

การยืดอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวานโดยการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ



นางสาวสุกัลยา ภูทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์


คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-6564-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EXTENDING THE SHELF LIFE OF SWEET CORN BY HYDROCOOLING



Miss Sukalya Poothong

สถาบันวิทยบริการ
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
for the Degree of Master of Science in Botany

Department of Botany

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-17-6564-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การยืดอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวานโดยการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ
โดย	นางสาว สุกัลยา ภูทอง
สาขาวิชา	พฤกษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. กนกวรรณ เสรีภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นาย สุรพล เข้าห้อง

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นันทนา อังกินันท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. กนกวรรณ เสรีภาพ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นาย สุรพล เข้าห้อง)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีดา บุญ-หลง)

..... กรรมการ
(ดร. พันธุ์พิมพ์ วอนขอพร)

สุกัลยา ภูทอง : การยืดอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวานโดยการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ
(EXTENDING THE SHELF LIFE OF SWEET CORN BY HYDROCOOLING)

อ. ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. กนกวรรณ เสรีภาพ, อ. ที่ปรึกษาร่วม : นาย สุรพล เช้าห้อง
213 หน้า. ISBN 974-17-6564-9.

ในการศึกษาผลของการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่มีต่อการยืดอายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 และ Insee 2 ใน ฤดูร้อน ฤดูฝนและฤดูหนาว โดยทำการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน ได้แก่ อุณหภูมิห้อง 5 °C และ 0 °C เป็นเวลา 30 45 และ 60 นาที ก่อนการเก็บรักษา พบว่า ข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C นาน 60 นาที มีแนวโน้มที่จะสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางประการ คือ ชะลอการสูญเสียปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด น้ำตาลซูโครสและลดอัตราการหายใจ รวมทั้งชะลอการสร้างแป้ง ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณแป้งและน้ำตาลมีความสัมพันธ์กับการทำงานของ ADP-Glucose pyrophosphorylase (ADP-Glc PPIase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการสร้างแป้ง พบว่า ข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C นาน 60 นาที มีการทำงานของ ADP-Glc PPIase ในทิศทางการยับยั้งการสร้างแป้งสูงกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....พฤกษศาสตร์.....
สาขาวิชา.....พฤกษศาสตร์.....
ปีการศึกษา...2547....

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4472450023 : MAJOR BOTANY

KEY WORD : SWEET CORN / HYDROCOOLING / STORAGE LIFE / PHYSIOLOGICAL CHANGES / ADP-
GLUCOSE PYROPHOSPHORYLASE

SUKALYA POOTHONG : EXTENDING THE SHELF LIFE OF SWEET CORN BY
HYDROCOOLING. THESIS ADVISOR : DR. KANOGWAN SERAYPHEAP,
THESIS COADVISOR : SURAPOL CHOWCHONG, 213 pp. ISBN 974-17-6564-9.

Effects of hydrocooling on extending the shelf life and physiological changes of sweet corns (*Zea mays* Linn. var. *saccharata* cv. Hibrix 3 and Insee 2) in summer, rainy season and cold season were studied by varying the prestorage cool water treatment temperature between room temperature, 5 °C and 0 °C and the time: 30, 45 and 60 min. It was found that hydrocooled sweet corn at 0 °C for 60 min. can delay some physiological changes such as total soluble solid (TSS) content, total sugar content, sucrose content, and decreasing of respiration rate and starch content, which results in an increased storage life of the sweet corn compared to non-hydrocooled sweet corn. Changes of starch and sugar contents were correlated with ADP-Glucose pyrophosphorylase activity, which is the key enzyme in starch synthesis. Hydrocooled sweet corn at 0 °C for 60 min. has higher activity that inhibit starch synthesis than non-hydrocooled sweet corn.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department.....Botany.....

Field of study.....Botany.....

Academic year ...2004.....

Student's signature.....

Advisor's.....

Co-advisor's.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.กนกวรรณ เสรีภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ สุรพล เข้าห้อง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้กำลังใจและคำปรึกษาแนะนำต่างๆ พร้อมทั้งตรวจแก้วิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ นันทนา อังกินันท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา บุญ-หลง และดร.พันธ์พิมพ์ วอนขอพร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้วิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณทุนโครงการพัฒนาอาจารย์วิทยาเขตสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท-เอก ทบวงมหาวิทยาลัย และบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้าวโพดหวานที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบพระคุณ ดร.อภิธา บุญศิริ และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน แห่งแผนกงานวิจัยพืชผลหลังเก็บเกี่ยว ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่อง gas chromatography ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณ ฐปนา อัครเอกปัญญา คุณ สหัช จันทนาอรพินท์ คุณ ญาวดี ศรีเมฆ คุณ จินตนา จันทรเจริญฤทธิ์ คุณ ณภัศรณม์ ปัญญาสุข คุณชัชวาลย์ วงศ์ชัย คุณ ปิยะนุช เจริญรุ่งเรือง คุณ ฉัตรศรี ตริกาญจนวัฒนา และทุกท่านในภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับความช่วยเหลือและคำแนะนำในการทำวิจัย รวมถึงกำลังใจที่มีให้กันเสมอมา

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่และครอบครัว รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ และคุณอนุวัฒน์ กฤตยาคุณากร ที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุน ตลอดจนความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านมาโดยตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ฐ
บทที่.....	
1. บทนำ.....	1
2. การตรวจเอกสาร.....	3
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวโพดหวาน.....	3
ความสำคัญทางเศรษฐกิจของข้าวโพดหวาน.....	3
คุณภาพของข้าวโพดหวาน.....	4
ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา.....	6
แนวทางการยืดอายุการเก็บรักษาและชะลอการเปลี่ยนแปลง หลังการเก็บเกี่ยว.....	12
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	15
วัสดุอุปกรณ์.....	15
วิธีการทดลอง.....	16
4. ผลการทดลอง.....	20
1. การหาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิ ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 และ Insee 2 ด้วยน้ำ.....	20
1.1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด.....	20
1.2 การเปลี่ยนแปลงความชื้น.....	20
1.3 ปริมาณ total soluble solids (TSS).....	45
1.4 อัตราการหายใจ.....	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
1.5 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด.....	58
1.6 ปริมาณน้ำตาลซูโครส.....	71
1.7 ปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์.....	96
1.8 ปริมาณแป้ง.....	96
2. การศึกษาผลของการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่มีต่อการทำงานของเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 และ Insee 2 ในฤดูหนาว.....	109
5. อภิปรายผลการทดลอง.....	134
6. สรุปผลการทดลอง.....	142
รายการอ้างอิง.....	143
ภาคผนวก.....	152
ภาคผนวก ก.....	153
ภาคผนวก ข.....	162
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	213

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	21
2	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	23
3	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	25
4	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	27
5	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	29
6	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	31
7	เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	33
8	เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	35
9	เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	37
10	เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	39
11	เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	41
12	เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	43
13	ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Soluble Solid, °Brix) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	46
14	ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Soluble Solid, °Brix) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ญ

ตารางที่	หน้า
15 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Soluble Solid, °Brix) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	50
16 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Soluble Solid, °Brix) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	52
17 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Soluble Solid, °Brix) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	54
18 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Soluble Solid, °Brix) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	56
19 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	59
20 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	61
21 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	63
22 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	65
23 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	67
24 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	69
25 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	72
26 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	74
27 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	76
28 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	78

สารบัญตาราง (ต่อ)

ฎ

ตารางที่	หน้า
29 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	80
30 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	82
31 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	84
32 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	86
33 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	88
34 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	90
35 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	92
36 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	94
37 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	97
38 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	99
39 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	101
40 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	103
41 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	105
42 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	107

สารบัญตาราง (ต่อ)

ฎ

ตารางที่	หน้า
43 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	111
44 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	113
45 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	115
46 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	117
47 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	119
48 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	121
49 ปริมาณเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase (units/mgProtein) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 10 °C	123
50 ปริมาณเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase (units/mgProtein) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 10 °C	124

สารบัญรูปรภาพ

รูปที่	หน้า
1 กระบวนการสังเคราะห์แป้ง.....	10
2 กระบวนการสลายน้ำตาลเพื่อใช้ในกระบวนการหายใจ.....	11
3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	22
4 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	24
5 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	26
6 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	28
7 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	30
8 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	32
9 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	34
10 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	36
11 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	38
12 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	40
13 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	42
14 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	44
15 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Soluble Solid, °Brix) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	47

สารบัญรูป (ต่อ)

๗

รูปที่	หน้า
16 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Soluble Solid, °Brix) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	49
17 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Soluble Solid, °Brix) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	51
18 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Soluble Solid, °Brix) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	53
19 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Soluble Solid, °Brix) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	55
20 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Soluble Solid, °Brix) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	57
21 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	60
22 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	62
23 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	64
24 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	66
25 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	68
26 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	70
27 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	73
28 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	75
29 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	77

สารบัญรูป (ต่อ)

๗

รูปที่	หน้า
30 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	79
31 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	81
32 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	83
33 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	85
34 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	87
35 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	89
36 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	91
37 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	93
38 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	95
39 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	98
40 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	100
41 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	102
42 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	104
43 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	106

สารบัญรูป (ต่อ)

ณ

รูปที่		หน้า
44	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	108
45	ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	112
46	ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	114
47	ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	116
48	ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	118
49	ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	120
50	ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C.....	122
51	ปริมาณเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase (units/mgProtein) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 10 °C	125
52	ปริมาณเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase (units/mgProtein) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 10 °C	125
53	ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	126
54	ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	126
55	ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	127

สารบัญรูป (ต่อ)

ด

รูปที่	หน้า
56 ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	127
57 ความสัมพันธ์ของอัตราการหายใจและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	128
58 ความสัมพันธ์ของอัตราการหายใจและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	128
59 ความสัมพันธ์ของอัตราการหายใจและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	129
60 ความสัมพันธ์ของอัตราการหายใจและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	129
61 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPiase และปริมาณแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	130
62 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPiase และปริมาณแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	130

สารบัญรูป (ต่อ)

ต

รูปที่	หน้า
63 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPIase และปริมาณแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	131
64 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPIase และปริมาณแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	131
65 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPIase และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	132
66 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPIase และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	132
67 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPIase และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	133
68 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPIase และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	133

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวโพดหวานเป็นพืชอาหารที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญของมนุษย์ และเป็นพืชที่มีการปลูกกันมานานในประเทศไทย ในช่วงปี 2537 เป็นต้นมาข้าวโพดหวานเริ่มมีบทบาททางเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มสูงขึ้น ทั้งเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และเพื่อการส่งออก จากข้อมูลในช่วงปี 2532-2539 พบว่ามีการส่งออกทั้งในรูปข้าวโพดหวานแช่แข็งและข้าวโพดหวานกระป๋อง (วิจัยสินค้า, 2539) ในปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทยส่งออกข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องเป็นปริมาณ 76,118.37 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,078.46 ล้านบาทและส่งออกข้าวโพดหวานแช่แข็งปริมาณ 1,314 ตัน คิดเป็นมูลค่า 44.31 ล้านบาท (ศูนย์สารสนเทศ, 2547) ดังนั้นข้าวโพดหวานจึงนับเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาข้าวโพดหวานมักประสบปัญหาการคงคุณภาพความหวานหลังการเก็บเกี่ยว เพราะปริมาณน้ำตาลในข้าวโพดหวานผักสดจะลดต่ำลงอย่างรวดเร็วหลังเก็บเกี่ยวจากต้นแล้ว นอกจากนี้ ข้าวโพดหวานยังเป็นพืชที่มีความร้อนสะสมในผลผลิตสูงหากทิ้งไว้ในที่มีอุณหภูมิสูงหลังการเก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกความร้อนจะสะสมสูงมากขึ้น ซึ่งอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยสามารถทำให้อัตราการหายใจของผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีบางประการของข้าวโพดหวาน ทำให้คุณภาพของข้าวโพดหวานเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นการเก็บรักษาคุณภาพของข้าวโพดหวานให้คงความหวานอยู่ได้นาน อาจทำได้โดยการเก็บเกี่ยวในช่วงที่เหมาะสม ซึ่งปกติจะทำการเก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุ 19-21 วันหลังออกใหม่ (ทวีศักดิ์ ภูหล้า, 2540) นอกจากนี้ภายหลังการเก็บเกี่ยวควรทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพที่เหมาะสมจะสามารถรักษาคุณภาพของข้าวโพดหวานได้ (Garwood et al., 1976) สาเหตุการสูญเสียของผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยว ส่วนหนึ่งมาจากความร้อนสะสมที่อยู่ในผลผลิตระหว่างที่อยู่ในแปลงปลูกก่อนการเก็บเกี่ยว (field heat) วิธีการแก้ไขทำได้โดยการลดอุณหภูมิ (precooling) ผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยวให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว (दनัย บุญยเกียรติ และ นิธิยา รัตนานนท์, 2535) หลักการลดอุณหภูมินี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดอัตราการหายใจของผลผลิต ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพ ป้องกันการเหี่ยวและสูญเสียน้ำของผลผลิต ชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีผิวและสามารถชะลอการเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียได้ (ปิยะวัติ บุญ-หลง, ชัชวาล ตันชกิตติ และประสงค์ อิงสุวรรณ, 2531) โดยการลดอุณหภูมิสามารถทำได้หลายวิธี เช่น hydrocooling, contact icing

vacuum cooling และ forced air cooling สำหรับการลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์โดยวิธี hydrocooling เป็นวิธีการลดอุณหภูมิโดยอาศัยน้ำเย็นเป็นตัวกลางในการลดความร้อนจากผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิให้ต่ำลงได้อย่างรวดเร็ว สะดวก ง่าย และมีประสิทธิภาพเพราะน้ำมีความจุความร้อนสูงกว่าอากาศ ซึ่งการลดอุณหภูมิด้วยวิธีนี้อาจทำได้โดยให้ผลิตภัณฑ์เคลื่อนที่ผ่านใต้หัวฉีดน้ำเย็นหรือจุ่มลงในน้ำเย็นแล้วยกขึ้นเมื่ออุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ลดลงตามที่ต้องการ โดยทั่วไปมีผักและผลไม้หลายชนิดที่นิยมลดอุณหภูมิโดยใช้วิธี hydrocooling เช่น หน่อไม้ฝรั่ง แครอท ห่อ ข้าวโพดหวาน และแตงเทศ เป็นต้น (อ้างถึงใน สายชล เกตุษา, 2528)

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อหาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ (hydrocooling) เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวานและศึกษาผลการลดอุณหภูมิด้วยน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของข้าวโพดหวาน

แผนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย

1. การศึกษาเพื่อหาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ
2. การศึกษาผลของการลดอุณหภูมิด้วยน้ำในข้าวโพดหวานที่มีต่อการทำงานของ ADP-Glucose pyrophosphorylase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทต่อการสร้างแป้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวานมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* Linn. var. *saccharata*

ข้าวโพดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่จัดอยู่ในวงศ์ Poaceae ข้าวโพดเป็นพืชล้มลุกที่มีช่อดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่คนละตำแหน่งในต้นเดียวกัน (monoecious annual) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ 1 ใน 3 ของธัญพืชที่มนุษย์ใช้ในการบริโภค โดยการนำส่วนของเมล็ดมาใช้ประโยชน์ ข้าวโพดหวานเป็นข้าวโพดที่มีกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้งในเมล็ดเกิดไม่สมบูรณ์เนื่องจากมี mutant gene บนโครโมโซมแท่งที่ 4 คือเปลี่ยนจากยีนเด่น (*sugary gene*, Su) มาเป็นยีนด้อย su การเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้งจึงมีประสิทธิภาพต่ำและมีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลในเมล็ดมีมากเมื่อเทียบกับข้าวโพดชนิดอื่น ยีนด้อย su จะมีผลในการเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ ADP-glucose pyrophosphorylase (ADP-Glc PPiase) ในขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์ในกลุ่ม starch hydrolytic ได้แก่ amylase, α -amylase และ pullulanase จะลดลงในช่วง 20 วันภายหลังการออกไหมซึ่งมีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสและโพลีแซคคาไรด์ที่ละลายน้ำได้เพิ่มมากขึ้น (Kaukis และ Haunold, 1966) Evensen และ Boyer (1986) พบว่า เมล็ดข้าวโพดหวานจะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 2-3 เท่าของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเมล็ดข้าวโพดไร่ โดยเป็นน้ำตาลซูโครสประมาณ 60 % มีน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าข้าวโพดไร่ถึง 5 เท่า และมีปริมาณโพลีแซคคาไรด์ที่ละลายน้ำได้ (water soluble polysaccharide, WSP) มากกว่าข้าวโพดไร่ 8-10 เท่า (Courter และคณะ, 1988)

ความสำคัญทางเศรษฐกิจของข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวานเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากนอกจากการใช้รับประทานฝักสดแล้วยังมีการแปรรูปบรรจุกระป๋องสำหรับบริโภคภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศด้วย ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปบรรจุกระป๋องมีความต้องการข้าวโพดหวานฝักสดเพิ่มมากขึ้นเพื่อแปรรูปเป็นครีมข้าวโพดหวาน (cream style corn) เมล็ดข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง (whole kernel corn) และข้าวโพดหวานแช่แข็ง (frozen corn on cob) ซึ่งเป็นสินค้าส่งออกที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น การส่งออกข้าวโพดหวานนั้นจะส่งออกทั้งในรูปข้าวโพดหวานแช่แข็งและการแปรรูปบรรจุกระป๋อง (ทวีศักดิ์ ภูหล้า, 2540) มีรายงานพบว่า

ข้าวโพดหวานเป็นพืชผักอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าการส่งออกเป็นอันดับสองรองจากข้าวโพดฝักอ่อน โดยมีความต้องการของโรงงานในแต่ละปีมากกว่า 235,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าวัตถุดิบมากกว่า 700 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2545 ประเทศไทยส่งออกข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องเป็นปริมาณ 57,443 ตัน และส่งออกข้าวโพดหวานแช่แข็งปริมาณ 1,181 ตัน รวมส่งออก 58,624 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,633.5 ล้านบาท ส่งออกเป็นอันดับที่ 4 ของโลก โดยในปีการเพาะปลูก 2545-2546 พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 207,625 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 1,775 กิโลกรัม/ไร่ (โชคชัย เอกทัศนาวรรณ และคณะ, 2547) แหล่งปลูกข้าวโพดหวานที่สำคัญของประเทศไทยได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี นครสวรรค์ สุโขทัย สระบุรี ราชบุรี ลำปาง เชียงใหม่ หนองคาย นครราชสีมา กระบี่ ชุมพร เป็นต้น โดยปัจจุบันมีโรงงานที่รับซื้อวัตถุดิบข้าวโพดหวานได้แก่ บริษัทริเวอร์แควอินเตอร์เนชั่นแนลฟู้ดอินดัสเทรียล จังหวัดกาญจนบุรี บริษัทภูกระดึงส่งเสริมการเกษตร (1990) จังหวัดเลย ห้างหุ้นส่วนจำกัดสหสยามฟาร์ม จังหวัดศรีสะเกษ (นรินทร์ สมบูรณ์สาร, 2539) สำหรับตลาดข้าวโพดหวานฝักสดได้มีการจำหน่ายภายในประเทศซึ่งได้แก่ การจำหน่ายฝักสดในตลาดทั่วไปและในตลาดซูเปอร์มาร์เก็ต นอกจากนี้ยังมีการนำมาต้ม บั๊ง และทำข้าวโพดหวานคลุกเนย ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ข้าวโพดหวานและทำให้ผู้บริโภคนิยมรับประทานข้าวโพดหวานเพิ่มมากขึ้น การส่งข้าวโพดหวานฝักสดไปยังตลาดต่างประเทศยังมีน้อยและเป็นเรื่องที่ยากเนื่องจากยังไม่มี การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่ดี โดยตลาดที่มีความเป็นไปได้ในการส่งออกได้แก่ มาเลเซีย สิงคโปร์ ใต้หวัน ฮองกงและญี่ปุ่น (ทวีศักดิ์ ภูหล้า, 2540)

คุณภาพของข้าวโพดหวาน

1. ความหวาน

ความหวานเป็นคุณภาพที่มีความสำคัญมาก โดยความหวานของข้าวโพดหวานจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลในเมล็ดและถูกควบคุมโดยการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาชีวเคมีของคาร์โบไฮเดรตในเมล็ดขณะที่เมล็ดกำลังเจริญเติบโต โดยทั่วไปปริมาณน้ำตาลซูโครสในข้าวโพดหวานจะมีผลกับความหวานมากกว่าปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสและกลูโคส ซึ่งยีนที่ควบคุมสายพันธุ์ของข้าวโพดหวานจะมีผลต่อปริมาณและชนิดของน้ำตาลในข้าวโพดหวานแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ (Evensen และ Boyer , 1986) ในข้าวโพดหวานที่มียีน *sugary-1* (su_1) จะมีปริมาณน้ำตาลซูโครส คิดเป็น 65.38 % ของน้ำตาลทั้งหมด และในข้าวโพดหวานที่มียีน *shrunk-2* (sh_2) จะมีปริมาณน้ำตาลซูโครสคิดเป็น 85.92 % ของน้ำตาลทั้งหมด และในข้าวโพดหวานที่มียีน sh_2 su_1 จะมีปริมาณน้ำตาลซูโครสคิดเป็น 75.82 % ของน้ำตาลทั้งหมด (Creech, 1965) Carey, Rhodes และ Dickinson (1982) พบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวิชั่น

เอนโดสเปิร์มของข้าวโพดหวานพิเศษสายพันธุ์ Illinois 667a ที่มีเอนโดสเปิร์ม sh_2 สูงกว่าในข้าวโพดหวานธรรมดา โดยมีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงเป็นอันดับหนึ่งคือ 40 % ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งสูงกว่าในข้าวโพดหวานธรรมดาถึง 2 เท่า รองลงมาคือน้ำตาลกลูโคส ส่วนน้ำตาลฟรุกโตสและมอลโตสมีปริมาณไม่คงที่ในแต่ละสายพันธุ์ ข้าวโพดหวานที่มีเอนโดสเปิร์ม sh_2 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (TSS) ต่ำแต่มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลซูโครสสูงกว่าข้าวโพดหวานที่มีเอนโดสเปิร์ม su ซึ่งมีปริมาณ TSS สูงกว่าข้าวโพดหวานที่มีเอนโดสเปิร์ม sh_2 ละอองวรรณ เหมจินดา (2530) รายงานว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลทั้งหมดในข้าวโพดหวานลูกผสม 27127 (sh_2 gene, ความชื้น 77.1 %) มีค่าเป็น 2.54 20.92 และ 23.36 % โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ และต่อมา รัชฎา ตั้งวงศ์ชัย (2537) รายงานว่า ข้าวโพดหวานพันธุ์ ATS-1 (ความชื้น 78.45 %) มีปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลทั้งหมดเป็น % ของน้ำหนักแห้งคือ 7.8 36.21 และ 44.01 ตามลำดับ นอกจากนี้ปัจจัยทางพันธุกรรมจะมีผลต่อปริมาณน้ำตาลในข้าวโพดหวานแล้ว อายุการเก็บเกี่ยว อุณหภูมิ และอายุการเก็บรักษารวมทั้งความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยเหล่านี้ต่างก็มีผลต่อปริมาณน้ำตาลในข้าวโพดหวานเช่นกัน

2. ความนุ่ม

ความนุ่มหรือคุณภาพในด้านเนื้อสัมผัสของข้าวโพดหวานเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบด้านต่างๆ ของเมล็ด เช่น ปริมาณและความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด ปริมาณโพลีแซคคาไรด์ที่ละลายน้ำได้ (Ferguson, Dickinson และ Rhodes, 1979) ปริมาณแป้งและคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ ที่พอเหมาะและความชื้นในเมล็ด (Wann, Brown และ Hill, 1971) ซึ่งมีผลต่อความนุ่ม โดยพบว่าข้าวโพดหวานที่มีโพลีแซคคาไรด์ที่ละลายน้ำได้ในปริมาณที่สูงจะทำให้อ่อนนุ่มมาก แต่ถ้ามีแป้งในปริมาณที่สูงคุณภาพความนุ่มก็จะลดลงด้วย โดยโพลีแซคคาไรด์ส่วนใหญ่ที่สะสมในเอนโดสเปิร์มของข้าวโพดหวานอยู่ในกลุ่มของ phytoglycogen ซึ่งเป็นสารตัวกลางในกระบวนการสังเคราะห์แป้งจากน้ำตาล สำหรับความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดก็มีผลต่อเนื้อสัมผัสของข้าวโพดหวาน โดยทั่วไปความหนาจะขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นของเซลล์ของเปลือกหุ้มเมล็ด พบว่าความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดจะลดลงเมื่อข้าวโพดแก่ (mature) แต่มีความต้านทานต่อแรงกดเพิ่มขึ้น ซึ่งความหนาและความต้านทานนี้ทำให้ข้าวโพดหวานมีความแตกต่างกันในด้านความนุ่มในแต่ละสายพันธุ์ (Ferguson, Dickinson และ Rhodes, 1979)

3. สีและกลิ่น

สีหรือรงควัตถุสีเหลืองในข้าวโพดหวานจัดเป็นสารประกอบแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ซึ่งประกอบด้วยสารที่สำคัญได้แก่ zeinoxanthin และ β -zeacarotene ซึ่ง β -zeacarotene มีคุณสมบัติเป็นวิตามินเอ (Lee, 1981) สำหรับกลิ่นของข้าวโพดหวานเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีเมื่อได้รับความร้อนขณะแปรรูป สารให้กลิ่นที่สำคัญของ

ข้าวโพดหวานได้แก่ dimethyl sulfide (DMS), hydrogen sulfide (H_2S), methanethiol, ethanethiol, acetaldehyde และ acetone (Flora และ Wiley; 1974) ซึ่งสารประกอบที่มีความสำคัญต่อกลิ่นของข้าวโพดหวานมากที่สุดคือ dimethyl sulfide และปริมาณของ dimethyl sulfide ในข้าวโพดหวานจะมีความแตกต่างกันตามสายพันธุ์ โดยในข้าวโพดหวานดิบจะไม่พบสารประกอบนี้แต่จะพบ s-methylmethionine sulfonium salt (MMS) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่สามารถเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบ dimethylsulfide ได้ เมื่อผ่านการแปรรูปหรือได้รับความร้อน (Bill และ Keenan, 1968) (Dignan และ Wiley, 1976)

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา

การนำข้าวโพดหวานมาบริโภคหรือแปรรูปให้มีคุณภาพดีจะต้องเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานในระยะที่เหมาะสมและนำไปบริโภคให้เร็วที่สุด เนื่องจากคุณภาพจะลดลงอย่างรวดเร็ว การเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานในระยะที่เหมาะสมอาจจะพิจารณาจากการนับจำนวนวันหลังการปลูก จำนวนวันหลังออกใหม่หรือการผสมเกสร แต่อายุที่ได้มักมีความไม่แน่นอนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของข้าวโพดหวานและสภาพแวดล้อมในการปลูก ถ้าอุณหภูมิสูงข้าวโพดหวานจะมีการเจริญเติบโตและพัฒนาอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำข้าวโพดหวานจะมีการเปลี่ยนแปลงในเมล็ดช้ากว่าปกติ นอกจากนี้สภาพแวดล้อมยังมีผลต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลซูโครสด้วย (Michaels และ Andrew, 1986) ข้าวโพดหวานที่เจริญเติบโตในเขตอบอุ่นจะมีปริมาณของน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำและปริมาณน้ำตาลซูโครสสูง ทั้งนี้การสะสมน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลซูโครสยังขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของข้าวโพดหวานด้วย โดยในระหว่างการพัฒนาเมล็ดของข้าวโพดหวานจะมีปริมาณโพลีแซคคาไรด์ที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ในขณะที่ปริมาณน้ำตาลและความชื้นค่อยๆ ลดลง โดยน้ำตาลจะถูกเปลี่ยนเป็นแป้งอย่างช้าๆ เมล็ดข้าวโพดหวานที่ยังอ่อนจะมีปริมาณของน้ำตาลสูงและมีการสะสมแป้งในปริมาณที่น้อย น้ำตาลรีดิวซ์จะมีปริมาณสูงที่สุดในระยะแรกของการพัฒนาเมล็ด หลังจากนั้นจะลดลง ส่วนน้ำตาลซูโครสจะเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วในช่วง 15 วันหลังการผสมเกสร แล้วค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ จนเมล็ดแก่เต็มที่ (Doehlert และคณะ, 1993) โดยทั่วไปจะทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานที่มีอายุ 19-21 วัน หลังจากการออกใหม่เพราะเป็นช่วงที่เมล็ดมีความเต่ง เปลือกเมล็ดไม่หนาเกินไปหรืออยู่ในช่วงที่เรียกว่าระยะน้ำนม Ferguson และคณะ (1979) พบว่าข้าวโพดหวานจะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดสูงที่สุดเมื่ออายุ 19 วันหลังออกใหม่ นอกจากนี้ Wann, Brown และ Hills (1971) ยังพบว่าข้าวโพดหวานที่มียีน sh_2 จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและมีความชื้นในฝักสูงสุดเมื่อข้าวโพดหวานมีอายุ 20 วันหลังการออกใหม่

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าวโพดหวาน

1. โมโนแซคคาไรด์และไดแซคคาไรด์ (Monosaccharide and Disaccharide)

โมโนแซคคาไรด์และไดแซคคาไรด์เป็นคาร์โบไฮเดรตที่พบมากที่สุด ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตสและซูโครส แต่ต่อมาพบว่ามือน้ำตาลมอลโตสในข้าวโพดหวานที่มียีน *su* และ *se* ด้วย (ทวิคคิตี ภูหล้า, 2540), (Carey, Rhodes และ Dickinson, 1982) น้ำตาลที่มีผลต่อความหวานของข้าวโพดหวานคือน้ำตาลซูโครสและฟรุคโตส ในช่วงการพัฒนาระยะเริ่มต้นปริมาณซูโครสในแอนโดสเปิร์มจะเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วและเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในช่วงวันที่ 15 หลังการผสมเกสร (Michaels และ Andrew, 1986) เมล็ดที่เจริญเต็มที่จะมีปริมาณโพลีแซคคาไรด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและปริมาณน้ำตาลจะลดลง โดยปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเมล็ดจะเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเมล็ดมีอายุประมาณ 15 วันหลังการผสมเกสร ต่อมาจะลดลงอย่างรวดเร็วในระยะเริ่มต้นและจะค่อยๆ ลดลงไปเรื่อยๆ อย่างไรก็ตามปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในขณะปลูกด้วย (Doehlert และคณะ, 1993) น้ำตาลซูโครสเป็นสารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงแล้วเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่างๆ โดยเฉพาะส่วนที่มีการสะสมอาหาร เช่น เมล็ด จากนั้นน้ำตาลซูโครสจะถูกเปลี่ยนโดยเอนไซม์ invertase ได้เป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส ตรงบริเวณ placento-chalazal tissue ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่าง pedicel และ transfer cell (specialized cell) ของ basal endosperm หลังจากนั้นจะเคลื่อนย้ายผ่าน transfer cell เข้าไปในแอนโดสเปิร์ม จากนั้นน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสจะถูกสังเคราะห์เป็นน้ำตาลซูโครสได้อย่างรวดเร็ว (Avigad และ Dey, 1997)

2. โพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide)

โพลีแซคคาไรด์ในข้าวโพดหวานแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ แป้ง (starch) และ phyto glycogen โดยในกลุ่มของแป้งจะมีแป้ง 2 ชนิดคือ amylose และ amylopectin ซึ่งมีความแตกต่างกันในเรื่องของโครงสร้าง โดย amylose จะประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะ glycosidic bond ที่ตำแหน่ง α -(1,4) มีขนาด 200-2,000 หน่วยกลูโคส ละลายน้ำได้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับ amylopectin ส่วน amylopectin จะประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะ glycosidic bond ที่ตำแหน่ง α -1,4 และจะมีการแตกกิ่งก้านที่ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งจะต่อกันด้วยพันธะ α -(1,6) มีขนาดมากกว่า 10,000 หน่วยกลูโคสและละลายน้ำได้ดี (กล้าณรงค์ ศรีรอด, 2543) แป้งในข้าวโพดหวานส่วนมากจะเป็น amylose โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวโพดหวานที่มียีน amylose extender อาจจะมี amylose สูงถึง 85 % ของแป้งทั้งหมด สำหรับแป้งที่เป็น amylopectin มีเฉพาะในข้าวโพดหวานที่มียีน *wx* เท่านั้น (Boyer

และ Preiss, 1981) เอนไซม์ที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แป้งในข้าวโพดหวานคือ starch synthase และ ADP-Glc-starch synthase (Ou-Lee และ Setter, 1985) หลังจากที่เมล็ดข้าวโพดหวานเจริญเติบโตเต็มที่แล้วประมาณวันที่ 15-21 หลังการผสมเกสร ปริมาณแป้งจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณแป้งจะเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกันคือ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงในขณะที่ปริมาณแป้งจะเพิ่มขึ้น (Early, 1952) สำหรับ WSP ซึ่งส่วนใหญ่เป็น phytoglycogen เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับ glycogen ในสัตว์ จัดเป็นสารประกอบ α -(1,4)(1,6)-glucan ที่มีโครงสร้างเป็นกิ่งก้านสาขามากมายคล้ายกับ amylopectin (Matheson, 1975) (Pan และ Nelson, 1984) โดยพบว่าในช่วง 23 วันหลังการผสมเกสรจะมีการสร้าง α -(1,4)(1,6)-glucan มาก เนื่องจากมีการทำงานของ α -(1,6)-glucosidase สูงสุดในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งพบ water soluble polysaccharide มากที่สุดในข้าวโพดหวาน su1 โดยยีนด้อยนี้จะมีผลในการเพิ่ม กิจกรรมของเอนไซม์ starch-debranching (Boyer และ Preiss, 1981) ดังนั้นจึงไม่เกิดกระบวนการสร้างแป้งใน amyloplast และส่งผลให้มีการสะสม WSP เพิ่มขึ้น (Boyer, Daniels และ Shannon, 1977)

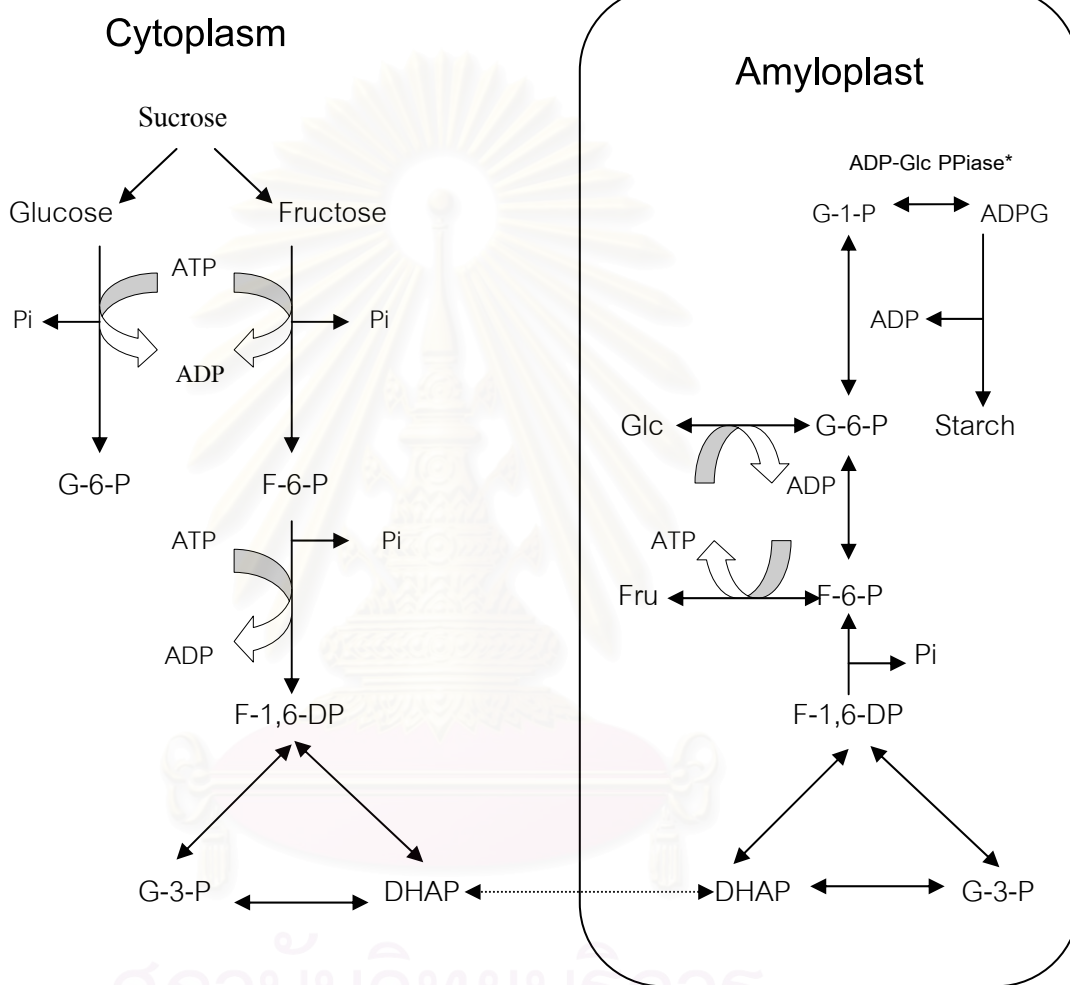
การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว

ยีนที่มีผลต่อการสะสมแป้งและน้ำตาลในเมล็ดข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 และ Insee 2 ที่ทำการศึกษาคือยีน *shrunken-2* (*sh2*) ยีน *sh* พบบนโครโมโซมคู่ที่ 3 ของข้าวโพด (Wann, Brown และ Hills, 1971) ข้าวโพดหวานที่มี *sh2* จะรักษาปริมาณน้ำตาลภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ดีกว่าข้าวโพดหวาน *su* ในข้าวโพดหวานที่มียีนด้อย *sh2* จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ ADP-Glc PPiase ลดต่ำลงซึ่งเอนไซม์ ADP-Glc PPiase เป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญโดยมีหน้าที่เปลี่ยน glucose-1-phosphate ไปเป็น ADP-glucose ซึ่งจะเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์แป้ง (รูปที่ 1) โดย ADP-glucose ที่ได้จะถูกนำไปต่อเป็นสายโพลีแซคคาไรด์ โดยมีเอนไซม์ starch synthetase ทำหน้าที่เชื่อมหน่วยกลูโคสเข้ากับปลาย non-reducing end ของ amylose และ amylopectin (Nelson และ Pan, 1995) การศึกษาการทำงานของเอนไซม์ ADP-Glc PPiase ในปฏิกิริยาของการสร้างแป้งในข้าวโพดที่กำลังพัฒนา พบว่าสามารถวัดการทำงานของเอนไซม์ได้ในช่วงระยะเวลาเดียวกันกับที่เมล็ดเริ่มมีการสะสมแป้งมากขึ้น โดยในการทำงานนี้จะเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการสะสมแป้งที่เกิดขึ้น (Tsai, Salamini และ Nelson, 1970) ในข้าวโพดหวานมีรายงานว่าในช่วงเวลาพบค่าการทำงานของเอนไซม์ ADP-Glc PPiase จะเพิ่มสูงขึ้นซึ่งสัมพันธ์กับการสร้างแป้งและการสลายน้ำตาลซูโครสที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว นอกจากนี้ ยังพบว่าการทำงานของเอนไซม์ sucrose synthase จะลดลงในช่วงเวลารุ่งเข้าด้วย แสดงให้เห็นว่าการลำเลียงน้ำตาลซูโครสไปยังเมล็ดข้าวโพดหวานนั้นลดลงตั้งแต่วิทยายุกลางคืน (Masuda, Yamashita และ Kaneko, 1997) Deak และคณะ (1987) รายงานว่าการ

ชะลอการสูญเสียของน้ำตาลซูโครสและการสร้างแป้งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวาน ฝักสดได้

ผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวมักมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศหรือสภาพแวดล้อมขณะทำการเก็บเกี่ยว (दनัย บุญยเกียรติ และ นิธิยา รัตนานนท์, 2535) อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะเร่งกระบวนการเมตาบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์ของผลิตผลให้เกิดเร็วขึ้น เช่น การสลายน้ำตาลไปใช้ในกระบวนการหายใจ (รูปที่ 2) ดังนั้นการลดอุณหภูมิของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวจะทำให้กระบวนการดังกล่าวเกิดได้ช้าลง (ปิยะวัติ บุญ-หลง และคณะ, 2531) เนื่องจากผลิตผลทุกชนิดที่เก็บเกี่ยวมายังมีชีวิตหรือมีการหายใจ ซึ่งการหายใจเป็นการใช้พลังงานจากอาหารที่สะสมได้ในกระบวนการหายใจนี้จะทำให้มีความร้อนเกิดขึ้นอีกด้วย ซึ่งเรียกว่าความร้อนจากการหายใจ (respiration heat, vital heat) ผลิตผลที่มีอัตราการหายใจสูงจะเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีบางประการของผลิตผล นอกจากนี้ในผลิตผลยังมีความร้อนที่ติดมาจากแปลงปลูก (field heat) ที่มีผลเร่งให้เกิดการหายใจที่สูงขึ้นอีก (Damen, 1984) ดังนั้นหากต้องการยืดอายุการเก็บผลิตผลเพื่อคงคุณภาพที่ดี สิ่งสำคัญคือจะต้องลดการหายใจให้ต่ำที่สุด

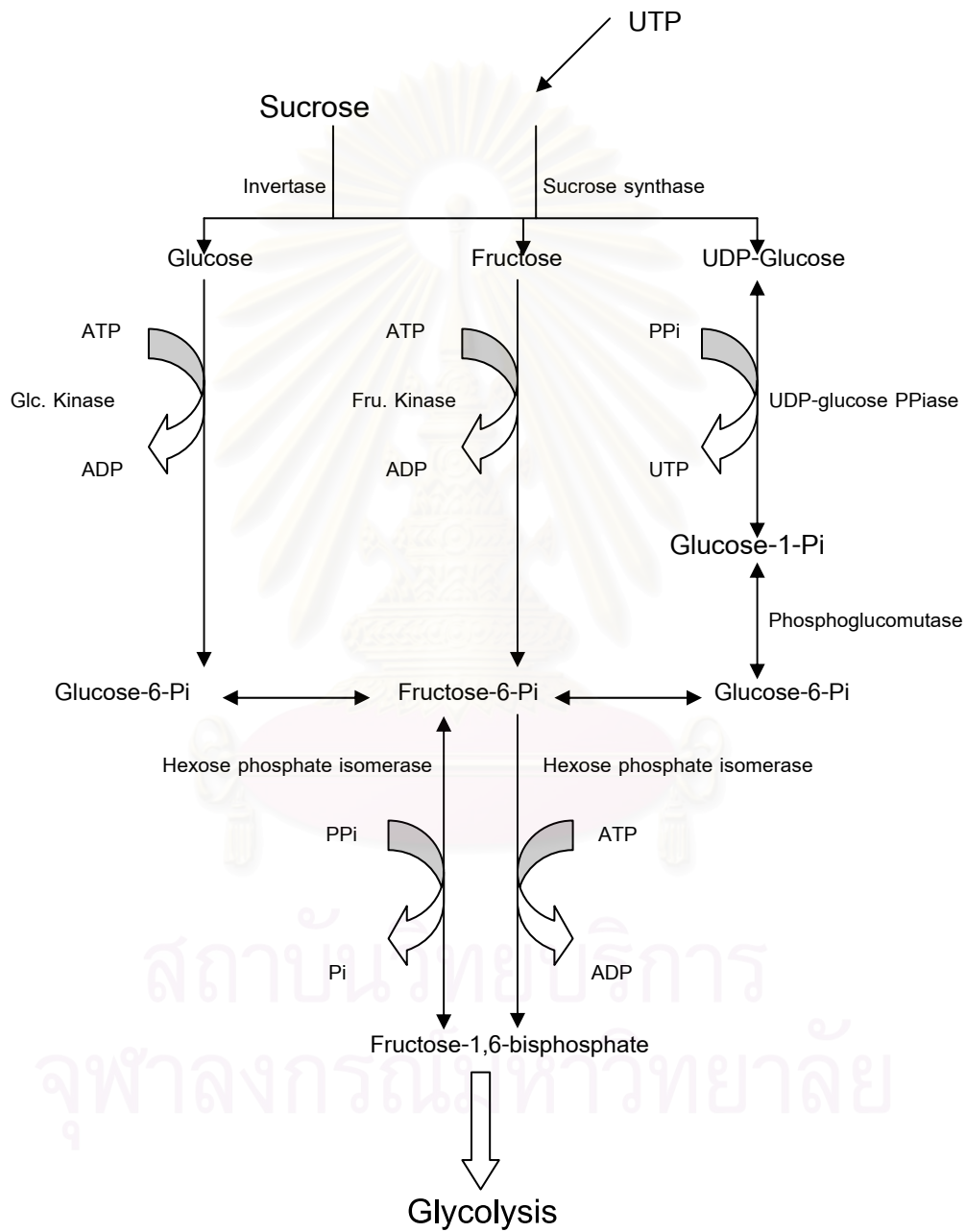
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ADPG : ADP-Glucose

*ADP-glucose pyrophosphorylase

รูปที่ 1 กระบวนการสังเคราะห์แป้ง (ดัดแปลงจาก Shannon และ Garwood, 1984)



รูปที่ 2 กระบวนการสลายน้ำตาลเพื่อใช้ในกระบวนการหายใจ
(ดัดแปลงจาก Taiz and Zeiger, 1998)

แนวทางการยืดอายุการเก็บรักษาและชะลอการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว

การลดอุณหภูมิของผลิตผลให้ต่ำลงจนถึงระดับอุณหภูมิของห้องเย็นอย่างรวดเร็วมีความสำคัญสำหรับผักและผลไม้ที่เสียได้ง่ายหรือมีอัตราการหายใจสูง เช่น สตรอเบอรี่ บรอกโคลี และข้าวโพดหวาน เป็นต้น (อ้างถึงใน สายชล เกตุษา, 2528) การลดอุณหภูมิของผลิตผลให้เย็นลงอย่างรวดเร็วสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสัมผัสโดยตรงกับอากาศเย็น น้ำเย็น น้ำแข็งหรือการทำให้น้ำระเหยจากผลิตผล การเลือกวิธีการลดอุณหภูมิจะขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผล อุณหภูมิที่ต้องการลดและความสามารถของผลิตผล รวมทั้งอุปกรณ์และเครื่องมือที่มีสำหรับใช้ในการลดอุณหภูมิ

Hydrocooling

การลดอุณหภูมิด้วยน้ำเป็นวิธีการลดอุณหภูมิวิธีหนึ่ง ที่สามารถลดอุณหภูมิของผลิตผลให้ต่ำลงได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เพราะน้ำมีความจุความร้อน (heat capacity) สูงกว่าอากาศ การลดอุณหภูมิด้วยวิธีนี้อาจทำได้โดยให้ผลิตผลเคลื่อนที่ผ่านใต้หัวฉีดน้ำเย็น หรือจุ่มลงในน้ำเย็น ซึ่งน้ำเย็นที่ใช้ต้องมีอุณหภูมิและอัตราการไหลที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีข้อจำกัดที่สามารถใช้ได้กับผลิตผลบางชนิดที่เปียกน้ำได้โดยไม่เกิดความเสียหายเท่านั้น นอกจากนี้ภาชนะบรรจุที่ใช้ก็ต้องทนน้ำได้ดี (Seymour และคณะ, 1981) เช่น ลังพลาสติก ลังไม้ การลดอุณหภูมิด้วยน้ำอาจมีการเติมคลอรีนลงไปเพื่อให้น้ำสะอาดและปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียได้ (Reina, Fleming และ Humphries, 1995) อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ต้องไม่ต่ำเกินไปจนทำให้เกิดความเสียหายกับผลิตผล โดยทั่วไปมักจะนิยมใช้น้ำเย็นที่มีอุณหภูมิประมาณ 0 °C Rodriguez และคณะ (1997) พบว่าการลดอุณหภูมิในกล้วย ด้วยวิธี hydrocooling ที่ใช้เวลาสั้นกว่า 10 นาที ที่อุณหภูมิ 0-10 °C จะทำให้เกิดอาการ chilling injury ในส่วนเนื้อได้ ซึ่งพบว่ามีผักและผลไม้หลายชนิดที่นิยมลดอุณหภูมิด้วยการใช้น้ำเย็น เช่น หน่อไม้ฝรั่ง แครอท แตงเทศ ท้อ ข้าวโพดหวานและคื่นฉ่าย เป็นต้น (อ้างถึงใน สายชล เกตุษา, 2528)

การศึกษากการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นผสมคลอรีนในหน่อไม้ฝรั่ง พบว่าสามารถลดการเน่าเสียและช่วยรักษาสุขภาพของหน่อไม้ฝรั่ง รวมทั้งลดการสูญเสียน้ำหนักสดได้ (เย็นจิตต์ ปิยะแสงทอง, 2535) Oosthuysen และคณะ (1997) พบว่าการลดอุณหภูมิมะม่วงด้วยวิธี hydrocooling ที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง จะทำให้มะม่วงคงคุณภาพดีกว่ามะม่วงที่ไม่ได้รับการลดอุณหภูมิ ซึ่งการลดอุณหภูมิด้วยวิธี hydrocooling เป็นวิธีที่ลดอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็วและจากการศึกษาในมะเขือเทศพบว่าการลดอุณหภูมิด้วยวิธี hydrocooling จะใช้เวลาสั้นกว่าการลดอุณหภูมิด้วยวิธี forced air cooling และยังช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสดได้ดีกว่า (Kaynas และ

Sivritepe, 1995) จากการศึกษานี้ของ Osman และ Mustaffa (1993) พบว่าการลดอุณหภูมิโดยวิธี hydrocooling ในมะเฟือง (carambola) พันธุ์ B10 จะช่วยลดการสูญเสียและรักษาความสดได้ดีกว่าการลดอุณหภูมิด้วยวิธีอื่นๆ นอกจากนี้การลดอุณหภูมิด้วยวิธีนี้ยังใช้ได้กับผักซึ่งจะช่วยให้ผักคงความสด (freshness) ได้ดี วิษณุ นิยมเหล่า (2541) พบว่าการลดอุณหภูมิผักคะน้า โดยใช้วิธี hydrocooling ที่อุณหภูมิ 5 °C จะช่วยรักษาคุณภาพของผักคะน้าในด้านต่างๆ ได้เช่น การเปลี่ยนแปลงสี การสูญเสียน้ำหนักสด การสูญเสียวิตามินซีและการเกิดเส้นใย นอกจากนี้การลดอุณหภูมิในบรอดโคลีโดยวิธี hydrocooling มีผลในการลดการสูญเสียของคลอโรฟิลล์ได้ (Toivonen, 1997)

การทำ hydrocooling สามารถทำได้หลายแบบได้แก่

Flooding เป็นการปล่อยให้ให้น้ำเย็นไหลผ่านผลผลิตที่บรรจุในภาชนะเรียบร้อยแล้ว ซึ่งเคลื่อนที่ไปตามสายพานหรือรางเลื่อนผ่านกระแสน้ำที่เป็นแบบ cooling water tunnel

Spraying เป็นการพ่นน้ำเย็นออกมาจากด้านบนเป็นน้ำฝอยๆหรืออาจเป็น tunnel

Immersion เป็นวิธีการจุ่มภาชนะที่บรรจุผลผลิตแล้วลงในถังน้ำเย็นซึ่งอาจเป็น bulk type cooler หรือเป็นถังน้ำแช่น้ำแข็งก็ได้

การทำ hydrocooling ได้ผลดีกว่าวิธีการอื่นเนื่องจากสามารถลดอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็ว โดยการลดอุณหภูมิภายหลังการเก็บเกี่ยวจะสามารถช่วยรักษาคุณภาพของข้าวโพดหวานไว้ได้นานขึ้น โดยทั่วไปข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำจะมีปริมาณน้ำตาลลดลง 3 เท่า เมื่อเทียบกับข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิในช่วงเวลา 30 ชั่วโมงแรก ซึ่งการลดอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดหวานคือการทำ hydrocooling โดยใช้อุณหภูมิน้ำประมาณ 0-1 °C (วิษณุ นิยมเหล่า, 2542) การศึกษาของลพ ภวภูตานนท์ (2526) พบว่าการทำ hydrocooling ในข้าวโพดหวานโดยใช้อุณหภูมิต่ำ 4 °C จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ 14 วัน และคงสภาพความสดได้ นอกจากนี้ เบญจวรรณ ชูติชูเดช (2528) พบว่าการทำ hydrocooling กับข้าวโพดหวาน หลังการเก็บเกี่ยว 0 1 และ 2 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อปริมาณ total soluble solids

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

อุณหภูมิต่ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ผลผลิตมีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอปฏิกิริยาเคมีหรือเมตาบอลิซึมภายในเซลล์พืชให้เกิดช้าลง เช่น ชะลอการหายใจ (Peiris, Mallon และ Kays, 1997) ชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ ลดการทำงานของเอนไซม์ chlorophyllase ลดการสูญเสียวิตามินซี (Mohdson และคณะ, 1994) ชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล ชะลอการสุกของผลไม้และช่วยรักษาความสดได้ นอกจากนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำยังช่วยลดการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยทั่วไปควรเก็บผลผลิตไว้ที่

อุณหภูมิเหนือจุดเยือกแข็งของผลิตภัณฑ์เล็กน้อย ยกเว้นผลผลิตในเขตร้อนที่ควรจะต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 10-15 °C เพราะอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปจะทำให้ผลผลิตเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ซึ่งสาเหตุของการเกิดอาการอาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์หรือเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์บางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง ทำให้การทำงานของเยื่อหุ้มนั้นผิดปกติไปและการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆ ก็จะเสื่อมลง ทำให้ substrate มีโอกาสสัมผัสกับเอนไซม์ไม่ได้โดยขาดการควบคุม (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544 อ้างถึงใน จินตนา จันท์เจริญฤทธิ์, 2545)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

1. พืชทดลอง

ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 จาก บริษัทแปซิฟิคเมล็ดพันธุ์จำกัด และ Insee 2 จาก ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 20 วัน หลังการออกใหม่ ทำการศึกษาข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์ ใน 3 ฤดูคือ ฤดูร้อน (เดือนมีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม) ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) โดยคัดเลือกฝักที่มีความสม่ำเสมอ ไม่มีตำหนิที่เกิดจากการเข้าทำลายของโรคและแมลง ตัดแต่งฝักให้เหลือเปลือกหุ้มประมาณ 5 ชั้น

2. วัสดุอุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์

ถังน้ำควบคุมอุณหภูมิ

ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Growth chamber)

เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

เครื่อง Gas chromatography (Shimadzu รุ่น GC-8A)

เครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ (Refrigerated centrifuge)

เครื่องปั่นเหวี่ยง (Micro centrifuge)

ตู้อบ (Oven)

เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง

เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 5 ตำแหน่ง

เครื่องเขย่าผสมสาร (Vortex mixer)

แท่นให้ความร้อน (Hot plate)

เครื่องวัดปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) (Hand refractometer รุ่น N-1E)

Centrifuge tube screw cap ขนาด 50 มิลลิเมตร

หลอด micro centrifuge

Desicator

ขวดโหลแก้วขนาด 3.50 มิลลิลิตร
 ขวดแก้ว 20 มิลลิลิตรพร้อมจุกยาง
 กระบอกฉีดยาและเข็มฉีดยา (Syringe and needle)
 Petridish
 ปีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร
 กระบอกตวง
 ไมโครปิเปตและทีป (Micropipette and tip)
 เทอร์โมมิเตอร์
 โกร่งบด
 กระจกครอบ
 นาฬิกาจับเวลา
 กล้องถ่ายภาพ

2.2 สารเคมี

Saturated NaCl (ใช้ในการเก็บตัวอย่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์), 80 % Ethanol
 Copper reagents ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, Rochelle salt, NaOH, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, Na_2SO_4), Nelson reagents ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, Conc. H_2SO_4 , $\text{NaHASO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), 5 % Phenol, Conc. H_2SO_4 , 52 % (v/v) Perchloric acid, Anthrone reagent (0.2 % (w/v) in 95 % of cold H_2SO_4), Tris-HCl, EDTA, MgCl_2 , ATP, β -mercaptoethanol, ADP-Glucose, Sodium pyrophosphate, NADP, Glycerol, Ammonium sulfate, Phosphoglucosmutase, Glucose-6-P dehydrogenase

วิธีการทดลอง

1. การศึกษาเพื่อหาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ
 - 1.1 ลดอุณหภูมิข้าวโพดหวานด้วยน้ำ โดยนำข้าวโพดหวานมาจุ่มน้ำที่อุณหภูมิห้อง 5 ± 1 °C และ 0 ± 1 °C โดยใช้เวลาในการจุ่มน้ำแต่ละอุณหภูมิแตกต่างกันดังนี้

- 1.1.1 ข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ แต่นำไปเก็บที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 10 °C ทันทีภายหลังการคัสดขนาด
- 1.1.2 จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง ใช้ระยะเวลาในการจุ่มนาน 30 นาที
- 1.1.3 จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง ใช้ระยะเวลาในการจุ่มนาน 45 นาที
- 1.1.4 จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง ใช้ระยะเวลาในการจุ่มนาน 60 นาที
- 1.1.5 จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5±1 °C ใช้ระยะเวลาในการจุ่มนาน 30 นาที
- 1.1.6 จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5±1 °C ใช้ระยะเวลาในการจุ่มนาน 45 นาที
- 1.1.7 จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5±1 °C ใช้ระยะเวลาในการจุ่มนาน 60 นาที
- 1.1.8 จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0±1 °C ใช้ระยะเวลาในการจุ่มนาน 30 นาที
- 1.1.9 จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0±1 °C ใช้ระยะเวลาในการจุ่มนาน 45 นาที
- 1.1.10 จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0±1 °C ใช้ระยะเวลาในการจุ่มนาน 60 นาที

