

คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว

Physiochemical properties of flour waxy corn

สกุลกานต์ สิมลา^{1*} และ อรุณทิพย์ เหมะฐูลิน¹

Sakunkan Simla^{1*} and Arunthip Hemathulin¹

บทคัดย่อ: ข้าวโพดข้าวเหนียวเป็นพืชที่บริโภคในระยะรับประทานฝักสด และนับวันยังมีบทบาทและเป็นที่ยอมรับในตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น โดยพบว่าในประเทศแถบเอเชีย เช่น จีน (ตอนใต้) เวียดนาม เกาหลี และไต้หวัน เป็นต้น การบริโภคที่เกี่ยวเนื่องกับคุณภาพการบริโภคที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวโพด คือ ปริมาณน้ำตาล ไฟโตไกลโคเจน และแป้งซึ่งเป็นลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับความหวาน ความนุ่ม และความเหนียวของข้าวโพดข้าวเหนียว แต่เนื่องด้วยปริมาณแป้ง ยังเป็นลักษณะที่ไม่สามารถระบุความเหนียวในข้าวโพดข้าวเหนียวได้ชัดเจน จึงทำให้มีการศึกษาถึงคุณสมบัติของแป้งเพิ่มเติม เพื่อใช้จำแนกความแตกต่างในข้าวโพดข้าวเหนียว โดยวางแผนการทดลองแบบ 5x2 Factorial in Completely Random Design จำนวน 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย คือ พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว 5 พันธุ์ (พันธุ์ PAC-01, EWS-01, EWS-02, KCU-01 และ KCU-02) และระยะเวลาการเก็บเกี่ยว 2 ระยะ (ระยะรับประทานฝักสด และระยะเมล็ดพันธุ์) จำนวน 3 ซ้ำ เก็บข้อมูล 5 คุณสมบัติ คือ ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความสามารถในการละลายน้ำ กำลังการพองตัวการละลาย และความหนืดของแป้งเปียก ผลการทดลองพบว่าข้าวโพดข้าวเหนียวต่างพันธุ์และต่างระยะการเก็บเกี่ยว มีคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า พันธุ์ EWS-02 ที่เก็บเกี่ยวในระยะรับประทานฝักสด เป็นพันธุ์ที่มีคุณสมบัติของแป้งดีที่สุด โดยลักษณะความหนืดเป็นลักษณะที่ใช้บอกความเหนียวของข้าวโพดข้าวเหนียวได้ดี เห็นได้จากพันธุ์ EWS-02 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคว่ามีความเหนียวมากที่สุด

คำสำคัญ: *Zea mays* var. *ceratina* คุณภาพการบริโภค

Abstract: Waxy corn (*Zea mays* var. *ceratina*) is consumed at immature stage. It is increasingly important in local market in Thailand and also important in other countries in Asia such as China, Vietnam, Laos, Korea and Taiwan. The carbohydrates of corn kernel that correlated with the eating quality are consisted of sugar, phytyglycogen, and starch content, which associated with sweetness, creaminess, and stickiness. But, the starch content could not clearly indicate the stickiness in waxy corn. Thus, the properties of the flour that used to distinguish the stickiness of waxy corn were investigated. The treatments were laid out in 5 (PAC-01, EWS-01, EWS-02, KCU-01, and KCU-02) × 2 (edible and maturity stage) factorial combinations in a completely randomized design with three replications. Water absorption index (WAI), water solubility index (WSI), swelling power, solubility percentage and pasting properties were collected. The results found that waxy corn varieties and harvesting stage

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹ Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantarawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand

* Corresponding author, E-mail address: sakunkan.s@msu.ac.th

significantly affected flour properties. EWS-02, when harvested at edible stage, had the best flour quality. The pasting property was the characteristic that best described the stickiness of waxy corn kernels. This can be seen from EWS-02, the widely accepted variety for its stickiness, also possessed the highest viscosity.

Keywords: *Zea mays* var. *certain*, eating quality

บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy corn) เป็นข้าวโพดที่รับประทานฝักสดที่มีความสำคัญอยู่ในระดับท้องถิ่นตามภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย มาเป็นระยะเวลานาน มีการผลิตและจำหน่ายในตลาดท้องถิ่นตลอดทั้งปี และนับวันยังมีบทบาทและเป็นที่ยอมรับในตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น โดยพบว่าในประเทศแถบเอเชีย เช่น จีน (ตอนใต้) เวียดนาม เกาหลี และไต้หวัน เป็นต้น มีการปลูกและบริโภคกันมากมาเป็นเวลานานเช่นเดียวกัน (Lertrat and Thongnarin, 2008) เหตุที่ข้าวโพดข้าวเหนียวที่เป็นที่ยอมรับและมีการบริโภคกันมากเนื่องมาจากรสชาติและเนื้อสัมผัสที่เป็นเอกลักษณ์แตกต่างจากข้าวโพดชนิดอื่น อย่างไรก็ตามข้าวโพดข้าวเหนียวยังด้อยกว่าข้าวโพดหวานพิเศษในด้านความหวาน และขนาดตลาดเล็กกว่า อีกทั้งข้าวโพดข้าวเหนียวยังมีระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เฉพาะเจาะจงและความยืดหยุ่นน้อย ซึ่งถ้าเก็บเกี่ยวไม่ตรงกับอายุสามารถทำให้คุณภาพลดลงได้ นอกจากนี้แล้วยังมีอายุการเก็บรักษาก่อนข้างสั้น จึงทำให้ข้าวโพดข้าวเหนียวยังมีปัญหาในเรื่องคุณภาพการบริโภค

