ได้จึงมีค่าน้อยกว่าวิธี Moisture Analyzer ซึ่งเป็นวิธีการให้ความร้อนโดยตรงแก่ตัวอย่าง และแป้งข้าวหลังจากทำการโม่ทั้งสองวิธีมีค่าความชื้นสูงกว่าเมล็ดข้าวก่อบทำการโม่ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการผลิต คือการโม่ จัดเป็นการลดขนาดของวัตถุดิบทำให้มีขนาดเล็กลงพื้นที่ผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีมากกว่าทำให้มีโอกาสสัมผัสกับความชื้นในอากาศได้ง่าย การทดลองหาปริมาณเถ้าและทราย (เถ้าบ่งบอกถึงปริมาณแร่ธาตุ , ทรายบ่งบอกถึงการปนเปื้อนทางกายกายภาพของวัตถุดิบ) พบว่า แป้งข้าวล็อค 3 มีปริมาณแร่ธาตุ (เปอร์เซนต์เถ้า) เท่ากับ 2.82% ซึ่งแตกต่างจากค่าทางทฤษฎีมาก 0.6% (kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากเป็นความแตกต่างที่เกิดจากแต่ละสายพันธุ์ของข้าว พื้นที่ปลูก และสารอาหารที่ข้าวได้รับระหว่างการเจริญ และจากการวิเคราะห์ปริมาณทราย พบว่ามีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความสะอาดไม่มีสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพในกระบวนการผลิต จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของข้าวล็อค 3 พบว่ามีปริมาณโปรตีน 6.76% ซึ่งมีค่าแตกต่างจากทฤษฎี คือ โปรตีนในข้าวสาร 9.8% (kent,1983) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเกิด

ความเสียหายในระหว่างกระบวนการผลิต เพราะในกระบวนการผลิตจะเกิดความร้อนจากการโม่ขึ้น คือ ความร้อนจากการเสียดสีของเมล็ดข้าวด้วยกัน และความร้อนจากการเสียดสีของเมล็ดข้าวกับเครื่องมือ ประกอบกับข้าวล็อค 3 เป็นข้าวเก่าจึงอาจเกิดปฏิกิริยา oxidation ระหว่างกลุ่มกรดอะมิโนของโปรตีนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวในเมล็ดข้าวได้ ส่งผลให้เกิดการสูญเสียโปรตีนและเกิดกลิ่นหืนภายในเมล็ดข้าวได้ รวมทั้งข้าวเก่ากลุ่มโปรตีนแอลบลูมินในข้าวจะลดลง แต่กลุ่มโปรตีนพวกโกลบลลินกลูเตลิน และโปรลามินจะเพิ่มขึ้นทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ พื้นที่ปลูก สภาพดินฟ้าอากาศและธาตุอาหารที่ข้าวได้รับระหว่างการเจริญด้วย ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Starsh) 87.60% ซึ่งใกล้เคียงกับทฤษฎี คือ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าวสาร 88.9% (kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักในข้าว แต่อย่างไรก็ตามข้าวแต่ละล็อดย่อมมีปริมาณองค์ประกอบต่าง ๆ แตกต่างกันขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น สายพันธุ์ สภาพดินฟ้าอากาศ และแร่ธาตุที่ได้รับระหว่างการเจริญ ไขมันในแป้งข้าวล็อค 3 มีปริมาณ 0.29% ซึ่งค่อนข้างต่ำสอดคล้องกับทฤษฎี คือ ข้าวสารมีปริมาณไขมันเป็นองค์ประกอบ 0.5% (kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากสายพันธุ์ของข้าวที่อาจมีปริมาณไขมันเป็นองค์ประกอบต่ำ สภาพพื้นที่ในการปลูก และแร่ธาตุที่ได้รับขณะเจริญเติบโต จากผลการวิเคราะห์ปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวล็อค 3 พบว่าสอดคล้องกับทฤษฎีคือ มีปริมาณ Amylose เป็นองค์ประกอบต่ำ แต่มี Amylopectin เป็นองค์ประกอบสูงเกือบ 100% คือ แป้งข้าวโม่แห้ง $3.40*10^{-3}$ และ แป้งข้าวโม่เปียก 3.43×10^{-3}% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน จากการทดลองวัดความละเอียดของอนุภาคแป้งที่ทำการโม่ 2 วิธี โดยการร่อนพบว่า ขนาดอนุภาคแป้งข้าวล็อค 3 ที่ได้จากการโม่ทั้งสองวิธีต่างกัน คือ แป้งข้าวล็อค 3 ที่ทำการโม่แห้งมีขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่ที่ Mesh 60 แต่แป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกมีขนาดอนุภาคแป้งอยู่ที่ Mesh 230 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกมีความละเอียดกว่าแป้งข้าวที่โม่แห้ง ทั้งนี้เนื่องจากข้าวก่อนที่จะนำมาโม่เปียกต้องผ่านการแช่น้ำอย่างน้อย 3 ชั่วโมงก่อนทำการโม่ ทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าไปภายในเมล็ดได้ เมล็ดจึงเกิดความอ่อนนุ่มการโม่จึงเป็นไปได้ง่าย อีกทั้งการโม่เปียกต้องผ่านการโม่ถึง 2 ครั้ง คือ หลังจากแช่ข้าว และหลังจากอบให้แห้ง ประกอบกับข้าวล็อค 3 เป็นข้าวเก่าจึงแข็งเมื่อทำการโม่แห้งความละเอียดจึงมีน้อยกว่า ซึ่งผลจากการโม่ที่แตกต่างกันนี้เองจะมีผลต่อคุณภาพของแป้งที่ได้ที่สามารถพิจารณาได้จากการเกิด

ข้าวล็อค 4 เป็นข้าวเก่า ผลการทดสอบความชื้นแป้งด้วยเครื่องมือทั้ง 2 ชนิดคือ วัดด้วย Moisture of grain analyzer ค่าที่วัดได้คือ 11.10% วัดด้วยเครื่อง Moisyure Analyzer ค่าที่ได้คือ 11.27% Proximate analysis ได้ค่าเท่ากับ 11.02% ซึ่งค่าที่ได้ทั้ง 3 ค่ามีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อวัดความชื้นแป้งที่ผ่านการโม่ด้วยวิธีดังกล่าว เครื่อง Moisture analyzer ความชื้นแป้งโม่แห้งเท่ากับ 12.90% แป้งโม่เปียก 13.50% Proximate analysis แป้งโม่แห้งค่าที่ได้เท่ากับ 12.54% จะเห็นว่าค่าความชื้นแป้งโม่แห้งที่ใช้ทั้ง 2 วิธีมีค่าใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์เถ้าและทรายพบว่า มี%เถ้าเท่ากับ 3.70% ซึ่งข้าวล็อค 4 เป็นข้าวเก่าค่า%เถ้าจึงน้อยกว่าแป้งข้าวล็อค 1 แต่ระยะเวลาการเก็บคงไม่นานนักเนื่องจากค่ายังสูงกว่าข้าวตัวอื่น ส่วนปริมาณทรายตรวจไม่พบ ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนพบว่ามีโปรตีน 6.22 % และค่าต่ำกว่าข้าวตัวอื่นแต่ก็ไม่ต่างกันนัก ซึ่งปริมาณโปรตีนที่น้อยน่าจะเป็นผลมาจากสายพันธุ์ข้าวมากกว่าการสเยไปกับปฏิกิริยาเคมีเพราะข้าวน่าจะเก็บยังไม่นานนัก ผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตพบว่ามีคาร์โบไฮเดรต 89.10% ปริมาณไขมันที่วิเคราะห์ได้คือ 1.91% ซึ่งน่าจะเป็นผลจากพันธุ์ข้าวมากกว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เมื่อวิเคราะห์ปริมาณ Amylose พบว่าแป้งโม่แห้งมีค่า 3.69×10^{-3}% แป้งโม่เปียกมีค่า 3.44×10^{-3}% ค่าโม่แห้งมีค่าสูงกว่าแป้งโม่แห้งแต่ก็ไม่ต่างกันมากนัก ผลการวิเคราะห์ความละเอียดของเม็ดแป้งพบว่า แป้งที่ผ่านการโม่เปียกมีความละเอียดมากกว่าแป้งโม่แห้งคือค่า Mesh No. ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 200 – 230 ซึ่งข้าวล็อค 4 มีความแกร่งของเมล็ดมากกว่าข้าวล็อค 2 ที่เป็นข้าวใหม่ ฉะนั้นเมื่อเก็บข้าวไว้นานเท่าไรความแกร่งของเมล็ดย่อมมากขึ้น (ถ้าไม่คำนึงถึงสายพันธุ์) การทดสอบ RVA ของแป้งโม่แห้งและโม่เปียกพบว่าค่าความหนืดของแป้งโม่เปียกจะมากกว่าแป้งโม่แห้ง ทั้งนี้เนื่องจากข้าวมีความแกร่งของเมล็ดมากทำให้เมื่อผ่านการโม่แห้งที่เกิดการเสียดสีข้าวจะเกิดการเสีย

หายมาก(ดูจากการทดลอง Damaged starch) ดังนั้นเม็ดแป้งที่เกิดการเสียหายมากความหนืดย่อมต่ำ และระยะทางการไหลของเจลแป้งที่ผ่านการโม่แห้งมากกว่ากว่าที่ผ่านการโม่เปียก

ข้าวล็อด 5 เป็นข้าวเก่าเมื่อนำเมล็ดข้าวมาทำกาทดสอบหาความชื้นด้วยวิธีการ 3 วิธี คือ Moisture of Grain Analyzer , Moisture Analyzer และ การอบลมร้อน Hot Air Oven สามารถวัดค่าความชื้นได้ดังนี้ 10.7%,11.40%และ 12.15% ตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้มีค่าค่อนข้างแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบแต่ละวิธีต่างกัน แต่กระนั้นค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 14% (วิธีตรวจสอบและ SPEC ข้าวเหนียว,MN-QC-CB-15) หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวล็อด 5 นี้ไปทำการทดสอบแบบ Proximated Analysis โดยนำไปทำการบดให้ละเอียดด้วยการโม่ 2 แบบ คือ การโม่แห้งและการโม่เปียก พบว่า ค่าความชื้นของแป้งข้าวที่บดได้จากทั้ง 2 วิธีมีค่าแตกต่างกัน คือวัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งเท่ากับ 13.46% ความชื้นแป้งโม่เปียกได้ 17.08% และวัดด้วยการอบลมร้อน Hot Air Oven ความชื้นแป้งโม่แห้งได้ 12.15% ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งที่วัดได้จาก 2 วิธี มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจากหลักการทำงานของเครื่องมือทั้งสองต่างกัน เครื่อง Moisture Analyzer เป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่ตัวอย่าง (105°C) โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบปริมาณเล็กน้อยก็สามารถวัดความชื้นได้ หลังจากทำการวัดตัวอย่างจะมีลักษณะไหม้ สันนิษฐานว่าน้ำในตัวอย่างทั้งน้ำอิสระและ Bound water บางส่วนสามารถระเหยออกมาได้ แต่การอบลมร้อน Hot Air Oven เป็นการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างโดยอาศัยการพัดผ่านของลมร้อนเข้าสู่ตัวอย่าง ทำให้น้ำในส่วน Bound water อาจไม่สามารถระเหยออกมาได้หมดค่าที่วัดได้จึงมีค่าน้อยกว่าที่วัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer และถ้าสังเกตจะพบว่าแป้งข้าวมีค่าความชื้นสูงกว่าเมล็ดข้าว ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเมล็ดข้าวนั่นเอง การหาปริมาณเถ้าและทรายของแป้งข้าวล็อด 5 พบว่ามีปริมาณเถ้าที่วัดได้เท่ากับ 2.82% แต่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณทราย บ่งบอกได้ว่าข้าวล็อด 5 เป็นข้าวที่มีปริมาณแร่ธาตุสูงเมื่อเทียบกับทฤษฎี ปริมาณแร่ธาตุในข้าวสาร 0.6% (kent,1983) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมขณะเจริญเติบโต ทั้งดิน ฟ้า สภาพอากาศ แร่ธาตุที่ได้รับขณะเจริญ รวมถึงสายพันธุ์ของข้าวด้วย และจากการที่ตรวจไม่พบทรายในตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวที่นำมาทดสอบนี้มีความสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพใด ๆ ปริมาณโปรตีนที่สามารถวัดได้ในแป้งข้าวล็อด 5 มีปริมาณ 6.56% ซึ่งใกล้เคียงกับข้าวล็อดอื่น ๆ แต่มีค่าต่ำกว่าทฤษฎี คือ โปรตีนในข้าวสาร 9.83%(kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากล็อด 5 เป็นข้าวเก่าโอกาสที่จะเกิด oxidation ของกรดอะมิโนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงมีมาก และ โปรตีนในกลุ่มแอลบูมินจะลดลงเมื่อเมล็ดข้าวเจริญขึ้น โกลบูลิน โปรลามิน กลูเตลินจะเพิ่มขึ้น (osborne,1924) แต่กระนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของโปรตีนกลุ่มนี้ย่อมขึ้นกับสายพันธุ์ของข้าว สารอาหารที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบโต สภาพอากาศ และปัจจัยอื่น ๆ ด้วย คาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวล็อด 5 มีปริมาณสูงถึง 86.95 % ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี เนื่องจากข้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก ไขมันที่ตรวจพบในแป้งข้าวล็อด 5 มีปริมาณ 1.89% ซึ่งถือว่าค่อนข้างสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวล็อด 5 เป็นข้าวเก่าโอกาสเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆของกรดไขมันจึงมีสูง ประกอบกับสายพันธุ์ของข้าวเองที่อาจมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่สูงก็เป็นได้ ผลการตรวจปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวล็อด 5 พบว่าในแป้งข้าวที่ทำการโม่ด้วยวิธีต่างกัน คือ โม่แห้งและโม่เปียกปริมาณ Amylose ที่วัดได้ไม่ต่างกันมากนัก คือ 3.40×10^{-3}% และ 3.48×10^{-3}% ตามลำดับ ซึ่งค่าที่วัดได้ก็สอดคล้องกับทฤษฎี คือ ข้าวเหนียวองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น Amylopectin เกือบ 100% การทดลองวัดขนาดอนุภาคแป้งข้าวที่ทำการโม่ 2 วิธีด้วยการร่อน พบว่าแป้งข้าวล็อด 5 ที่โม่ด้วยวิธีการโม่แห้งมีขนาดอนุภาคเม็ดแป้งใหญ่กว่าแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียก สังเกตได้จากผลการทดลองที่ได้ คือแป้งข้าวโม่แห้งขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 60ส่วนแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 230 ที่เป็นเช่นนี้เพราะการโม่เปียกต้องมีการแช่เมล็ดข้าวก่อนทำการโม่ ทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าในเมล็ดได้ เมล็ดข้าวจึงมีความอ่อนนุ่มง่ายต่อการบด แป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะเกิดจากการเสียดสีกันของเมล็ดและการเสียดสีกันของ