เก็บรักษาข้าวโพดหวานที่ได้จากข้อ 1.1. ในถุงพลาสติกเจาะรู จากนั้นนำไปเก็บไว้ที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 10 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 95 % บันทึกผลการทดลองในวันที่ 0 2 4 6 และ 8 ของการเก็บรักษา โดยบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาต่างๆ ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ปริมาณ Total soluble solids (TSS) ปริมาณความชื้นของเมล็ด อัตราการหายใจ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด น้ำตาลรีดิวิซ์ น้ำตาลซูโครส และปริมาณแป้ง

1.2 วัดอัตราการสูญเสียน้ำหนักสด

ชั่งน้ำหนักข้าวโพดหวานในแต่ละชุดการทดลองด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง แล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

1.3 วัดปริมาณ Total soluble solid (TSS)

ชั่งตัวอย่างข้าวโพดหวานประมาณ 10 กรัม บดให้ละเอียดแล้วนำมาคั้น เอาส่วนของน้ำ ใส่ลงในหลอด microcentrifuge ทำการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง microcentrifuge เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำสารละลายส่วนใสมาหยดลงบน hand refractometer อ่านค่าที่ได้เป็นองศาบริกซ์

1.4 วัดปริมาณความชื้นของเมล็ด (A.O.A.C., 1995)

ชั่งตัวอย่างข้าวโพดหวานประมาณ 5 กรัม ใส่ใน petridish ซึ่งอบแห้งและทราบน้ำหนักแล้ว จากนั้นนำไปอบในตู้อบโดยควบคุมอุณหภูมิ 100 ± 2 °C นาน 15 ชั่วโมงแล้วทำให้เย็นใน desicator และนำไปชั่งน้ำหนัก คำนวณความชื้นจากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

1.5 วัดอัตราการหายใจ

นำข้าวโพดหวานที่ผ่านการชั่งน้ำหนักแล้วเก็บในขวดแก้วปิดสนิทที่มีปริมาตร 3.5 ลิตรเป็นเวลา 45 นาที ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 25 °C) แล้วเก็บตัวอย่างแก๊สภายในขวดแก้ว โดยใช้เข็มและหลอดฉีดยา แล้วเก็บแทนที่น้ำเกลือในขวดแก้ว 20 มิลลิลิตร นำไปตรวจวัดปริมาณ CO₂ ด้วยเครื่อง Gas chromatography ยี่ห้อ SHIMUDZU รุ่น GC-8A สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแก๊ส CO₂ ที่มีสภาวะการวิเคราะห์ดังนี้

Column	Porapack Q
Column temperature	50 องศาเซลเซียส
Injection temperature	100 องศาเซลเซียส
Detector	TCD
Carrier gas	Helium

อ่านค่าปริมาณ CO₂ ที่ได้จากเครื่อง คำนวณอัตราการหายใจได้จากปริมาณ CO₂ ที่อ่านได้ (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

1.6 วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

1.7 วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

1.8 วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลซูโครส

คำนวณได้จาก

$$\text{ปริมาณน้ำตาลซูโครส} = \text{ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด} - \text{ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์} \quad (\text{Creech, 1965})$$

1.9 วิเคราะห์ปริมาณแป้ง (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

2. การศึกษาแอกติวิตีของ ADP-Glucose pyrophosphorylase ในชุดการทดลองที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของข้าวโพดหวานได้

- 2.1 เลือกชุดการทดลองที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของข้าวโพดหวานได้ดี โดยให้ชุดการทดลองที่ไม่ได้รับการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเป็นชุดการทดลองควบคุม
- 2.2 การศึกษาแอกติวิตีของ ADP-Glucose pyrophosphorylase ในข้าวโพดหวาน
 - เก็บตัวอย่างข้าวโพดหวานโดยชั่งน้ำหนักสดประมาณ 1 กรัม นำไปแช่ลงในไนโตรเจนเหลวทันทีและรวบรวมตัวอย่างเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่มีอุณหภูมิ -70°C
 - เมื่อรวบรวมตัวอย่างได้ครบแล้ว ทำการวิเคราะห์แอกติวิตีของเอนไซม์ โดยใช้วิธีที่ดัดแปลงมาจาก วิธีของ Joaquin Espada (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

3. การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์สถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. การหาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 และ Insee 2 ด้วยน้ำ

1.1. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

จากการทดลองพบว่า ในฤดูร้อน ข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์ มีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นโดยมีแนวโน้มว่า การลดอุณหภูมิด้วยน้ำจะทำให้ข้าวโพดหวานมีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ (ตารางที่ 1 และ 2 รูปที่ 3 และ 4) ในฤดูฝน พบว่าข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ทุกชุดการทดลองมีการสูญเสียน้ำหนักสดใกล้เคียงกัน แต่ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 พบว่าในวันที่ 4 ถึง 8 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 60 นาที มีการสูญเสียน้ำหนักสดสูงสุด (ตารางที่ 3 และ 4 รูปที่ 5 และ 6) ในฤดูหนาวพบว่า ข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์ มีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นโดยมีแนวโน้มว่า การลดอุณหภูมิด้วยน้ำจะทำให้ข้าวโพดหวานมีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเช่นเดียวกับในฤดูร้อน (ตารางที่ 5 และ 6 รูปที่ 7 และ 8)

1.2. การเปลี่ยนแปลงความชื้น

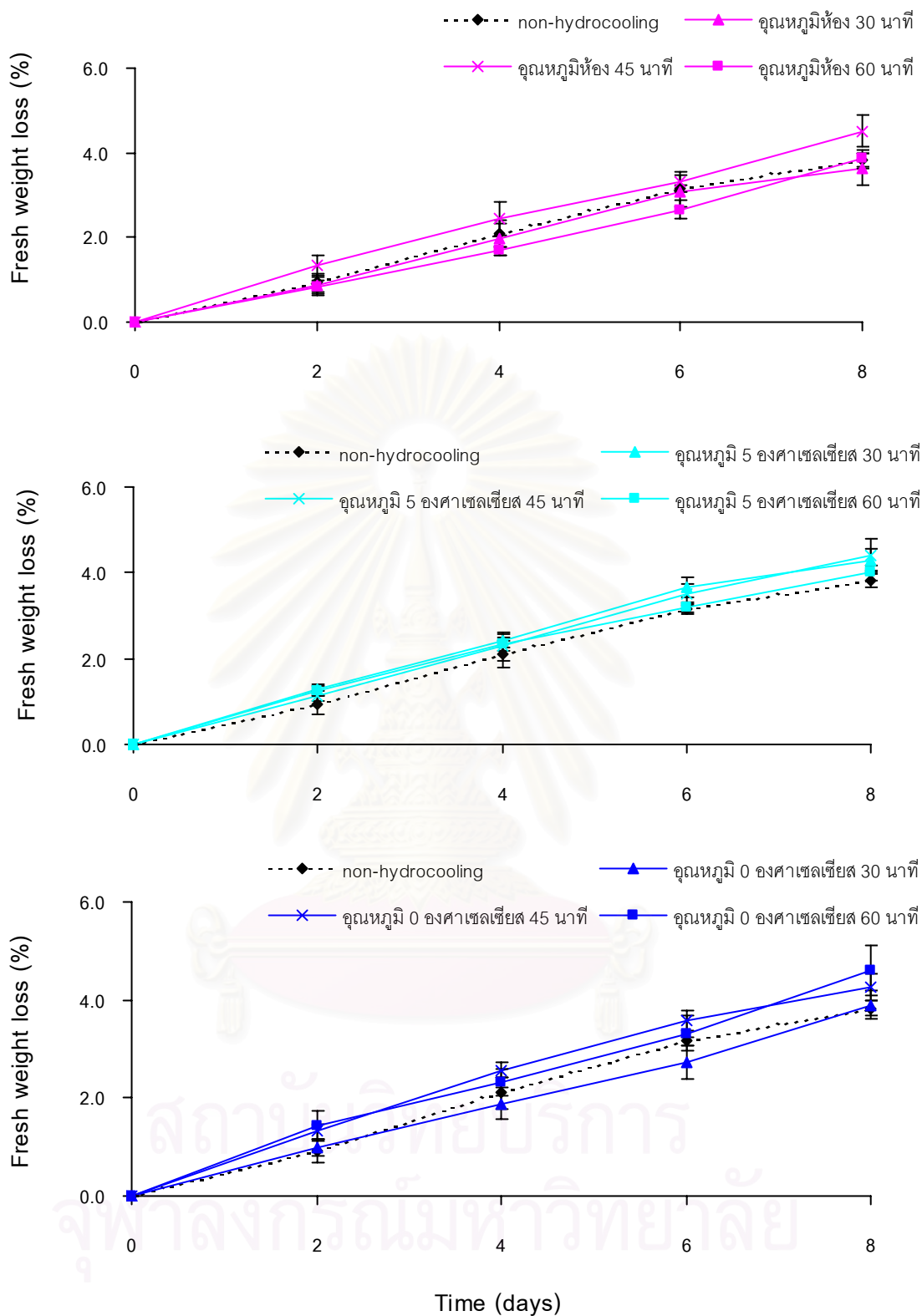
จากการทดลองในฤดูร้อนเมื่อเก็บรักษาข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C 60 นาที และ 0 °C 30 45 และ 60 นาที เป็นเวลา 4 วัน พบว่า ชุดการทดลองดังกล่าวมีปริมาณความชื้นสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ แต่ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน พบว่า ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 60 นาที จะมีปริมาณความชื้นสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 7 และ 8 รูปที่ 9 และ 10) ในฤดูฝนพบว่า ข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นค่อนข้างคงที่ คือ 75 - 80 % (ตารางที่ 9 และ 10 รูปที่ 11 และ 12) ตลอดการทดลอง ส่วนในฤดูหนาว ข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นค่อนข้างคงที่ คือ ประมาณ 80 % เมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 8 ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำจะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 จะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นค่อนข้างคงที่ใกล้เคียงกันทุกชุดการทดลอง (ตารางที่ 11 และ 12 รูปที่ 13 และ 14)

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Fresh weight loss, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	0	0.93(±0.23) ^a	2.10(±0.31) ^a	3.16(±0.09) ^{abc}	3.83(±0.15) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	0	0.88(±0.20) ^a	1.96(±0.38) ^a	3.09(±0.38) ^{abc}	3.62(±0.37) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	0	1.34(±0.26) ^a	2.46(±0.39) ^a	3.31(±0.23) ^{abc}	4.51(±0.38) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	0	0.82(±0.18) ^a	1.68(±0.10) ^a	2.66(±0.21) ^c	3.86(±0.23) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	0	1.27(±0.13) ^a	2.41(±0.16) ^a	3.66(±0.23) ^a	4.30(±0.27) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	0	1.14(±0.12) ^a	2.28(±0.32) ^a	3.52(±0.24) ^{abc}	4.41(±0.37) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	0	1.24(±0.12) ^a	2.33(±0.16) ^a	3.18(±0.13) ^{abc}	4.00(±0.19) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	0	0.99(±0.16) ^a	1.89(±0.31) ^a	2.73(±0.35) ^{bc}	3.89(±0.29) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	0	1.32(±0.15) ^a	2.57(±0.14) ^a	3.58(±0.20) ^{ab}	4.27(±0.27) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	0	1.42(±0.32) ^a	2.32(±0.27) ^a	3.32(±0.35) ^{abc}	4.60(±0.52) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



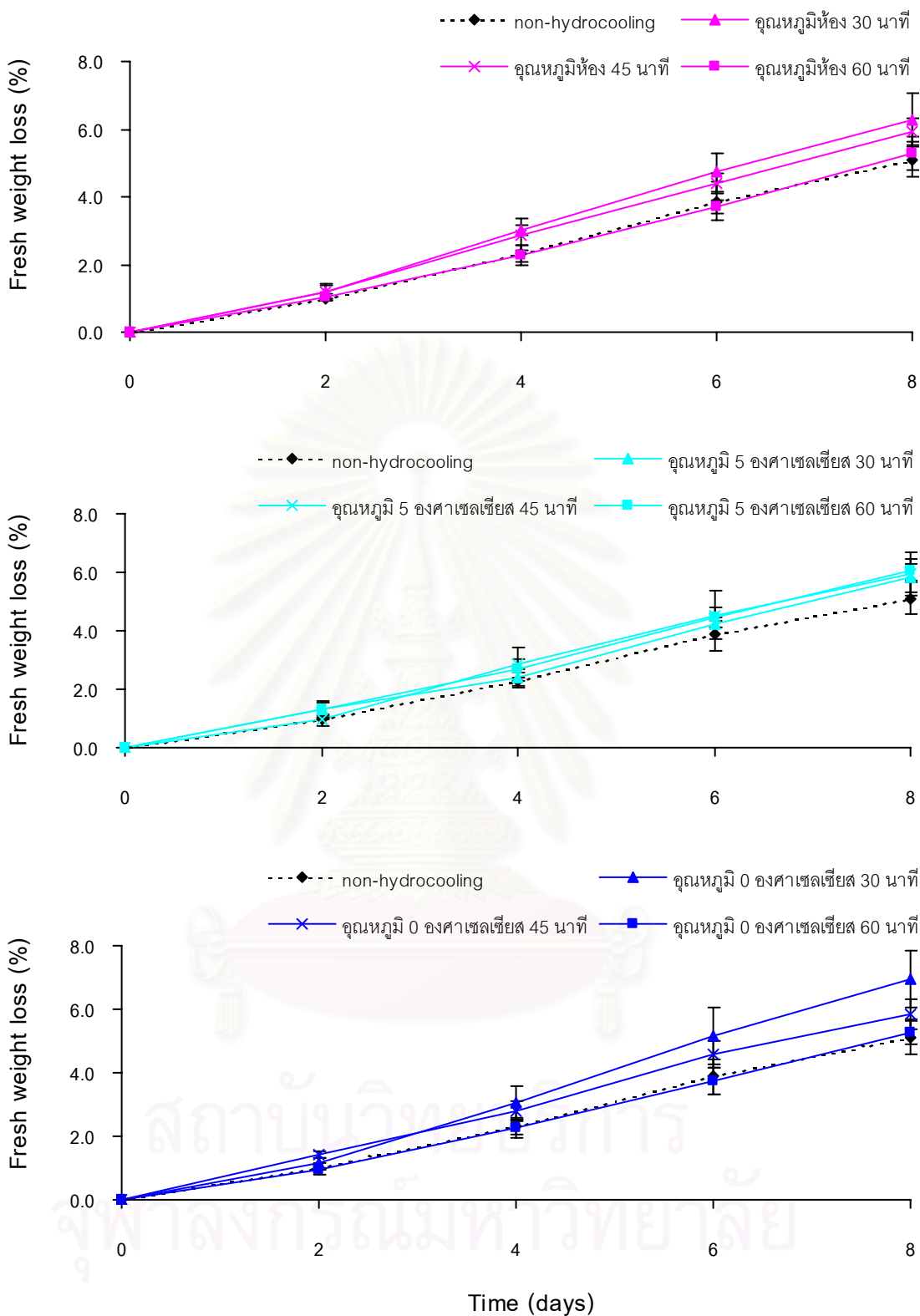
รูปที่ 3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้ง 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Fresh weight loss, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	0	0.98(±0.02) ^a	2.31(±0.24) ^a	3.87(±0.57) ^a	5.11(±0.53) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	0	1.20(±0.20) ^a	3.00(±0.15) ^a	4.73(±0.55) ^a	6.27(±0.80) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	0	1.18(±0.24) ^a	2.87(±0.46) ^a	4.40(±0.28) ^a	5.92(±0.40) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	0	1.05(±0.10) ^a	2.27(±0.30) ^a	3.70(±0.22) ^a	5.28(±0.50) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	0	1.34(±0.26) ^a	2.40(±0.28) ^a	4.21(±0.11) ^a	5.82(±0.49) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	0	0.95(±0.19) ^a	2.86(±0.59) ^a	4.54(±0.85) ^a	5.94(±0.76) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	0	1.30(±0.27) ^a	2.71(±0.33) ^a	4.46(±0.36) ^a	6.08(±0.39) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	0	1.14(±0.18) ^a	3.04(±0.51) ^a	5.17(±0.89) ^a	6.95(±0.89) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	0	1.43(±0.10) ^a	2.80(±0.33) ^a	4.58(±0.42) ^a	5.84(±0.47) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	0	0.97(±0.20) ^a	2.27(±0.32) ^a	3.74(±0.44) ^a	5.28(±0.41) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



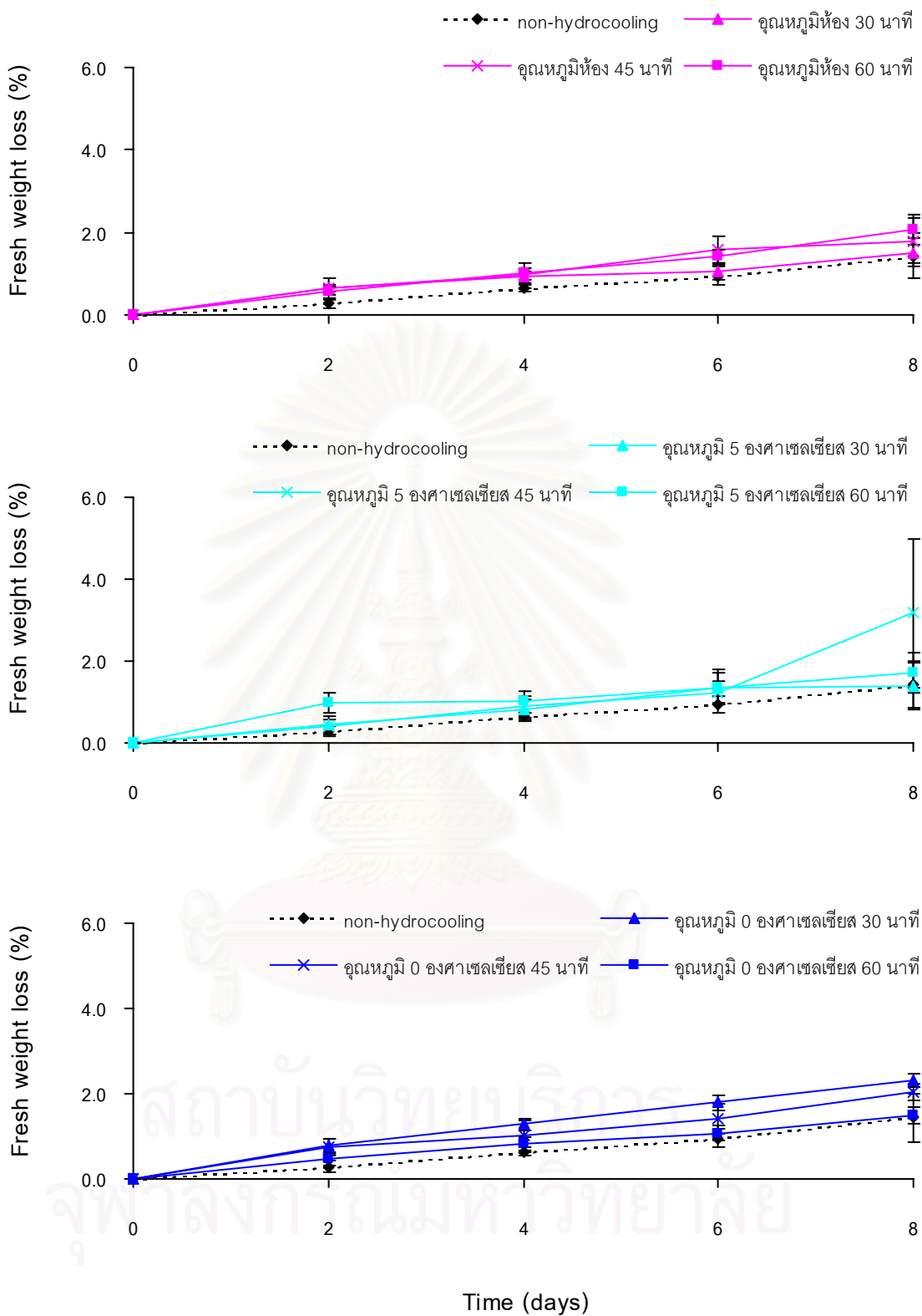
รูปที่ 4 เปรียบเทียบการสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Fresh weight loss, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	0	0.29(±0.14) ^a	0.66(±0.09) ^a	0.95(±0.21) ^a	1.43(±0.56) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	0	0.66±0.08) ^a	0.93(±0.14) ^a	1.06(±0.20) ^a	1.52(±0.33) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	0	0.63(±0.28) ^a	0.96(±0.31) ^a	1.58(±0.33) ^a	1.80(±0.56) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	0	0.58(±0.11) ^a	1.00(±0.15) ^a	1.40(±0.20) ^a	2.06(±0.38) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	0	0.43(±0.21) ^a	0.81(±0.26) ^a	1.36(±0.44) ^a	1.40(±0.57) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	0	0.40(±0.18) ^a	0.89(±0.27) ^a	1.22(±0.28) ^a	3.16(±1.83) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	0	0.99(±0.25) ^a	1.01(±0.27) ^a	1.35(±0.37) ^a	1.73(±0.48) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	0	0.77(±0.17) ^a	1.28(±0.13) ^a	1.78(±0.17) ^a	2.31(±0.17) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	0	0.74(±0.18) ^a	1.00(±0.36) ^a	1.42(±0.34) ^a	2.05(±0.19) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	0	0.47(±0.15) ^a	0.82(±0.16) ^a	1.07(±0.18) ^a	1.50(±0.20) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



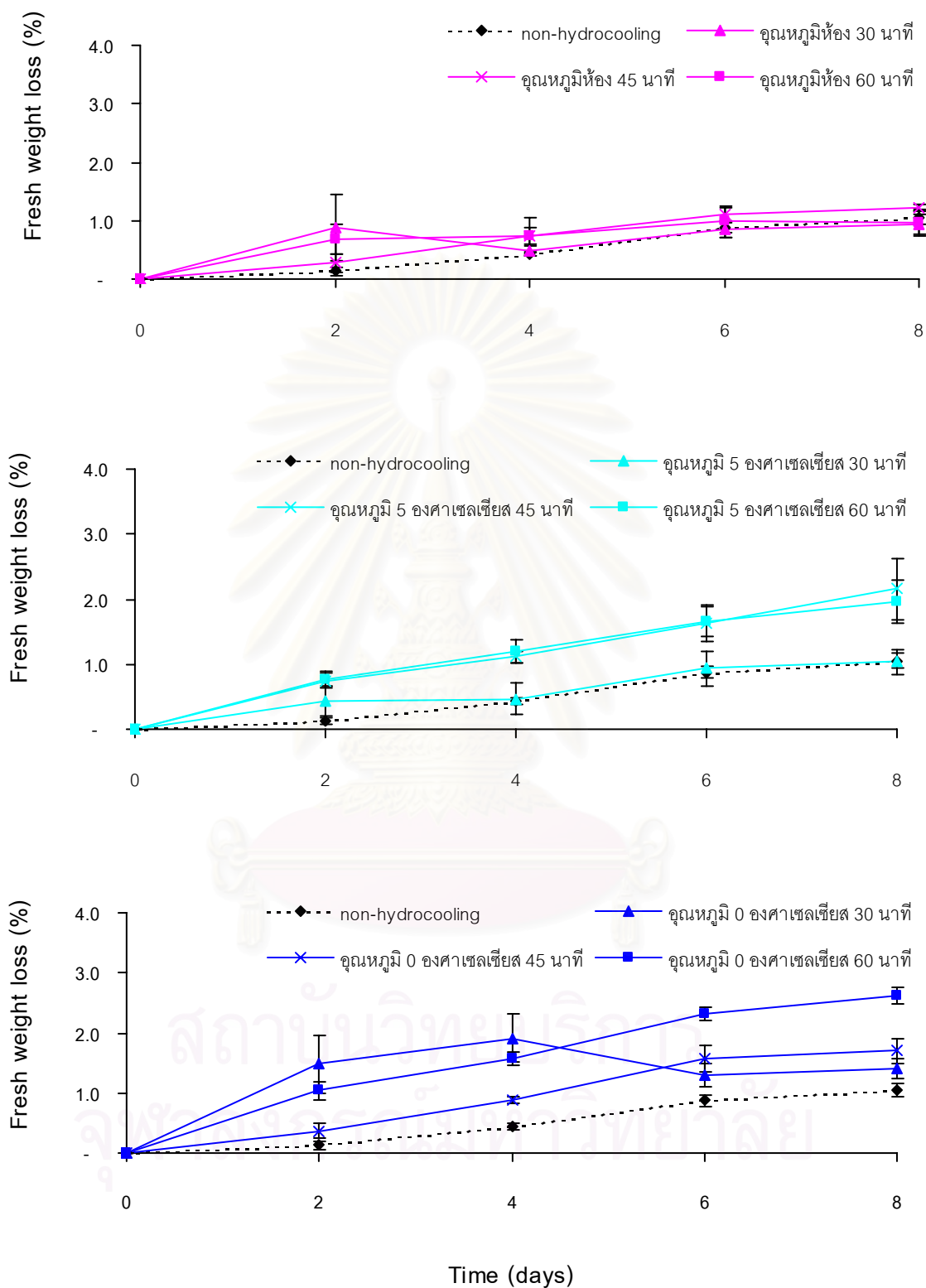
รูปที่ 5 เปรียบเทียบการสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้ง 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Fresh weight loss, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	0	0.13(±0.06) ^c	0.44(±0.06) ^d	0.88(±0.09) ^d	1.06(±0.11) ^d
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	0	0.88(±0.56) ^{abc}	0.48(±0.07) ^d	0.85(±0.14) ^d	0.94(±0.16) ^d
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	0	0.28(±0.15) ^{bc}	0.73(±0.14) ^{cd}	1.11(±0.12) ^{bcd}	1.23(±0.05) ^{cd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	0	0.68(±0.24) ^{abc}	0.75(±0.30) ^{cd}	0.99(±0.27) ^{bcd}	0.95(±0.22) ^d
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	0	0.42(±0.23) ^{bc}	0.47(±0.24) ^d	0.93(±0.27) ^{cd}	1.04(±0.19) ^d
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	0	0.75(±0.13) ^{abc}	1.11(±0.08) ^{bc}	1.62(±0.28) ^{bc}	2.16(±0.48) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	0	0.78(±0.11) ^{abc}	1.20(±0.18) ^{bc}	1.65(±0.23) ^b	1.96(±0.33) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	0	1.48(±0.48) ^a	1.91(±0.40) ^a	1.30(±0.19) ^{bcd}	1.40(±0.17) ^{bcd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	0	0.37(±0.12) ^{bc}	0.88(±0.05) ^{cd}	1.58(±0.22) ^{bc}	1.70(±0.21) ^{bcd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	0	1.04(±0.15) ^{ab}	1.58(±0.11) ^{ab}	2.31(±0.11) ^a	2.62(±0.14) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



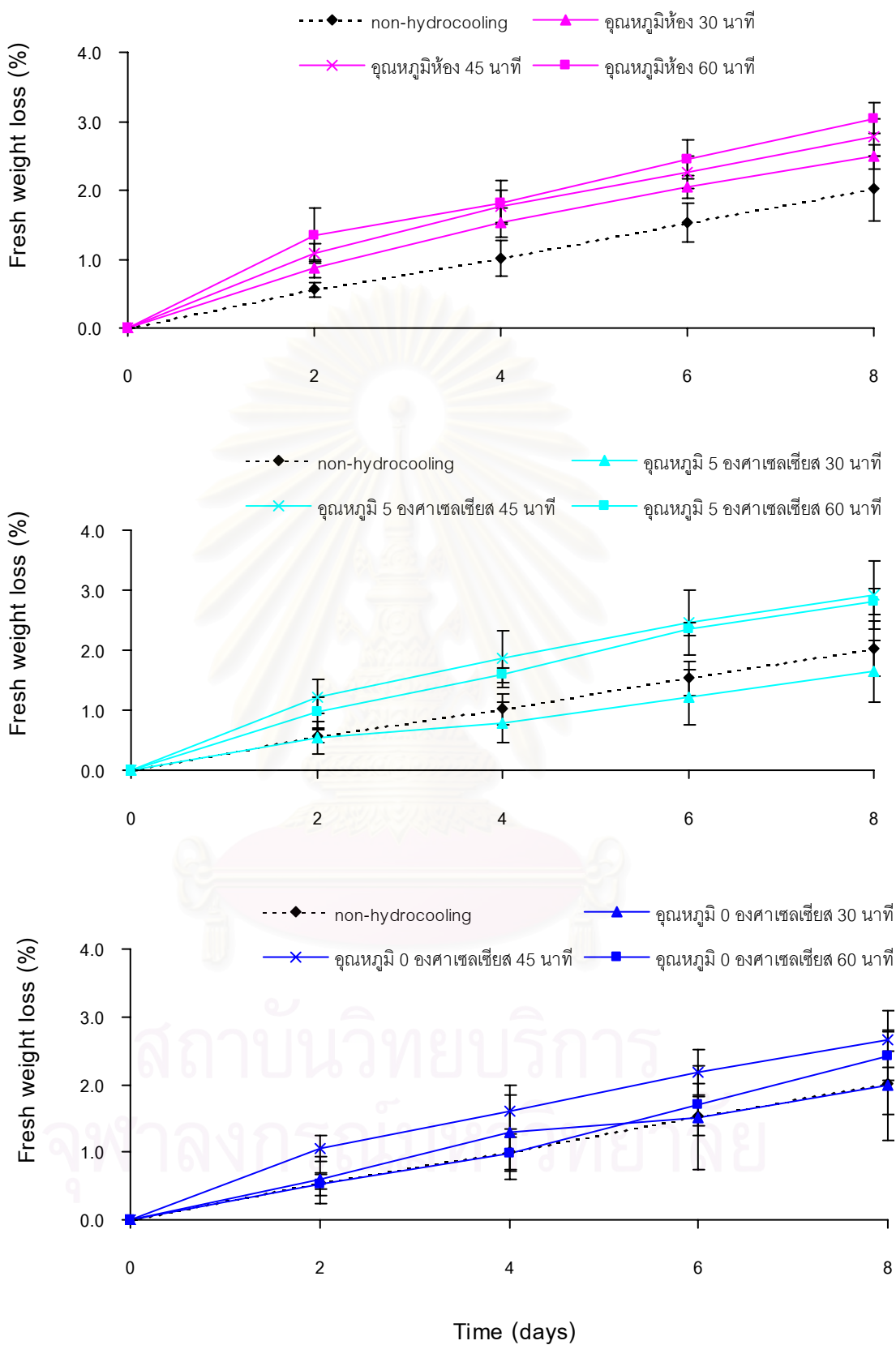
รูปที่ 6 เปรียบเทียบการสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Fresh weight loss, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	0	0.56(±0.11) ^a	1.02(±0.26) ^a	1.53(±0.28) ^a	2.02(±0.46) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	0	0.87(±0.13) ^a	1.54(±0.21) ^a	2.04(±0.16) ^a	2.48(±0.18) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	0	1.09(±0.13) ^a	1.76(±0.24) ^a	2.26(±0.24) ^a	2.77(±0.27) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	0	1.33(±0.40) ^a	1.82(±0.31) ^a	2.46(±0.28) ^a	3.05(±0.22) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	0	0.55(±0.27) ^a	0.80(±0.33) ^a	1.22(±0.46) ^a	1.64(±0.51) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	0	1.22(±0.28) ^a	1.86(±0.48) ^a	2.46(±0.53) ^a	2.92(±0.57) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	0	0.97(±0.26) ^a	1.59(±0.12) ^a	2.36(±0.10) ^a	2.80(±0.21) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	0	0.59(±0.3) ^a	1.30(±0.69) ^a	1.51(±0.76) ^a	1.99(±0.81) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	0	1.05(±0.19) ^a	1.60(±0.25) ^a	2.18(±0.33) ^a	2.67(±0.41) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	0	0.53(±0.17) ^a	0.97(±0.25) ^a	1.69(±0.31) ^a	2.42(±0.35) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



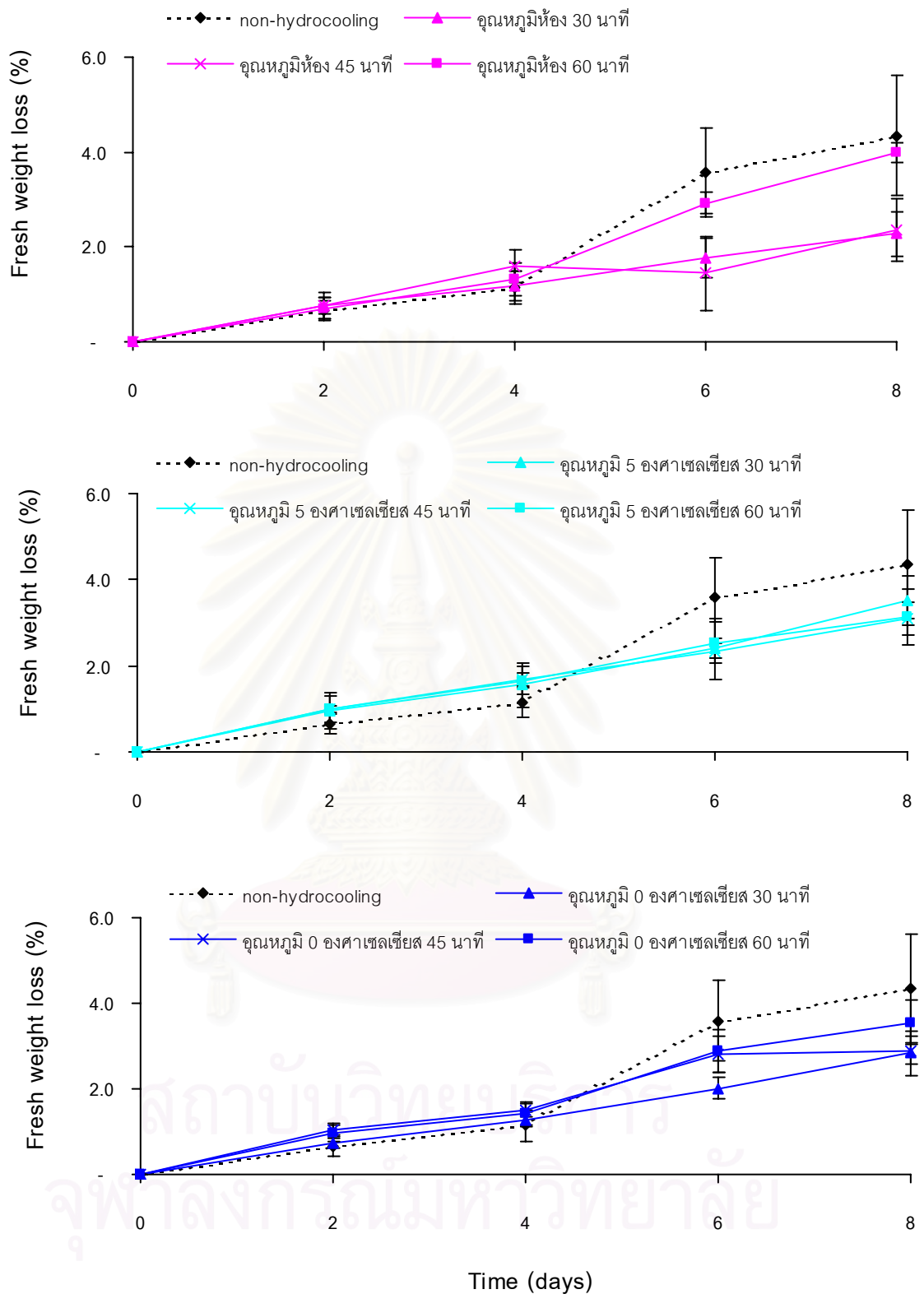
รูปที่ 7 เปรอ์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Fresh weight loss, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	0	0.65(±0.21) ^a	1.14(±0.35) ^a	3.59(±0.94) ^a	4.34(±1.26) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	0	0.75(±0.17) ^a	1.18(±0.30) ^a	1.77(±0.41) ^b	2.28(±0.48) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	0	0.76(±0.29) ^a	1.59(±0.34) ^a	1.45(±0.78) ^b	2.36(±0.67) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	0	0.70(±0.23) ^a	1.32(±0.34) ^a	2.92(±0.23) ^{ab}	3.99(±0.22) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	0	0.97(±0.43) ^a	1.55(±0.51) ^a	2.39(±0.69) ^{ab}	3.51(±0.57) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	0	1.01(±0.07) ^a	1.68(±0.16) ^a	2.35(±0.17) ^{ab}	3.09(±0.38) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	0	1.00(±0.31) ^a	1.66(±0.32) ^a	2.54(±0.48) ^{ab}	3.13(±0.65) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	0	0.74(±0.14) ^a	1.27(±0.17) ^a	2.01(±0.26) ^{ab}	2.83(±0.50) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	0	1.03(±0.13) ^a	1.51(±0.15) ^a	2.81(±0.42) ^{ab}	2.90(±0.32) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	0	0.98(±0.21) ^a	1.42(±0.28) ^a	2.88(±0.49) ^{ab}	3.55(±0.53) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



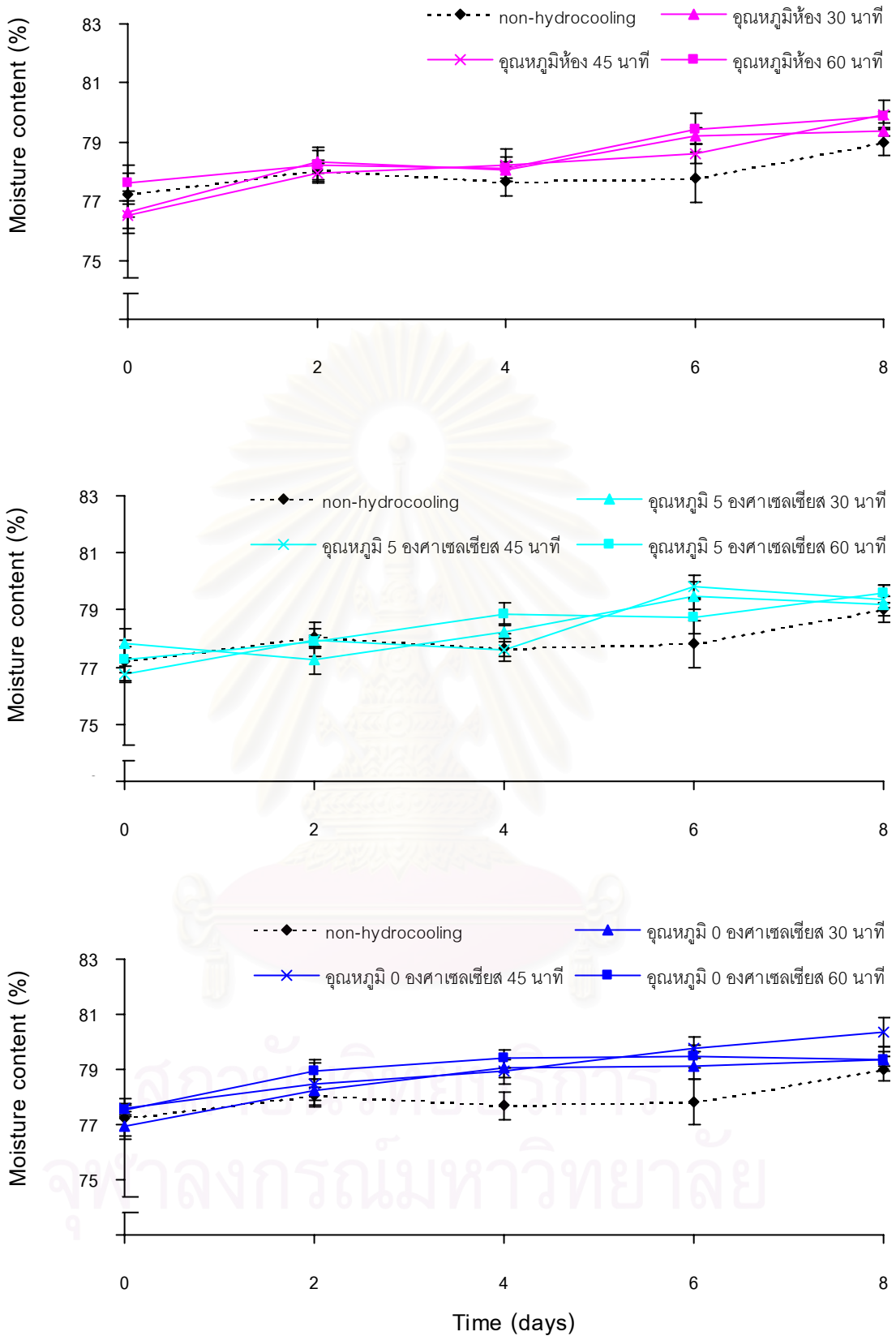
รูปที่ 8 เปรียบเทียบการสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Moisture content, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	77.23(±0.74) ^a	78.05(±0.32) ^{ab}	77.68(±0.50) ^b	77.80(±0.83) ^b	79.01(±0.45) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	76.62(±0.70) ^a	78.33(±0.40) ^{ab}	78.04(±0.26) ^b	79.20(±0.26) ^{ab}	79.36(±0.14) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	76.51(±0.41) ^a	77.94(±0.33) ^{ab}	78.22(±0.53) ^b	78.61(±0.32) ^{ab}	79.92(±0.47) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	77.61(±0.60) ^a	78.24(±0.58) ^{ab}	78.08(±0.40) ^b	79.43(±0.52) ^a	79.84(±0.19) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	78.80(±0.51) ^a	77.24(±0.47) ^b	78.23(±0.23) ^b	79.50(±0.50) ^a	79.17(±0.10) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	76.77(±0.27) ^a	77.96(±0.61) ^{ab}	77.63(±0.26) ^b	79.81(±0.38) ^a	79.35(±0.54) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	77.27(±0.45) ^a	77.91(±0.23) ^{ab}	78.88(±0.36) ^{ab}	78.76(±0.60) ^{ab}	79.58(±0.32) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	76.97(±0.36) ^a	78.26(±0.40) ^{ab}	81.04(±2.33) ^a	79.14(±0.49) ^{ab}	79.37(±0.26) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	77.59(±0.14) ^a	78.50(±0.86) ^{ab}	78.94(±0.46) ^{ab}	79.79(±0.38) ^a	80.36(±0.54) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	77.55(±0.24) ^a	78.93(±0.31) ^a	79.38(±0.35) ^{ab}	79.47(±0.44) ^a	79.38(±0.44) ^{ab}

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



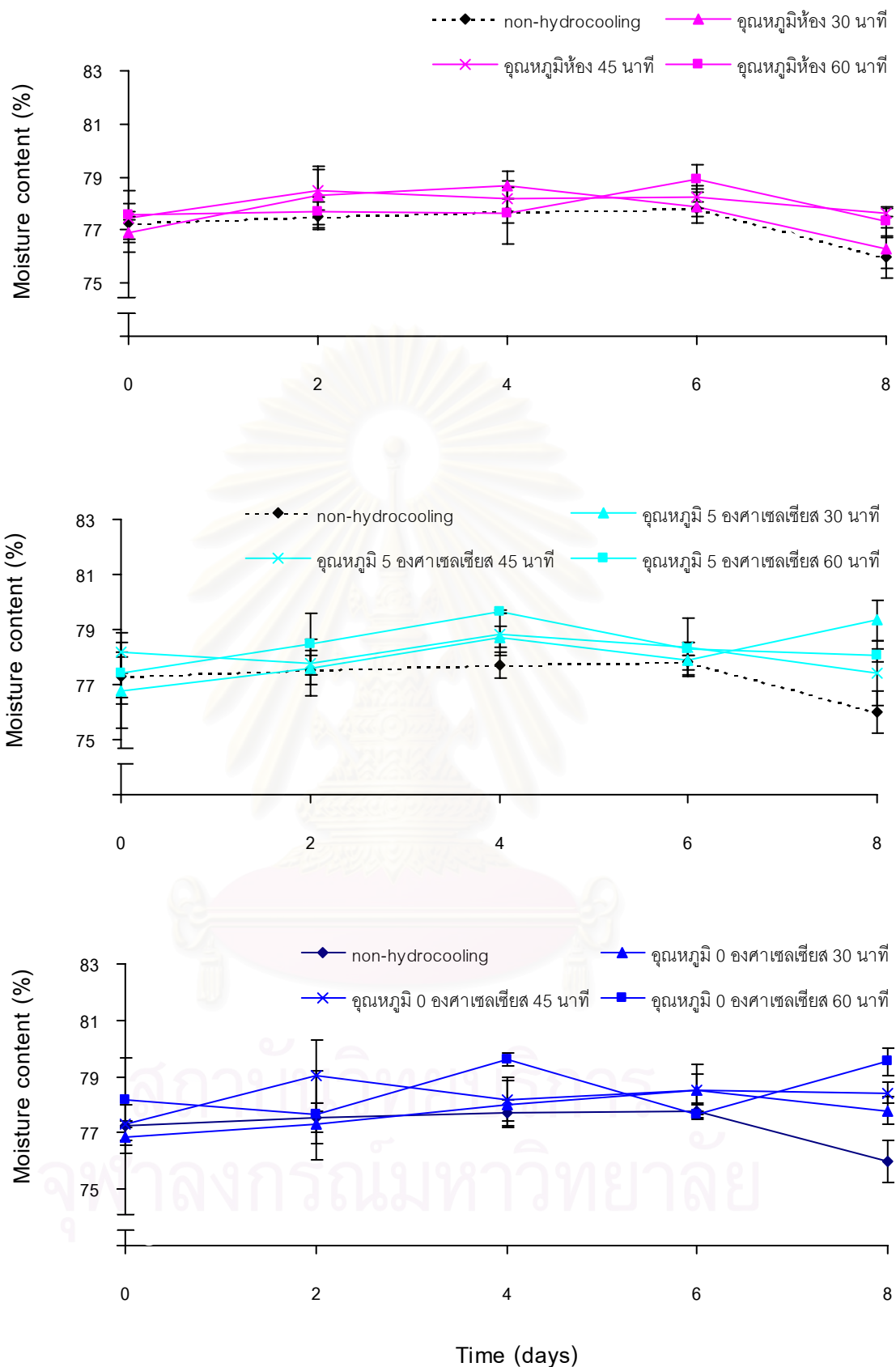
รูปที่ 9 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Moisture content, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	77.27(±0.72) ^a	77.52(±0.51) ^a	77.71(±0.46) ^a	77.80(±0.29) ^a	75.98(±0.77) ^c
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	76.92(±0.77) ^a	78.30(±1.12) ^a	78.68(±0.53) ^a	77.90(±0.66) ^a	76.32(±0.76) ^c
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	77.46(±0.07) ^a	78.51(±0.76) ^a	78.16(±0.46) ^a	78.24(±0.41) ^a	77.65(±0.15) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	77.59(±0.92) ^a	77.68(±0.58) ^a	77.65(±1.19) ^a	78.94(±0.53) ^a	77.30(±0.60) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	76.79(±1.38) ^a	77.60(±1.03) ^a	78.72(±0.38) ^a	77.90(±1.20) ^a	79.33(±0.71) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	78.16(±0.74) ^a	77.79(±0.44) ^a	78.82(±0.76) ^a	78.37(±0.21) ^a	77.42(±1.16) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	77.40(±1.11) ^a	78.49(±1.12) ^a	79.65(±0.07) ^a	78.29(±0.55) ^a	78.05(±0.22) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	76.84(±0.59) ^a	77.34(±0.71) ^a	78.02(±0.85) ^a	78.54(±0.89) ^a	77.79(±0.48) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	77.32(±0.10) ^a	79.04(±1.28) ^a	78.18(±0.77) ^a	78.54(±0.13) ^a	78.43(±0.39) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	78.19(±1.48) ^a	77.64(±1.58) ^a	79.61(±0.25) ^a	77.65(±0.18) ^a	79.54(±0.49) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



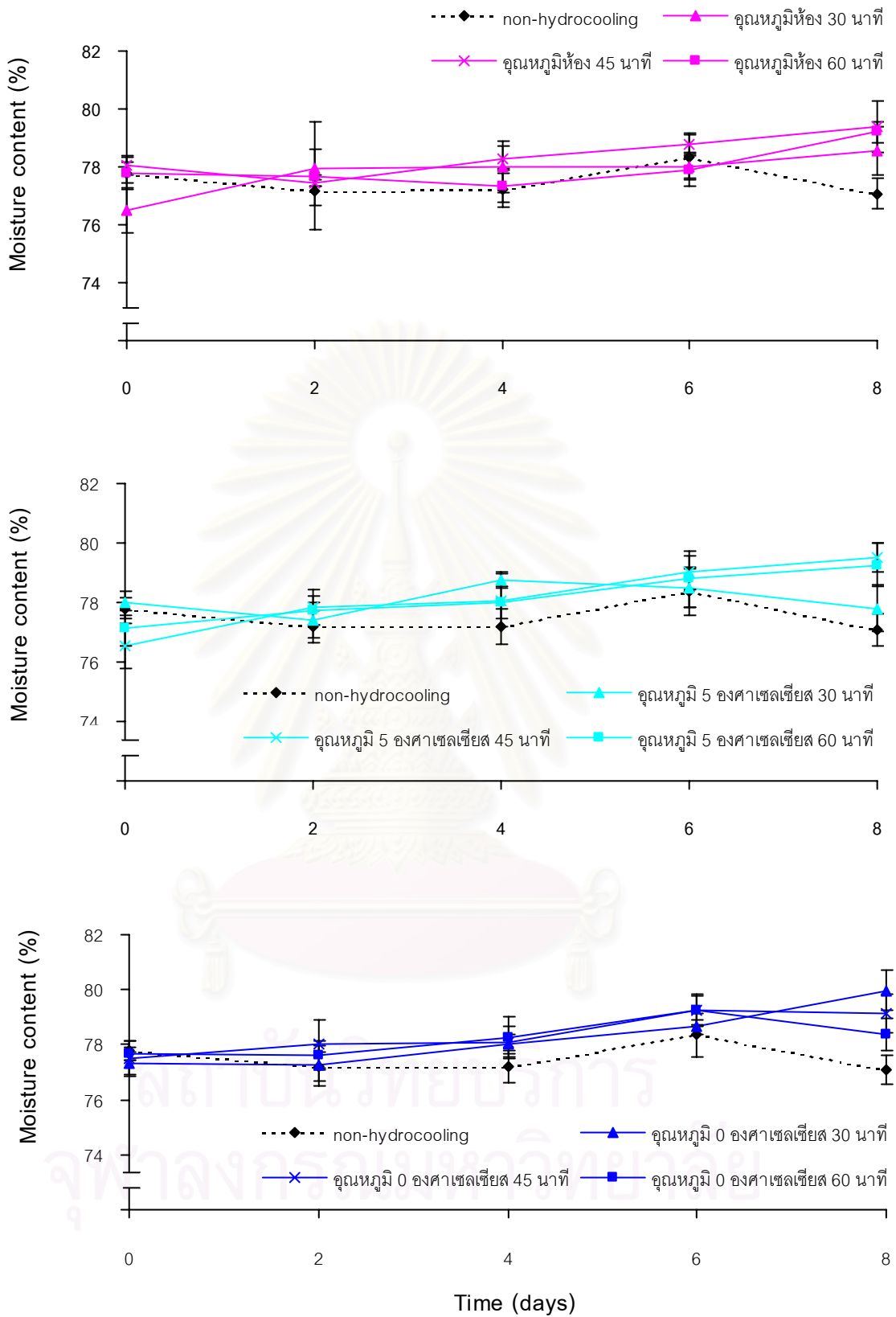
รูปที่ 10 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 9 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Moisture content, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	77.80(±0.37) ^a	77.19(±0.54) ^a	77.20(±0.58) ^a	77.35(±0.81) ^a	77.08(±0.53) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	76.51(±0.77) ^a	77.96(±0.63) ^a	77.98(±0.88) ^a	78.01(±0.40) ^a	78.57(±0.83) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	78.05(±0.31) ^a	77.44(±0.10) ^a	78.30(±0.44) ^a	78.80(±0.30) ^a	79.38(±0.91) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	77.79(±0.58) ^a	77.68(±1.87) ^a	77.35(±0.57) ^a	77.90(±0.54) ^a	79.21(±0.35) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	77.98(±0.42) ^a	77.39(±0.59) ^a	78.76(±0.27) ^a	78.47(±0.65) ^a	77.81(±0.76) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	76.54(±0.75) ^a	77.84(±0.61) ^a	78.08(±0.91) ^a	79.01(±0.56) ^a	79.51(±0.49) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	77.14(±0.59) ^a	77.73(±0.49) ^a	78.00(±0.56) ^a	78.79(±0.94) ^a	79.27(±0.75) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	77.33(±0.43) ^a	77.24(±0.75) ^a	78.03(±0.35) ^a	78.64(±0.28) ^a	79.98(±0.75) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	77.51(±0.65) ^a	78.00(±0.91) ^a	78.07(±0.57) ^a	79.25(±0.52) ^a	79.13(±0.69) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	77.67(±0.22) ^a	77.64(±0.51) ^a	78.27(±0.73) ^a	79.25(±0.60) ^a	78.38(±0.59) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



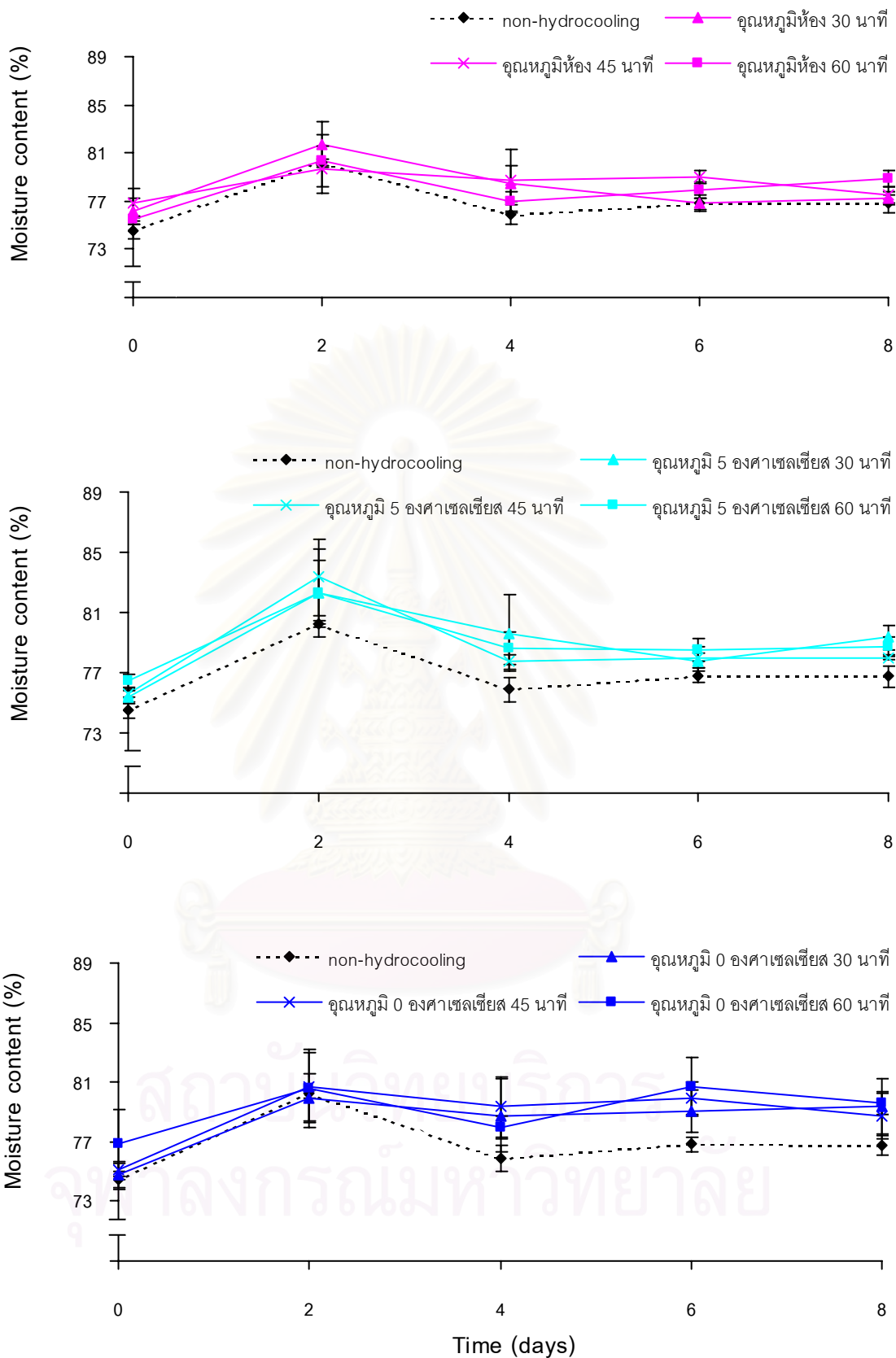
รูปที่ 11 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 10 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Moisture content, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	74.48(±0.55) ^a	80.21(±0.23) ^a	75.88(±0.84) ^a	76.82(±0.48) ^a	76.77(±0.71) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	76.19(±1.10) ^a	81.71(±1.95) ^a	78.46(±1.53) ^a	76.87(±0.68) ^a	77.30(±0.54) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	76.85(±1.19) ^a	79.63(±1.97) ^a	78.70(±2.57) ^a	79.00(±0.57) ^a	77.57(±0.67) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	75.54(±0.16) ^a	80.34(±2.22) ^a	76.93(±0.88) ^a	77.90(±0.64) ^a	78.87(±0.64) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	75.40(±0.50) ^a	82.28(±2.89) ^a	79.64(±2.56) ^a	77.78(±0.50) ^a	79.34(±0.83) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	75.63(±0.21) ^a	83.33(±2.55) ^a	77.74(±0.48) ^a	77.95(±0.81) ^a	78.02(±0.17) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	76.48(±0.46) ^a	82.34(±2.15) ^a	78.64(±1.05) ^a	78.52(±0.72) ^a	78.68(±0.64) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	74.77(±0.91) ^a	79.92(±1.66) ^a	78.78(±2.51) ^a	79.09(±1.37) ^a	79.33(±1.89) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	75.16(±0.45) ^a	80.67(±2.31) ^a	79.35(±2.04) ^a	79.92(±1.09) ^a	78.72(±1.50) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	76.83(±2.38) ^a	80.59(±2.59) ^a	77.97(±0.80) ^a	80.69(±1.96) ^a	79.63(±0.75) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