คุณภาพในการบริโภคเป็นคุณลักษณะที่มีความสำคัญ ในเมล็ดสดของข้าวโพดข้าวเหนียว คุณภาพของเมล็ดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตภายในเมล็ด โดยแป้งเป็นองค์ประกอบที่มีมากที่สุด ในเมล็ด รองลงมาคือปริมาณน้ำตาล และไฟโตโกลโคเจน โดยองค์ประกอบทั้ง 3 ตัวนี้มีผลต่อคุณภาพของข้าวโพด ด้านความเหนียว นุ่ม ความหวาน และความนุ่ม ตามลำดับ (Azanza et al., 1996a; b) มี

รายงานการศึกษา พบว่า ปริมาณน้ำตาล และไฟโตโกลโคเจนเป็นสิ่งที่ใช้บ่งชี้ความอร่อยของข้าวโพดข้าวเหนียวในเรื่องความหวาน และความนุ่มได้อย่างเด่นชัด แต่ปริมาณแป้ง ยังไม่สามารถบ่งชี้ความแตกต่าง และความอร่อยในข้าวโพดข้าวเหนียวได้ (สกุลกานต์, 2552) เพื่อให้สามารถจำแนกความแตกต่าง และความอร่อยของข้าวโพดข้าวเหนียวได้ จึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการศึกษาถึงคุณสมบัติของแป้ง อันได้แก่ความสามารถในการอุ้มน้ำและละลายน้ำ กำลังการพองตัวและการละลาย และความหนืดของแป้งเปียก ดังนั้นการศึกษานี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อศึกษาคุณสมบัติของแป้งในข้าวโพดข้าวเหนียวต่างพันธุ์กัน ที่เก็บเกี่ยวต่างระยะกัน ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ น่าจะเป็นคุณสมบัติที่ใช้จำแนกความแตกต่าง และคุณภาพในการบริโภคในเรื่องความเหนียว นุ่มของข้าวโพดข้าวเหนียวได้

วิธีการศึกษา

ดำเนินการปลูกข้าวโพด 5 พันธุ์ (พันธุ์ PAC-01, EWS-01, EWS-02, KCU-01 และ KCU-02) ณ แปลงทดลองการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาเขตในเมือง ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ฤดูแล้ง ระหว่างเดือนธันวาคม 2552 – เดือนมีนาคม 2554 ปลูกจำนวน 6 แถวๆ ละ 5 เมตร ระยะปลูก 80x25 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ 5x2 Factorial in Completely Random Design จำนวน 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย คือ พันธุ์ 5 พันธุ์ และระยะเวลาการเก็บเกี่ยว 2 ระยะ (ระยะฝักสด และระยะเมล็ดพันธุ์)

ควบคุมการผสมเกสร ทำการเก็บข้าวโพดใน 2 ระยะ โดยในแต่ละพันธุ์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เก็บฝักข้าวโพดที่ระยะรับประทานฝักสด (ระยะน้ำนม หรืออายุ 18-22 วันหลังผสมเกสร) และ ส่วนที่ 2 เก็บที่ระยะเมล็ดพันธุ์ (35-40 วันหลังผสมเกสร) เก็บตัวอย่างโดยการสุ่มฝักที่มีขนาดเท่ากัน 3 ฝัก ในแต่ละหน่วยทดลอง ปอกเปลือก ตัดหัวและท้ายฝัก ออกประมาณ 5 เซนติเมตร ผ่านเอาเฉพาะเนื้อจากทั้ง 3 ฝักรวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง บรรจุลงในถุงแช่แข็ง จุ่มลงในไนโตรเจนเหลว แล้วนำไปเก็บไว้ที่ตู้แช่แข็งที่ อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