เมล็ดกับผนังของเครื่องมือ ซึ่งการเสียดสีกันนี้ย่อมขึ้นกับความแข็งของเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์ด้วย ผลจากการโม่นี้สามารถส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้ คือ แป้งข้าวที่ได้จากการโม่เปียกคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้จะดีกว่าแป้งข้าวโม่แห้ง สังเกตได้จากการทำ Damage Starch ที่ลักษณะของเม็ดแป้งโม่แห้งจะมีลักษณะเม็ดแตก กระจายตัว ส่วนลักษณะเม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกเม็ดแป้งที่ได้จะยังคงรักษาโครงสร้าง 5 เหลี่ยมสมบูรณ์เอาไว้ และเม็ดแป้งที่ได้จะมีขนาดค่อนข้างเล็ก จากลักษณะดังกล่าวนี้เองที่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้ง คือ เม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกจะสามารถดูดซึมน้ำได้มากกว่าเพราะเม็ดแป้งมีขนาดเล็ก เมื่อให้ความร้อนเม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวได้ง่าย เมื่อเป็นเช่นนี้การเกิดเจลของแป้งจึงง่ายด้วย ซึ่งจะสังเกตได้จากการวัดความคงทนของเจลแป้งโม่เปียกสามารถวัระยะทางการไหลของเจลได้ 10.35 ซม. ส่วนแป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะมีระยะทางการไหลของเจลมากกว่า คือ 12.60 ซม. ทั้งนี้เนื่องจากแป้งโม่แห้งการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งมีน้อย เม็ดแป้งมีลักษณะแตก กระจายตัว เมื่อให้ความร้อนการพองตัวของเม็ดแป้งจึงเกิดขึ้นได้น้อยตามไปด้วย ซึ่งยิ่งมีระยะทางการไหลของเจลมากย่อมแสดงให้เห็นว่าแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลต่ำนั่นเอง

ข้าวล็อด 6 เป็นข้าวเก่าเมื่อนำเมล็ดข้าวมาทำการทดสอบหาความชื้นด้วยวิธีการ 3 วิธี คือ Moisture of Grain Analyzer , Moisture Analyzer และ การอบลมร้อน Hot Air Oven สามารถวัดค่าความชื้นได้ดังนี้ 12.1%,11.31%และ 12.02% ตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้มีค่าค่อนข้างแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบแต่ละวิธีต่างกัน แต่กระนั้นค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 14% (วิธีตรวจสอบและ SPEC ข้าวเหนียว,MN-QC-CB-15) หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวล็อด 6 นี้ไปทำการทดสอบแบบ Proximated Analysis โดยนำไปทำการบดให้ละเอียดด้วยการโม่ 2 แบบ คือ การโม่แห้งและการโม่เปียก พบว่า ค่าความชื้นของแป้งข้าวที่บดได้จากทั้ง 2 วิธีมีค่าแตกต่างกัน คือวัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งเท่ากับ 12.51% ความชื้นแป้งโม่เปียกได้ 15.27% และวัดด้วยการอบลมร้อน Hot Air Oven ความชื้นแป้งโม่แห้งได้ 11.70% ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งที่วัดได้จาก 2 วิธี มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจากหลักการทำงานของเครื่องมือทั้งสองต่างกัน เครื่อง Moisture Analyzer เป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่ตัวอย่าง (105°C) โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบปริมาณเล็กน้อยก็สามารถวัดความชื้นได้ หลังจากทำการวัดตัวอย่างจะมีลักษณะไหม้ สันนิษฐานว่าน้ำในตัวอย่างทั้งน้ำอิสระและ Bound water บางส่วนสามารถระเหยออกมาได้ แต่การอบลมร้อน Hot Air Oven เป็นการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างโดยอาศัยการพัดผ่านของลมร้อนเข้าสู่ตัวอย่าง ทำให้น้ำในส่วน Bound water อาจไม่สามารถระเหยออกมาได้หมดค่าที่วัดได้จึงมีค่าน้อยกว่าที่วัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer และถ้าสังเกตจะพบว่าแป้งข้าวมีค่าความชื้นสูงกว่าเมล็ดข้าว ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเมล็ดข้าวนั่นเอง การหาปริมาณเถ้าและทรายของแป้งข้าวล็อด 6 พบว่ามีปริมาณเถ้าที่วัดได้เท่ากับ 3.47% แต่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณทราย บ่งบอกได้ว่าข้าวล็อด 6 เป็นข้าวที่มีปริมาณแร่ธาตุสูงเมื่อเทียบกับทฤษฎี ปริมาณแร่ธาตุในข้าวสาร 0.6% (kent,1983) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมขณะเจริญเติบโต ทั้งดิน ฟ้า สภาพอากาศ แร่ธาตุที่ได้รับขณะเจริญ รวมถึงสายพันธุ์ของข้าวด้วย และจากการที่ตรวจไม่พบทรายในตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวที่นำมาทดสอบนี้มีความสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพใด ๆ ปริมาณโปรตีนที่สามารถวัดได้ในแป้งข้าวล็อด 6 มีปริมาณ 6.56% ซึ่งใกล้เคียงกับข้าวล็อดอื่น ๆ แต่มีค่าต่ำกว่าทฤษฎี คือ โปรตีนในข้าวสาร 9.83%(kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวล็อด 6 เป็นข้าวเก่าโอกาสที่จะเกิด oxidation ของกรดอะมิโนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงมีมาก และ โปรตีนในกลุ่มแอลบูมินจะลดลงเมื่อเมล็ดข้าวเจริญขึ้น โกลบูลิน โปรลามิน กลูเตลินจะเพิ่มขึ้น (osborne,1924) แต่กระนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของโปรตีนกลุ่มนี้ย่อมขึ้นกับสายพันธุ์ของข้าว สารอาหารที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบโต สภาพอากาศ และปัจจัยอื่น ๆ ด้วย คาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวล็อด 6 มีปริมาณสูงถึง 87.85 % ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี เนื่องจากข้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก ไขมันที่ตรวจพบในแป้งข้าวล็อด 6 มีปริมาณ 0.86% ซึ่งถือว่าค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจ

เนื่องมาจากข้าวล็อด 6 เป็นข้าวเก่าโอกาสเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆของกรดไขมันจึงมีสูง ประกอบกับสายพันธุ์ของข้าวเองที่อาจมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่น้อยก็เป็นได้ ผลการตรวจปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวล็อด 6 พบว่าในแป้งข้าวที่ทำการโม่ด้วยวิธีต่างกัน คือ โม่แห้งและโม่เปียกปริมาณ Amylose ที่วัดได้ไม่ต่างกันมากนัก คือ $3.40*10^{-3}$ และ $3.42*10^{-3}$ ตามลำดับ ซึ่งค่าที่วัดได้ก็สอดคล้องกับทฤษฎี คือ ข้าวเหนียวองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น Amylopectin เกือบ 100% การทดลองวัดขนาดอนุภาคแป้งข้าวที่ทำการโม่ 2 วิธีด้วยการร่อน พบว่า แป้งข้าวล็อด 6 ที่โม่ด้วยวิธีการโม่แห้งมีขนาดอนุภาคเม็ดแป้งใหญ่กว่าแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียก สังเกตได้จากผลการทดลองที่ได้ คือแป้งข้าวโม่แห้งขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 60 ส่วนแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 230 (ที่เป็นเช่นนี้เพราะการโม่เปียกต้องมีการแช่เมล็ดข้าวก่อนทำการโม่ ทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าในเมล็ดได้เมล็ดข้าวจึงมีความอ่อนนุ่มง่ายต่อการบด แป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะเกิดจากการเสียดสีกันของเมล็ดและการเสียดสีกันของเมล็ดกับผนังของเครื่องมือ ซึ่งการเสียดสีกันนี้ย่อมขึ้นกับความแข็งของเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์ด้วย ผลจากการโม่นี้สามารถส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้ คือ แป้งข้าวที่ได้จากการโม่เปียกคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้จะดีกว่าแป้งข้าวโม่แห้ง สังเกตได้จากการทำ Damage Starch ที่ลักษณะของเม็ดแป้งโม่แห้งจะมีลักษณะเม็ดแตก กระจายตัว ส่วนลักษณะเม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกเม็ดแป้งที่ได้จะยังคงรักษาโครงสร้าง 5 เหลี่ยมสมบูรณ์เอาไว้ และเม็ดแป้งที่ได้จะมีขนาดค่อนข้างเล็ก จากลักษณะดังกล่าวนี้เองที่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้ง คือ เม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกจะสามารถดูดซึมน้ำได้มากกว่าเพราะเม็ดแป้งมีขนาดเล็ก เมื่อให้ความร้อนเม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวได้ง่าย เมื่อเป็นเช่นนี้การเกิดเจลของแป้งจึงง่ายด้วย ซึ่งจะสังเกตได้จากการวัดความคงทนของเจลแป้งโม่เปียกสามารถวัดระยะทางการไหลของเจลได้ 8.50 cm. ส่วนแป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะมีระยะทางการไหลของเจลมากกว่า คือ 10.30 cm. ทั้งนี้เนื่องจากแป้งโม่แห้งการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งมีน้อย เม็ดแป้งมีลักษณะแตก กระจายตัว เมื่อให้ความร้อนการพองตัวของเม็ดแป้งจึงเกิดขึ้นได้น้อยตามไปด้วย ซึ่งยิ่งมีระยะทางการไหลของเจลมากย่อมแสดงให้เห็นว่าแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลต่ำนั่นเอง และแป้งโม่เปียกยิ่งมีระยะทางการไหลน้อยยิ่งบ่งบอกถึงแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลที่ได้สูง

ข้าวล็อด 7 เป็นข้าวเก่าเมื่อนำเมล็ดข้าวมาทำการทดสอบหาความชื้นด้วยวิธีการ 3 วิธี คือ Moisture of Grain Analyzer , Moisture Analyzer และ การอบลมร้อน Hot Air Oven สามารถวัดค่าความชื้นได้ดังนี้ 10.1%,12.40%และ 11.61% ตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้มีค่าค่อนข้างแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบแต่ละวิธีต่างกัน แต่กระนั้นค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 14% (วิธีตรวจสอบและ SPEC ข้าวเหนียว,MN-QC-CB-15) หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวล็อด 7 นี้ไปทำการทดสอบแบบ Proximated Analysis โดยนำไปทำการบดให้ละเอียดด้วยการโม่ 2 แบบ คือ การโม่แห้งและการโม่เปียก พบว่า ค่าความชื้นของแป้งข้าวที่บดได้จากทั้ง 2 วิธีมีค่าแตกต่างกัน คือวัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งเท่ากับ 12.51% ความชื้นแป้งโม่เปียกได้ 11.57% และวัดด้วยการอบลมร้อน Hot Air Oven ความชื้นแป้งโม่แห้งได้ 11.70% ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งที่วัดได้จาก 2 วิธี มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจากหลักการทำงานของเครื่องมือทั้งสองต่างกัน เครื่อง Moisture Analyzer เป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่ตัวอย่าง (105°C) โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบปริมาณเล็กน้อยก็สามารถวัดความชื้นได้ หลังจากทำการวัดตัวอย่างจะมีลักษณะไหม้ สันนิษฐานว่าน้ำในตัวอย่างทั้งน้ำอิสระและ Bound water บางส่วนสามารถระเหยออกมาได้ แต่การอบลมร้อน Hot Air Oven เป็นการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างโดยอาศัยการพัดผ่านของลมร้อนเข้าสู่ตัวอย่าง ทำให้น้ำในส่วน Bound water อาจไม่สามารถระเหยออกมาได้หมดค่าที่วัดได้จึงมีค่าน้อยกว่าที่วัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer และถ้าสังเกตจะพบว่าแป้งข้าวมีค่าความชื้นสูงกว่าเมล็ดข้าว ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเมล็ดข้าวนั่นเอง การหาปริมาณเถ้าและทรายของแป้งข้าวล็อด 7 พบว่ามีปริมาณเถ้าที่