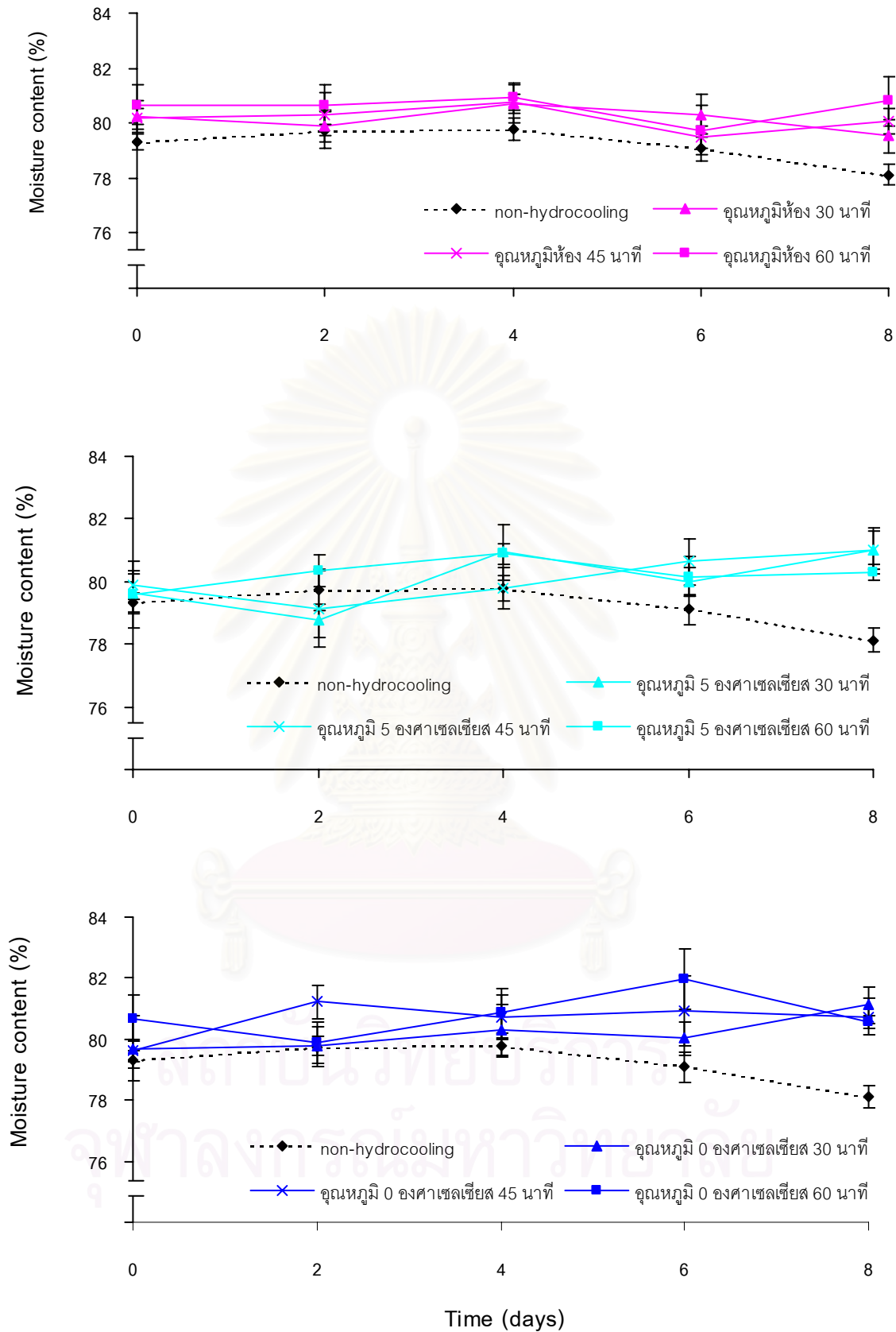
รูปที่ 12 เปรอ์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 11 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Moisture content, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	79.33(±0.30) ^a	79.74(±0.64) ^{ab}	79.80(±0.40) ^a	79.10(±0.50) ^b	78.13(±0.37) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	80.25(±0.60) ^a	79.90(±0.58) ^{ab}	80.71(±0.68) ^a	80.28(±0.78) ^{ab}	79.53(±0.60) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	80.18(±0.37) ^a	80.33(±0.78) ^{ab}	80.77(±0.28) ^a	79.50(±0.38) ^{ab}	80.07(±0.44) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	80.67(±0.73) ^a	80.66(±0.73) ^{ab}	80.92(±0.54) ^a	79.75(±0.91) ^{ab}	80.81(±0.89) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	79.61(±0.64) ^a	78.76(±0.54) ^b	80.94(±0.90) ^a	79.98(±0.45) ^{ab}	81.00(±0.59) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	79.88(±0.45) ^a	79.11(±1.22) ^{ab}	79.79(±0.66) ^a	80.63(±0.73) ^{ab}	80.98(±0.73) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	79.58(±1.04) ^a	80.35(±0.52) ^{ab}	80.88(±0.34) ^a	80.16(±0.62) ^{ab}	80.29(±0.25) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	79.68(±1.07) ^a	79.76(±0.31) ^{ab}	80.32(±0.84) ^a	80.02(±0.56) ^{ab}	81.11(±0.61) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	79.64(±0.37) ^a	81.21(±0.56) ^a	80.72(±0.71) ^a	80.91(±1.14) ^{ab}	80.72(±0.60) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	80.68(±0.76) ^a	79.91(±0.68) ^{ab}	80.86(±0.80) ^a	81.98(±0.97) ^a	80.56(±0.22) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



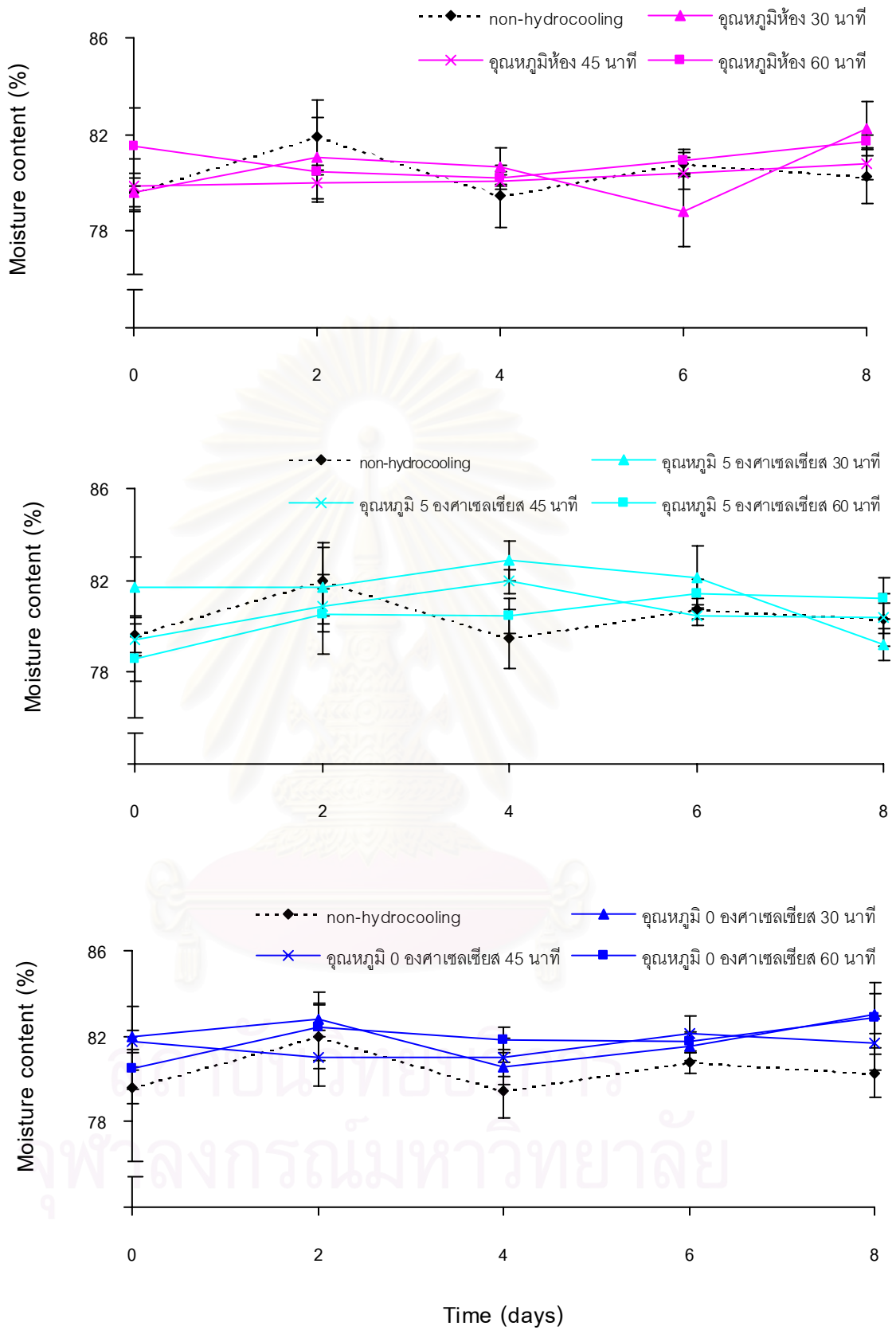
รูปที่ 13 เปรอ์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 12 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Moisture content, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	79.62(±0.76) ^a	81.94(±1.49) ^a	79.47(±1.29) ^b	80.76(±0.47) ^{ab}	80.29(±1.15) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	79.59(±0.61) ^a	81.04(±1.12) ^a	80.65(±0.81) ^{ab}	78.83(±1.48) ^b	82.24(±1.13) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	79.89(±1.08) ^a	79.97(±0.75) ^a	80.05(±0.28) ^b	80.40(±0.68) ^{ab}	80.78(±0.63) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	81.49(±1.62) ^a	80.44(±0.08) ^a	80.21(±0.27) ^b	80.90(±0.53) ^{ab}	81.68(±0.31) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	81.72(±1.31) ^a	81.70(±1.94) ^a	82.85(±0.87) ^a	82.12(±1.39) ^a	79.17(±0.69) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	79.41(±0.69) ^a	80.88(±0.78) ^a	81.96(±0.53) ^{ab}	80.47(±0.46) ^{ab}	80.36(±0.65) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	78.60(±0.97) ^a	80.53(±1.73) ^a	80.43(±0.76) ^{ab}	81.42(±0.60) ^{ab}	81.23(±0.92) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	81.98(±1.43) ^a	82.76(±0.80) ^a	80.55(±0.80) ^{ab}	81.49(±0.62) ^{ab}	83.05(±0.96) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	81.75(±0.55) ^a	80.98(±1.31) ^a	81.00(±0.92) ^{ab}	82.09(±0.82) ^a	81.69(±1.28) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	80.48(±0.93) ^a	82.44(±1.60) ^a	81.85(±0.61) ^{ab}	81.73(±0.47) ^a	82.83(±1.64) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 14 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

1.3. ปริมาณ total soluble solids (TSS)

จากการทดลองพบว่า ข้าวโพดหวานทุกชุดการทดลองมีปริมาณ TSS ลดลง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น ในฤดูร้อน ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำมีแนวโน้มว่าจะช่วยชะลอการลดลงของปริมาณ TSS ได้ดีกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำจะมีปริมาณ TSS สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 พบว่า ทุกชุดการทดลองมีปริมาณ TSS ลดต่ำลง (ตารางที่ 13 และ 14 รูปที่ 15 และ 16) ในฤดูฝน ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0°C 60 นาที มีปริมาณ TSS สูงกว่าเมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ แต่ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 พบว่า ทุกชุดการทดลองมีปริมาณ TSS ลดต่ำลงใกล้เคียงกันทุกชุดการทดลอง (ตารางที่ 15 และ 16 รูปที่ 17 และ 18) ในฤดูหนาว ข้าวโพดหวานทุกชุดการทดลองจะมีปริมาณ TSS ลดลง โดยมีแนวโน้มว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำจะทำให้ข้าวโพดหวานมีปริมาณ TSS ลดลงช้ากว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 พบว่าวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5°C 45 นาที และ 0°C 60 นาที เป็นชุดการทดลองที่มีปริมาณ TSS สูงที่สุด วันที่ 6 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0°C 30 นาที เป็นชุดการทดลองที่มีปริมาณ TSS สูงที่สุด วันที่ 8 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0°C 60 นาที เป็นชุดการทดลองที่มีปริมาณ TSS สูงที่สุด และสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในวันที่ 8 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที 0°C 45 นาที และ 0°C 60 นาที มีปริมาณ TSS สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 17 และ 18 รูปที่ 19 และ 20)

1.4. อัตราการหายใจ

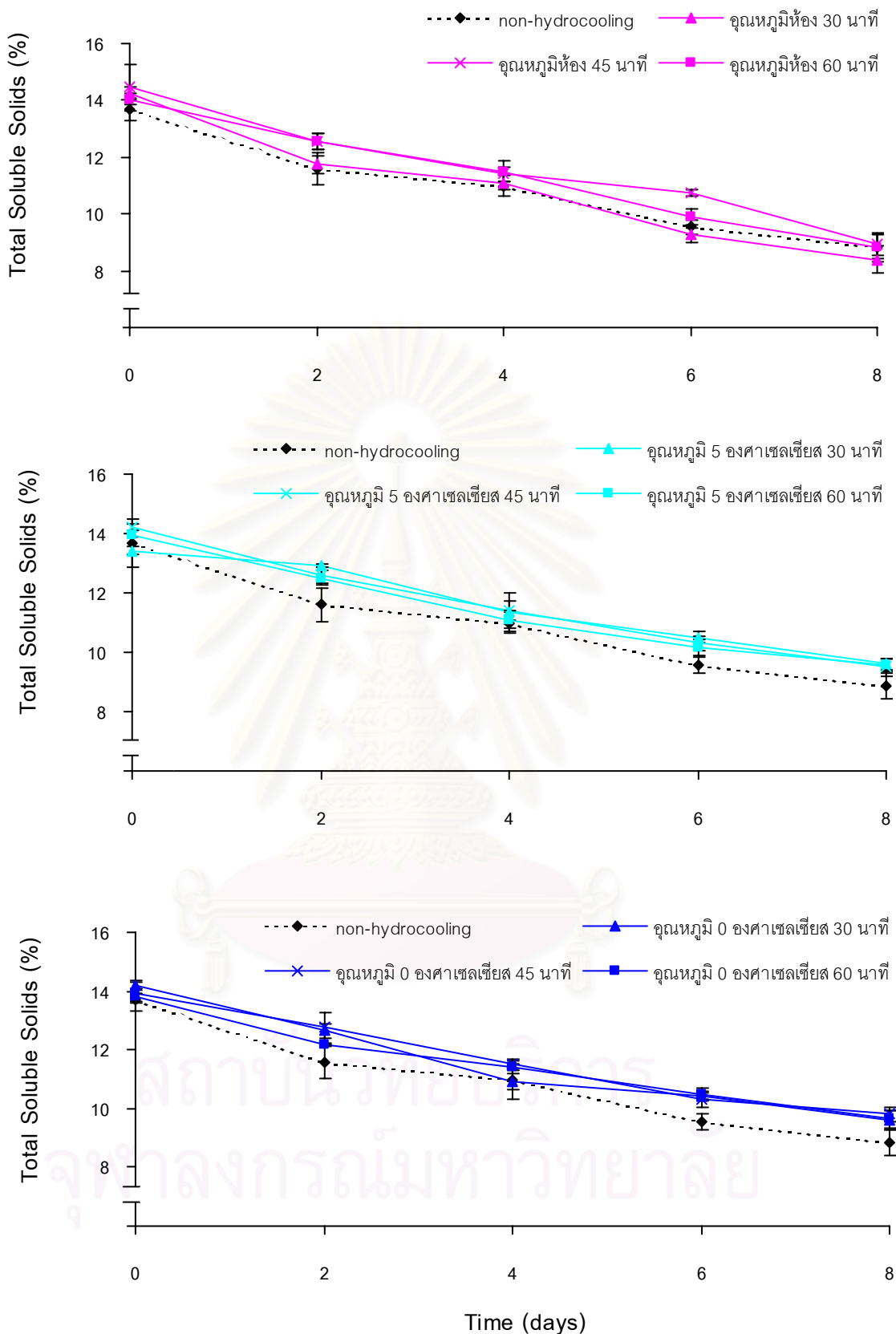
จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการทำ hydrocooling มีผลต่ออัตราการหายใจของข้าวโพดหวาน ในฤดูร้อนพบว่า ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5°C และ 0°C มีอัตราการหายใจต่ำกว่าชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องและชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 พบว่าชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5°C 45 นาที และ 0°C 30 และ 60 นาที มีอัตราการหายใจ

ตารางที่ 13 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Total soluble solid, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	13.70(±0.39) ^a	11.60(±0.58) ^c	11.00(±0.37) ^a	9.55(±0.26) ^{cd}	8.85(±0.43) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	14.25(±0.25) ^a	11.72(±0.31) ^{bc}	11.10(±0.25) ^a	9.25(±0.25) ^d	8.40(±0.45) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	14.45(±0.25) ^a	12.55(±0.26) ^{abc}	11.40(±0.24) ^a	10.75(±0.09) ^a	8.95(±0.41) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	14.05(±0.22) ^a	12.55(±0.30) ^{abc}	11.50(±0.35) ^a	9.90(±0.26) ^{bcd}	8.80(±0.49) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	13.40(±0.52) ^a	12.90(±0.06) ^a	11.35(±0.63) ^a	10.50(±0.19) ^{ab}	9.60(±0.18) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	14.20(±0.29) ^a	12.60(±0.28) ^{abc}	11.40(±0.34) ^a	10.30(±0.25) ^{ab}	9.50(±0.29) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	13.95(±0.37) ^a	12.50(±0.24) ^{abc}	11.10(±0.31) ^a	10.15(±0.26) ^{abc}	9.55(±0.22) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	14.20(±0.18) ^a	12.65(±0.25) ^{abc}	10.90(±0.60) ^a	10.40(±0.16) ^{ab}	9.60(±0.34) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	13.95(±0.36) ^a	12.75(±0.54) ^{ab}	11.50(±0.21) ^a	10.30(±0.24) ^{ab}	9.80(±0.26) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	13.80(±0.14) ^a	12.15(±0.05) ^{abc}	11.40(±0.22) ^a	10.50(±0.17) ^{ab}	9.65(±0.30) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



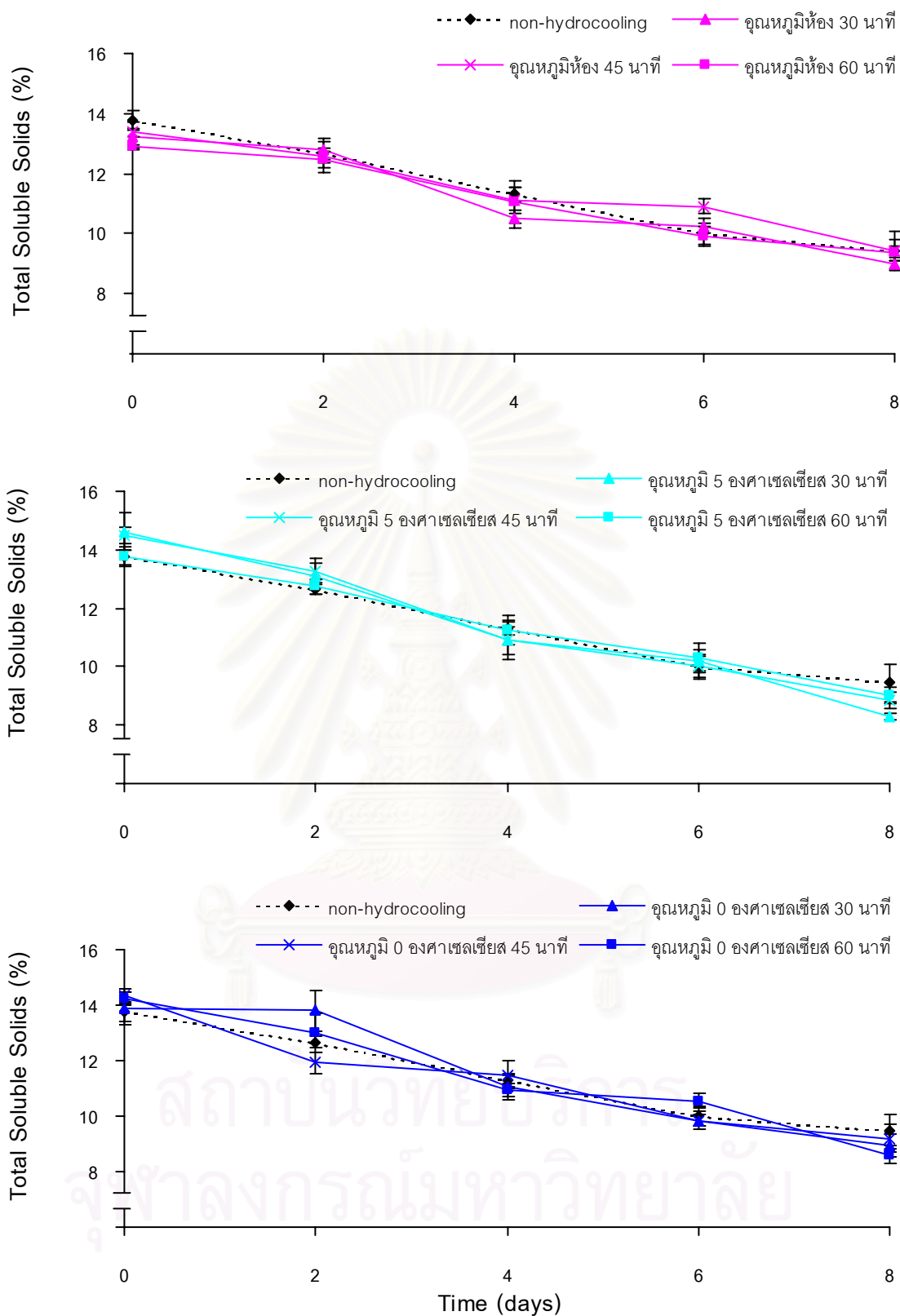
รูปที่ 15 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 14 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Total soluble solid, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	13.75(±0.32) ^{abc}	12.68(±0.20) ^{ab}	11.30(±0.24) ^a	10.00(±0.35) ^a	9.45(±0.63) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	13.25(±0.48) ^{cd}	12.78(±0.41) ^{ab}	10.50(±0.29) ^a	10.25(±0.25) ^a	9.00(±0.22) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	13.38(±0.12) ^{bcd}	12.55(±0.52) ^{ab}	11.10(±0.42) ^a	10.90(±0.24) ^a	9.45(±0.34) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	12.90(±0.06) ^d	12.45(±0.26) ^{ab}	11.05(±0.69) ^a	9.90(±0.33) ^a	9.35(±0.24) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	14.62(±0.62) ^a	13.10(±0.42) ^{ab}	10.90(±0.66) ^a	10.20(±0.36) ^a	8.30(±0.13) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	14.50(±0.29) ^{ab}	13.25(±0.46) ^{ab}	10.90(±0.48) ^a	10.00(±0.44) ^a	8.30(±0.30) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	13.75(±0.25) ^{abcd}	12.75(±0.25) ^{ab}	11.25(±0.48) ^a	10.30(±0.50) ^a	9.00(±0.28) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	13.88(±0.59) ^{abcd}	13.80(±0.73) ^a	11.05(±0.45) ^a	9.85(±0.22) ^a	8.92(±0.41) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	14.35(±0.24) ^{abc}	11.92(±0.39) ^b	11.50(±0.50) ^a	9.85(±0.30) ^a	9.20(±0.49) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	14.25(±0.25) ^{abc}	13.00(±0.71) ^{ab}	10.95(±0.22) ^a	10.55(±0.26) ^a	8.60(±0.33) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



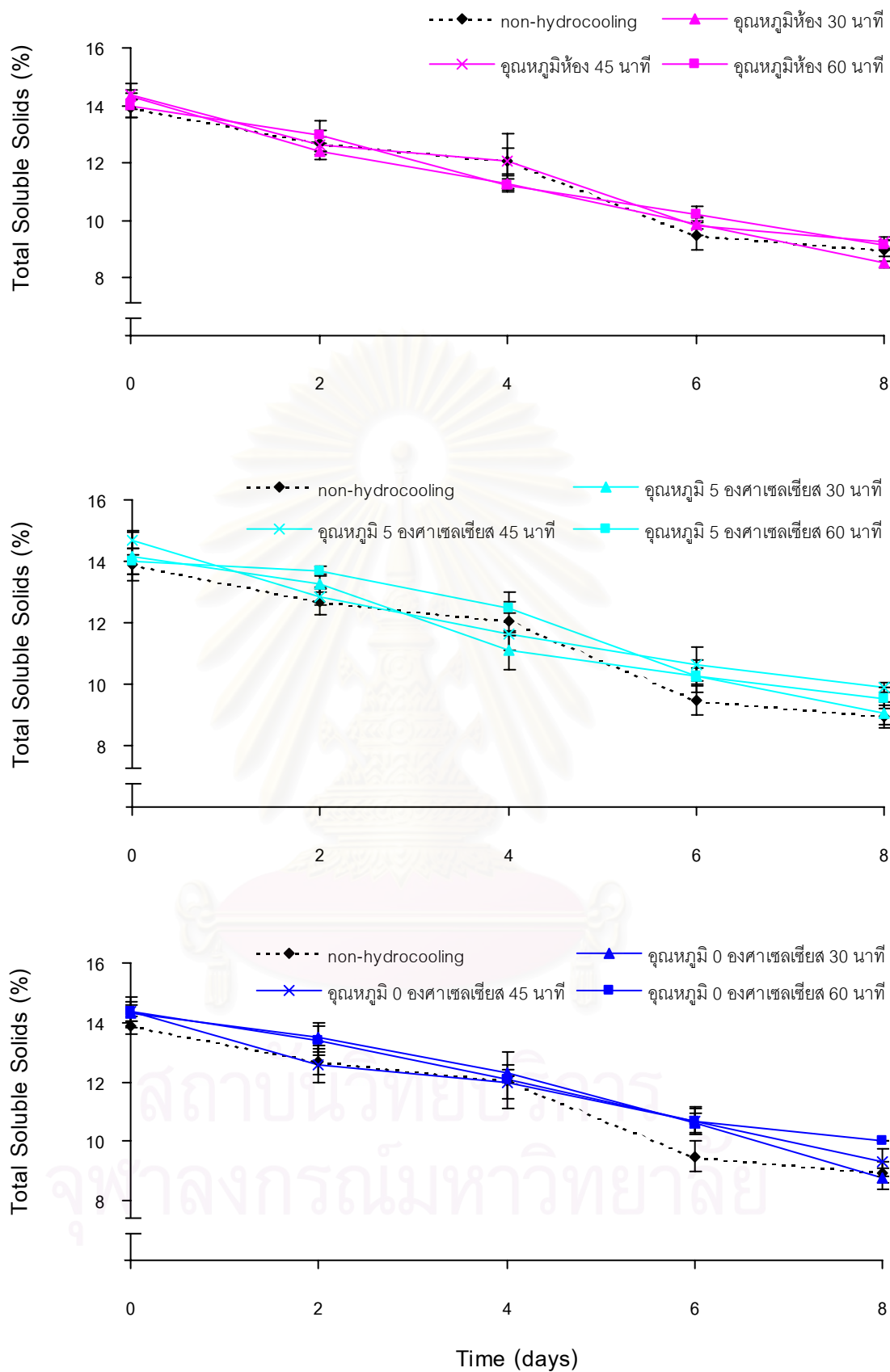
รูปที่ 16 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 15 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Total soluble solid, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	13.90(±0.31) ^a	12.70(±0.44) ^a	12.05(±0.96) ^{abc}	9.50(±0.51) ^a	8.95(±0.36) ^{cd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	14.30(±0.44) ^a	12.40(±0.29) ^a	11.30(±0.31) ^{bc}	9.90(±0.17) ^a	8.55(±0.21) ^d
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	14.35(±0.17) ^a	12.65(±0.26) ^a	12.05(±0.46) ^{abc}	9.80(±0.34) ^a	9.25(±0.19) ^{abcd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	14.00(±0.42) ^a	12.95(±0.54) ^a	11.25(±0.21) ^{bc}	10.20(±0.27) ^a	9.15(±0.15) ^{abcd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	14.15(±0.78) ^a	13.25(±0.26) ^a	11.10(±0.62) ^c	10.25(±0.30) ^a	9.05(±0.35) ^{bcd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	14.70(±0.30) ^a	12.85(±0.26) ^a	11.65(±0.05) ^{abc}	10.65(±0.56) ^a	9.90(±0.17) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	14.00(±0.41) ^a	13.70(±0.13) ^a	12.50(±0.17) ^a	10.25(±0.52) ^a	9.55(±0.32) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	14.30(±0.26) ^a	13.50(±0.51) ^a	12.30(±0.10) ^{ab}	10.60(±0.34) ^a	8.75(±0.35) ^{cd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	14.35(±0.32) ^a	12.60(±0.62) ^a	12.00(±0.57) ^{abc}	10.70(±0.47) ^a	9.30(±0.47) ^{abcd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	14.35(±0.51) ^a	13.40(±0.48) ^a	12.10(±0.10) ^{abc}	10.70(±0.40) ^a	10.00(±0.00) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



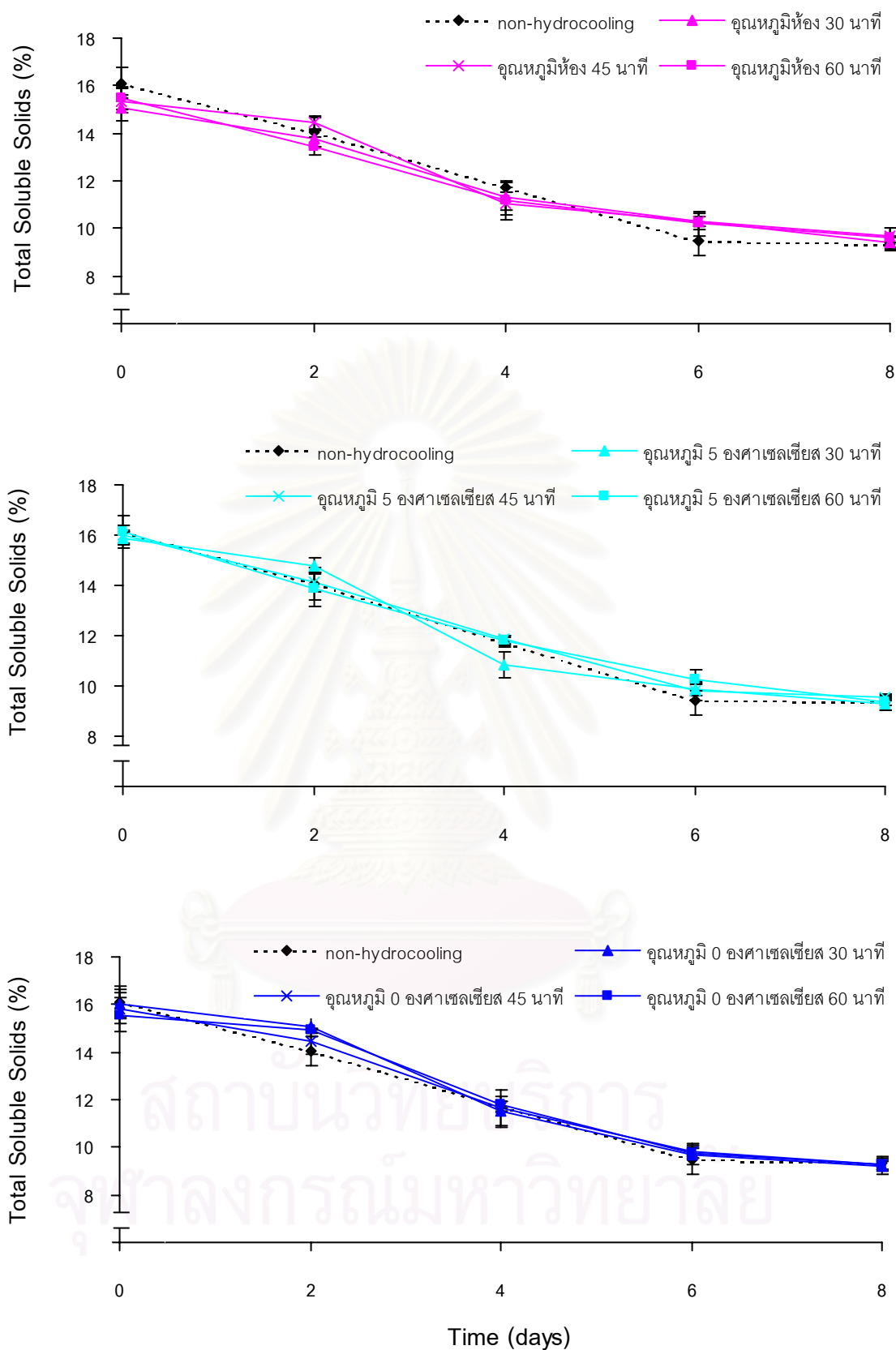
รูปที่ 17 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 16 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Total soluble solid, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	16.10(±0.65) ^a	14.05(±0.64) ^{ab}	11.75(±0.21) ^a	9.45(±0.61) ^a	9.35(±0.29) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	15.05(±0.55) ^a	13.80(±0.35) ^{ab}	11.30(±0.72) ^a	10.30(±0.37) ^a	9.40(±0.26) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	15.35(±0.51) ^a	14.45(±0.26) ^{ab}	11.05(±0.67) ^a	10.30(±0.19) ^a	9.70(±0.29) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	15.45(±0.48) ^a	13.45(±0.39) ^b	11.15(±0.39) ^a	10.20(±0.50) ^a	9.60(±0.42) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	15.90(±0.21) ^a	14.80(±0.27) ^{ab}	10.85(±0.50) ^a	9.85(±0.25) ^a	9.30(±0.24) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	16.00(±0.36) ^a	14.10(±0.37) ^{ab}	11.85(±0.15) ^a	9.80(±0.41) ^a	9.55(±0.15) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	16.15(±0.05) ^a	13.85(±0.66) ^{ab}	11.80(±0.22) ^a	10.25(±0.43) ^a	9.35(±0.15) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	16.05(±0.62) ^a	15.1(±0.41) ^a	11.50(±0.66) ^a	9.65(±0.39) ^a	9.20(±0.34) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	15.85(±0.62) ^a	14.45(±0.51) ^{ab}	11.65(±0.74) ^a	9.85(±0.30) ^a	9.25(±0.25) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	15.55(±0.72) ^a	14.90(±0.13) ^a	11.80(±0.14) ^a	9.75(±0.24) ^a	9.25(±0.19) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



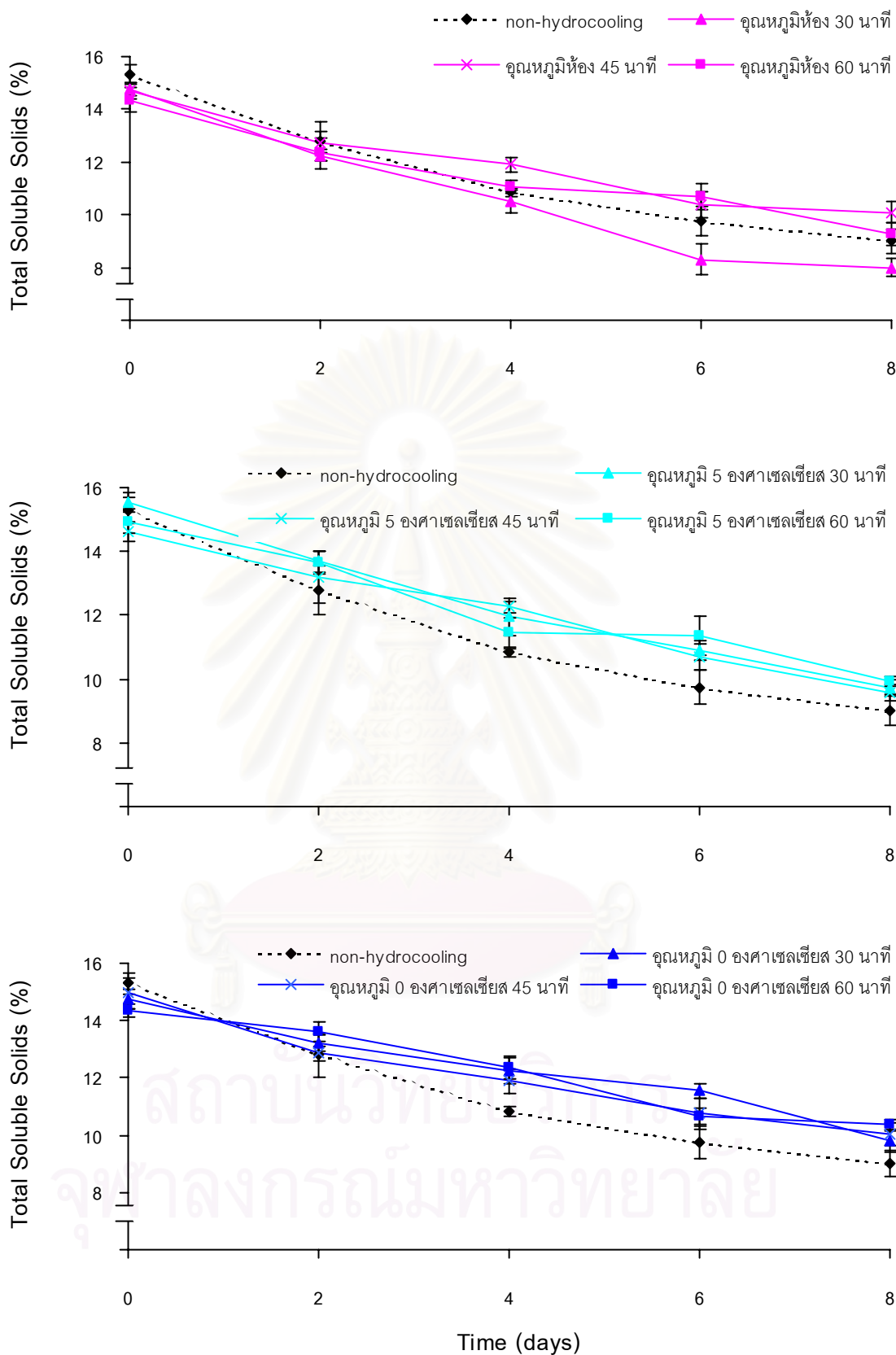
รูปที่ 18 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้ง 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 17 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Total soluble solid, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	15.30(±0.37) ^a	12.80(±0.76) ^a	10.85(±0.17) ^{bc}	9.75(±0.55) ^b	9.00(±0.45) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	14.75(±0.25) ^a	12.25(±0.22) ^a	10.50(±0.42) ^c	8.30(±0.60) ^c	8.00(±0.35) ^c
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	14.70(±0.29) ^a	12.75(±0.42) ^a	11.90(±0.29) ^{ab}	10.40(±0.48) ^{ab}	10.10(±0.41) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	14.35(±0.46) ^a	12.35(±0.59) ^a	11.05(±0.26) ^{abc}	10.70(±0.47) ^{ab}	9.25(±0.43) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	15.55(±0.32) ^a	13.70(±0.33) ^a	11.95(±0.59) ^{ab}	10.90(±0.30) ^{ab}	9.75(±0.21) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	14.60(±0.28) ^a	13.20(±0.83) ^a	12.25(±0.19) ^a	10.70(±0.40) ^{ab}	9.55(±0.22) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	14.95(±0.37) ^a	13.65(±0.36) ^a	11.45(±0.49) ^{abc}	11.35(±0.60) ^a	9.95(±0.13) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	14.75(±0.35) ^a	13.20(±0.29) ^a	12.25(±0.48) ^a	11.55(±0.25) ^a	9.80(±0.39) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	14.95(±0.55) ^a	12.85(±0.26) ^a	11.90(±0.42) ^{ab}	10.75(±0.52) ^{ab}	10.05(±0.39) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	14.35(±0.24) ^a	13.60(±0.34) ^a	12.35(±0.39) ^a	10.65(±0.29) ^{ab}	10.35(±0.21) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



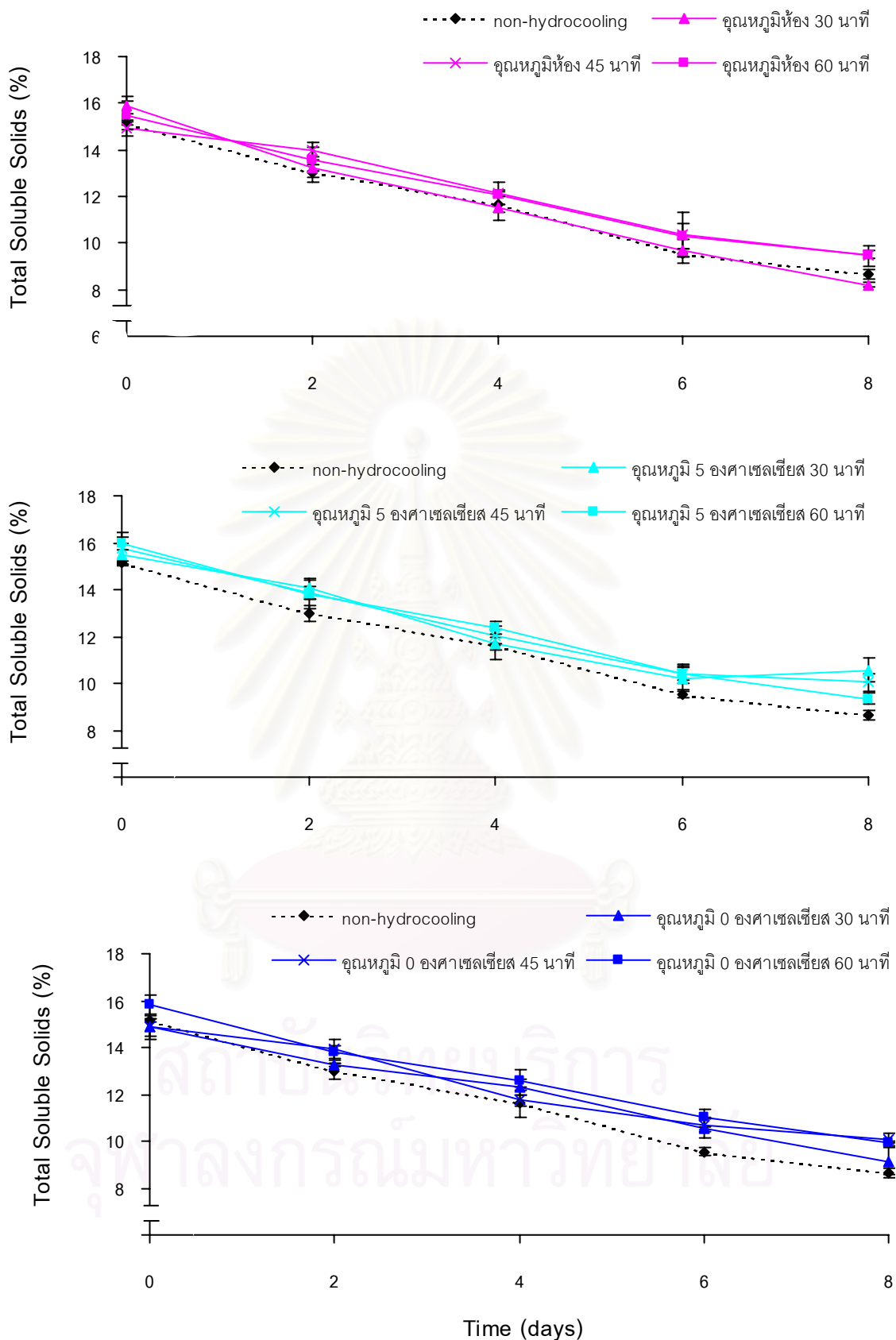
รูปที่ 19 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 18 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Total soluble solid, %				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	15.15(±0.10) ^a	13.00(±0.36) ^a	11.65(±0.64) ^a	9.55(±0.17) ^a	8.65(±0.21) ^{cd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	15.90(±0.37) ^a	13.20(±0.39) ^a	11.50(±0.19) ^a	9.65(±0.54) ^a	8.20(±0.12) ^d
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	14.90(±0.33) ^a	14.00(±0.33) ^a	12.15(±0.47) ^a	10.35(±0.96) ^a	9.45(±0.45) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	15.50(±0.62) ^a	13.60(±0.54) ^a	12.10(±0.10) ^a	10.30(±0.54) ^a	9.50(±0.17) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	15.50(±0.47) ^a	14.05(±0.46) ^a	11.70(±0.26) ^a	10.20(±0.57) ^a	10.55(±0.51) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	15.75(±0.69) ^a	13.85(±0.29) ^a	12.05(±0.38) ^a	10.40(±0.41) ^a	10.05(±0.38) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	15.95(±0.29) ^a	13.80(±0.62) ^a	12.35(±0.28) ^a	10.40(±0.24) ^a	9.35(±0.26) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	14.85(±0.38) ^a	13.25(±0.10) ^a	12.30(±0.31) ^a	10.55(±0.39) ^a	9.15(±0.59) ^{bcd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	14.85(±0.50) ^a	13.90(±0.44) ^a	11.75(±0.25) ^a	10.70(±0.29) ^a	10.05(±0.29) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	15.85(±0.41) ^a	13.80(±0.27) ^a	12.60(±0.44) ^a	11.00(±0.38) ^a	9.95(±0.05) ^{ab}

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 20 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ต่ำกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 19 และ 20 รูปที่ 21 และ 22) ในฤดูฝนพบว่า อัตราการหายใจของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดการเก็บรักษาและไม่มี ความแตกต่างทางสถิติในแต่ละชุดการทดลอง ในขณะที่ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 พบว่า ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 45 นาที มีอัตราการหายใจต่ำที่สุดแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 21 และ 22 รูปที่ 23 และ 24) ในฤดูหนาวพบว่า ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C 60 นาที และ 0 °C 60 นาที มีอัตราการหายใจต่ำที่สุด และชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C และ 0 °C จะช่วยลดอัตราการหายใจได้ดีกว่าชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง และชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วงวันที่ 2-4 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง 45 และ 60 นาที อุณหภูมิ 5 °C 30 45 และ 60 นาที และอุณหภูมิ 0 °C 30 45 และ 60 นาที มีอัตราการหายใจต่ำกว่าชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที และชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 30 45 และ 60 นาที มีอัตราการหายใจต่ำที่สุด แตกต่างจากชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 23 และ 24 รูปที่ 25 และ 26)

1.5. ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

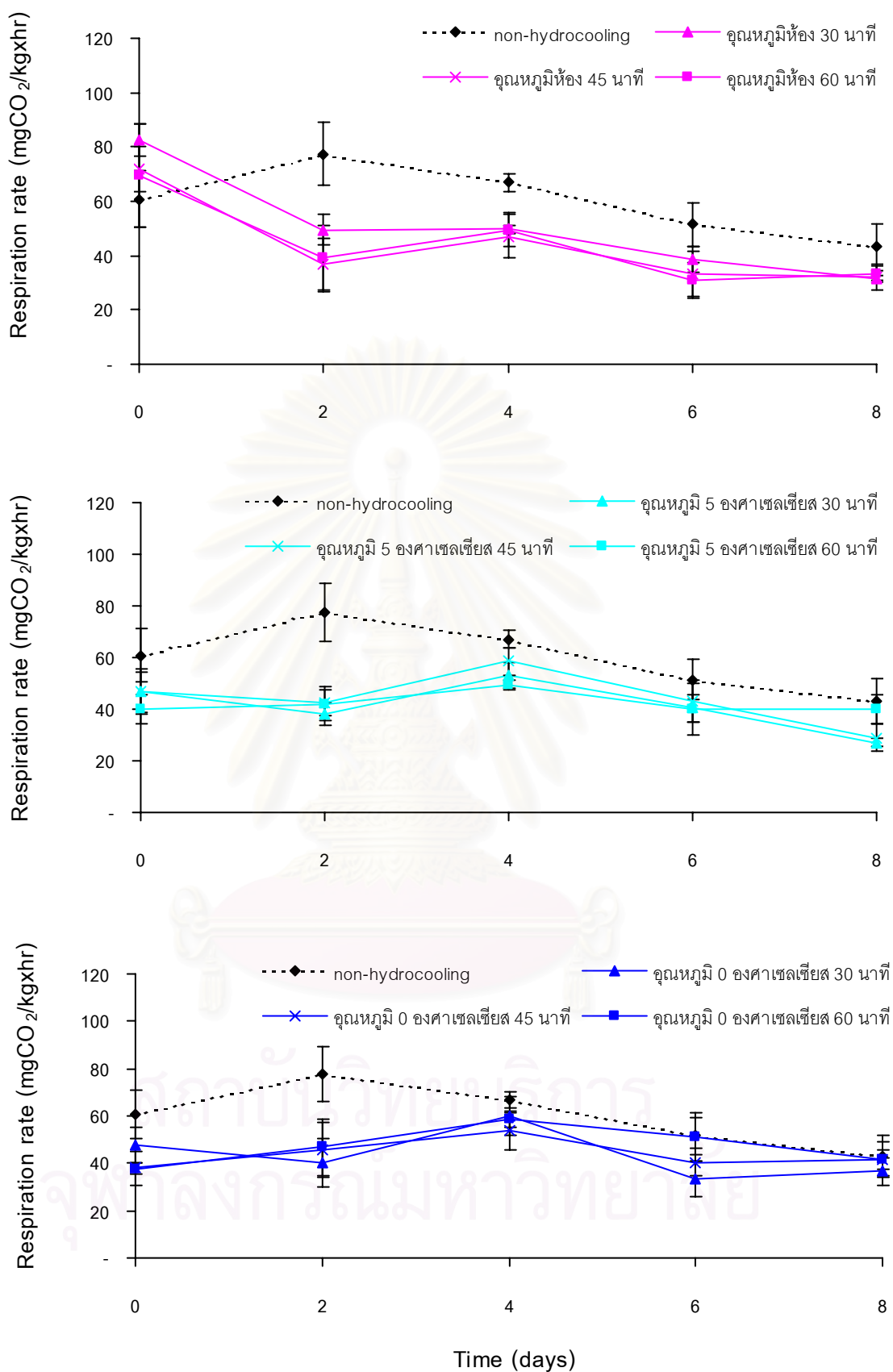
จากการทดลองพบว่า ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของข้าวโพดหวานที่ทำการเก็บรักษา มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันคือ มีแนวโน้มลดลงเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น ในฤดูร้อน พบว่า ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C และ 0 °C มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดสูงกว่าชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 25 และ 26 รูปที่ 27 และ 28) ในฤดูฝน วันที่ 8 ของการเก็บรักษา พบว่าข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C 45 และ 60 นาที และ 0 °C 30 45 และ 60 นาที มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ แต่ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 พบว่า ทุกชุดการทดลอง

ตารางที่ 19 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	60.76(±10.30) ^{ab}	63.58(±15.96) ^a	61.84(±5.66) ^a	44.58(±8.99) ^a	43.08(±8.60) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	82.61(±5.93) ^a	64.01(±15.15) ^a	44.56(±6.91) ^a	47.96(±10.16) ^a	41.94(±10.70) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	60.28(±12.81) ^{ab}	58.08(±22.45) ^a	50.22(±9.12) ^a	63.16(±8.20) ^a	39.84(±7.94) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	55.62(±19.51) ^{ab}	65.31(±27.82) ^a	56.71(±7.36) ^a	25.27(±7.35) ^a	23.36(±3.34) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	39.42(±9.85) ^b	38.23(±3.22) ^a	53.14(±5.29) ^a	40.52(±5.31) ^a	35.66(±8.55) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	38.63(±9.77) ^b	42.63(±5.07) ^a	58.44(±5.04) ^a	43.22(±7.99) ^a	34.14(±6.23) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	39.94(±5.86) ^b	52.83(±11.61) ^a	53.74(±3.76) ^a	35.22(±8.56) ^a	42.88(±4.99) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	40.80(±8.91) ^b	47.25(±10.14) ^a	63.99(±6.90) ^a	43.44(±1.67) ^a	39.80(±5.09) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	35.46(±3.04) ^b	49.43(±9.00) ^a	63.17(±10.16) ^a	40.33(±5.86) ^a	35.96(±8.03) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	31.66(±7.80) ^b	38.62(±11.81) ^a	61.56(±3.52) ^a	40.26(±3.23) ^a	41.52(±4.15) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



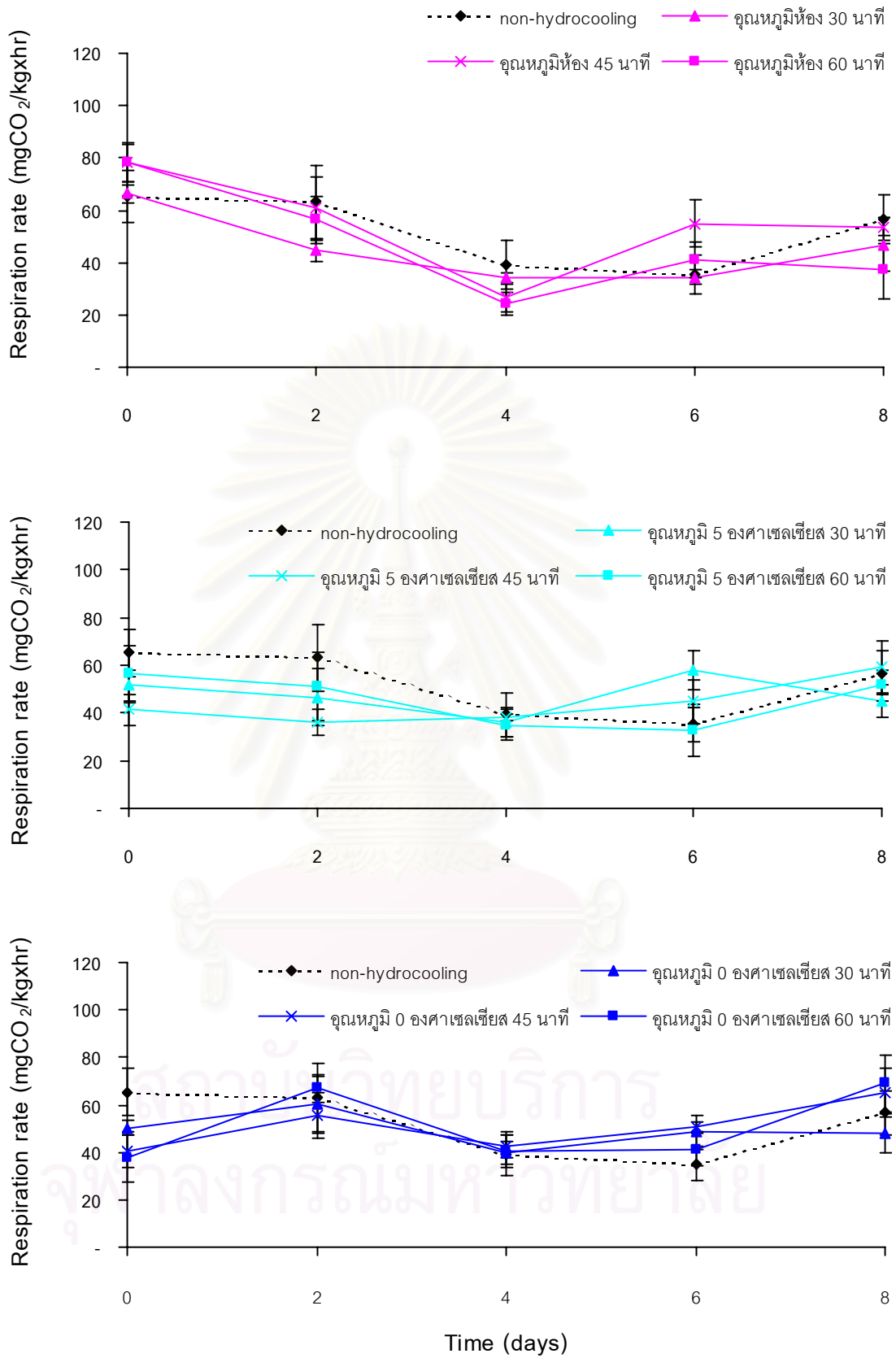
รูปที่ 21 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิล้าง 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 20 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	54.64(±12.76) ^{abc}	52.06(±14.94) ^a	39.37(±9.29) ^{ab}	49.33(±14.97) ^a	49.09(±10.14) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	66.31(±3.63) ^{ab}	44.79(±4.07) ^a	34.27(±2.07) ^{ab}	42.70(±8.47) ^a	39.96(±10.08) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	78.44(±7.30) ^a	60.74(±12.21) ^a	26.50(±5.13) ^b	54.75(±9.02) ^a	43.87(±11.01) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	78.08(±6.92) ^{ab}	56.39(±8.89) ^a	24.13(±4.46) ^b	54.64(±14.31) ^a	46.00(±11.66) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	60.52(±10.14) ^{abc}	55.00(±11.79) ^a	30.28(±8.03) ^{ab}	49.73(±8.19) ^a	44.88(±6.60) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	41.28(±6.50) ^{bc}	50.94(±15.21) ^a	38.17(±1.35) ^{ab}	37.54(±9.63) ^a	51.24(±11.31) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	63.70(±11.16) ^{abc}	61.34(±14.29) ^a	35.06(±6.76) ^{ab}	33.00(±10.97) ^a	51.54(±6.35) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	50.21(±2.97) ^{abc}	69.18(±12.54) ^a	40.01(±4.79) ^{ab}	48.43(±6.95) ^a	47.82(±8.29) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	33.58(±8.40) ^c	61.71(±9.18) ^a	42.50(±5.02) ^{ab}	40.96(±9.71) ^a	56.23(±11.62) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	45.44(±10.65) ^{abc}	67.05(±5.97) ^a	49.61(±10.48) ^{ab}	46.79(±7.36) ^a	59.61(±12.73) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