การวิเคราะห์หาคุณสมบัติของแป้ง โดย วิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำและละลายน้ำ กำลังการพองตัวและการละลาย และความหนืดของ แป้งเปียก อุณหภูมิที่ทำให้แป้งพองตัว (pasting temperature) เวลาที่เกิดจุดสูงสุดของความหนืด (peak time) ความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด (peak viscosity) ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown viscosity) ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback viscosity) ความหนืดเมื่อ แป้งคงตัว (trough viscosity) และความหนืดเมื่อแป้ง เย็นตัว (final viscosity)) โดยใช้เครื่อง Rapid Visco Analyzer: RVA ตามวิธีการของกล้านรงค์ และเกื้อกูล (2543) วิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองและ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant different (LSD)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

คุณสมบัติของแป้ง (flour) เป็นลักษณะเฉพาะ ตัวของแป้งแต่ละชนิด หรือแต่ละพืช หรือแม้แต่ใน แต่ละพันธุ์พืช จากการศึกษาคุณสมบัติของแป้งใน ข้าวโพดข้าวเหนียว 5 พันธุ์ ที่เก็บเกี่ยวใน 2 ระยะ คือ ระยะฝักสด และระยะเมล็ดพันธุ์ ได้ผลการศึกษา ดังนี้

ผลของพันธุ์ที่มีต่อคุณสมบัติของแป้ง

ข้าวโพดข้าวเหนียวต่างพันธุ์กันทำให้มีความสามารถในการอุ้มน้ำ ความสามารถในการละลาย

น้ำ กำลังการพองตัว ร้อยละการละลาย อุณหภูมิที่ทำให้ แป้งพองตัว เวลาที่เกิดจุดสูงสุดของความหนืด ความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว และความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยพบว่า พันธุ์ EWS-01 และ EWS-02 เป็นพันธุ์ที่คุณสมบัติของแป้งดีเป็นสอง อันดับแรก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้าวโพดสองพันธุ์นี้มีแนวโน้มเหนียวหนืดกว่าพันธุ์ที่เหลือ โดยเฉพาะพันธุ์ EWS-02 ที่มีความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด และความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัวสูงมากที่สุด คือ 193.7 และ 131.7 RVU ตามลำดับ (Table 1)

ผลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณสมบัติของ แป้ง

ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่ต่างกันทำให้มีความสามารถในการละลายน้ำ ร้อยละการละลาย อุณหภูมิที่ทำให้แป้งพองตัว เวลาที่เกิดจุดสูงสุดของความหนืด ความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว ความหนืดเมื่อ แป้งคงตัว และความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลทำให้ ความสามารถในการอุ้มน้ำ และกำลังการพองตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าแป้งที่อยู่ในระยะ รับประทานฝักสดส่วนใหญ่มีคุณสมบัติดีกว่าแป้งที่อยู่ในระยะเมล็ดพันธุ์ (Table 1)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณสมบัติของแป้ง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว และระยะเวลาการเก็บเกี่ยวทำให้ความสามารถในการ อุ้มน้ำ ความสามารถในการละลายน้ำ กำลังการพองตัว ร้อยละการละลาย เวลาที่เกิดจุดสูงสุดของความหนืด ความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด ความหนืดเมื่อแป้ง ยุบตัว ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว ความหนืดเมื่อแป้งคง ตัว และความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลทำให้คุณสมบัติที่ทำให้ แป้งพองตัวแตกต่างกัน โดยพบว่า พันธุ์ EWS-02 ที่

เก็บเกี่ยวในระยะรับประทานฝักสด มีความหนักเมื่อ
แป้งพองตัวสูงสุดและความหนักเมื่อแป้งเหี่ยวตัวมาก
ที่สุด คือ 204.8 และ 137.9 RVU (Table 1)

สรุป

พันธุ์ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว และปฏิสัมพันธ์
ของสองลักษณะ มีผลทำให้คุณสมบัติของแป้งทั้ง 5
คุณสมบัติ คือความสามารถในการอุ้มน้ำ ความสามารถ
ในการละลายน้ำ กำลังการพองตัวการละลาย และความ
หนักของแป้งเปียก มีความแตกต่างกัน แต่พบว่า
ลักษณะความหนักเป็นลักษณะที่ใช้บ่งชี้ความเหนียว
นุ่มของข้าวโพดข้าวเหนียวได้ดี ซึ่งเห็นได้จากพันธุ์
EWS-02 ที่เป็นพันธุ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคว่า
เป็นพันธุ์ที่มีความเหนียวนุ่มมาก โดยพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่
มีค่าความหนักดีที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้
ความอนุเคราะห์ทุนในการศึกษาวิจัยนี้ และขอขอบคุณ
ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะ
เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้การ
สนับสนุนพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว และอุปกรณ์ต่างๆ
ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง

- กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546.
เทคโนโลยีของแป้ง .
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สกุลกานต์ สิมลา. 2552. การตรวจสอบและปรับปรุง
คุณภาพการบริโภคในข้าวโพดข้าวเหนียว.
วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา พืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- Azanza, F., B.P. Klein and J.A. Juvik. 1996a. Sensory
characterization of sweet corn lines
differing in physical and chemical
composition. *Journal of Food Science*
61:253-257.
- Azanza, F., A. Bar-Zur, and J.A. Juvik. 1996b.
Variation in sweet corn kernel
characteristics associated with stand
establishment and eating quality.
Euphytica 87:7-18.
- Lertrat, K., and N. Thongnarin. 2008. Novel approach
to eating quality improvement in local waxy
corn: improvement of sweet taste in local
waxy corn variety with mixed kernels from
super sweet corn. *Acta Horticulturae*
769:145-150.