วัดได้เท่ากับ 2.40% แต่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณทราย บ่งบอกได้ว่าข้าวล็อด 7 เป็นข้าวที่มีปริมาณแร่ธาตุสูงเมื่อเทียบกับทฤษฎี ปริมาณแร่ธาตุในข้าวสาร 0.6% (kent,1983) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมขณะเจริญเติบโต ทั้งดิน ฟ้า สภาพอากาศ แร่ธาตุที่ได้รับขณะเจริญ รวมถึงสายพันธุ์ของข้าวด้วย และจากการที่ตรวจไม่พบทรายในตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวที่นำมาทดสอบนี้มีความสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพใด ๆ ปริมาณโปรตีนที่สามารถวัดได้ในแป้งข้าวล็อด 7 มีปริมาณ 6.78% ซึ่งใกล้เคียงกับข้าวล็อดอื่น ๆ แต่มีค่าต่ำกว่าทฤษฎี คือ โปรตีนในข้าวสาร 9.83%(kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวล็อด 7 เป็นข้าวเก่าโอกาสที่จะเกิด oxidation ของกรดอะมิโนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงมีมาก และ โปรตีนในกลุ่มแอลบลูมินจะลดลงเมื่อเมล็ดข้าวเจริญขึ้น โกลบลูลิน โปรลามิน กลูเตลินจะเพิ่มขึ้น (osborne,1924) แต่กระนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของโปรตีนกลุ่มนี้ย่อมขึ้นกับสายพันธุ์ของข้าว สารอาหารที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบโต สภาพอากาศ และปัจจัยอื่น ๆ ด้วย คาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวล็อด 7 มีปริมาณสูงถึง 89.03 % ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี เนื่องจากข้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก ไขมันที่ตรวจพบในแป้งข้าวล็อด 7 มีปริมาณ 0.47% ซึ่งถือว่าค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวล็อด 7 เป็นข้าวเก่าโอกาสเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆของกรดไขมันจึงมีสูง ประกอบกับสายพันธุ์ของข้าวเองที่อาจมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่น้อยก็เป็นได้ ผลการตรวจปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวล็อด 7 พบว่าในแป้งข้าวที่ทำการโม่ด้วยวิธีต่างกัน คือ โม่แห้งและโม่เปียกปริมาณ Amylose ที่วัดได้ไม่ต่างกันมากนัก คือ $3.47*10^{-3}$ และ $3.57*10^{-3}$ ตามลำดับ ซึ่งค่าที่วัดได้ก็สอดคล้องกับทฤษฎี คือ ข้าวเหนียวองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น Amylopectin เกือบ 100% การทดลองวัดขนาดอนุภาคแป้งข้าวที่ทำการโม่ 2 วิธีด้วยการร่อน พบว่า แป้งข้าวล็อด 7 ที่โม่ด้วยวิธีการโม่แห้งมีขนาดอนุภาคเม็ดแป้งใหญ่กว่าแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียก สังเกตได้จากผลการทดลองที่ได้ คือแป้งข้าวโม่แห้งขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 60 ส่วนแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 230 ที่เป็นเช่นนี้เพราะการโม่เปียกต้องมีการแช่เมล็ดข้าวก่อนทำการโม่ ทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าในเมล็ดได้เมล็ดข้าวจึงมีความอ่อนนุ่มง่ายต่อการบด แป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะเกิดจากการเสียดสีกันของเมล็ดและการเสียดสีกันของเมล็ดกับผนังของเครื่องมือ ซึ่งการเสียดสีกันนี้ย่อมขึ้นกับความแข็งของเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์ด้วย ผลจากการโม่นี้สามารถส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้ คือ แป้งข้าวที่ได้จากการโม่เปียกคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้จะดีกว่าแป้งข้าวโม่แห้ง สังเกตได้จากการทำ Damage Starch ที่ลักษณะของเม็ดแป้งโม่แห้งจะมีลักษณะเม็ดแตก กระจายตัว ส่วนลักษณะเม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกเม็ดแป้งที่ได้จะยังคงรักษาโครงสร้าง 5 เหลี่ยมสมบูรณ์เอาไว้ และเม็ดแป้งที่ได้จะมีขนาดค่อนข้างเล็ก จากลักษณะดังกล่าวนี้เองที่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้ง คือ เม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกจะสามารถดูดซึมน้ำได้มากกว่าเพราะเม็ดแป้งมีขนาดเล็ก เมื่อให้ความร้อนเม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวได้ง่าย เมื่อเป็นเช่นนี้การเกิดเจลของแป้งจึงง่ายด้วย ซึ่งจะสังเกตได้จากการวัดความคงทนของเจลแป้งโม่เปียกสามารถวัดระยะทางการไหลของเจลได้ 10.40 ซม. ส่วนแป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะมีระยะทางการไหลของเจลมากกว่า คือ 12.30 ซม. ทั้งนี้เนื่องจากแป้งโม่แห้งการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งมีน้อย เม็ดแป้งมีลักษณะแตก กระจายตัว เมื่อให้ความร้อนการพองตัวของเม็ดแป้งจึงเกิดขึ้นได้น้อยตามไปด้วย ซึ่งยิ่งมีระยะทางการไหลของเจลมากย่อมแสดงให้เห็นว่าแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลต่ำนั่นเอง และแป้งโม่เปียกยิ่งมีระยะทางการไหลน้อยยิ่งบ่งบอกถึงแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลที่ได้สูง

ข้าวล็อด 8 เป็นข้าวเก่าเมื่อนำเมล็ดข้าวมาทำการทดสอบหาความชื้นด้วยวิธีการ 3 วิธี คือ Moisture of Grain Analyzer , Moisture Analyzer และ การอบลมร้อน Hot Air Oven สามารถวัดค่าความชื้นได้ดังนี้ 12.4%,10.67%และ 11.97% ตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้มีค่าค่อนข้างแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบแต่ละวิธีต่างกัน แต่กระนั้นค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 14% (วิธีตรวจสอบและ SPEC ข้าวเหนียว,MN-QC-CB-15) หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวล็อด 8 นี้ไปทำการทดสอบแบบ

Proximated Analysis โดยนำไปทำการบดให้ละเอียดด้วยการโม่ 2 แบบ คือ การโม่แห้งและการโม่เปียก พบว่า ค่าความชื้นของแป้งข้าวที่บดได้จากทั้ง 2 วิธีมีค่าแตกต่างกัน คือวัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งเท่ากับ 12.38% ความชื้นแป้งโม่เปียกได้ 8.67% และวัดด้วยการอบลมร้อน Hot Air Oven ความชื้นแป้งโม่แห้งได้ 11.53% ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งที่วัดได้จาก 2 วิธี มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจากหลักการทำงานของเครื่องมือทั้งสองต่างกัน เครื่อง Moisture Analyzer เป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่ตัวอย่าง (105°C) โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบปริมาณเล็กน้อยก็สามารถวัดความชื้นได้ หลังจากทำการวัดตัวอย่างจะมีลักษณะไหม้ สันนิษฐานว่าน้ำในตัวอย่างทั้งน้ำอิสระและ Bound water บางส่วนสามารถระเหยออกมาได้ แต่การอบลมร้อน Hot Air Oven เป็นการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างโดยอาศัยการพัดผ่านของลมร้อนเข้าสู่ตัวอย่าง ทำให้น้ำในส่วน Bound water อาจไม่สามารถระเหยออกมาได้หมดค่าที่วัดได้จึงมีค่าน้อยกว่าที่วัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความชื้นของแป้งข้าวโม่แห้งมีค่ามากกว่าแป้งข้าวโม่เปียกทั้งนี้อาจเป็นเพราะหลังจากโม่เปียกแล้วต้องทำการอบไล่ความชื้นของแป้งหลังโม่ก่อน ซึ่งการอบอาจทำให้ความชื้นในแป้งระเหยออกไปมากและถ้าสังเกตจะพบว่าแป้งข้าวมีค่าความชื้นสูงกว่าเมล็ดข้าว ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเมล็ดข้าวนั่นเอง การหาปริมาณเถ้าและทรายของแป้งข้าวล็อด 8 พบว่ามีปริมาณเถ้าที่วัดได้เท่ากับ 2.46% แต่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณทราย บ่งบอกได้ว่าข้าวล็อด 8 เป็นข้าวที่มีปริมาณแร่ธาตุสูงเมื่อเทียบกับทฤษฎีปริมาณแร่ธาตุในข้าวสาร 0.6% (kent,1983) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมขณะเจริญเติบโต ทั้งดิน ฟ้า สภาพอากาศ แร่ธาตุที่ได้รับขณะเจริญ รวมถึงสายพันธุ์ของข้าวด้วย และจากการที่ตรวจไม่พบทรายในตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวที่นำมาทดสอบนี้มีความสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพใดๆปริมาณโปรตีนที่สามารถวัดได้ในแป้งข้าวล็อด 8 มีปริมาณ 6.78% ซึ่งใกล้เคียงกับข้าวล็อดอื่น ๆ แต่มีค่าต่ำกว่าทฤษฎี คือ โปรตีนในข้าวสาร 9.83%(kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวล็อด 8 เป็นข้าวเก่าโอกาสที่จะเกิด oxidation ของกรดอะมิโนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงมีมาก และ โปรตีนในกลุ่มแอลบูมินจะลดลงเมื่อเมล็ดข้าวเจริญขึ้น โกลบูลิน โปรลามิน กลูเตลินจะเพิ่มขึ้น (osborne,1924) แต่กระนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของโปรตีนกลุ่มนี้ย่อมขึ้นกับสายพันธุ์ของข้าว สารอาหารที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบโต สภาพอากาศ และปัจจัยอื่น ๆ ด้วย คาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวล็อด 8 มีปริมาณสูงถึง 88.76 % ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี เนื่องจากข้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก ไขมันที่ตรวจพบในแป้งข้าวล็อด 8 มีปริมาณ 1.89% ซึ่งถือว่าค่อนข้างสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวล็อด 8 เป็นข้าวเก่าโอกาสเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆของกรดไขมันจึงมีสูง ประกอบกับสายพันธุ์ของข้าวเองที่อาจมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่น้อยก็เป็นได้ ผลการตรวจปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวล็อด 8 พบว่าในแป้งข้าวที่ทำการโม่ด้วยวิธีต่างกัน คือ โม่แห้งและโม่เปียกปริมาณ Amylose ที่วัดได้ไม่ต่างกันมากนัก คือ 3.49×10^{-3}% และ 3.51×10^{-3}% ตามลำดับ ซึ่งค่าที่วัดได้ก็สอดคล้องกับทฤษฎี คือ ข้าวเหนียวองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น Amylopectin เกือบ 100% การทดลองวัดขนาดอนุภาคแป้งข้าวที่ทำการโม่ 2 วิธีด้วยการร่อน พบว่า แป้งข้าวล็อด 8 ที่โม่ด้วยวิธีการโม่แห้งมีขนาดอนุภาคเม็ดแป้งใหญ่กว่าแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียก สังเกตได้จากผลการทดลองที่ได้ คือแป้งข้าวโม่แห้งขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 60ส่วนแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 230 ที่เป็นเช่นนี้เพราะการโม่เปียกต้องมีการแช่เมล็ดข้าวก่อนทำการโม่ ทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าในเมล็ดได้เมล็ดข้าวจึงมีความอ่อนนุ่มง่ายต่อการบด แป้งข้าวที่ได้จาการโม่แห้งจะเกิดจากการเสียดสีกันของเมล็ดและการเสียดสีกันของเมล็ดกับผนังของเครื่องมือ ซึ่งการเสียดสีกันนี้ย่อมขึ้นกับความแข็งของเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์ด้วย ผลจาการโม่นี้สามารถส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้ คือ แป้งข้าวที่ได้จากการโม่เปียกคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้จะดีกว่าแป้งข้าวโม่แห้ง สังเกตได้จากการทำ Damage Starch ที่ลักษณะของเม็ดแป้งโม่แห้งจะมีลักษณะเม็ดแตก กระจายตัว ส่วนลักษณะเม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกเม็ดแป้งที่ได้จะยังคงรักษาโครงสร้าง 5 เหลี่ยมสมบูรณ์เอาไว้ และเม็ดแป้งที่ได้จะมีขนาดค่อนข้างเล็ก จากลักษณะดังกล่าวนี้เองที่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้ง คือ

เม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกจะสามารถดูดซึมน้ำได้มากกว่าเพราะเม็ดแป้งมีขนาดเล็ก เมื่อให้ความร้อนเม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวได้ง่าย เมื่อเป็นเช่นนี้การเกิดเจลของแป้งจึงง่ายด้วย ซึ่งจะสังเกตได้จากการวัดความคงทนของเจลแป้งโม่เปียกสามารถวัดระยะทางการไหลของเจลได้ 8.60 ซม. ส่วนแป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะมีระยะทางการไหลของเจลมากกว่าคือ 10.60 ซม. ทั้งนี้เนื่องจากแป้งโม่แห้งการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งมีน้อย เม็ดแป้งมีลักษณะแตก กระจายตัว เมื่อให้ความร้อนการพองตัวของเม็ดแป้งจึงเกิดขึ้นได้น้อยตามไปด้วย ซึ่งยิ่งมีระยะทางการไหลของเจลมากย่อมแสดงให้เห็นว่าแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลต่ำนั่นเอง และแป้งโม่เปียกยิ่งมีระยะทางการไหลน้อยยิ่งบ่งบอกถึงแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลที่ได้สูง