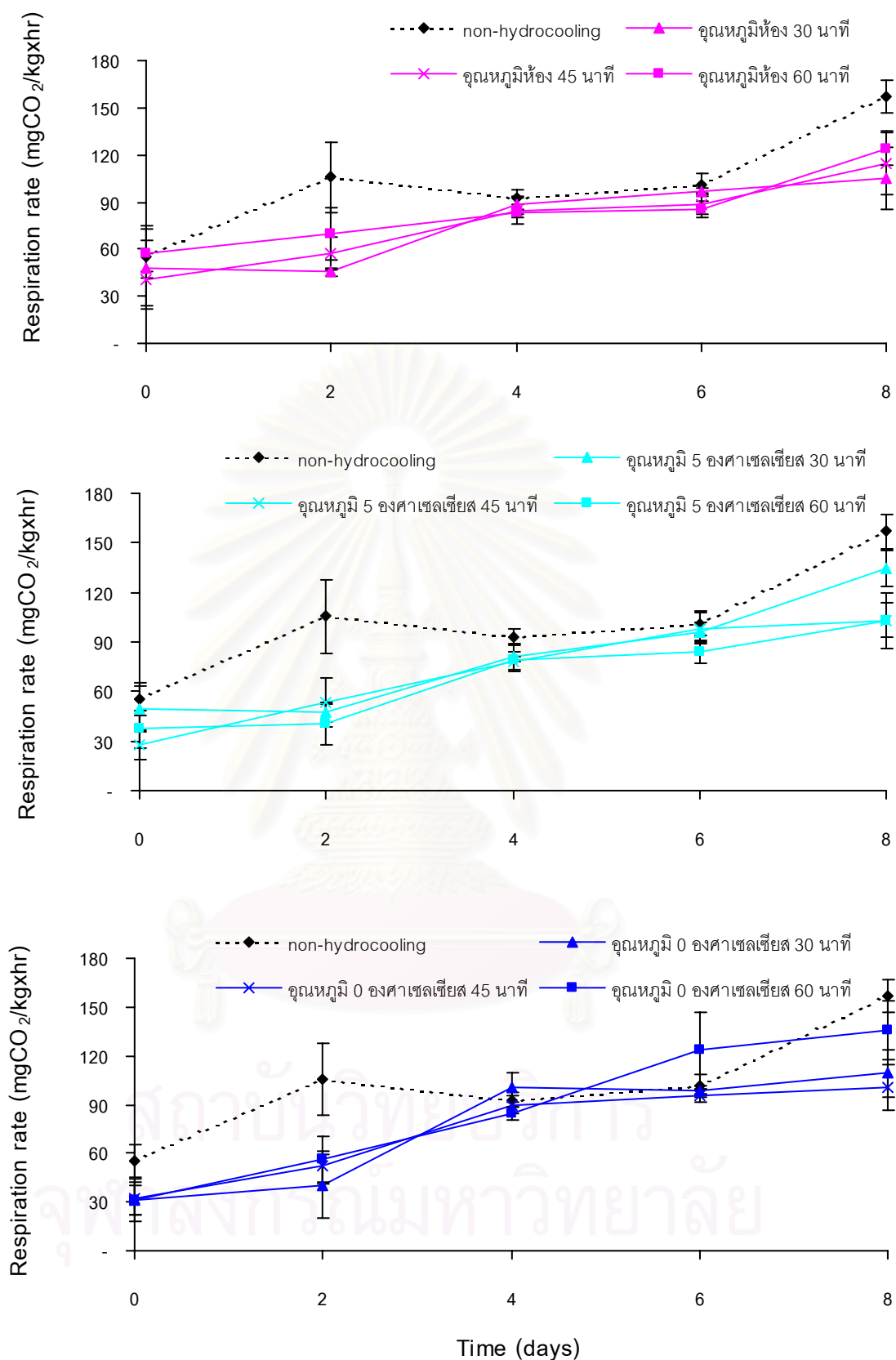
รูปที่ 22 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 21 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	55.51(±10.00) ^a	105.65(±22.20) ^a	92.95(±4.62) ^{ab}	101.36(±7.01) ^{ab}	156.98(±10.38) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	48.03(±26.43) ^a	45.35(±2.79) ^b	88.33(±5.78) ^{ab}	96.48(±2.86) ^{ab}	105.39(±19.68) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	40.55(±16.19) ^a	57.65(±10.50) ^b	84.59(±8.48) ^{ab}	88.67(±6.72) ^b	114.09(±19.77) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	57.57(±15.76) ^a	69.39(±16.64) ^{ab}	82.94(±2.82) ^{ab}	85.28(±4.91) ^b	124.07(±10.72) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	49.46(±14.04) ^a	47.26(±5.37) ^b	80.66(±8.12) ^{ab}	96.28(±5.21) ^{ab}	134.60(±10.98) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	27.74(±8.88) ^a	53.05(±14.80) ^b	78.39(±5.23) ^b	98.12(±9.52) ^{ab}	103.19(±10.57) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	37.49(±11.43) ^a	40.57(±12.52) ^b	79.51(±1.27) ^{ab}	83.75(±6.59) ^b	103.11(±16.64) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	30.90(±13.23) ^a	39.93(±19.61) ^b	100.36(±8.77) ^a	99.02(±2.80) ^{ab}	109.24(±14.41) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	32.42(±10.23) ^a	52.09(±9.37) ^b	89.74(±5.54) ^{ab}	95.55(±4.28) ^{ab}	100.62(±14.19) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	31.50(±9.11) ^a	56.01(±14.43) ^b	84.41(±3.89) ^{ab}	123.33(±23.88) ^a	135.86(±18.09) ^{ab}

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



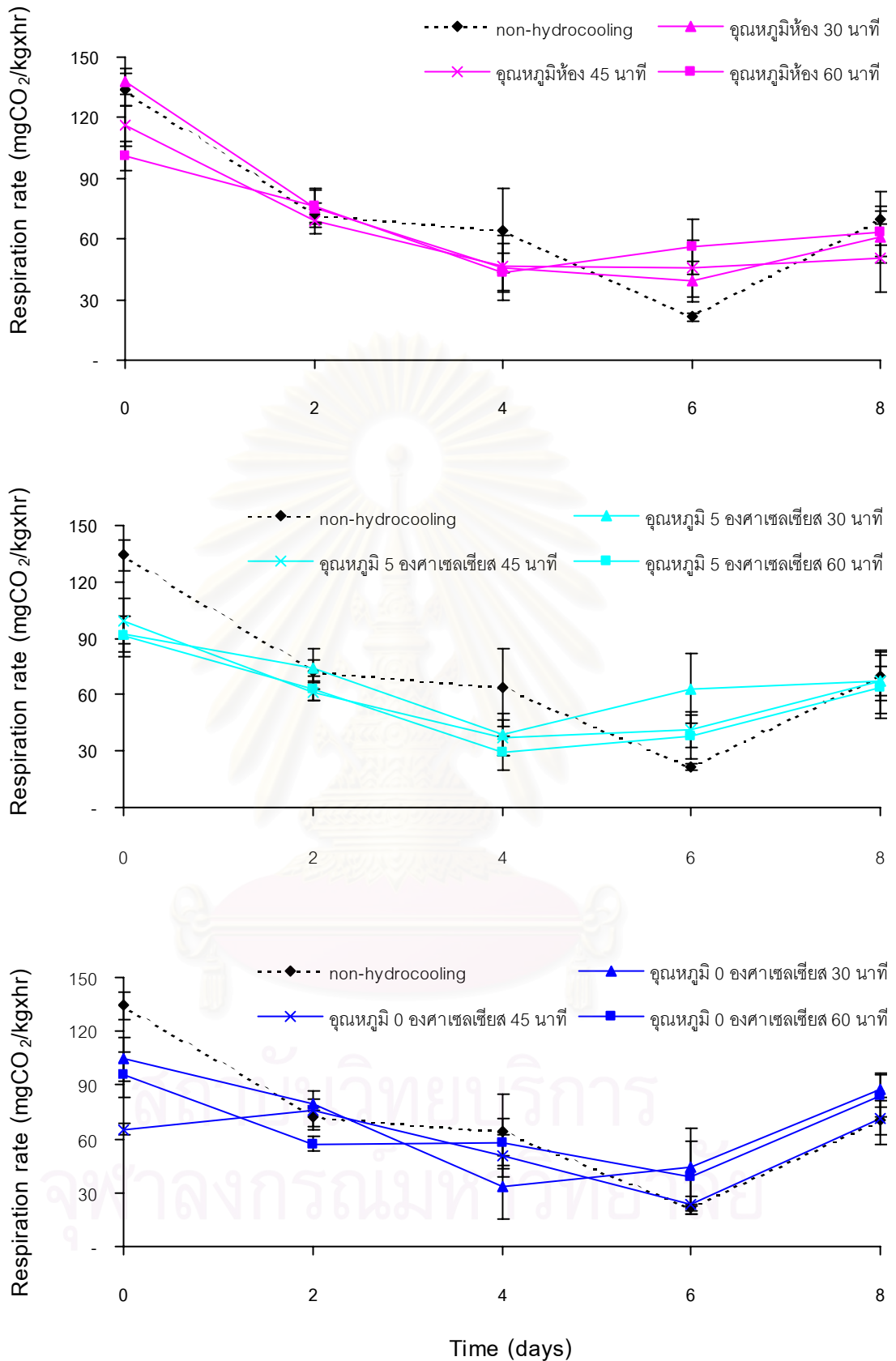
รูปที่ 23 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้ง 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 22 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	134.25(±8.20) ^{ab}	75.22(±5.56) ^a	64.03(±20.71) ^a	21.49(±1.85) ^a	70.04(±13.10) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	137.95(±6.77) ^a	75.55(±9.45) ^a	45.99(±16.03) ^a	39.08(±9.83) ^a	60.80(±12.71) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	115.94(±10.14) ^{abc}	68.58(±5.74) ^a	46.38(±11.70) ^a	45.45(±13.98) ^a	50.64(±16.90) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	101.13(±6.89) ^c	76.19(±8.20) ^a	43.04(±9.60) ^a	56.05(±13.39) ^a	63.75(±12.53) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	92.42(±9.44) ^{cd}	73.81(±10.48) ^a	38.73(±11.10) ^a	63.29(±18.20) ^a	67.25(±7.77) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	99.10(±11.85) ^c	61.62(±4.41) ^a	37.07(±9.73) ^a	41.43(±9.66) ^a	66.82(±16.87) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	90.99(±10.51) ^{cd}	63.30(±6.67) ^a	28.91(±9.41) ^a	37.74(±11.50) ^a	63.84(±16.77) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	104.77(±12.21) ^{bc}	79.43(±3.22) ^a	33.07(±17.72) ^a	44.19(±21.74) ^a	87.41(±9.49) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	65.44(±2.85) ^d	75.99(±10.84) ^a	50.64(±11.81) ^a	23.14(±4.89) ^a	71.59(±9.43) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	95.76(±12.44) ^{cd}	57.18(±4.22) ^a	58.28(±13.05) ^a	38.61(±20.30) ^a	83.74(±11.60) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



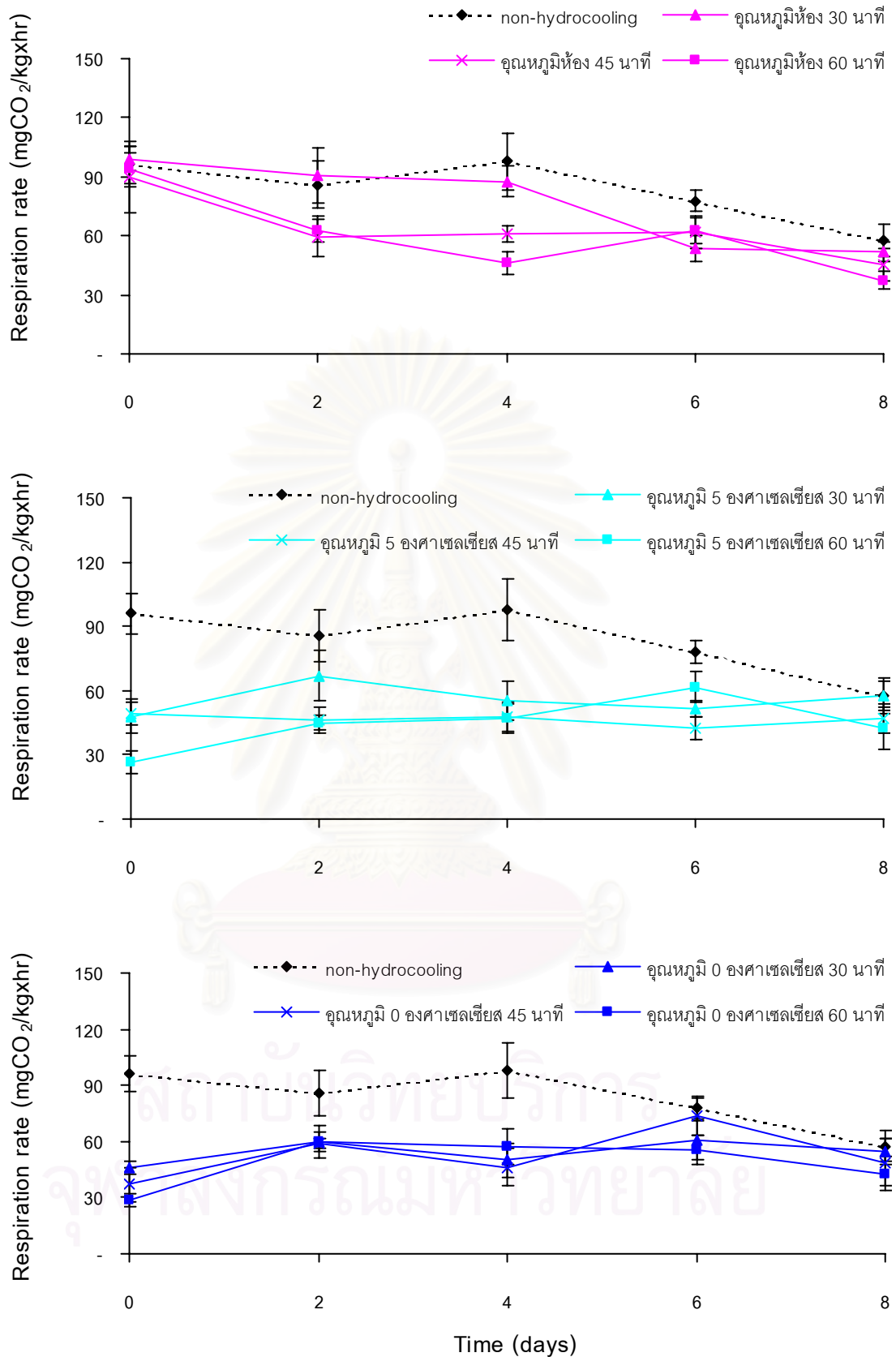
รูปที่ 24 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 23 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	96.06(±9.56) ^{ab}	85.92(±12.13) ^{ab}	97.90(±14.50) ^a	77.86(±5.48) ^a	57.36(±8.28) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	99.02(±6.16) ^a	90.68(±13.69) ^a	87.60(±7.82) ^a	53.39(±6.62) ^{abc}	51.84(±4.97) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	89.92(±18.04) ^a	59.71(±10.26) ^c	60.93(±4.00) ^b	61.86(±8.22) ^{abc}	45.05(±8.17) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	93.77(±8.79) ^a	62.28(±5.80) ^{bc}	46.11(±5.68) ^b	62.94(±6.56) ^{abc}	37.23(±4.68) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	47.94(±7.97) ^b	66.82(±11.65) ^{abc}	55.29(±8.97) ^b	51.77(±3.84) ^{bc}	57.48(±6.72) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	49.22(±5.25) ^b	46.19(±5.94) ^c	47.45(±6.76) ^b	42.77(±5.29) ^c	46.71(±6.78) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	26.19(±5.27) ^b	45.02(±3.62) ^c	46.86(±6.65) ^b	61.56(±7.39) ^{abc}	42.66(±9.86) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	45.89(±3.52) ^b	60.13(±8.69) ^c	50.15(±8.98) ^b	60.64(±10.12) ^{abc}	54.54(±6.86) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	37.00(±9.05) ^b	58.94(±2.69) ^c	46.18(±10.08) ^b	73.84(±10.58) ^{ab}	48.85(±12.41) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	28.90(±3.44) ^b	59.45(±5.22) ^c	57.38(±9.77) ^b	55.32(±7.95) ^{abc}	42.82(±9.30) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



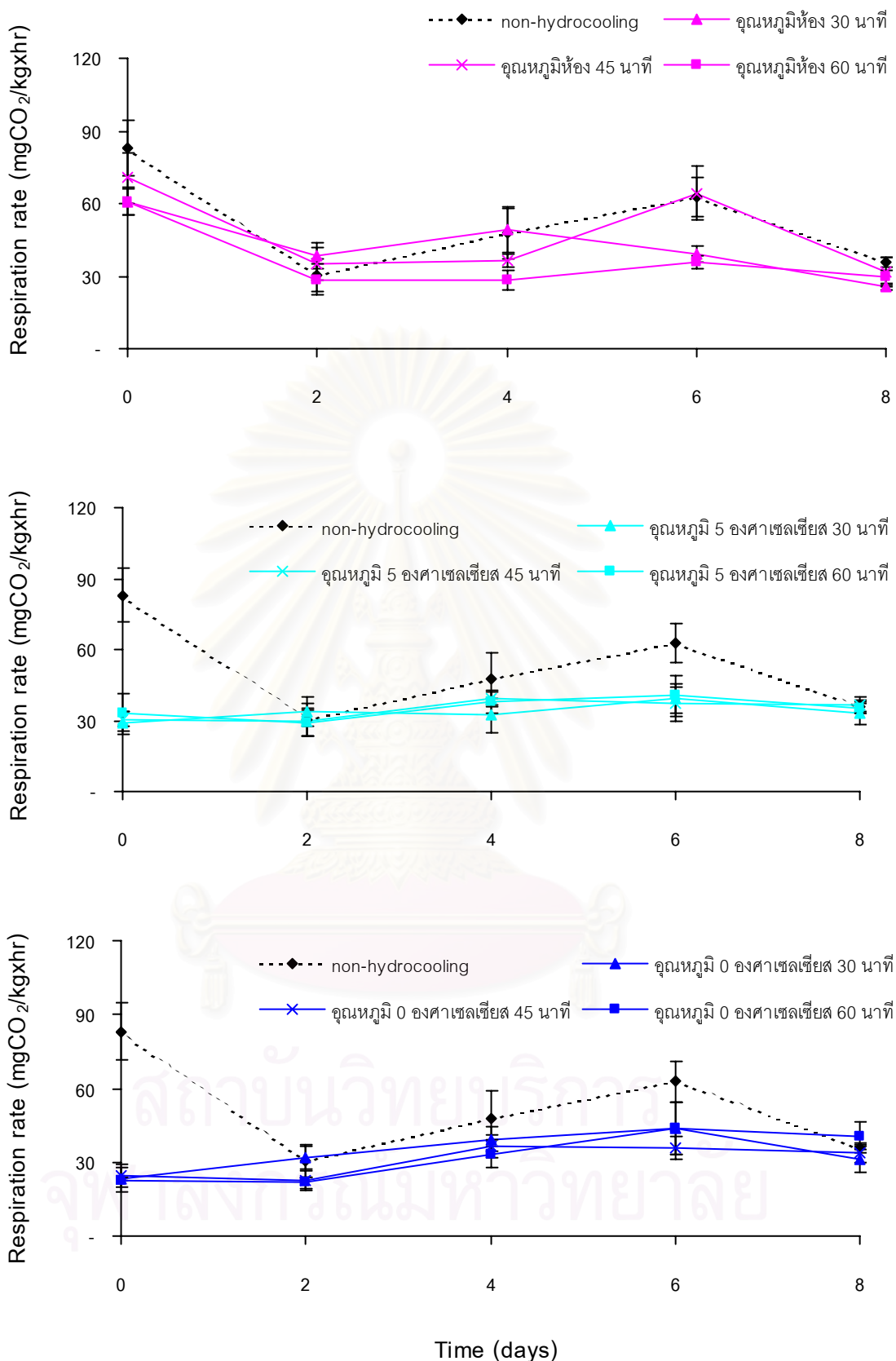
รูปที่ 25 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 24 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Respiration rate, mgCO ₂ /kgxhr				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	83.06(±11.53) ^a	30.44(±6.82) ^a	47.79(±11.00) ^{ab}	62.76(±8.30) ^{ab}	35.82(±2.14) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	61.00(±5.98) ^b	38.45(±5.30) ^a	48.88(±9.32) ^a	39.16(±3.48) ^{abc}	25.44(±0.92) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	40.50(±10.42) ^{ab}	35.05(±6.48) ^a	36.52(±2.88) ^{ab}	64.15(±11.22) ^a	31.58(±5.97) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	60.78(±5.41) ^b	28.55(±6.39) ^a	28.28(±3.91) ^b	35.74(±2.99) ^c	29.83(±2.77) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	29.08(±4.84) ^c	33.85(±6.02) ^a	32.12(±7.01) ^{ab}	39.20(±6.23) ^{abc}	33.34(±5.10) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	30.58(±3.07) ^c	29.31(±5.60) ^a	39.38(±3.72) ^{ab}	37.08(±7.23) ^{bc}	36.36(±3.48) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	33.43(±8.05) ^c	29.11(±5.55) ^a	37.63(±4.66) ^{ab}	40.50(±8.67) ^{abc}	35.16(±1.93) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	22.92(±0.65) ^c	31.83(±4.76) ^a	39.37(±5.10) ^{ab}	43.73(±10.86) ^{abc}	31.05(±5.29) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	24.72(±4.65) ^c	22.52(±3.88) ^a	36.51(±4.36) ^{ab}	35.93(±4.59) ^c	33.52(±3.41) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	22.64(±4.92) ^c	21.68(±2.26) ^a	33.40(±5.80) ^{ab}	43.63(±10.47) ^{abc}	40.53(±5.55) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 26 อัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดต่ำลงและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละชุดการทดลอง (ตารางที่ 27 และ 28 รูปที่ 29 และ 30) ในฤดูหนาว ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 มีแนวโน้มว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 60 นาที จะช่วยชะลอการลดลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C เป็นเวลา 8 วัน ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 วันที่ 4 ของการเก็บรักษา พบว่า ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 60 นาที มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดสูงที่สุดแตกต่างจากชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ วันที่ 6 ของการเก็บรักษา พบว่า ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 45 และ 60 นาที มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดสูงที่สุด แตกต่างจากชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ วันที่ 8 ของการเก็บรักษา พบว่า ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง 60 นาที อุณหภูมิ 5 °C 45 และ 60 นาที และ อุณหภูมิ 0 °C 30 45 และ 60 นาที มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดสูงกว่า ชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 29 และ 30 รูปที่ 31 และ 32)

1.6. ปริมาณน้ำตาลซูโครส

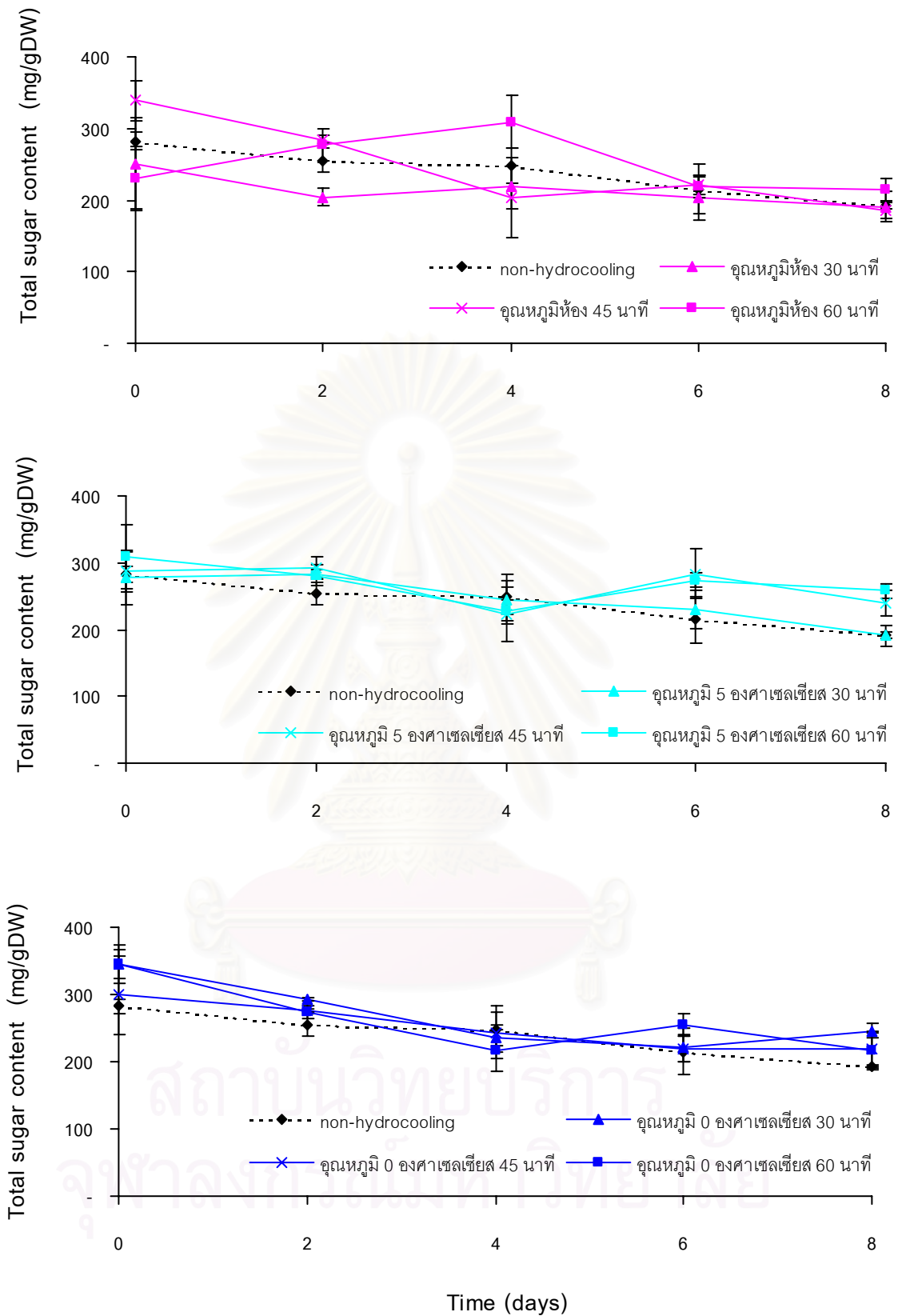
จากการทดลองพบว่า ปริมาณน้ำตาลซูโครสของข้าวโพดหวานที่ทำการเก็บรักษาจะมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดคือมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น ในฤดูร้อน พบว่าข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ทุกชุดการทดลองมีปริมาณน้ำตาลซูโครสลดต่ำลงและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกันกับในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 (ตารางที่ 31 และ 32 รูปที่ 33 และ 34) ในฤดูฝน วันที่ 8 ของการเก็บรักษา ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C 45 นาที และ 0 °C 60 นาที มีปริมาณซูโครสสูงกว่าชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องและชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ทุกชุดการทดลองจะมีปริมาณน้ำตาลซูโครสลดต่ำลงและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 33 และ 34 รูปที่ 35 และ 36) ในฤดูหนาว ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 มีแนวโน้มว่า การลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 60 นาที จะช่วยชะลอการลดลงของปริมาณน้ำตาลซูโครสได้ดีกว่า ชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C เป็นเวลา 8 วัน ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 วันที่ 4 ของการเก็บรักษา พบว่า ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำทุกชุดการทดลอง ยกเว้น ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 35 และ 36 รูปที่ 37 และ 38)

ตารางที่ 25 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Total sugar content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	282.49(±11.51) ^a	254.97(±16.77) ^a	248.38(±24.86) ^a	215.30(±34.59) ^a	191.95(±4.24) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	251.12(±63.44) ^a	204.41(±11.57) ^b	218.40(±30.42) ^a	202.54(±31.09) ^a	190.91(±21.56) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	338.92(±27.91) ^a	284.26(±5.37) ^a	202.84(±55.49) ^a	220.93(±13.96) ^a	185.84(±12.30) ^c
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	230.16(±45.11) ^a	276.70(±22.27) ^a	309.05(±36.58) ^a	218.46(±14.14) ^a	214.36(±15.89) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	277.16(±39.76) ^a	283.17(±5.79) ^a	245.04(±37.38) ^a	229.53(±27.95) ^a	191.15(±15.83) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	286.76(±30.88) ^a	292.11(±16.75) ^a	222.63(±40.40) ^a	283.81(±37.81) ^a	239.80(±19.83) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	308.47(±47.48) ^a	281.17(±14.71) ^a	228.06(±16.05) ^a	273.81(±11.16) ^a	257.51(±9.69) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	345.02(±21.40) ^a	292.54(±2.51) ^a	235.12(±19.66) ^a	220.28(±19.30) ^a	246.20(±10.93) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	299.45(±58.58) ^a	277.20(±2.38) ^a	243.60(±39.55) ^a	219.41(±18.42) ^a	219.42(±26.46) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	345.30(±27.74) ^a	274.52(±9.81) ^a	217.67(±30.99) ^a	254.05(±16.29) ^a	215.65(±26.31) ^{abc}

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



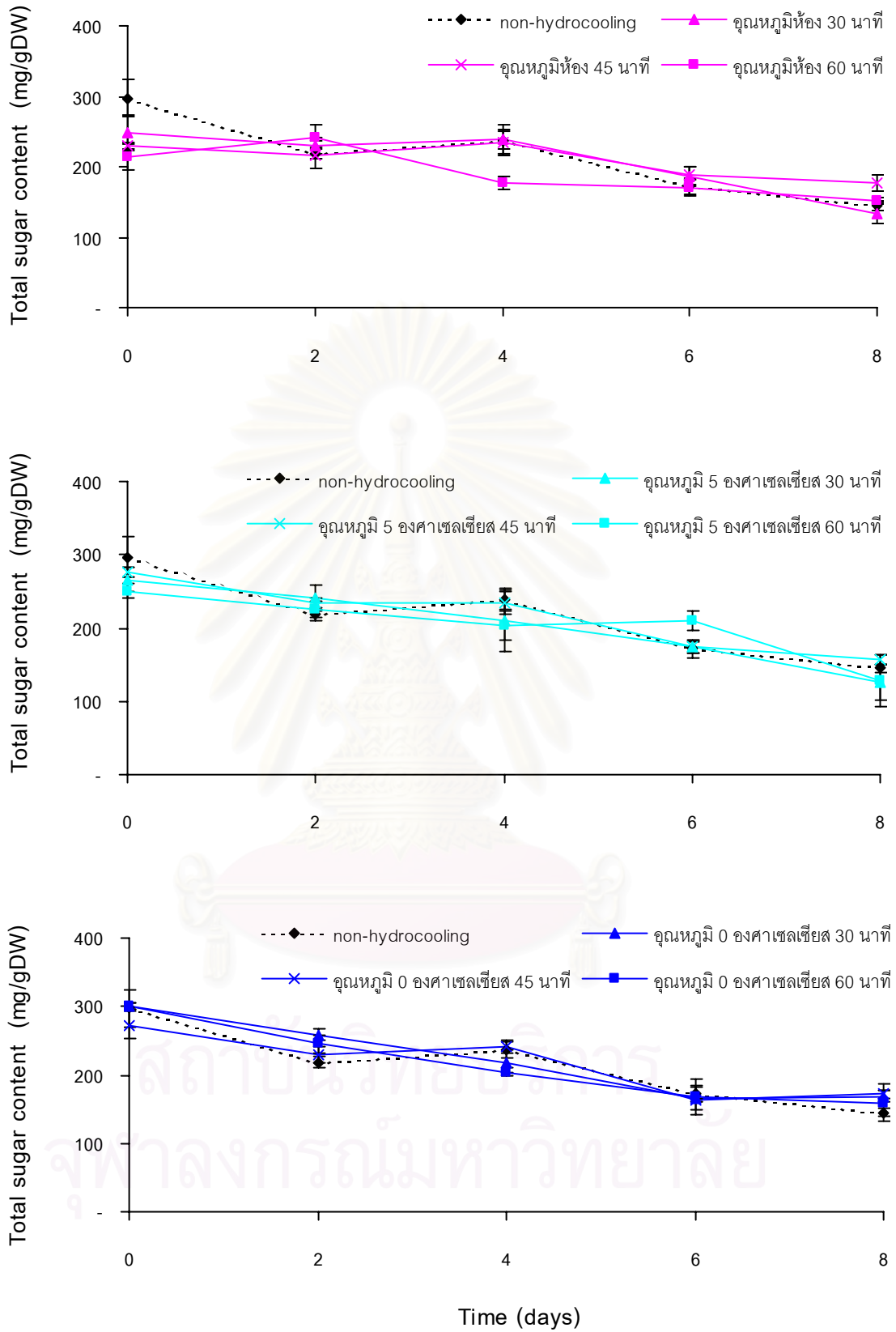
รูปที่ 27 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 26 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Total sugar content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	297.16(±26.93) ^a	218.86(±7.89) ^a	237.71(±12.88) ^a	172.28(±12.12) ^a	145.01(±6.01) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	247.93(±25.49) ^{abc}	229.56(±11.94) ^a	239.47(±20.57) ^a	186.33(±14.74) ^a	132.94(±13.54) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	230.00(±3.68) ^{bc}	217.03(±19.32) ^a	233.61(±18.18) ^a	188.06(±12.35) ^a	176.01(±11.58) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	213.80(±19.21) ^c	241.50(±17.16) ^b	177.65(±8.72) ^a	170.58(±11.07) ^a	152.15(±3.46) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	266.18(±16.50) ^{abc}	240.24(±17.99) ^a	210.56(±43.08) ^a	174.47(±8.86) ^a	125.75(±24.84) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	275.80(±6.81) ^{ab}	233.22(±8.33) ^a	235.15(±15.88) ^a	174.01(±7.56) ^a	157.25(±7.18) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	250.71(±10.35) ^{abc}	225.91(±11.66) ^a	202.83(±20.04) ^a	209.46(±12.97) ^a	128.82(±35.37) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	300.84(±4.95) ^a	258.47(±7.97) ^a	217.69(±13.96) ^a	165.21(±17.00) ^a	169.03(±7.76) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	272.68(±19.73) ^{ab}	229.74(±11.84) ^a	242.04(±5.77) ^a	164.29(±2.33) ^a	171.72(±5.14) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	300.52(±5.50) ^a	245.03(±13.59) ^a	204.16(±6.05) ^a	168.20(±25.57) ^a	159.01(±27.00) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



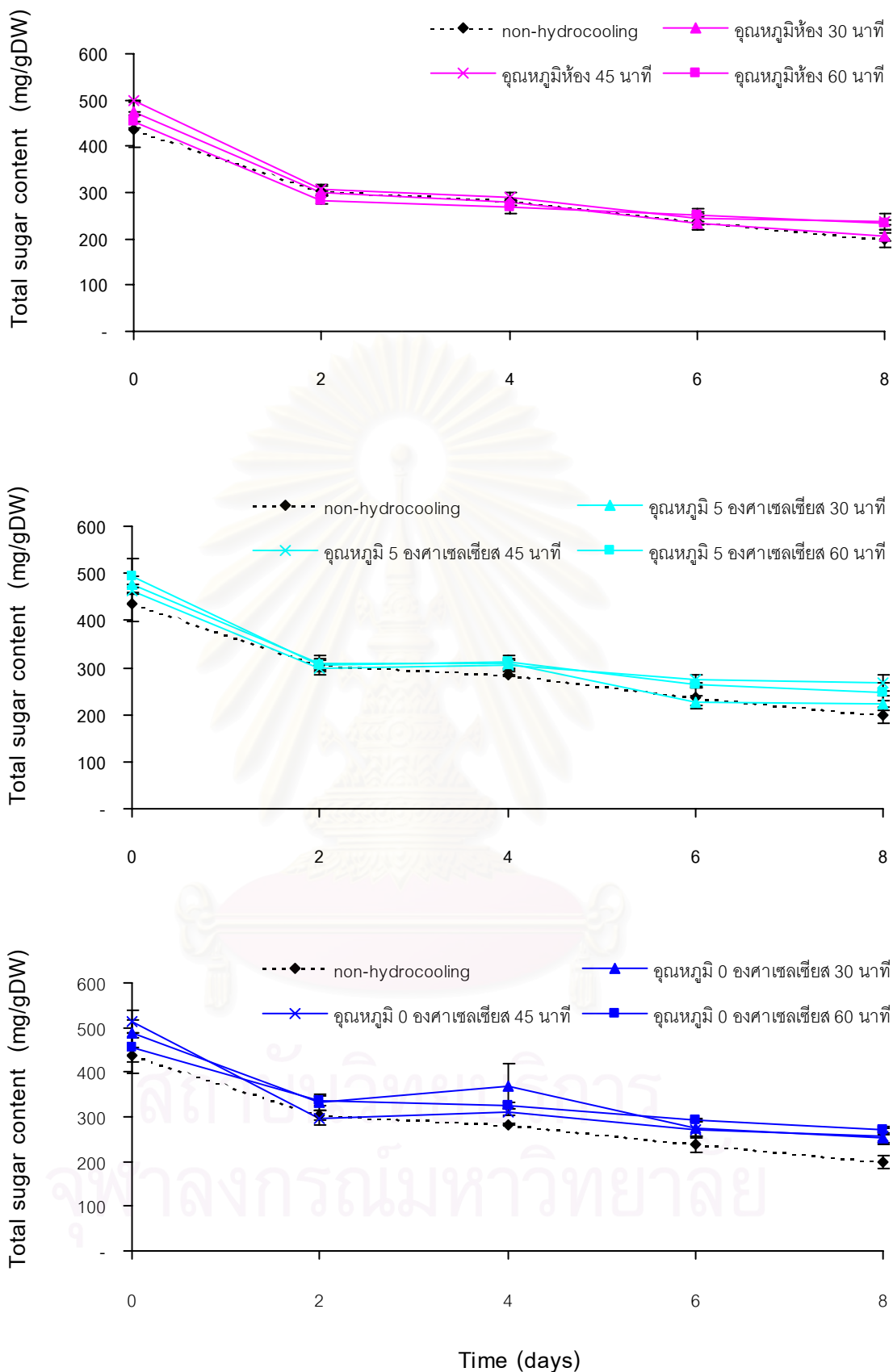
รูปที่ 28 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 27 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Total sugar content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	436.72(±39.09) ^a	304.20(±10.85) ^{ab}	283.43(±0.88) ^b	237.73(±17.84) ^{bc}	198.61(±15.68) ^d
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	473.89(±21.76) ^a	298.77(±6.38) ^{ab}	278.22(±5.88) ^b	234.60(±13.15) ^{bc}	207.50(±10.60) ^{cd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	498.51(±1.11) ^a	307.06(±9.83) ^{ab}	288.74(±10.96) ^b	245.14(±13.23) ^{bc}	236.01(±17.08) ^{abcd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	454.01(±15.06) ^a	283.39(±8.63) ^b	268.01(±14.61) ^b	251.49(±12.55) ^{abc}	234.19(±5.14) ^{abcd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	475.14(±20.02) ^a	309.01(±10.79) ^{ab}	308.33(±11.85) ^{ab}	226.62(±14.64) ^c	223.58(±14.94) ^{bcd}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	461.85(±7.25) ^a	298.42(±5.84) ^{ab}	303.43(±12.33) ^{ab}	273.94(±12.21) ^{ab}	266.50(±16.70) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	494.61(±36.89) ^a	304.15(±21.01) ^{ab}	311.99(±13.77) ^{ab}	262.41(±4.77) ^{abc}	248.01(±18.25) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	486.77(±29.88) ^a	331.04(±17.11) ^a	368.66(±50.03) ^a	273.34(±18.51) ^{ab}	251.26(±10.02) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	514.64(±25.16) ^a	297.29(±17.00) ^{ab}	312.06(±7.24) ^{ab}	271.72(±18.14) ^{abc}	257.38(±17.17) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	454.82(±31.92) ^a	337.90(±12.77) ^a	323.92(±7.61) ^{ab}	291.77(±3.51) ^a	271.14(±5.61) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



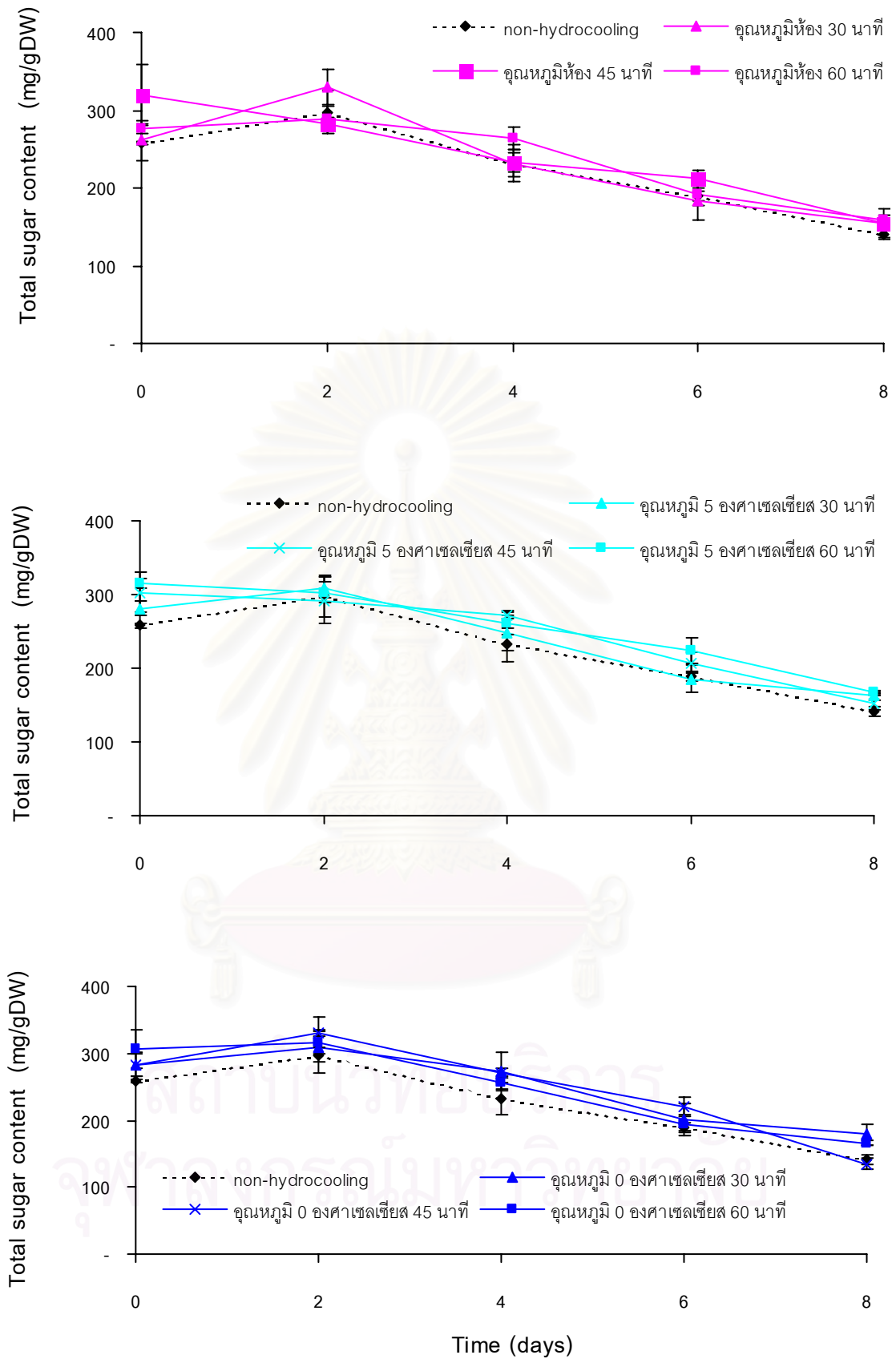
รูปที่ 29 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 28 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Total sugar content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	257.92(±2.73) ^a	297.60(±27.84) ^a	231.85(±23.30) ^a	189.72(±6.07) ^a	140.91(±6.40) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	260.87(±25.00) ^a	329.95(±23.12) ^a	231.75(±17.52) ^a	183.34(±23.96) ^a	154.06(±18.18) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	319.91(±39.80) ^a	283.49(±6.72) ^a	233.63(±12.66) ^a	211.87(±10.95) ^a	155.00(±2.20) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	276.58(±6.20) ^a	289.54(±15.09) ^a	264.66(±14.48) ^a	191.95(±14.08) ^a	159.66(±6.10) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	280.93(±9.56) ^a	309.73(±15.13) ^a	247.99(±23.71) ^a	185.55(±18.96) ^a	163.63(±6.35) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	302.82(±27.39) ^a	291.42(±31.55) ^a	271.53(±4.37) ^a	207.24(±14.40) ^a	152.41(±9.82) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	315.22(±6.94) ^a	303.13(±14.31) ^a	261.68(±16.88) ^a	223.91(±16.88) ^a	166.87(±1.53) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	281.74(±16.89) ^a	309.48(±23.04) ^a	274.13(±27.57) ^a	201.43(±23.99) ^a	178.58(±14.98) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	283.21(±17.48) ^a	331.06(±22.56) ^a	269.73(±7.14) ^a	220.54(±13.61) ^a	135.21(±8.11) ^c
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	306.24(±29.26) ^a	316.96(±17.78) ^a	255.14(±10.72) ^a	195.11(±12.90) ^a	166.42(±4.57) ^{abc}

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



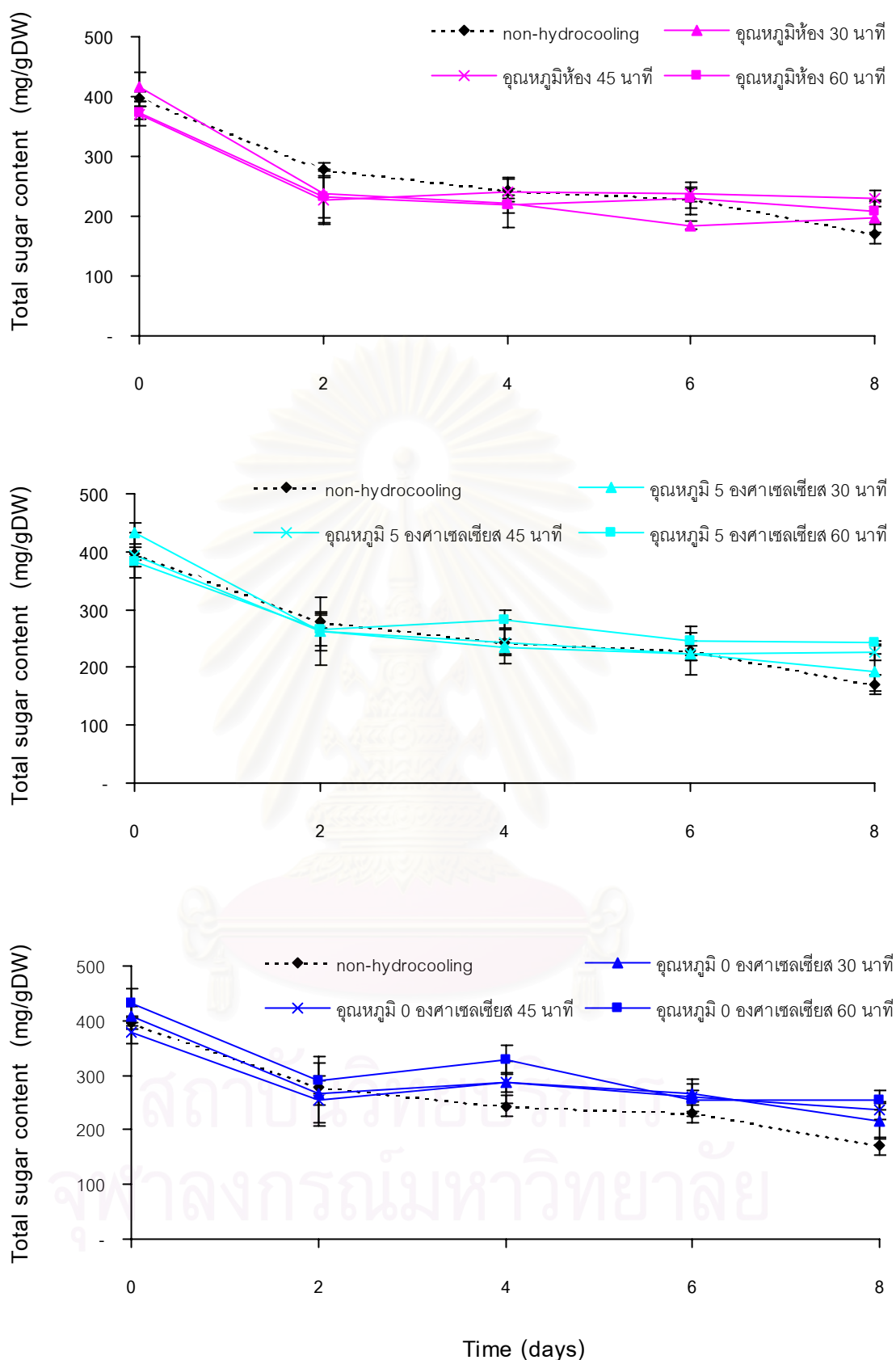
รูปที่ 30 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 29 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Total sugar content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	396.10(±11.93) ^a	278.04(±11.08) ^a	243.92(±20.25) ^{ab}	229.40(±17.09) ^{ab}	170.47(±15.73) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	416.61(±24.47) ^a	237.93(±39.33) ^a	221.24(±39.77) ^b	184.93(±5.89) ^b	198.15(±26.21) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	371.60(±21.05) ^a	227.64(±37.17) ^a	240.72(±5.62) ^b	237.42(±12.06) ^{ab}	229.64(±12.76) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	373.20(±10.64) ^a	231.33(±44.41) ^a	217.64(±11.13) ^b	229.21(±26.75) ^{ab}	208.20(±18.55) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	432.14(±18.12) ^a	261.20(±32.26) ^a	235.57(±14.32) ^b	223.85(±12.38) ^{ab}	191.49(±32.05) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	394.06(±38.24) ^a	262.72(±58.44) ^a	244.34(±38.22) ^{ab}	223.46(±35.31) ^{ab}	226.40(±13.45) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	383.27(±8.35) ^a	266.26(±30.22) ^a	282.69(±15.80) ^{ab}	245.63(±24.54) ^{ab}	241.71(±3.04) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	408.06(±18.13) ^a	266.92(±55.03) ^a	286.63(±37.86) ^{ab}	266.47(±16.32) ^a	215.94(±32.21) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	377.43(±19.94) ^a	253.42(±46.02) ^a	286.68(±18.40) ^{ab}	259.87(±33.77) ^{ab}	235.73(±17.16) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	432.18(±26.18) ^a	289.70(±44.60) ^a	328.24(±27.10) ^a	254.21(±19.31) ^{ab}	253.07(±17.84) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



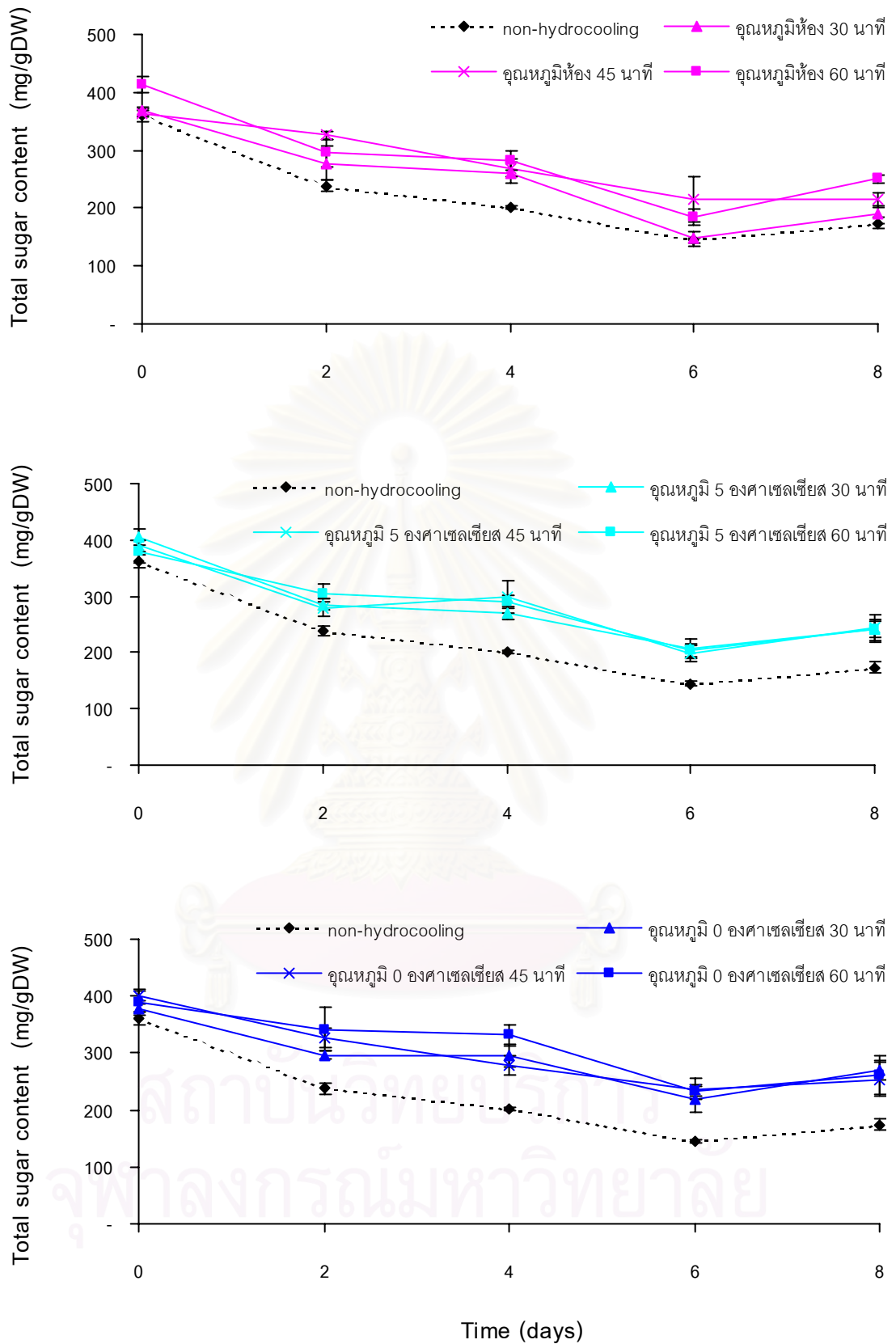
รูปที่ 31 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 30 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Total sugar content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	361.32(±11.45) ^c	238.07(±9.46) ^b	201.08(±2.58) ^c	144.50(±3.77) ^c	173.61(±9.71) ^c
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	367.64(±6.03) ^{bc}	277.55(±28.86) ^{ab}	260.24(±18.33) ^b	146.99(±12.74) ^{bc}	188.58(±16.18) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	363.14(±5.08) ^{bc}	325.86(±6.59) ^a	269.51(±14.22) ^b	214.61(±38.91) ^a	213.78(±12.46) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	413.23(±13.27) ^a	294.94(±24.37) ^{ab}	282.40(±16.82) ^{ab}	184.93(±14.28) ^{abc}	250.50(±7.61) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	406.51(±14.33) ^{ab}	285.84(±10.68) ^{ab}	269.19(±9.94) ^b	207.06(±16.98) ^{ab}	240.42(±18.06) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	389.67(±9.25) ^{abc}	279.72(±16.51) ^{ab}	297.58(±28.80) ^{ab}	199.02(±15.39) ^{abc}	243.67(±23.94) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	379.47(±18.91) ^{abc}	305.33(±15.21) ^a	291.31(±9.08) ^{ab}	203.29(±9.69) ^{abc}	241.37(±15.07) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	378.72(±13.65) ^{abc}	296.56(±8.14) ^{ab}	295.65(±20.99) ^{ab}	218.35(±22.55) ^a	269.33(±17.19) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	399.87(±12.14) ^{abc}	327.13(±16.99) ^a	278.90(±17.27) ^{ab}	236.57(±18.51) ^a	253.59(±29.19) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	390.03(±19.26) ^{abc}	342.02(±37.62) ^a	331.14(±19.52) ^a	324.10(±10.64) ^a	260.99(±33.93) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