Table 1. Physiological properties of five waxy corn varieties at two harvesting stages (edible and maturity stage).

Factor	WAI ^{1/} (g/g)	WSI ^{2/} (%)	Swelling power	Solubility percentage	Pasting temp.	Peak time	Peak viscosity	Final viscosity	Breakdown viscosity	Setback viscosity	Trough viscosity
VARIETY											
PAC-01	2.6 a ^{3/}	7.7 b	12.8 a	13.5 b	78.2 ab	4.6 b	120.6 d	107.9 c	25.7 c	13.0 bc	94.9 d
EWS-01	2.6 a	10.7 a	10.7 ab	18.7 a	77.5 b	4.3 c	139.9 b	106.0 d	43.7 b	9.8 d	96.2 cd
EWS-02	2.5 a	4.0 c	5.5 c	8.3 c	76.6 c	4.2 d	193.7 a	131.4 a	74.4 a	12.1 c	119.3 a
KKU-01	2.6 a	9.3 ab	5.2 c	14.0 b	78.6 a	4.7 b	124.8 c	111.2 b	28.1 c	14.5 a	96.7 bc
KKU-02	1.6 b	8.0 b	8.4 b	15.0 b	78.5 a	5.3 a	116.0 e	111.8 b	18.1 d	14.0 ab	97.8 b
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
STAGE											
Edible stage	2.4	8.9 a	8.7	17.0 a	78.3 a	4.5 b	148.2 a	121.0 a	41.4 a	14.2 a	106.9 a
Maturity stage	2.4	6.9 b	8.4	10.8 b	77.5 b	4.7 a	129.8 b	106.3 b	34.6 b	11.1 b	95.2 b
F-test	ns	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**
VARIETY*STAGE											
PAC-01 Edible	2.0 b	10.0 a	15.3 a	18.0 ab	78.9	4.7 c	118.6 ef	113.3 e	21.4 f	16.2 a	97.2 e
PAC-01 Maturity	3.0 a	5.3 b	10.3 bc	14.0 bcd	77.5	4.5 d	122.6 e	102.4 g	30.0 e	9.8 e	92.6 fg
EWS-01 Edible	2.3 ab	10.0 a	10.7 b	21.3 a	77.5	4.3 ef	156.8 c	119.7 c	49.0 c	11.8 d	107.8 c
EWS-01 Maturity	2.7 ab	11.3 a	10.7 b	13.3 bcd	77.5	4.4 e	123.0 e	92.3 h	38.4 d	7.8 f	84.6 h
EWS-02 Edible	2.0 b	3.3 b	5.3 de	10.0 cde	77.0	4.2 fg	204.8 a	137.9 a	79.5 a	12.4 cd	125.5 a
EWS-02 Maturity	2.0 b	4.7 b	5.7 de	6.7 e	76.3	4.1 g	182.6 b	124.9 b	69.3 b	11.7 d	113.2 b
KKU-01 Edible	2.0 b	10.0 a	3.3 e	18.0 ab	79.2	4.6 cd	132.1 d	118.0 cd	29.3 e	15.2 ab	102.8 d
KKU-01 Maturity	3.0 a	8.7 a	7.0 cd	8.0 de	78.0	4.7 bc	117.5 f	104.3 g	26.8 e	13.7 bc	90.7 g
KKU-02 Edible	2.3 ab	11.3 a	8.7 bcd	16.0 abc	78.8	4.8 b	128.7 d	116.3 d	27.8 e	15.3 a	101.0 d
KKU-02 Maturity	0.7 c	4.7 b	8.2 bcd	12.0 b-e	78.1	5.7 a	103.3 g	107.3 f	8.5 g	12.6 cd	94.7 f
F-test	**	**	*	**	ns	**	**	**	**	**	**
CV (%)	7.7	23.6	24.6	11.3	0.7	1.7	2.0	6.3	7.7	1.2	1.1

^{1/}WAI: water absorption index, ^{2/}WSI: water solubility index^{3/} Values followed by the same letter in the same column and each factor are not significantly different (p < 0.05).

ns, *, ** = not significant, significantly different at p ≤ 0.05 and 0.01, respectively