ข้าวล็อด 9 เป็นข้าวเก่า เมื่อนำเมล็ดข้าวมาทำการทดสอบหาความชื้นด้วยวิธีการ 3 วิธี คือ Moisture of Grain Analyzer , Moisture Analyzer และ การอบลมร้อน Hot Air Oven สามารถวัดค่าความชื้นได้ดังนี้ 11.3%,11.94%และ 11.76% ตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน และค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 14% (วิธีตรวจสอบและ SPEC ข้าวเหนียว,MN-QC-CB-15) หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าว I1 นี้ไปทำการทดสอบแบบ Proximated Analysis โดยนำไปทำการบดให้ละเอียดด้วยการโม่ 2 แบบ คือ การโม่แห้งและการโม่เปียก พบว่า ค่าความชื้นของแป้งข้าวที่บดได้จากทั้ง 2 วิธีมีค่าแตกต่างกัน คือวัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งเท่ากับ 12.41% ความชื้นแป้งโม่เปียกได้ 10.03% และวัดด้วยการอบลมร้อน Hot Air Oven ความชื้นแป้งโม่แห้งได้ 11.85% ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งที่วัดได้จาก 2 วิธี มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจากหลักการทำงานของเครื่องมือทั้งสองต่างกัน เครื่อง Moisture Analyzer เป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่ตัวอย่าง (105°C) โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบปริมาณเล็กน้อยก็สามารถวัดความชื้นได้ หลังจากทำการวัดตัวอย่างจะมีลักษณะไหม้ สันนิษฐานว่าน้ำในตัวอย่างทั้งน้ำอิสระและ Bound water บางส่วนสามารถระเหยออกมาได้ แต่การอบลมร้อน Hot Air Oven เป็นการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างโดยอาศัยการพัดผ่านของลมร้อนเข้าสู่ตัวอย่าง ทำให้น้ำในส่วน Bound water อาจไม่สามารถระเหยออกมาได้หมดค่าที่วัดได้จึงมีค่าน้อยกว่าที่วัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer และถ้าสังเกตจะพบว่าแป้งข้าวมีค่าความชื้นสูงกว่าเมล็ดข้าว ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเมล็ดข้าวและสภาพการเก็บรักษาข้าวของแต่ละโรงสีก็ย่อมแตกต่างกันด้วย การหาปริมาณเถ้าและทรายของแป้งข้าวล็อด 9 พบว่ามีปริมาณเถ้าที่วัดได้เท่ากับ 2.02% แต่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณทราย บ่งบอกได้ว่าข้าวล็อด 9 เป็นข้าวที่มีปริมาณแร่ธาตุสูงเมื่อเทียบกับทฤษฎี ปริมาณแร่ธาตุในข้าวสาร 0.6% (kent,1983) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมขณะเจริญเติบโต ทั้งดิน ฟ้า สภาพอากาศ แร่ธาตุที่ได้รับขณะเจริญ รวมถึงสายพันธุ์ของข้าวด้วย และจากการที่ตรวจไม่พบทรายในตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวที่นำมาทดสอบนี้มีความสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพใด ๆ ปริมาณโปรตีนที่สามารถวัดได้ในแป้งข้าวล็อด 9 มีปริมาณ 6.56% ซึ่งใกล้เคียงกับข้าวล็อดอื่น ๆ แต่มีค่าต่ำกว่าทฤษฎี คือ โปรตีนในข้าวสาร 9.83%(kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวล็อด 9 เป็นข้าวเก่าโอกาสที่จะเกิด oxidation ของกรดอะมิโนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงมีมาก และ โปรตีนในกลุ่มแอลบลูมินจะลดลงเมื่อเมล็ดข้าวเจริญขึ้น โกลบลูลิน โปรลามิน กลูเตลินจะเพิ่มขึ้น (osborne,1924) แต่กระนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของโปรตีนกลุ่มนี้ย่อมขึ้นกับสายพันธุ์ของข้าว สารอาหารที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบโต สภาพอากาศ และปัจจัยอื่น ๆ ด้วย คาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวล็อด 9 มีปริมาณสูงถึง 89.00 % จะเห็นได้ว่ามีค่าค่อนข้างสูงกว่าแป้งข้าวตัวอื่น ๆ แต่ก็สอดคล้องกับทฤษฎี เนื่องจากข้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก และจากสภาพแวดล้อมขณะเจริญเติบโต ทั้งดิน ฟ้า สภาพอากาศ แร่ธาตุที่ได้รับขณะเจริญ รวมถึงสายพันธุ์ของข้าวด้วยที่ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าวแต่ละล็อดต่างกัน ไขมันที่ตรวจพบในแป้งข้าวล็อด 9 มีปริมาณ 0.41% ซึ่งถือว่าค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวล็อด 9 เป็นข้าวเก่าโอกาสเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆของกรดไขมันจึงมีสูง ประกอบกับสายพันธุ์ของข้าวเองที่อาจมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่น้อย รวมถึงสภาพการเก็บรักษาข้าวของแต่ละโรงสีย่อมแตกต่างกันไปด้วย ผลการตรวจปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวล็อด 9 พบว่าในแป้งข้าวที่ทำการโม่ด้วยวิธีต่างกัน คือ โม่แห้งและโม่เปียกปริมาณ Amylose ที่

วัดได้ไม่ต่างกันมากนัก คือ 3.48×10^{-3}% และ 3.46×10^{-3}% ตามลำดับ ซึ่งค่าที่วัดได้ก็สอดคล้องกับทฤษฎี คือ ข้าวเหนียวองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น Amylopectin เกือบ 100% การทดลองวัดขนาดอนุภาคแป้งข้าวที่ทำการโม่ 2 วิธีด้วยการร่อน พบว่าแป้งข้าวล็อด 9 ที่โม่ด้วยวิธีการโม่แห้งมีขนาดอนุภาคเม็ดแป้งใหญ่กว่าแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียก สังเกตได้จากผลการทดลองที่ได้ คือแป้งข้าวโม่แห้งขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 60 ส่วนแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 230 ที่เป็นเช่นนี้เพราะการโม่เปียกต้องมีการแช่เมล็ดข้าวก่อนทำการโม่ ทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าในเมล็ดได้ เมล็ดข้าวจึงมีความอ่อนนุ่มง่ายต่อการบด แป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะเกิดจากการเสียดสีกันของเมล็ดและการเสียดสีกันของเมล็ดกับผนังของเครื่องมือ ซึ่งการเสียดสีกันนี้ย่อมขึ้นกับความแข็งของเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์ด้วย ผลจากการโม่นี้สามารถส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้ คือ แป้งข้าวที่ได้จากการโม่เปียกคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้จะดีกว่าแป้งข้าวโม่แห้ง สังเกตได้จากการทำ Damage Starch ที่ลักษณะของเม็ดแป้งโม่แห้งจะมีลักษณะเม็ดแตก กระจายตัว ส่วนลักษณะเม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกเม็ดแป้งที่ได้จะยังคงรักษาโครงสร้าง 5 เหลี่ยมสมบูรณ์เอาไว้ และเม็ดแป้งที่ได้จะมีขนาดค่อนข้างเล็ก จากลักษณะดังกล่าวนี้เองที่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้ง คือ เม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกจะสามารถดูดซึมน้ำได้มากกว่าเพราะเม็ดแป้งมีขนาดเล็ก เมื่อให้ความร้อนเม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวได้ง่าย เมื่อเป็นเช่นนี้การเกิดเจลของแป้งจึงง่ายด้วย ซึ่งจะสังเกตได้จากการวัดความคงทนของเจลแป้งโม่เปียกสามารถวัดระยะทางการไหลของเจลได้ 8.50 cm. ส่วนแป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะมีระยะทางการไหลของเจลมากกว่า คือ 11.40 cm. ทั้งนี้เนื่องจากแป้งโม่แห้งการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งมีน้อย เม็ดแป้งมีลักษณะแตก กระจายตัว เมื่อให้ความร้อนการพองตัวของเม็ดแป้งจึงเกิดขึ้นได้น้อยตามไปด้วย ซึ่งยิ่งมีระยะทางการไหลของเจลมากย่อมแสดงให้เห็นว่าแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลต่ำนั่นเอง และแป้งโม่เปียกยิ่งมีระยะทางการไหลน้อยยิ่งบ่งบอกถึงแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลที่ได้สูง

ข้าวล็อด 10 เป็นข้าวเก่า เมื่อนำเมล็ดข้าวมาทำการทดสอบหาความชื้นด้วยวิธีการ 3 วิธี คือ Moisture of Grain Analyzer , Moisture Analyzer และ การอบลมร้อน Hot Air Oven สามารถวัดค่าความชื้นได้ดังนี้ 11.0%,12.06%และ 12.43% ตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน และค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 14% (วิธีตรวจสอบและ SPEC ข้าวเหนียว,MN-QC-CB-15) หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าว I3 นี้ไปทำการทดสอบแบบ Proximated Analysis โดยนำไปทำการบดให้ละเอียดด้วยการโม่ 2 แบบ คือ การโม่แห้งและการโม่เปียก พบว่า ค่าความชื้นของแป้งข้าวที่บดได้จากทั้ง 2 วิธีมีค่าแตกต่างกัน คือวัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งเท่ากับ 12.18% ความชื้นแป้งโม่เปียกได้ 10.95% และวัดด้วยการอบลมร้อน Hot Air Oven ความชื้นแป้งโม่แห้งได้ 12.51% ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งที่วัดได้จาก 2 วิธี มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจากหลักการทำงานของเครื่องมือทั้งสองต่างกัน เครื่อง Moisture Analyzer เป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่ตัวอย่าง (105°C) โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบปริมาณเล็กน้อยก็สามารถวัดความชื้นได้ หลังจากทำการวัดตัวอย่างจะมีลักษณะไหม้ สันนิษฐานว่าน้ำในตัวอย่างทั้งน้ำอิสระและ Bound water บางส่วนสามารถระเหยออกมาได้ แต่การอบลมร้อน Hot Air Oven เป็นการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างโดยอาศัยการพัดผ่านของลมร้อนเข้าสู่ตัวอย่าง ทำให้น้ำในส่วน Bound water อาจไม่สามารถระเหยออกมาได้หมดค่าที่วัดได้จึงมีค่าน้อยกว่าที่วัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer และถ้าสังเกตจะพบว่าแป้งข้าวมีค่าความชื้นสูงกว่าเมล็ดข้าว ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเมล็ดข้าวและสภาพการเก็บรักษาข้าวของแต่ละโรงสีก็ย่อมแตกต่างกันด้วย การหาปริมาณเถ้าและทรายของแป้งข้าวล็อด 10 พบว่ามีปริมาณเถ้าที่วัดได้เท่ากับ 3.59% แต่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณทราย บ่งบอกได้ว่าข้าวล็อด 10 เป็นข้าวที่มีปริมาณแร่ธาตุสูงเมื่อเทียบกับทฤษฎี ปริมาณแร่ธาตุในข้าวสาร 0.6% (kent,1983) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมขณะเจริญเติบโต ทั้งดิน ฟ้า สภาพอากาศ แร่ธาตุที่ได้รับขณะเจริญ รวมถึงสายพันธุ์ของข้าวด้วย และจากการที่ตรวจไม่พบทรายในตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวที่นำมาทดสอบนี้มีความสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อน

ทางกายภาพใด ๆ ปริมาณโปรตีนที่สามารถวัดได้ในแป้งข้าวล็อด 10 มีปริมาณ 6.09% ซึ่งใกล้เคียงกับข้าวล็อดอื่น ๆ แต่มีค่าต่ำกว่าทฤษฎี คือ โปรตีนในข้าวสาร 9.83%(kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวล็อด 10 เป็นข้าวเก่าโอกาสที่จะเกิด oxidation ของกรดอะมิโนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงมีมาก และ โปรตีนในกลุ่มแอลบลูมินจะลดลงเมื่อเมล็ดข้าวเจริญขึ้น โกลบลูลิน โปรลามิน กลูเตลินจะเพิ่มขึ้น (osborne,1924) แต่กระนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของโปรตีนกลุ่มนี้ย่อมขึ้นกับสายพันธุ์ของข้าว สารอาหารที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบโต สภาพอากาศ และปัจจัยอื่น ๆ ด้วย คาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวล็อด 10 มีปริมาณสูงถึง 87.60% จะเห็นได้ว่ามีค่าสอดคล้องกับทฤษฎี เนื่องจากข้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก และจากสภาพแวดล้อมขณะเจริญเติบโต ทั้งดิน ฟ้า สภาพอากาศ แร่ธาตุที่ได้รับขณะเจริญ รวมถึงสายพันธุ์ของข้าวด้วยที่ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าวแต่ละล็อดต่างกัน ไขมันที่ตรวจพบในแป้งข้าวล็อด 10 มีปริมาณ 0.23% ซึ่งถือว่าค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวล็อด 10 เป็นข้าวเก่าโอกาสเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆของกรดไขมันจึงมีสูง ประกอบกับสายพันธุ์ของข้าวเองที่อาจมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่น้อย รวมถึงสภาพการเก็บรักษาข้าวของแต่ละโรงสีย่อมแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งสภาวะการเก็บที่ต่างกับก็มีผลต่อการเร่งการเกิดปฏิกิริยาของไขมันด้วย ผลการตรวจปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวล็อด 10 พบว่าในแป้งข้าวที่ทำการโม่ด้วยวิธีต่างกัน คือ โม่แห้งและโม่เปียกปริมาณ Amylose ที่วัดได้ไม่ต่างกันมากนัก คือ 3.43×10^{-3}% และ 3.45×10^{-3}% ตามลำดับ ซึ่งค่าที่วัดได้ก็สอดคล้องกับทฤษฎี คือ ข้าวเหนียวองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น Amylopectin เกือบ 100% การทดลองวัดขนาดอนุภาคแป้งข้าวที่ทำการโม่ 2 วิธีด้วยการร่อน พบว่า แป้งข้าวล็อด 10 ที่โม่ด้วยวิธีการโม่แห้งมีขนาดอนุภาคเม็ดแป้งใหญ่กว่าแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียก สังเกตได้จากผลการทดลองที่ได้ คือแป้งข้าวโม่แห้งขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 60ส่วนแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 230 ที่เป็นเช่นนี้เพราะการโม่เปียกต้องมีการแช่เมล็ดข้าวก่อนทำการโม่ ทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าในเมล็ดได้เมล็ดข้าวจึงมีความอ่อนนุ่มง่ายต่อการบด แป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะเกิดจากการเสียดสีกันของเมล็ดและการเสียดสีกันของเมล็ดกับผนังของเครื่องมือ ซึ่งการเสียดสีกันนี้ย่อมขึ้นกับความแข็งของเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์ด้วย ผลจากการโม่นี้สามารถส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้ คือ แป้งข้าวที่ได้จากการโม่เปียกคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้จะดีกว่าแป้งข้าวโม่แห้ง สังเกตได้จากการทำ Damage Starch ที่ลักษณะของเม็ดแป้งโม่แห้งจะมีลักษณะเม็ดแตก กระจายตัว ส่วนลักษณะเม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกเม็ดแป้งที่ได้จะยังคงรักษาโครงสร้าง 5 เหลี่ยมสมบูรณ์เอาไว้ และเม็ดแป้งที่ได้จะมีขนาดค่อนข้างเล็ก จากลักษณะดังกล่าวนี้เองที่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้ง คือ เม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกจะสามารถดูดซึมน้ำได้มากกว่าเพราะเม็ดแป้งมีขนาดเล็ก เมื่อให้ความร้อนเม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวได้ง่าย เมื่อเป็นเช่นนี้การเกิดเจลของแป้งจึงง่ายด้วย ซึ่งจะสังเกตได้จากการวัดความคงทนของเจลแป้งโม่เปียกสามารถวัดระยะทางการไหลของเจลได้ 13.00 ซม. ส่วนแป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะมีระยะทางการไหลของเจลมากกว่า คือ 14.90 cm. ทั้งนี้เนื่องจากแป้งโม่แห้งการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งมีน้อย เม็ดแป้งมีลักษณะแตก กระจายตัว เมื่อให้ความร้อนการพองตัวของเม็ดแป้งจึงเกิดขึ้นได้น้อยตามไปด้วย ซึ่งยิ่งมีระยะทางการไหลของเจลมากย่อมแสดงให้เห็นว่าแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลต่ำนั่นเอง และแป้งโม่เปียกยิ่งมีระยะทางการไหลน้อยยิ่งบ่งบอกถึงแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลที่ได้สูง แต่จากผลการทดลองที่ได้นั้นพบว่าแป้งข้าวล็อด 10 ที่โม่เปียกมีค่าระยะทางการไหลของเจลค่อนข้างสูง อาจเนื่องมาจากเม็ดแป้งเกิดการพองตัวไม่เต็มที่ก็เป็นได้

ข้าวล็อด 11 เป็นข้าวเก่า เมื่อนำเมล็ดข้าวมาทำการทดสอบหาความชื้นด้วยวิธีการ 3 วิธี คือ Moisture of Grain Analyzer , Moisture Analyzer และ การอบลมร้อน Hot Air Oven สามารถวัดค่าความชื้นได้ดังนี้ 12.2%,11.08%และ 11.77% ตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้มีค่าค่อนข้างแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบแต่ละวิธีต่างกัน แต่กระนั้นค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 14% (วิธีตรวจสอบและ SPEC ข้าวเหนียว,MN-QC-CB-15) หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวล็อด 11 นี้ไปทำการทดสอบแบบ

Proximated Analysis โดยนำไปทำการบดให้ละเอียดด้วยการโม่ 2 แบบ คือ การโม่แห้งและการโม่เปียก พบว่า ค่าความชื้นของแป้งข้าวที่บดได้จากทั้ง 2 วิธีมีค่าแตกต่างกัน คือวัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งเท่ากับ 11.00% ความชื้นแป้งโม่เปียกได้ 11.54% และวัดด้วยการอบลมร้อน Hot Air Oven ความชื้นแป้งโม่แห้งได้ 11.84% ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งที่วัดได้จาก 2 วิธี มีค่าแตกต่างกันน้อยมาก เมื่อพิจารณาหลักการทำงานของเครื่องมือทั้งสองต่างกัน พบว่าเครื่อง Moisture Analyzer เป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่ตัวอย่าง (105°C) โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบปริมาณเล็กน้อยก็สามารถวัดความชื้นได้ หลังจากทำการวัดตัวอย่างจะมีลักษณะไหม้ สันนิษฐานว่าน้ำในตัวอย่างทั้งน้ำอิสระและ Bound water บางส่วนสามารถระเหยออกมาได้ แต่การอบลมร้อน Hot Air Oven เป็นการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างโดยอาศัยการพัดผ่านของลมร้อนเข้าสู่ตัวอย่าง ทำให้น้ำในส่วน Bound water อาจไม่สามารถระเหยออกมาได้หมดค่าที่วัดได้จึงมีค่าน้อยกว่าที่วัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความชื้นของแป้งข้าวโม่แห้งมีค่ามากกว่าแป้งข้าวโม่เปียกทั้งนี้อาจเป็น เพราะหลังจากโม่เปียกแล้วต้องทำการอบไล่ความชื้นของแป้งหลังโม่ก่อน ซึ่งการอบอาจทำให้ความชื้นในแป้งระเหยออกไปมากและถ้าสังเกตจะพบว่าแป้งข้าวมีค่าความชื้นสูงกว่าเมล็ดข้าว ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเมล็ดข้าวนั่นเอง การหาปริมาณเถ้าและทรายของแป้งข้าวล็อด 11 พบว่ามีปริมาณเถ้าที่วัดได้เท่ากับ 2.24% แต่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณทราย บ่งบอกได้ว่าข้าวล็อด 11 เป็นข้าวที่มีปริมาณแร่ธาตุสูงเมื่อเทียบกับทฤษฎีปริมาณแร่ธาตุในข้าวสาร 0.6% (kent,1983) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมขณะเจริญเติบโต ทั้งดิน ฟ้า สภาพอากาศ แร่ธาตุที่ได้รับขณะเจริญ รวมถึงสายพันธุ์ของข้าวด้วย และจากการที่ตรวจไม่พบทรายในตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวที่นำมาทดสอบนี้มีความสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพใด ๆ ปริมาณโปรตีนที่สามารถวัดได้ในแป้งข้าว L6 มีปริมาณ 6.95% ซึ่งสูงกว่าข้าวล็อดอื่น ๆเล็กน้อย แต่มีค่าต่ำกว่าทฤษฎี คือ โปรตีนในข้าวสาร 9.83%(kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวล็อด 11 เป็นข้าวเก่าโอกาสที่จะเกิด oxidation ของกรดอะมิโนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงมีมาก และ โปรตีนในกลุ่มแอลบลูมินจะลดลงเมื่อเมล็ดข้าวเจริญขึ้น โกลบลูลิน โปรลามิน กลูเตลินจะเพิ่มขึ้น (osborne,1924) แต่กระนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของโปรตีนกลุ่มนี้ย่อมขึ้นกับสายพันธุ์ของข้าว สารอาหารที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบโต สภาพอากาศ และปัจจัยอื่น ๆ ด้วย คาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวล็อด 11 มีปริมาณสูงถึง 89.30 % ซึ่งสูงกว่าข้าวล็อดอื่น ๆ แต่ก็สอดคล้องกับทฤษฎีเนื่องจากข้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก และการที่ข้าวล็อดนี้มีค่าสูงกว่าล็อดอื่น ๆ นั้น อธิบายได้ว่าเกิดจากสภาพแวดล้อม สภาพดิน ฟ้า อากาศ แร่ธาตุ และปัจจัยอื่น ๆ ที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบโตนั่นเอง ไขมันที่ตรวจพบในแป้งข้าวล็อด 11 มีปริมาณ 0.38% ซึ่งถือว่าค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวล็อด 11 เป็นข้าวเก่าโอกาสเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆของกรดไขมันได้ ประกอบกับสายพันธุ์ของข้าวเองที่อาจมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่น้อยก็เป็นได้ ทั้งนี้รวมถึงสภาพแวดล้อมขณะเก็บด้วย ผลการตรวจปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวล็อด 11 พบว่าในแป้งข้าวที่ทำการโม่ด้วยวิธีไม่ต่างกัน คือ โม่แห้งและโม่เปียกปริมาณ Amylose ที่วัดได้ไม่ต่างกันมากนัก คือ $3.44*10^{-3}$ และ $3.44*10^{-3}$ ตามลำดับ ซึ่งค่าที่วัดได้ก็สอดคล้องกับทฤษฎี คือ ข้าวเหนียวองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น Amylopectin เกือบ 100% การทดลองวัดขนาดอนุภาคแป้งข้าวที่ทำการโม่ 2 วิธีด้วยการร่อน พบว่า แป้งข้าวล็อด 11 ที่โม่ด้วยวิธีการโม่แห้งมีขนาดอนุภาคเม็ดแป้งใหญ่กว่าแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียก สังเกตได้จากผลการทดลองที่ได้ คือแป้งข้าวโม่แห้งขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 60ส่วนแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 230 ที่เป็นเช่นนี้เพราะการโม่เปียกต้องมีการแช่เมล็ดข้าวก่อนทำการโม่ ทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าในเมล็ดได้เมล็ดข้าวจึงมีความอ่อนนุ่มง่ายต่อการบด แป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะเกิดจากการเสียดสีกันของเมล็ดและการเสียดสีกันของเมล็ดกับผนังของเครื่องมือ ซึ่งการเสียดสีกันนี้ย่อมขึ้นกับความแข็งของเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์ด้วย ผลจากการโม่นี้สามารถส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้ คือ แป้งข้าวที่ได้จากการโม่เปียกคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้จะดีกว่าแป้งข้าวโม่แห้ง สังเกตได้จากการทำ Damage Starch ที่ลักษณะของเม็ดแป้งโม่แห้งจะมี

ลักษณะเม็ดแตก กระจายตัว ส่วนลักษณะเม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกเม็ดแป้งที่ได้จะยังคงรักษาโครงสร้าง 5 เหลี่ยมสมบูรณ์เอาไว้ และเม็ดแป้งที่ได้จะมีขนาดค่อนข้างเล็ก จากลักษณะดังกล่าวนี้เองที่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้ง คือ เม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกจะสามารถดูดซึมน้ำได้มากกว่าเพราะเม็ดแป้งมีขนาดเล็ก เมื่อให้ความร้อนเม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวได้ง่าย เมื่อเป็นเช่นนี้การเกิดเจลของแป้งจึงง่ายด้วย ซึ่งจะสังเกตได้จากการวัดความคงทนของเจลแป้งโม่เปียกสามารถวัดระยะทางการไหลของเจลได้ 10.00 cm. ส่วนแป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะมีระยะทางการไหลของเจลมากกว่า คือ 10.90 cm. ทั้งนี้เนื่องจากแป้งโม่แห้งการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งมีน้อย เม็ดแป้งมีลักษณะแตก กระจายตัว เมื่อให้ความร้อนการพองตัวของเม็ดแป้งจึงเกิดขึ้นได้น้อยตามไปด้วย ซึ่งยิ่งมีระยะทางการไหลของเจลมากย่อมแสดงให้เห็นว่าแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลต่ำนั่นเอง และแป้งโม่เปียกยิ่งมีระยะทางการไหลน้อยยิ่งบ่งบอกถึงแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลที่ได้สูง

ข้าวล็อด 12 เป็นข้าวเก่า เมื่อนำเมล็ดข้าวมาทำการทดสอบหาความชื้นด้วยวิธีการ 3 วิธี คือ Moisture of Grain Analyzer , Moisture Analyzer และ การอบลมร้อน Hot Air Oven สามารถวัดค่าความชื้นได้ดังนี้ 10.7%,10.20%และ 10.92% ตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน และค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 14% (วิธีตรวจสอบและ SPEC ข้าวเหนียว,MN-QC-CB-15) หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าว H3 นี้ไปทำการทดสอบแบบ Proximated Analysis โดยนำไปทำการบดให้ละเอียดด้วยการโม่ 2 แบบ คือ การโม่แห้งและการโม่เปียก พบว่า ค่าความชื้นของแป้งข้าวที่บดได้จากทั้ง 2 วิธีมีค่าแตกต่างกัน คือวัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งเท่ากับ 13.24% ความชื้นแป้งโม่เปียกได้ 11.51% และวัดด้วยการอบลมร้อน Hot Air Oven ความชื้นแป้งโม่แห้งได้ 11.94% ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งที่วัดได้จาก 2 วิธี มีค่าแตกต่างกันน้อยมาก เมื่อพิจารณาหลักการทำงานของเครื่องมือทั้งสองต่างกัน พบว่าเครื่อง Moisture Analyzer เป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่ตัวอย่าง (105°C) โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบปริมาณเล็กน้อยก็สามารถวัดความชื้นได้ หลังจากทำการวัดตัวอย่างจะมีลักษณะไหม้ สันนิษฐานว่าน้ำในตัวอย่างทั้งน้ำอิสระและ Bound water บางส่วนสามารถระเหยออกมาได้ แต่การอบลมร้อน Hot Air Oven เป็นการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างโดยอาศัยการพัดผ่านของลมร้อนเข้าสู่ตัวอย่าง ทำให้น้ำในส่วน Bound water อาจไม่สามารถระเหยออกมาได้หมดค่าที่วัดได้จึงมีค่าน้อยกว่าที่วัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความชื้นของแป้งข้าวโม่แห้งมีค่ามากกว่าแป้งข้าวโม่เปียกทั้งนี้อาจเป็น เพราะหลังจากโม่เปียกแล้วต้องทำการอบไล่ความชื้นของแป้งหลังโม่ก่อน ซึ่งการอบอาจทำให้ความชื้นในแป้งระเหยออกไปมากและถ้าสังเกตจะพบว่าแป้งข้าวมีค่าความชื้นสูงกว่าเมล็ดข้าว ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเมล็ดข้าวนั่นเอง การหาปริมาณเถ้าและทรายของแป้งข้าวล็อด 12 พบว่ามีปริมาณเถ้าที่วัดได้เท่ากับ 2.60% แต่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณทราย บ่งบอกได้ว่าข้าวล็อด 12 เป็นข้าวที่มีปริมาณแร่ธาตุสูงเมื่อเทียบกับทฤษฎี ปริมาณแร่ธาตุในข้าวสาร 0.6% (kent,1983) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมขณะเจริญเติบโต ทั้งดิน ฟ้า สภาพอากาศ แร่ธาตุที่ได้รับขณะเจริญ รวมถึงสายพันธุ์ของข้าวด้วย และจากการที่ตรวจไม่พบทรายในตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวที่นำมาทดสอบนี้มีความสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพใด ๆ ปริมาณโปรตีนที่สามารถวัดได้ในแป้งข้าวล็อด 12 มีปริมาณ 7.03% ซึ่งสูงกว่าข้าวล็อดอื่น ๆเล็กน้อย แต่มีค่าต่ำกว่าทฤษฎี คือ โปรตีนในข้าวสาร 9.83%(kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวล็อด 12 เป็นข้าวเก่าโอกาสที่จะเกิด oxidation ของกรดอะมิโนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงมีมาก และ โปรตีนในกลุ่มแอลบลูมินจะลดลงเมื่อเมล็ดข้าวเจริญขึ้น โกลบลูลิน โปรลามิน กลูเตลินจะเพิ่มขึ้น (osborne,1924) แต่กระนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของโปรตีนกลุ่มนี้ย่อมขึ้นกับสายพันธุ์ของข้าว สารอาหารที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบโต สภาพอากาศ และปัจจัยอื่น ๆ ด้วย คาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวล็อด 12 มีปริมาณสูงถึง 88.85 % ซึ่งสูงกว่าข้าวล็อดอื่น ๆ แต่ก็สอดคล้องกับทฤษฎี เนื่องจากข้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก และการที่ข้าวล็อดนี้มีค่าสูงกว่าล็อดอื่น ๆ นั้น อธิบายได้ว่าเกิดจากสภาพแวดล้อม สภาพดิน ฟ้า อากาศ แร่ธาตุ และปัจจัยอื่น ๆ ที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบ

โตนั่นเอง ไขมันที่ตรวจพบในแป้งข้าวล็อด 12 มีปริมาณ 1.77% ซึ่งถือว่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับข้าวล็อดอื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวล็อด 12 เป็นข้าวเก่าโอกาสเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆของกรดไขมันได้ ประกอบกับสายพันธุ์ของข้าวเองที่อาจมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่น้อยก็เป็นได้ ทั้งนี้รวมถึงสภาพแวดล้อมขณะเก็บรักษาด้วย ผลการตรวจปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวล็อด 12 พบว่าในแป้งข้าวที่ทำการโม่ด้วยวิธีไม่ต่างกัน คือ โม่แห้งและโม่เปียกปริมาณ Amylose ที่วัดได้ไม่ต่างกันมากนัก คือ $3.44*10^{-3}$ และ $3.49*10^{-3}$ ตามลำดับ ซึ่งค่าที่วัดได้ก็สอดคล้องกับทฤษฎี คือ ข้าวเหนียวองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น Amylopectin เกือบ 100% การทดลองวัดขนาดอนุภาคแป้งข้าวที่ทำการโม่ 2 วิธีด้วยการร่อน พบว่า แป้งข้าวล็อด 12 ที่โม่ด้วยวิธีการโม่แห้งมีขนาดอนุภาคเม็ดแป้งใหญ่กว่าแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียก สังเกตได้จากผลการทดลองที่ได้ คือแป้งข้าวโม่แห้งขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 60(ส่วนแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 230 ที่เป็นเช่นนี้เพราะการโม่เปียกต้องมีการแช่เมล็ดข้าวก่อนทำการโม่ ทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าในเมล็ดได้เมล็ดข้าวจึงมีความอ่อนนุ่มง่ายต่อการบด แป้งข้าวที่ได้จาการโม่แห้งจะเกิดจากการเสียดสีกันของเมล็ดและการเสียดสีกันของเมล็ดกับผนังของเครื่องมือ ซึ่งการเสียดสีกันนี้ย่อมขึ้นกับความแข็งของเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์ด้วย ผลจาการโม่นี้สามารถส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้ คือ แป้งข้าวที่ได้จากการโม่เปียกคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้จะดีกว่าแป้งข้าวโม่แห้ง สังเกตได้จากการทำ Damage Starch ที่ลักษณะของเม็ดแป้งโม่แห้งจะมีลักษณะเม็ดแตก กระจายตัว ส่วนลักษณะเม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกเม็ดแป้งที่ได้จะยังคงรักษาโครงสร้าง 5 เหลี่ยมสมบูรณ์เอาไว้ และเม็ดแป้งที่ได้จะมีขนาดค่อนข้างเล็ก จากลักษณะดังกล่าวนี้เองที่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้ง คือ เม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกจะสามารถดูดซึมน้ำได้มากกว่าเพราะเม็ดแป้งมีขนาดเล็ก เมื่อให้ความร้อนเม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวได้ง่าย เมื่อเป็นเช่นนี้การเกิดเจลของแป้งจึงง่ายด้วย ซึ่งจะสังเกตได้จากการวัดความคงทนของเจลแป้งโม่เปียกสามารถวัดระยะทางการไหลของเจลได้ 10.20 cm. ส่วนแป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะมีระยะทางการไหลของเจลมากกว่า คือ 10.85 cm. ทั้งนี้เนื่องจากแป้งโม่แห้งการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งมีน้อย เม็ดแป้งมีลักษณะแตก กระจายตัว เมื่อให้ความร้อนการพองตัวของเม็ดแป้งจึงเกิดขึ้นได้น้อยตามไปด้วย ซึ่งยิ่งมีระยะทางการไหลของเจลมากย่อมแสดงให้เห็นว่าแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลต่ำนั่นเอง และแป้งโม่เปียกยิ่งมีระยะทางการไหลน้อยยิ่งบ่งบอกถึงแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลที่ได้สูง

ข้าวล็อด 13 เป็นข้าวเก่าเต็มเมล็ด เมื่อนำเมล็ดข้าวมาทำการทดสอบหาความชื้นด้วยวิธีการ 3 วิธี คือ Moisture of Grain Analyzer , Moisture Analyzer และ การอบลมร้อน Hot Air Oven สามารถวัดค่าความชื้นได้ดังนี้ 10.6%,10.96% และ11.66% ตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้มีค่าค่อนข้างแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบแต่ละวิธีต่างกัน แต่กระนั้นค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือไม่เกิน 14% (วิธีตรวจสอบและ SPEC ข้าวเหนียว.MN-QC-CB-15) หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวล็อด 13 นี้ไปทำการทดสอบแบบ Proximated Analysis โดยนำไปทำการบดให้ละเอียดด้วยการโม่ 2 แบบ คือ การโม่แห้งและการโม่เปียก พบว่า ค่าความชื้นของแป้งข้าวที่บดได้จากทั้ง 2 วิธีมีค่าแตกต่างกัน คือวัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งเท่ากับ 14.15% ความชื้นแป้งโม่เปียกได้ 10.54% และวัดด้วยการอบลมร้อน Hot Air Oven ความชื้นแป้งโม่แห้งได้ 11.39% ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งที่วัดได้จาก 2 วิธี มีค่าแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาหลักการทำงานของเครื่องมือทั้งสองต่างกัน พบว่าเครื่อง Moisture Analyzer เป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่ตัวอย่าง (105°C) โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบปริมาณเล็กน้อยก็สามารถวัดความชื้นได้ หลังจากทำการวัดตัวอย่างจะมีลักษณะไหม้ สันนิษฐานว่าน้ำในตัวอย่างทั้งน้ำอิสระและ Bound water บางส่วนสามารถระเหยออกมาได้ แต่การอบลมร้อน Hot Air Oven เป็นการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างโดยอาศัยการพัดผ่านของลมร้อนเข้าสู่ตัวอย่าง ทำให้น้ำในส่วน Bound water อาจไม่สามารถระเหยออกมาได้หมดค่าที่วัดได้จึงมีค่าน้อยกว่าที่วัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความชื้นของแป้งข้าวโม่แห้งมีค่ามากกว่าแป้ง

ข้าวโม่เปียกทั้งนี้อาจเป็น เพราะหลังจากโม่เปียกแล้วต้องทำการอบไล่ความชื้นของแป้งหลังโม่ก่อน ซึ่งการอบอาจทำให้ความชื้นในแป้งระเหยออกไปมากและถ้าสังเกตจะพบว่าแป้งข้าวมีค่าความชื้นสูงกว่าเมล็ดข้าว ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเมล็ดข้าวนั่นเอง การหาปริมาณเถ้าและทรายของแป้งข้าวล็อด 13 พบว่ามีปริมาณเถ้าที่วัดได้เท่ากับ 3.48% แต่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณทราย บ่งบอกได้ว่าข้าวล็อด 13 เป็นข้าวที่มีปริมาณแร่ธาตุสูงเมื่อเทียบกับทฤษฎี ปริมาณแร่ธาตุในข้าวสาร 0.6% (kent,1983) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมขณะเจริญเติบโต ทั้งดิน ฟ้า สภาพอากาศ แร่ธาตุที่ได้รับขณะเจริญ รวมถึงสายพันธุ์ของข้าวด้วย และจากการที่ตรวจไม่พบทรายในตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวที่นำมาทดสอบนี้มีความสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพใด ๆ ปริมาณโปรตีนที่สามารถวัดได้ในแป้งข้าวล็อด 13 มีปริมาณ 6.72% ซึ่งมีค่าต่ำกว่าทฤษฎี คือ โปรตีนในข้าวสาร 9.83%(kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวล็อด 13 เป็นข้าวเก่าโอกาสที่จะเกิด oxidation ของกรดอะมิโนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงมีมาก และ โปรตีนในกลุ่มแอลบลูมินจะลดลงเมื่อเมล็ดข้าวเจริญขึ้น โกลบลูลิน โปรลามิน กลูเตลินจะเพิ่มขึ้น (osborne,1924) แต่กระนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของโปรตีนกลุ่มนี้ย่อมขึ้นกับสายพันธุ์ของข้าว สารอาหารที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบโต สภาพอากาศ และปัจจัยอื่น ๆ ด้วย คาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวล็อด 13 มีปริมาณสูงถึง 87.65 % ซึ่งสูงกว่าข้าวล็อดอื่น ๆ แต่ก็สอดคล้องกับทฤษฎี เนื่องจากข้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก และการที่ข้าวล็อดนี้มีค่าสูงกว่าล็อดอื่น ๆ นั้น อธิบายได้ว่าเกิดจากสภาพแวดล้อม สภาพดิน ฟ้า อากาศ แร่ธาตุ และปัจจัยอื่น ๆ ที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบโตนั่นเอง ไขมันที่ตรวจพบในแป้งข้าวล็อด 13 มีปริมาณ 0.50% ซึ่งถือว่าค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวล็อด 13 เป็นข้าวเก่าโอกาสเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆของกรดไขมันได้ ประกอบกับสายพันธุ์ของข้าวเองที่อาจมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่น้อยก็เป็นได้ ทั้งนี้รวมถึงสภาพแวดล้อมขณะเก็บด้วย ผลการตรวจปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวล็อด 13 พบว่าในแป้งข้าวที่ทำการโม่ด้วยวิธีไม่ต่างกัน คือ โม่แห้งและโม่เปียกปริมาณ Amylose ที่วัดได้ต่างกัน คือ 3.49×10^{-3}% และ 3.38×10^{-3}% ตามลำดับ ซึ่งค่าที่วัดได้ก็สอดคล้องกับทฤษฎี คือ ข้าวเหนียวองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น Amylopectin เกือบ 100% การทดลองวัดขนาดอนุภาคแป้งข้าวที่ทำการโม่ 2 วิธีด้วยการร่อน พบว่า แป้งข้าวล็อด 13 ที่โม่ด้วยวิธีการโม่แห้งมีขนาดอนุภาคเม็ดแป้งใหญ่กว่าแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียก สังเกตได้จากผลการทดลองที่ได้ คือแป้งข้าวโม่แห้งขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 60 ส่วนแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 230 ที่เป็นเช่นนี้เพราะการโม่เปียกต้องมีการแช่เมล็ดข้าวก่อนทำการโม่ ทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าในเมล็ดได้เมล็ดข้าวจึงมีความอ่อนนุ่มง่ายต่อการบด แป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะเกิดจากการเสียดสีกันของเมล็ดและการเสียดสีกันของเมล็ดกับผนังของเครื่องมือ ซึ่งการเสียดสีกันนี้ย่อมขึ้นกับความแข็งของเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์ด้วย ผลจากการโม่นี้สามารถส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้ คือ แป้งข้าวที่ได้จากการโม่เปียกคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้จะดีกว่าแป้งข้าวโม่แห้ง สังเกตได้จากการทำ Damage Starch ที่ลักษณะของเม็ดแป้งโม่แห้งจะมีลักษณะเม็ดแตก กระจายตัว ส่วนลักษณะเม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกเม็ดแป้งที่ได้จะยังคงรักษาโครงสร้าง 5 เหลี่ยมสมบูรณ์เอาไว้ และเม็ดแป้งที่ได้จะมีขนาดค่อนข้างเล็ก จากลักษณะดังกล่าวนี้เองที่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้ง คือ เม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกจะสามารถดูดซึมน้ำได้มากกว่าเพราะเม็ดแป้งมีขนาดเล็ก เมื่อให้ความร้อนเม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวได้ง่าย เมื่อเป็นเช่นนี้การเกิดเจลของแป้งจึงง่ายด้วย ซึ่งจะสังเกตได้จากการวัดความคงทนของเจลแป้งโม่เปียกสามารถวัดระยะทางการไหลของเจลได้ 9.00 cm. ส่วนแป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะมีระยะทางการไหลของเจลมากกว่า คือ 11.25 cm. ทั้งนี้เนื่องจากแป้งโม่แห้งการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งมีน้อย เม็ดแป้งมีลักษณะแตก กระจายตัว เมื่อให้ความร้อนการพองตัวของเม็ดแป้งจึงเกิดขึ้นได้น้อยตามไปด้วย ซึ่งยิ่งมีระยะทางการไหลของเจลมากย่อมแสดงให้เห็นว่าแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลต่ำนั่นเอง และแป้งโม่เปียกยิ่งมีระยะทางการไหลน้อยยิ่งบ่งบอกถึงแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลที่ได้สูง

ข้าวล็อต 14 เป็นข้าวเก่า เมื่อนำเมล็ดข้าวมาทำการทดสอบหาความชื้นด้วยวิธีการ 3 วิธี คือ Moisture of Grain Analyzer , Moisture Analyzer และ การอบลมร้อน Hot Air Oven สามารถวัดค่าความชื้นได้ดังนี้ 11.1%,9.98%และ 11.85% ตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้มีค่าค่อนข้างแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบแต่ละวิธีต่างกัน แต่กระนั้นค่าความชื้นของเมล็ดข้าวที่วัดได้ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 14% (วิธีตรวจสอบและ SPEC ข้าวเหนียว,MN-QC-CB-15) หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวล็อต 14 นี้ไปทำการทดสอบแบบ Proximated Analysis โดยนำไปทำการบดให้ละเอียดด้วยการโม่ 2 แบบ คือ การโม่แห้งและการโม่เปียก พบว่า ค่าความชื้นของแป้งข้าวที่บดได้จากทั้ง 2 วิธีมีค่าแตกต่างกัน คือวัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งเท่ากับ 12.51% ความชื้นแป้งโม่เปียกได้ 11.25% และวัดด้วยการอบลมร้อน Hot Air Oven ความชื้นแป้งโม่แห้งได้ 11.09% ความชื้นแป้งข้าวโม่แห้งที่วัดได้จาก 2 วิธี มีค่าแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาหลักการทำงานของเครื่องมือทั้งสองต่างกัน พบว่าเครื่อง Moisture Analyzer เป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่ตัวอย่าง (105°C) โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบปริมาณเล็กน้อยก็สามารถวัดความชื้นได้ หลังจากทำการวัดตัวอย่างจะมีลักษณะไหม้ สันนิษฐานว่าน้ำในตัวอย่างทั้งน้ำอิสระและ Bound water บางส่วนสามารถระเหยออกมาได้ แต่การอบลมร้อน Hot Air Oven เป็นการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างโดยอาศัยการพัดผ่านของลมร้อนเข้าสู่ตัวอย่าง ทำให้น้ำในส่วน Bound water อาจไม่สามารถระเหยออกมาได้หมดค่าที่วัดได้จึงมีค่าน้อยกว่าที่วัดด้วยเครื่อง Moisture Analyzer เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความชื้นของแป้งข้าวโม่แห้งมีค่ามากกว่าแป้งข้าวโม่เปียกทั้งนี้อาจเป็น เพราะหลังจากโม่เปียกแล้วต้องทำการอบไล่ความชื้นของแป้งหลังโม่ก่อน ซึ่งการอบอาจทำให้ความชื้นในแป้งระเหยออกไปมากและถ้าสังเกตจะพบว่าแป้งข้าวมีค่าความชื้นสูงกว่าเมล็ดข้าว ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเมล็ดข้าวนั่นเอง การหาปริมาณเถ้าและทรายของแป้งข้าวล็อต 14 พบว่ามีปริมาณเถ้าที่วัดได้เท่ากับ 3.31% แต่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณทราย บ่งบอกได้ว่าข้าวล็อต 14 เป็นข้าวที่มีปริมาณแร่ธาตุสูงเมื่อเทียบกับทฤษฎีปริมาณแร่ธาตุในข้าวสาร 0.6% (kent,1983) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมขณะเจริญเติบโต ทั้งดิน ฟ้า สภาพอากาศ แร่ธาตุที่ได้รับขณะเจริญ รวมถึงสายพันธุ์ของข้าวด้วย และจากการที่ตรวจไม่พบทรายในตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวที่นำมาทดสอบนี้มีความสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพใด ๆ ปริมาณโปรตีนที่สามารถวัดได้ในแป้งข้าวล็อต 14 มีปริมาณ 6.20% ซึ่งมีค่าต่ำกว่าทฤษฎี คือ โปรตีนในข้าวสาร 9.83%(kent,1983) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวล็อต 14 เป็นข้าวเก่าโอกาสที่จะเกิด oxidation ของกรดอะมิโนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงมีมาก และ โปรตีนในกลุ่มแอลบลูมินจะลดลงเมื่อเมล็ดข้าวเจริญขึ้น โกลบลูลิน โปรลามิน กลูเตลินจะเพิ่มขึ้น (osborne,1924) แต่กระนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของโปรตีนกลุ่มนี้ย่อมขึ้นกับสายพันธุ์ของข้าว สารอาหารที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบโต สภาพอากาศ และปัจจัยอื่น ๆ ด้วย คาร์โบไฮเดรตในแป้งข้าวล็อต 14 มีปริมาณสูงถึง 89.04 % ซึ่งสูงกว่าข้าวล็อตอื่น ๆ แต่ก็สอดคล้องกับทฤษฎี เนื่องจากข้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก และการที่ข้าวล็อตนี้มีค่าสูงกว่าล็อตอื่น ๆ นั้น อธิบายได้ว่าเกิดจากสภาพแวดล้อม สภาพดิน ฟ้า อากาศ แร่ธาตุ และปัจจัยอื่น ๆ ที่ข้าวได้รับขณะเจริญเติบโตนั่นเอง ไขมันที่ตรวจพบในแป้งข้าวล็อต 14 มีปริมาณ 0.24% ซึ่งถือว่าค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวล็อต 14 เป็นข้าวเก่าโอกาสเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆของกรดไขมันได้ ประกอบกับสายพันธุ์ของข้าวเองที่อาจมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่น้อยก็เป็นได้ ทั้งนี้รวมถึงสภาพแวดล้อมขณะเก็บด้วย ผลการตรวจปริมาณ Amylose ในแป้งข้าวล็อต 14 พบว่าในแป้งข้าวที่ทำการโม่ด้วยวิธีไม่ต่างกัน คือ โม่แห้งและโม่เปียกปริมาณ Amylose ที่วัดได้ต่างกัน คือ 3.42×10^{-3}% และ 3.45×10^{-3}% ตามลำดับ ซึ่งค่าที่วัดได้ก็สอดคล้องกับทฤษฎี คือ ข้าวเหนียวองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น Amylopectin เกือบ 100% การทดลองวัดขนาดอนุภาคแป้งข้าวที่ทำการโม่ 2 วิธีด้วยการร่อน พบว่า แป้งข้าวล็อต 14 ที่โม่ด้วยวิธีการโม่แห้งมีขนาดอนุภาคเม็ดแป้งใหญ่กว่าแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียก สังเกตได้จากผลการทดลองที่ได้ คือแป้งข้าวโม่แห้งขนาดอนุภาคแป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 60ส่วนแป้งข้าวที่ทำการโม่เปียกขนาดอนุภาค

แป้งส่วนใหญ่อยู่บน Mesh 230 ที่เป็นเช่นนี้เพราะการโม่เปียกต้องมีการแช่เมล็ดข้าวก่อนทำการโม่ ทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าในเมล็ดได้เมล็ดข้าวจึงมีความอ่อนนุ่มง่ายต่อการบด แป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะเกิดจากการเสียดสีกันของเมล็ดและการเสียดสีกันของเมล็ดกับผนังของเครื่องมือ ซึ่งการเสียดสีกันนี้ย่อมขึ้นกับความแข็งของเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์ด้วย ผลจากการโม่นี้สามารถส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้ คือ แป้งข้าวที่ได้จากการโม่เปียกคุณภาพของเม็ดแป้งที่ได้จะดีกว่าแป้งข้าวโม่แห้ง สังเกตได้จากการทำ Damage Starch ที่ลักษณะของเม็ดแป้งโม่แห้งจะมีลักษณะเม็ดแตก กระจายตัว ส่วนลักษณะเม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกเม็ดแป้งที่ได้จะยังคงรักษาโครงสร้าง 5 เหลี่ยมสมบูรณ์เอาไว้ และเม็ดแป้งที่ได้จะมีขนาดค่อนข้างเล็ก จากลักษณะดังกล่าวนี้เองที่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้ง คือ เม็ดแป้งที่ได้จากการโม่เปียกจะสามารถดูดซึมน้ำได้มากกว่าเพราะเม็ดแป้งมีขนาดเล็ก เมื่อให้ความร้อนเม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวได้ง่าย เมื่อเป็นเช่นนี้การเกิดเจลของแป้งจึงง่ายด้วย ซึ่งจะสังเกตได้จากการวัดความคงทนของเจลแป้งโม่เปียกสามารถวัดระยะทางการไหลของเจลได้ 11.15 ซม. ส่วนแป้งข้าวที่ได้จากการโม่แห้งจะมีระยะทางการไหลของเจลมากกว่า คือ 14.10 ซม. ทั้งนี้เนื่องจากแป้งโม่แห้งการดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งมีน้อย เม็ดแป้งมีลักษณะแตก กระจายตัว เมื่อให้ความร้อนการพองตัวของเม็ดแป้งจึงเกิดขึ้นได้น้อยตามไปด้วย ซึ่งยิ่งมีระยะทางการไหลของเจลมากย่อมแสดงให้เห็นว่าแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลต่ำนั่นเอง และแป้งโม่เปียกยิ่งมีระยะทางการไหลน้อยยิ่งบ่งบอกถึงแป้งนั้นมีความคงตัวของเจลที่ได้สูง

แป้งโรงงานซึ่งเป็นแป้งผสมชนิด 1 ค่าความชื้นที่วัดด้วยเครื่อง Moisture analyzer มีค่าเท่ากับ 14.66% ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าและทรายมี%เถ้าเท่ากับ 0.19% จะสังเกตว่าเถ้าในแป้งจะมีน้อยกว่าในข้าวเนื่องจากเมื่อผ่านการแปรรูปทำให้เกิดการสูญเสียสารอนินทรีย์ไป ส่วนปริมาณทรายตรวจไม่พบแสดงว่าขั้นตอนการแปรรูปของโรงงานไม่มีการปนเปื้อนทราย แม้แต่ในน้ำที่น่าจะเป็นแหล่งที่น่าจะก่อให้เกิดการปนเปื้อน ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนพบว่ามีโปรตีน 6.30 % กระบวนการผลิตไม่ทำให้แป้งบริสุทธิ์จึงยังคงมีปริมาณโปรตีนอยู่มาก ผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตพบว่ามีคาร์โบไฮเดรต 89.60% ค่าที่ได้มีค่าสูงกว่าข้าวเนื่องจากในระหว่างกระบวนการผลิตมีการกำจัดสารตัวอื่นไปทำให้ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตมากขึ้น ปริมาณไขมันที่วิเคราะห์ได้คือ 0.74% ที่มีค่าน้อยเนื่องจากเกิดการสูญเสียไประหว่างกระบวนการผลิตแต่ค่านี้มีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับแป้งโรงงานตัวอื่น เนื่องจากแป้งตัวนี้เป็นเป็นการใช้ข้าว 2 ชนิดผสมกัน ซึ่งต้องพิจารณาผลจากพันธุ์ข้าวร่วมด้วย เมื่อวิเคราะห์ปริมาณ Amylose พบว่ามีปริมาณ 3.21×10^{-3}% การทดสอบ RVA พบว่าค่าความหนืดมีค่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งข้าวที่ผ่านการโม่เปียกโดยน่าจะเป็นผลจากปัจจัและลักษณะของแป้งที่ดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์มีลักษณะสมบูรณ์และมีเม็ดแป้งขนาดใหญ่แต่ระยะทางการไหลของเจลแป้งมีค่ามากกว่าแป้งโรงงานตัวอื่น

แป้งโรงงานซึ่งเป็นแป้งผสมชนิด 2 ค่าความชื้นที่วัดด้วยเครื่อง Moisture analyzer มีค่าเท่ากับ 14.03% ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าและทรายมี%เถ้าเท่ากับ 0.20% ซึ่งค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับแป้งผสมชนิด 2 จะสังเกตว่าเถ้าในแป้งจะมีน้อยกว่าในข้าวเนื่องจากเมื่อผ่านการแปรรูปทำให้เกิดการสูญเสียสารอนินทรีย์ไป ส่วนปริมาณทรายตรวจไม่พบแสดงว่าขั้นตอนการแปรรูปของโรงงานไม่มีการปนเปื้อนทราย ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนพบว่ามีโปรตีน 6.36 % กระบวนการผลิตไม่ทำให้แป้งบริสุทธิ์จึงยังคงมีปริมาณโปรตีนอยู่มากและค่าที่ได้ก็มีค่าใกล้เคียงกับแป้งผสมชนิด 2 เช่นเดียวกันกับ%เถ้า ผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตพบว่ามีคาร์โบไฮเดรต 89.35% ค่าที่ได้มีค่าสูงกว่าข้าวเนื่องจากในระหว่างกระบวนการผลิตมีการกำจัดสารตัวอื่นไปทำให้ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตมากขึ้น ปริมาณไขมันที่วิเคราะห์ได้คือ 0.62% ที่มีค่าน้อยเนื่องจากเกิดการสูญเสียไประหว่างกระบวนการผลิตและค่านี้มีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับแป้งโรงงานตัวอื่น ถึงแม้แป้งตัวนี้เป็นเป็นการใช้ข้าว2 ชนิดผสมกัน แต่ต้องพิจารณาผลจากพันธุ์ข้าวร่วมด้วย เมื่อวิเคราะห์ปริมาณ Amylose พบว่ามีปริมาณ 3.11×10^{-3}% ซึ่งเป็นค่าที่น้อยมาก การทดสอบ RVA พบว่าค่าความหนืดมีค่าสูงมากโดยสูงเป็นอันดับสองในบรรดาแป้งโรงงานที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด มีผลทำให้ค่า beak down, final viscosity สูงไปด้วย แต่น่าสังเกตว่าค่า set back ของแป้งตัว

นี้กลับมีค่าสูงกว่าตัวอื่นทั้งๆ ที่แป้งตัวนี้ไม่ได้มีความหนืดสูงที่สุด แสดงว่าแป้งตัวนี้มีความคงตัวที่อุณหภูมิ 50 ^{o}c ลักษณะของแป้งที่ดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์มีลักษณะสมบูรณ์และมีเม็ดแป้งขนาดใหญ่แต่ระยะทางการไหลของเจลแป้งมีค่าต่ำคือ 9.50 ซม. แสดงว่าการผสมระหว่างข้าว 2 ชนิดเพื่อมาผลิตเป็นแป้งชนิดนี้ทำให้ได้แป้งที่มีคุณภาพดี

แป้งโรงงานซึ่งเป็นแป้งชนิด 3 ค่าความชื้นที่วัดด้วยเครื่อง Moisture analyzer มีค่าเท่ากับ 14.37% ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าและทรายมี%เถ้าเท่ากับ 0.149% ค่านี้เป็นค่าที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งโรงงานตัวอื่น จะสังเกตว่าเถ้าในแป้งจะมีน้อยกว่าในข้าวเนื่องจากเมื่อผ่านการแปรรูปทำให้เกิดการสูญเสียสารอนินทรีย์ไป ส่วนปริมาณทรายตรวจไม่พบแสดงว่าขั้นตอนการแปรรูปของโรงงานไม่มีการปนเปื้อนทราย ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนพบว่ามีโปรตีน 6.82 % เป็นค่าที่มากที่สุดในบรรดาแป้งโรงงานทั้งหมดกระบวนการผลิตไม่ทำให้แป้งบริสุทธิ์จึงยังคงมีปริมาณโปรตีนอยู่มาก ผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตพบว่ามีคาร์โบไฮเดรต 89.70% ปริมาณไขมันที่วิเคราะห์ได้คือ 0.63% ที่มีค่าน้อยเนื่องจากเกิดการสูญเสียไประหว่างกระบวนการผลิตแต่เป็นที่น่าสังเกตว่าแป้งM3 ใช้ข้าวชนิดเดียวในการผลิตแป้งแต่องค์ประกอบอื่นๆของแป้งกลับมีค่าใกล้เคียงกับแป้งที่ใช้ข้าวสองตัวผสมกัน เมื่อวิเคราะห์ปริมาณ Amylose พบว่ามีปริมาณ 3.37×10^{-3}% จากค่าที่วิเคราะห์ได้ข้างต้นเมื่อนำผลการทดลองที่ได้ไปเปรียบเทียบกับแป้งโม่เปียกของข้าวชนิด 3 พบว่าองค์ประกอบตัวอื่นๆยกเว้นปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีค่าต่ำกว่าแป้งข้าวโม่เปียกชนิด 3 แสดงว่ากระบวนการผลิตของโรงงานทำให้แป้งมีความบริสุทธิ์สูง การทดสอบ RVA พบว่าค่าความหนืดมีค่าสูงแต่เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งโรงงงานตัวอื่น แต่ค่าอื่นก็ไม่ได้แตกต่างกันมากนัก ลักษณะของแป้งที่ดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์มีลักษณะสมบูรณ์และมีเม็ดแป้งขนาดใหญ่ ระยะทางการไหลของเจลแป้งมีค่าต่ำที่สุดคือ 8.60 ซม. แสดงว่าแป้งตัวนี้มีความคงทนของเจลที่อุณหภูมิต่ำโดยน่าจะเป็นผลจากความสามารถในการพองตัวของเม็ดแป้ง จากผลการทดลองข้างต้นแสดงว่าแป้งที่ผลิตจากข้าวM3มีคุณภาพดีจึงควรนำข้าวตัวนี้ไปผสมกับข้าวตัวอื่นที่มีคุณภาพไม่ดีนัก

แป้งโรงงานซึ่งเป็นแป้งชนิด 4 ค่าความชื้นที่วัดด้วยเครื่อง Moisture analyzer มีค่าเท่ากับ 14.15% ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าและทรายมี%เถ้าเท่ากับ 0.189% จะสังเกตว่าเถ้าในแป้งจะมีน้อยกว่าในข้าวเนื่องจากเมื่อผ่านการแปรรูปทำให้เกิดการสูญเสียสารอนินทรีย์ไป ส่วนปริมาณทรายตรวจไม่พบแสดงว่าขั้นตอนการแปรรูปของโรงงานไม่มีการปนเปื้อนทราย ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนพบว่ามีโปรตีน 6.38 % เป็นค่าที่ต่ำเมื่อเทียบกับตัวอื่นโดยน่าจะเป็นเพราะสายพันธุ์ข้าว ผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตพบว่ามีคาร์โบไฮเดรต 89.18% ค่านี้มีค่าน้อยที่สุดในบรรดาแป้งโรงงานด้วยกัน ปริมาณไขมันที่วิเคราะห์ได้คือ 0.69% ที่มีค่าน้อยเนื่องจากเกิดการสูญเสียไประหว่างกระบวนการผลิต เมื่อวิเคราะห์ปริมาณ Amylose พบว่า 2.97×10^{-3}% เป็นค่าที่น้อยที่สุด จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทั้งหมดจะเห็นว่าข้าวตัวนี้ทำให้ได้แป้งที่มีองค์ประกอบทางเคมีต่ำกว่าตัวอื่นโดยเฉพาะปริมาณ starch การทดสอบ RVA พบว่าค่าความหนืดกลับมีค่าสูงที่สุดทั้งที่องค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตต่ำ ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากความสามารถในการพองตัวของเม็ดแป้ง และค่าอื่นมีค่าใกล้เคียงกับแป้งตัวอื่น แต่ค่าอื่นก็ไม่ได้แตกต่างกันมากนัก ลักษณะของแป้งที่ดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์มีลักษณะสมบูรณ์และมีเม็ดแป้งขนาดใหญ่ ระยะทางการไหลของเจลแป้งมีค่ามากที่สุดคือ 13.0 ซม. แป้งตัวนี้มีความคงทนของเจลที่อุณหภูมิต่ำต่ำทั้งที่มันให้ค่าความหนืดสูงที่สุดแต่ที่อุณหภูมิต่ำความหนืดกลับไม่คงตัว ฉะนั้นการใช้ข้าวตัวนี้ในการผลิตแป้งควรใช้ร่วมกับข้าวตัวอื่นที่มีความคงตัวสูงเช่น ข้าวชนิด 3 เป็นต้น

แป้งโรงงานซึ่งเป็นแป้งซึ่งเป็นแป้งผสมชนิด 5 ค่าความชื้นที่วัดด้วยเครื่อง Moisture analyzer มีค่าเท่ากับ 12.55% ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าและทรายมี%เถ้าเท่ากับ 0.184% ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนพบว่ามีโปรตีน 6.27 % เป็นค่าที่น้อยที่สุดในบรรดาแป้งโรงงานทั้งหมดอาจเนื่องมาจากสายพันธุ์ข้าวทั้ง 2 ชนิดที่ใช้ผสมกันมีปริมาณโปรตีนต่ำ ผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตพบว่ามีคาร์โบไฮเดรต 89.26% ปริมาณไขมันที่วิเคราะห์ได้คือ 0.79% เป็นค่าที่มากที่สุดแต่ก็

ไม่เกิน1% ดังนั้นในการเก็บรักษาก็ควรระวังเรื่องการเกิดกลิ่นไม่ดีเมื่อระยะการเก็บนานขึ้นเมื่อวิเคราะห์ปริมาณ Amylose พบว่ามีปริมาณ 3.24×10^{-3}% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับแป้งตัวอื่น การทดสอบ RVA พบว่าค่าความหนืดมีค่าต่ำที่สุดและลักษณะของแป้งที่ดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์มีลักษณะสมบูรณ์และมีเม็ดแป้งขนาดใหญ่ ระยะทางการไหลของเจลแป้งมีค่าค่อนข้างสูงคือ 11.20ซม. แสดงว่าแป้งตัวนี้มีให้ค่าความหนืดต่ำ และความคงทนของเจลที่อุณหภูมิต่ำก็ต่ำด้วยและยังมีไขมันสูง แสดงว่าแป้งผสมของข้าว 2 ตัวนี้มีคุณภาพไม่ดีนัก

แป้งโรงงานเมื่อใช้เครื่อง Moisture analyzer ของ มทส. มีค่าความชื้นสูงมากยกเว้นแป้งผสมชนิด 5 ซึ่งตามเกณฑ์ของ Q.C ถ้าความชื้นขนาดนี้ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ แต่ค่าที่ Q.C วัดโดยใช้เครื่องของโรงงานกลับผ่านเกณฑ์ ผลที่ได้ทำให้เกิดข้อสันนิษฐาน 2 ประการคือ แป้งมีการดูดความชื้นเกิดขึ้นซึ่งถุงที่บรรจุน้ำอาจซึมผ่านเข้าออกได้ หรือเกิดจากความผิดพลาดของเครื่องวัด

เอกสารอ้างอิง

อรอนงค์ นัยวิกุล (2538), **เคมีทางธัญญาหาร, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร** คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์,

Duffus, C .M. and J .C. Slaughter, 1980. **Seeds and their uses.** John Wiley & Sons Ltd., Chichester

Juliano, B .O. (Editor). 1985. Rice : **Chemistry and technology.** Second edition. American Association of Cereal Chemists , St . Paul, Minnesota

Kent, N.L., 1983. **Technology of cereals.** Third edition. Pergamon Press, Oxford

Perez, C.M., A.A. Perdon, A.P. Resurreccion, R.M. Villareal and B.O. Juliano. 1975. **Plant Physiology.** 56, 579 – 583.