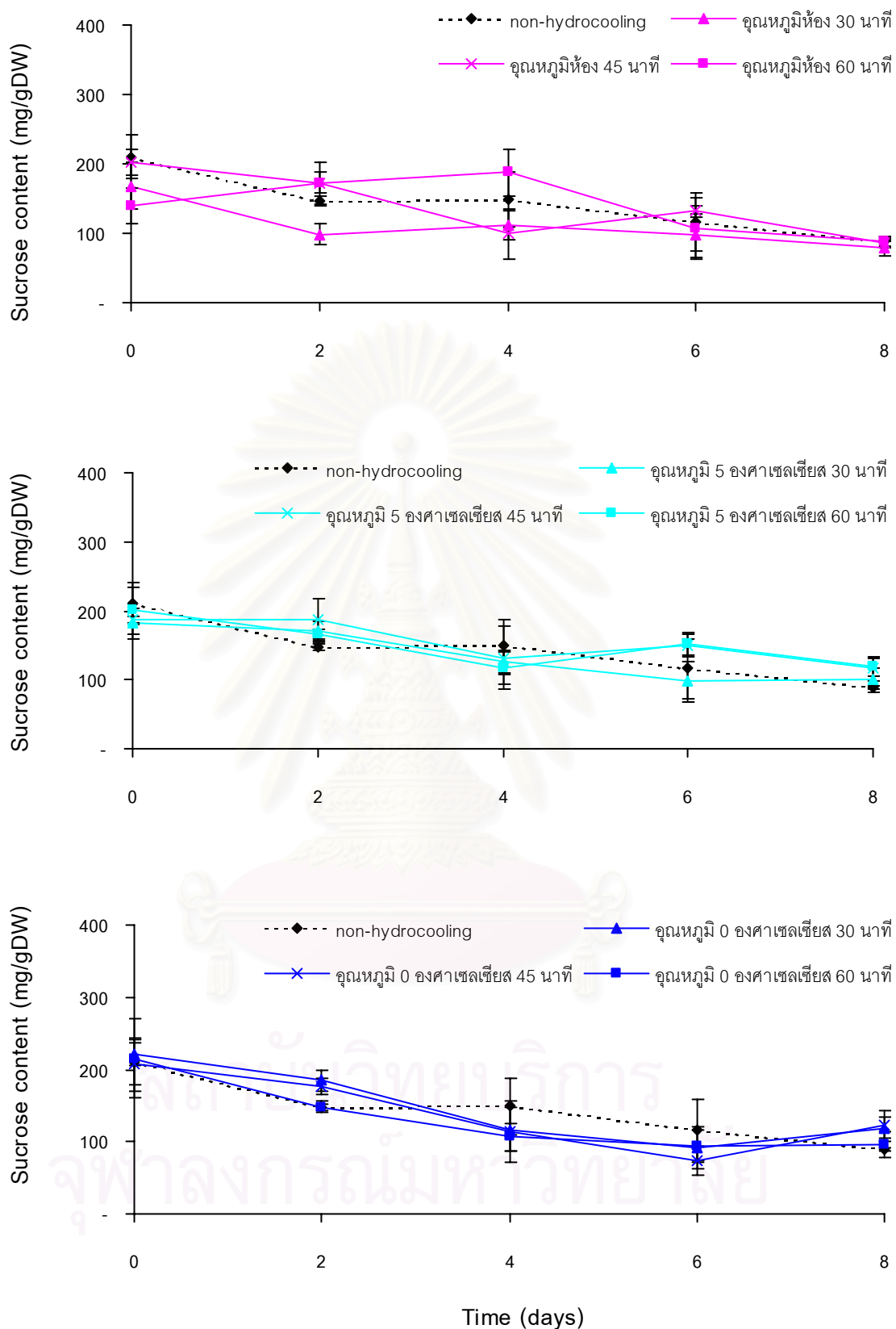
รูปที่ 32 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 31 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Sucrose content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	210.35(±30.93) ^a	147.32(±5.31) ^{ab}	148.71(±38.60) ^a	116.34(±42.88) ^a	89.06(±1.46) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	168.13(±33.32) ^a	98.48(±15.09) ^b	111.22(±20.22) ^a	96.53(±31.08) ^a	80.11(±11.79) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	202.63(±18.09) ^a	172.53(±15.12) ^a	99.18(±36.64) ^a	131.88(±7.69) ^a	86.43(±8.50) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	139.93(±26.00) ^a	171.36(±30.95) ^a	187.59(±34.43) ^a	106.84(±44.67) ^a	89.39(±7.01) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	181.38(±21.29) ^a	170.53(±13.65) ^a	125.59(±18.21) ^a	97.29(±30.02) ^a	100.01(±17.91) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	187.31(±3.90) ^a	186.45(±31.95) ^a	131.59(±45.56) ^a	150.62(±15.66) ^a	115.99(±17.89) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	200.70(±33.54) ^a	165.60(±7.11) ^a	117.34(±23.46) ^a	151.28(±17.77) ^a	118.66(±12.71) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	221.39(±15.85) ^a	184.49(±15.28) ^a	116.72(±29.93) ^a	92.08(±29.13) ^a	119.02(±14.04) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	207.13(±36.23) ^a	176.23(±11.55) ^a	113.87(±41.78) ^a	74.31(±20.09) ^a	121.91(±21.13) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	214.73(±54.55) ^a	148.35(±7.22) ^{ab}	106.26(±18.05) ^a	94.12(±21.74) ^a	95.83(±17.86) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



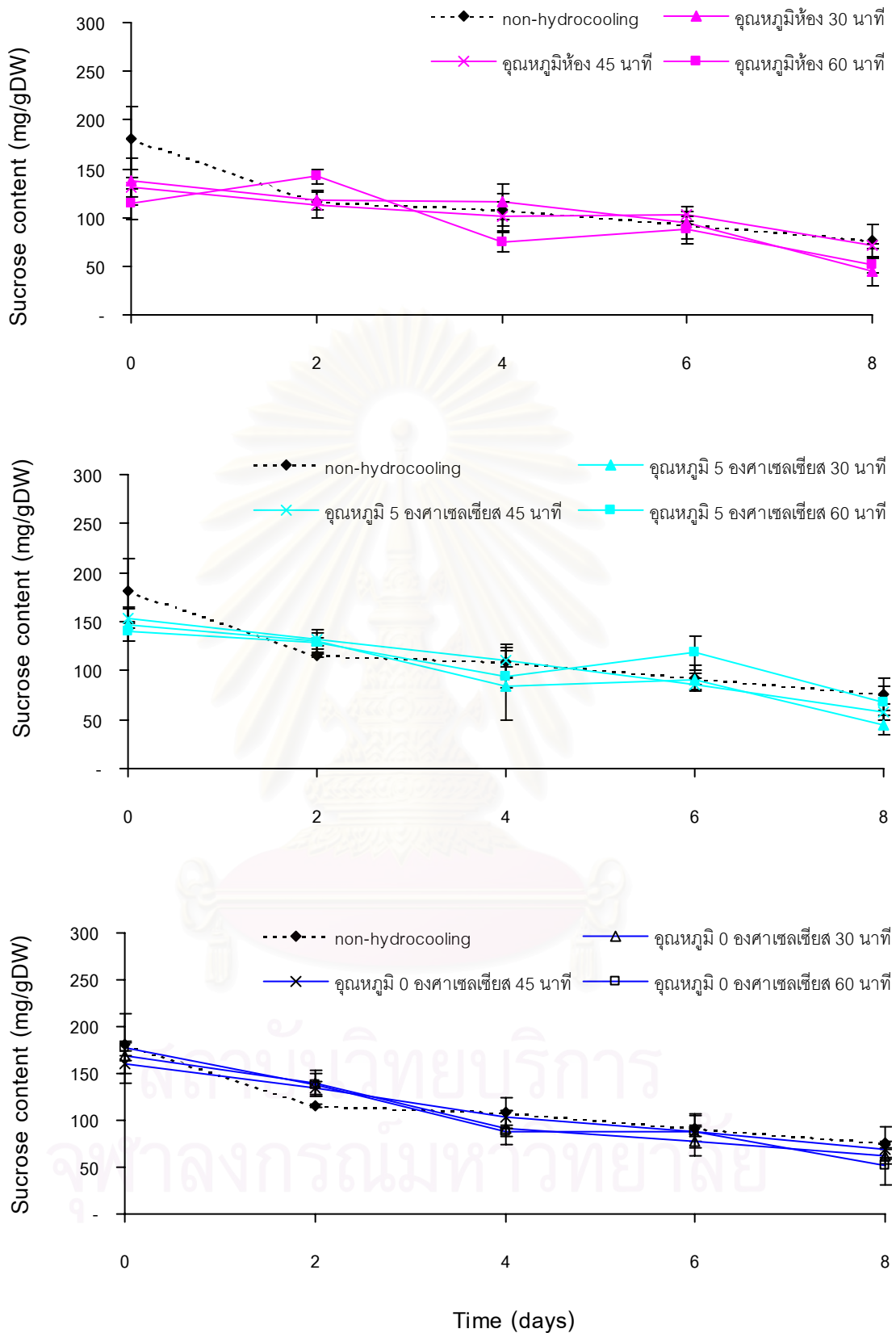
รูปที่ 33 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 32 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Sucrose content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	181.43(±32.26) ^a	115.42(±2.18) ^a	108.10(±16.13) ^a	92.14(±13.70) ^{ab}	76.17(±16.16) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	137.01(±24.20) ^{ab}	117.22(±10.02) ^a	116.05(±17.81) ^a	94.74(±1.77) ^{ab}	45.31(±14.77) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	130.42(±9.93) ^{ab}	112.28(±13.30) ^a	101.84(±14.97) ^a	103.59(±7.51) ^{ab}	70.55(±2.68) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	113.71(±15.11) ^b	142.20(±7.68) ^a	74.64(±10.04) ^a	87.50(±14.02) ^{ab}	50.65(±7.13) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	147.15(±16.25) ^{ab}	130.53(±11.09) ^a	84.66(±36.03) ^a	90.83(±5.79) ^{ab}	44.46(±9.96) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	153.91(±11.11) ^{ab}	131.79(±7.13) ^a	110.07(±16.31) ^a	86.50(±6.02) ^{ab}	57.56(±8.90) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	140.68(±9.82) ^{ab}	127.77(±6.49) ^a	93.33(±10.65) ^a	117.90(±16.77) ^a	67.05(±16.99) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	168.93(±5.21) ^{ab}	139.51(±14.38) ^a	91.66(±18.10) ^a	76.95(±15.34) ^b	61.21(±6.93) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	160.79(±21.20) ^{ab}	134.75(±6.66) ^a	102.79(±7.27) ^a	88.78(±6.23) ^{ab}	68.20(±9.79) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	176.76(±7.59) ^a	137.95(±12.15) ^a	87.28(±4.02) ^a	88.67(±17.55) ^{ab}	51.41(±19.71) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



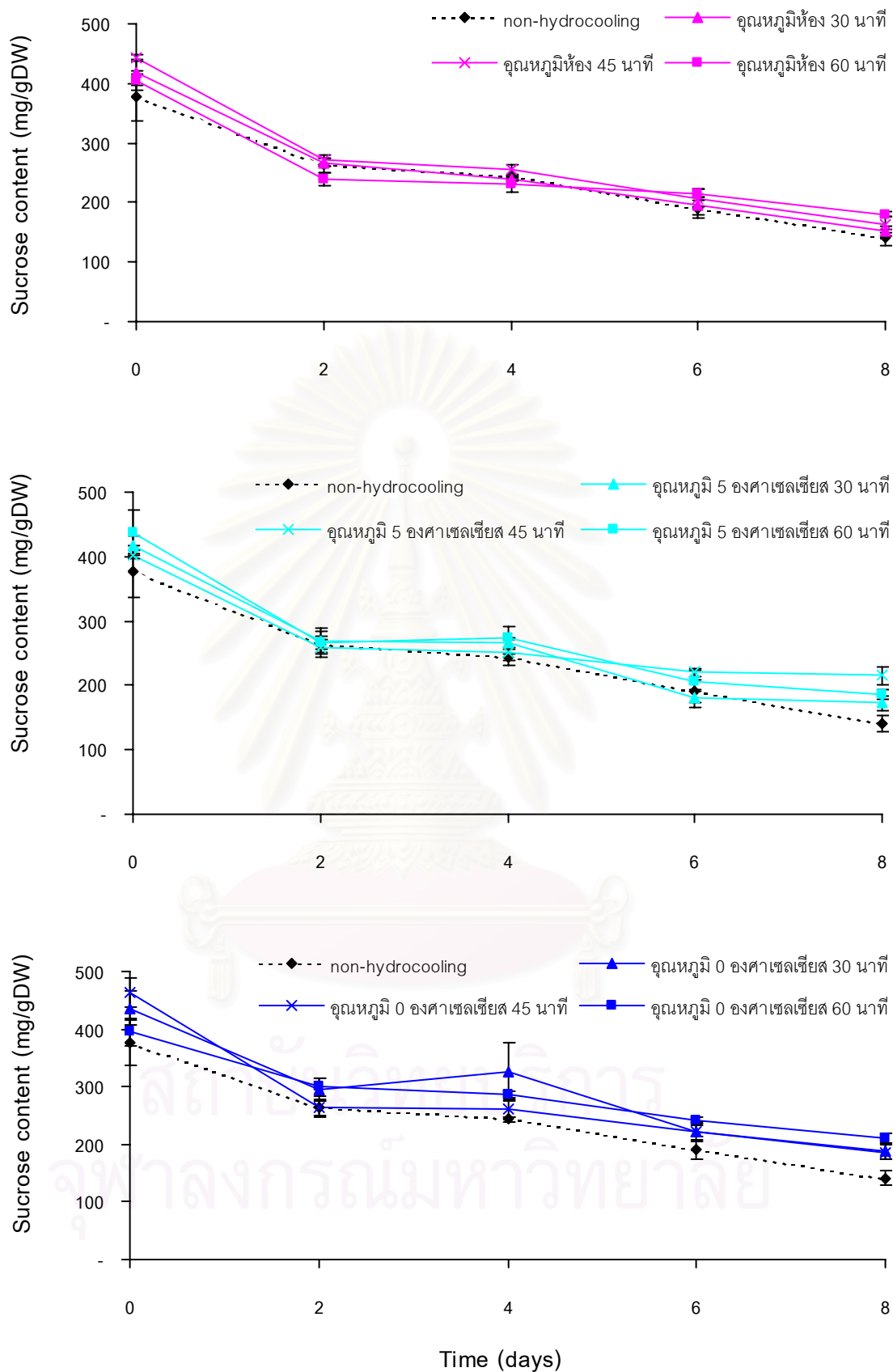
รูปที่ 34 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 33 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Sucrose content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	376.69(±40.14) ^b	263.31(±12.46) ^{ab}	243.85(±3.99) ^b	190.84(±17.32) ^b	141.64(±12.82) ^c
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	417.39(±21.69) ^{ab}	267.59(±6.97) ^{ab}	239.03(±2.30) ^b	194.66(±15.25) ^b	152.04(±8.50) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	442.45(±4.79) ^{ab}	270.68(±9.96) ^{ab}	254.65(±8.99) ^b	206.65(±14.95) ^{ab}	162.78(±14.22) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	405.21(±16.72) ^{ab}	239.25(±11.25) ^b	231.65(±13.10) ^b	214.02(±8.92) ^{ab}	180.52(±4.50) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	417.68(±13.23) ^{ab}	269.81(±14.09) ^{ab}	266.34(±8.15) ^{ab}	180.74(±13.97) ^b	172.57(±12.02) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	402.96(±6.61) ^{ab}	260.04(±10.77) ^{ab}	251.34(±20.83) ^b	220.45(±6.00) ^{ab}	214.89(±13.30) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	436.88(±34.63) ^{ab}	267.07(±23.00) ^{ab}	273.03(±17.81) ^{ab}	207.21(±16.29) ^{ab}	186.61(±7.05) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	436.36(±28.59) ^{ab}	293.85(±19.76) ^{ab}	326.32(±49.49) ^a	220.57(±14.71) ^{ab}	188.04(±13.45) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	463.66(±25.11) ^a	262.98(±16.09) ^b	260.62(±13.86) ^b	223.15(±9.80) ^{ab}	185.99(±12.33) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	394.75(±22.94) ^{ab}	299.60(±15.12) ^a	287.47(±5.30) ^{ab}	242.85(±5.09) ^a	211.51(±8.19) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



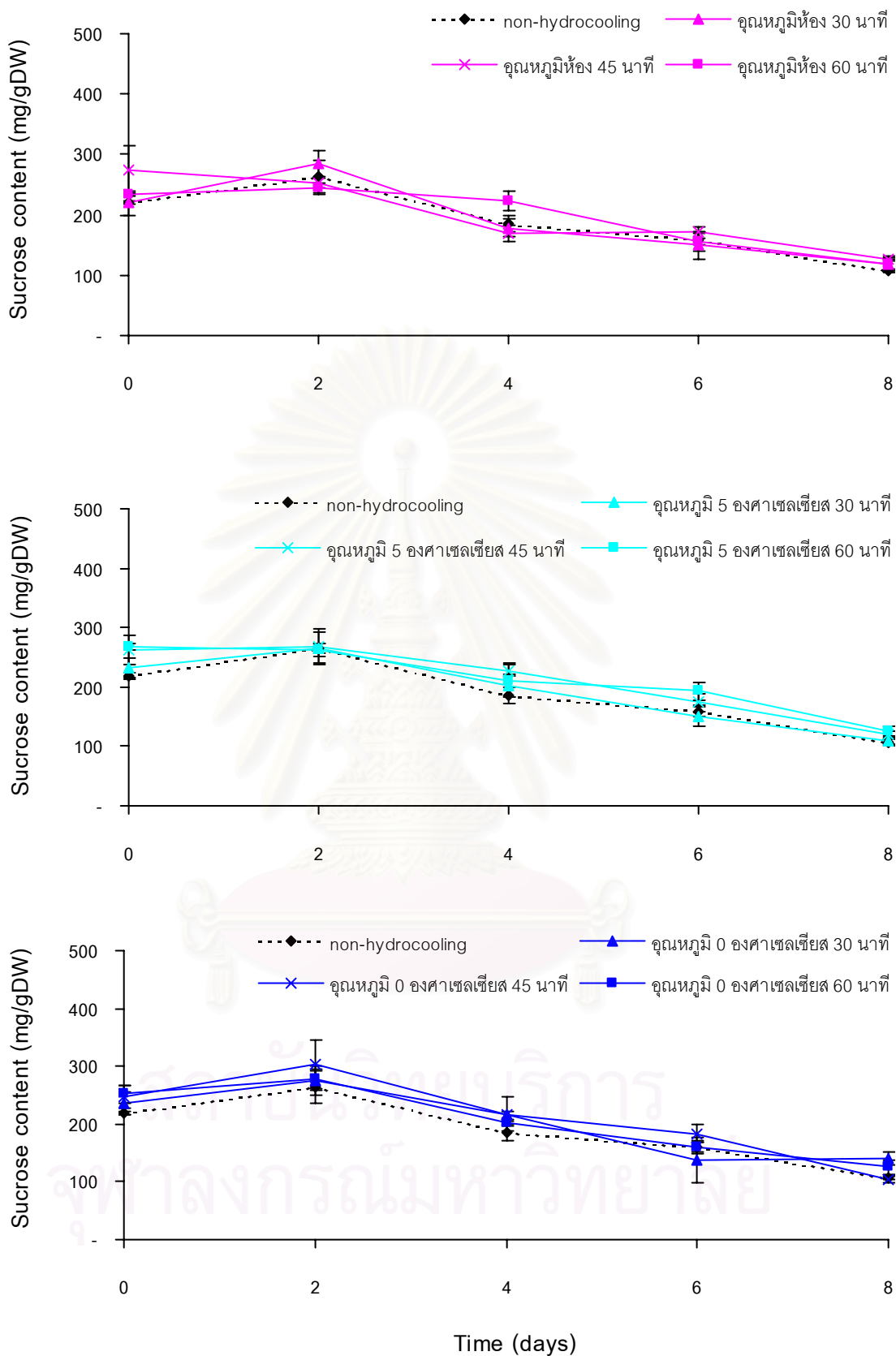
รูปที่ 35 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 34 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Sucrose content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	219.74(±3.20) ^a	264.22(±26.88) ^a	185.55(±13.34) ^a	159.74(±8.50) ^a	107.47(±3.53) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	219.44(±20.63) ^a	284.26(±21.03) ^a	178.07(±14.50) ^a	149.34(±23.72) ^a	119.40(±11.32) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	273.43(±40.84) ^a	252.16(±7.72) ^a	169.35(±13.47) ^a	170.94(±10.21) ^a	126.20(±1.20) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	232.98(±2.53) ^a	243.34(±10.26) ^a	221.95(±15.95) ^a	156.17(±17.11) ^a	117.28(±12.88) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	231.42(±17.12) ^a	264.63(±8.87) ^a	202.20(±19.67) ^a	150.12(±17.31) ^a	108.02(±7.48) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	262.59(±24.57) ^a	268.67(±29.21) ^a	227.10(±9.70) ^a	173.68(±15.86) ^a	119.18(±7.25) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	267.75(±5.05) ^a	262.29(±11.44) ^a	211.39(±27.84) ^a	192.67(±14.04) ^a	125.87(±9.18) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	236.45(±20.09) ^a	274.60(±25.70) ^a	217.39(±30.51) ^a	137.07(±38.60) ^a	140.42(±11.92) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	247.99(±19.52) ^a	302.92(±43.01) ^a	214.92(±7.61) ^a	183.48(±16.13) ^a	104.63(±5.06) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	251.52(±16.47) ^a	276.70(±17.01) ^a	201.48(±3.86) ^a	160.52(±11.49) ^a	125.45(±13.39) ^{ab}

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



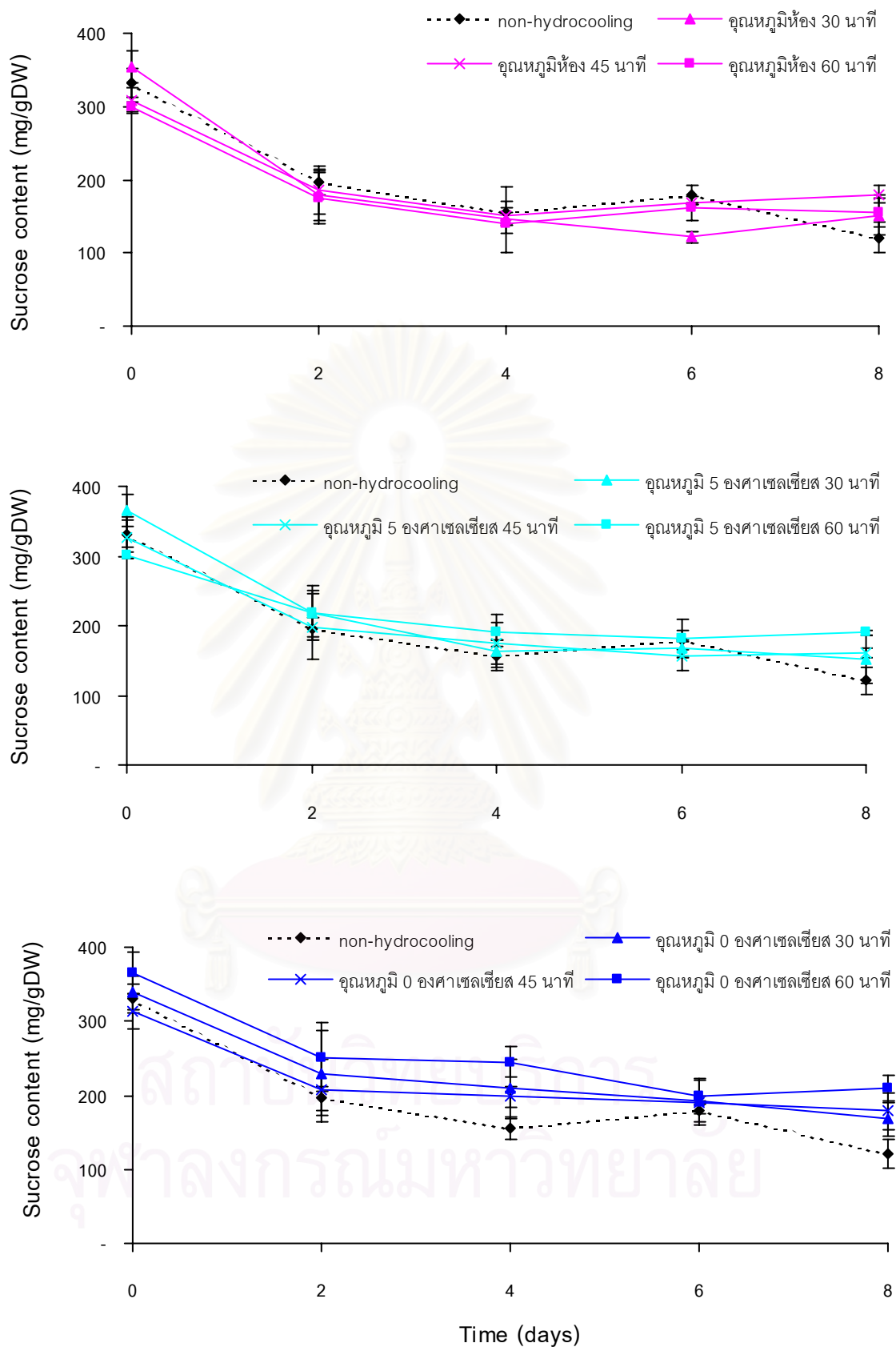
รูปที่ 36 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 35 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Sucrose content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	331.59(±19.44) ^a	195.75(±16.11) ^a	155.45(±15.41) ^b	178.95(±13.68) ^{ab}	120.90(±20.12) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	354.20(±20.94) ^a	179.10(±34.34) ^a	145.46(±44.93) ^b	121.61(±7.04) ^b	151.64(±27.28) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	308.65(±17.75) ^a	186.17(±32.91) ^a	150.47(±11.83) ^b	167.32(±1.68) ^{ab}	180.14(±11.27) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	299.83(±6.30) ^a	175.13(±34.44) ^a	140.89(±14.37) ^b	160.86(±15.74) ^{ab}	155.69(±19.58) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	366.13(±23.10) ^a	218.77(±38.74) ^a	162.40(±17.74) ^{ab}	166.82(±11.03) ^{ab}	150.96(±34.17) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	326.77(±30.40) ^a	198.76(±47.32) ^a	175.57(±40.71) ^{ab}	157.08(±22.24) ^{ab}	160.14(±6.61) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	300.60(±4.82) ^a	217.56(±33.58) ^a	191.32(±12.26) ^{ab}	182.16(±27.76) ^{ab}	189.83(±4.19) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	338.83(±22.70) ^a	230.02(±57.77) ^a	208.87(±40.49) ^{ab}	193.43(±6.39) ^a	169.12(±24.20) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	313.81(±23.95) ^a	206.82(±42.73) ^a	198.15(±13.98) ^{ab}	190.97(±31.38) ^a	179.20(±24.66) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	365.52(±28.27) ^a	251.19(±46.86) ^a	244.59(±20.63) ^a	198.79(±22.60) ^a	209.42(±18.27) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



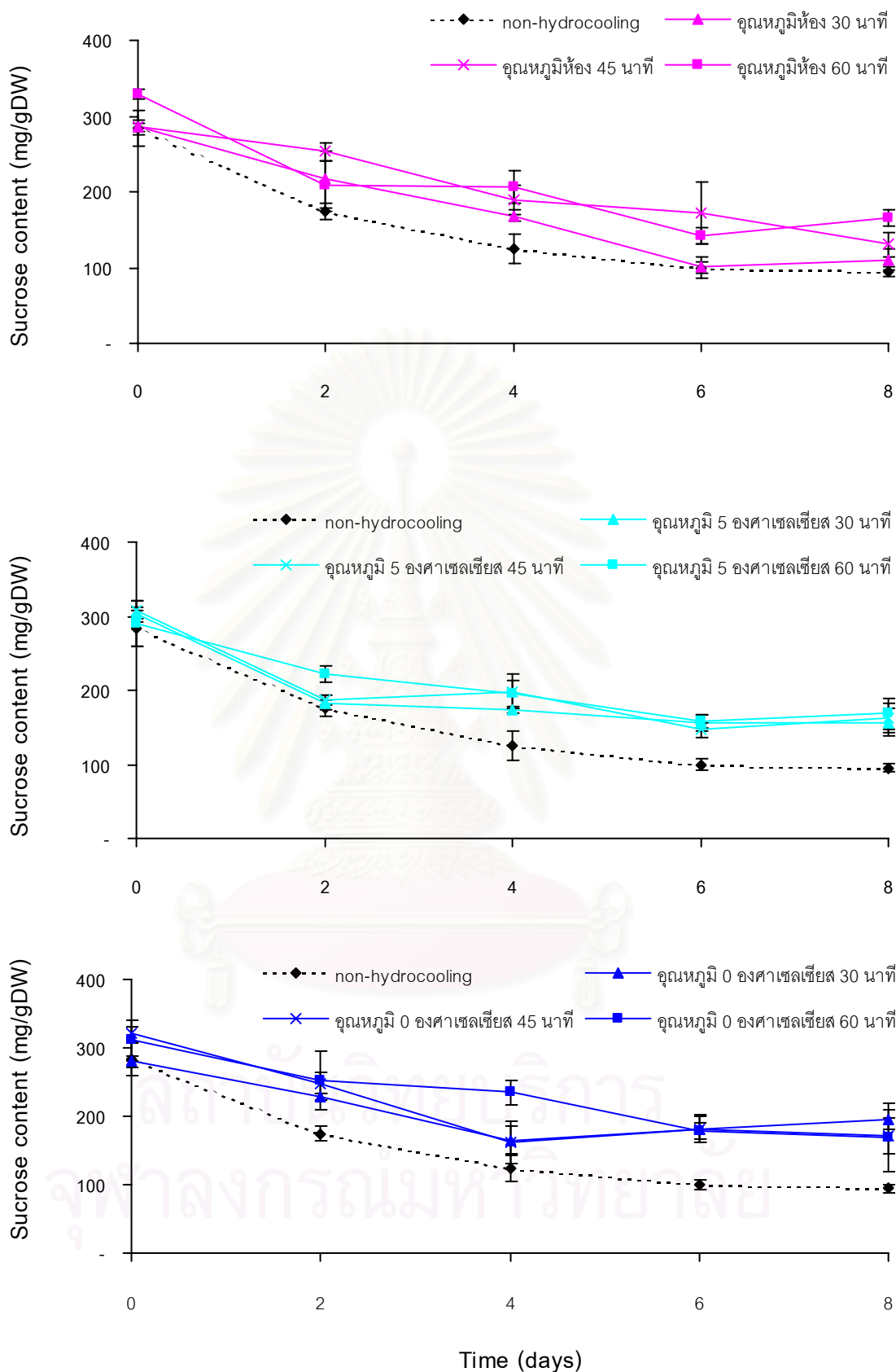
รูปที่ 37 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 36 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Sucrose content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	283.41(±23.81) ^a	174.88(±10.84) ^b	124.92(±20.16) ^c	99.45(±7.79) ^b	94.53(±5.50) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	285.54(±5.53) ^a	216.32(±37.86) ^{ab}	168.36(±7.20) ^{bc}	100.33(±13.34) ^b	110.27(±13.48) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	285.39(±10.27) ^a	253.09(±12.35) ^a	189.58(±18.98) ^{abc}	172.58(±41.12) ^a	130.32(±15.79) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	328.18(±6.34) ^a	207.64(±32.38) ^{ab}	206.49(±20.91) ^{ab}	141.58(±10.47) ^{ab}	165.26(±11.28) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	302.53(±10.09) ^a	183.05(±9.92) ^{ab}	172.78(±3.23) ^{abc}	156.28(±10.84) ^{ab}	156.93(±18.98) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	307.92(±12.25) ^a	186.72(±6.58) ^{ab}	198.45(±23.47) ^{ab}	146.42(±9.14) ^{ab}	162.76(±19.09) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	289.29(±30.82) ^a	221.54(±11.02) ^{ab}	195.45(±17.50) ^{ab}	158.06(±9.26) ^{ab}	168.30(±21.27) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	279.95(±8.71) ^a	229.53(±4.65) ^{ab}	163.47(±21.22) ^{bc}	181.96(±21.25) ^a	195.08(±13.62) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	320.89(±10.71) ^a	248.06(±15.65) ^{ab}	162.62(±30.49) ^{bc}	180.34(±19.47) ^a	170.48(±26.34) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	310.72(±30.40) ^a	251.69(±43.18) ^{ab}	234.96(±18.42) ^a	178.16(±12.35) ^a	168.58(±49.99) ^{ab}

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 38 ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

1.7. ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

จากการทดลองพบว่า ในฤดูร้อนข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ทุกชุดการทดลองมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดต่ำลงและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 (ตารางที่ 37 และ 38 รูปที่ 39 และ 40) ในฤดูฝน ข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์ มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดต่ำลงจากวันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 39 และ 40 รูปที่ 41 และ 42) ในฤดูหนาว ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์ที่ทำการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันคือ จากวันแรกทำการเก็บรักษา จะมีแนวโน้มที่จะลดลงในวันที่ 2 จนมีปริมาณต่ำในช่วงสุดท้ายของการเก็บรักษา ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 วันที่ 8 ของการเก็บรักษา พบว่า ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C 45 นาที มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 วันที่ 2 ของการเก็บรักษา พบว่า ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C 30 และ 45 นาที อุณหภูมิ 0 °C 45 และ 60 นาที มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่า ชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 41 และ 42 รูปที่ 43 และ 44)

1.8. ปริมาณแป้ง

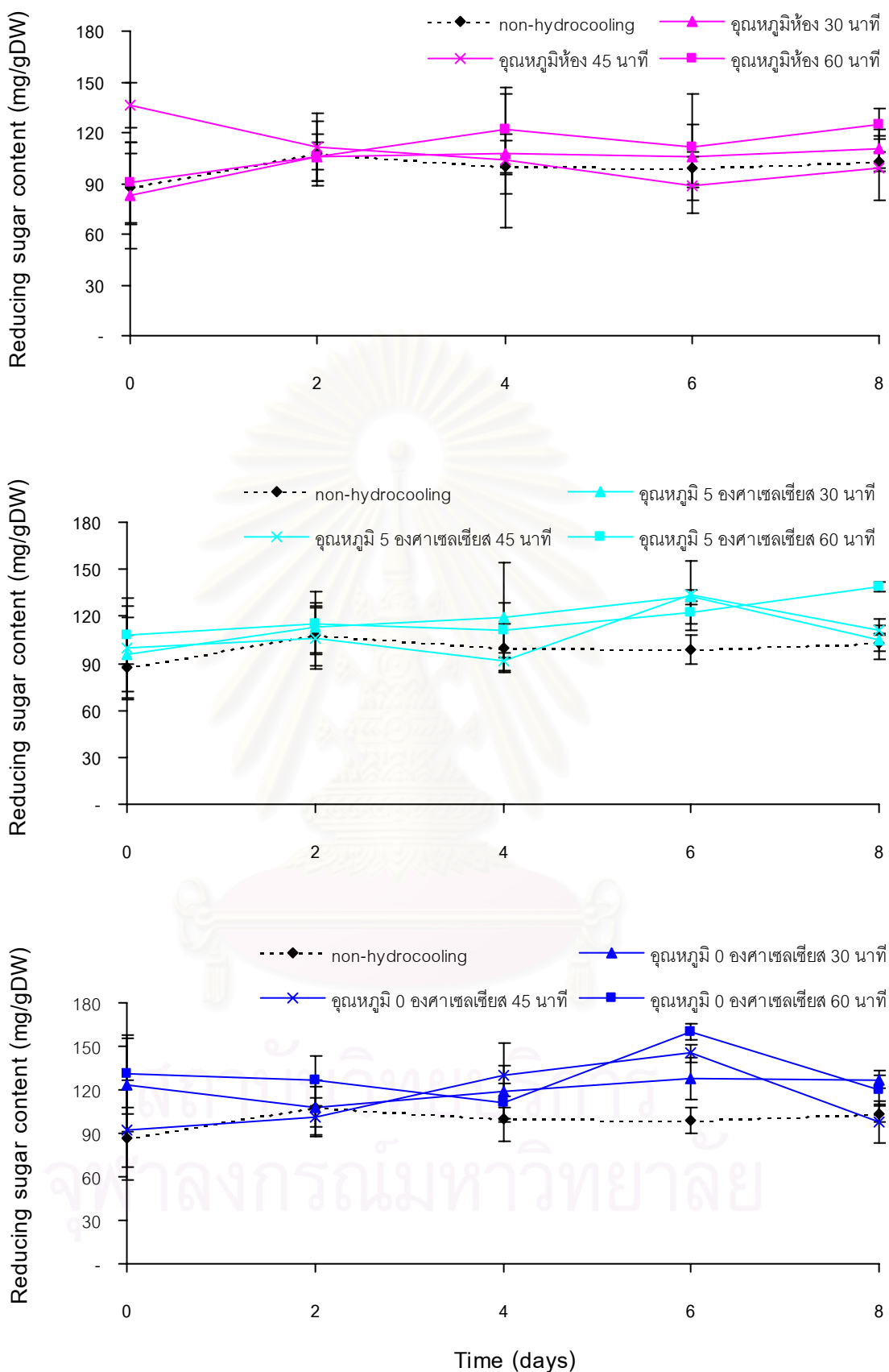
จากการทดลองในฤดูร้อน วันที่ 2 ของการเก็บรักษาพบว่า ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C 60 นาที และ 0 °C 30 45 และ 60 นาที มีปริมาณแป้งต่ำกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 วันที่ 6 ของการเก็บรักษา พบว่าชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำทุกชุดการทดลองมีปริมาณแป้งต่ำกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 43 และ 44 รูปที่ 45 และ 46) ในฤดูฝน วันที่ 2 ของการเก็บรักษาพบว่า ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำและชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที และ 0 °C 60 นาที จะมีปริมาณแป้งต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ วันที่ 6-8 ของการเก็บรักษาพบว่าชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 60 นาที มีปริมาณแป้งต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นๆและในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 พบว่าทุกชุดการทดลองมีปริมาณแป้งเพิ่มมากขึ้นเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 8 วัน โดยมีแนวโน้มว่า ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 30 45 และ 60 นาที มีปริมาณแป้งต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 45 และ 46)

ตารางที่ 37 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Reducing sugar content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	87.15(±20.61) ^a	107.65(±18.98) ^a	99.67(±15.44) ^a	98.96(±9.26) ^{bc}	102.89(±5.49) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	82.99(±31.16) ^a	105.93(±7.99) ^a	107.18(±11.64) ^a	106.01(±18.30) ^{bc}	110.80(±11.38) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	136.28(±13.28) ^a	111.73(±20.03) ^a	103.65(±39.37) ^a	89.05(±16.62) ^c	99.41(±19.00) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	90.24(±24.13) ^a	105.34(±13.78) ^a	121.46(±25.63) ^a	111.62(±31.40) ^{abc}	124.97(±8.89) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	95.78(±23.68) ^a	112.63(±15.78) ^a	119.44(±35.13) ^a	132.26(±4.91) ^{abc}	105.15(±12.86) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	99.46(±32.06) ^a	105.66(±19.65) ^a	91.04(±6.13) ^a	133.20(±22.23) ^{abc}	111.33(±2.61) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	107.77(±18.42) ^a	115.57(±20.26) ^a	110.71(±17.49) ^a	122.53(±7.03) ^{abc}	138.85(±3.44) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	123.64(±32.09) ^a	108.04(±13.65) ^a	118.39(±18.31) ^a	128.19(±14.51) ^{abc}	127.18(±5.80) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	92.32(±34.90) ^a	100.97(±13.51) ^a	129.74(±22.21) ^a	145.10(±6.45) ^{ab}	97.50(±14.64) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	130.57(±26.81) ^a	126.17(±17.04) ^a	111.40(±13.22) ^a	159.93(±5.58) ^a	119.82(±10.21) ^{ab}

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



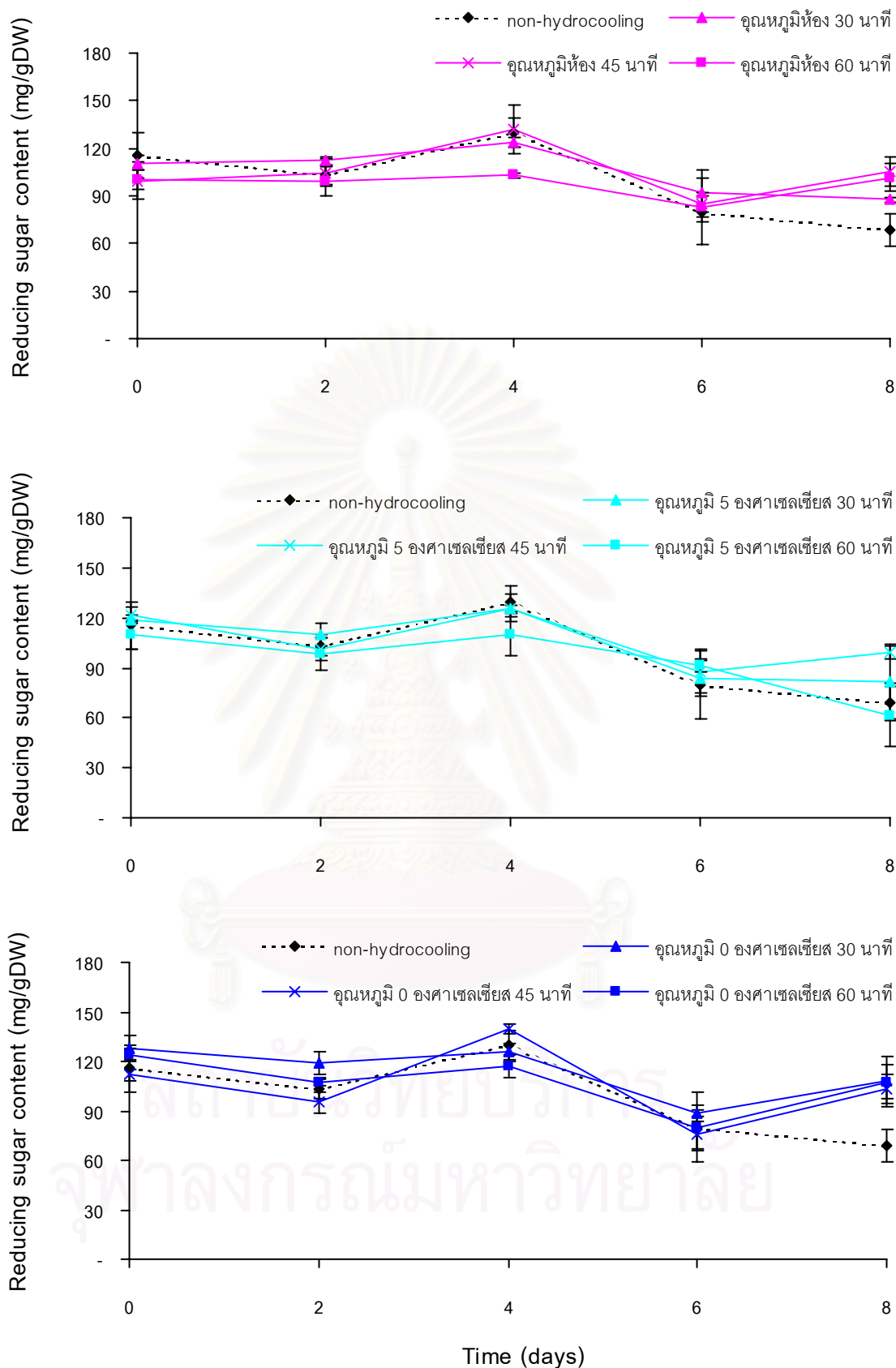
รูปที่ 39 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 38 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Reducing sugar content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	115.74(±14.13) ^{ab}	103.44(±6.40) ^{ab}	129.61(±9.15) ^{abc}	80.14(±21.00) ^a	68.84(±10.20) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	110.92(±4.61) ^{ab}	112.34(±2.57) ^{ab}	123.43(±3.21) ^{abc}	91.60(±14.43) ^a	87.64(±1.36) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	99.59(±12.13) ^b	104.75(±8.40) ^{ab}	131.76(±15.03) ^{ab}	84.46(±5.10) ^a	105.46(±8.91) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	100.09(±6.05) ^b	99.29(±9.49) ^{ab}	103.01(±1.57) ^c	83.07(±9.13) ^a	101.50(±8.82) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	119.03(±2.24) ^{ab}	109.71(±6.92) ^{ab}	125.90(±7.95) ^{abc}	83.64(±10.84) ^a	81.28(±21.49) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	121.89(±4.30) ^{ab}	101.44(±6.87) ^{ab}	125.08(±1.94) ^{abc}	87.51(±13.04) ^a	99.69(±4.13) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	110.03(±8.44) ^{ab}	98.14(±9.68) ^{ab}	109.50(±12.68) ^{bc}	91.55(±4.21) ^a	61.77(±19.05) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	128.25(±7.34) ^a	118.95(±6.46) ^a	126.02(±4.73) ^{abc}	88.26(±2.16) ^a	107.82(±10.47) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	111.90(±3.28) ^{ab}	95.00(±6.53) ^b	139.25(±2.93) ^a	75.51(±8.38) ^a	103.51(±9.08) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	123.76(±4.12) ^{ab}	107.08(±1.78) ^{ab}	116.88(±6.65) ^{abc}	79.53(±14.00) ^a	107.60(±15.30) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



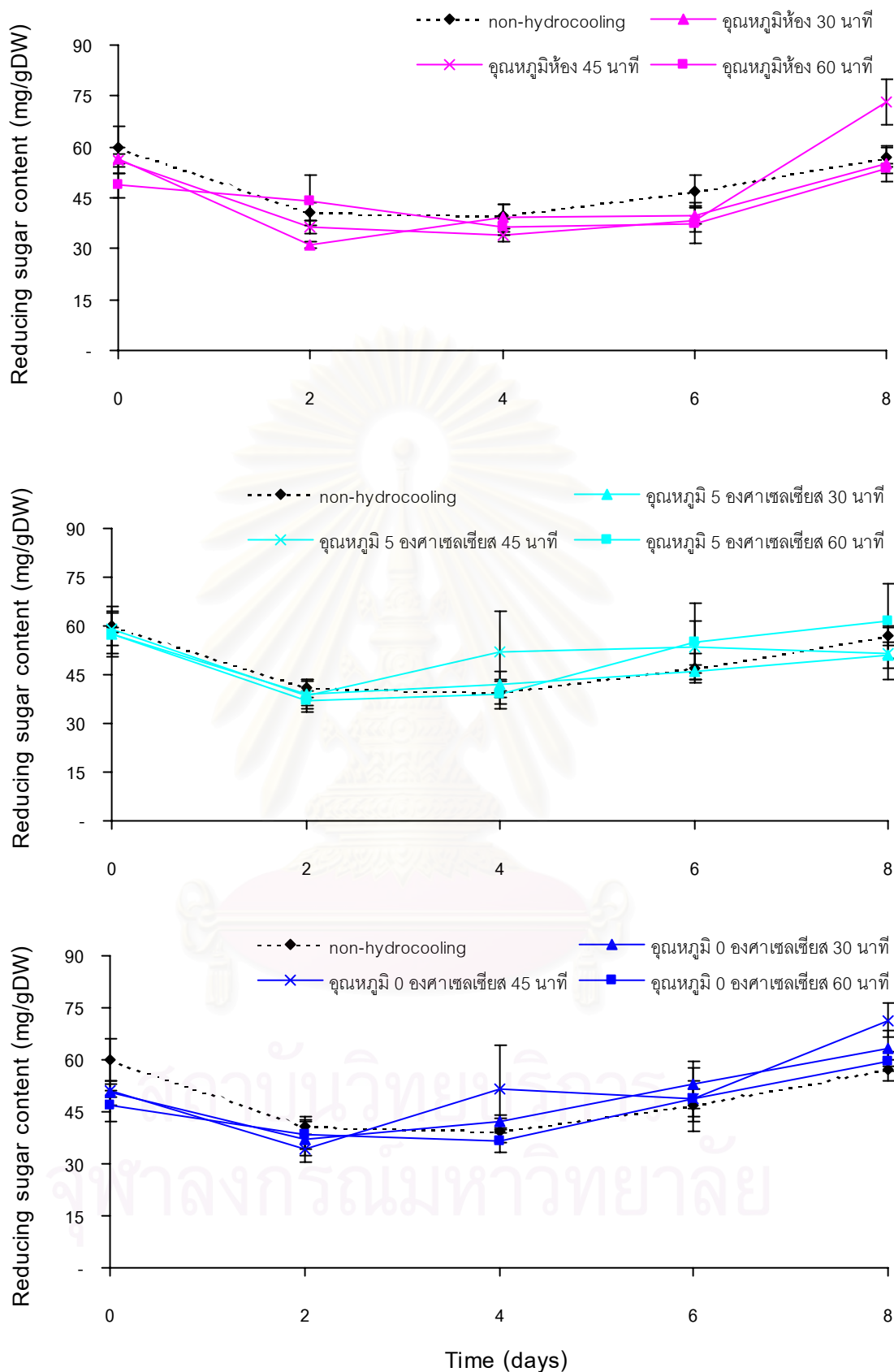
รูปที่ 40 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 39 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Reducing sugar content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	60.04(±6.11) ^a	40.89(±2.67) ^a	39.57(±3.40) ^a	46.89(±4.62) ^a	56.97(±2.99) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	56.50(±1.34) ^a	31.19(±1.06) ^a	39.19(±4.07) ^a	39.94(±2.79) ^a	55.13(±5.11) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	56.06(±3.80) ^a	36.38(±1.76) ^a	34.10(±1.97) ^a	38.49(±3.49) ^a	73.24(±6.79) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	48.80(±3.61) ^a	44.14(±7.40) ^a	36.36(±2.60) ^a	37.47(±6.09) ^a	53.68(±1.57) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	57.46(±7.00) ^a	39.19(±3.71) ^a	41.99(±3.98) ^a	45.88(±2.32) ^a	51.01(±4.00) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	58.89(±0.81) ^a	38.39(±5.04) ^a	52.10(±12.32) ^a	53.49(±8.10) ^a	51.61(±8.12) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	57.73(±6.17) ^a	37.08(±2.82) ^a	38.96(±4.66) ^a	55.21(±11.74) ^a	61.39(±11.54) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	50.41(±3.62) ^a	37.18(±5.06) ^a	42.35(±1.83) ^a	52.76(±6.83) ^a	63.23(±5.01) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	50.98(±1.86) ^a	34.31(±4.00) ^a	51.44(±12.68) ^a	48.57(±9.07) ^a	71.39(±4.93) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	46.73(±4.34) ^a	38.30(±4.14) ^a	36.45(±3.38) ^a	48.92(±5.17) ^a	59.63(±2.87) ^{abc}

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



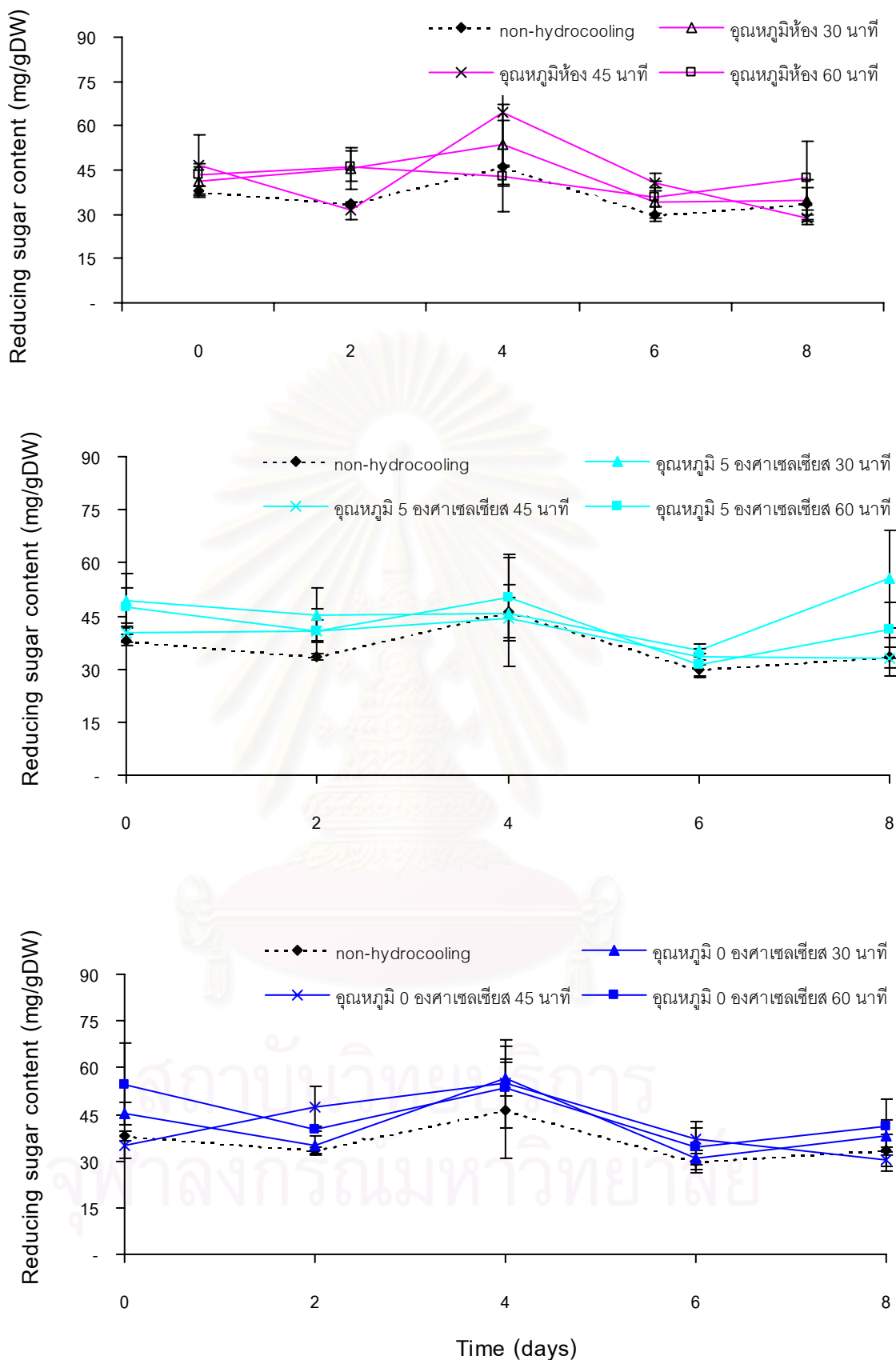
รูปที่ 41 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 40 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Reducing sugar content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	38.17(±1.59) ^a	33.39(±0.97) ^a	46.30(±15.33) ^a	29.98(±2.58) ^a	33.43(±5.38) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	41.44(±4.45) ^a	45.69(±6.97) ^a	53.68(±13.57) ^a	34.00(±5.29) ^a	34.66(±6.86) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	46.48(±10.64) ^a	31.33(±2.89) ^a	64.41(±17.71) ^a	40.93(±3.12) ^a	28.81(±2.47) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	43.59(±3.80) ^a	46.20(±5.16) ^a	42.71(±3.19) ^a	35.78(±5.15) ^a	42.28(±12.24) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	49.50(±7.68) ^a	45.10(±7.64) ^a	45.79(±7.81) ^a	35.42(±1.79) ^a	55.61(±13.78) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	40.23(±2.82) ^a	40.75(±6.16) ^a	44.43(±5.57) ^a	33.56(±2.35) ^a	33.23(±2.89) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	47.47(±5.46) ^a	48.83(±3.01) ^a	50.29(±12.25) ^a	31.24(±3.28) ^a	40.99(±7.99) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	45.28(±3.41) ^a	34.88(±3.21) ^a	56.74(±5.74) ^a	31.03(±2.47) ^a	38.16(±4.99) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	35.21(±4.50) ^a	47.13(±6.66) ^a	54.81(±14.22) ^a	37.06(±3.73) ^a	30.58(±3.62) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	54.72(±13.25) ^a	40.25(±0.79) ^a	53.66(±13.08) ^a	34.59(±8.11) ^a	40.98(±8.88) ^{ab}

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



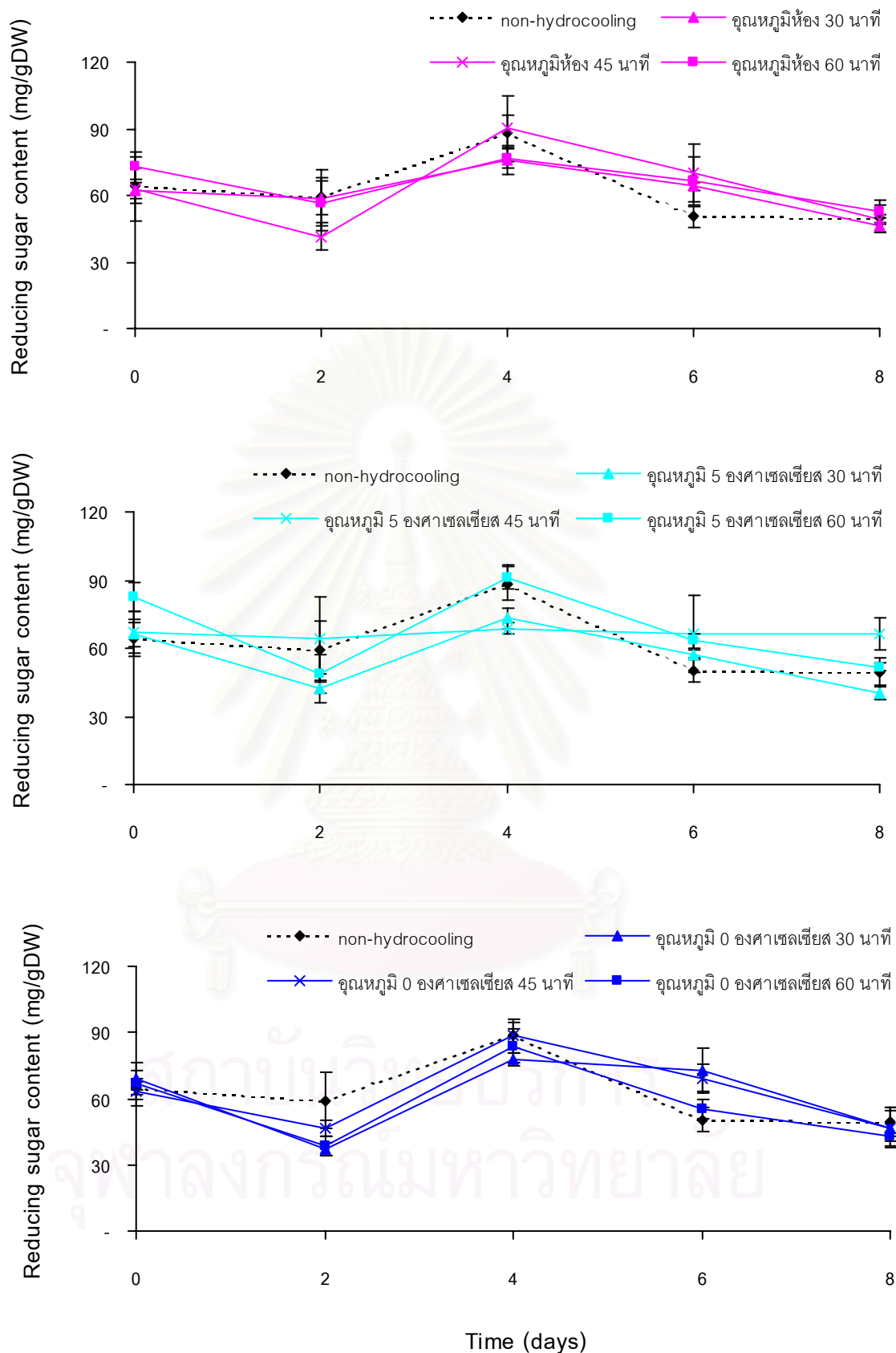
รูปที่ 42 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 41 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Reducing sugar content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	64.51(±8.05) ^a	58.95(±12.72) ^a	88.47(±7.41) ^a	50.45(±5.26) ^a	49.56(±6.44) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	62.41(±3.57) ^a	58.83(±7.61) ^a	75.77(±6.33) ^a	63.99(±2.01) ^a	46.51(±3.23) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	62.96(±14.65) ^a	41.47(±5.96) ^a	90.25(±14.86) ^a	70.10(±12.68) ^a	49.49(±1.72) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	73.37(±6.25) ^a	56.21(±12.07) ^a	76.75(±4.66) ^a	66.35(±11.35) ^a	52.52(±5.27) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	66.01(±5.04) ^a	42.42(±6.49) ^a	73.17(±4.56) ^a	57.03(±2.18) ^a	40.53(±2.92) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	67.14(±8.97) ^a	63.95(±18.61) ^a	68.77(±2.50) ^a	66.39(±16.89) ^a	66.26(±7.26) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	82.68(±6.43) ^a	48.70(±8.32) ^a	91.37(±5.03) ^a	63.47(±3.24) ^a	51.88(±1.71) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	69.23(±7.12) ^a	36.90(±2.95) ^a	77.75(±2.63) ^a	73.04(±10.12) ^a	46.82(±9.12) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	63.62(±4.02) ^a	46.61(±3.63) ^a	88.53(±5.73) ^a	68.89(±6.52) ^a	46.87(±7.99) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	66.65(±2.30) ^a	38.51(±4.07) ^a	83.71(±7.65) ^a	55.42(±4.52) ^a	42.65(±1.75) ^b

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



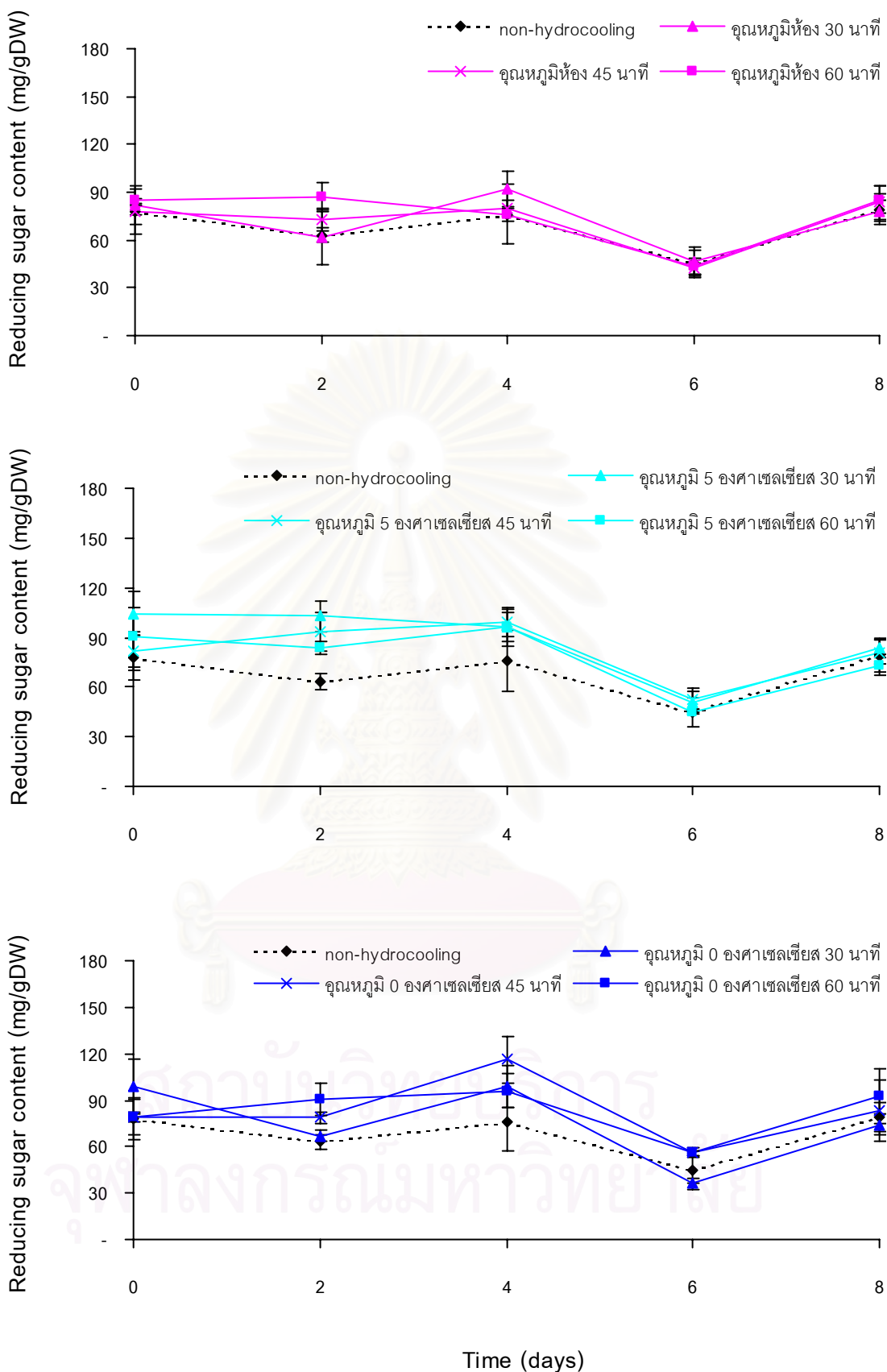
รูปที่ 43 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 42 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Reducing sugar content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	77.92(±13.72) ^a	63.19(±4.73) ^{bc}	76.18(±18.64) ^b	45.05(±8.85) ^{ab}	79.08(±9.63) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	82.10(±0.51) ^a	61.23(±16.88) ^c	91.89(±11.32) ^{ab}	46.65(±8.95) ^{ab}	78.31(±6.94) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	77.75(±7.84) ^a	72.76(±7.14) ^{bc}	79.92(±4.83) ^{ab}	42.03(±3.74) ^{ab}	83.46(±10.42) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	85.05(±9.32) ^a	87.30(±8.49) ^{abc}	75.90(±4.10) ^b	43.36(±5.22) ^{ab}	85.24(±8.65) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	103.98(±13.60) ^a	102.79(±9.59) ^a	96.41(±8.59) ^{ab}	50.79(±6.50) ^{ab}	83.49(±5.90) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	81.74(±11.68) ^a	93.00(±11.65) ^{ab}	99.13(±8.68) ^{ab}	52.60(±6.45) ^{ab}	80.91(±7.24) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	90.18(±18.11) ^a	83.79(±4.22) ^{abc}	95.86(±10.85) ^{ab}	45.17(±1.14) ^{ab}	73.07(±6.28) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	98.77(±17.26) ^a	67.04(±3.53) ^{bc}	98.85(±13.06) ^{ab}	36.38(±3.61) ^b	74.24(±6.79) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	78.99(±3.28) ^a	78.87(±3.83) ^{abc}	116.29(±15.27) ^a	56.23(±3.03) ^a	83.10(±19.87) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	79.31(±11.62) ^a	90.33(±10.26) ^{abc}	96.18(±11.36) ^{ab}	55.93(±1.77) ^a	92.41(±17.51) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 44 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

รูปที่ 47 และ 48) ในฤดูหนาวพบว่าปริมาณแป้งของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 จะมีปริมาณคงที่ในช่วงวันที่ 0 และ 2 ของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นจนมีปริมาณสูงในช่วงท้ายของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 4 และ 6 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 45 และ 60 นาที จะมีปริมาณแป้งต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ในข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 พบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 30 45 และ 60 นาที จะมีปริมาณแป้งต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง และ 0 °C 30 45 และ 60 นาที จะมีปริมาณแป้งต่ำกว่าเมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง 30 45 และ 60 นาที จะมีปริมาณแป้งต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 47 และ 48 รูปที่ 49 และ 50)

2. การศึกษาผลของการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่มีต่อการทำงานของเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 และ Insee 2 ในฤดูหนาว

จากการทดลองในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 พบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา มีการทำงานของเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase ในทิศทางตรงกันข้ามกับปฏิกิริยาการสังเคราะห์แป้ง ในชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 60 นาที สูงกว่าชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที 5 °C 45 นาที และ 0 °C 30 นาที และชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 49 และ รูปที่ 51) และในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 พบว่าในวันที่ 0 และ 2 ของการเก็บรักษา มีการทำงานของเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase ในทิศทางตรงกันข้ามกับปฏิกิริยาการสังเคราะห์แป้ง ในชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 60 นาที สูงกว่าชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที 5 °C 45 นาที และ 0 °C 30 นาที และชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 50 และ รูปที่ 52) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณแป้งของข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์ โดยพบว่าปริมาณแป้งของข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C 60 นาที จะสูงกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณคาร์โบไฮเดรต ของข้าวโพดหวานที่ทำการศึกษาในวันที่ 0 2 และ 4 ของการเก็บรักษา ในฤดูหนาว ในข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและแป้ง ของข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำไม่

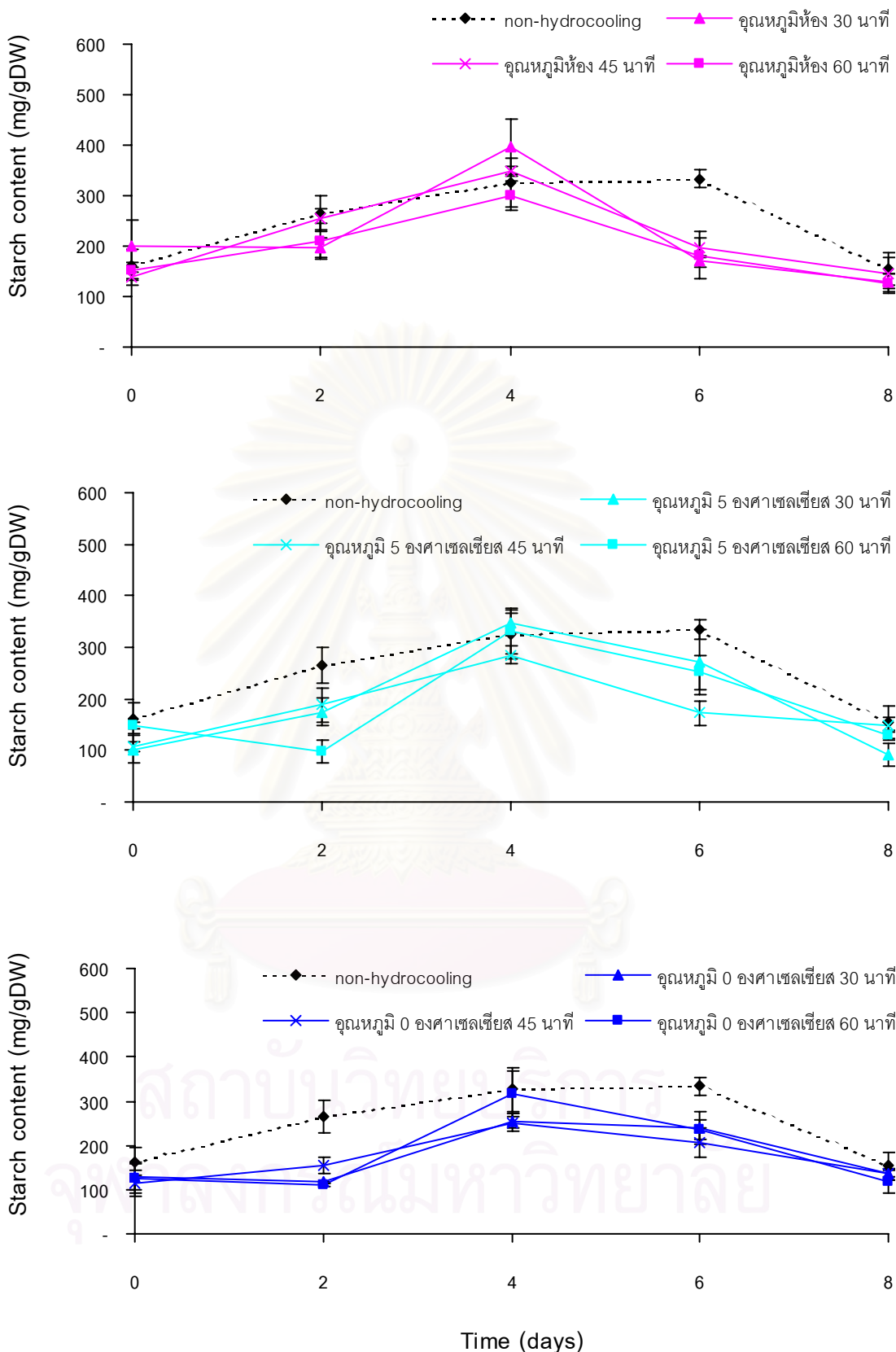
มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (รูปที่ 53 และ รูปที่ 55) แต่ในข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่ 0 °C นาน 60 นาที พบว่าการเปลี่ยนแปลงมีความสัมพันธ์กันทางสถิติ (รูปที่ 54 และ รูปที่ 56) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราการทำลายใจและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด พบว่า ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ (รูปที่ 57) แต่ในข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่ 0 °C นาน 60 นาที พบว่าการเปลี่ยนแปลงมีความสัมพันธ์กันทางสถิติ (รูปที่ 58) และในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอัตราการทำลายใจและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ในข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำมีความสัมพันธ์กันทางสถิติ (รูปที่ 59) แต่ในข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่ 0 °C นาน 60 นาที พบว่าการเปลี่ยนแปลงไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ (รูปที่ 60) จากการศึกษาความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPIase กับปริมาณแป้งและน้ำตาลทั้งหมด พบว่าความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPIase กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณแป้ง ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำมีความสัมพันธ์กันทางสถิติ (รูปที่ 61) แต่ในข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่ 0 °C นาน 60 นาที พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณแป้งไม่มีความสัมพันธ์กับการทำงานของ ADP-Glc PPIase (รูปที่ 62) และในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 พบว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำและที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่ 0 °C นาน 60 นาที การทำงานของ ADP-Glc PPIase กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณแป้งมีความสัมพันธ์กันทางสถิติ (รูปที่ 63 และ รูปที่ 64) ในข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์ พบว่า การทำงานของ ADP-Glc PPIase และการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ (รูปที่ 65 และ รูปที่ 67) แต่ในข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่ 0 °C นาน 60 นาที พบว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันทางสถิติกับการทำงานของ ADP-Glc PPIase (รูปที่ 66 และ รูปที่ 68)

ตารางที่ 43 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	(Starch content, mg/gDw)				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	162.58(±31.28) ^{ab}	265.03(±35.43) ^a	326.57(±49.04) ^{ab}	333.50(±18.89) ^a	154.47(±31.37) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	200.98(±51.10) ^a	196.84(±20.79) ^{abc}	395.53(±55.43) ^a	170.07(±11.61) ^b	128.20(±17.00) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	140.25(±16.77) ^{ab}	253.98(±21.23) ^{ab}	348.81(±7.93) ^{ab}	195.76(±19.89) ^b	146.64(±29.34) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	151.62(±14.89) ^{ab}	209.89(±34.45) ^{abc}	299.91(±30.19) ^{ab}	181.95(±46.38) ^b	125.33(±18.31) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	102.11(±25.91) ^b	175.06(±25.59) ^{bcde}	346.90(±18.11) ^{ab}	271.05(±63.27) ^{ab}	90.13(±22.23) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	107.86(±10.31) ^{ab}	188.67(±33.50) ^{abcd}	285.18(±17.13) ^{ab}	172.37(±23.83) ^b	148.63(±14.07) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	147.14(±6.53) ^{ab}	97.72(±21.38) ^e	330.12(±43.47) ^{ab}	252.09(±32.64) ^{ab}	128.04(±9.52) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	130.55(±31.59) ^{ab}	116.79(±2.83) ^{de}	255.58(±15.35) ^b	239.34(±37.23) ^{ab}	134.87(±13.57) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	113.35(±30.14) ^{ab}	155.75(±18.74) ^{cde}	251.07(±20.74) ^b	206.04(±32.23) ^b	137.49(±9.94) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	125.05(±31.47) ^{ab}	110.72(±4.95) ^{de}	316.48(±51.00) ^{ab}	236.07(±22.92) ^{ab}	117.37(±25.08) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



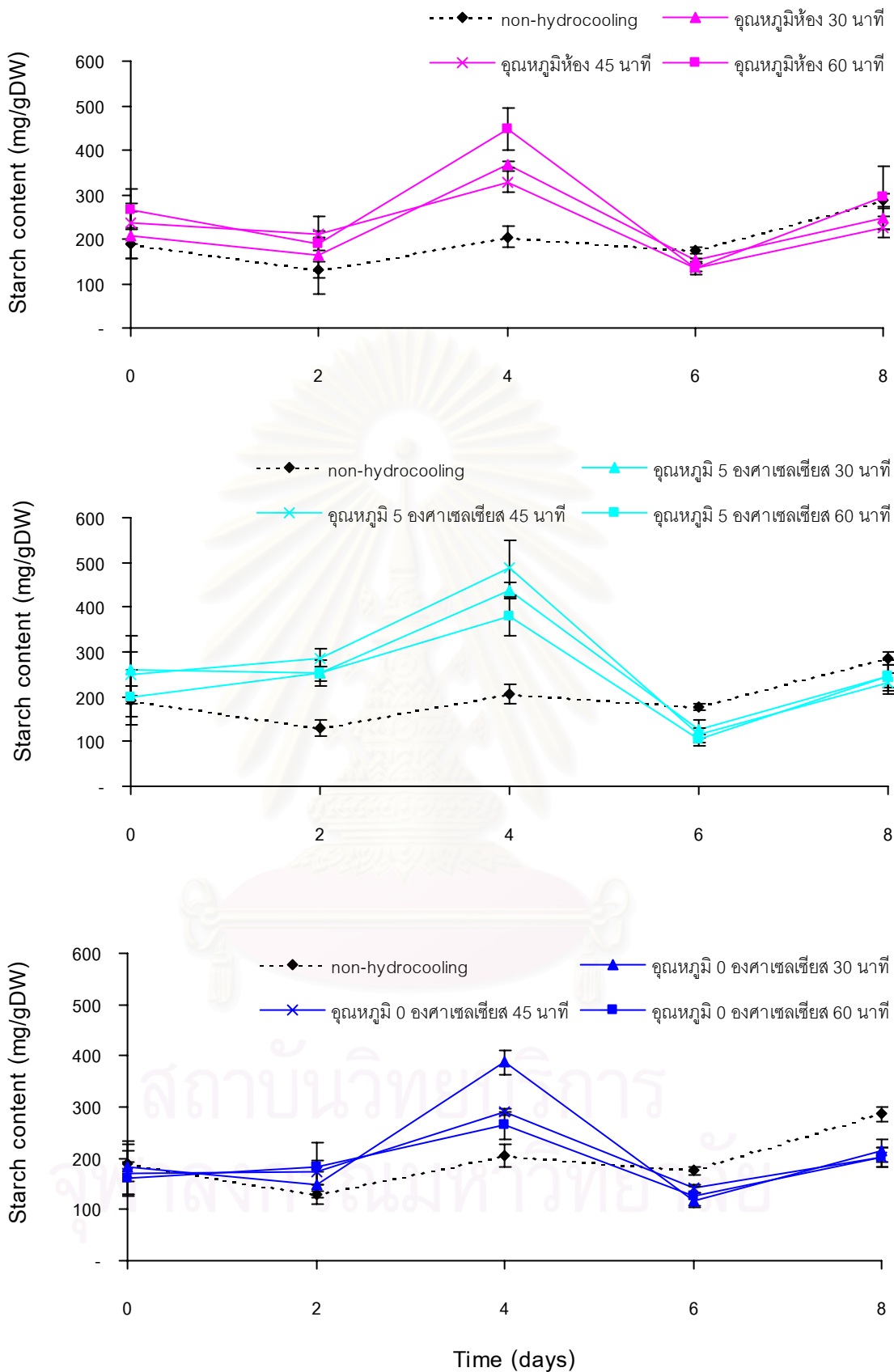
รูปที่ 45 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 44 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Starch content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	190.87(±34.94) ^a	130.36(±18.40) ^b	205.23(±22.10) ^e	176.10(±7.29) ^a	286.05(±14.70) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	208.75(±51.91) ^a	162.89(±87.72) ^b	366.76(±7.96) ^{bcd}	151.26(±3.99) ^{ab}	245.76(±23.66) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	235.25(±45.56) ^a	210.39(±9.43) ^{ab}	328.50(±24.84) ^{cd}	134.52(±12.91) ^{abc}	226.88(±24.03) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	267.05(±46.40) ^a	189.61(±13.31) ^{ab}	448.00(±8.02) ^{ab}	136.36(±7.36) ^{abc}	292.86(±69.56) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	261.10(±75.17) ^a	251.44(±17.43) ^{ab}	438.52(±15.10) ^{ab}	127.53(±19.13) ^{bc}	246.36(±25.64) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	250.54(±48.14) ^a	287.32(±21.25) ^a	487.73(±61.99) ^a	114.46(±17.00) ^{bc}	230.42(±23.03) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	197.42(±61.74) ^a	254.19(±28.53) ^{ab}	377.85(±41.82) ^{bc}	103.26(±11.78) ^c	246.58(±33.86) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	182.12(±52.18) ^a	148.28(±26.49) ^b	387.89(±23.58) ^{abc}	118.31(±13.93) ^{bc}	214.48(±21.51) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	169.32(±44.33) ^a	172.63(±24.08) ^{ab}	290.29(±7.33) ^{cde}	141.26(±7.62) ^{abc}	202.30(±18.82) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	161.62(±31.54) ^a	182.63(±48.26) ^{ab}	264.44(±27.59) ^{de}	125.20(±19.24) ^{bc}	202.61(±19.03) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



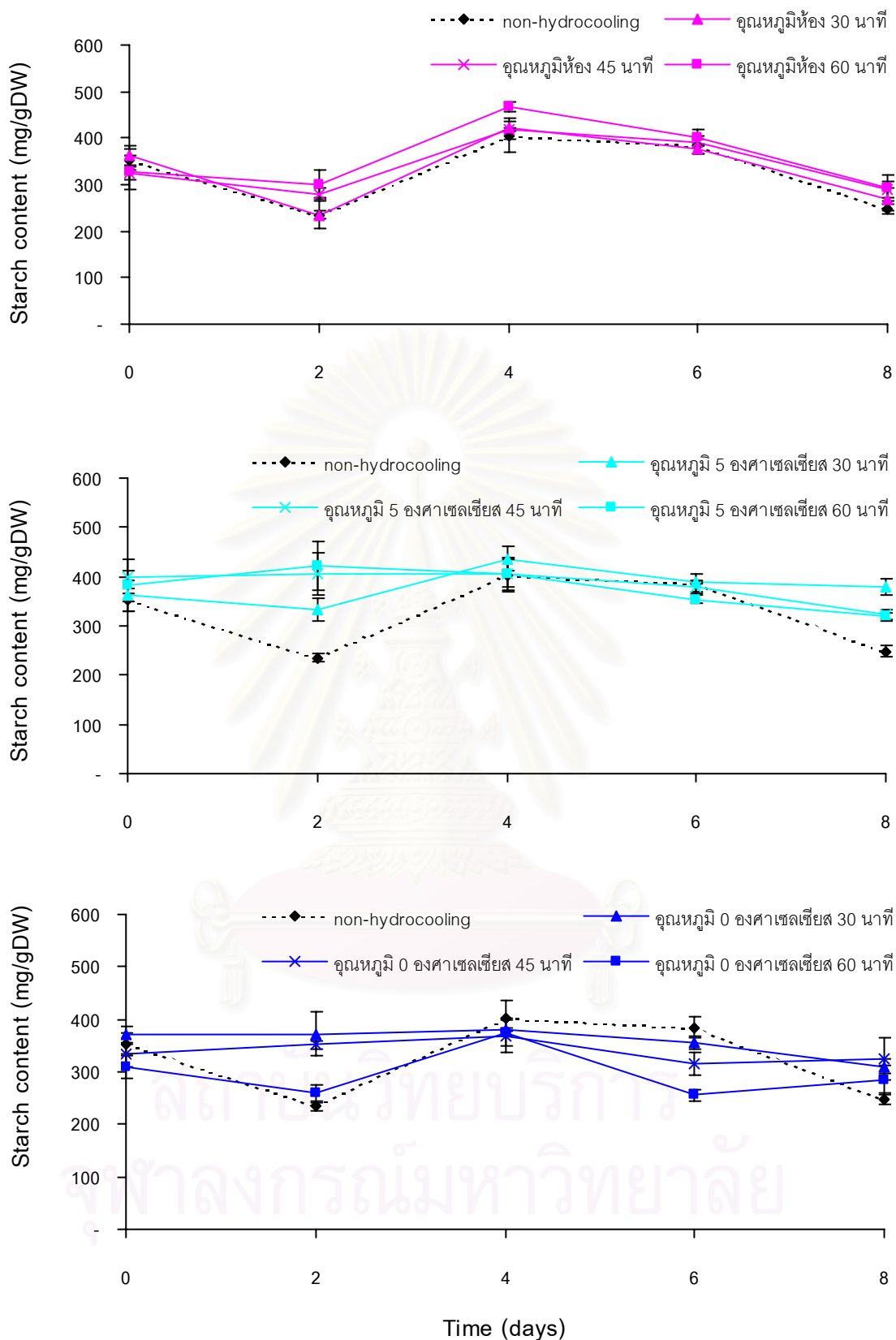
รูปที่ 46 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 45 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	(Starch content, mg/gDw)				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	353.12(±22.25) ^a	324.51(±8.38) ^d	403.29(±34.14) ^{ab}	384.82(±19.87) ^{ab}	248.28(±10.76) ^c
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	362.06(±22.04) ^a	235.21(±29.37) ^d	420.69(±23.13) ^{ab}	377.91(±10.33) ^{ab}	268.32(±23.09) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	325.31(±16.34) ^a	280.72(±11.64) ^{bcd}	418.99(±3.38) ^{ab}	391.74(±6.38) ^{ab}	289.21(±18.82) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	326.52(±35.51) ^a	300.74(±29.42) ^{bcd}	467.49(±11.02) ^a	400.22(±17.19) ^a	293.15(±29.18) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	361.21(±30.07) ^a	332.23(±23.88) ^{abcd}	436.54(±23.88) ^{ab}	390.04(±2.99) ^{ab}	379.31(±17.55) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	400.02(±34.43) ^a	405.37(±42.20) ^a	405.18(±33.10) ^{ab}	379.09(±8.81) ^{ab}	322.47(±10.97) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	381.24(±31.33) ^a	422.25(±50.82) ^a	406.92(±27.31) ^{ab}	353.51(±8.84) ^b	319.44(±7.07) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	370.47(±16.80) ^a	372.37(±41.84) ^{ab}	380.68(±4.22) ^b	356.18(±12.56) ^b	309.75(±14.32) ^{abc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	332.79(±24.29) ^a	351.52(±8.29) ^{abc}	368.91(±31.80) ^b	314.88(±20.78) ^c	324.74(±38.84) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	310.39(±22.13) ^a	258.77(±17.55) ^{cd}	374.18(±23.29) ^b	255.45(±10.65) ^d	284.22(±28.51) ^{bc}

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



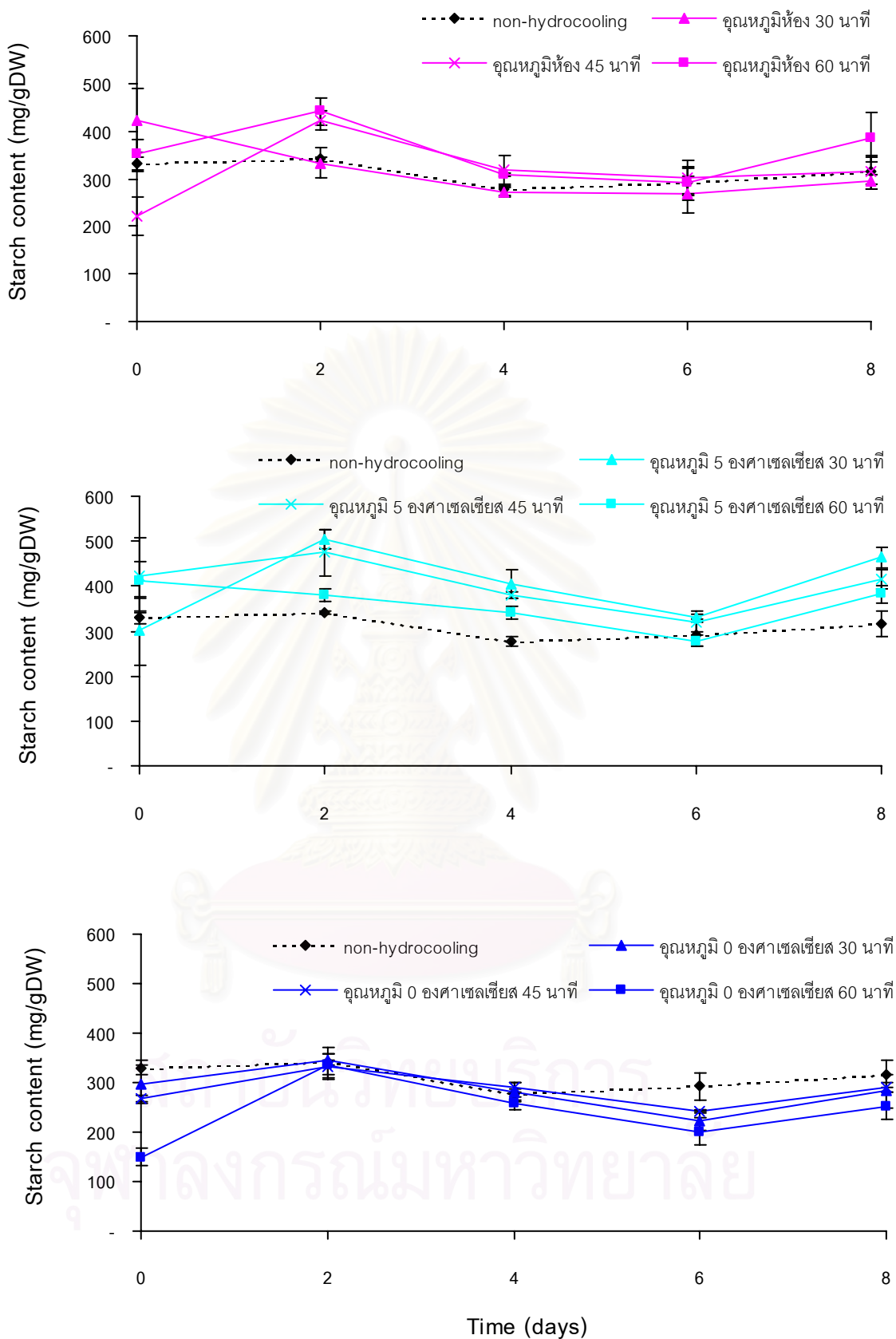
รูปที่ 47 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 46 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Starch content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	330.38(±15.69) ^{ab}	340.75(±5.07) ^c	276.58(±11.92) ^{de}	292.56(±27.76) ^{abc}	316.52(±27.47) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	423.14(±67.69) ^a	333.51(±30.77) ^c	271.97(±9.26) ^{de}	266.59(±37.41) ^{abcd}	294.95(±15.09) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	222.72(±40.09) ^{bc}	421.70(±19.09) ^{abc}	317.33(±31.00) ^{cd}	302.33(±35.21) ^{abc}	313.49(±36.00) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	350.54(±30.80) ^{ab}	441.08(±27.76) ^{ab}	308.30(±2.88) ^{cde}	289.97(±33.56) ^{abc}	386.75(±53.16) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	301.14(±76.34) ^{abc}	503.61(±20.68) ^a	403.17(±31.77) ^a	331.65(±6.57) ^a	464.12(±23.71) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	424.02(±84.88) ^a	474.81(±51.81) ^a	380.05(±8.29) ^{ab}	320.65(±22.52) ^{ab}	415.25(±22.31) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	413.18(±39.75) ^a	379.81(±12.96) ^{bc}	341.46(±14.00) ^{bc}	277.81(±13.24) ^{abcd}	382.46(±20.22) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	296.06(±38.27) ^{abc}	343.78(±28.78) ^c	281.88(±19.14) ^{de}	221.03(±18.42) ^{cd}	282.65(±32.66) ^c
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	267.58(±5.40) ^{abc}	332.40(±25.03) ^c	290.65(±10.89) ^{cde}	242.82(±1.79) ^{bcd}	291.04(±9.95) ^{bc}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	149.32(±18.30) ^c	335.27(±24.17) ^c	257.87(±12.71) ^e	200.30(±27.38) ^d	252.27(±27.48) ^c

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



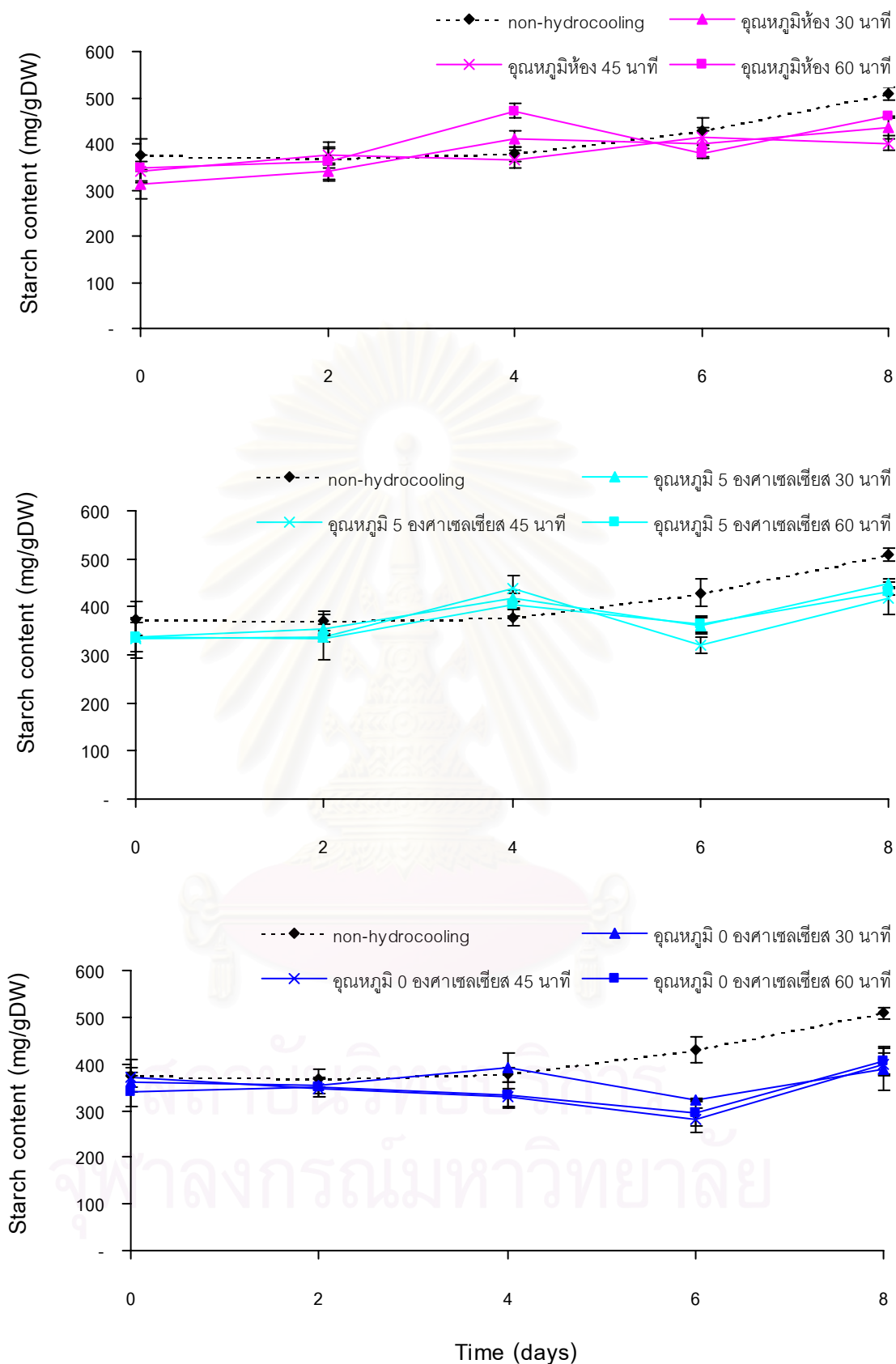
รูปที่ 48 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 47 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	(Starch content, mg/gDw)				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	375.81(±34.36) ^a	369.30(±20.39) ^a	377.39(±16.21) ^{bcd}	429.44(±28.01) ^a	508.26(±12.96) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	312.90(±31.33) ^a	338.78(±20.85) ^a	410.64(±18.59) ^{ab}	401.08(±33.34) ^a	433.72(±23.58) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	339.24(±20.65) ^a	374.57(±19.22) ^a	366.47(±19.29) ^{bcd}	412.30(±15.63) ^a	400.33(±15.69) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	346.73(±30.04) ^a	362.75(±41.39) ^a	471.15(±15.87) ^a	379.73(±8.65) ^{ab}	458.08(±3.24) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	337.85(±30.70) ^a	355.51(±10.10) ^a	417.24(±18.37) ^{ab}	362.29(±19.95) ^{ab}	448.83(±8.04) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	334.96(±42.90) ^a	337.00(±45.63) ^a	437.44(±27.32) ^{ab}	320.14(±16.37) ^{bc}	417.77(±32.58) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	336.89(±28.88) ^a	333.71(±6.06) ^a	404.63(±24.76) ^{abc}	362.83(±16.07) ^{ab}	431.46(±7.22) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	360.47(±20.49) ^a	353.09(±17.88) ^a	391.75(±30.35) ^{bcd}	324.23(±3.38) ^{bc}	389.06(±44.78) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	371.50(±19.67) ^a	347.99(±19.60) ^a	327.75(±18.15) ^d	379.26(±27.53) ^c	398.72(±24.87) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	340.88(±33.73) ^a	348.94(±18.50) ^a	332.24(±28.39) ^{cd}	293.35(±25.22) ^c	407.50(±31.00) ^b

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



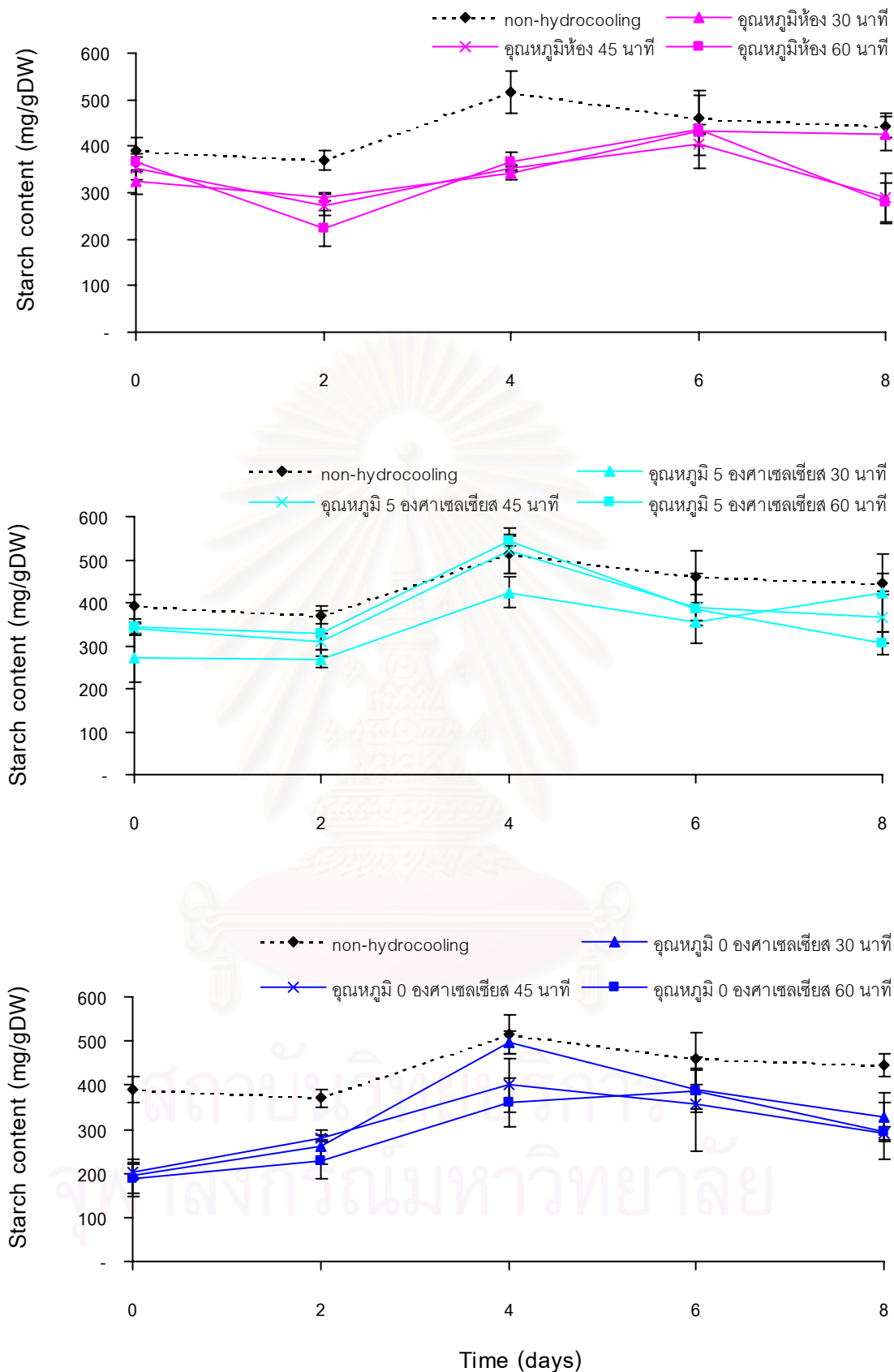
รูปที่ 49 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้ง 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 48 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDw) ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	Starch content, mg/gDw				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	390.78(±28.96) ^a	370.36(±21.10) ^a	514.93(±45.31) ^{ab}	460.73(±59.90) ^a	444.12(±25.47) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	323.13(±26.65) ^{ab}	291.15(±10.25) ^{ab}	343.17(±13.72) ^c	432.01(±78.34) ^a	426.56(±36.72) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 45 นาที	351.77(±25.04) ^{ab}	273.79(±23.02) ^{ab}	353.96(±5.87) ^c	405.37(±23.97) ^a	288.14(±52.70) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 60 นาที	365.25(±18.30) ^{ab}	223.52(±37.12) ^b	367.27(±21.59) ^c	435.21(±10.29) ^a	279.14(±42.44) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 30 นาที	271.12(±55.21) ^{bc}	269.76(±22.57) ^{ab}	423.47(±36.31) ^{abc}	353.00(±4.77) ^a	423.81(±90.43) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	338.56(±12.53) ^{ab}	309.69(±20.28) ^{ab}	519.44(±52.54) ^{ab}	387.19(±82.53) ^a	364.94(±59.84) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 60 นาที	341.69(±14.01) ^{ab}	327.91(±53.18) ^{ab}	544.16(±11.54) ^a	383.12(±35.31) ^a	304.94(±26.27) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	193.67(±38.14) ^c	259.61(±38.49) ^b	497.53(±24.63) ^{ab}	389.56(±43.39) ^a	328.18(±56.13) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 45 นาที	204.27(±15.45) ^c	280.15(±5.80) ^{ab}	399.44(±61.30) ^{bc}	357.74(±106.45) ^a	291.95(±11.62) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	186.95(±38.29) ^c	228.91(±42.02) ^b	359.73(±54.40) ^c	387.25(±50.42) ^a	295.89(±65.35) ^a

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 50 ปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 49 ปริมาณเอนไซม์ ADP-Glc PPase (ADP-Glc PPase activity, units/mgProtein) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

Treatment	ADP-Glc PPase activity, units/mgProtein				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	0.255(±0.019) ^{cd}	0.238(±0.047) ^{bc}	0.264(±0.006) ^{ab}	0.129(±0.038) ^a	0.196(±0.039) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	0.140(±0.023) ^d	0.330(±0.056) ^{ab}	0.180(±0.039) ^b	0.240(±0.049) ^a	0.178(±0.033) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	0.489(±0.079) ^b	0.142(±0.010) ^c	0.185(±0.048) ^b	0.205(±0.040) ^a	0.345(±0.060) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	0.403(±0.076) ^{bc}	0.333(±0.041) ^{ab}	0.251(±0.052) ^{ab}	0.233(±0.043) ^a	0.166(±0.033) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	0.719(±0.097) ^a	0.398(±0.049) ^a	0.374(±0.051) ^a	0.276(±0.055) ^a	0.184(±0.031) ^b

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

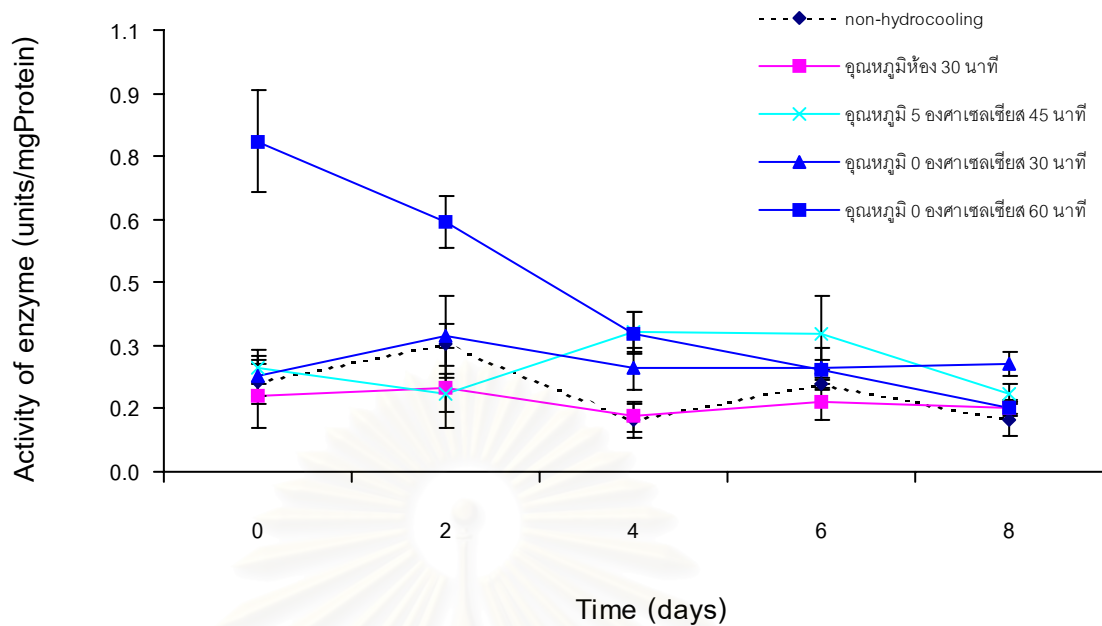
ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 50 ปริมาณเอนไซม์ ADP-Glc PPase (ADP-Glc PPase activity, units/mgProtein) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

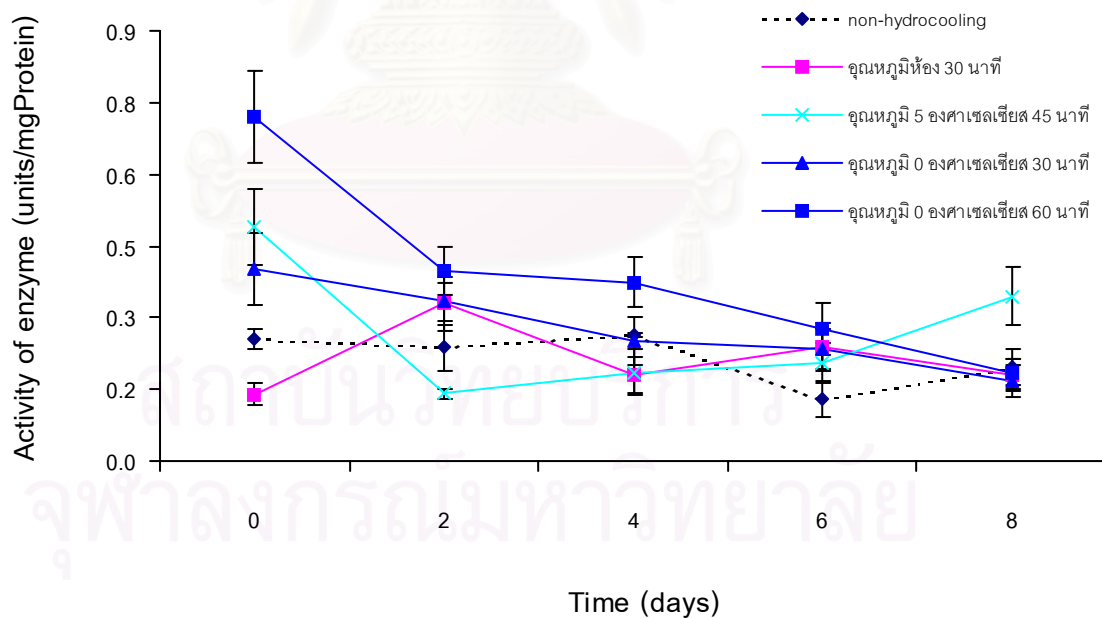
Treatment	ADP-Glc PPase activity, units/mgProtein				
	วันที่เก็บรักษา				
	0	2	4	6	8
Non hydrocooling	0.214(±0.053) ^b	0.303(±0.049) ^b	0.122(±0.040) ^b	0.209(±0.015) ^a	0.123(±0.037) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิห้อง 30 นาที	0.181(±0.078) ^b	0.199(±0.096) ^b	0.132(±0.036) ^b	0.167(±0.043) ^a	0.153(±0.014) ^b
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที	0.249(±0.041) ^b	0.186(±0.046) ^b	0.332(±0.049) ^a	0.330(±0.087) ^a	0.187(±0.020) ^{ab}
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 30 นาที	0.227(±0.048) ^b	0.321(±0.098) ^b	0.245(±0.050) ^{ab}	0.247(±0.046) ^a	0.257(±0.030) ^a
จุ่มน้ำอุณหภูมิ 0 °C 60 นาที	0.785(±0.121) ^a	0.595(±0.063) ^a	0.329(±0.050) ^a	0.243(±0.024) ^a	0.150(±0.019) ^b

*ตัวเลขในวงเล็บคือค่า Standard error (±SE)

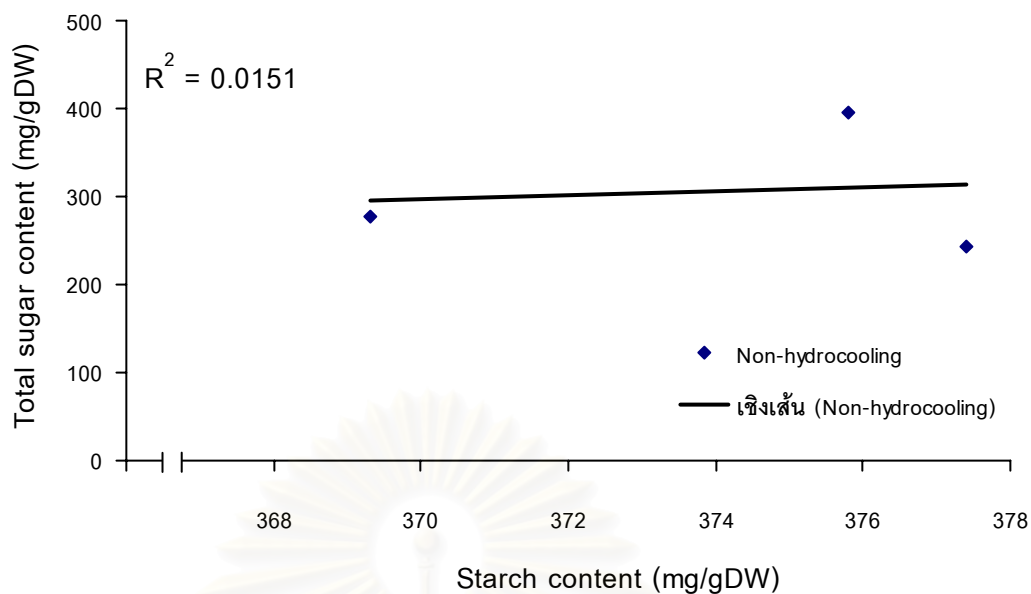
ตัวอักษรภาษาอังกฤษ หลังตัวเลขแสดงถึงความเหมือนหรือแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



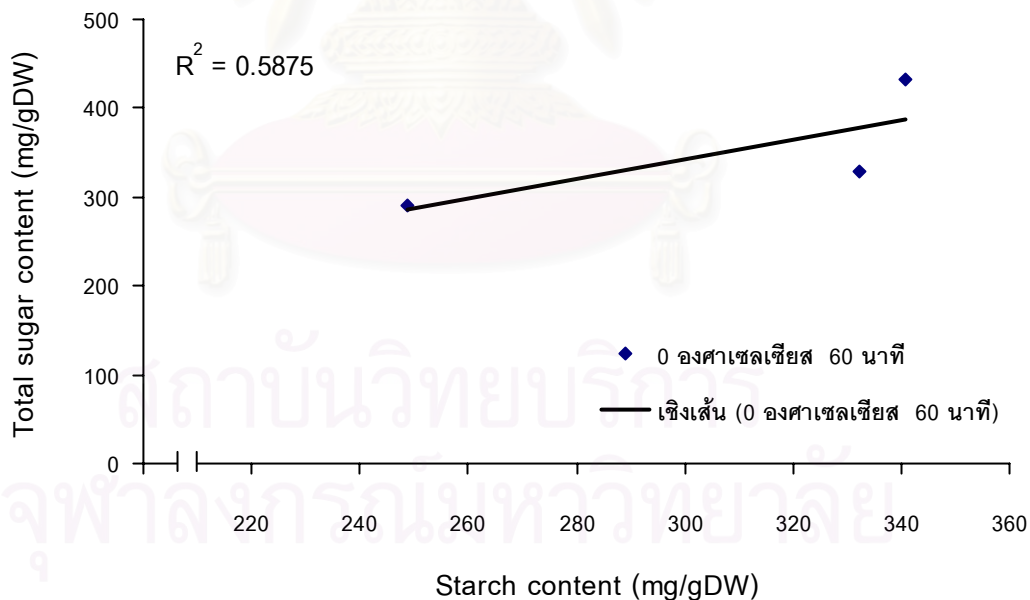
รูปที่ 51 ปริมาณเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase (ADP-Glc PPase, units/mgProtein) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



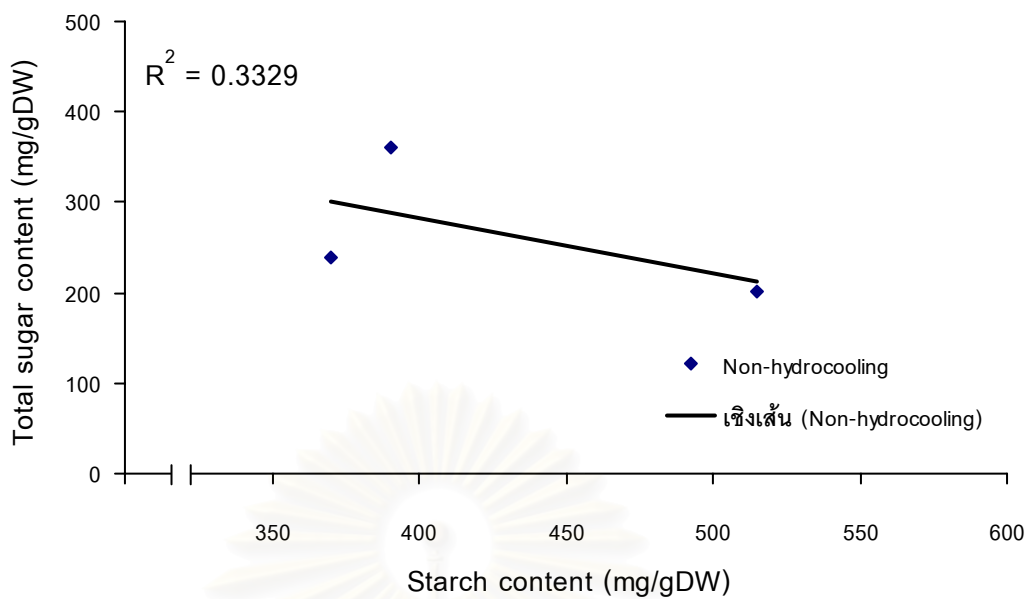
รูปที่ 52 ปริมาณเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase (ADP-Glc PPase, units/mgProtein) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



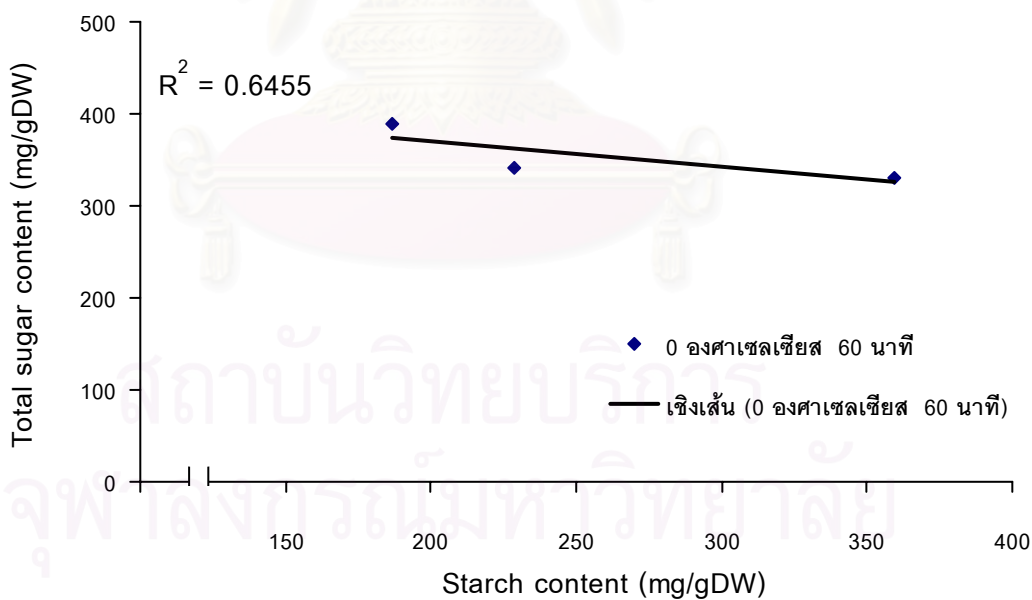
รูปที่ 53 ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



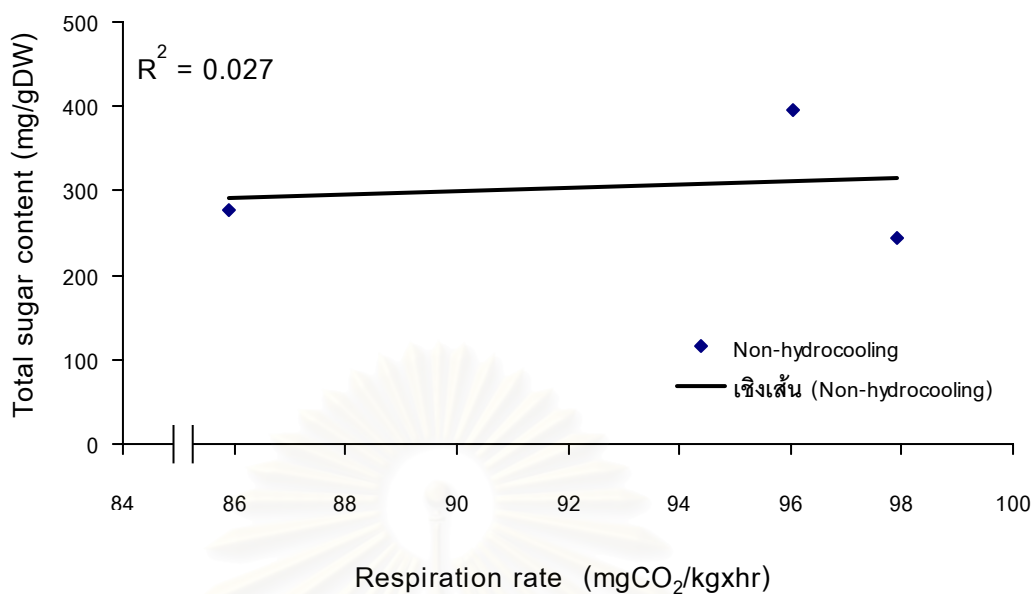
รูปที่ 54 ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



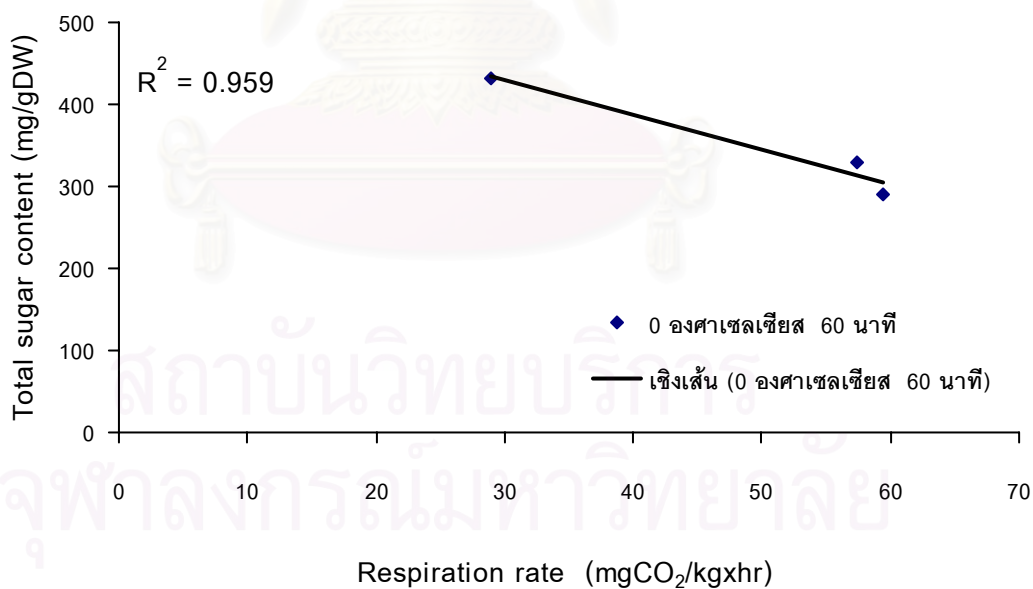
รูปที่ 55 ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



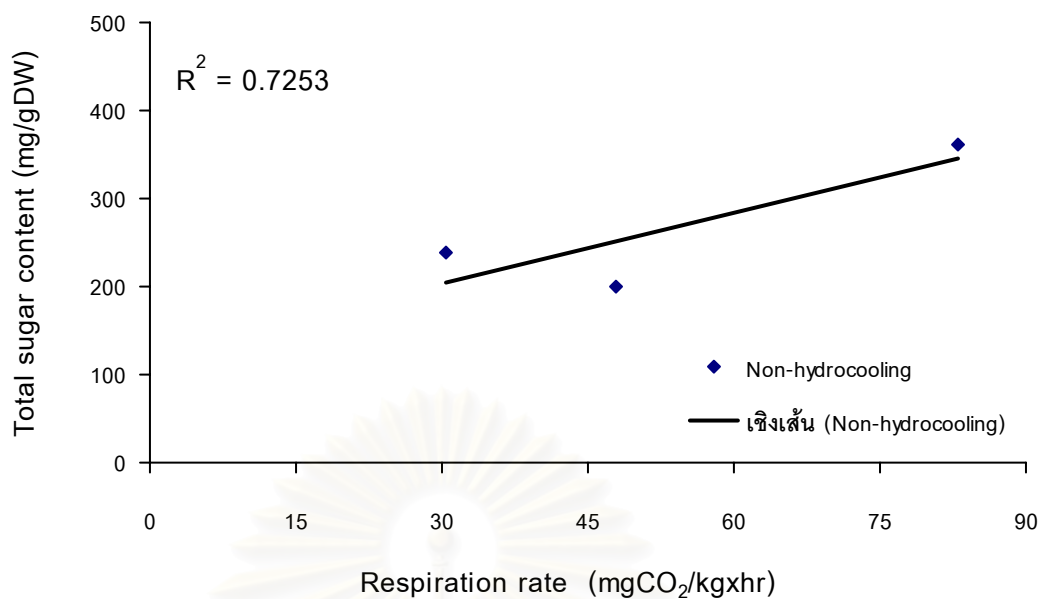
รูปที่ 56 ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



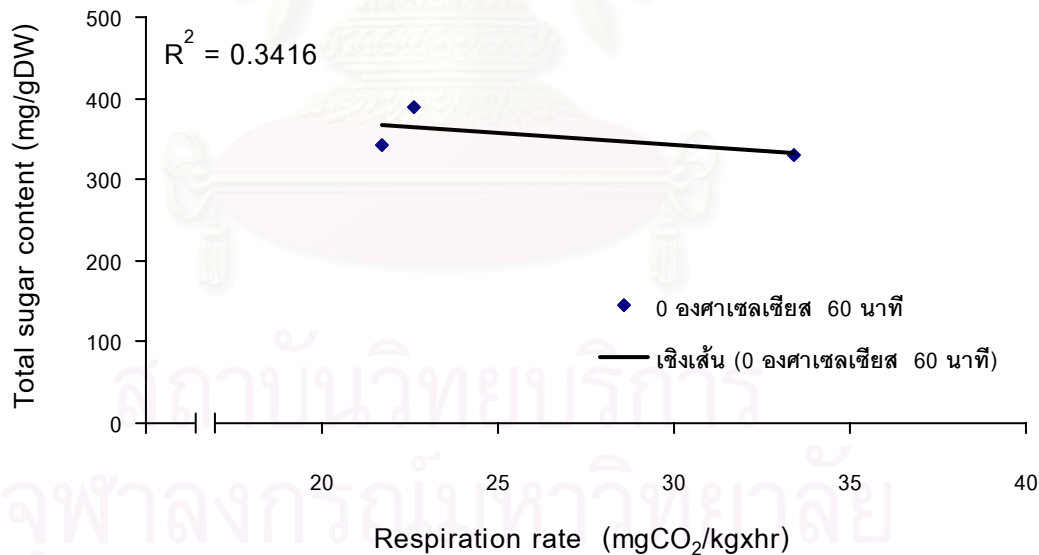
รูปที่ 57 ความสัมพันธ์ของอัตราการหายใจและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



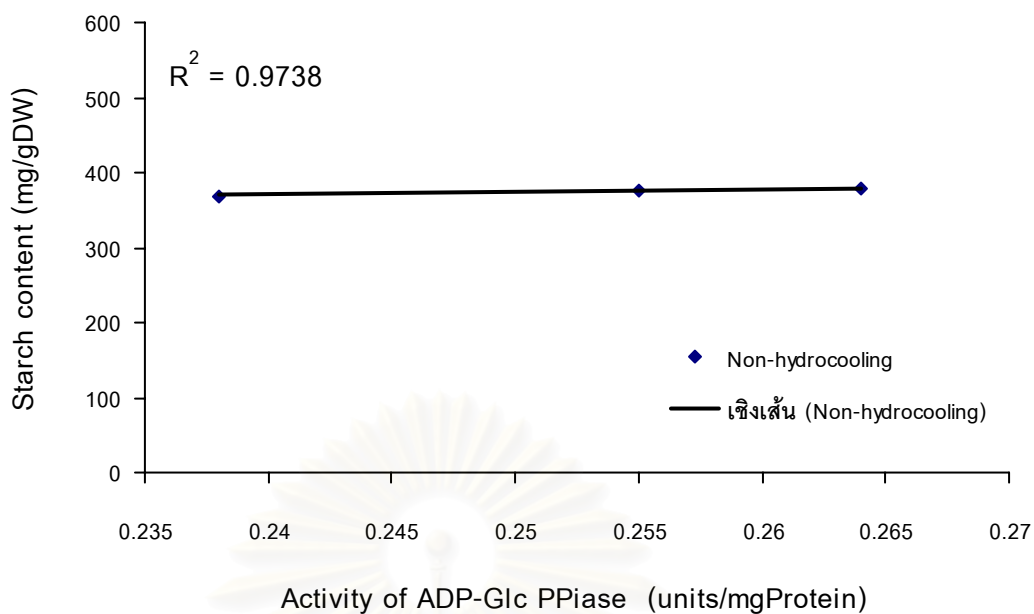
รูปที่ 58 ความสัมพันธ์ของอัตราการหายใจและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



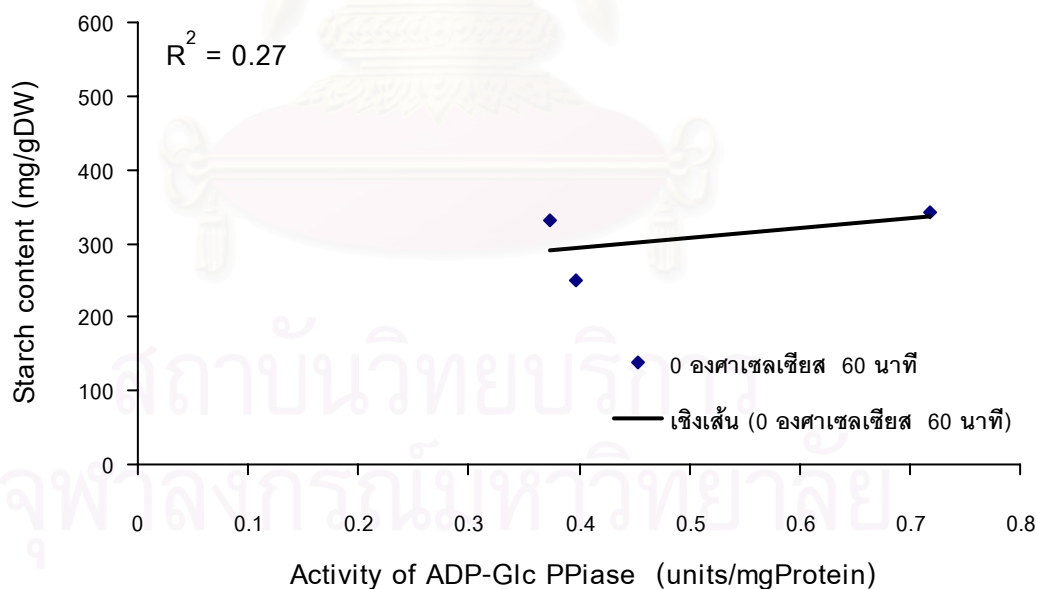
รูปที่ 59 ความสัมพันธ์ของอัตราการหายใจและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



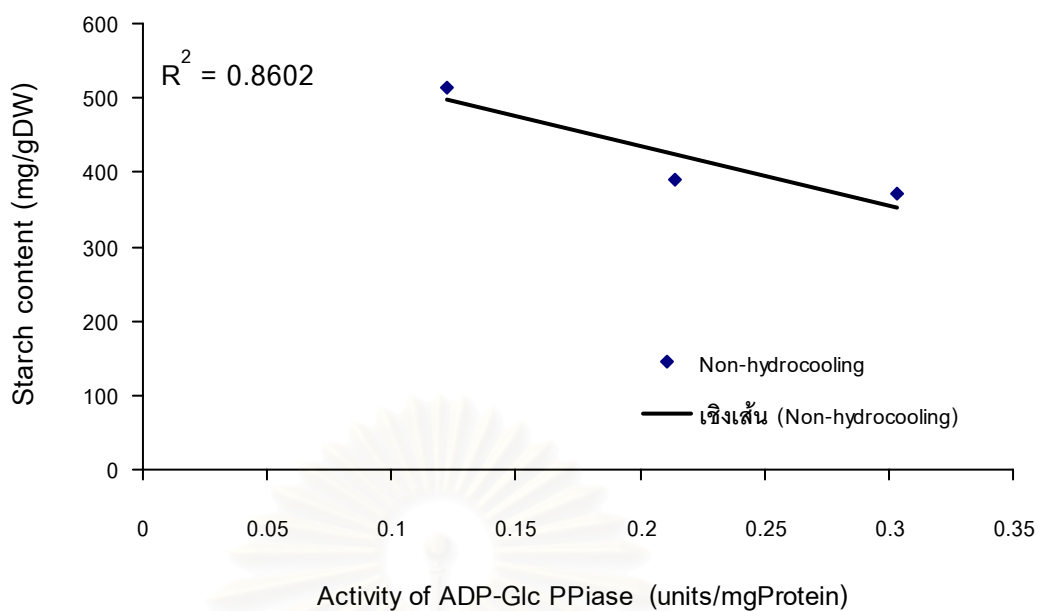
รูปที่ 60 ความสัมพันธ์ของอัตราการหายใจและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



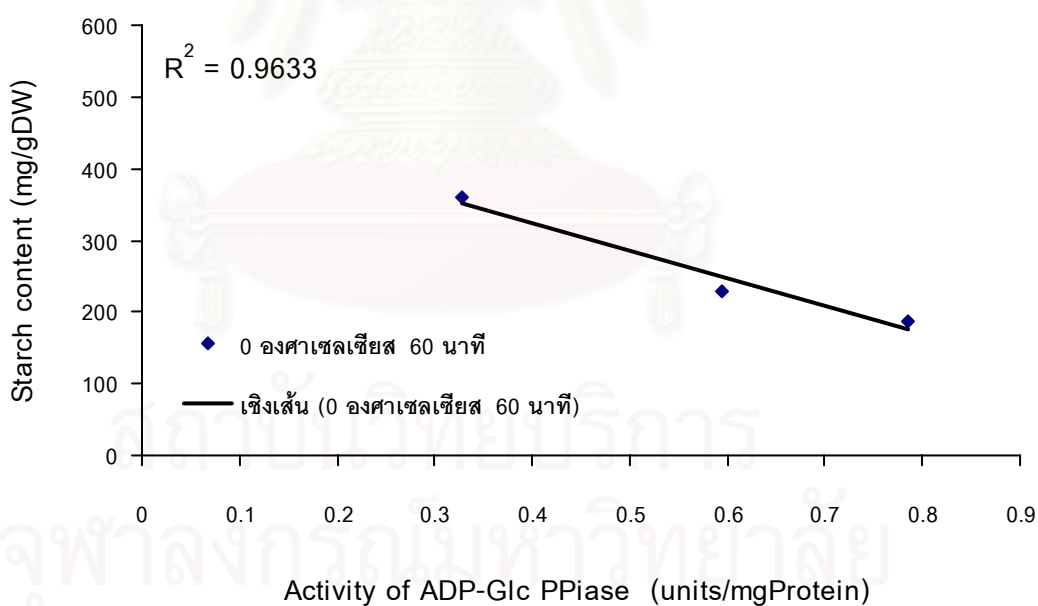
รูปที่ 61 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPiase และปริมาณแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



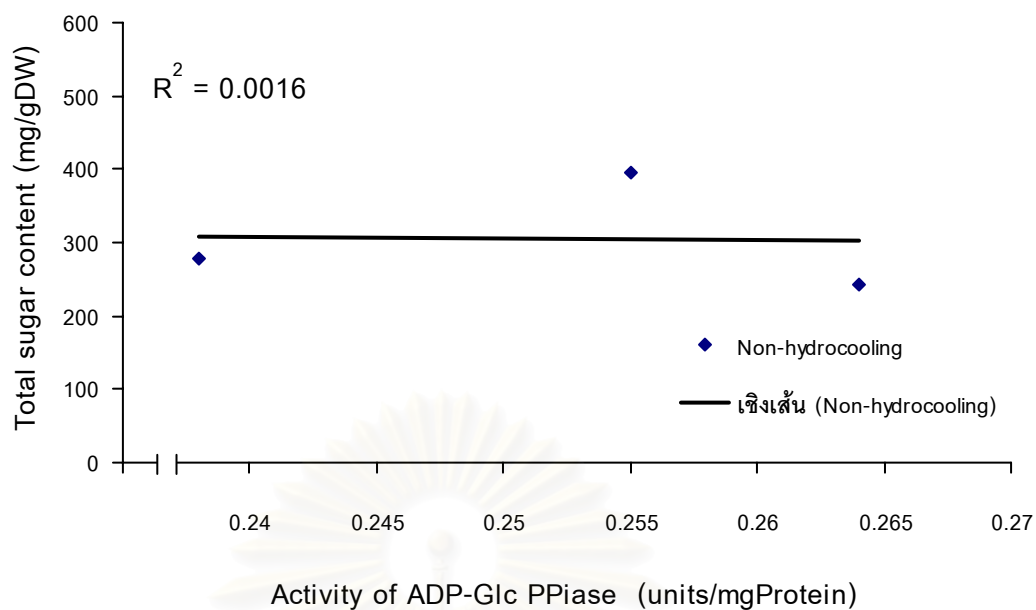
รูปที่ 62 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPiase และปริมาณแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



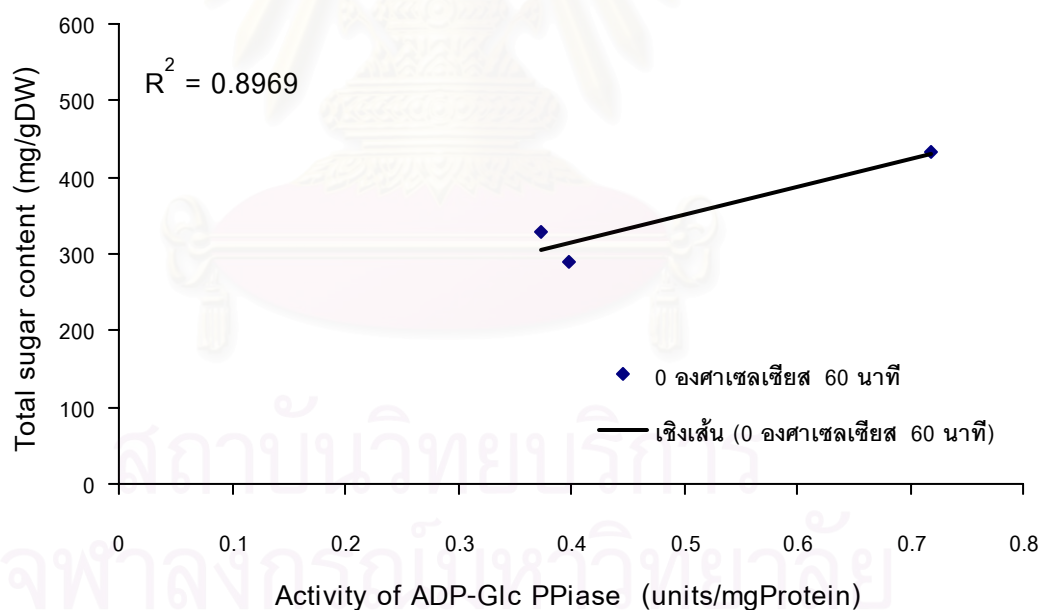
รูปที่ 63 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPiase และปริมาณแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



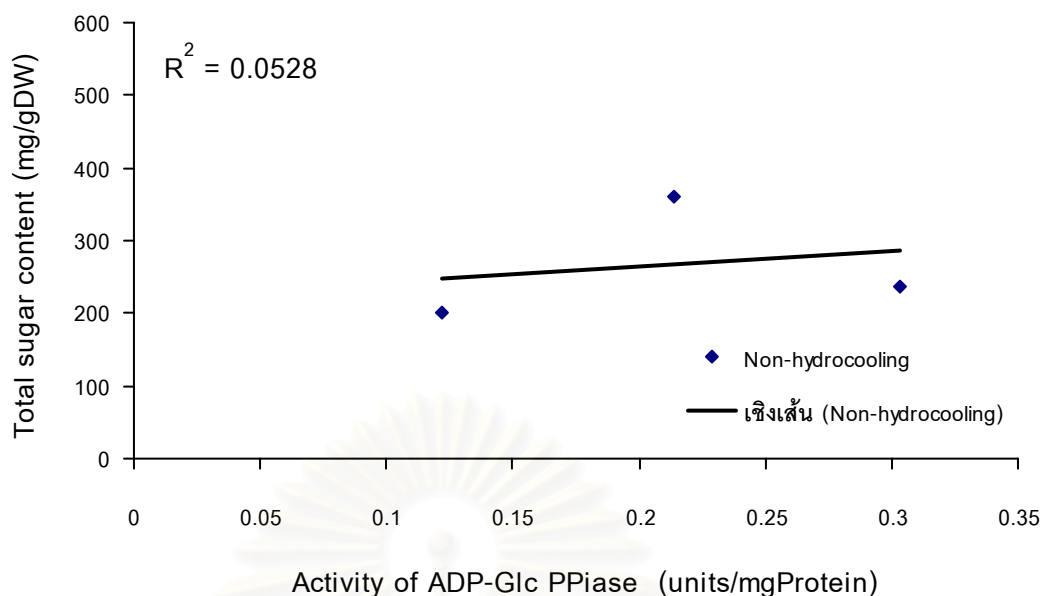
รูปที่ 64 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPiase และปริมาณแป้ง ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



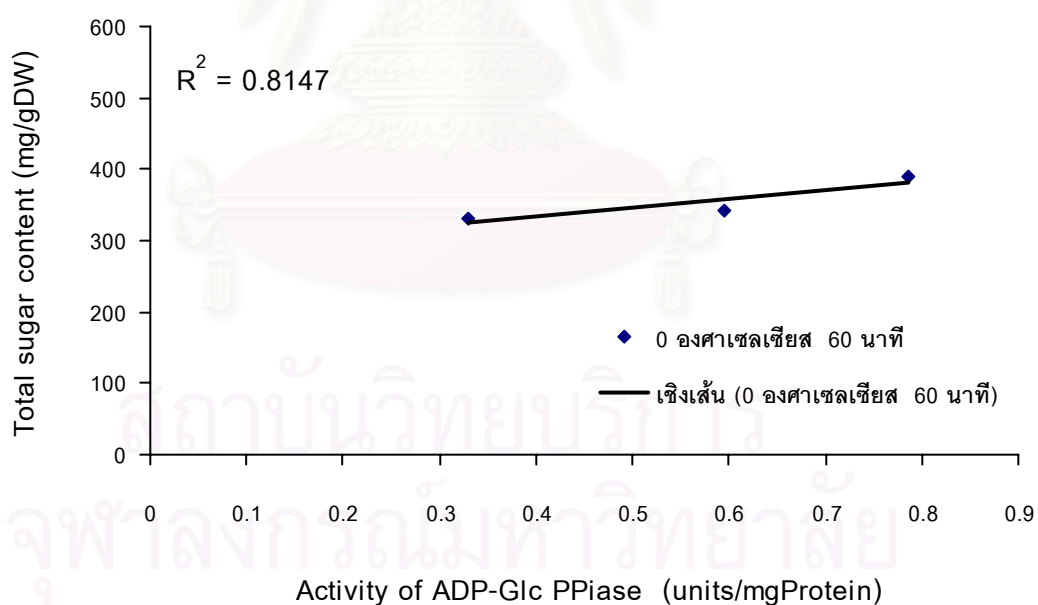
รูปที่ 65 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPiase และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



รูปที่ 66 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPiase และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



รูปที่ 67 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPiase และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



รูปที่ 68 ความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPiase และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 0 °C นาน 60 นาที ทำการศึกษาในฤดูหนาว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

บทที่ 5

อภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองเปรียบเทียบ อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิด้วยน้ำของข้าวโพดหวาน 2 สายพันธุ์ คือ Hibrix 3 และ Insee 2 พบว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C และ 5 °C เป็นเวลา 45 และ 60 นาที สามารถรักษาคุณภาพของข้าวโพดหวานไว้ได้ดีที่สุด โดยสามารถลดอัตราการหายใจและรักษาปริมาณน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษาได้ดีกว่าชุดการทดลองควบคุม วิธีการลดอุณหภูมิของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวนั้นจำเป็นต้องเลือกให้เหมาะสมกับผลิตผลเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับข้าวโพดหวาน วิธีที่เหมาะสม คือการทำ hydrocooling เนื่องจากการทำ hydrocooling จัดเป็นวิธีที่สามารถลดอุณหภูมิได้รวดเร็ว เพราะน้ำจัดเป็น cooling medium ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด (อ้างถึงใน สายชล เกตุษา, 2528) นอกจากนี้ข้าวโพดหวานยังเป็นผลิตผลที่ทนต่อการเปียกน้ำได้ทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องความเสียหายของผลิตผลที่เกิดจากการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ สำหรับข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 และ Insee 2 ซึ่งภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการทำ hydrocooling คือ การลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 60 นาที นั้นสอดคล้องกับการศึกษาในข้าวโพดหวาน พันธุ์ ATS-2 ที่พบว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 1 °C ภายหลังจากเก็บเกี่ยว 0 และ 4 ชั่วโมง สามารถลดอัตราการหายใจได้ดีกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ (วิษณุ นิยมเหล่า, 2542) นอกจากนี้ การศึกษาการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นผสมคลอรีนในหน่อไม้ฝรั่ง พบว่าสามารถลดการเน่าเสียและช่วยรักษาสภาพของหน่อไม้ฝรั่ง รวมทั้งลดการสูญเสียน้ำหนักสดของหน่อไม้ฝรั่ง (เย็นจิตต์ ปิยะแสงทอง, 2535) Oosthuysen และคณะ(1997) พบว่าการลดอุณหภูมิมะม่วงด้วยวิธี hydrocooling ที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง จะทำให้มะม่วงคงคุณภาพดีกว่ามะม่วงที่ไม่ได้รับการลดอุณหภูมิ ซึ่งการลดอุณหภูมิด้วยวิธี hydrocooling เป็นวิธีที่ลดอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็วและจากการศึกษาในมะเขือเทศพบว่าการลดอุณหภูมิด้วยวิธี hydrocooling จะใช้เวลาสั้นกว่าการลดอุณหภูมิด้วยวิธี forced air cooling และยังช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสดได้ดีกว่า (Kaynas และ Sivritepe, 1995) จากการศึกษาของ Osman และ Mustafa (1993) พบว่าการลดอุณหภูมิโดยวิธี hydrocooling ในมะเฟือง (carambola) พันธุ์ B10 จะช่วยลดการสูญเสียและรักษาความสดได้ดีกว่าการลดอุณหภูมิด้วยวิธีอื่นๆ นอกจากนี้การลดอุณหภูมิด้วยวิธีนี้ยังใช้ได้ดีกับผักซึ่งจะช่วยให้อายุให้ผักคงความสด (freshness) ได้ดี วิษณุ นิยมเหล่า (2541) พบว่าการลดอุณหภูมิผักคะน้า โดยใช้วิธี hydrocooling ที่อุณหภูมิ 5 °C จะช่วยรักษาคุณภาพของผักคะน้าในด้านต่างๆ ได้เช่น การเปลี่ยนแปลงสี การสูญเสียน้ำหนักสด การสูญเสียวิตามินซีและการเกิดเส้น

โย นอกจากนี้การลดอุณหภูมิ ในบรอดโคลด์โดยวิธี hydrocooling มีผลในการลดการสูญเสียของคลอโรฟิลล์ได้ (Toivonen, 1997) การศึกษาของลพ ภวภูตานนท์ (2526) พบว่าการทำ hydrocooling ในข้าวโพดหวานโดยใช้อุณหภูมิ 4 °C จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ 14 วัน และคงสภาพความสดได้ อย่างไรก็ตาม การเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิของผลิตผลควรคำนึงถึงความทนทานของผลิตผลต่ออุณหภูมิต่ำ ซึ่งผลิตผลแต่ละชนิดจะมีความทนทานได้แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเสียหายของผลิตผลที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิต่ำหรือ chilling injury และจากการศึกษาของ DeEll, Clement และ Stephanie (2000) พบว่าการทำ hydrocooling ในแตงกวาสามารถใช้อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิ 10 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา โดยการลดอุณหภูมินี้ไม่ก่อให้เกิด chilling injury แต่ต้องมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 6 °C นอกจากนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิก็น่าสนใจมากเช่นกัน ควรต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุดและไม่ควรทำการลดอุณหภูมินานเกิน 24 ชั่วโมง (दनัย บุนยเกียรติและ นิธิยา รัตนาปนนท์, 2535) สำหรับผักและผลไม้ที่เกิดความเสียหายได้ง่าย ควรใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง ทั้งนี้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมียังขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ของผลผลิต (Verbeek, 1987) เช่น ขนาดและอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตผล ความสามารถในการเข้าถึงระหว่างผลิตผลกับตัวกลาง ความสามารถในการพาความร้อนของตัวกลาง ปริมาตรและความเร็วของตัวกลางในการไหลผ่านผลิตผล ประสิทธิภาพในการให้ความเย็น และความร้อนจำเพาะของผลิตผล (ปิยะวัติ บุญ-หลง, 2531)

การลดอุณหภูมิด้วยน้ำส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลายประการ ในข้าวโพดหวาน จากการศึกษาพบว่าในทุกชุดการทดลองของข้าวโพดหวาน ทั้งสองสายพันธุ์ มีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มสูงขึ้นเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดในฤดูร้อนและฤดูหนาวมีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่ในฤดูฝนพบว่าข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำมีการสูญเสียน้ำหนักสดค่อนข้างที่จะสูงกว่าเมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ อย่างไรก็ตามในข้าวโพดหวาน พันธุ์ ATS-2 มีรายงานว่า การลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 1 °C สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักสดได้ดีกว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C (วิษณุ นิยมเหล่า, 2542) สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดพบว่า ทุกชุดการทดลองของข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์มีความชื้นค่อนข้างคงที่เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น โดยเฉพาะในฤดูฝนจะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นค่อนข้างคงที่ ในขณะที่การศึกษาในฤดูร้อนและฤดูหนาวพบว่า ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C 60 นาที และ 0 °C 30 45 และ 60 นาทีจะมีปริมาณความชื้นสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในเมล็ดนี้ก็เป็ผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในด้านต่างๆ ภายใน

ข้าวโพดหวานเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นไม่ค่อยสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดนัก อาจจะเป็นเนื่องมาจากการศึกษาน้ำหนักสดจะใช้ข้าวโพดหวานทั้งฝักซึ่งมีเปลือกหุ้มและซังของข้าวโพดหวานรวมอยู่ด้วย โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารและกระบวนการทางสรีรวิทยาที่เปลือกหุ้มและซังนั้นอาจมีผลทำให้ผลการศึกษการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักสดมีความแตกต่างและไม่สัมพันธ์กับปริมาณความชื้น ซึ่งวัดปริมาณความชื้นเฉพาะในเมล็ดตัวอย่างเดียวกัน อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดและความชื้นนี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในด้านต่างๆ ภายในข้าวโพดหวาน เช่น การคายน้ำและการหายใจ เป็นสำคัญ (อ้างถึงใน จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหายใจซึ่งมีผลโดยตรงต่อการสูญเสียน้ำหนักสด เนื่องจากกระบวนการหายใจเป็นกระบวนการใช้อาหารสะสมที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวโพดหวาน ดังนั้นปริมาณอาหารสะสมซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาล และคาร์โบไฮเดรต รูปต่างๆ ก็จะมีปริมาณลดลงด้วย จึงมีผลทำให้ข้าวโพดหวานมีการสูญเสียน้ำหนักสดได้เช่นเดียวกัน

นอกจากนี้ยังพบว่า อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์มีผลต่ออัตราการหายใจของข้าวโพดหวาน โดยในฤดูร้อนและฤดูหนาวพบว่าข้าวโพดหวานพันธุ์ Hibrix 3 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอุณหภูมิ 5 °C และ 0 °C สามารถช่วยลดอัตราการหายใจได้ดีกว่าข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอุณหภูมิห้องและข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ แต่ในฤดูฝนพบว่าข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นและไม่มีความแตกต่างกัน ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ทำการศึกษากันทั้ง 3 ฤดูพบว่า ข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอุณหภูมิ 5 °C 45 นาที และอุณหภูมิ 0 °C 30 45 และ 60 นาที มีอัตราการหายใจต่ำกว่าข้าวโพดหวานที่ทำการลดอุณหภูมิด้วยน้ำในชุดการทดลองอื่นๆ และข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากข้าวโพดหวานเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราการหายใจสูง (อ้างถึงใน จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) จึงมีความจำเป็นในการลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดปริมาณความร้อนที่จะส่งเสริมปฏิกิริยาต่างๆ โดยเฉพาะการหายใจ โดยทั่วไปแล้วผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมาซึ่งยังมีชีวิตอยู่ มีการหายใจอยู่ตลอดเวลาและผลของการหายใจจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นเรียกว่า vital heat หรือ heat of respiration ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิตและอุณหภูมิซึ่งนับเป็นปัจจัยควบคุมที่สำคัญ นอกจากนี้ในตัวผลผลิตยังมีความร้อนที่ติดมาจากแปลงปลูกหรือเรียกว่า field heat เมื่อผลผลิตถูกเก็บเกี่ยวมากก็จะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับบรรยากาศรอบๆ แปลงปลูก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำจัดความร้อนทั้งสองชนิดนี้ออกจากผลผลิต เนื่องจากความร้อนดังกล่าวจะส่งเสริมให้ผลผลิตมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีอื่นๆ ให้เพิ่ม

มากขึ้นด้วย (Peiris, Mallon และ Kays, 1997) การลดอุณหภูมิของผลิตผลให้ต่ำลงจนถึงระดับอุณหภูมิของห้องเย็นอย่างรวดเร็ว จึงมีความจำเป็นสำหรับผักและผลไม้ที่มีความร้อนสะสมหรืออัตราการหายใจที่สูง อย่างเช่น ข้าวโพดหวาน (อ้างถึงใน สายชล เกตุษา, 2528) ซึ่งการลดอุณหภูมิภายหลังการเก็บเกี่ยวจะสามารถช่วยรักษาคุณภาพของข้าวโพดหวานไว้ได้นานขึ้น โดยทั่วไปข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิจะมีปริมาณน้ำตาลลดลง 3 เท่าเมื่อเทียบกับข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิในช่วงเวลา 30 ชั่วโมงแรก ซึ่งการลดอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดหวานคือการทำ hydrocooling โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเย็นประมาณ $0-1^{\circ}\text{C}$ (วิษณุ นิยมเหล่า, 2542) ภายหลังทำการลดอุณหภูมิของผลิตผลแล้ว ควรจะเก็บรักษาผลิตผลไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิต่ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ผลิตผลมีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น เพราะอุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอปฏิกิริยาเคมีต่างๆ หรือเมตาบอลิซึมภายในเซลล์พืชให้เกิดช้าลง เช่น ชะลอการหายใจ (Peiris, Mallon และ Kays, 1997) ชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ ลดการทำงานของเอนไซม์ chlorophyllase ลดการสูญเสียวิตามินซี (Mohdson และคณะ, 1994) ชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล ชะลอการสุกของผลไม้และช่วยรักษาความสดได้นอกจากนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำยังช่วยลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยทั่วไปควรเก็บผลิตผลไว้ที่อุณหภูมิต่ำหรือจุดเยือกแข็งของผลิตผลเล็กน้อย ยกเว้นผลิตผลในเขตร้อนที่ควรจะต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิประมาณ $10-15^{\circ}\text{C}$ เพราะอุณหภูมิต่ำเกินไปจะทำให้ผลิตผลเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ซึ่งสาเหตุของการเกิดอาการอาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์หรือเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์บางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง ทำให้การทำงานของเยื่อหุ้มนั้นผิดปกติไปและการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆ ก็จะไม่สมบูรณ์ ทำให้ substrate มีโอกาสสัมผัสกับเอนไซม์ได้โดยขาดการควบคุม (จรัสแท้ ศิริพานิช, 2544 อ้างถึงใน จินตนา จันทรเจริญฤทธิ์, 2545) จากการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของ กะหล่ำปลีจีน พันธุ์ Yuki ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $0, 2$ และ 20°C โดยในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C จะเก็บเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 และ 2°C จะเก็บเป็นเวลา 9 สัปดาห์ พบว่ากะหล่ำปลีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0°C จะสูญเสียคุณภาพได้รวดเร็วกว่าในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2°C เนื่องจากที่อุณหภูมิ 0°C จะทำให้เกิด Patchy Papery Necrosis ได้ง่ายและมากกว่าที่อุณหภูมิ 2°C ซึ่งอาการที่แสดงการเกิด chilling injury นี้จะไม่พบในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C อย่างไรก็ตาม ข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 8 วัน หลังการทำ hydrocooling ไม่ปรากฏอาการ chilling injury (Porter, Klieber และ Collins, 2003)

การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่สำคัญและมีผลต่อคุณภาพของข้าวโพดหวานหลังการเก็บเกี่ยว คือ การเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลและแป้งในข้าวโพดหวาน จากการทดลองวัดปริมาณ TSS ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ พบว่า ปริมาณ TSS และปริมาณน้ำตาลต่างๆ ในแต่ละชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันคือ มีปริมาณลดต่ำลงเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น โดยปริมาณ TSS จะมีค่าสูงและค่อนข้างคงที่ในระยะแรกจากนั้นจะมีการลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงท้ายของการทดลอง จากการทดลองทั้ง 3 ชุด พบว่า ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ชุดการทดลองที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C 45 นาที และ 0 °C 30 และ 60 นาทีจะมีปริมาณ TSS สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ จากการทดลองของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อนและฤดูฝนพบว่า ปริมาณ TSS จะลดต่ำลงใกล้เคียงกันในทุกชุดการทดลอง แต่ในฤดูหนาวพบว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำจะมีปริมาณ TSS สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในข้าวโพดหวาน พันธุ์ ATS-2 โดยจะพบว่าข้าวโพดหวานที่ทำการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอุณหภูมิ 5 °C และข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำจะมีปริมาณ TSS ลดลงมากกว่าข้าวโพดหวานที่ทำการลดอุณหภูมิด้วยน้ำอุณหภูมิ 0 °C (วิษณุ นิยมเหล่า, 2542) ส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของข้าวโพดหวาน ในฤดูร้อน พบว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C และ 0 °C สามารถชะลอการสูญเสียปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ได้ดีกว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิลดลง โดยการศึกษาในฤดูฝนและฤดูหนาวพบว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 45 และ 60 นาที และ 0 °C เป็นเวลา 30 45 และ 60 นาที ตามลำดับ ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 สามารถชะลอการสูญเสียปริมาณน้ำตาลทั้งหมดได้ดีกว่าชุดการทดลองควบคุม ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ทำการศึกษาในฤดูหนาวพบว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 45 และ 60 นาทีสามารถชะลอการสูญเสียปริมาณน้ำตาลทั้งหมดได้ดีกว่าชุดการทดลองควบคุม ส่วนปริมาณน้ำตาลซูโครสของข้าวโพดหวาน ในฤดูฝนพบว่าข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 45 นาที และ 0 °C เป็นเวลา 60 นาที จะสามารถชะลอการสูญเสียปริมาณน้ำตาลซูโครสได้ดีกว่าชุดการทดลองควบคุม ในฤดูหนาวพบว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 60 นาที มีผลช่วยชะลอการสูญเสียปริมาณน้ำตาลซูโครสของข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์ได้ดีที่สุด แต่ในฤดูหนาวพบว่าข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 45 นาที จะสามารถชะลอการสูญเสียปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ได้ดีกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ และพบว่าในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 30 และ 45 นาที และ 0 °C เป็นเวลา 45 และ 60 นาที จะสามารถชะลอการสูญเสียปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ได้ดีกว่าข้าวโพดหวานที่

ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ เมื่อเกิดการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแป้งและมีการใช้น้ำตาลในกระบวนการหายใจสูงขึ้น ปริมาณ TSS ก็ลดลงต่ำลง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงการลดลงของปริมาณ TSS น่าจะขึ้นอยู่กับการทำงานเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในกระบวนการต่างๆ นี้ว่าได้รับผลกระทบจากการลดอุณหภูมิในแต่ละชุดการทดลองแตกต่างกันเล็กน้อยเพียงใด ซึ่งปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TSS พบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่พบในข้าวโพดหวานจะเป็นน้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโตสเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งน้ำตาลทั้ง 3 ชนิดนี้สามารถนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหายใจเพื่อสร้างเป็นพลังงานหรือบางส่วนอาจถูกนำไปใช้ในกระบวนการสร้างแป้งเพื่อเป็นอาหารสะสมให้แก่เอ็มบริโอ เนื่องจากการลดอุณหภูมิให้ผลผลิตมีอุณหภูมิที่ลดต่ำลงจะช่วยชะลอการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของน้ำตาลซูโครส ซึ่งอัตราการหายใจที่สูงขึ้นก็เป็นสาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งในการสูญเสียน้ำตาลซูโครส เนื่องจากน้ำตาลซูโครสเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่มีปริมาณมากในข้าวโพดหวาน จึงจัดว่าน้ำตาลซูโครสเป็น สาร substrate ของกระบวนการหายใจที่สำคัญ ดังนั้นการลดอัตราการหายใจในข้าวโพดหวานจึงมีผลในการลดการสูญเสียน้ำตาลซูโครสได้ (Lipton และ Stewart, 1961) วิษณุ นิยมเหล่า (2542) พบว่าในข้าวโพดหวาน พันธุ์ ATS-2 การลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 1 °C ภายหลังจากเก็บเกี่ยว 0 และ 4 ชั่วโมง สามารถลดอัตราการหายใจได้ดีกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำและมีผลทำให้ชะลอการสูญเสียน้ำตาลซูโครสได้ดีที่สุดด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า ภายหลังจากการลดอุณหภูมิเมื่อทำการเก็บรักษาข้าวโพดหวานในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 1 °C พบว่าสามารถ ชะลอการสูญเสียน้ำตาลซูโครสได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการหายใจ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในภาชนะบรรจุ และปริมาณแป้งโดยจะมีปริมาณแป้งต่ำกว่าชุดการทดลองควบคุม นอกจากนี้ การศึกษาใน sweet cherry พันธุ์ Ambrunes ยังพบว่า การลดอุณหภูมิด้วยน้ำเป็นวิธีการที่ใช้ได้ผลดีในการชะลอภาวะเสื่อมถอย การยืดอายุการเก็บรักษา การลดการสูญเสียคุณภาพ การชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลซูโครสและลดการใช้ malic acid ที่อุณหภูมิ 20 °C รวมทั้งรักษาระดับของปริมาณน้ำตาลกลูโคสและซอร์บิทอล ในช่วงการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 °C (Alique, Zamorano, Martinez และ Alonso, 2005)

จากการศึกษาข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ทั้ง 3 ฤดู พบว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 60 นาที จะสามารถช่วยชะลอการสะสมแป้งได้ดีที่สุด แต่ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ทำการศึกษาในฤดูร้อนพบว่า การลดอุณหภูมิด้วยน้ำสามารถช่วยชะลอการสะสมแป้งได้ โดยในฤดูฝน พบว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 30 45 และ 60 นาที จะสามารถช่วยชะลอการสะสมแป้งได้ดีที่สุด ดังนั้นการลดอุณหภูมิด้วยน้ำจึงมีผลชะลอ

การสร้างแป้งได้โดยสอดคล้องกับการศึกษาการทำงานของเอนไซม์ ADP-Glc PPIase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการเปลี่ยน Glucose-1-phosphate ไปเป็น ADP-Glucose ซึ่ง ADP-Glucose จะเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แป้ง เนื่องจาก ADP-Glucose ที่ได้จะถูกนำไปต่อเป็นสายโพลีแซคคาไรด์ (Nelson และ Pan, 1995) การทำงานของเอนไซม์ ADP-Glc PPIase ของข้าวโพดที่กำลังพัฒนาพบว่าสามารถวัดการทำงานของเอนไซม์นี้ได้ในช่วงระยะเวลาเดียวกันกับที่เมล็ดเริ่มมีการสะสมแป้งมากขึ้น (Tsai, Salamini, และ Nelson, 1970) จากการศึกษาการพัฒนาของเมล็ดข้าวโพดหวานที่มียีน *sugary-1* (su) พบว่าปริมาณของแป้งมีความสัมพันธ์กับการทำงานของ ADP-Glc PPIase ในปฏิกิริยาย้อนกลับของการสังเคราะห์แป้งซึ่งจะเป็นการเปลี่ยน ADP-Glucose ไปเป็น Glucose-1-phosphate ซึ่งในข้าวโพดหวานที่ไม่มียีน su พบว่ามีปริมาณแป้งสูง ในขณะที่การทำงานของเอนไซม์จะต่ำ แต่ในข้าวโพดหวานที่มียีน su พบว่ามีปริมาณแป้งต่ำ ในขณะที่การทำงานของเอนไซม์จะสูงกว่าเมื่อเทียบกับข้าวโพดหวานที่ไม่มียีน su (Doehlert, Tsung Min Kuo, Juvik, Beers และ Duke, 1993)

จากการศึกษาการทำงานของเอนไซม์ ADP-Glc PPIase โดยศึกษาปฏิกิริยาย้อนกลับของเอนไซม์ พบว่าในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C เป็น 60 นาที จะมีการทำงานของเอนไซม์สูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของการสะสมแป้งที่พบว่าข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 60 นาที มีปริมาณแป้งต่ำกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ จากการศึกษาในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 พบว่าข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 60 นาที ในวันที่ 0 และ 2 ของการเก็บรักษา จะมีการทำงานของเอนไซม์สูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของการสะสมแป้งที่พบว่าข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C เป็น 60 นาที มีปริมาณแป้งต่ำกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ จากการศึกษาการพัฒนาของเมล็ดข้าวโพดหวานพบว่า ในเอนโดสเปิร์มของข้าวโพดหวานที่เป็นยีน *sugary-1* มีการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ และมีปริมาณความชื้นสูงกว่าในข้าวโพดปกติ โดยพบว่า การทำงานของ ADP-Glc PPIase ในปฏิกิริยาย้อนกลับของการสังเคราะห์แป้งในข้าวโพดหวานที่เป็นยีน *sugary-1* มีการทำงานที่สูงกว่าในข้าวโพดปกติ จากการศึกษาทดลองได้อ้างว่า การทำงานที่เพิ่มขึ้นของ ADP-Glc PPIase นี้เป็นการตอบสนองของเซลล์เพื่อที่จะเพิ่มปริมาณซูโครส ซึ่งเมื่อเอนไซม์นี้เปลี่ยน ADP-Glucose ไปเป็น Glucose-1-phosphate แล้ว Glucose-1-phosphate ก็จะถูกเปลี่ยนต่อไปเป็น UDP-Glucose จากนั้นก็จะถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นน้ำตาลซูโครสได้ (Doehlert และคณะ, 1993) การศึกษาการทำงานของเอนไซม์ ADP-Glc PPIase ในปฏิกิริยาของการสร้างแป้งในข้าวโพดที่กำลังพัฒนา พบว่าสามารถวัดการทำงานของเอนไซม์ได้

ในช่วงระยะเวลาเดียวกันกับที่เมล็ดเริ่มมีการสะสมแป้งมากขึ้น โดยในการทำงานนี้จะเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการสะสมแป้งที่เกิดขึ้น (Tsai, Salamini และ Nelson, 1970) ในข้าวโพดหวานมีรายงานว่าในช่วงเวลาพบการทำงานของเอนไซม์ ADP-Glc. PPiase จะเพิ่มสูงขึ้นซึ่งสัมพันธ์กับการสร้างแป้งและการสลายน้ำตาลซูโครสที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว นอกจากนี้ ยังพบว่าการทำงานของเอนไซม์ sucrose synthase จะลดลงในช่วงเวลาดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการลำเลียงน้ำตาลซูโครสไปยังเมล็ดข้าวโพดหวานนั้นลดลงตั้งแต่วกกลางคืน (Masuda, Yamashita และ Kaneko, 1997) Deak และคณะ (1987) รายงานว่าการชะลอการสูญเสียของน้ำตาลซูโครสและการสร้างแป้งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวานฝักสดได้

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์ ที่ทำการศึกษาในวันที่ 0 2 และ 4 ของการเก็บรักษา ในฤดูหนาว พบว่าข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและแป้งที่สัมพันธ์กัน และการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 มีความสัมพันธ์กับอัตราการหายใจ ในขณะที่การศึกษาความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPiase กับปริมาณแป้งในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำและที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่ 0 °C นาน 60 นาที พบว่ามีความสัมพันธ์กัน โดยพบว่าการสะสมแป้งจะเพิ่มสูงขึ้นในขณะที่การทำงานของเอนไซม์ลดลง และจากการศึกษาความสัมพันธ์ของการทำงานของ ADP-Glc PPiase กับปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ในข้าวโพดหวานทั้งสองสายพันธุ์ พบว่า ในข้าวโพดหวานที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่สัมพันธ์กันกับการทำงานของ ADP-Glc PPiase โดยพบว่าเมื่อการทำงานของเอนไซม์เพิ่มสูงขึ้นจะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาถึงผลของการลดอุณหภูมิด้วยน้ำก่อนการเก็บรักษาของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 และ Insee 2 ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางประการและการทำงานของเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase ทำการเก็บรักษาข้าวโพดหวานไว้ที่อุณหภูมิ 10 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 95 % สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. การลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 60 นาที สามารถยืดอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ รองลงมาคือ การลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 30 นาที และ อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 45 นาที
2. การลดอุณหภูมิด้วยน้ำก่อนการเก็บรักษาส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลายประการในข้าวโพดหวาน โดยเฉพาะการลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C และ 5 °C สามารถลดการหายใจรวมทั้ง สามารถรักษาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด น้ำตาลซูโครส น้ำตาลรีดิทซ์และปริมาณ TSS ได้ดีกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ
3. การลดอุณหภูมิด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 60 นาที มีต่อการทำงานของเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase ในข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 และ Insee 2 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C ซึ่งมีผลสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณแป้งที่สะสมในข้าวโพดหวาน โดยพบว่า เมื่อมีการทำงานของเอนไซม์เพิ่มสูงขึ้น ปริมาณแป้งที่สะสมในข้าวโพดหวานก็จะลดลง เนื่องจากการใช้สาร ADP-Glucose ซึ่งเป็นสารตั้งต้นสำหรับการสร้างแป้งเพิ่มขึ้น ทำให้มีปริมาณ ADP-Glucose ลดลง ดังนั้นการสร้างแป้งจึงลดลง

ข้อเสนอแนะ

การศึกษากการยืดอายุการเก็บรักษาของข้าวโพดหวาน ควรมีการประเมินคุณภาพความหวานและรสชาติด้วยวิธีให้คะแนนการชิม เนื่องจากการยืดอายุการเก็บรักษาควรต้องเน้นที่ความพึงพอใจของผู้บริโภคเป็นสำคัญ ดังนั้นการให้คะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคจึงมีความสำคัญที่ต้องศึกษาควบคู่กับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมี

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2543. **เทคโนโลยีของแป้ง**. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กองวิจัยสินค้า. 2539. **ผลกระทบ GATT/WTO ต่อธุรกิจข้าวโพดหวานและข้าวโพดฝักอ่อน**. กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์กระทรวงพาณิชย์.

จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2541. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวฝักและผลไม้อ้อย**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จินตนา จันทร์เจริญฤทธิ์. 2545. **ผลของการแช่น้ำร้อนกล้วยหอมทองก่อนการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและความเสียหายจากอนุมูลอิสระหลังการเก็บรักษา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 131 หน้า.

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ, สรรเสริญ จำปาทอง, ชไมพร เอกทัศนาวรรณ, นพพงศ์ จุลจอหอ ฉัตรพงศ์ บาลลา, ทศพล ทองลาภ และ ธวัช ศรีเปาระยะ. 2547. **การวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดหวานสำหรับตลาดฝักสดและอุตสาหกรรมแปรรูป**[online]. แหล่งที่มา: http://www.iicrd.ku.ac.th/corn_research/sweet_corn.htm. [2547, พฤศจิกายน]

दनัย บุญยเกียรติ และ นิธิยา รัตนานนท์. 2535. **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวฝักและผลไม้อ้อย**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 146 หน้า

ทวีศักดิ์ ภู่อำ. 2540. **ข้าวโพดหวาน : การปรับปรุงพันธุ์และการปลูกเพื่อการค้า**. กรุงเทพฯ. โอเดียนสโตร์. 188 หน้า

นรินทร์ สมบูรณ์สาร. 2539. **ข้าวโพดหวาน**. กรมส่งเสริมการเกษตร. 28 หน้า.

เบญจวรรณ ชูติชูเดช. 2528. **สภาพหลังการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อการทำ hydrocooling ของ การเก็บรักษาข้าวโพดหวาน**. ปัญหาพิเศษปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 36 หน้า.

ปิยะวัตติ บุญ-หลง, ชัชวาล ตันชกิตติ และ ประสงค์ อิงสุวรรณ. 2531. **การลดอุณหภูมิ ผลผลิต: การฝึกอบรมเรื่อง Improvement of postharvest techniques to reduce losses of perishable commodities produced in the highlands of northern Thailand, 10-13 ตุลาคม 2531**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 1-28.

เย็นจิตต์ ปิยะแสงทอง. 2535. **ผลของการใช้สารเคมี การแช่น้ำ การลดอุณหภูมิและการ บรรจุที่มีต่อคุณภาพของหน่อไม้ฝรั่งหลังการเก็บเกี่ยว**. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 116 หน้า.

รัชฎา ตั้งวงศ์ชัย. 2537. **อิทธิพลของความร้อนในกระบวนการแปรรูปต่อปริมาณน้ำตาล สีและเนื้อสัมผัสของข้าวโพดหวานพันธุ์ต่างๆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 138 หน้า.

รัชดา สาดตระกูลวัฒนา. 2542. **การพัฒนาอาหารเข้าพร้อมบริโภคอัดแท่งจากธัญพืช**. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลพ ภาภูตานนท์. 2526. **ผลของ hydrocooling และอุณหภูมิการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพ ของข้าวโพดหวานหลังการเก็บเกี่ยว**. ปัญหาพิเศษปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 32 หน้า.

ละอองวรรณ เหมจินดา. 2530. **ผลของพันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยวและปริมาณแป้งต่อคุณภาพ**

ของข้าวโพดครีมนกระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 124 หน้า.

ลัดดาวัลย์ เนียมพิก. 2544. **การเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ แสคคาไรด์ที่เป็นแป้งและการวิเคราะห์แอสคาไรด์ที่ไม่ใช่แป้งในมันสำปะหลังและมันเทศ.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิษณุ นิยมเหลา. 2541. **ผลของการทำ hydrocooling และภาชนะบรรจุต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายผักคะน้า.** ปัญหาพิเศษปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 48 หน้า.

วิษณุ นิยมเหลา. 2542. **ผลของการทำ hydrocooling และสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพการเก็บรักษาและอายุการวางจำหน่ายของข้าวโพดหวาน.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 171 หน้า.

ศูนย์สารสนเทศ. 2547. **การส่งออกและนำเข้าสินค้าพืชสวนของไทย.**
กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สายชล เกตุษา. 2528. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.**
กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

Alique, R., Zamorano, J.P., Martinez, M.A. and Alonso, J. 2004. Effect of heat and cold treatments on respiratory metabolism and self life of sweet cherry, type picota cv. "Ambrunes". *Postharvest Biology and Technology*. 35(2) : 153-165.

- A.O.A.C. 1995. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16th ed.
Washington D.C. : Association of official Analytical Chemists.
- Avigad, G. and Dey, P.M. 1997. **Carbohydrate Metabolism: storage carbohydrate in plant biochemistry**, Edited by Dey, P. M. and Harborne, London, Academic Press. pp.143-195.
- Bills, D. D. and Keenan, T. W. 1968. Dimethyl sulfide and its precursor in sweet corn. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 16(4): 643-645.
- Boyer, C. D. and Preiss, J. 1981. Evidence for independent genetic control of the multiple form of maize endosperm branching enzymes and starch synthases. **Plant Physiology**. 67: 1141-1145.
- Carey, E. E., Rhodes, A. M. and Dickinson, D. B. 1982. Postharvest levels of sugars and sorbitol in sugary enhancer (su se) and sugary (su se) maize. **Hort Science**. 17(2): 241-242.
- Courter, J. W., Rhodes, A. M., Garwood, D. L. and Mosely, P. R. 1988. Classification of vegetable corn. **Hort Science**. 23(3): 449-450.
- Creech, R. G. 1965. Genetic control of carbohydrate synthesis's in maize endosperm. **Genetic**. 52: 1175-1186.
- Damen, P. M. M. 1984. Precooling of vegetables maintains quality, moist cooling limits moisture loss. **Hort Abstract**. 54: 674.
- Deak, T., Heaton, E. K., Hung, Y. C. and Beuchat, L. R. 1987. Extending the shelf life of fresh sweet corn by shrink-wrapping, refrigeration and Irradiation. **Journal of Food Science**. 52: 1625-1631.
- DeEll, J.R., Clement Vigneault and Stephanie. 2000. water temperature for

- hydrocooling field cucumbers in relations to chilling during storage. **Postharvest Biology and Technology**. 18(1) : 27-28.
- Dignan, D. M. and Wiley, R. C. 1976. DMS levels in the aroma of cooked frozen sweet corn as affected by cultivar, maturity, branching and packaging. **Journal of Food Science**. 41: 346-348.
- Doehlert, D. C., Kuo, T. M., Juvik, J. A., Beers, E. P. and Duke, S. H. 1993. Characteristics of carbohydrate metabolism in sweet corn (sugary-1) endosperms. **Journal of American Society for Horticultural science**. 118(5): 661-666.
- Early, E. B. 1952. Percentage of carbohydrate in kernel of station yellow dent corn at sereral stage of development. **Plant Physiology**. 27: 184-190.
- Espada, j. 1966. in "Methods" (Neufeld, E. and Eds, V. G.). New York: Academic Press. 8:259.
- Evensen, K. B. and Boyer, C. D. 1986. Carbohydrate composition and sensory quality of fresh and stored sweet corn. **Journal of American Society for Horticultural science**. 111: 734-738.
- Ferguson, J. E., Dickinson, D. B. and Rhodes, A. M. 1979. Analysis of endosperm sugars in a sweet corn inbred (Illinois 667a) which contains the sugary enhancer (se) gene and comparison of se with other corn genotypes. **Plant Physiology**. 63: 416-420.
- Flora, L. F. and Wiley, R. C. 1974. Sweet corn aroma, chemical components and relative importance in the overall flavor response. **Journal of Food Science**. 39: 770-773.

- Garwood, D. L., McArdle, F. J., Vanderslice, S. F. and Shannon, J. C. 1976. Postharvest carbohydrate Transformations and processed quality of high sugar maize genotypes. *Journal of American Society for Horticultural science*. 101(4): 400-404.
- Gurusamy Chinmasamy and Arya Kumar Bal. 2003. Seasonal change in carbohydrates of perennial root nodules of beach pea. *Journal of Plant Physiology*. (January, 2003).
- Kaukis, K. and Haunold, A. 1966. Effect of maturity on amylose content in the sweet corn endosperm. *Crop Science*. 6: 577-579.
- Kaynas, K. and Sivritepe, H. O. 1995. Effect of pre-cooling Treatments on storage quality of mature green tomatoes. *Acta Horticulturae*. 412: 200-208.
- Lee, C. Y. 1981. Vitamin A value of sweet corn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 28(3): 348-351.
- Lipton, W. J. and Stewart, J. K. 1961. Effect of hydrocooling on the market quality of cantaloupes. *Proceeding of American Society for Horticultural science*. 78: 324-331.
- Masuda, R., Yamashita, I. And Kaneko, K. 1997. Diurnal variations in contents of tasty compounds and activities of sugar metabolizing enzymes in sweet corn (*Zea mays* L.) kernels. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology-Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi*. 44: 186-191.
- Matheson, N. K. 1975. The α (1-4)(1-6) glucans from sweet and normal corns. *Phytochemistry*. 14: 2017-2021.

- Michaels, T. E. and Andrew, R. H. 1986. Sugar accumulation in shrunken-2 sweet corn kernels. **Crop Science**. 26: 104-107.
- Mohdson, F., Kerbel, E., Martin, S. E. and Schmidt, S. J. 1994. Microflora changes in modified-atmosphere-packaged broccoli floret stored at refrigerated temperature. **Journal of Food Quality**. 17: 347-360.
- Nelson, O. E. and Pan, D. 1995. Starch synthesis in maize endosperms. **Annual Reviews in Plant Physiology and Plant Molecular Biology**. 46: 475-495.
- Oosthuysen, S. A., Mabila, M. E., Straten, B. and vinter, A. J. 1997. Effect of hydro-cooling on field heat removal of mango and of differing water temperatures on fruit quality after four week of cool-storage. **Postharvest News and Informations**. 8(1): 21.
- Osman, A. and Mustafa, R. 1993. Effect of different precooling methods and times on the storage quality of carambola variety B10. **Proceedings of an International Conference in Postharvest Handling of Tropical Fruits**. Chiang Mai. Thailand. pp. 430-433.
- Ou-Lee, T. M. and Setter, T. L. 1985. Enzyme activities of starch and sucrose pathways and growth of apical and basal maize kernels. **Plant Physiology**. 79: 848-851.
- Pan, D. and Nelson, O. E. 1984. A debranching enzyme deficiency in endosperms of the sugary-1 mutants of maize. **Plant Physiology**. 74: 324-328.
- Peiris, K. H. S., Mallon, J. L. and Kays, S. J. 1997. Respiration rate and vital heat of some specially vegetables at various storage temperature. **Hort Technology**.

7(1): 46-49.

Porter, K.L., Klieber, A. and Collins, G. 2003. Chilling injury limits low temperature storage of 'Yuki' Chinese cabbage. **Postharvest Biology and Technology**. 28(1) : 153-158.

Reina, L. D., Fleming, H. P. and Humphries, E. G. 1995. Microbiological control of cucumber hydrocooling water with chlorine dioxide. **Journal of Food Protection**. 58: 541-546.

Rodriguez, P. V., Guerra, D. and Manzano, J. 1997. Precooling of banana fruits (*Musa* AAB banana subgroup) under different storage conditions. **Postharvest News and Informations**. 8(4): 210.

Seymour, G. B., Thompson, A. K., Hughes, P. A. and Plumbley, R. A. 1981. The influence of hydrocooling and plastic box liners on the market quality of capsicums. **Acta Horticulturae**. 116: 191-196.

Somogyi, M. 1952. Notes on sugars determination. **Journal of Biological Chemistry**. 195: 19-23.

Taiz, L. and Zeiger, E. 1998. **Plant Physiology**. Sunderland: Massachusetts. Sinauer Associates, Inc.

Toivonen, P. M. A. 1997. The effect of storage temperature, storage duration, hydrocooling and microperforated wrap on shelf life of broccoli (*Brassica oleracea* L., Italica group). **Postharvest Biology and Technology**. 10(1): 59-65.

Tsai, C. Y., Salamini, F. and Nelson, O. E. 1970. Enzymes of carbohydrate metabolism in the developing endosperm of maize. **Plant Physiology**.

46: 299-306.

Verbeek, W. 1987. Precooling vegetables. *Hort Science*. 57(3): 113-114.

Wann, E. V., Brown, G. B. and Hills, W.A. 1971. Genetic modifications of sweet corn quality. *Journal of American Society for Horticultural science*. 96(4): 441-444.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ในช่วง ปี พ.ศ. 2546-2547

เดือน	อุณหภูมิด้วยเฉลี่ย (°C)	
	ปี พ.ศ. 2546	ปี พ.ศ. 2547
มกราคม	23.5	24.2
กุมภาพันธ์	25.6	24.2
มีนาคม	26.4	28.0
เมษายน	27.8	28.8
พฤษภาคม	28.1	27.6
มิถุนายน	27.2	26.9
กรกฎาคม	26.6	27.1
สิงหาคม	27.0	27.1
กันยายน	26.1	26.0
ตุลาคม	25.5	26.0
พฤศจิกายน	25.3	26.0
ธันวาคม	22.5	23.0

ที่มา : สถานีอากาศเกษตร ปากช่อง ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

1. การคำนวณอัตราการหายใจ

จากการวิเคราะห์ปริมาณ CO_2 ด้วยเครื่อง gas chromatography ค่าที่ได้มีหน่วยเป็น % สมมติค่า CO_2 ที่อ่านได้มีค่าเป็น X %

แสดงว่าในอากาศ 100 ส่วน มี CO_2 X ส่วน

แล้วถ้าในขวดโหลที่ใช้เก็บแก๊สมีปริมาตร 3,500 มิลลิลิตร จะมี CO_2 $35 \times X$ มิลลิลิตร

ข้าวโพดหวานที่นำมาวัดอัตราการหายใจ มีน้ำหนัก W กิโลกรัม

แสดงว่าข้าวโพดหวาน น้ำหนัก W กิโลกรัม ผลิต CO_2 ได้ $35 \times X$ มิลลิลิตร

ถ้าข้าวโพดหวาน น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ผลิต CO_2 ได้ $35 \times X$ ml. CO_2 /kg

W

เวลาที่ใช้ในการวัดอัตราการหายใจ คือ 45 นาที

แสดงว่าข้าวโพดหวานหายใจนาน 45 นาที ผลิต CO_2 ได้ $35 \cdot X$ ml. CO_2 /kg

W

ถ้าข้าวโพดหวานหายใจนาน 60 นาที ผลิต CO_2 ได้ $46.67 \cdot X$ ml. CO_2 /kgxhr

W

การเปลี่ยนหน่วยจากมิลลิลิตรเป็นมิลลิกรัม โดยเทียบจากกฎของบอยล์

กฎของบอยล์ $PV = nRT$ เมื่อ $P =$ ความดันบรรยากาศ ณ อุณหภูมินั้น (1 atm)

$n =$ จำนวนโมล

$R =$ ค่าคงที่ 0.08206

$T =$ อุณหภูมิองศาเคลวิน

$V =$ ปริมาตรของอากาศ หน่วยเป็น ลิตร

$$V = \frac{nRT}{P}, \text{ ที่อุณหภูมิ } 25^\circ\text{C}$$

P

$$= \frac{1 \times 0.08206 \times 298}{1}$$

1

$$= 24.45388 \text{ ลิตร (24,453.88 มิลลิลิตร)}$$

ที่อุณหภูมิ 25°C CO_2 1 โมล มีปริมาตร 24,453.88 ml. ในขณะที่ CO_2 1 โมลหนัก 44,000 mg.

ดังนั้น CO_2 1 โมล มีปริมาตร 24,453.88 ml. มีน้ำหนัก 44,000 mg.

ถ้า CO_2 มีปริมาตร $46.67 \cdot X$ ml. CO_2 /kgxhr ml. จะมีน้ำหนัก $83.97 \cdot X$ mg CO_2 /kgxhr

W

W

สรุป อัตราการหายใจของข้าวโพดหวาน = $83.97 \cdot X$ mg. CO_2 /kgxhr

W

เมื่อ $X =$ น้ำหนักสดของข้าวโพดหวาน หน่วยเป็น กิโลกรัม

$W =$ % CO_2 ที่อ่านได้จากเครื่อง gas chromatography

2. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลและแป้ง (ดัดแปลงจาก Gurusamy Chinmasamy and Arya Kumar Bal, 2003)

อุปกรณ์

Refrigerated centrifuge

Volumetric flask ขนาด 50 ml.

Beaker ขนาด 100 ml.

หลอดทดลอง

สารเคมี

80 % Ethanol

วิธีการทดลอง

- ชั่งตัวอย่างแห้งของข้าวโพดหวาน 0.05 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง เต็ม 80 % ethanol 10 มิลลิลิตร เขย่าแล้วนำไปต้มในน้ำเดือด 15 นาที ที่หลอดทดลองให้เย็น จากนั้นนำไปปั่นตกตะกอนที่ความเร็ว 9,000 rpm. 10 นาที เทสารละลายส่วนใสลงในบีกเกอร์

- นำตะกอนที่เหลือมาเติม 80 % ethanol 10 มิลลิลิตร เขย่าแล้วนำไปต้มในน้ำเดือด 15 นาที ที่หลอดทดลองให้เย็น จากนั้นนำไปปั่นตกตะกอนที่ความเร็ว 9,000 rpm. 10 นาที เทสารละลายส่วนใสลงในบีกเกอร์ ข้อ 1.

- นำตะกอนที่เหลือมาทำซ้ำตามข้อ 2. ตะกอนที่เหลือสุดท้ายจะเก็บไว้วิเคราะห์ปริมาณแป้งต่อไป

- สารละลายในบีกเกอร์มีปริมาตรประมาณ 30 มิลลิลิตร นำไประเหยจนเหลือปริมาตรประมาณ 10 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman no. 42 สารละลายที่ได้นำไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

อุปกรณ์

สเปคโตรโฟโตมิเตอร์และหลอดทดลอง

สารเคมี

สารละลายฟีนอล 5 %

กรดซัลฟูริกเข้มข้น

สารละลายกลูโคสมาตรฐาน

วิธีการทดลอง

1. นำสารละลายที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลและแบ่ง มา 0.1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 0.9 มิลลิลิตร ได้สารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใช้น้ำกลั่นเป็น blank เตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐานความเข้มข้น 20 40 60 80 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
2. เติมสารละลายฟีนอล 5 % 1 มิลลิลิตร เขย่าอย่างรวดเร็ว
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร เขย่าอย่างรวดเร็ว
4. ตั้งทิ้งไว้ในตู้ควัน 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 485 นาโนเมตร ค่าที่ได้นำมาคำนวณหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี Somogyi-Nelson (Somogyi, 1952)

อุปกรณ์

สเปคโตรโฟโตมิเตอร์และหลอดทดลอง

สารเคมี

Alkaline Copper Reagent : ซึ่งสารต่อไปนี้ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 71 กรัม, Rochelle Salt (NaK Tartrate) 40 กรัม, NaOH 4 กรัม, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 8 กรัม และ Na_2SO_4 180 กรัม ละลายสารในน้ำกลั่นปริมาตร ประมาณ 700 มิลลิลิตร ตามลำดับ โดยเริ่มให้ความร้อนเมื่อเติม $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ จนละลายหมดแล้วจึงเติม Na_2SO_4 จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง 24-48 ชั่วโมง แล้วจึงนำมากรองตะกอนออกก่อนใช้

Nelson Reagent : ซึ่งสารต่อไปนี้ $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 53.2 กรัม, เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 21 มิลลิลิตร และ $\text{Na}_2\text{H}_2\text{AsSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 6 กรัม ละลายสารตามลำดับ ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง 24-48 ชั่วโมง แล้วจึงนำมากรองตะกอนออกก่อนใช้

วิธีการทดลอง

1. นำสารละลายที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลและแป้ง มา 0.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 0.5 มิลลิลิตร ได้สารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใช้น้ำกลั่นเป็น blank เติมสารละลายกลูโคสมาตรฐานความเข้มข้น 40 80 120 160 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
2. เติมสารละลาย Alkaline Copper Reagent 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 15 นาที แล้วทำให้เย็นในถาดน้ำแข็ง
3. เติมสารละลาย Nelson Reagent 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที
4. เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ค่าที่ได้นำมาคำนวณหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณแป้ง (ดัดแปลงจาก Gurusamy Chinmasamy and Arya Kumar Bal, 2003)

อุปกรณ์

สเปคโตรโฟโตมิเตอร์และหลอดทดลอง

Refrigerated centrifuge

สารเคมี

52 % Perchloric acid

Anthrone Reagent : 0.2 % (w/v) ใน 95 % ของกรดซัลฟูริกเข้มข้น

วิธีการทดลอง

1. ตะกอนจากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลและแป้ง นำมาเติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร เขย่าแล้วเติม 52 % Perchloric acid 13 มิลลิลิตร เขย่าเพื่อทำปฏิกิริยา 15 นาที เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร นำไปปั่นตกตะกอนที่ 9,000 rpm. นาน 20 นาที เทของเหลวใส่ volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. ตะกอนที่เหลือ นำมาเติมน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร เขย่าแล้วเติม 52 % Perchloric acid 6.5 มิลลิลิตร เขย่าเพื่อทำปฏิกิริยา 15 นาที เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร นำไปปั่นตกตะกอนที่ 9,000 rpm. นาน 20 นาที เทของเหลวใส่ volumetric flask ในข้อ 1. จากนั้นปรับปริมาตรสุดท้ายให้เป็น 50 มิลลิลิตร

3. นำสารละลายที่ได้มา 0.1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 0.9 มิลลิลิตร ได้สารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใช้ น้ำกลั่นเป็น blank เตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐานความเข้มข้น 20 40 60 80 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

4. เติม Anthrone Reagent 3 มิลลิลิตร เขย่าแล้วนำไปต้มในน้ำเดือด 3 นาที จากนั้นทำให้เย็น แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร ค่าที่ได้นำมาคำนวณหาปริมาณแป้ง

3. การวิเคราะห์การทำงานของ ADP-Glucose pyrophosphorylase โดยวิธีของ Joaquin Espada (Espada, 1966)

อุปกรณ์

สเปคโตรโฟโตมิเตอร์

Refrigerated centrifuge

Eppendorff tube

สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมสารสกัดเอนไซม์

- Tris-HCl buffer, pH 7.9 5 mM
- KCl 1 M
- EDTA 0.5 mM
- $MgCl_2$ 5 mM
- ATP 0.1 mM
- Glycerol 2 %

สารเคมีที่ใช้ในการวัดการทำงานของเอนไซม์

- ADP-Glucose 0.01 M
- Sodium pyrophosphate (PPi) 0.02 M
- $MgCl_2$ 0.1 M
- Tris-HCl buffer, pH 7.9 0.5 M
- Tris-HCl buffer, pH 7.9 0.3 M อยู่ใน $MgCl_2$ 0.03 M และ β -mercaptoethanol 0.03 M
- NADP 0.01 M

- Phosphoglucomutase และ Glucose-6-P dehydrogenase 50 unit/ml ใน 3 M Ammonium sulfate

วิธีการสกัดเอนไซม์

1. เก็บตัวอย่างข้าวโพดหวานในระยะน้ำนม แยกจากชังเก็บไว้ในไนโตรเจนเหลวจนกระทั่งใช้งาน
2. บดตัวอย่างข้าวโพดหวาน 1 กรัม เติมสารสกัดเอนไซม์ที่เตรียมไว้ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร บดให้เป็นเนื้อเดียวกันจากนั้นนำไปปั่นตกตะกอนด้วยความเร็ว 12,000 rpm. 5 นาที
3. แยกสารละลายส่วนใสไว้เพื่อนำไปวัดการทำงานของเอนไซม์และวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนต่อไป

วิธีการสกัดเอนไซม์

1. เติมสารต่อไปนี้ใน eppendorff tube

ADP-Glucose	0.01 มิลลิลิตร
PPi*	0.01 มิลลิลิตร
Tris-HCl buffer, pH 7.9	0.067 มิลลิลิตร
MgCl ₂	0.033 มิลลิลิตร
สารละลายส่วนใส(ตัวอย่าง)	0.02 มิลลิลิตร
2. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 0.2 มิลลิลิตร เขย่าแล้วปล่อยให้ทำปฏิกิริยากัน 8 นาที จากนั้นหยุดปฏิกิริยาด้วยการต้มในน้ำที่มีความร้อน 100 °C จากนั้นนำไปปั่นตกตะกอนด้วยความเร็ว 12,000 rpm. 3 นาที
3. แยกสารละลายใส 0.03 มิลลิลิตร ใส่ในคิวเวท ขนาด 3 มิลลิลิตร ที่มี Tris-Mg⁺⁺ mercaptoethanol 1 มิลลิลิตร Phosphoglucomutase และ Glucose-6-P dehydrogenase 0.01 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 2.97 มิลลิลิตร เริ่มปฏิกิริยาด้วยการเติม NADP 0.03 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวัดการดูดกลืนแสง โดยใช้สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร โดยหลอด blank จะไม่เติม PPi*

4. การวิเคราะห์ปริมาณ Total protein

อุปกรณ์

สเปคโตรโฟโตมิเตอร์และ eppendorff tube

สารเคมี

ชุดทดสอบตรวจวัดโปรตีนของบริษัท Clinag

วิธีการทดลอง

1. นำสารละลายตัวอย่าง (ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์) มา 5 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 145 ไมโครลิตร เติมน้ำยาตรวจสอบ 50 ไมโครลิตร
2. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยา 5 นาที
3. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร เทียบกับค่าของสารละลายโปรตีนมาตรฐาน



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 ANOVA ของการสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	.000	9	.000	.	.
	Within Groups	.000	30	.000		
	Total	.000	39			
DAY_2	Between Groups	1.722	9	.191	1.226	.317
	Within Groups	4.682	30	.156		
	Total	6.405	39			
DAY_4	Between Groups	2.896	9	.322	1.083	.404
	Within Groups	8.914	30	.297		
	Total	11.810	39			
DAY_6	Between Groups	4.037	9	.449	1.696	.134
	Within Groups	7.933	30	.264		
	Total	11.971	39			
DAY_8	Between Groups	4.067	9	.452	1.102	.391
	Within Groups	12.297	30	.410		
	Total	16.364	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ANOVA ของการสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	.000	9	.000		
	Within Groups	.000	29	.000		
	Total	.000	38			
DAY_2	Between Groups	.982	9	.109		
	Within Groups	4.227	29	.146		
	Total	5.209	38		.748	.663
DAY_4	Between Groups	3.320	9	.369		
	Within Groups	16.513	29	.569		
	Total	19.832	38		.648	.747
DAY_6	Between Groups	7.728	9	.859		
	Within Groups	31.681	29	1.092		
	Total	39.409	38		.786	.631
DAY_8	Between Groups	10.478	9	1.164		
	Within Groups	38.030	29	1.311		
	Total	48.508	38		.888	.548

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ANOVA ของการสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	.000	9	.000	.	.
	Within Groups	.000	30	.000		
	Total	.000	39			
DAY_2	Between Groups	1.520	9	.169	1.290	.284
	Within Groups	3.797	29	.131		
	Total	5.316	38			
DAY_4	Between Groups	.947	9	.105	.544	.829
	Within Groups	5.032	26	.194		
	Total	5.979	35			
DAY_6	Between Groups	2.314	9	.257	.979	.478
	Within Groups	7.089	27	.263		
	Total	9.403	36			
DAY_8	Between Groups	8.877	9	.986	.787	.631
	Within Groups	35.108	28	1.254		
	Total	43.985	37			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ANOVA ของการสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	.000	9	.000	.	.
	Within Groups	.000	30	.000		
	Total	.000	39			
DAY_2	Between Groups	4.486	9	.498	2.310	.051*
	Within Groups	4.962	23	.216		
	Total	9.448	32			
DAY_4	Between Groups	7.070	9	.786	6.767	.000*
	Within Groups	2.670	23	.116		
	Total	9.740	32			
DAY_6	Between Groups	7.007	9	.779	5.376	.001*
	Within Groups	3.331	23	.145		
	Total	10.338	32			
DAY_8	Between Groups	10.865	9	1.207	5.041	.001*
	Within Groups	5.747	24	.239		
	Total	16.612	33			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ANOVA ของการสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	.000	9	.000	.	.
	Within Groups	.000	30	.000		
	Total	.000	39			
DAY_2	Between Groups	3.201	9	.356	1.476	.204
	Within Groups	6.990	29	.241		
	Total	10.191	38			
DAY_4	Between Groups	5.224	9	.580	1.433	.220
	Within Groups	11.745	29	.405		
	Total	16.969	38			
DAY_6	Between Groups	7.258	9	.806	1.310	.273
	Within Groups	18.470	30	.616		
	Total	25.728	39			
DAY_8	Between Groups	7.585	9	.843	1.088	.400
	Within Groups	23.239	30	.775		
	Total	30.824	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ANOVA ของการสูญเสียน้ำหนักสด (Fresh weight loss, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	.000	9	.000	.	.
	Within Groups	.000	30	.000		
	Total	.000	39			
DAY_2	Between Groups	.808	9	8.977E-02	.393	.929
	Within Groups	6.857	30	.229		
	Total	7.665	39			
DAY_4	Between Groups	1.331	9	.148	.395	.927
	Within Groups	10.854	29	.374		
	Total	12.185	38			
DAY_6	Between Groups	10.991	9	.1221	1.382	.258
	Within Groups	18.559	21	.884		
	Total	29.550	30			
DAY_8	Between Groups	12.704	9	1.412	1.212	.339
	Within Groups	24.456	21	1.165		
	Total	37.160	30			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ANOVA ของความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ใน
 ถาดร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	7.434	9	.826	.894	.542
	Within Groups	27.723	30	.924		
	Total	35.157	39			
DAY_2	Between Groups	7.007	9	.779	.828	.596
	Within Groups	28.212	30	.940		
	Total	35.219	39			
DAY_4	Between Groups	37.592	9	4.177	1.533	.182
	Within Groups	81.719	30	2.724		
	Total	119.311	39			
DAY_6	Between Groups	13.648	9	1.516	1.542	.179
	Within Groups	29.500	30	.983		
	Total	43.148	39			
DAY_8	Between Groups	5.774	9	.642	1.114	.383
	Within Groups	17.279	30	.576		
	Total	23.053	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 ANOVA ของความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ใน ถาดร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	6.547	9	.727	.296	.968
	Within Groups	49.205	20	2.460		
	Total	55.751	29			
DAY_2	Between Groups	11.447	9	1.272	.336	.955
	Within Groups	113.396	30	3.780		
	Total	124.843	39			
DAY_4	Between Groups	18.195	9	2.022	1.198	.332
	Within Groups	50.625	30	1.687		
	Total	68.820	39			
DAY_6	Between Groups	6.527	9	.725	.563	.816
	Within Groups	38.664	30	1.289		
	Total	45.191	39			
DAY_8	Between Groups	47.637	9	5.293	4.236	.001*
	Within Groups	37.486	30	1.250		
	Total	85.123	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ANOVA ของความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ใน
ฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	10.935	9	1.215	1.049	.427
	Within Groups	34.761	30	1.159		
	Total	45.697	39			
DAY_2	Between Groups	2.851	9	.317	.152	.997
	Within Groups	58.280	28	2.081		
	Total	61.131	37			
DAY_4	Between Groups	7.251	9	.806	.524	.845
	Within Groups	46.083	30	1.536		
	Total	53.334	39			
DAY_6	Between Groups	7.978	9	.886	.630	.762
	Within Groups	42.210	30	1.407		
	Total	50.188	39			
DAY_8	Between Groups	27.541	9	3.060	1.635	.150
	Within Groups	56.159	30	1.872		
	Total	83.699	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ANOVA ของความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ใน
ฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	24.769	9	2.752	.677	.723
	Within Groups	121.914	30	4.064		
	Total	146.683	39			
DAY_2	Between Groups	47.459	9	5.273	.283	.974
	Within Groups	503.265	27	18.639		
	Total	550.723	36			
DAY_4	Between Groups	44.014	9	4.890	.452	.894
	Within Groups	313.843	29	10.822		
	Total	357.857	38			
DAY_6	Between Groups	51.048	9	5.672	1.746	.123
	Within Groups	94.229	29	3.249		
	Total	145.277	38			
DAY_8	Between Groups	33.480	9	3.720	1.012	.452
	Within Groups	110.247	30	3.675		
	Total	143.727	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ANOVA ของความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ใน
ฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	8.064	9	.896	.479	.877
	Within Groups	56.128	30	1.871		
	Total	64.192	39			
DAY_2	Between Groups	17.599	9	1.955	1.132	.374
	Within Groups	48.356	28	1.727		
	Total	65.955	37			
DAY_4	Between Groups	6.431	9	.715	.458	.890
	Within Groups	43.671	28	1.560		
	Total	50.102	37			
DAY_6	Between Groups	23.285	9	2.587	1.176	.346
	Within Groups	63.785	29	2.199		
	Total	87.070	38			
DAY_8	Between Groups	30.000	9	3.333	2.606	.024*
	Within Groups	38.371	30	1.279		
	Total	68.371	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ANOVA ของความชื้น (Moisture content, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ใน
ฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	51.906	9	5.767	1.302	.277
	Within Groups	132.877	30	4.429		
	Total	184.783	39			
DAY_2	Between Groups	29.763	9	3.307	.461	.889
	Within Groups	215.105	30	7.170		
	Total	244.868	39			
DAY_4	Between Groups	37.959	9	4.218	1.773	.116
	Within Groups	71.379	30	2.379		
	Total	109.338	39			
DAY_6	Between Groups	35.148	9	3.905	1.420	.224
	Within Groups	82.535	30	2.751		
	Total	117.683	39			
DAY_8	Between Groups	53.097	9	5.900	1.460	.208
	Within Groups	121.237	30	4.041		
	Total	174.334	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 ANOVA ของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	1.889	9	.210	.620	.770
	Within Groups	10.150	30	.338		
	Total	12.039	39			
DAY_2	Between Groups	6.620	9	.736	1.690	.135
	Within Groups	13.060	30	.435		
	Total	19.680	39			
DAY_4	Between Groups	1.721	9	.191	.350	.950
	Within Groups	16.390	30	.546		
	Total	18.111	39			
DAY_6	Between Groups	7.776	9	.864	4.378	.001*
	Within Groups	5.920	30	.197		
	Total	13.696	39			
DAY_8	Between Groups	8.124	9	.903	1.810	.108
	Within Groups	14.960	30	.499		
	Total	23.084	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 14 ANOVA ของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	11.761	9	1.307	2.409	.034*
	Within Groups	16.272	30	.542		
	Total	28.034	39			
DAY_2	Between Groups	9.177	9	1.020	1.163	.353
	Within Groups	26.303	30	.877		
	Total	35.480	39			
DAY_4	Between Groups	2.660	9	.296	.335	.956
	Within Groups	26.440	30	.881		
	Total	29.100	39			
DAY_6	Between Groups	4.144	9	.460	1.016	.450
	Within Groups	13.600	30	.453		
	Total	17.744	39			
DAY_8	Between Groups	4.976	9	.553	1.045	.429
	Within Groups	15.868	30	.529		
	Total	20.844	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 15 ANOVA ของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	1.976	9	.220	.303	.968
	Within Groups	21.720	30	.724		
	Total	23.696	39			
DAY_2	Between Groups	6.880	9	.764	1.147	.363
	Within Groups	20.000	30	.667		
	Total	26.880	39			
DAY_4	Between Groups	8.204	9	.912	2.035	.070
	Within Groups	13.440	30	.448		
	Total	21.644	39			
DAY_6	Between Groups	6.309	9	.701	1.064	.416
	Within Groups	19.770	30	.659		
	Total	26.079	39			
DAY_8	Between Groups	7.829	9	.870	2.639	.022*
	Within Groups	9.890	30	.330		
	Total	17.719	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 16 ANOVA ของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	4.989	9	.554	.520	.848
	Within Groups	31.970	30	1.066		
	Total	36.959	39			
DAY_2	Between Groups	10.289	9	1.143	1.546	.177
	Within Groups	22.190	30	.740		
	Total	32.479	39			
DAY_4	Between Groups	4.664	9	.518	.523	.846
	Within Groups	29.700	30	.990		
	Total	34.364	39			
DAY_6	Between Groups	3.276	9	.364	.603	.784
	Within Groups	18.100	30	.603		
	Total	21.376	39			
DAY_8	Between Groups	1.009	9	.112	.386	.932
	Within Groups	8.710	30	.290		
	Total	9.719	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 17 ANOVA ของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	5.245	9	.583	1.129	.374
	Within Groups	15.490	30	.516		
	Total	20.735	39			
DAY_2	Between Groups	9.801	9	1.089	1.162	.353
	Within Groups	28.110	30	.937		
	Total	37.911	39			
DAY_4	Between Groups	15.149	9	1.683	2.743	.018*
	Within Groups	18.410	30	.614		
	Total	33.559	39			
DAY_6	Between Groups	30.249	9	3.361	3.916	.002*
	Within Groups	25.750	30	.858		
	Total	55.999	39			
DAY_8	Between Groups	16.964	9	1.885	4.140	.002*
	Within Groups	13.660	30	.455		
	Total	30.624	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 18 ANOVA ของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, %) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	7.244	9	.805	1.019	.448
	Within Groups	23.700	30	.790		
	Total	30.944	39			
DAY_2	Between Groups	4.869	9	.541	.829	.595
	Within Groups	19.570	30	.652		
	Total	24.439	39			
DAY_4	Between Groups	4.521	9	.502	.952	.497
	Within Groups	15.830	30	.528		
	Total	20.351	39			
DAY_6	Between Groups	6.916	9	.768	.780	.636
	Within Groups	29.560	30	.985		
	Total	36.476	39			
DAY_8	Between Groups	17.876	9	1.986	4.149	.001*
	Within Groups	14.360	30	.479		
	Total	32.236	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 19 ANOVA ของอัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	7931.466	9	881.274	3.240	.011
	Within Groups	6256.374	23	272.016		
	Total	14187.840	32			
DAY_2	Between Groups	4765.687	9	529.521	1.845	.116
	Within Groups	6312.688	22	286.940		
	Total	11078.375	31			
DAY_4	Between Groups	1041.752	9	115.750	1.148	.373
	Within Groups	2218.102	22	100.823		
	Total	3259.854	31			
DAY_6	Between Groups	1395.746	9	155.083	.795	.624
	Within Groups	4681.622	24	195.068		
	Total	6077.368	33			
DAY_8	Between Groups	947.318	9	105.258	1.073	.418
	Within Groups	2256.000	23	98.087		
	Total	3203.319	32			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 20 ANOVA ของอัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	6538.400	9	726.489	3.995	.004*
	Within Groups	4000.249	22	181.829		
	Total	10538.649	31			
DAY_2	Between Groups	2677.462	9	297.496	.934	.515
	Within Groups	7323.533	23	318.414		
	Total	10000.995	32			
DAY_4	Between Groups	1680.529	9	186.725	1.676	.144
	Within Groups	3008.543	27	111.428		
	Total	4689.072	36			
DAY_6	Between Groups	1608.872	9	178.764	.883	.555
	Within Groups	4455.511	22	202.523		
	Total	6064.383	31			
DAY_8	Between Groups	2611.625	9	290.181	1.061	.426
	Within Groups	6293.352	23	273.624		
	Total	8904.977	32			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 21 ANOVA ของอัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	3613.238	9	401.471	.503	.858
	Within Groups	19156.316	24	798.180		
	Total	22769.554	33			
DAY_2	Between Groups	10057.643	9	1117.516	1.888	.113
	Within Groups	11839.025	20	591.951		
	Total	21896.668	29			
DAY_4	Between Groups	1533.275	9	170.364	1.262	.305
	Within Groups	3374.210	25	134.968		
	Total	4907.485	34			
DAY_6	Between Groups	3306.153	9	367.350	1.385	.259
	Within Groups	5304.931	20	265.247		
	Total	8611.084	29			
DAY_8	Between Groups	10836.971	9	1204.108	1.790	.130
	Within Groups	14122.980	21	672.523		
	Total	24959.951	30			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 22 ANOVA ของอัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	14437.625	9	1604.181	4.754	.001*
	Within Groups	8773.898	26	337.458		
	Total	23211.523	35			
DAY_2	Between Groups	1755.988	9	195.110	1.055	.426
	Within Groups	4809.020	26	184.962		
	Total	6565.008	35			
DAY_4	Between Groups	3291.635	9	365.737	.660	.735
	Within Groups	11637.359	21	554.160		
	Total	14928.994	30			
DAY_6	Between Groups	4422.846	9	491.427	.846	.584
	Within Groups	12780.935	22	580.952		
	Total	17203.781	31			
DAY_8	Between Groups	3085.942	9	342.882	.760	.653
	Within Groups	9027.804	20	451.390		
	Total	12113.746	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 23 ANOVA ของอัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	31146.312	9	3460.701	11.676	.000*
	Within Groups	8595.528	29	296.398		
	Total	39741.840	38			
DAY_2	Between Groups	6498.736	9	722.082	3.261	.009*
	Within Groups	5757.273	26	221.434		
	Total	12256.008	35			
DAY_4	Between Groups	10645.844	9	1182.872	4.315	.001*
	Within Groups	7950.497	29	274.155		
	Total	18596.341	38			
DAY_6	Between Groups	3259.503	9	362.167	1.890	.099
	Within Groups	4983.129	26	191.659		
	Total	8242.632	35			
DAY_8	Between Groups	1661.300	9	184.589	.702	.702
	Within Groups	7889.689	30	262.990		
	Total	9550.990	39			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 24 ANOVA ของอัตราการหายใจ (Respiration rate, mgCO₂/kgxhr) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	15248.433	9	1694.70	12.551	.000*
	Within Groups	3239.689	24	134.987		
	Total	18488.122	33			
DAY_2	Between Groups	888.855	9	98.762	.895	.543
	Within Groups	2868.141	26	110.313		
	Total	3756.996	35			
DAY_4	Between Groups	1158.185	9	128.687	1.043	.435
	Within Groups	3084.139	25	123.366		
	Total	4242.324	34			
DAY_6	Between Groups	3105.119	9	345.013	1.566	.180
	Within Groups	5509.287	25	220.371		
	Total	8614.406	34			
DAY_8	Between Groups	608.277	9	67.586	1.105	.390
	Within Groups	1773.230	29	61.146		
	Total	2381.507	38			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 25 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	41437.526	9	4604.170	.935	.517
	Within Groups	98514.803	20	4925.740		
	Total	139952.330	29			
DAY_2	Between Groups	18294.593	9	2032.733	4.293	.003*
	Within Groups	9470.267	20	473.513		
	Total	27764.860	29			
DAY_4	Between Groups	22815.295	9	2535.033	.695	.706
	Within Groups	72952.700	20	3647.635		
	Total	95767.996	29			
DAY_6	Between Groups	19921.970	9	2213.552	1.257	.318
	Within Groups	35222.493	20	1761.125		
	Total	55144.463	29			
DAY_8	Between Groups	17837.027	9	1981.892	2.107	.079
	Within Groups	18812.839	20	940.642		
	Total	36649.866	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 26 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	24289.959	9	2698.884	3.424	.010*
	Within Groups	15764.206	20	782.210		
	Total	40054.166	29			
DAY_2	Between Groups	4310.030	9	478.892	.892	.549
	Within Groups	10739.716	20	536.986		
	Total	15049.747	29			
DAY_4	Between Groups	12081.571	9	1342.397	1.187	.355
	Within Groups	22620.846	20	1131.042		
	Total	34702.417	29			
DAY_6	Between Groups	5157.339	9	573.038	1.010	.464
	Within Groups	11347.628	20	567.381		
	Total	16504.967	29			
DAY_8	Between Groups	8910.633	9	990.070	1.064	.428
	Within Groups	18604.474	20	930.224		
	Total	27515.108	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 27 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	15402.672	9	1711.408	.866	.569
	Within Groups	39529.916	20	1976.496		
	Total	54932.588	29			
DAY_2	Between Groups	7037.637	9	781.960	1.564	.193
	Within Groups	9999.757	20	499.988		
	Total	17037.394	29			
DAY_4	Between Groups	22011.531	9	2445.726	2.353	.053
	Within Groups	20786.875	20	1039.344		
	Total	42798.405	29			
DAY_6	Between Groups	11928.192	9	1325.355	2.333	.055
	Within Groups	11360.584	20	568.029		
	Total	23288.777	29			
DAY_8	Between Groups	15752.179	9	1750.242	3.010	.019*
	Within Groups	11629.092	20	581.455		
	Total	27381.271	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 28 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	12577.527	9	1397.503	1.014	.461
	Within Groups	27552.457	20	1377.623		
	Total	40129.985	29			
DAY_2	Between Groups	7249.750	9	805.528	.615	.771
	Within Groups	26204.939	20	1310.247		
	Total	33454.689	29			
DAY_4	Between Groups	7709.770	9	856.641	.948	.508
	Within Groups	18072.154	20	903.608		
	Total	25781.924	29			
DAY_6	Between Groups	5575.063	9	619.451	.762	.651
	Within Groups	16249.557	20	812.478		
	Total	21824.619	29			
DAY_8	Between Groups	4407.716	9	489.746	1.890	.113
	Within Groups	5182.981	20	259.149		
	Total	9590.698	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 29 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	14250.449	9	1583.383	1.155	.373
	Within Groups	27413.598	20	1370.680		
	Total	41664.047	29			
DAY_2	Between Groups	10922.843	9	1213.649	.231	.986
	Within Groups	105167.49	20	5258.374		
	Total	116090.33	29			
DAY_4	Between Groups	34039.360	9	3782.151	1.919	.108
	Within Groups	39417.921	20	1970.896		
	Total	73457.281	29			
DAY_6	Between Groups	14772.008	9	1641.334	1.101	.405
	Within Groups	29820.228	20	1491.011		
	Total	44592.237	29			
DAY_8	Between Groups	17280.710	9	1920.079	1.485	.220
	Within Groups	25855.426	20	1292.771		
	Total	43136.136	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 30 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	8812.069	9	979.119	1.895	.112
	Within Groups	10334.546	20	516.727		
	Total	19146.615	29			
DAY_2	Between Groups	24342.043	9	2704.671	2.283	0.060
	Within Groups	23690.478	20	1184.524		
	Total	48032.521	29			
DAY_4	Between Groups	30292.737	9	3365.860	3.792	.006*
	Within Groups	17751.632	20	887.582		
	Total	48044.369	29			
DAY_6	Between Groups	27654.658	9	3072.740	2.945	.021*
	Within Groups	20864.801	20	1043.240		
	Total	48519.458	29			
DAY_8	Between Groups	26815.891	9	2979.543	2.486	.043*
	Within Groups	23969.221	20	1198.461		
	Total	50785.111	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 31 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	16596.017	9	1844.002	.668	.728
	Within Groups	55211.885	20	2760.594		
	Total	71807.902	29			
DAY_2	Between Groups	18081.215	9	2009.024	2.147	.074
	Within Groups	18716.673	20	935.834		
	Total	36797.888	29			
DAY_4	Between Groups	17924.934	9	1991.659	.641	.749
	Within Groups	62115.875	20	3105.794		
	Total	80040.809	29			
DAY_6	Between Groups	18179.083	9	2019.898	.837	.592
	Within Groups	48271.321	20	2413.566		
	Total	66450.405	29			
DAY_8	Between Groups	6745.529	9	749.503	1.232	.331
	Within Groups	12167.179	20	608.359		
	Total	18912.708	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 32 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	12439.448	9	1382.161	1.551	.198
	Within Groups	17826.087	20	891.304		
	Total	30265.535	29			
DAY_2	Between Groups	3036.523	9	337.391	1.177	.361
	Within Groups	5734.860	20	286.743		
	Total	8771.383	29			
DAY_4	Between Groups	4507.562	9	500.840	.561	.813
	Within Groups	17856.906	20	892.845		
	Total	22364.468	29			
DAY_6	Between Groups	3320.239	9	368.915	.893	.548
	Within Groups	8259.711	20	412.986		
	Total	11579.950	29			
DAY_8	Between Groups	3330.654	9	370.073	.803	.619
	Within Groups	9220.213	20	461.011		
	Total	12550.867	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 33 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	17981.683	9	1997.965	1.153	.374
	Within Groups	34661.157	20	1733.058		
	Total	52642.841	29			
DAY_2	Between Groups	7787.244	9	865.249	1.341	.278
	Within Groups	12908.984	20	645.449		
	Total	20696.228	29			
DAY_4	Between Groups	20558.233	9	2284.248	2.025	.091
	Within Groups	22565.122	20	1128.256		
	Total	43123.355	29			
DAY_6	Between Groups	8898.680	9	988.742	1.973	.099
	Within Groups	10023.863	20	501.193		
	Total	18922.543	29			
DAY_8	Between Groups	14875.166	9	1652.796	4.478	.003*
	Within Groups	7381.705	20	369.085		
	Total	22256.872	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 34 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	10125.501	9	1125.056	.917	.530
	Within Groups	24531.739	20	1226.587		
	Total	34657.240	29			
DAY_2	Between Groups	7506.508	9	834.056	536	.832
	Within Groups	31148.245	20	1557.412		
	Total	38654.753	29			
DAY_4	Between Groups	10261.207	9	1140.134	1.232	.331
	Within Groups	18504.442	20	925.22		
	Total	28765.649	29			
DAY_6	Between Groups	7691.028	9	854.559	.778	.639
	Within Groups	21970.124	20	1098.506		
	Total	29661.152	29			
DAY_8	Between Groups	3181.951	9	353.550	1.390	.257
	Within Groups	5086.160	20	254.308		
	Total	8268.111	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 35 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	17197.533	9	1910.837	1.403	.525
	Within Groups	27239.297	20	1361.965		
	Total	44436.830	29			
DAY_2	Between Groups	15431.585	9	1714.621	.359	.942
	Within Groups	95599.162	20	4779.958		
	Total	111030.75	29			
DAY_4	Between Groups	29755.277	9	3306.142	1.577	.189
	Within Groups	41919.418	20	2095.971		
	Total	71674.695	29			
DAY_6	Between Groups	13870.039	9	1541.115	1.506	.213
	Within Groups	20465.049	20	1023.252		
	Total	34335.088	29			
DAY_8	Between Groups	16316.829	9	1812.981	1.368	.266
	Within Groups	26497.244	20	1324.862		
	Total	42814.072	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 36 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	7874.824	9	874.980	.953	.504
	Within Groups	18353.567	20	917.678		
	Total	26228.391	29			
DAY_2	Between Groups	22739.331	9	2526.592	1.637	.172
	Within Groups	30873.575	20	1543.679		
	Total	53612.906	29			
DAY_4	Between Groups	24483.858	9	2720.429	2.360	.053
	Within Groups	23056.801	20	1152.840		
	Total	47540.658	29			
DAY_6	Between Groups	25295.995	9	2810.666	2.832	.025*
	Within Groups	19849.976	20	992.499		
	Total	45145.972	29			
DAY_8	Between Groups	25706.580	9	2856.287	1.851	.121
	Within Groups	30865.318	20	1543.266		
	Total	56571.898	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 37 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	9852.049	9	1094.672	.508	.852
	Within Groups	43087.179	20	2154.359		
	Total	52939.228	29			
DAY_2	Between Groups	1351.622	9	150.180	.184	.994
	Within Groups	16320.620	20	816.031		
	Total	17672.242	29			
DAY_4	Between Groups	3543.632	9	393.737	.254	.980
	Within Groups	30974.184	20	1548.709		
	Total	34517.816	29			
DAY_6	Between Groups	12651.360	9	1405.707	1.849	.121
	Within Groups	15201.479	20	760.074		
	Total	27852.839	29			
DAY_8	Between Groups	4946.752	9	549.639	1.613	.178
	Within Groups	6815.058	20	340.753		
	Total	11761.809	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 38 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	2458.953	9	273.217	1.568	.192
	Within Groups	3484.976	20	174.249		
	Total	5943.929	29			
DAY_2	Between Groups	1409.742	9	156.638	1.078	.420
	Within Groups	2907.266	20	145.363		
	Total	4317.008	29			
DAY_4	Between Groups	3077.191	9	341.910	1.822	.126
	Within Groups	3752.157	20	187.608		
	Total	6829.347	29			
DAY_6	Between Groups	752.098	9	83.566	.209	.990
	Within Groups	8007.356	20	400.368		
	Total	8759.454	29			
DAY_8	Between Groups	7614.801	9	846.089	1.842	.122
	Within Groups	9187.024	20	459.351		
	Total	16801.825	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 39 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	592.324	9	65.814	1.156	.372
	Within Groups	1138.747	20	56.937		
	Total	1731.071	29			
DAY_2	Between Groups	332.942	9	36.994	.718	.687
	Within Groups	1030.891	20	51.545		
	Total	1363.833	29			
DAY_4	Between Groups	1000.691	9	111.188	.918	.530
	Within Groups	2421.823	20	121.091		
	Total	3422.515	29			
DAY_6	Between Groups	1088.294	9	120.922	.910	.535
	Within Groups	2656.676	20	132.834		
	Total	3744.970	29			
DAY_8	Between Groups	1622.652	9	180.295	1.687	.158
	Within Groups	2137.533	20	106.877		
	Total	3760.186	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 40 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	890.452	9	98.939	.726	.680
	Within Groups	2724.898	20	136.245		
	Total	3615.350	29			
DAY_2	Between Groups	873.153	9	97.017	1.319	.288
	Within Groups	1470.571	20	73.529		
	Total	2343.725	29			
DAY_4	Between Groups	1207.286	9	134.143	.321	.958
	Within Groups	8349.107	20	417.455		
	Total	9556.393	29			
DAY_6	Between Groups	283.184	9	31.465	.538	.830
	Within Groups	1170.585	20	58.529		
	Total	1453.769	29			
DAY_8	Between Groups	1620.702	9	180.078	.983	.483
	Within Groups	3665.419	20	183.271		
	Total	5286.121	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 41 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	1020.139	9	113.349	.686	.713
	Within Groups	3304.089	20	165.204		
	Total	4324.227	29			
DAY_2	Between Groups	2498.129	9	277.570	1.032	.450
	Within Groups	5381.421	20	269.071		
	Total	7879.550	29			
DAY_4	Between Groups	1733.385	9	192.598	1.315	.290
	Within Groups	2928.965	20	146.448		
	Total	4662.350	29			
DAY_6	Between Groups	1373.048	9	152.561	.646	.746
	Within Groups	4724.395	20	236.220		
	Total	6097.444	29			
DAY_8	Between Groups	1337.698	9	148.633	1.669	.163
	Within Groups	1781.184	20	89.059		
	Total	3118.881	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 42 ANOVA ของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar content, mg/gDW) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	2290.867	9	254.541	.593	.788
	Within Groups	8580.138	20	429.007		
	Total	10871.005	29			
DAY_2	Between Groups	5157.973	9	573.108	2.363	.052
	Within Groups	4850.068	20	242.503		
	Total	10008.041	29			
DAY_4	Between Groups	4170.720	9	463.413	1.175	.362
	Within Groups	7891.244	20	394.562		
	Total	12061.963	29			
DAY_6	Between Groups	1100.693	9	122.299	1.314	.291
	Within Groups	1861.967	20	93.098		
	Total	2962.660	29			
DAY_8	Between Groups	849.445	9	94.383	.263	.978
	Within Groups	7189.842	20	359.492		
	Total	8039.287	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 43 ANOVA ของปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของ ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	23616.037	9	2624.004	1.120	.394
	Within Groups	46854.513	20	2342.726		
	Total	70470.550	29			
DAY_2	Between Groups	90136.895	9	10015.211	5.617	.001*
	Within Groups	35657.263	20	1782.863		
	Total	125794.160	29			
DAY_4	Between Groups	53226.767	9	5914.085	1.612	.179
	Within Groups	73374.618	20	3668.731		
	Total	126601.390	29			
DAY_6	Between Groups	71410.517	9	7934.502	2.275	.060
	Within Groups	69751.690	20	3487.585		
	Total	1411162.210	29			
DAY_8	Between Groups	9203.694	9	1022.633	.819	.606
	Within Groups	24982.024	20	1249.101		
	Total	34185.718	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 44 ANOVA ของปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของ ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูร้อน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	40162.547	9	4462.505	.581	.797
	Within Groups	153631.520	20	7681.576		
	Total	193794.070	29			
DAY_2	Between Groups	70095.122	9	7788.347	1.926	.107
	Within Groups	80880.711	20	4044.036		
	Total	150975.830	29			
DAY_4	Between Groups	210907.990	9	23434.221	7.323	.000*
	Within Groups	64000.197	20	3200.010		
	Total	274908.180	29			
DAY_6	Between Groups	11422.967	9	1269.219	2.480	.044*
	Within Groups	10233.823	20	511.691		
	Total	21656.790	29			
DAY_8	Between Groups	26287.818	9	2920.869	1.003	.469
	Within Groups	58226.151	20	2911.308		
	Total	84513.969	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 45 ANOVA ของปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของ ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	21450.345	9	2383.372	1.144	.379
	Within Groups	41651.510	20	2082.576		
	Total	63101.855	29			
DAY_2	Between Groups	125357.240	9	13928.582	5.162	.001*
	Within Groups	53967.323	20	2698.366		
	Total	179324.560	29			
DAY_4	Between Groups	24254.276	9	2694.920	1.544	.200
	Within Groups	34899.322	20	1744.966		
	Total	59153.598	29			
DAY_6	Between Groups	53545.825	9	5949.536	11.630	.000*
	Within Groups	10230.999	20	511.550		
	Total	63776.824	29			
DAY_8	Between Groups	35459.100	9	3939.900	2.702	.031*
	Within Groups	29157.484	20	1457.874		
	Total	64616.584	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 46 ANOVA ของปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของ ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูฝน ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	220209.810	9	24467.757	3.423	.010*
	Within Groups	142947.540	20	7147.377		
	Total	363157.350	29			
DAY_2	Between Groups	113640.100	9	12626.678	5.668	.001*
	Within Groups	44556.228	20	2227.811		
	Total	158196.330	29			
DAY_4	Between Groups	62984.568	9	6998.285	7.483	.000*
	Within Groups	18703.733	20	935.187		
	Total	81688.301	29			
DAY_6	Between Groups	48533.290	9	5392.588	2.829	.025*
	Within Groups	38125.112	20	1906.256		
	Total	86658.402	29			
DAY_8	Between Groups	125170.78	9	13907.864	5.458	.001*
	Within Groups	50961.206	20	2548.060		
	Total	176131.98	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 47 ANOVA ของปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของ ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ในฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	9560.921	9	1062.325	.391	.925
	Within Groups	54317.353	20	2715.868		
	Total	63878.274	29			
DAY_2	Between Groups	5090.827	9	565.647	.304	.965
	Within Groups	37197.190	20	1859.859		
	Total	42288.016	29			
DAY_4	Between Groups	54033.193	9	6003.688	4.014	.005*
	Within Groups	29913.365	20	1495.668		
	Total	83946.559	29			
DAY_6	Between Groups	70055.457	9	7783.940	5.709	.001*
	Within Groups	27269.523	20	1363.476		
	Total	97324.980	29			
DAY_8	Between Groups	34410.191	9	3823.355	2.219	.066
	Within Groups	34457.844	20	1722.892		
	Total	68868.035	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 48 ANOVA ของปริมาณแป้ง (Starch content, mg/gDW) ของ ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ในฤดูหนาว ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	158746.950	9	17638.549	6.482	.000*
	Within Groups	54425.666	20	2721.283		
	Total	213172.610	29			
DAY_2	Between Groups	53112.731	9	5901.415	2.074	.084
	Within Groups	56920.220	20	2846.011		
	Total	110032.950	29			
DAY_4	Between Groups	167762.360	9	18640.262	4.352	.003*
	Within Groups	85661.463	20	4283.073		
	Total	253423.820	29			
DAY_6	Between Groups	32068.517	9	3563.169	.347	.947
	Within Groups	205447.620	20	10272.381		
	Total	237516.140	29			
DAY_8	Between Groups	113306.670	9	12589.630	1.575	.190
	Within Groups	159909.750	20	7995.488		
	Total	273216.420	29			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 49 ANOVA ของปริมาณเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase (units/mgProtein) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix 3 ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	.785	4	.196	11.897	.000*
	Within Groups	.231	14	1.650E-02		
	Total	1.016	18			
DAY_2	Between Groups	.159	4	3.972E-02	5.162	.008*
	Within Groups	.115	15	7.695E-03		
	Total	.274	19			
DAY_4	Between Groups	9.908E-02	4	2.477E-02	3.371	.037*
	Within Groups	.110	15	7.349E-03		
	Total	.209	19			
DAY_6	Between Groups	4.855E-02	4	1.214E-02	1.464	.262
	Within Groups	.124	15	8.292E-03		
	Total	.173	19			
DAY_8	Between Groups	2.345E-02	4	5.864E-03	.529	.050*
	Within Groups	.155	14	1.108E-02		
	Total	.179	18			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 50 ANOVA ของปริมาณเอนไซม์ ADP-Glucose pyrophosphorylase (units/mgProtein) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์ Insee 2 ที่ได้รับการจุ่มน้ำที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 °C

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DAY_0	Between Groups	.976	4	.244	7.921	.000*
	Within Groups	.431	14	3.079E-02		
	Total	1.407	18			
DAY_2	Between Groups	.450	4	.113	3.228	.005*
	Within Groups	.488	14	3.486E-02		
	Total	.938	18			
DAY_4	Between Groups	.167	4	4.175E-02	5.055	.009*
	Within Groups	.124	15	8.258E-03		
	Total	.291	19			
DAY_6	Between Groups	5.742E-02	4	1.436E-02	1.448	.267
	Within Groups	.149	15	9.913E-03		
	Total	.206	19			
DAY_8	Between Groups	3.520E-02	4	8.801E-03	3.562	.036*
	Within Groups	3.212E-02	13	2.471E-03		
	Total	6.732E-02	17			

*ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุกัลยา ภูทอง เกิดเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2521 ที่จังหวัด ศรีสะเกษ สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาพฤกษศาสตร์ จากภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2543 และศึกษาต่อในหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2543



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย