การลดการตกตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่มบรรจุขวด

โดย
นางสาวกัณหา อุ้ยฟัก

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร
ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การลดการตกตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่มบรรจุขวด

โดย
นางสาวกัณหา อุ้ยฟัก

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร
ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

REDUCTION OF SEDIMENTATION IN GINGER DRINK IN GLASS BOTTLE

By

Kanha Ouiphak

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Department of Food Technology

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2011

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้การค้นคว้าอิสระเรื่อง " การลดการตกตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่มบรรจุขวด " เสนอโดย นางสาวกัณหา อุ้ยฟัก เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญดา เพ็ญโรจน์

คณะกรรมการตรวจสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ

(ผศ.ดร.สุเชษฐ์ สมุหเสนีโต)

...../...../.....

..... กรรมการ

(ผศ.ดร.ประสงค์ ศิริวงศ์วิไลชาติ)

...../...../.....

..... กรรมการ

(ผศ.ดร.ปริญดา เพ็ญโรจน์)

...../...../.....

51403301 : สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร
คำสำคัญ : เครื่องดื่ม/การตกตะกอน/กัม/ขิง

กัณหา อุ้ยฟัก : การลดการตกตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่มบรรจุขวด. อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ : ผศ.ดร.ปริญดา เพ็ญโรจน์. 82 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการลดการตกตะกอนของเครื่องดื่มน้ำขิงบรรจุขวด โดยใช้กัมชนิดต่าง ๆ และปรับความหวานของเครื่องดื่มให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเป็น 10 องศาบริกซ์ พีเอช 4.2 ชนิดและปริมาณของกัมที่เหมาะสมในการลดการตกตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่ม ได้แก่ CMC ร้อยละ 0.1 - 0.3, เพคตินร้อยละ 0.1 - 0.3, แซนแทนกัมร้อยละ 0.001 - 0.01 และเจลแลนกัมร้อยละ 0.01 - 0.1 เพื่อทดสอบการยอมรับด้านความหนืดและการลดการตกตะกอนในเครื่องดื่มน้ำขิง พบว่า แซนแทนกัมและเพคตินสามารถช่วยลดการตกตะกอนได้ โดยผู้ชิมให้การยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่าการยอมรับกับตัวอย่างที่เติม CMC และเจลแลนกัม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมและเพคตินมีค่าความข่นสูงกว่าเครื่องดื่มน้ำขิงที่เติม CMC เจลแลนกัม และตัวอย่างควบคุมที่ไม่เติมกัมการศึกษาผลของกัมต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำขิงพร้อมดื่มในระหว่างการเก็บรักษานาน 7 สัปดาห์ พบว่ากัมที่สามารถช่วยลดการตกตะกอนได้ดี คือ แซนแทนกัมร้อยละ 0.01 และเพคตินร้อยละ 0.3 ตามลำดับ โดยค่าความหนืด ความข่น และค่าสีของเครื่องดื่มน้ำขิงมีแนวโน้มลดลง น้ำหนักตะกอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนานกว่า 7 สัปดาห์ โดยผู้ชิมยังให้การยอมรับ และไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ทุกชนิดที่ตรวจสอบ ในการเก็บรักษาน้ำขิงไว้เป็นเวลา 12 เดือน พบว่าค่าความหนืด ความข่น เพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำหนักตะกอนลดลง ค่าสีลดลง การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมมีเกณฑ์การยอมรับลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา และไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ทุกชนิดที่ตรวจสอบ

ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2554
ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ .....

51403301 : MAJOR : FOOD TECHNOLOGY
KEY WORD : DRINK/SEDIMENTATION/GUM/GINGER
KANHA OUIPHAK : REDUCTION OF SEDIMENTATION IN GINGER DRINK IN GLASS BOTTLE. INDEPENDENT STUDY ADVISOR : ASST.PROF.PARINDA PENROJ,Ph.D.. 82 pp.

The purpose of this study to reduce with sediment in ginger drink in glass bottle. Total soluble solids of the drink was 10 ^{0}Brix, pH 4.2. Type and gums concentration in ginger drink was were studied. Gums studied included CMC 0.1 - 0.3 %, pectin 0.1 - 0.3 %, xanthan gum 0.001 - 0.01 % and gellan gum 0.01 - 0.1 % for acceptable viscosity and decreases sediment. The group of xanthan gum and pectin reduction of high sediment by consumer acceptance non significant ($p < 0.05$) as compare to the control sample and significant ($p > 0.05$) as compare to the group of CMC and gellan gum. Xanthan gum and pectin - based drink were more than turbidity of CMC, gellan gum and control sample. Effect of gums on quality of the ginger drink during 7 weeks of storage. Gums had good potential on reduction of sediment in ginger drink such as xanthan gum 0.01 % and pectin 0.3 % respectively. The viscosity, turbidity and color value of ginger drink were trend in decreased during storage, sediment weight value was trend increased. The beverage stored at could be kept for at 7 weeks sensory acceptability and without microbial growth. The beverage stored at could be kept for at 12 months. The viscosity, turbidity and color value of ginger drink were decreased during storage, sediment weight value was increased. Sensory acceptability and without microbial growth.

Department of Food Technology Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2011
Student's signature .....
Independent Study Advisor's signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญดา เพ็ญโรจน์ เป็นอย่างสูงในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาและกรุณาให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการวิจัยและการจัดทำรูปเล่มให้ถูกต้องและเสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีอาหารทุกท่าน พี่เจ้าหน้าที่สำนักงาน และเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ทุกคน ที่อำนวยความสะดวก ทำให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างราบรื่น และประสบความสำเร็จได้ในวันนี้

และที่สำคัญที่สุด ขอขอบพระคุณคุณแม่ ที่ช่วยส่งเสริม สนับสนุนการศึกษา ให้คำปรึกษาและให้กำลังใจเสมอมา รวมถึงเพื่อน ๆ พี่ ๆ ที่ให้กำลังใจ คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญภาพ..... ฎ
บทที่
1. บทนำ.....1
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3
3. วิธีดำเนินงานวิจัย..... 24
4. ผลการทดลองและวิจารณ์..... 31
5. สรุปผลการทดลอง..... 52
บรรณานุกรม..... 54
ภาคผนวก..... 57

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงคุณค่าทางโภชนาการของขิงอ่อนและขิงแก่……..	7
2	สูตรผลิตภัณฑ์สำหรับศึกษาชนิดและปริมาณของกัมที่เหมาะสม ในการลดการตกตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่ม……..……..	28
3	องค์ประกอบของตะกอนขิง (Dry basis)…….…….....	31
4	คุณภาพทางประสาทสัมผัส คุณภาพทางเคมี และกายภาพของน้ำขิงพร้อมดื่ม ที่เติมกัมชนิดต่าง ๆ ที่ระดับต่างกัน…….……..…….....	32
5	ค่าความหนืดของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์……..…..….	35
6	ค่าความขุ่นของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็น เวลา 7 สัปดาห์……..…….	37
7	ปริมาณตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่มที่เติมกัมในปริมาณต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์……	39
8	ค่า pH ของน้ำขิงพร้อมดื่มที่มีการเติมกัมในปริมาณต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์……	40
9	ค่า L^* ของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์……..……	41
10	ค่า a* ของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์……..……..…	42
11	ค่า b* ของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์……..……..…	43
12	คะแนนความชอบของน้ำขิงที่เติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์……..……..	45
13	จุลินทรีย์ของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์……..……..…	46
14	คุณภาพทางเคมี และกายภาพของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ..……	48

ตารางที่ หน้า

15 คะแนนความชอบของน้ำขิงพร้อมดื่มที่เติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน
ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน..... 50
16 จุลินทรีย์ของน้ำขิงที่เติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน... 51
17 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยการทดสอบ
การยอมรับทางประสาทสัมผัส (ความหนืด) คุณภาพทางเคมี
และกายภาพของน้ำขิงพร้อมดื่ม..... 72
18 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความหนืดของน้ำขิงที่มีการเติมกัม
ในปริมาณที่ต่างกันในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์.....73
19 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความขุ่นของน้ำขิงที่มีการเติมกัม
ในปริมาณที่ต่างกันในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์..... 74
20 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่มที่เติมกัม
ในปริมาณต่างกันในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์..... 75
21 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า pH ในน้ำขิงพร้อมดื่มที่เติมกัม
ในปริมาณต่างกันในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์..... 76
22 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า L^* ของน้ำขิงที่มีการเติมกัม
ในปริมาณที่ต่างกันในระหว่างการเก็บรักษาเป็น เวลา 7 สัปดาห์.....77
23 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า a* ของน้ำขิงที่มีการเติมกัม
ในปริมาณที่ต่างกันในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์.....78
24 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า b* ของน้ำขิงที่มีการเติมกัม
ในปริมาณที่ต่างกันในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์.....79
25 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยการทดสอบ
การยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำขิงที่เติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน
ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์.....80
26 การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณภาพทางเคมี และกายภาพของน้ำขิงที่มีการเติมกัม
ในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน..... 81
27 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าสีของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน
ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน..... 82

ตารางที่ หน้า

28 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยการทดสอบ
การยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำขิงที่เติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน
ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน..... 83

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของดอกขิง	3
2	ลักษณะของขิงแก่และขิงอ่อน	5
3	Hypothetical structure of apple pectin showing I xylogalacturona, II region with arabinan side chain,III rhamnogalacturonan region making up the “hairy region”	8
4	ชนิดและสมบัติของเพคติน	9
5	กลไกการเกิดเจลของเพคตินชนิด LM	10
6	ลักษณะโครงสร้างของแซนแทนกัม	13
7	การเปลี่ยนแปลงของความคงตัวทางกายภาพระหว่างการเก็บรักษาของน้ำส้มที่เติมเพคตินและ CMC ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	16
8	การเปลี่ยนแปลงของอัตราการสูญเสียความขุ่นระหว่างการเก็บรักษาของน้ำส้มที่เติมเพคตินและ CMC ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	17
9	ความคงตัวของความขุ่น (ST%) ต่อปริมาณของกัม (CMC = carboxymethycellulose , XG = xanthan gum)	18
10	z-potential (ζ) ในความขุ่นของน้ำแอปเปิ้ลต่อปริมาณของกัม (CMC = carboxymethycellulose , XG = xanthan gum)	19
11	ความคงตัวของความขุ่น (ST%) ในน้ำแอปเปิ้ลที่เติมกัมกับ z-potential (ζ) (CMC = carboxymethycellulose , XG = xanthan gum)	20
12	แสดงขั้นตอนการเตรียมน้ำแครอท	21
13	ผลของไฮโดรคอลลอยด์และเวลาในการเก็บรักษาต่อความขุ่นของน้ำแครอท	22
14	ผลของไฮโดรคอลลอยด์และเวลาในการเก็บรักษาต่อความหนืดของน้ำแครอท	23
15	แผนภาพแสดงขั้นตอนการผลิตน้ำขิงพร้อมดื่ม	27
16	ลักษณะของน้ำขิงที่เติม CMC ร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3 เพคตินร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3 แซนแทนกัมร้อยละ 0.001, 0.005, 0.01 เจลแลนกัมร้อยละ 0.01, 0.05, 0.1 และไม่เติมกัม เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์	34

ภาพที่ หน้า

17 ลักษณะของน้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3 แซนแทนกัมร้อยละ 0.001, 0.005, 0.01 เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 3 สัปดาห์..... 36
18 ลักษณะของน้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3 แซนแทนกัมร้อยละ 0.001, 0.005, 0.01 เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 สัปดาห์..... 38
19 ลักษณะของน้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3 แซนแทนกัมร้อยละ 0.001, 0.005, 0.01 เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 7 สัปดาห์..... 39
20 ลักษณะของน้ำขิงที่ไม่เติมกัม เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 7 สัปดาห์..... 44
21 โครงสร้างโมเลกุลของ Xanthan gum..... 84
22 โครงสร้างโมเลกุลของเพคติน..... 85
23 โครงสร้างโมเลกุลของ CMC..... 85
24 โครงสร้างโมเลกุลของ Gellan_gum..... 85

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ มีการแข่งขันทางด้านการตลาดสูงขึ้น ส่งผลให้อุตสาหกรรมเครื่องดื่มมีการขยายตัวอย่างกว้างขวาง การพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงเข้ามามีบทบาทต่ออุตสาหกรรมเป็นอย่างมากเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงสูตรผลิตภัณฑ์ การปรับเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ให้มีรูปแบบสวยงาม ทันสมัย และสะดวกต่อการบริโภค ตลอดจนการดัดแปลงรูปแบบของเครื่องดื่ม โดยมีการเติมส่วนผสมอื่น ๆ ลงไปเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความน่าสนใจยิ่งขึ้น ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการในการดื่มน้ำผักผลไม้กันมากขึ้น และทราบถึงคุณค่าของน้ำผัก-ผลไม้ที่มีต่อร่างกาย ซึ่งนอกจากจะเป็นเครื่องดื่มที่ผ่อนคลายความกระหายน้ำแล้ว ยังอุดมไปด้วยแร่ธาตุ วิตามิน และทำให้ระบบการทำงานของลำไส้ดีขึ้น น้ำผัก-ผลไม้โดยทั่วไปจะมีลักษณะข้น เนื่องจากมีสารแขวนลอย สำหรับน้ำขิงแก่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเฉพาะตัว เนื่องจากขิงแก่มีส่วนที่เป็นคาร์โบไฮเดรตซึ่งไม่ละลายน้ำอยู่สูง ทำให้น้ำขิงแก่เกิดการตกตะกอนในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งการตกตะกอนนั้นเป็นลักษณะปรากฏที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ จึงต้องมีการเติมกัมลงในผลิตภัณฑ์ เพื่อลดการตกตะกอนในเครื่องดื่มจากขิงแก่

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาชนิดและปริมาณของกัมที่เหมาะสม ในการลดการตกตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่มบรรจุขวดแก้ว

1.2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำขิงพร้อมดื่มบรรจุขวดแก้วในระหว่างการเก็บรักษา

1.3 สมมติฐานการศึกษา

1.3.1 กัมสามารถลดการตกตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่มบรรจุขวดแก้วได้

1.3.2 กัมมีผลต่อคุณภาพของน้ำขิงพร้อมดื่มบรรจุขวดแก้วในระหว่างการเก็บรักษา

1.4. ขอบเขตของการศึกษา

1.4.1 กัมที่ใช้ในการศึกษา คือ CMC เพคติน แซนแทนกัม และเจลแลนกัม โดยใช้กระบวนการให้ความร้อนผลิตภัณฑ์ในระดับสเตอริไรส์ และบรรจุขณะร้อนในขวดแก้ว

1.4.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 สัปดาห์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขิง (Ginger)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Zingiber officinale Roscoe ชื่อสามัญ : Ginger ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกับข่า กระวาน เร่ว ปุด ขมิ้น และอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งคำว่า Zingiber มีรากศัพท์จากภาษากรีก "Zingiberis" ซึ่งมาจากภาษาสันสกฤต รากศัพท์ดั้งเดิมของสันสกฤตคือ "Singabera" Singa ก็คือสิงห์ (ใกล้หมอ, 2546)

ชื่ออื่น : ขิงแกลง, ขิงแดง (จันทรบุรี), ขิงเผือก (เชียงใหม่), สะเอ (แม่ฮ่องสอน), ขิงบ้าน, ขิงแครง, ขิงป่า, ขิงเขา, ขิงดอกเดียว (ภาคกลาง), เกีย (จีนแต้จิ๋ว) ภาษาอื่น : อังกฤษ : Ginger, อินโดนีเซีย : Jahé, Aliah, ญี่ปุ่น : Shoga, Jinja, เกาหลี : Kon-gang, Jinjeo
(คลังปัญญา, 2552)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ขิงเป็นพืชล้มลุกมีลำต้นใต้ดินซึ่งมีลักษณะคล้ายมือหรือที่เรียกว่า “เหง้า” เปลือกเหง้ามีสีเหลืองอ่อน แต่เนื้อภายในมีสีเหลืองอมเขียว ขิงอ่อนมีสีขาวออกเหลือง (ภาพที่ 1) ขิงมีรสเผ็ดและกลิ่นหอม ยิ่งแก่ยิ่งมีรสเผ็ดร้อน ลำต้นบนดินมีลักษณะเป็นกอสูงประมาณ 90 เซนติเมตร ใบเป็นกาบหุ้มซ้อนกัน ใบเป็นใบเดี่ยวออกสลับเรียงกันเป็นสองแถว มีรูปร่างคล้ายใบไผ่ ปลายใบเรียวแหลม ดอกมีสีขาว สีแดง ออกเป็นช่อบนยอดที่แยกออกมาจากลำต้นซึ่งไม่มีใบที่ก้านดอก ดอกมีลักษณะเป็นทรงพุ่มปลายดอกแหลม มีเกล็ดอยู่รอบ ๆ ดอกจะแซมออกมาตามเกล็ด ผลมีลักษณะกลมแข็ง (คลังปัญญา, 2552)

ภาพที่ 1 ลักษณะของดอกขิง
ที่มา : http://www.bloggang.com

ประวัติของขิง

ประวัติของขิงสามารถสืบย้อนกลับไปได้ถึงศตวรรษที่ 1 โดยค้นพบบันทึกการค้าขายขิงระหว่างจีน อินเดียกับประเทศในแถบเมดิเตอร์เรเนียน ขิงเป็นที่รู้จักทั่วอังกฤษในศตวรรษที่สิบเอ็ด หลังจากการยึดหมู่เกาะอินเดียตะวันตกและเม็กซิโก ชาวสเปนนำขิงไปเผยแพร่ในทวีปอเมริกา และในปี 1547 มีการส่งออกขิงที่ปลูกแถบซานดิเอโกกลับมาที่สเปน (นิตยสารใกล้หมอ, 2546) ขิงถูกนำมาใช้เป็นเวลาพันปีแล้ว โดยคนเอเชีย และการแพทย์ของอินเดียโบราณ มันจะเป็นสารเพื่อแก้อักเสบ และแก้ไข้ และเพื่อรักษาอาการไม่ย่อยอาหาร, อาการคลื่นเหียน คลื่นไส้, ปวดท้อง, ปวดฟัน, โรคนอนไม่หลับ, อาการท้องอืด จุกเสียด แน่นท้อง, เกี่ยวการหายใจ, การติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ, โรคเข่าข้อ, โรคเบาหวาน, เป็นหมัน, โรคเกี่ยวกับระบบประสาท, เช่นเดียวกับการทำให้ความจำดีขึ้น ในสหรัฐอเมริกาใช้ขิงเพื่อคลายอาการคลื่นไส้และโรคที่เกี่ยวกับลำไส้ ในประเทศจีนและญี่ปุ่นใช้ขิงเพื่อรักษาอาการปวดหัว, อาการไข้, อาการคลื่นไส้ และปัญหาเกี่ยวกับช่องท้อง (กระเพาะอาหาร) ผู้หญิงจีนสมัยก่อน กินขิงในระหว่างการตั้งครรภ์ เพื่อรักษาอาการแพ้ท้อง (morning sickness) และใช้รักษาสำหรับผู้ที่ป่วยเป็นโรคเส้นเลือดหัวใจอุดตัน (Ali และคณะ, 2007) ตำรายาจีนบันทึกคุณประโยชน์ทางยาของขิงมากว่า 2,000 ปีแล้ว และมักปรากฏในตำรายาพื้นบ้านของชาวตะวันออกเกือบครึ่งโลก ขิงสดตามตำราแพทย์แผนโบราณนิยมใช้เป็นยาแก้คลื่นไส้ อาเจียน แก้ไอ แก้ท้องอืดเฟ้อ อึดอัดไม่สบายในท้อง และแก้ท้องเสีย ชาวอัฟริกันดื่มน้ำขิงเป็นยากระตุ้นอารมณ์เพศ ผู้หญิงในหมู่เกาะปาปัวนิวกินี กินขิงแห้งเป็นยาคุมกำเนิด ในอินเดีย น้ำขิงชงใช้เป็นยาแก้ไอในทารก เมารถเมาเรือ (ใกล้หมอ, 2546)

พันธุ์ขิง

ขิงแยกได้เป็น 2 สายพันธุ์ใหญ่ ๆ คือ ขิงใหญ่ หรือขิงหยวก แง่งใหญ่ ข้อห่าง เนื้อละเอียดไม่มีเสี้ยน (ภาพที่ 2) ไม่ค่อยเผ็ด เหมาะสำหรับปลูกเป็นขิงอ่อน หรือแปรรูปเป็นขิงดอง ขิงแช่อิ่ม หรือใช้บริโภคสดก็ได้ กับอีกสายพันธุ์คือ ขิงเล็กหรือขิงเผ็ด แง่งเล็ก สั้น ข้อถี่ เนื้อมีเสี้ยนมาก รสค่อนข้างเผ็ด นิยมปลูกเป็นขิงแก่ใช้ทำเป็นพืชสมุนไพร ปรุงยาแผนโบราณ และสกัดทำน้ำมัน ขิงเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนแหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ อินเดีย และจีน รองลงมาได้แก่ ออสเตรเลีย ฟิจิ ไต้หวัน และไทย แหล่งปลูกสำคัญของไทยอยู่ที่จังหวัดเชียงราย เพชรบูรณ์ ประจวบคีรีขันธ์ พะเยา เลย เพชรบุรี พิษณุโลก (ใกล้หมอ, 2546)

ขิงเป็นสมุนไพรที่นิยมใช้ในด้านการทำครัว ปรุงอาหาร และด้านยา ซึ่งขิงจะมีกลิ่นแรง แต่มีกลิ่นหอม มีรสเผ็ด ร้อนและขม ถ้ายิ่งแก่ยิ่งมีรสเผ็ดร้อน นอกจากนี้ ยังนำขิงมาใช้ร่วมกับอาหารซึ่งจะชะลอการเกิดโรคท้องอืดเฟ้อ (Ali และคณะ, 2007)

ขิงที่นำมาประกอบอาหารมีหลายรูปแบบ คือ ขิงสด ขิงดอง ขิงแห้ง ขิงผง รวมทั้งน้ำขิงที่เป็นเครื่องดื่ม ขิงเป็นเครื่องเทศที่ใช้แต่งกลิ่นอาหารเพิ่มรสชาติ และดับกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ เช่น ใช้โรยหน้าปลานึ่ง โรยหน้าโจ๊กหรือผสมในน้ำจิ้มข้าวมันไก่ ต้มส้มปลา แกงฮังเล ยำกุ้งแห้ง ขิงยำเป็นเครื่องเคียงของเมี่ยงคำ หรือทำเป็นขนมหวาน เช่น บัวลอยไข่หวาน มันเทศต้ม นอกจากนี้ ขิงดองยังเป็นอาจาดในอาหารอีกหลายชนิด เช่น ข้าวหน้าเป็ด หรืออาหารญี่ปุ่น รวมทั้งยังเป็นส่วนผสมในการแต่งกลิ่นอาหารหลายชนิด เช่น คุ้กกี้ พาย เค้ก พุดดิ้ง ผงกะหรี่ ในประเทศแถบตะวันตกนำขิงไปทำเป็นเบียร์ คือ เบียร์ขิง (Ginger Beer) หรือเหล้าขิง (Ginger Ale) เบียร์ขิงเป็นเครื่องดื่มที่นิยมในอังกฤษ ทำโดยหมักขิง น้ำ น้ำตาล ครีมออฟทาร์ทาร์ และยีสต์ เข้าด้วยกัน อาจเติมเปลือกมะนาวและกรดมะนาวด้วยก็ได้ ทั้งหมดจะถูกบรรจุขวดขณะที่ยังหมักไม่เสร็จทำให้เกิดเป็นฟองเหมือนเบียร์ตอนเปิดขวด เบียร์ขิงจะมีแอลกอฮอล์ต่ำ จัดเป็น "soft drink" มีกลิ่นขิงมากกว่าเหล้าขิง และรสหวานน้อยกว่า (ใกล้หมอ, 2546)

ภาพที่ 2 ลักษณะของขิงแก่และขิงอ่อน
ที่มา : http://www.bloggang.com

การออกฤทธิ์ของขิง (Reported Activities)

นักวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัย ลุดวิก แมกซิมิลเลียนส์ เยอรมนี ได้ทดลองเปรียบเทียบระหว่างขิง ยาแผนปัจจุบัน และยาหลอกเพื่อหาแนวทางการออกฤทธิ์ของขิง พวกเขาพบว่าขิงไม่ออกฤทธิ์ต่อเวสติบูลาร์ หรือระบบออสคิวโลมอเตอร์ หรือกล่าวง่าย ๆ โดยสรุปก็คือ ขิงไม่ออกฤทธิ์ต่อประสาทส่วนกลางเหมือนยาแผนปัจจุบันทั่วไป น่าเชื่อว่าการออกฤทธิ์ของขิงจะเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารมากกว่า (ใกล้หมอ, 2546)

สาร [6]-gingerol ในขิงแสดงสมบัติการเป็นยาบรรเทาปวด และยาแก้อักเสบ การใช้เครื่องเทศ อย่างเช่น กระเทียม, ขิง, หัวหอม, มินต์, กานพลู, ซิมานอน และพริกไทย ถ้ามี soy bean lipoxygenase จะช่วยยับยั้ง oxidation ของกรด linoleic ขิงสกัด (EV.EXT.77) ได้มาจาก Zingiber officinale และ Alpina galanga ยับยั้งการสร้างยีนต่างๆ เช่น cytokines, chemokines, และ enzyme cyclooxygenase-2 รวมทั้งที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ ขิงเป็นสารพวก antimicrobial, antifungal และ antiviral อีกทั้งมันยังเป็น antioxidative, antitumorigenic, anticarcinogenic, antilipidemic, cardiotonic, cytotoxic and apoptotic activities เช่นเดียวกับผลของ immunomodulatory (Ali และคณะ, 2007)

องค์ประกอบทางเคมีของขิง

ขิง ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตประมาณ 50 %, กรดไขมัน และ triglycerides 6 – 8 %, โปรตีน, กรดอะมิโนอิสระ, วิตามิน และ แร่ธาตุ 9 %

ส่วนประกอบของขิงที่เป็น bioactive หลัก ก็มี volatile oils (น้ำมันหอมระเหย) และ non-volatile pungent พวก volatile oils ก็จะมี sesquiterpenes, curcumene, geranyl acetate, terpineol, terpenes, geraniol, alpha pinene, limonene, linalool, zingiberene, beta-besabolene, and alpha-farnesen

pungent หลัก ๆ ก็คือ gingerol, shogaol, zingerone และ paradol ส่วน [6]-Gingerol and [6]-Shogaol ในขิงส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบ active สำหรับให้ผลด้านยาและกลิ่นฉุนตามลำดับ ส่วน aroma (กลิ่นหอม) มี zingiberol เด่นชัดสุด ซึ่งอันอื่น เช่น gingediol, vitamins, diarylheptanoids, monoacyldigalactosyl-glycerol และ phytosterols ก็มีการ dentifie เช่นเดียวกัน (Ali และคณะ, 2007)

ขิงเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการด้านคาร์โบไฮเดรตสูง แต่มีโปรตีนและไขมันต่ำ คุณค่าทางโภชนาการของขิงอ่อนและขิงแก่ จากขิงน้ำหนักขิง 100 กรัม มีส่วนประกอบดังตารางที่ 1 และส่วนประกอบของขิงจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับความแก่-อ่อนของขิงด้วย

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของขิงอ่อนและขิงแก่ (ต่อ 100 กรัม)

ส่วนประกอบ	ขิงอ่อน	ขิงแก่
พลังงาน (kcal)	12.0	25.0
น้ำ (g)	96.5	93.5
คาร์โบไฮเดรต (g)	1.9	4.4
โปรตีน (g)	0.5	0.4
ไขมัน (g)	0.3	0.6
เส้นใย (g)	0.6	0.8
แคลเซียม (mg)	34.0	18.0
วิตามิน B_1 (mg)	0.02	0.02
วิตามิน B_2 (mg)	0.05	0.02
ไนอะซิน (mg)	0.1	1.0
วิตามินซี (mg)	11.0	1.0

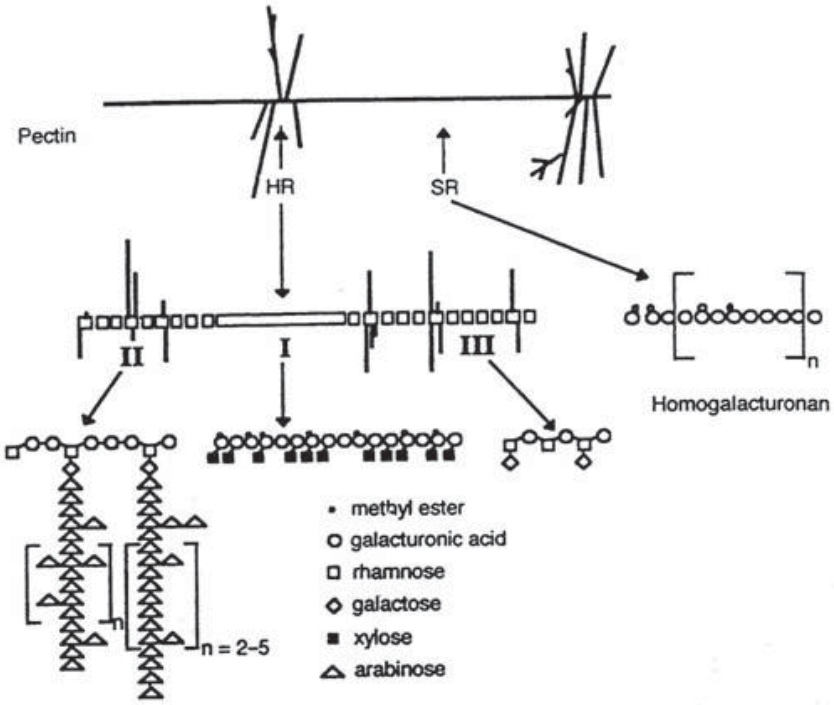
ที่มา : นิดา และคณะ (2550)

ส่วนประกอบของขิงเป็นโพลีแซคคาร์ไรด์ เป็นคาร์โบไฮเดรต 72.5 % ซึ่งในส่วนนี้แบ่งเป็นอัตราส่วนของสตาร์ชต่อเส้นใย 2 : 1 % (Food composition database, 2008) ส่วนของสตาร์ชประกอบด้วยอะไมโลส 26.5 % ในส่วนของเส้นใยประกอบด้วยเซลลูโลส 50 % (Peroni และคณะ, 2006) ซึ่งส่วนของเซลลูโลสไม่ละลายน้ำ ในขิงแก่แห้ง 100 กรัม มีส่วนของเส้นใยที่สามารถละลายน้ำได้ร้อยละ 25.5 เส้นใยส่วนที่ไม่ละลายน้ำร้อยละ 23.5 และมีส่วนของแคโรทีนอยด์ทั้งหมด 79 มิลลิกรัม (Shirin และ Jamuna, 2010)

2.2 เพคติน (pectin)

เพคตินได้จากการ breakdown ของ Protopectin ที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อพืช จะประกอบไปด้วย neutral sugars หลายชนิด เช่น rhamnose, galactose, arabinose และน้ำตาลอื่น ๆ จำนวนเล็กน้อย เพคตินเป็น heterpolysaccharide ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงประกอบด้วยโพลิเมอร์ของ D-galacturonic acid (ประมาณ 65 % โดยน้ำหนัก) เป็นสายหลักหรือที่เรียกว่า smooth regions และมีกิ่งแขนง (hair regions) อาจเป็น arabinose, galactose, rhamnose และบางส่วนของ

หมู่คาร์บอกซิล (-COOH) ที่ D-galacturonic acid จะถูกเอสเทอริไฟด์ด้วยหมู่เมทธิล (-CH3) เป็นเมทธิลเอสเทอร์และมี degree of methylation (DM) แตกต่างกัน จึงทำให้เพคตินจากวัตถุดิบแต่ละแหล่งมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน และเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนมากดังภาพที่ 3 เป็นโครงสร้างตามสมมติฐาน (Hypothetical structure) ของ apple pectin โดย Schols และคณะ (1998)



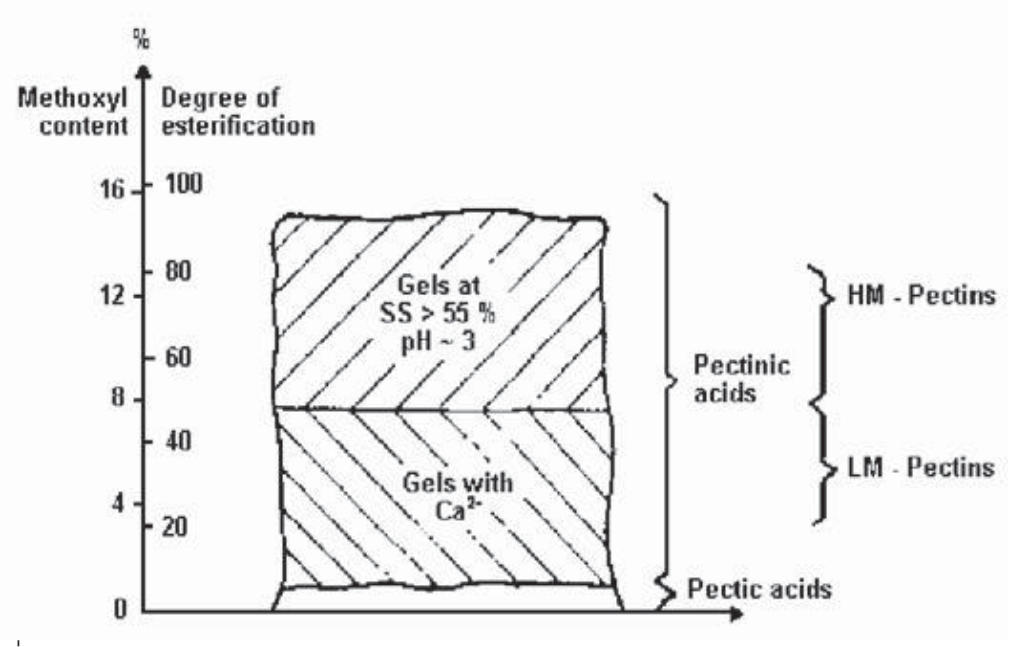
ภาพที่ 3 Hypothetical structure of apple pectin showing I xylogalacturona, II region with arabinan side chain,III rhamnogalacturonan region making up the “hairy region”

ที่มา : Schols และคณะ, (1998)

DM คืออัตราส่วนของหมู่ methylated galacturonic acid ต่อหมู่ galacturonic acid ทั้งหมด ที่มีอยู่ในโมเลกุลของเพคติน จึงทำให้แบ่งประเภทของเพคตินตามค่า DM ได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิด Low methoxyl (LM) ซึ่งจะมีค่า DM น้อยกว่า 50 % และชนิด High methoxyl (HM) ซึ่งมีค่า DM มากกว่า 50 % (ภาพที่ 4 เพคตินที่สกัดได้จากธรรมชาติจะเป็นชนิด HM ที่มีค่า DM สูงถึง 75 % เมื่อนำมาทำให้เกิดปฏิกิริยา de-esterification จะได้เพคตินชนิด LM) เพคตินทั้งชนิด LM และ HM จะมีสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน

เพคตินสามารถละลายในน้ำเย็น และทำให้เกิดความข้นหนืดได้เช่นเดียวกับกัมชนิดอื่น ๆ แต่ผงเพคตินจับกันเป็นก้อนได้ง่ายมีผลทำให้ละลายได้ช้า และยาก เพคตินจะสามารถ

ละลายได้ดีในน้ำอุ่น หรือน้ำที่มี อุณหภูมิมากกว่า 60 °C แล้วทำการผสมด้วยเครื่องผสมความเร็วจากต่ำไปหาสูงสุด ต้องระวังไม่ให้เพคตินจับกันเป็นก้อน เพราะจะทำให้ละลายยาก อีกวิธีที่ละลายเพคตินได้ดีนั้น จะต้องผสมเพคตินกับน้ำตาล โดยอัตราส่วนของเพคติน 1 ส่วนกับน้ำตาล 5 ส่วน

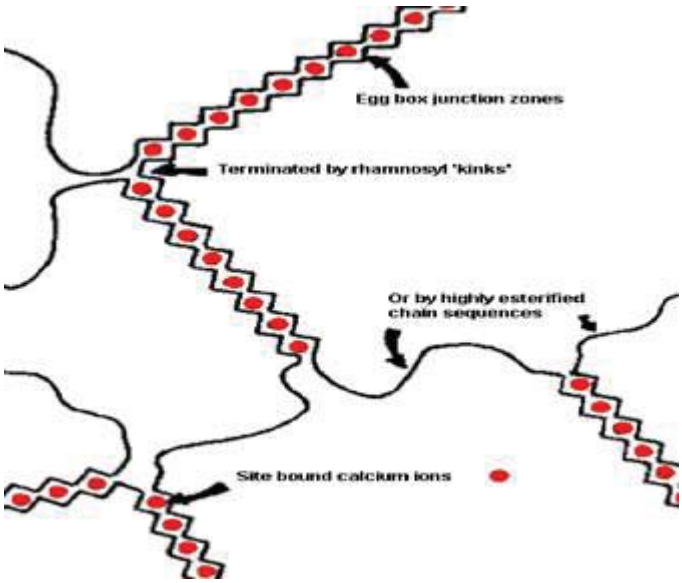


ภาพที่ 4 ชนิดและสมบัติของเพคติน

ที่มา : http://www.genialab.de/inventory/pectinate.htm

หรือกับสารละลายอื่น ๆ เช่น สารละลายน้ำตาล ความเข้มข้น 65 % หรือแอลกอฮอล์เพื่อทำให้เพคตินเปียก ถ้าไม่ได้ผสมด้วยเครื่องผสมความเร็วสูง ให้ต้มประมาณ 1 นาที เพื่อให้มั่นใจได้ว่าเกิดการละลายได้หมด (Rolin และ De Vries, 1990) การตรวจดูว่ามีการละลายเกิดขึ้นสมบูรณ์หรือไม่ สามารถทำได้โดยการดูฟิล์มของสารละลายบนไม้พาย หรือใบมีดที่สะอาดจะต้องใสไม่มีส่วนคล้ายเม็ดทรายอยู่

เพคตินชนิด LM สามารถเกิดเจลโดยมีปริมาณของ Ca^{2+} และมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตั้งแต่ 10 - 80 % ที่ pH ช่วงกว้างตั้งแต่ 2.9 - 5.5 เจลที่ได้จะเป็นชนิด thermoreverible ลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลจะมีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นมากกว่าเจลที่ได้จากเพคตินชนิด HM หรืออะการ์ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 กลไกการเกิดเจลของเพคตินชนิด LM
ที่มา : http://www.genialab.de/inventory/pectinate.htm

เพคตินชนิด HM ใช้กับอาหารที่มี pH 2.7 - 4.5 และต้องมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมากกว่า 55 % ถึงจะเกิดเจลได้ เพคตินชนิดนี้ยังแบ่งย่อยออกเป็นอีก 3 ชนิดตาม gelling time คือ เกิดเจลได้ช้า (slow set) ปานกลาง (medium set) และรวดเร็ว (rapid set) ซึ่งจะแตกต่างกันที่ค่า DM เช่น ชนิดเกิดเจลได้ช้าจะมีค่า DM ประมาณ 60 % และชนิดที่เกิดเจลได้เร็วมีค่า DM ประมาณ 75 % การใช้ประโยชน์จึงผันแปรไปตามวัตถุประสงค์และชนิดของผลิตภัณฑ์อาหาร ตัวอย่างเช่น HM ชนิดที่เกิดเจลช้าจะใช้กับผลิตภัณฑ์ลูกกวาด ถ้าเป็น HM ชนิดที่เกิดเจลเร็วจะใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้มีการกระจายตัวของของแข็งอย่างสม่ำเสมอ เช่น การกระจายตัวของเนื้อผลไม้ในแยม แยมที่แข็งตัวเป็นเจลได้เร็วจะช่วยให้เนื้อผลไม้กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ไม่แยกส่วนตกตะกอนอยู่ด้านล่างของภาชนะบรรจุ เป็นต้น การใช้เพคตินชนิด HM ต้องระวังไม่ให้เกิด premature gelation ซึ่งจะทำให้เกิดการแตกตัวของเจลภายหลัง และมีผลกระทบต่อลักษณะเนื้อของผลิตภัณฑ์ที่ได้ (นิธิยา, 2551)

ความหนืดของเพคตินขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเพคติน ปริมาณแคลเซียม ปริมาณความเป็นกรด - ด่าง ชนิดของเพคติน และขนาดของมวลโมเลกุล สารละลายเพคตินเจือจางจะให้การไหลแบบนิวโตเนียน (Newtonian) ถ้าสารละลายเพคตินมีความเข้มข้นมากกว่า 1% สารละลายเพคตินจะมีคุณสมบัติเป็น Pseudoplasticsolution (Kawakatsu, 2001) ถ้าเพิ่มความเป็นกรดด่าง พบว่า

ความหนืดของสารละลายเพคตินจะเพิ่มขึ้นด้วยถ้าความเป็นกรดด่างลดลงเป็น 2.5 - 5.5 สารละลายเพคตินจะอยู่ในรูปของ Thixotropic solution การเติมอิออนที่มีประจุ +1 จะลดความหนืดของสารละลายเพคติน เพราะลดแรงดึงดูดระหว่างประจุมวลโมเลกุล เพคตินที่มีมวลโมเลกุลสูง จะทำให้สารละลายมีความหนืดสูงขึ้นด้วย การหาน้ำหนักโมเลกุลของเพคตินสามารถทำนายได้โดยการหาค่า intrinsic viscosity ในทางตรงกันข้ามเมื่อเจือจางสารละลาย และไม่มีแคลเซียม สารละลายจะมีความหนืดลดลง การเตรียมสารละลายเพคตินให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกัน สามารถทำได้โดยผสมเพคตินชนิดต่าง ๆ หรือผสมเพคตินให้มีความเข้มข้นแตกต่างกัน (Berth และคณะ, 1982; Michel และคณะ, 1982)

นิยมใช้เพคตินในอาหารประเภท Jam, Jelly, Bakery filling, fruit topping, เครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อคล้ายเยลลี่ เช่น การเติมเพคตินชนิด LM จำนวนเล็กน้อยลงในโยเกิร์ต จะช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อของโยเกิร์ตให้ดีขึ้น สำหรับน้ำผลไม้เข้มข้นจะเติมเพคตินชนิด HM เพื่อช่วยเพิ่มความคงตัวให้กับอนุภาคของเนื้อผลไม้ ทำให้อนุภาคกระจายตัวแขวนลอยอยู่ได้โดยไม่ตกตะกอน ในน้ำผลไม้ผงสำเร็จรูปจะมีการเติมเพคตินชนิด HM ลงไปเพื่อให้เกิดความรู้สึกเหมือนน้ำผลไม้ธรรมชาติขณะดื่ม ในผลิตภัณฑ์ bakery เช่น jam ที่นำมาเติมใน tart จะให้ลักษณะผิวเรียบเป็นเงาหลังจากอบแล้ว และทนต่อการอบ

2.3 เจลแลนกัม

เจลแลนกัมเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่สามารถเติมในอาหารได้ในปี 1992 เจลแลนกัมสามารถเกิดเจลได้ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ เป็นโพลีแซคคาร์ไรด์ที่ได้จากกระบวนการหมักของเชื้อ *Pseudomonas elodea* หรือ *Sphingomonas elodea* ซึ่งประกอบด้วยโพลีแซคคาร์ไรด์ 3 ชนิด ที่มาเรียงต่อกัน คือ β-D-glocose, β-D-glucuronic และ α-L-rhamnose ในอัตราส่วน 2 : 1 : 1 เจลแลนกัมมี 2 ชนิด คือ ชนิดที่มีอะซีเลทสูงและชนิดที่ไม่มีอะซีเลท เจลแลนกัมเป็นเฮทเทอโรโพลีแซคคาร์ไรด์ที่เป็นเส้นตรงที่มีประจุลบ และอยู่ในรูปเกลียวคู่ในสารละลาย และเกลียวคู่นี้อาจจะเปลี่ยนไปเป็นโครงร่างสามมิติ และทำให้เกิดโครงร่างตาข่ายของเจลที่เป็นโมโนวาเลนท์หรือไดวาเลนท์ที่มีประจุบวก เจลแลนกัมทนต่อความร้อนแต่ขึ้นกับพีเอชด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่น ๆ เจลแลนกัมเป็นคาร์โบไฮเดรต เชิงซ้อนที่ละลายได้ในน้ำ เป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่ทำหน้าที่ หลายอย่าง ใช้เพียงเล็กน้อยเพื่อให้เกิดเจล เนื้อสัมผัส ความคงตัว การเกิดสารแขวนลอย การเกิดฟิล์ม และโครงสร้างที่ต้องการ สามารถทำให้เกิดลักษณะของเนื้อสัมผัสที่หลากหลายตั้งแต่เป็นเจลเหลว เจลนุ่มและยืดหยุ่น จนถึงเจลแบบ

เปราะบาง ผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้ เช่น ขนมหวานจากน้ำตาล เจลลี่ ผลิตภัณฑ์จากนม ผลิตภัณฑ์จากผลไม้ ฯลฯ การผสมเจลแลนกัมกับเพคติน เมื่อใช้ในอาหารสามารถทำให้เกิดความคงตัว ของน้ำผลไม้ในระหว่างการเก็บรักษาที่ยาวนาน (Liang และคณะ, 2006)

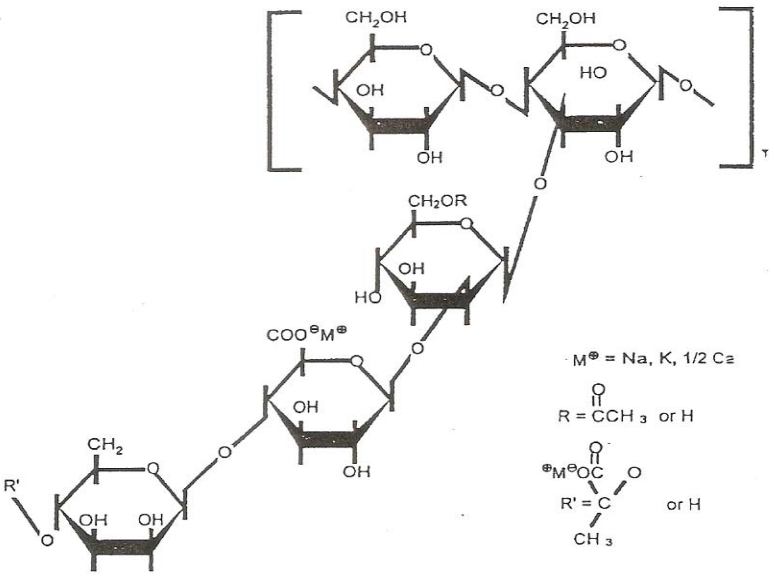
2.4 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC)

ในผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้บางชนิดที่มีเนื้อผสมอยู่ อาจเกิดการตกตะกอนทับทมกันภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน ซึ่งเป็นการยากที่จะรักษาเนื้อผลไม้ให้แขวนลอย หรือกระจายตัวอยู่ในระหว่างการเก็บรักษา เพื่อหลีกเลี่ยงการแยกชั้นที่เกิดขึ้น จึงมีการเติม CMC หรือไฮโดรคอลลอยด์ผสมเพื่อคงสภาพความข่นในสภาวะแขวงลอย ความเข้มข้นของ CMC ที่จำเป็นต่อความคงตัวที่ดีขึ้นอยู่กับ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และระดับความเจือจางก่อนการบริโภค ถ้าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีสูง ควรใช้ความเข้มข้นของ CMC ที่ต่ำ เพราะความหนืดของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงพออยู่แล้ว นอกจากนี้ยังให้เนื้อสัมผัสแก่เครื่องดื่มที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่น้อยอีกด้วย นอกจากจะช่วยให้เนื้อผลไม้มีความคงตัวแล้ว CMC ยังลด หรือป้องกันการก่อตัวของวงแหวนน้ำมันบริเวณคอขวด หากมีการเติมสารกันเสีย สารให้สี และสารให้กลิ่นรส ควรเติมก่อนการเติมสารละลาย CMC แล้วจึงเติมกรดซิตริก หรือกรดอื่น ๆ เพื่อปรับพีเอช CMC ที่ใช้มักเป็นชนิดที่มีความหนืดปานกลาง และความหนืดสูง โดยอัตราที่ใช้อยู่ในช่วงร้อยละ 0.1 - 0.4 ในบางกรณีอาจมีการใช้ CMC ร่วมกับกัมชนิดอื่น ๆ (Zecher และ Van Coillie, 1992)

2.5 แซนแทนกัม

แซนแทนกัมได้จากกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ ชนิดที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรม คือ *Xanthomonas compestris* เป็นเฮทเตอโรพอลิแซ็คคาไรด์ที่มีน้ำตาลกลูโคส แมนโนส และกรดกลูคูโรนิกในอัตราส่วน 2.8 : 3 : 2 มีหมู่อะซิติล 4.7 % และกรดไพรูวิกประมาณ 3 % โดยน้ำตาลกลูโคสต่อกับแมนโนสด้วยพันธะ β-1,4 และน้ำตาลแมนโนสที่เป็นสายแขนงต่อกับสายหลักด้วยพันธะ1,2 หรือ 1,3 ส่วนกรดกลูคูโรนิกต่อกันด้วยพันธะ β-1,2 ดังภาพที่ 6 สารละลายแซนแทนกัมให้ความหนืดสูงแม้ความเข้มข้นต่ำ แซนแทนกัมมีความคงตัวสูงต่อความเป็นกรดเบส อุณหภูมิ การแช่แข็ง และละลาย แซนแทนกัมสามารถใช้ในสูตรอาหารที่มีการใช้กรดอะซิตริก กรดซิตริก และกรดฟอสฟอริกได้ โดยสามารถทนความเป็นกรดเบสตั้งแต่ pH 1 ถึง 13 แซนแทนกัมที่ความเข้มข้นสูงมีความสามารถในการทนต่อความเป็นกรดด่างได้มากกว่าที่ระดับความเข้มข้นต่ำ สามารถแสดงลักษณะการเป็นซูโดพลาสติกสูง โดยไม่เปลี่ยนแปลงความหนืด

ตามระยะเวลา (thixothropic) สมบัติการเป็นซูโดพลาสติกนี้ เกิดจากโครงสร้างเฉพาะตัวของแซนแทนกัม เมื่อมีแรงมากระทำ การมีเกลือ เช่น NaCl 0.1 % พบว่าช่วยให้ความหนืดของแซนแทนกัมทนต่อความร้อนสูงได้ดีขึ้น โครงสร้างส่วนที่เป็นกิ่งของแซนแทนกัม จะเป็นส่วนที่ป้องกันสายโซ่หลักไว้ทำให้ทนต่อแรงเฉือน ดังนั้นจึงทำให้แซนแทนกัมมีลักษณะเด่นคือ ผลิตภัณฑ์ที่เติมแซนแทนกัมจะสามารถไหลได้ ผสมและปั๊มในการผลิตได้ สารละลายแซนแทนกัมเมื่อตั้งทิ้งไว้โดยไม่มีการเคลื่อนไหวความหนืดจะสูง เนื่องจากโมเลกุลอยู่ในรูปเกลียวมีสายกิ่งพันหุ้มทำให้มีลักษณะโครงรูปเกลียวคล้ายแท่งที่มีความแข็งแรง (rigid rod - like) โครงสร้างโดยรวมจึงแข็งแรง และสามารถรวมกลุ่มเกิดเป็นขอบเขตรอบต่อต่าง ๆ และเมื่อมีมากขึ้นก็จะให้ลักษณะโครงข่ายคล้ายเจล และเมื่อถูกรบกวน เช่น การกวน การเทให้ไหล ก็จะทำให้เกิดการเหลวตัวเพราะเกิด shear – thinning ดังนั้น จึงสามารถใช้แซนแทนกัมเพื่อให้ความหนืด ทำให้อนุภาคแขวนลอยได้ (นิธิยา, 2551)



ภาพที่ 6 ลักษณะโครงสร้างของแซนแทนกัม
ที่มา : Phillips และ Williams (2002)

แซนแทนกัมไม่มีสมบัติเป็น gelling agent แต่สามารถเกิดเป็นเจลที่ผันกลับด้วยความร้อนได้ (thermo reversible gel) แซนแทนกัมถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวในน้ำสลัด เพื่อให้เครื่องเทศและส่วนประกอบอื่น ๆ แขวนลอยอยู่ได้ และเก็บได้นานโดยไม่เกิดการแยกชั้น ในผลิตภัณฑ์ซอสจะใช้แซนแทนกัมเป็นสารเพิ่มความข้นหนืด ในผลิตภัณฑ์

ขนมอบใช้แซนแทนกัม เพื่อให้ส่วนประกอบต่าง ๆ ผสมเข้ากันได้ง่ายในระหว่างการนวด ทำให้โพรงอากาศกระจายตัวและมีความคงตัวอยู่ในผลิตภัณฑ์ได้ดี (Imeson, 1997) มักใช้ในเครื่องดื่มตระกูลส้ม และเครื่องดื่มที่มีกลิ่นรสผลไม้ ทำให้มีความรู้สึกในปาก และมีการปลดปล่อยกลิ่นรสที่ดี จึงมักใช้เป็นสารให้ความคงตัวแก่กลิ่นรสในเครื่องดื่มประเภทอิมัลชัน ความเข้มข้นที่ใช้ในเครื่องดื่มอยู่ในช่วงร้อยละ 0.001 - 0.5 นอกจากนี้ยังสามารถละลายได้อย่างรวดเร็ว และสมบูรณ์ที่พีเอชต่ำ ซึ่งช่วยในการแขวนลอยของส่วนประกอบที่ไม่ละลายน้ำได้เป็นอย่างดี สามารถอยู่รวมกับองค์ประกอบต่าง ๆ ในอาหารได้ รวมทั้งแอลกอฮอล์ การเติมแซนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0.025 - 0.170 จะช่วยให้เกิดเนื้อสัมผัส ในเครื่องดื่มน้ำผลไม้ปรุงแต่ง ส่วนในน้ำส้มมีการเติมกัมผสมระหว่างแซนแทนกัมร้อยละ 0.02 - 0.06 และ CMC ร้อยละ 0.02 - 0.14 เพื่อช่วยในการแขวงลอยของเนื้อส้ม โดย CMC จะช่วยให้โปรตีนในเนื้อส้มเกิดความคงตัวด้วย (Pettitt, 1982)

2.6 ความคงตัวของความขุ่นในเครื่องดื่ม

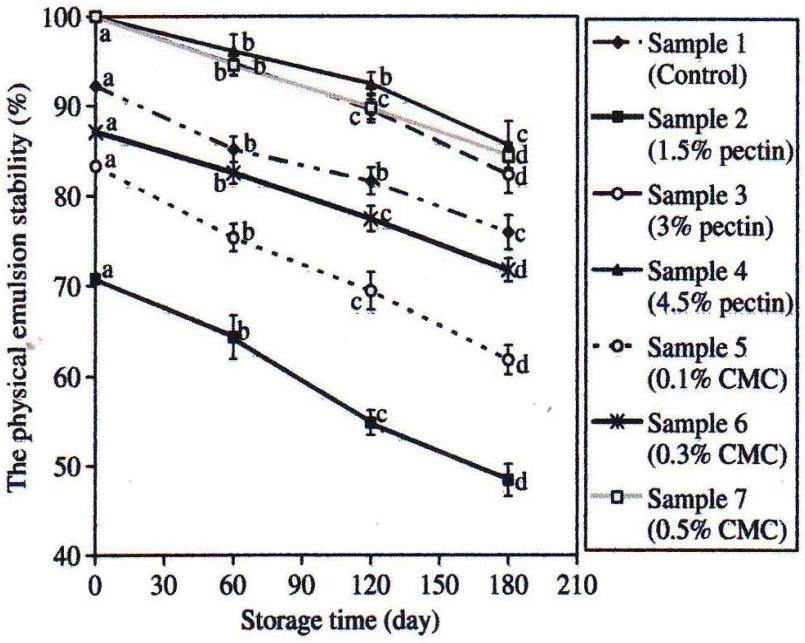
ความขุ่นในเครื่องดื่ม เกิดจากการกระจายตัวของแสงไปกระทบกับอนุภาคที่แขวนลอยในตัวกลางที่เป็นของเหลว (Oppenheimer, 1971) ในกรณีน้ำผลไม้ เช่น น้ำส้ม ความขุ่นเกิดจากการแขวนลอยของสารที่มีโครงสร้างลักษณะคล้ายเนื้อเยื่อ เช่น albedo, rag และเนื้อผลไม้ ซึ่งมีสารประกอบจำพวกเซลลูโลสในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังมีสารพวกเพคติน โปรตีน ไขมัน องค์ประกอบของไนโตรเจน และฟอสฟอรัส รวมทั้งรงควัตถุธรรมชาติ และน้ำมันหอมระเหย (Padival และคณะ, 1980 ; Klavons และ Bennett, 1985) สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม ความขุ่นมักได้จากการเติมกัม เพื่อเพิ่มลักษณะธรรมชาติ หรือลักษณะปรากฏให้แก่เครื่องดื่ม

Crandall และคณะ (1983) ได้ศึกษาคุณสมบัติของความขุ่นจากน้ำส้ม พบว่า ความขุ่นของน้ำส้มประกอบด้วยส่วนผสมของอนุภาคต่างชนิดกัน ได้แก่ ผนังเซล หยดน้ำมัน โครมาโตรฟอร์ (chromatophores) และผลึกเฮสเพอริดีน (hesperidin crystals) อนุภาคเหล่านี้มีขนาดเล็กเพียงพอที่จะเกิดเป็นองค์ประกอบของความขุ่นได้ โดยมีขนาดตั้งแต่ 0.5 - 10.0 ไมโครเมตร ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 0.48 ของน้ำหนักแห้งในน้ำส้ม อนุภาคของความขุ่นในน้ำส้มประกอบด้วยไขมันร้อยละ 25 โปรตีนร้อยละ 34 และเพคตินร้อยละ 32 โดยประมาณ ส่วนเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ซึ่งพบมากใน albedo, rag และ pulp มีอยู่เพียงร้อยละ 2 หรือน้อยกว่า แสดงว่าความขุ่นไม่ได้มาจากเนื้อเยื่อเหล่านี้ แต่เป็นส่วนประกอบเดิมของน้ำผลไม้ Mizrahi และ Berk (1970) ได้ศึกษาลักษณะทางเคมีกายภาพของความขุ่นในน้ำส้ม พบว่าอนุภาคที่มีขนาดต่ำกว่า 2 ไมโครเมตร ทำให้เกิดความขุ่นที่มีความคงตัว ซึ่งอนุภาคเหล่านี้ประกอบด้วยผลึกที่มีรูปเข็มของ hesperidin, chromoplastides, amorphous (rag) paticles และหยดน้ำมัน การดูดซับหยดน้ำมันบนส่วนของ

อนุภาคจะช่วยเพิ่มความสามารถในความคงตัวได้ โดยการลดความหนาแน่น ส่วนผลึก hesperidin ได้จากการก่อตัวเป็นผลึกบางส่วนในทันทีภายหลังการสกัดน้ำผลไม้ อนุภาคความขุ่นจะแสดงประจุลบลดลงเมื่อพีเอชลดลง

Mirhosseini และคณะ (2002) พบว่า ผลของเพคตินและ CMC ต่ออัตราการสูญเสียความขุ่น ภายใต้สภาวะการเร่งที่ทำให้ขุ่นในระหว่างการเก็บ อัตราการสูญเสียความขุ่นเกิดจากความสามารถของอิมัลชันที่ยังคงกระจายตัว (Cloudiness) และมีความคงตัวของความขุ่นที่กระจายตัวสูง โดยทั่วไปอัตราการสูญเสียความขุ่นจะเป็นสัดส่วนที่ผกผันกับความเข้มข้นของเพคตินหรือ CMC

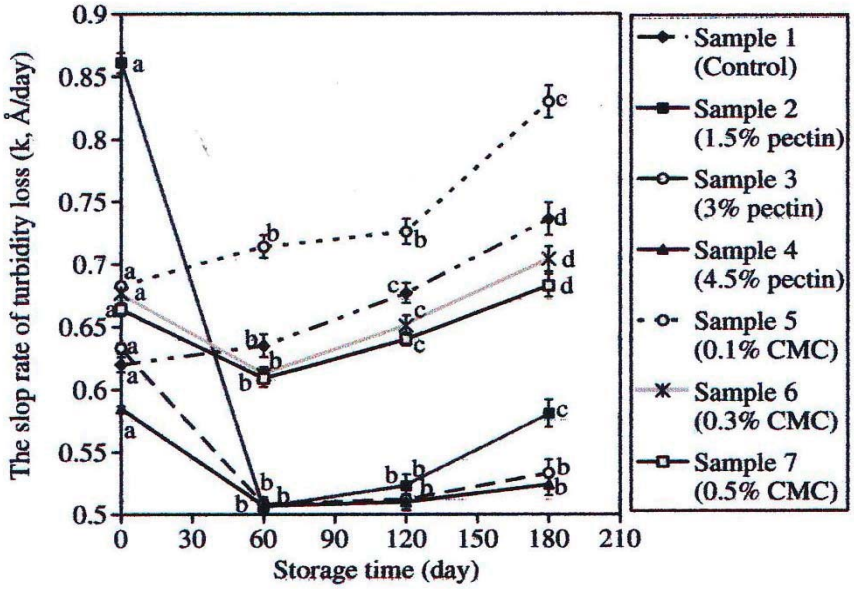
Mirhosseini และคณะ (2008) ได้ศึกษาผลของเพคตินและ CMC ที่มีต่อความคงตัวทางกายภาพ อัตราความสูญเสียความขุ่น ในระหว่างการเก็บรักษาโดยใช้เพคตินร้อยละ 1.5, 3 และ 4.5 ใช้ CMC ร้อยละ 0.1, 0.3 และ 0.5 ใส่ลงในน้ำส้ม แล้วหาค่า ESI (Emulsion stability index) ปรากฏว่า เพคตินให้ผลต่อความคงตัวทางกายภาพต่อน้ำส้มได้ดีกว่า CMC ยกเว้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 (w/w) ดังภาพที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของความคงตัวทางกายภาพระหว่างการเก็บรักษาของน้ำส้มที่เติมเพคตินและ CMC ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งเหตุที่ทำให้น้ำส้มคงตัวได้ดีกว่าสามารถอธิบายได้ว่าเกิดจากความหนืดของเพคติน ,พฤติกรรมการของของเหลวแบบซูโดพลาสติกและประจุลบทำให้เกิดการผลักกันแต่โดยพื้นฐานเพคตินเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่มีประจุลบ ซึ่งแสดงแรงผลักทางไฟฟ้าสถิตระหว่างดร็อพเล็ท เพคตินสามารถใช้ในปริมาณที่น้อยกว่ากัมอะราบิกเพื่อให้เกิดความคงตัว ผลของการทดแทนแซนแทนกัมร้อยละ 0.3 (W/W) ด้วย CMC ร้อยละ 0.5 (W/W) ให้ความคงตัวที่สูงขึ้นในการเก็บรักษาเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (Akhtar และคณะ, 2002) การเติม CMC ลงในโปรตีนเวย์ พบว่าช่วยปรับปรุงความคงตัวทางกายภาพได้ ซึ่งอธิบายได้ว่าเป็นผลของการผลักกันทางไฟฟ้าสถิตของ CMC เนื่องจากโครงสร้างของ CMC มีทั้งประจุบวกและประจุลบอยู่ในโมเลกุล จึงทำให้ไม่เกิดการรวมตัวกันของโปรตีนเวย์ (Kika และคณะ, 2007)



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของความคงตัวทางกายภาพระหว่างการเก็บรักษาของน้ำส้มที่เติมเพคติน และ CMC ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ที่มา : Mirhosseini และคณะ (2008)

ตัวอย่างควบคุมมีความขุ่นเริ่มต้นสูงและลดลงตามระยะเวลาในการเก็บเป็นเวลา 0, 60, 120 และ 180 วัน ซึ่งมีค่าความขุ่น 1.48, 1.3, 1.2 และ 1.18 อังสตรอม ตามลำดับ ในตัวอย่างที่เติม CMC ร้อยละ 0.1, 0.3 และ 0.5 มีค่าความขุ่นในตอนเริ่มต้นสูงเช่นกัน ประมาณ 1.35 – 1.4 อังสตรอม และลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ซึ่งค่าความขุ่นที่ลดลงมีความแตกต่างกันตามระยะเวลาในการเก็บอย่างเห็นได้ชัด และในตัวอย่างที่มีการเติมเพคตินร้อยละ 3 และ 4.5 เมื่อเก็บรักษาไว้ตามระยะเวลามีค่าความขุ่นที่มีความคงตัวที่ไม่แตกต่างจากตอนเริ่มต้นในการเก็บรักษา เครื่องดื่มที่มีเพคตินร้อยละ 1.5 (w/w) และ CMC ร้อยละ 0.1 (w/w) สามารถรักษาความขุ่นได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ดังภาพที่ 8 แสดงถึงการเติมเพคตินร้อยละ 4.5 (w/w) มีอัตราการสูญเสียความขุ่นระหว่างการเก็บรักษาน้อยที่สุด ที่ CMC ร้อยละ 0.1 (w/w) มีอัตราการสูญเสียความขุ่นสูงที่สุด



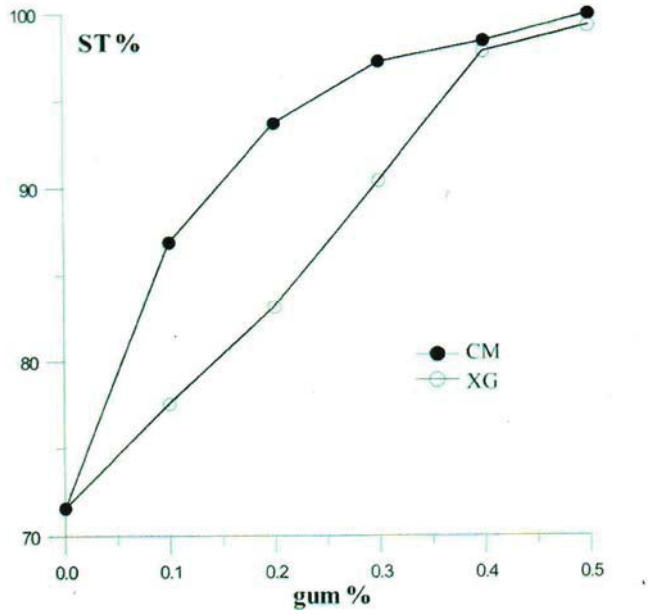
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของอัตราการสูญเสียความขุ่นระหว่างการเก็บรักษาของน้ำส้มที่เติมเพคติน และ CMC ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ที่มา : Mirhosseini และคณะ (2008)

การเติมเพคตินจะทำให้ลดอัตราการสูญเสียความขุ่นมากกว่า CMC ความคงตัวของเครื่องดื่มขึ้นกับแรงผลักกันของดร็อพเลท ขนาดโดยเฉลี่ยของดร็อพเลท และการกระจายตัวของโพลีแซคคาร์ไรด์ ซึ่งจะมีผลต่อระยะเวลาในการเกิดกลไก flocculation , Coalescence และ Aggregation และอีกเหตุผลหนึ่งที่มีผลต่ออัตราการสูญเสียความขุ่นในการเก็บรักษา คือ การเติมชนิดและความเข้มข้นของไฮโดรคอลลอยด์ที่แตกต่างกันเป็นเหตุให้ความหนาของชั้นผิวหน้าของระบบแตกต่างกันด้วยจึงส่งผลต่อระยะเวลาในการรักษาความขุ่นด้วย ความขุ่นที่ลดลงของเครื่องดื่มในระหว่างการเก็บ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของดัชนีหักเหของเฟสกระจายตัว (Dluzewska และคณะ, 2006) ในการใช้ CMC ในน้ำแอปเปิลให้ผลดีต่อความขุ่นในน้ำแอปเปิล การเติม CMC ร้อยละ 0.4 – 0.5 จะทำให้ความขุ่นของน้ำแอปเปิลคงตัวในการเก็บรักษา (Genovese และ Lozano, 2001) และการเติม CMC ร้อยละ 0.05 % ทำให้เพิ่มความใสของความขุ่นในน้ำผลไม้หมักและน้ำผลไม้ตามธรรมชาติด้วย

Genovese และ Lozano (2001) ได้ศึกษาผลของไฮโดรคอลลอยด์ต่อความคงตัวและความหนืดของความขุ่น (cloudy) ในน้ำแอปเปิล โดยการเตรียมน้ำแอปเปิลความหวาน 10 บริกซ์ นำไปต้ม กรอง เติมแซนแทนกัมหรือ CMC ร้อยละ 0.4 - 0.5 (w/w) กวนด้วยแม่เหล็ก 1.5 ชั่วโมง

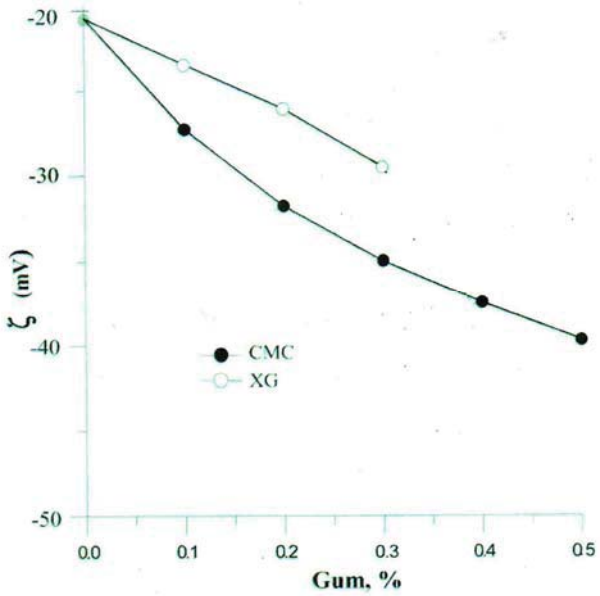
ที่อุณหภูมิห้อง เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่า z-potential ซึ่งได้ผลดังภาพที่ 9 แสดงผลของปริมาณของกัมกับความคงตัวของความขุ่น (ST% : stable turbidity) ความคงตัวของความขุ่นเพิ่มขึ้นตามปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ และความคงตัวสูงสุดของไฮโดรคอลลอยด์เป็นจุดที่มีปริมาณแซนแทนกัมร้อยละ 0.4 และ CMC ร้อยละ 0.3 ซึ่งเป็นจุดที่ระดับความเข้มข้นของแซนแทนกัม และ CMC ทำให้น้ำแอปเปิ้ลมีความคงตัวของความขุ่นใกล้กันมากที่สุด



ภาพที่ 9 ความคงตัวของความขุ่น (ST%) ต่อปริมาณของกัม (CMC = carboxymethycellulose , XG = xanthan gum)

ที่มา : Genovese และ Lozano (2001)

ค่า z-potential ในภาพที่ 10 แสดงให้เห็นว่าค่า z – potential ลดลงเมื่อเติม CMC และแซนแทนกัม ในตัวอย่างที่เติม CMC จะมีค่า z – potential ลดลงมากกว่าตัวอย่างที่เติมแซนแทนกัม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแซนแทนกัมมีค่าทางไฟฟ้าสูงกว่า ทำให้มีแรงในการป้องกันไม่ให้อนุภาคเข้ามาใกล้กันได้ศสูงกว่าค่า z – potential ของแซนแทนกัม

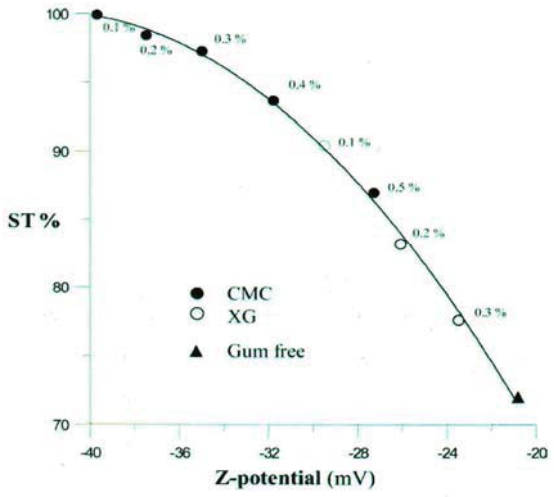


ภาพที่ 10 z-potential (ζ) ในความขุ่นของน้ำแอปเปิ้ลต่อปริมาณของกัม

(CMC = carboxymethycellulose , XG = xanthan gum)

ที่มา : Genovese และ Lozano (2001)

เมื่อนำค่า ST% มาพลอทกับ z-potential ดังภาพที่ 11 สังเกตได้ว่าพฤติกรรมของค่าที่ได้ขึ้นกับชนิดและความเข้มข้นของไฮโดรคอลลอยด์ที่เติมลงไปในน้ำแอปเปิล ที่ระดับความเข้มข้นของ CMC ต่ำกว่าร้อยละ 0.4 - 0.5 น้ำแอปเปิ้ลมีความคงตัวน้อยลง ที่อัตราแรงเฉือนต่ำแซนแทนกัมมีความหนืดมากกว่า CMC แสดงให้เห็นว่าผลของความคงตัวของ CMC เกิดขึ้นเนื่องจากการผลักกันของประจุลบ การเติมไฮโดรคอลลอยด์ทำให้ความขุ่นคงตัวต่อการเก็บรักษาได้ดี แม้ว่า CMC จะมีความหนืดต่ำกว่าแซนแทนกัม ความสามารถในการคงตัวของ CMC ให้ความคงตัวสูง เนื่องจากมีประจุลบสูง ทำให้อนุภาคของประจุลบเกิดการผลักกัน แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของกัม, z-potential อาจจะใช้ในการทำนายความคงตัวของน้ำผลไม้ได้

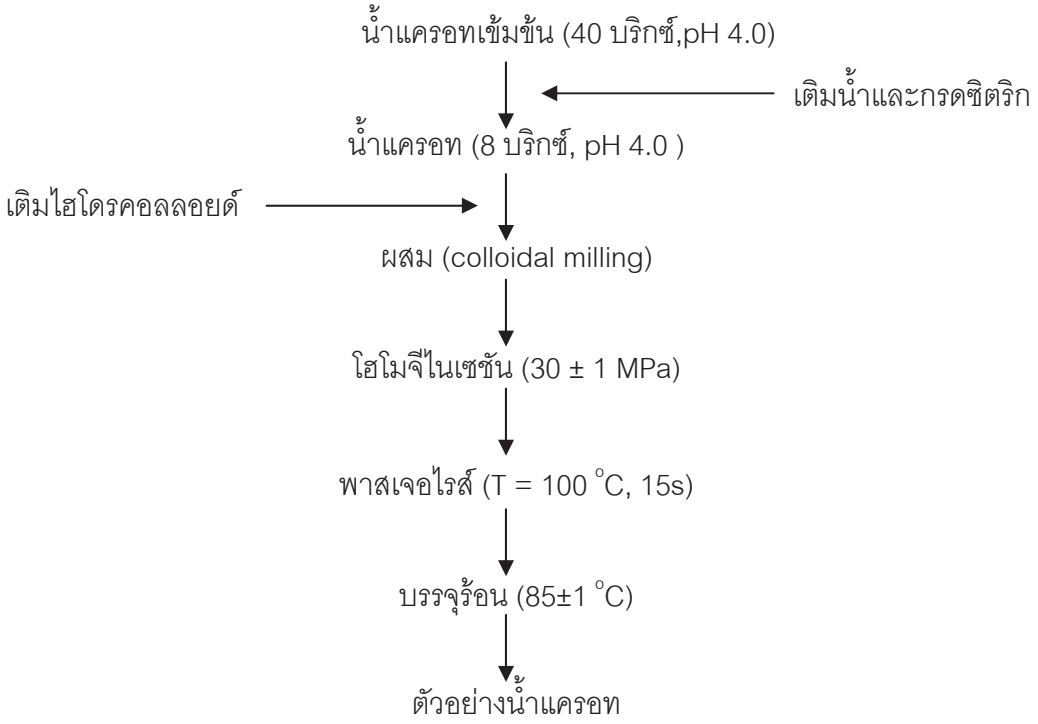


ภาพที่ 11 ความคงตัวของความขุ่น (ST%) ในน้ำแอปเปิ้ลที่เติมกัมกับ z-potential (ζ)

(CMC = carboxymethycellulose , XG = xanthan gum)

ที่มา : Genovese และ Lozano (2001)

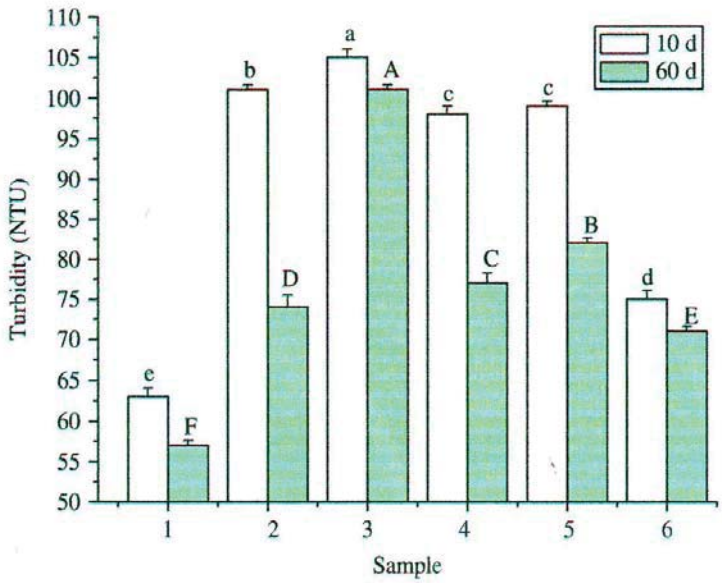
Liang และคณะ (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของไฮโดรคอลลอยด์ที่มีต่อการตกตะกอนของเนื้อแครอท การตกตะกอนสีขาว ความขุ่นและความหนืดของน้ำแครอท โดยมีการเตรียมน้ำแครอทจากน้ำแครอทเข้มข้น ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แสดงขั้นตอนการเตรียมน้ำแครอท

ที่มา : Liang และคณะ (2006)

เติมไฮโดรคอลลอยด์ ดังนี้ เจลแลนกัม 0.02 กรัม, แซนแทนกัม 0.2 กรัม, เจลแลนกัม 0.015 กรัมผสมกับแซนแทนกัม 0.1 กรัม, กัวร์กัม 0.2 กรัม และ CMC 0.3 กรัม นำตัวอย่างน้ำแครอทที่ได้มาวัดความขุ่นด้วยเครื่อง Digital Photoelectrical Turbidimeter พบว่า การเติมกัวร์กัม แซนแทนกัม CMC เจลแลนกัมผสมแซนแทนกัม และเจลแลนกัม สามารถเพิ่มความขุ่นของน้ำแครอทได้ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ดังภาพที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวอย่างที่ 10 วัน และ 60 วัน กับค่าความขุ่นของน้ำแครอท



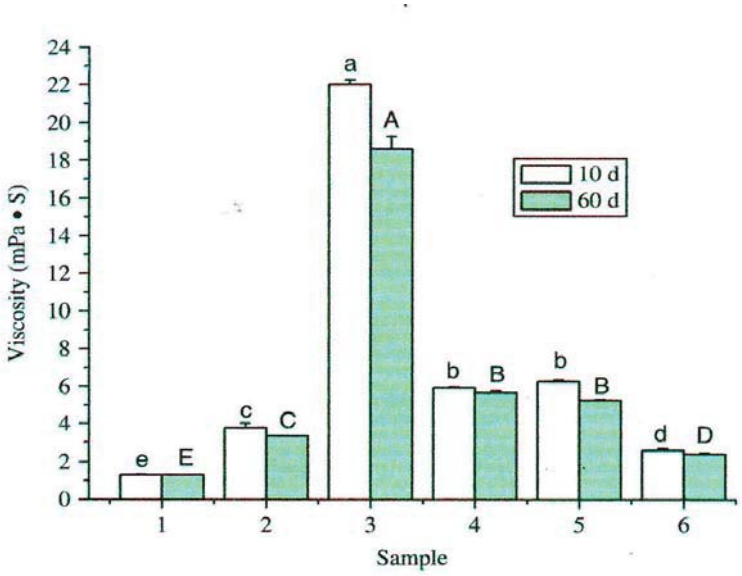
ภาพที่ 13 ผลของไฮโดรคอลลอยด์และเวลาในการเก็บรักษาต่อความขุ่นของน้ำแครอท ;

1 = control, 2 = กัวร์กัม (0.2), 3 = แซนแทนกัม (0.2), 4 = CMC (0.3),

5 = เจลแลนกัมผสมแซนแทนกัม (0.015/0.1) และเจลแลนกัม (0.02)

ที่มา : Liang และคณะ (2006)

ในตัวอย่างที่เติมเจลแลนกัม (0.02) ความขุ่นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ที่ระยะเวลาการเก็บ 10 วันและ 60 วัน ความขุ่นของตัวอย่างทั้งหมดลดลงและความขุ่นของเจลแลนกัมลดลงน้อยที่สุด การสูญเสียความขุ่นเป็นผลมาจากการตกตะกอนของเนื้อแครอท ภาพที่ 14 แสดงผลของไฮโดรคอลลอยด์และเวลาในการเก็บรักษาต่อความหนืดของน้ำแครอท การเติมกัมต่าง ๆ ทำให้ความหนืดของน้ำแครอทเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม แต่ในตัวอย่างที่เติมเจลแลนกัม มีความหนืดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในตัวอย่างทั้งหมดแซนแทนกัมมีความหนืดสูงที่สุด อธิบายได้ว่าแซนแทนกัมมีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่ากัวร์กัม CMC และเจลแลนกัม เพราะว่าความหนืดของไฮโดรคอลลอยด์โดยทั่วไปเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักของโมเลกุล และระยะเวลาที่เก็บไว้ 10 วัน ถึง 60 วัน ความหนืดของกัวร์กัม แซนแทนกัม CMC และเจลแลนกัมผสมแซนแทนกัมลดลง แต่ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเจลแลนกัม



ภาพที่ 14 ผลของไฮโดรคอลลอยด์และเวลาในการเก็บรักษาต่อความหนืดของน้ำแครอท ;
1 = control, 2 = กัวร์กัม (0.2), 3 = แซนแทนกัม (0.2), 4 = CMC (0.3),
5 = เจลแลนกัมผสมแซนแทนกัม (0.015/0.1) และเจลแลนกัม (0.02)
ที่มา : Liang และคณะ (2006)

การเติมกัมที่มีประจุลบในน้ำผลไม้ที่มีอนุภาคเป็นประจุลบเพื่อเพิ่มแรงผลักกันระหว่างอนุภาค กัมโมเลกุลใหญ่สามารถดูดซับบนผิวของอนุภาคได้ ซึ่งอาจจะช่วยเพิ่มการผลักกันแบบสเตอริกของอนุภาคได้ (Ibrahim และคณะ, 2009)

จากปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตเครื่องดื่มน้ำผลไม้ที่มีเนื้อมากให้เกิดความคงตัว คือ การทำให้เนื้อผลไม้ในน้ำผลไม้แขวนลอยอยู่ได้เป็นเวลานานที่สุด โดยผสมกัมที่มีประสิทธิภาพดีในปริมาณต่ำสุด Anonymous (1981) ได้พัฒนากัมจากการผสมของกัมที่ได้จากธรรมชาติ (Ticaloid 550) เติมลงในเนื้อผลไม้แขวนลอยที่ระดับต่ำ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดต่ำและมีความรู้สึกในปากที่ดี นอกจากนี้เมื่อบรรจุน้ำผลไม้ในขวดแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความคงตัวของความขุ่นสม่ำเสมอกัน Padival และคณะ (1980) พบว่าการให้ความร้อนแก่น้ำผลไม้เพื่อยับยั้งกิจกรรมของเพคตินเอนไซม์ ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะทำให้ความขุ่นในเครื่องดื่มน้ำผลไม้บรรจุขวด เช่น สควอช (squash) ครัช (crush) และไซรัป (syrup) ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วงร้อยละ 40 - 60 มีความคงตัวได้ ดังนั้นจึงมีการใช้กัมเติมลงในเครื่องดื่ม เพื่อช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 ขิงแก่ อายุ 10 เดือน จากตลาดศรีเมือง จังหวัดราชบุรี

3.1.2 น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล

3.1.3 น้ำตาลกรวด

3.1.4 เพคติน ชนิด High methoxyl มีค่า DM 70 % (Pectin Instant CJ 204 จากบริษัท Herbs treith & Fox Co.Ltd.)

3.1.5 CMC (MACOGEN F 1,500 จากบริษัท Adinop Limited)

3.1.6 แซนแทนกัม (KELCOGEL จากบริษัท CP KELCO U.S.,Inc.)

3.1.7 เจลแลนกัม (จากบริษัท CP KELCO U.S.,Inc.)

3.1.8 Freshening Stabilizer (บริษัท HJ. ประเทศไต้หวัน)

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 เครื่องหั่น (Model K6. MU HUA MACHINERY Co.,Ltd. Taiwan)

3.2.2 เครื่องโม่ (High speed grinding : Model FP-05 .Yungsoon LIH Ltd.Taiwan)

3.2.3 เครื่องโฮโมจีไนซ์ (Homogenizer : Model T25basic. BEC THAI.)

3.2.4 แผ่นกรอง 150 mesh

3.2.5 เทอร์โมมิเตอร์

3.2.6 เครื่องชั่งแบบละเอียด 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo (Thailand) Ltd. : Model RW00-2221-078)

3.2.7 ชุดอุปกรณ์สกัดไขมันแบบซอคเลต (Extraction Unit B-811: Buchi)

3.2.8 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Auto Disteam, Pbi international)

3.2.9 เตาเผา (Carbolite, S302RR, England)

3.2.10 เครื่องมือในการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (hand refractometer)

3.2.11 เครื่องวัดสี (Color-view™ Spectrophotometer)

3. 2.12 เครื่องมือวัด pH (pH meter :HANA Model HI9023)

3. 2.13 เครื่องมือในการหาปริมาณจุลินทรีย์ โดยวิธี Total Plate Count

3. 2.14 เครื่องวัดความขุ่น (Turbidimeter : Model 2100 AN “HACH”)

3. 2.15 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer : Model DV-II)

3. 2.16 กระดาษกรองเบอร์ 1 (Whatman Schieicher & Schuell)

3.4 วิธีการทดลอง

ศึกษาองค์ประกอบของตะกอนขิง ดังนี้

3.4.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมีของตะกอนน้ำขิง

นำขิงแก่มาล้างน้ำและหั่นด้วยเครื่องหั่น ผสมน้ำในอัตราส่วน 1 : 3 โม่รวมกันให้ละเอียด กรองด้วยตาข่าย 150 mesh ได้น้ำขิง ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน และกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เอาส่วนที่เป็นตะกอนไปอบให้แห้ง นำไปวิเคราะห์ความชื้น โปรตีน (AOAC, 1999) ไขมัน เถ้า (AOAC, 1999) เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 1999)

3.4.2 ศึกษาชนิดและปริมาณของกัมที่เหมาะสม ในการลดการตกตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่ม

นำขิงแก่มาล้างน้ำและหั่นด้วยเครื่องหั่น ผสมน้ำในอัตราส่วน 1 : 3 โม่รวมกันให้ละเอียด กรองด้วยตาข่าย 150 mesh ได้น้ำขิงที่จะนำไปเตรียมตัวอย่าง นำน้ำขิงที่ได้มาผสมน้ำและส่วนประกอบอื่น ๆ (ตารางที่ 2) ตามปริมาณที่กำหนดโดยให้ส่วนประกอบอื่น ๆ คงที่ ได้แก่ น้ำตาลทรายขาวร้อยละ 7, น้ำตาลกรวดร้อยละ 3, และน้ำขิงร้อยละ 40 ซึ่งแต่ละสูตรจะมีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 10 องศาบริกซ์ ปรับพีเอชด้วย Freshening Stabilizer ให้ได้พีเอช 4.2 นำมาให้ความร้อน 70 องศาเซลเซียส และเติม CMC ร้อยละ 0.1, 0.2 และ 0.3 ตามลำดับ นำแต่ละตัวอย่างเข้าเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (Homogenizer) ที่ระดับความเร็ว 24,000 รอบ/นาที 1 นาที จากนั้นนำน้ำขิงมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 1 นาที บรรจุลงขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปิดผนึกด้วยฝาให้สนิททันที และนำไปต้มในน้ำเดือด 15 นาที ทำให้เย็น ตามขั้นตอนดังภาพที่ 15 และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 1, 3, 5 และ 7 สัปดาห์ ทำการทดลองเช่นเดียวกันโดยใช้เพคตินร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3 แซนแทนกัมร้อยละ 0.001, 0.005, 0.01 เจลแลนกัมร้อยละ 0.01, 0.05 และ 0.1 ตามลำดับ แทนการใช้ CMC เปรียบเทียบผลกับตัวอย่างควบคุม (control) คือ ตัวอย่างน้ำขิงที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตเดียวกันแต่ไม่มีการเติมกัม ซึ่งมีกระบวนการผลิต ดังภาพที่ 15 โดยแต่ละสูตรทำการทดลอง 3 ซ้ำ และทำการวิเคราะห์ ดังนี้

3.4.2.1 นำตัวอย่างน้ำขิงพร้อมดื่มที่ผลิตได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านความหนืด ซึ่งใช้วิธี 9- point hedonic scale โดยผู้ทดสอบที่ทราบความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายเป็นอย่างดีจำนวน 3 คน ซึ่งเป็นฝ่ายการตลาดของบริษัท เฟิรสท์ แคน ฟูด (ไทย) จำกัด โดยใช้คะแนน 1 - 9 ดังนี้

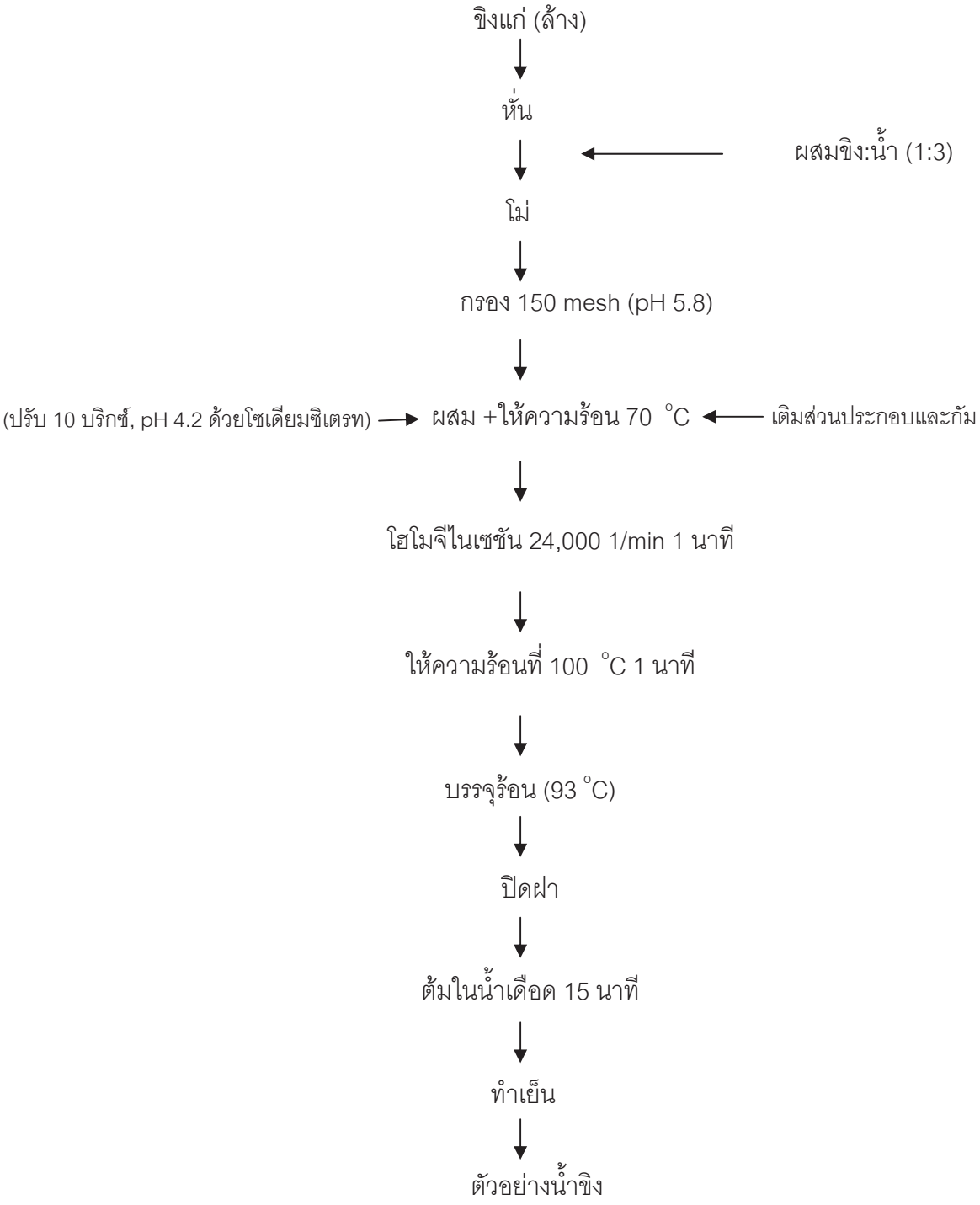
9 = ชอบมากที่สุด	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
8 = ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
7 = ชอบปานกลาง	2 = ไม่ชอบมาก
6 = ชอบเล็กน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด
5 = เฉย ๆ	

3.4.2.2 การวัดความหนืด ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบบรุคฟิลด์ (Brookfield) โดยใช้เข็มเบอร์ 1 ที่ความเร็ว 180 รอบ/นาที เวลาไม่เกิน 10 วินาที โดยใช้ปริมาณตัวอย่าง 500 มิลลิลิตร วัดที่อุณหภูมิห้อง

3.4.2.3 การวัดค่าความขุ่น โดยใช้เครื่องวัดความขุ่น (Turbidimeter) โดยปิเปตตัวอย่างน้ำขิงส่วนบนสุดของขวด 30 ml. นำตัวอย่างมาใส่ขวดสำหรับวัดความขุ่น ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องรอจนอุณหภูมิตัวอย่างเท่ากับอุณหภูมิห้อง จึงทำการวัดความขุ่น

3.4.2.4 วัด pH โดยใช้ pH meter วัดที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส

<u>กระบวนการผลิตน้ำขิงพร้อมดื่ม</u>



ภาพที่ 15 แผนภาพแสดงขั้นตอนการผลิตน้ำขิงพร้อมดื่ม

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก พัชรินทร์ (2541)

ตารางที่ 2 สูตรผลิตภัณฑ์สำหรับศึกษาชนิดและปริมาณของกัมที่เหมาะสม
ในการลดการตกตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่ม

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	สัดส่วนของวัตถุดิบ (ร้อยละ)				
		สูตรผลิตภัณฑ์				
		น้ำขิง	น้ำ	น้ำตาลทรายขาว	น้ำตาลกรวด	รวม
CMC	0.1	40	49.9	7	3	100
	0.2	40	49.8	7	3	100
	0.3	40	49.7	7	3	100
เพคติน	0.1	40	49.9	7	3	100
	0.2	40	49.8	7	3	100
	0.3	40	49.7	7	3	100
แซนแทนกัม	0.001	40	49.999	7	3	100
	0.005	40	49.995	7	3	100
	0.01	40	49.99	7	3	100
เจลแลนกัม	0.01	40	49.99	7	3	100
	0.05	40	49.95	7	3	100
	0.1	40	49.9	7	3	100
ควบคุม	-	40	50	7	3	100

3.4.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำขิงที่ระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

พิจารณาผลิตภัณฑ์น้ำขิงพร้อมดื่มที่ได้รับการยอมรับจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส (ความหนืด) จากข้อ 3.4.2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำขิงพร้อมดื่มในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 1, 3, 5 และ 7 สัปดาห์
โดยแต่ละสูตรทำการทดลอง 3 ซ้ำ และทำการวิเคราะห์ ดังนี้

3.4.3.1 การวัดความหนืด ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบบรุคฟิลด์ (Brookfield) โดยใช้เข็มเบอร์ 1 ที่ความเร็ว 180 รอบ/นาที เวลาไม่เกิน 10 วินาที โดยใช้ปริมาณตัวอย่าง 500 มิลลิลิตร วัดที่อุณหภูมิห้อง

3.4.3.2 การวัดค่าความขุ่น โดยใช้เครื่องวัดความขุ่น (Turbidimeter) โดยปิเปตตัวอย่างน้ำขิงส่วนบนสุดของขวด 30 ml. นำตัวอย่างมาใส่ขวดสำหรับวัดความขุ่น ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง รอจนอุณหภูมิตัวอย่างเท่ากับอุณหภูมิห้อง จึงทำการวัดความขุ่น

3.4.3.3 วัดปริมาณตะกอนน้ำขิง โดยใช้ปิเปตดูดส่วนที่ใสของน้ำขิงออก เอาแต่ส่วนที่ตกตะกอนอยู่ที่ก้นขวด นำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และนำไปอบให้แห้ง และชั่งน้ำหนัก

3.4.3.4 วัด pH โดยใช้ pH meter วัดที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส

3.4.3.5 การวัดสี โดยใช้เครื่องวัดสี (color view)

3.4.3.6 นำตัวอย่างน้ำขิงพร้อมดื่มที่ผลิตได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวม ซึ่งใช้วิธี 9 - point hedonic scale โดยผู้ทดสอบที่ทราบความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายเป็นอย่างดีจำนวน 3 คน ซึ่งเป็นฝ่ายการตลาดของบริษัท เฟิรสท์ แคน ฟูด (ไทย) จำกัด ในการทดสอบมีการทดสอบโดยการเสิร์ฟตัวอย่างให้ผู้ชิมทีละตัวอย่าง ซึ่งทดสอบ ดังนี้

- ลักษณะปรากฏ หมายถึง ลักษณะปรากฏโดยรวมของผลิตภัณฑ์ก่อนการทดสอบ
- สี หมายถึง สีของผลิตภัณฑ์
- กลิ่น หมายถึง กลิ่นโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขณะทดสอบ
- รสชาติ หมายถึง รสชาติโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์
- ความหนืด หมายถึง ความหนืดโดยรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์
- ความชอบโดยรวม หมายถึง ความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์

โดยใช้คะแนน 1 - 9 ดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
8 = ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
7 = ชอบปานกลาง	2 = ไม่ชอบมาก
6 = ชอบเล็กน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด
5 = เฉย ๆ	

3.4.3.7 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์, รา, โคลิฟอร์ม และ *อี.โคไล* ในผลิตภัณฑ์ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 144 พ.ศ. 2535 (AOAC, 1990)

3.4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำขิงพร้อมดื่ม

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำขิงพร้อมดื่มที่อุณหภูมิห้องนาน 12 เดือน โดยแต่ละสูตรทำการวิเคราะห์ตามข้อ 3.4.3

3.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติตามแบบแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และทำการเปรียบเทียบค่าความแตกต่าง โดยใช้ Duncan' s multiple range test ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized Complete block design) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และทำการเปรียบเทียบค่าความแตกต่าง โดยใช้ Duncan' s multiple range test โดยใช้โปรแกรม SPSS version 11.5

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมีของตะกอนน้ำขิง

การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านกายภาพและเคมีของตะกอนน้ำขิง พบว่า ตะกอนน้ำขิงมีคาร์โบไฮเดรต 96.64 % โปรตีน 1.70 % ไขมัน 0.17 % เถ้า 0.63 % และเส้นใย 1.86 % (ตารางที่ 3) จะเห็นได้ว่าในส่วนของตะกอนในน้ำขิงมีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ มาก ซึ่งในส่วนของตะกอนของน้ำขิงที่เกิดขึ้น เกิดจากส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อหรือเซลล์ของขิงที่สามารถกรองผ่านแผ่นกรองขนาด 150 mesh ได้ ทำให้เกิดตะกอนขึ้น ตะกอนที่เกิดขึ้นจะมีความแตกต่างกันไปตามอายุของขิงด้วย ซึ่งขิงที่มีความแก่มากจะเกิดตะกอนสูงกว่าขิงที่อ่อนกว่าด้วย

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของตะกอนขิง (Dry basis)

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (%)
คาร์โบไฮเดรต	96.64 ± 0.06
โปรตีน	1.70 ± 0.06
ไขมัน	0.17 ± 0.03
เถ้า	0.63 ± 0.06
เส้นใย	1.86 ± 0.06

4.2 การศึกษาชนิดและปริมาณของกัมที่เหมาะสมในการลดการตกตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่ม

จากการทดลองผลิตน้ำขิงพร้อมดื่มที่เติมกัมได้แก่ CMC ร้อยละ 0.1 - 0.3 เพคติน ร้อยละ 0.1 - 0.3 แซนแทนกัมร้อยละ 0.001-0.01 และเจลแลนกัมร้อยละ 0.01 - 0.1 แล้วนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบที่ทราบความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายเป็นอย่างดีจำนวน 3 คน มีคะแนนความชอบตั้งแต่ 1 - 9 คะแนน โดย 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด ปรากฏว่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคด้านลักษณะเนื้อสัมผัส (ความหนืด) ของผลิตภัณฑ์น้ำขิงพร้อมดื่มที่เติมเพคติน ร้อยละ 0.1 - 0.3 แซนแทนกัมร้อยละ 0.001 - 0.01 CMC ร้อยละ 0.1 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับตัวอย่างเปรียบเทียบที่ไม่เติมกัม โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส และความหนืด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส คุณภาพทางเคมี และกายภาพของน้ำขิงพร้อมดื่มที่เติมกัมชนิดต่าง ๆ ที่ระดับต่างกัน

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	คะแนนความชอบ (ความหนืด)	ความหนืด (cP)	ความขุ่น (NTU)	pH
CMC	0.1	8.00 ± 0.00^{cd}	26.57 ± 0.12^{h}	339.00 ± 1.00^{b}	4.15 ± 0.01
	0.2	2.67 ± 0.58^{b}	39.47 ± 0.12^{j}	538.33 ± 3.06^{c}	4.15 ± 0.01
	0.3	2.33 ± 0.58^{b}	52.40 ± 0.12^{l}	827.67 ± 3.06^{e}	4.18 ± 0.01
เพคติน	0.1	8.33 ± 0.58^{d}	21.42 ± 0.11^{c}	1483.00 ± 3.61^{i}	4.20 ± 0.01
	0.2	8.33 ± 0.58^{d}	22.14 ± 0.07^{d}	1595.33 ± 2.08^{j}	4.19 ± 0.01
	0.3	8.00 ± 0.00^{cd}	24.43 ± 0.15^{f}	1983.33 ± 1.15^{l}	4.17 ± 0.01
แซนแทนกัม	0.001	8.33 ± 0.58^{d}	20.47 ± 0.15^{b}	1334.67 ± 3.51^{h}	4.18 ± 0.01
	0.005	8.33 ± 0.58^{d}	23.47 ± 0.15^{e}	1695.00 ± 2.00^{k}	4.19 ± 0.00
	0.01	8.67 ± 0.58^{d}	26.25 ± 0.15^{g}	2261.67 ± 3.06^{m}	4.20 ± 0.01
เจลแลนกัม	0.01	7.33 ± 0.58^{c}	34.20 ± 0.20^{i}	1073.00 ± 2.00^{g}	4.15 ± 0.01
	0.05	1.00 ± 0.00^{a}	41.60 ± 0.45^{k}	786.33 ± 3.06^{d}	4.16 ± 0.01
	0.1	1.00 ± 0.00^{a}	57.23 ± 0.15^{m}	896.00 ± 3.00^{f}	4.16 ± 0.01
ควบคุม	-	8.67 ± 0.58^{d}	17.30 ± 0.10^{a}	177.67 ± 3.06^{a}	4.20 ± 0.01

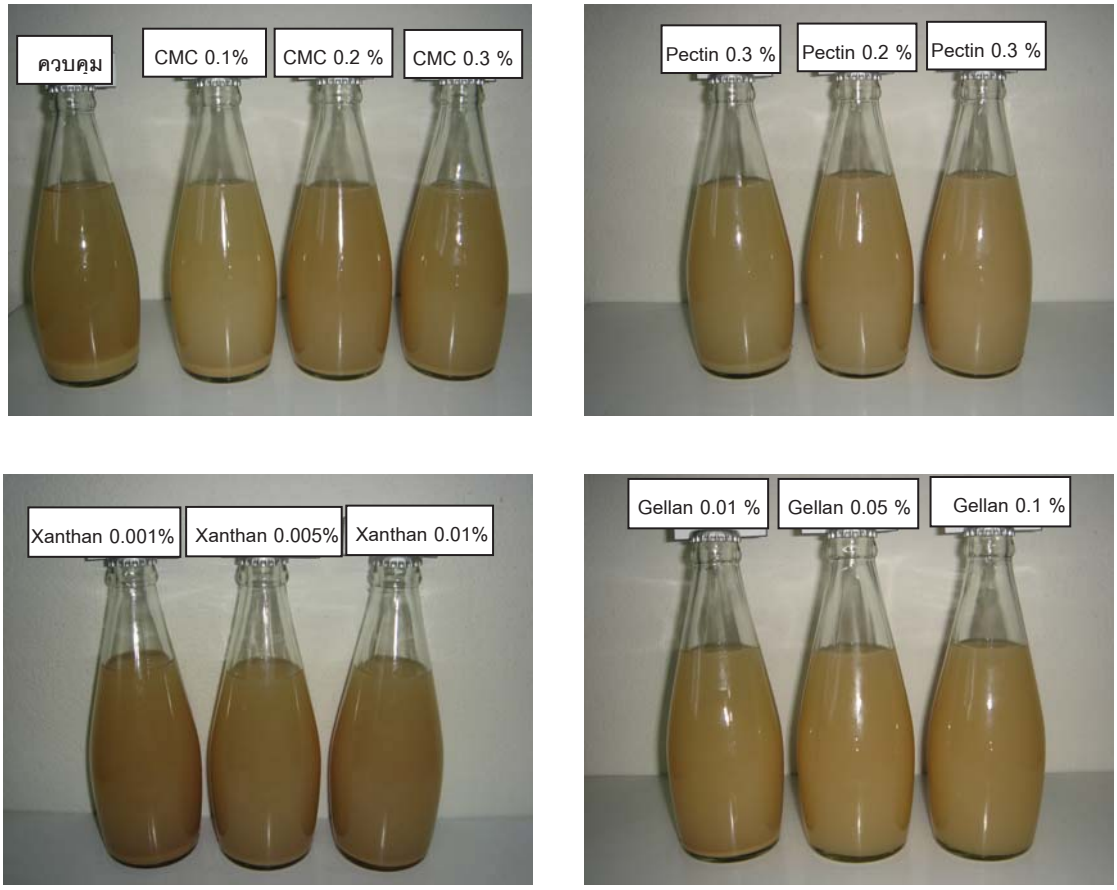
ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ค่าความหนืดของน้ำขิงพร้อมดื่มที่เติม CMC และเจลแลนกัมมีความหนืดสูงกว่าแซนแทนกัม เนื่องจากใช้ปริมาณที่มากกว่า แม้ว่าจะมีขนาดโมเลกุลเล็กกว่า ดังนั้นค่าความหนืดขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของกัมที่เติมด้วย

จากการพิจารณา ชนิดและปริมาณของกัมที่เติมลงน้ำขิงพร้อมดื่ม โดยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความหนืด ค่าความหนืด และความขุ่นของน้ำขิงพร้อมดื่มมาประกอบกันโดยรวมแล้วพบว่า CMC ร้อยละ 0.1 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความหนืดไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม และมีค่าความขุ่นสูงกว่าตัวอย่างควบคุม แต่มีค่าความขุ่นต่ำกว่า

ตัวอย่างน้ำขิงที่เติมกัมชนิดและระดับอื่น ๆ CMC ร้อยละ 0.2 และ 0.3 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความหนืดน้อยและมีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ($p < 0.05$) เนื่องจากมีความหนืดสูงตามลำดับ การใช้ CMC ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปริมาณ CMC ที่ละลายน้ำได้ทำปฏิกิริยากับโปรตีน เกิดเป็นสารประกอบของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและโปรตีน (CMC-Protein) ในปริมาณสูง ซึ่งมีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (Whistler และ Daniel, 1990) การเพิ่มความเข้มข้นของกัมที่เติมลงในเครื่องดื่ม เป็นสัดส่วนโดยตรงกับการเพิ่มความหนืดทั้งทางกายภาพและทางประสาทสัมผัส (Pangborn และคณะ, 1978) น้ำขิงที่เติมเจลแลนกัมร้อยละ 0.01, 0.05 และ 0.1 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความหนืดแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ($p < 0.05$) ซึ่งมีค่าคะแนนความชอบที่ต่ำกว่า และมีค่าความหนืด ค่าความขุ่นสูงกว่าตัวอย่างควบคุม จากคุณสมบัติพื้นฐานของไฮโดรคอลลอยด์หรือกัม คือสามารถละลายหรือกระจายได้ในน้ำ และเนื่องจากมีโมเลกุลขนาดใหญ่ มีโครงสร้างจำเพาะ (specific configuration) มีประจุ และสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจน จึงสามารถลดความสามารถในการเคลื่อนย้ายของน้ำได้ เป็นผลทำให้ความสามารถในการเป็นของไหลลดลงหรือความหนืดสูงขึ้น (Szczesniak, 1986)

เครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1, 0.2 และ 0.3 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความหนืดไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่เติมแซนแทนกัม ($p > 0.05$) มีค่าความหนืดและความขุ่นสูงกว่าตัวอย่างควบคุม แต่มีค่าต่ำกว่าตัวอย่างที่เติมเจลแลนกัมที่ระดับต่าง ๆ เช่นเดียวกับเครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมที่ระดับต่าง ๆ มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความหนืดไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ($p > 0.05$) มีค่าความหนืด และความขุ่นสูงกว่าตัวอย่างควบคุม แต่มีค่าต่ำกว่าตัวอย่างที่เติมเจลแลนกัมที่ระดับต่าง ๆ เนื่องจากน้ำขิงที่เติม CMC มีค่าความขุ่นต่ำกว่าน้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมและเพคติน ส่วนเจลแลนกัมมีควาหมหนืดจากการวัดด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบบรุคฟิลด์มีค่าสูงกว่าตัวอย่างควบคุมมาก ดังนั้นจึงเลือกแซนแทนกัมร้อยละ 0.001 - 0.01 และเพคตินร้อยละ 0.1 - 0.3 ซึ่งให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในการยอมรับด้านความหนืดไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม มีค่าความหนืดและค่าความขุ่นมาก เพื่อทำการทดสอบขั้นต่อไป



ภาพที่ 16 ลักษณะของน้ำขิงที่เติม CMC ร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3 เพคตินร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3 แซนแทนกัมร้อยละ 0.001, 0.005, 0.01 เจลแลนกัมร้อยละ 0.01, 0.05, 0.1 และไม่เติมกัม เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์

4.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำขิงที่ระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

เมื่อพิจารณาความหนืดของน้ำขิงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 7 สัปดาห์ พบว่า ความหนืดของผลิตภัณฑ์น้ำขิงทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 5) ในผลิตภัณฑ์น้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1, 0.2 และ 0.3 มีความหนืดมากขึ้นตามลำดับ น้ำขิงที่เติมเพคตินปริมาณสูงขึ้น ทำให้น้ำขิงมีความหนืดสูงตามขึ้นด้วย น้ำขิงที่เติมเพคตินในปริมาณต่างกัน ทำให้ความหนืดของน้ำขิงโดยส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.001 มีความหนืดต่ำที่สุดในตัวอย่างน้ำขิงที่เติมกัมทั้งหมด น้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.01 มีความหนืดสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำขิงที่เติมกัมและไม่เติมกัมทั้งหมด ซึ่งค่าความหนืดที่

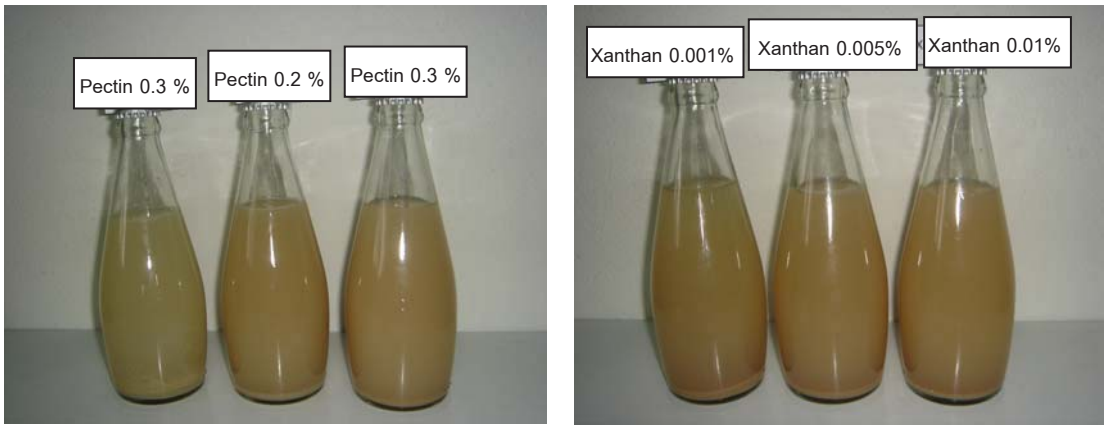
พบในการเติมแซนแทนกัมต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) การเติมแซนแทนกัมเพิ่มมากขึ้นทำให้ความหนืดของน้ำขิงเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลทำให้น้ำขิงมีความคงตัวเพิ่มขึ้นด้วย การตกตะกอนของอนุภาคกับความหนืดในน้ำผลไม้มีความสัมพันธ์แบบตรงข้ามกัน คือ เมื่อความหนืดสูงจะทำให้น้ำผลไม้มีความคงตัวสูงขึ้นมีการตกตะกอนของอนุภาคในน้ำผลไม้ลดลง (Liang และคณะ, 2006) ความหนืดเป็นความต้านทานที่จะไหล ความหนืดเป็นสมบัติอย่างหนึ่งของของเหลวที่เกี่ยวข้องกับแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล ถ้าโมเลกุลของของเหลวมีแรงดึงดูดมากก็หนืดมาก เพราะโมเลกุลไหลเลื่อนไปบนโมเลกุลอื่นได้ยาก การเพิ่มอุณหภูมิซึ่งเป็นการเพิ่มพลังงานจลน์ทำให้แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลน้อยลงและทำให้ความหนืดมีค่าลดน้อยลงด้วย

ตารางที่ 5 ค่าความหนืดของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	ความหนืด (cP)			
		สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 5	สัปดาห์ 7
เพคติน	0.1	21.42 ± 0.11^{cD}	20.83 ± 0.06^{bcC}	19.80 ± 0.10^{bcB}	18.43 ± 0.15^{cA}
	0.2	22.14 ± 0.07^{dD}	21.17 ± 0.06^{bcC}	20.27 ± 0.15^{bcdB}	19.83 ± 0.06^{dA}
	0.3	24.43 ± 0.15^{fD}	23.70 ± 0.10^{deC}	21.37 ± 0.15^{dB}	20.87 ± 0.15^{fA}
แซนแทนกัม	0.001	20.47 ± 0.15^{bD}	19.77 ± 0.06^{bC}	18.80 ± 0.10^{bB}	17.77 ± 0.15^{bA}
	0.005	23.47 ± 0.15^{eD}	21.83 ± 0.06^{cdC}	20.83 ± 0.06^{cdB}	20.20 ± 0.10^{eA}
	0.01	26.25 ± 0.15^{gD}	24.63 ± 0.15^{eC}	24.17 ± 0.12^{eB}	23.20 ± 0.10^{gA}
ควบคุม	-	17.30 ± 0.10^{aD}	15.63 ± 0.06^{aC}	12.83 ± 0.06^{aB}	12.40 ± 0.10^{aA}

ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์เล็กกำกับต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อความหนืดลดลง ความคงตัวของน้ำขิงมีแนวโน้มลดลง การเติมแซนแทนกัมเพื่อให้น้ำขิงมีความหนืดและมีความคงตัวของตะกอนจะใช้ปริมาณน้อยกว่าเพคติน เนื่องจากแซนแทนกัมมีขนาดโมเลกุลใหญ่ จึงใช้น้อยกว่าเพคตินซึ่งมีขนาดโมเลกุลเล็กกว่า การเติมแซนแทนกัมในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้มีความหนืดมาก มีรสสัมผัสไม่เป็นที่ยอมรับเช่นเดียวกับเพคติน การทำให้น้ำแอปเปิ้ลคงตัว โดยการเติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.05 ทำให้น้ำแอปเปิ้ลมีความหนืดสูงกว่าการเติมเพคตินร้อยละ 0.1 – 0.5 (Ibrahim และคณะ, 2011)



ภาพที่ 17 ลักษณะของน้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3 แซนแทนกัมร้อยละ 0.001, 0.005, 0.01 เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 3 สัปดาห์

ความหนืดของน้ำขิงลดลง ทำให้อนุภาคในน้ำขิงเคลื่อนที่ได้ดีมากขึ้น จึงทำให้เกิดตะกอนได้สูงขึ้น (ภาพที่ 17) และเมื่อความหนืดลดลงส่งผลต่อความข่นโดยการที่อนุภาคในน้ำขิงตกตะกอนมากขึ้น ทำให้มีอนุภาคที่แขวนลอยน้อยลงจึงทำให้ค่าความข่นลดลงด้วย (ตารางที่ 6) การทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้นโดยการเติมพวกกัม หรือสารเพิ่มความหนืด เพื่อเพิ่มความหนืดให้กับสารละลาย จะทำให้อนุภาคคอลลอยด์เคลื่อนตัวได้ช้าลง มี Brownian movement ลดลง ทำให้อนุภาคคอลลอยด์ไม่มีโอกาสที่จะรวมตัวกันได้ และไม่มีโอกาสแยกตัว ทำให้มีความคงตัวดีขึ้น

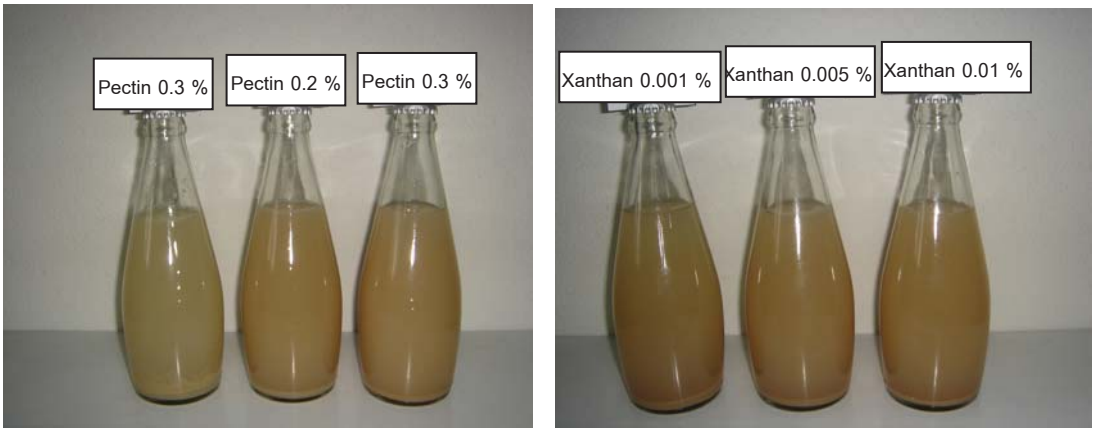
เมื่อพิจารณาค่าความข่นในเครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมเพคติน โดยส่วนใหญ่ พบว่า มีค่าความข่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา 7 สัปดาห์ ค่าความข่นของน้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.3 โดยส่วนใหญ่จะมีค่าสูงกว่าน้ำขิงที่เติมเพคตินในปริมาณที่ต่ำกว่า และมีค่าความข่นลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ดังตารางที่ 6 ในน้ำขิงพร้อมดื่มที่เติมแซนแทนกัม พบว่า การเติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.001-0.01 ในน้ำขิงยังมีปริมาณแซนแทนกัมไม่เพียงพอในการช่วยให้เนื้อขิงกระจายตัวได้ทั่วถึง ซึ่งจะเห็นได้ว่ายังมีตะกอนอยู่ ในระยะเวลาที่เก็บรักษานาน 7 สัปดาห์ โดยเฉพาะน้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.001 จะเกิดการแยกชั้นอย่างชัดเจนภายในระยะเวลาการเก็บรักษา 1 สัปดาห์ น้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมมีค่าความข่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และเมื่อเก็บรักษาไว้ค่าความข่นมีแนวโน้มลดลง ซึ่งสังเกตได้จากการแยกชั้นของของเหลวและมีตะกอนในปริมาณที่มากขึ้น ลักษณะเช่นนี้ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 6 ค่าความขุ่นของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	ความขุ่น (NTU)			
		สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 5	สัปดาห์ 7
เพคติน	0.1	1483.00 ± 3.61^{cD}	1035.33 ± 3.51^{cC}	836.33 ± 3.06^{cB}	780.67 ± 2.52^{cA}
	0.2	1595.33 ± 2.08^{dD}	1125.00 ± 3.00^{dC}	996.00 ± 2.65^{dB}	894.00 ± 3.00^{dA}
	0.3	1983.33 ± 1.15^{fD}	1535.33 ± 5.51^{fC}	1257.00 ± 4.00^{fB}	1176.33 ± 1.53^{fA}
แซนแทนกัม	0.001	1334.67 ± 3.51^{bD}	936.33 ± 2.52^{bC}	745.00 ± 2.00^{bB}	665.67 ± 3.06^{bA}
	0.005	1695.00 ± 2.00^{eD}	1214.67 ± 3.06^{eC}	1056.33 ± 3.06^{eB}	975.67 ± 3.06^{eA}
	0.01	2261.67 ± 3.06^{gD}	1850.00 ± 4.58^{gC}	1673.33 ± 1.53^{gB}	1538.00 ± 2.00^{gA}
ควบคุม	-	177.67 ± 3.06^{aD}	147.33 ± 0.58^{aC}	125.33 ± 3.06^{aB}	79.07 ± 0.38^{aA}

ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์เล็กกำกับต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การเติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.01 เกิดการตกตะกอนเพียงเล็กน้อย ถึงแม้ว่าจะเกิดการแยกชั้นขึ้น แต่ผู้บริโภคยังยอมรับได้ ดังนั้นในการใช้แซนแทนกัมในเครื่องดื่มจากน้ำขิงจึงใช้ในปริมาณร้อยละ 0.01 ก็เพียงพอแล้ว และพบว่าเมื่อใช้ปริมาณที่สูงกว่านี้จะเกิดความหนืดสูง ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ น้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1 - 0.3 ไม่สามารถช่วยลดการตกตะกอนได้ทั้งหมด ซึ่งตามระยะเวลาในการเก็บรักษาเป็นเวลา 7สัปดาห์ พบว่า น้ำขิงมีตะกอนมากขึ้นด้วย (ตารางที่ 7) ซึ่งจะเห็นได้ว่ายังมีการตกตะกอนแยกชั้นของน้ำขิงอยู่ สังเกตได้ว่าการเติมแซนแทนกัมหรือเพคตินในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความขุ่นเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบความขุ่นของเครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมกัมกับน้ำขิงที่ไม่เติมกัม พบว่า เครื่องดื่มดื่มน้ำขิงที่เติมกัมมีค่าความขุ่นสูงกว่าเครื่องดื่มน้ำขิงที่ไม่เติมกัม และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) การเพิ่มความหนืดมีผลทำให้ความสามารถในความคงตัวของความขุ่นเพิ่มขึ้น (Tan, 1990) และค่าความขุ่นของตัวอย่างน้ำขิงที่เติมกัมน้อยก็มีค่าความขุ่นน้อยลงด้วย การเปลี่ยนแปลงของค่าความขุ่นในน้ำขิงที่เป็นตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่เติมแซนแทนกัมและเพคตินทุกตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความหนืดที่ลดลงเช่นกัน เมื่อความหนืดของเครื่องดื่มน้ำขิงลดลง ทำให้เนื้อขิงที่กระจายตัวอยู่ ไม่สามารถพยุงตัวไว้ได้ต่อไป จึงค่อย ๆ เกิดตะกอนแยกชั้นออกมา



ภาพที่ 18 ลักษณะของน้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3 แซนแทนกัมร้อยละ 0.001, 0.005, 0.01 เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 สัปดาห์

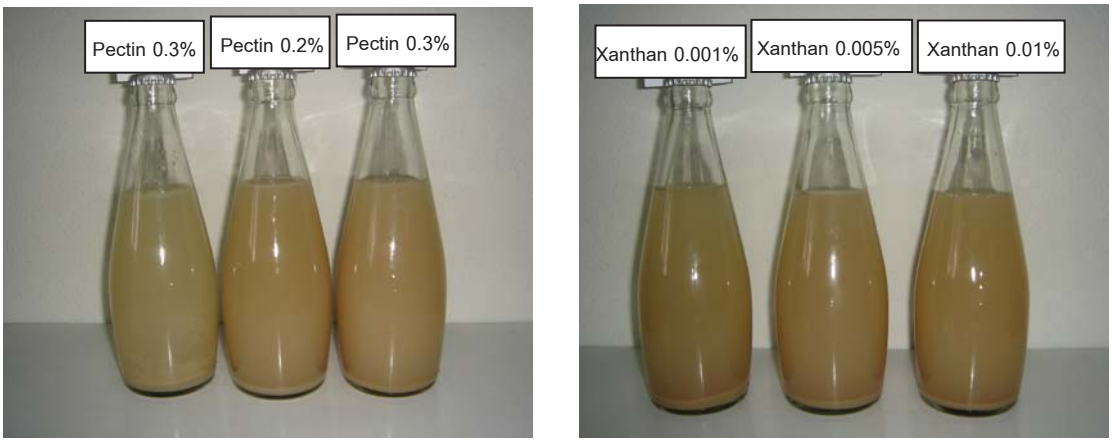
จากตารางที่ 7 เมื่อพิจารณาปริมาณตะกอนของน้ำขิงของสารให้ความคงตัวแต่ละชนิดที่เติมลงในน้ำขิง พบว่าปริมาณตะกอนของเครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1 มีตะกอนสูงที่สุด และเครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.3 มีปริมาณตะกอนต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำขิงที่เติมเพคตินทั้งหมด ปริมาณตะกอนของน้ำขิงที่เติมเพคตินลดลงเมื่อมีปริมาณเพคตินในน้ำขิงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเกิดจากเพคตินทำให้น้ำขิงมีความหนืดเพิ่มขึ้น จึงพยุงเนื้อขิงให้ลอยตัวอยู่ในน้ำขิงได้มากขึ้น เครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0.001 มีปริมาณตะกอนต่ำสุด และน้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.01 มีปริมาณตะกอนน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมที่ต่างกันทั้งหมด ปริมาณตะกอนของเครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมลดลงเมื่อเติมแซนแทนกัมในน้ำขิงเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากแซนแทนกัมทำให้เครื่องดื่มน้ำขิงมีความหนืดเพิ่มขึ้นจึงพยุงเนื้อขิงลอยตัวอยู่ในน้ำขิงได้มากขึ้น น้ำขิงที่เติมกัมทั้งหมดมีปริมาณตะกอนต่ำกว่าน้ำขิงที่ไม่เติมกัม และมีปริมาณตะกอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) น้ำขิงที่ไม่เติมกัมมีปริมาณตะกอนที่สูงมาก และมีการตกตะกอนที่เร็วกว่าน้ำขิงที่เติมกัม การใช้กัมที่มีประจุลบ สามารถยับยั้งการตกตะกอนได้ Genovese and Lozono (2001) พบว่า การเติม CMC ซึ่งพื้นฐานของโมเลกุลเป็นประจุลบ ทำให้น้ำแอปเปิลมีความคงตัว และอนุภาคน้ำผลไม้ที่มีประจุลบ เมื่อเติมกัมที่มีประจุลบ ทำให้เพิ่มแรงผลักกันระหว่างอนุภาคที่มีประจุลบเพิ่มขึ้น ซึ่งแรงในการผลักกันนี้ทำให้อนุภาคไม่เกิดการตกตะกอน ซึ่งแซนแทนกัม เพคติน CMC และเจลแลนกัม มีประจุลบ ปริมาณการตกตะกอน ตรงข้ามกับความหนืดของกัม คือ เมื่อความหนืดสูงจะทำให้น้ำผลไม้คงตัวสูงขึ้น

เมื่อเก็บรักษาเครื่องดื่มน้ำขิงเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณตะกอนของน้ำขิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษา

ตารางที่ 7 ปริมาณตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่มที่เติมกัมในปริมาณต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	น้ำหนักตะกอน (กรัม)			
		สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 5	สัปดาห์ 7
เพคติน	0.1	0.584 ± 0.003^{eA}	0.964 ± 0.006^{eB}	1.046 ± 0.003^{eC}	2.218 ± 0.002^{eD}
	0.2	0.521 ± 0.002^{dA}	0.742 ± 0.003^{dB}	0.823 ± 0.002^{dC}	0.909 ± 0.002^{dD}
	0.3	0.416 ± 0.003^{bA}	0.476 ± 0.004^{bB}	0.595 ± 0.002^{bC}	0.656 ± 0.003^{bD}
แซนแทนกัม	0.001	0.985 ± 0.006^{eA}	1.009 ± 0.003^{fB}	1.116 ± 0.003^{fC}	2.222 ± 0.002^{eD}
	0.005	0.445 ± 0.005^{cA}	0.643 ± 0.003^{cB}	0.765 ± 0.003^{cC}	0.895 ± 0.002^{cD}
	0.01	0.389 ± 0.012^{aA}	0.413 ± 0.005^{aB}	0.546 ± 0.003^{aC}	0.626 ± 0.003^{aD}
ควบคุม	-	1.385 ± 0.007^{fA}	2.255 ± 0.028^{gB}	2.625 ± 0.006^{gC}	3.717 ± 0.003^{fD}

ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์เล็กกำกับต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 19 ลักษณะของน้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3 แซนแทนกัมร้อยละ 0.001, 0.005, 0.01 เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 7 สัปดาห์

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 8 ค่า pH ของเครื่องดื่มน้ำขิงมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในระหว่างการเก็บรักษา และมีแนวโน้มที่จะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ในช่วงการเก็บรักษา 7 สัปดาห์ ค่า pH ของน้ำขิงที่เติมกัมและไม่เติมกัมมีค่า pH โดยส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน ในน้ำขิงที่มีค่า pH ลดลงมีความสัมพันธ์กับคุณภาพด้านอื่น ๆ ของน้ำขิง โดยความหนืด (ตารางที่ 5) ความขุ่น (ตารางที่ 6) และปริมาณตะกอน (ตารางที่ 7) มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน ค่า pH ที่ลดลง แสดงให้เห็นว่าประจุรวมภายในน้ำขิงที่เหมือนกันลดลง จึงเกิดการรวมตัวกันของตะกอน หรือ การผลักกันของอนุภาคน้อยลง จึงทำให้เกิดการตกตะกอนมากขึ้น

ตารางที่ 8 ค่า pH ของน้ำขิงพร้อมดื่มที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	pH			
		สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 5	สัปดาห์ 7
เพคติน	0.1	4.20 ± 0.01^{cB}	4.18 ± 0.01^{abA}	4.18 ± 0.01^{bcA}	4.17 ± 0.01^{acA}
	0.2	4.19 ± 0.01^{cC}	4.19 ± 0.01^{bBC}	4.18 ± 0.01^{bcAB}	4.17 ± 0.01^{aA}
	0.3	4.17 ± 0.01^{aB}	4.18 ± 0.01^{abB}	4.16 ± 0.01^{aA}	4.15 ± 0.01^{aA}
แซนแทนกัม	0.001	4.18 ± 0.01^{bB}	4.17 ± 0.01^{aA}	4.17 ± 0.01^{bA}	4.15 ± 0.01^{aA}
	0.005	4.19 ± 0.00^{bC}	4.19 ± 0.01^{bC}	4.18 ± 0.01^{bcB}	4.16 ± 0.01^{abA}
	0.01	4.20 ± 0.01^{cB}	4.18 ± 0.01^{abA}	4.17 ± 0.01^{bcA}	4.17 ± 0.01^{cA}
ควบคุม	-	4.20 ± 0.01^{cC}	4.19 ± 0.01^{bB}	4.18 ± 0.00^{bcAB}	4.17 ± 0.01^{cA}

ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์เล็กกำกับต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อพิจารณาค่า L^* ดังตารางที่ 9 พบว่า น้ำขิงที่เติมเพคติน ร้อยละ 0.1 โดยส่วนใหญ่จะมีค่า L^* มากกว่าค่า L^* ของน้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.2 และ 0.3 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ค่า L^* ของน้ำขิงที่เติมเพคติน เมื่อทำการเก็บรักษาจนครบ 7 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ซึ่งค่า L^* ของน้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1, 0.2 และ 0.3 มีค่า 44.75, 44.61 และ 44.85 ตามลำดับ น้ำขิงที่เติมแซนแทนกัม ในปริมาณต่างกัน มีค่า L^* ในระหว่างการเก็บรักษา 7 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ค่า L^* ในสัปดาห์ที่ 7 ของปริมาณแซนแทนกัมร้อยละ 0.001 มากกว่า ค่า L^* ของปริมาณแซนแทนกัมร้อยละ 0.005 และ 0.01 ซึ่งมีค่า 50.40, 45.48 แล ะ 45.27 ตามลำดับ เมื่อทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงค่า L^* ที่ระยะเวลาตั้งแต่ 1 - 7 สัปดาห์ จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้น เครื่องดื่มน้ำขิงที่ไม่เติมกัม เครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมและเพคติน ในปริมาณต่างกัน จะมีแนวโน้มของค่า L^* เพิ่มขึ้น กล่าวคือจะมีความสว่างเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีที่ค่อนข้างสว่างขึ้น ซึ่งลักษณะของน้ำขิงโดยรวมมีสีเหลืองใสมากขึ้น

ตารางที่ 9 ค่า L^* ของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	L^*			
		สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 5	สัปดาห์ 7
เพคติน	0.1	41.32 ± 0.03^{dA}	44.53 ± 0.10^{dB}	45.84 ± 0.17^{cC}	44.75 ± 0.23^{abB}
	0.2	41.40 ± 0.14^{dA}	43.29 ± 0.12^{bB}	45.54 ± 0.13^{bcD}	44.61 ± 0.33^{aC}
	0.3	41.87 ± 0.05^{eA}	43.29 ± 0.04^{bB}	45.25 ± 0.30^{bD}	44.85 ± 0.23^{abC}
แซนแทนกัม	0.001	39.36 ± 0.05^{aA}	45.66 ± 0.04^{eC}	44.44 ± 0.11^{aB}	50.40 ± 0.80^{dD}
	0.005	41.06 ± 0.04^{bA}	43.07 ± 0.04^{aB}	45.34 ± 0.32^{bcC}	45.48 ± 0.58^{bC}
	0.01	41.19 ± 0.05^{cA}	44.06 ± 0.04^{cB}	45.35 ± 0.56^{bcC}	45.27 ± 0.10^{abC}
ควบคุม	-	42.81 ± 0.06^{fA}	43.41 ± 0.16^{bB}	47.80 ± 0.25^{dC}	48.86 ± 0.12^{cD}

ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์เล็กกำกับต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อพิจารณาค่า a* ดังแสดงในตารางที่ 10 พบว่า น้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1 โดยส่วนใหญ่จะมีค่า a* น้อยกว่าค่า a* ของเพคตินร้อยละ 0.2 และ 0.3 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทุกสัปดาห์ยกเว้นสัปดาห์ที่ 5 ค่า a* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) น้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมและเพคตินในปริมาณต่างกัน โดยส่วนใหญ่ จะมีค่า a* ในระหว่างการเก็บรักษา 7 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ค่า a* ในสัปดาห์ที่ 7 ของแซนแทนกัมร้อยละ 0.001 มากกว่าค่า a* ของแซนแทนกัมร้อยละ 0.005 และ 0.01 ซึ่งมีค่า 0.75, -2.55 และ -3.30 ตามลำดับ เมื่อทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงค่า a* ที่ระยะเวลาตั้งแต่ 1 - 7 สัปดาห์ จะเห็นว่าเมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้น เครื่องดื่มน้ำขิงที่ไม่เติมกัม เติมแซนแทนกัมและเพคตินในปริมาณต่างกันจะมีแนวโน้มของค่า a* ลดลง แสดงว่าผลิตภัณฑ์น้ำขิงมีค่าสีแดงลดลง เมื่อเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งลักษณะของน้ำขิงโดยรวมมีสีคล้ำมากขึ้นจากเดิมที่มีสีเหลือง

ตารางที่ 10 ค่า a* ของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	a*			
		สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 5	สัปดาห์ 7
เพคติน	0.1	-0.64 ± 0.04^{aD}	-1.13 ± 0.03^{bC}	-1.45 ± 0.25^{aB}	-2.99 ± 0.23^{bA}
	0.2	0.06 ± 0.05^{cD}	-0.94 ± 0.03^{cC}	-1.47 ± 0.23^{aB}	-2.90 ± 0.09^{bA}
	0.3	-0.45 ± 0.04^{bC}	-0.15 ± 0.03^{eD}	-1.14 ± 0.13^{abB}	-2.60 ± 0.15^{cA}
แซนแทนกัม	0.001	1.08 ± 0.03^{fB}	0.15 ± 0.01^{fA}	0.02 ± 0.14^{cB}	0.75 ± 0.37^{dA}
	0.005	0.90 ± 0.52^{eC}	-1.27 ± 0.02^{aB}	-1.11 ± 0.30^{abB}	-2.55 ± 0.28^{cA}
	0.01	-0.47 ± 0.04^{bC}	-0.75 ± 0.03^{dB}	-0.86 ± 0.14^{bB}	-3.30 ± 0.02^{aA}
ควบคุม	-	0.33 ± 0.02^{dA}	2.57 ± 0.05^{gD}	1.33 ± 0.11^{dB}	1.77 ± 0.05^{eC}

ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์เล็กกำกับต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อพิจารณาค่า b* ดังแสดงในตารางที่ 11 พบว่า เครื่องดื่มน้ำขิงที่มีปริมาณแซนแทนกัมสูงสุด โดยส่วนใหญ่จะมีค่า b* ในระหว่างการเก็บรักษามากกว่าปริมาณแซนแทนกัมต่ำสุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนเครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมเพคตินสูงสุด จะมีค่า b* ในระหว่างการเก็บรักษามากกว่าปริมาณเพคตินต่ำสุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงค่า b* ที่ระยะเวลา 7 สัปดาห์ จะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไปนานขึ้น เครื่องดื่มน้ำขิงที่ไม่เติมกัม เติมแซนแทนกัมและเพคตินในปริมาณต่างกันจะมีแนวโน้มของค่า b* ลดลง แสดงว่าผลิตภัณฑ์น้ำขิงมีค่าสีเหลืองลดลงเมื่อเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งลักษณะของน้ำขิงโดยรวมมีสีออกเหลืองเขียว

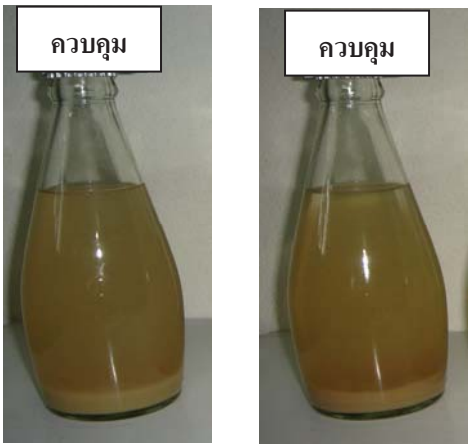
ตารางที่ 11 ค่า b* ของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	b*			
		สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 5	สัปดาห์ 7
เพคติน	0.1	13.84 ± 0.04^{cD}	12.17 ± 0.05^{bB}	12.67 ± 0.22^{cC}	4.06 ± 0.12^{eA}
	0.2	14.15 ± 0.06^{dD}	12.92 ± 0.04^{dC}	12.36 ± 0.18^{cB}	4.28 ± 0.07^{eA}
	0.3	15.37 ± 0.04^{eD}	12.77 ± 0.05^{cB}	14.07 ± 0.16^{dC}	4.96 ± 0.24^{eA}
แซนแทนกัม	0.001	19.05 ± 0.06^{gD}	14.39 ± 0.12^{eB}	15.98 ± 0.21^{eC}	-25.66 ± 1.25^{bA}
	0.005	10.63 ± 0.04^{aB}	14.38 ± 0.06^{eC}	13.88 ± 0.28^{dC}	-6.96 ± 0.56^{cA}
	0.01	12.08 ± 0.02^{bC}	12.07 ± 0.06^{bC}	11.44 ± 0.18^{bB}	1.91 ± 0.10^{dA}
ควบคุม	-	17.86 ± 0.08^{fD}	-28.23 ± 0.12^{aB}	-27.51 ± 0.08^{aC}	-29.97 ± 0.09^{aA}

ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์เล็กกำกับต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตัวเลขที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากการผลิตเครื่องดื่มน้ำขิง ที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.001 - 0.01 เพคตินร้อยละ 0.1 - 0.3 เก็บรักษาไว้ 7 สัปดาห์ เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมกัม พบว่า น้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.01 มีคะแนนการยอมรับรวมด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบโดยรวมสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มน้ำขิงทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1 และแซนแทนกัมร้อยละ 0.001 ได้รับคะแนนเฉลี่ยในการยอมรับต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมเพคตินและแซนแทนกัมที่ปริมาณสูงกว่า เนื่องจากมีการตกตะกอนแยกชั้นของของเหลวสูงกว่า (ภาพที่ 20) ซึ่งผู้บริโภคสามารถยอมรับได้น้อยลง (ตารางที่ 12) คะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมกัมและไม่เติมกัม ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 7 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) การยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของกัมที่เติมในน้ำขิงเพิ่มขึ้น เนื่องจากลักษณะโดยรวมของเครื่องดื่มน้ำขิงที่มีตะกอนน้อย และมีลักษณะสีภายในขวดที่สม่ำเสมอกัน



ภาพที่ 20 ลักษณะของน้ำขิงที่ไม่เติมกัม เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 7 สัปดาห์

ตารางที่ 12 คะแนนความชอบของน้ำขิงที่เติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	คะแนนความชอบ					
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความหนืด	ความชอบโดยรวม
เพคติน	0.1	4.6 ± 0.9^{b}	4.2 ± 0.7^{b}	7.7 ± 0.7^{a}	8.0 ± 0.5^{ab}	8.0 ± 0.7^{b}	4.7 ± 0.7^{b}
	0.2	6.6 ± 0.5^{c}	6.8 ± 0.7^{c}	7.7 ± 0.7^{a}	8.1 ± 0.3^{b}	7.7 ± 0.7^{ab}	6.4 ± 0.5^{c}
	0.3	7.3 ± 0.5^{d}	7.6 ± 0.5^{d}	7.6 ± 0.7^{a}	8.1 ± 0.3^{b}	7.3 ± 0.5^{a}	7.6 ± 0.5^{d}
แซนแทนกัม	0.001	4.9 ± 0.8^{b}	4.3 ± 0.5^{b}	7.8 ± 0.7^{a}	8.0 ± 0.5^{ab}	7.9 ± 0.6^{ab}	4.7 ± 0.7^{b}
	0.005	6.6 ± 0.5^{c}	7.0 ± 0.5^{cd}	7.7 ± 0.7^{a}	8.1 ± 0.3^{b}	7.8 ± 0.7^{ab}	6.9 ± 0.3^{c}
	0.01	8.1 ± 0.3^{e}	8.3 ± 0.5^{e}	7.7 ± 0.7^{a}	8.0 ± 0.5^{ab}	7.4 ± 0.5^{ab}	8.4 ± 0.5^{e}
ควบคุม	-	1.3 ± 0.5^{a}	2.1 ± 0.6^{a}	7.7 ± 0.7^{a}	7.7 ± 0.5^{a}	7.7 ± 0.8^{ab}	2.2 ± 0.8^{a}

ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 13 พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำขิงพร้อมดื่มที่มีค่าพีเอช 4.2 สเตอริไรส์ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที บรรจุร้อนในขวดแก้ว และต้มในน้ำเดือด นาน 15 นาที เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่ไม่พบจุลินทรีย์ โดยสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ 7 สัปดาห์ โดยตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์, รา, โคลิฟอร์ม และอี.*โคไล* ตามประกาศกระทรวงเรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 144 พ.ศ. 2535) ซึ่งกำหนดให้ตรวจ ดังนี้ จุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตที่ 37 องศาเซลเซียส หรือ 55 องศาเซลเซียส ต้องไม่เกิน 1,000 ต่ออาหาร 1 กรัม ยีสต์และราไม่เกิน 100 ต่ออาหาร 1 กรัม ไม่พบโคลิฟอร์มหรือน้อยกว่า 3 ต่ออาหาร 1 กรัม (ตรวจ MPN)

ตารางที่ 13 จุลินทรีย์ของน้ำขิงที่เติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	จำนวนจุลินทรีย์ (CFU/ml)			
		total plate count	yeast and mold	coli form	*E. coli.*
เพคติน	0.1	Negative	Negative	Negative	Negative
	0.2	Negative	Negative	Negative	Negative
	0.3	Negative	Negative	Negative	Negative
แซนแทนกัม	0.001	Negative	Negative	Negative	Negative
	0.005	Negative	Negative	Negative	Negative
	0.01	Negative	Negative	Negative	Negative
ควบคุม	-	Negative	Negative	Negative	Negative

4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำขิงพร้อมดื่ม

เมื่อนำตัวอย่างน้ำขิงที่เติมกัม และไม่เติมกัม มาเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 12 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นทำการตรวจสอบค่าความหนืด จากตารางที่ 14 พบว่าความหนืดในตัวอย่างน้ำขิงที่เติมกัม จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อปริมาณกัมเพิ่มขึ้นในกัมชนิดเดียวกัน และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในน้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.01 มีความหนืดสูงที่สุดซึ่งสอดคล้องกับ Pangborn และคณะ (1978) รายงานว่าการเพิ่มความเข้มข้นของกัมที่เติมลงในเครื่องดื่ม เป็นสัดส่วนโดยตรงกับการเพิ่มความหนืดทั้งทางกายภาพและทางประสาทสัมผัส

สำหรับค่าความขุ่นของน้ำขิงเมื่อเก็บไว้ 12 เดือน เครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมกัมและไม่เติมกัม จะมีแนวโน้มของค่าความขุ่นลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 6 ซึ่งแสดงว่าน้ำขิงเกิดการตกตะกอนมากขึ้น ทำให้แสงสามารถส่องผ่านตัวอย่างได้มากกว่าตัวอย่างน้ำขิงที่มีการตกตะกอนน้อยกว่า ดังนั้นค่าความขุ่นที่อ่านได้จึงมีค่าลดลง การเติมกัมในปริมาณที่สูงขึ้น มีผลทำให้ค่าความขุ่นเพิ่มขึ้น สำหรับน้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.01 และเพคติน ร้อยละ 0.3 มีค่าความขุ่นสูงที่สุดเป็น 932.10 และ 753.82 NTU ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

เมื่อพิจาณาปริมาณน้ำหนักตะกอนของเครื่องดื่มน้ำขิง ดังแสดงในตารางที่ 14 พบว่าในน้ำขิงที่เติมเพคติน แซนแทนกัม และไม่เติมกัม ทั้งหมดมีมีน้ำหนักตะกอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) สำหรับการเติมเพคติน และแซนแทนกัมในน้ำขิง สามารถช่วยลดการตกตะกอนได้เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ซึ่งจะเห็นได้ว่าในเวลา 12 เดือน ของการ เก็บรักษา ในเครื่องดื่มน้ำขิงมีค่าความขุ่นลดลง แสดงว่าเกิดการแยกชั้นของของเหลวและมีการตกตะกอนในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ จุฑารัตน์ (2532) รายงานว่าการเติมกัมลงในน้ำเสาวรสพร้อมดื่มในปริมาณที่เหมาะสม ทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มมีการกระจายตัวของเนื้อผลไม้สม่ำเสมอ ไม่เกิดการแยกชั้นเป็นตะกอน และ พัชรินทณ์ (2541) รายว่าความขุ่นของเครื่องดื่มจากกล้วยลดลง ปริมาณตะกอนในเครื่องดื่มจะเพิ่มขึ้น สำหรับค่า pH ของเครื่องดื่มน้ำขิงที่เก็บไว้ 12 เดือน พบว่า ค่า pH ของน้ำขิงโดยส่วนใหญ่มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ค่า pH ของเครื่องดื่มน้ำขิงมีค่าลดลงจากตอนเริ่มต้นไม่มากนัก (ตารางที่ 6) ซึ่งค่า pH ที่ตรวจวัด มีค่าลดลงตามค่าความหนืด และความขุ่น ขณะที่ปริมาณตะกอนเพิ่มสูงขึ้น เมื่อพิจารณาค่าความหนืด ความขุ่น และปริมาณน้ำหนักตะกอนต่ำ แสดงว่ามีความคงตัวที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดต่ำ สำหรับกัมแต่ละชนิด จะเห็นได้ว่าเมื่อเติมกัมในปริมาณที่สูงขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีความหนืด และความขุ่นสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นในการเลือกใช้กัม จึงต้องพิจารณาทั้งค่าความหนืดและค่าความขุ่นควบคู่กันไป เนื่องจากความหนืดจะมีผลต่อความสามารถในการยอมรับของผู้ชิมด้วย ถ้าหากผลิตภัณฑ์มีความคงตัวที่ดี แต่ความหนืดสูงก็จะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 14 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	12 เดือน						
		ความหนืด (cP)	ความขุ่น (NTU)	น้ำหนักตะกอน (กรัม)	pH	L*	a*	b*
เพคติน	0.1	12.62 ± 0.31^{b}	103.20 ± 1.02^{c}	3.074 ± 0.005^{e}	4.16 ± 0.01^{c}	40.91 ± 0.03^{b}	-1.81 ± 0.15^{a}	10.71 ± 0.09^{d}
	0.2	16.67 ± 0.13^{c}	177.37 ± 0.93^{d}	1.558 ± 0.006^{d}	4.13 ± 0.01^{b}	45.44 ± 0.09^{e}	-1.43 ± 0.04^{b}	10.36 ± 0.19^{c}
	0.3	18.86 ± 0.12^{d}	753.82 ± 1.41^{e}	1.037 ± 0.001^{b}	4.11 ± 0.01^{ab}	45.81 ± 0.57^{e}	-1.17 ± 0.05^{cd}	10.47 ± 0.05^{cd}
แซนแทนกัม	0.001	12.28 ± 0.03^{b}	77.06 ± 0.81^{b}	3.278 ± 0.006^{f}	4.15 ± 0.01^{c}	41.43 ± 0.19^{b}	0.003 ± 0.17^{f}	16.66 ± 0.20^{f}
	0.005	16.79 ± 0.61^{c}	175.72 ± 0.86^{d}	1.493 ± 0.006^{c}	4.12 ± 0.02^{b}	42.92 ± 0.57^{c}	-1.11 ± 0.03^{de}	9.91 ± 0.02^{a}
	0.01	19.69 ± 0.07^{e}	932.10 ± 1.60^{f}	1.003 ± 0.001^{a}	4.10 ± 0.01^{a}	44.24 ± 0.47^{d}	-1.37 ± 0.02^{bc}	9.98 ± 0.12^{b}
ควบคุม	-	7.64 ± 0.17^{a}	30.09 ± 0.14^{a}	3.854 ± 0.005^{g}	4.12 ± 0.01^{b}	39.94 ± 0.11^{a}	-0.96 ± 0.19^{e}	14.99 ± 0.33^{e}

ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 15 เป็นคะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.001- 0.01 เพคตินร้อยละ 0.1 - 0.3 เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมกัม พบว่า น้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.01 มีคะแนนการยอมรับรวมด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบโดยรวมสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มน้ำขิงทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เนื่องจากมีการตกตะกอนต่ำ คะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำขิงที่เติมกัมและไม่เติมกัม ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) การยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของกัมที่เติมในน้ำขิงเพิ่มขึ้น และคะแนนความชอบโดยรวมของเครื่องดื่มน้ำขิงลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความชอบของเครื่องดื่มน้ำขิงที่เวลาการเก็บรักษานาน 7 สัปดาห์ (ตาราง ที่ 12) เนื่องจากมีการตกตะกอนของเนื้อขิงที่ก้นขวดมากขึ้น แสดงให้เห็นว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไปทำ ให้เกิดตะกอนเพิ่มมากขึ้น ค่าความขุ่นลดลง ผู้ทดสอบให้การยอมรับได้น้อยลง จากตารางจะสังเกตได้ว่า คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ และสี มีผลต่อคะแนนความชอบโดยรวม โดยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ และสีมาก มีผลทำให้คะแนนความชอบจากผู้ชิมมากตามไปด้วย ในทางตรงกันข้ามเมื่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ และสีของเครื่องดื่มน้ำขิงลดลง มีผลทำให้คะแนนความชอบโดยรวมจากผู้ชิมลดลงด้วย

ตารางที่ 15 คะแนนความชอบของน้ำขิงพร้อมดื่มที่เติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	คะแนนความชอบ					
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความหนืด	ความชอบโดยรวม
เพคติน	0.1	4.3 ± 0.6^{bc}	4.7 ± 0.6^{c}	6.3 ± 0.6^{a}	6.7 ± 0.6^{ab}	7.0 ± 0.0^{a}	4.3 ± 0.6^{b}
	0.2	4.7 ± 0.6^{bc}	5.0 ± 0.0^{cd}	6.3 ± 0.6^{a}	6.3 ± 0.6^{a}	7.3 ± 0.6^{a}	4.7 ± 0.6^{bc}
	0.3	6.0 ± 0.0^{e}	6.3 ± 0.6^{e}	7.0 ± 0.0^{bc}	7.0 ± 0.0^{ab}	7.0 ± 1.0^{a}	5.7 ± 0.6^{d}
แซนแทนกัม	0.001	4.0 ± 1.0^{b}	4.0 ± 0.0^{b}	6.3 ± 0.6^{a}	6.3 ± 0.6^{a}	7.7 ± 0.6^{a}	4.3 ± 0.6^{b}
	0.005	5.3 ± 0.6^{cd}	5.3 ± 0.6^{d}	6.7 ± 0.6^{ab}	7.3 ± 0.6^{ab}	7.0 ± 0.0^{a}	5.3 ± 0.6^{cd}
	0.01	6.7 ± 0.6^{f}	7.0 ± 0.0^{f}	7.3 ± 0.6^{c}	7.7 ± 0.6^{b}	7.3 ± 0.6^{a}	6.7 ± 0.6^{e}
ควบคุม	-	1.0 ± 0.0^{a}	1.0 ± 0.0^{a}	7.0 ± 0.0^{bc}	7.3 ± 0.6^{ab}	7.7 ± 0.6^{a}	1.0 ± 0.0^{a}

ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 16 พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำขิงพร้อมดื่มที่มีค่าพีเอช 4.2 สเตอริไรส์ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที บรรจุร้อนในขวดแก้ว และต้มในน้ำเดือด นาน 15 นาที เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 เดือน โดยตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์, รา, โคลิฟอร์ม และ*อี.โคไล* ไม่พบจุลินทรีย์ในตัวอย่างน้ำขิง ตามประกาศกระทรวงเรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 144 พ.ศ. 2535) ซึ่งกำหนดให้ตรวจดังนี้ จุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตที่ 37 องศาเซลเซียส หรือ 55 องศาเซลเซียส ต้องไม่เกิน 1,000 ต่ออาหาร 1 กรัม ยีสต์และราไม่เกิน 100 ต่ออาหาร 1 กรัม ไม่พบโคลิฟอร์มหรือน้อยกว่า 3 ต่ออาหาร 1 กรัม (ตรวจ MPN)

ตารางที่ 16 จุลินทรีย์ของน้ำขิงที่เติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

กัม	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	จำนวนจุลินทรีย์ (CFU/ml)			
		total plate count	yeast and mold	coli form	*E. coli.*
เพคติน	0.1	Negative	Negative	Negative	Negative
	0.2	Negative	Negative	Negative	Negative
	0.3	Negative	Negative	Negative	Negative
แซนแทนกัม	0.001	Negative	Negative	Negative	Negative
	0.005	Negative	Negative	Negative	Negative
	0.01	Negative	Negative	Negative	Negative
ควบคุม	-	Negative	Negative	Negative	Negative

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้ในบทที่ 4 ทำให้ได้ข้อสรุปและข้อสังเกตต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.ในการศึกษาองค์ประกอบในตะกอนน้ำขิง พบว่า มีคาร์โบไฮเดรตสูง 96.64 % โปรตีน 1.70 % ไขมัน 0.17 % เถ้า 0.63 % และเส้นใย 1.86 %

2. จากการศึกษาชนิดและปริมาณกัมที่เหมาะสม ในการลดการตกตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่ม 4 ชนิด คือ CMC, เพคติน, แซนแทนกัม และเจลแลนกัม พบว่า เมื่อเติม CMC ร้อยละ 0.1 ซึ่งเป็นปริมาณต่ำสุดในการทดลอง สามารถช่วยลดการตกตะกอนได้เพียงเล็กน้อย CMC ร้อยละ 0.2 และ 0.3สามารถทำให้น้ำขิงเกิดความคงตัวได้ดี มีการตกตะกอนต่ำ แต่มีความหนืดสูงซึ่งผู้บริโภคไม่ยอมรับด้านรสสัมผัส เจลแลนกัมร้อยละ 0.01 สามารถช่วยลดการตกตะกอนได้น้อย มีการแยกชั้นของตะกอนสูง เจลแลนกัมร้อยละ 0.05 และ 0.1 สามารถช่วยลดการตกตะกอนได้ดีในสัปดาห์แรกของการเก็บรักษา เมื่อเก็บนานขึ้นมีความคงตัวเพิ่มขึ้น และเกิดลักษณะเจลอ่อน มีความหนืดเพิ่มขึ้น ทำให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านความหนืดน้อย คือบริโภคไม่ยอมรับในลักษณะผลิตภัณฑ์เช่นนี้ เพคตินและแซนแทนกัมในปริมาณระดับต่าง ๆ สามารถช่วยลดการตกตะกอนได้ดี โดยให้ลักษณะปรากฏในการแยกชั้นต่ำ และมีคะแนนการยอมรับด้านความหนืดสูง

3. จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำขิงพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษาที่ระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ พบว่า น้ำขิงพร้อมดื่มที่เติมกัม มีการแยกชั้นของเนื้อขิงในน้ำขิงลดลง และมีค่าคะแนนการยอมรับในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความหนืดไม่แตกต่างจากน้ำขิงตัวอย่างควบคุม และค่าความขุ่น ความหนืด และค่าสีของเครื่องดื่มน้ำขิงทุกตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนน้ำหนักของตะกอนน้ำขิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา

4. การเติมแซนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0.01 มีค่าความหนืด ความข่น และคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสที่สูง และสามารถช่วยลดการตกตะกอนได้มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการเติมกัมอื่น ๆ น้ำขิงที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.01 สามารถช่วยลดการตกตะกอนในน้ำขิงได้นาน 12 เดือน โดยที่ผู้บริโภคให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสที่คะแนนความชอบโดยรวม 6.7 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ดังนั้น แซนแทนกัมสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยลดการตกตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่มได้

5. การผลิตน้ำขิงพร้อมดื่มที่มีค่าพีเอช 4.2 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที บรรจุร้อนในขวดแก้ว และต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่ไม่พบจุลินทรีย์ โดยสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นานกว่า 7 สัปดาห์

6. การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำขิงพร้อมดื่มเป็นเวลา 12 เดือน พบว่า น้ำขิงมีค่าความหนืด ความข่น ค่า pH และค่าสี ลดลง แต่ปริมาณน้ำหนักตะกอนเพิ่มสูงขึ้น คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลงตามค่าความหนืด และความข่น ของน้ำขิงด้วย ในกระบวนการผลิตน้ำขิงพร้อมดื่มที่มีค่าพีเอช 4.2 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที บรรจุร้อนในขวดแก้ว และต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่ไม่พบจุลินทรีย์ โดยสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นานกว่า 12 เดือน

บรรณานุกรม

คลังปัญญา. ขิง. [ออนไลน์]. เข้าถึงวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2552. http://www.panyathai.or.th.

นิตยสารใกล้หมอ. ขิง. [ออนไลน์]. เข้าถึงวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2552. http://elib-online.com/doctors46/food_ginger001.html.

นิดา หงส์วิวัฒน์ และคณะ. (2550). ผัก คุณค่าอาหารและการกิน 333 ชนิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์แสงแดด. กรุงเทพ ฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2551). เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพ ฯ.

พัชรินร์ เตชะมโนกุล. (2541). ผลของสารให้ความคงตัวต่อคุณภาพของเครื่องดื่มจากกล้วย. วิยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

AOAC. (1999). Official method of analysis of the association of analytical chemistry.15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virinia.1298.

Ali, A., & Gilani, A.H. (2007). Medicinal Value of Ginger with Focus on its Use in Nausea and Vomiting of Pregnancy. Journal of Food Properties. 10: 269 - 278.

Bradley P.R. (1992). British Herbal Compendium, Vol. I, Companion to Vol. I of the British Herbal Pharmacopoeia. British Herbal Medicine Association. 112.

Chen C.C. & Ho C.T. (1986). Chromatographic Analyses of Isomeric Shogaol Compounds Derived from Isolated Gingerol Compounds of Ginger (Zingiber Officinale Roscoe). J. Chromatogr. 360: 175 - 184.

Crandall, P.G., R.F. Matthews & R.A. Baker. (1983). Citrus beverage clouding agents Review and states. Food Technol. 37 (12) :106 - 109.

Dlu_zewska, E., Stobiecka, A., & Maszewska, M. (2006). Effect of oil phase concentration on rheological properties and stability of beverage emulsions. Acta Science Poland Technology Alimentarius. 5: 147 - 156.

Fulder S. & Tenne M. (1998). Ginger, as an Anti-Nausea Remedy in Pregnancy & The Issue of Safety. Herbalgram. 38: 47 - 50.

Garti, N., Aserin, A., & Azaria, D. (1991). A clouding agent based on modified soy protein. International Journal of Food Science and Technology. 26: 259 - 270.

Genovese, D. B., & Lozano, J. E. (2001). The effect of hydrocolloids on the stability and viscosity of cloudy apple juices. Food Hydrocolloids.15: 1 - 7.

Giavasis, I., Harvey, L. M., & McNeil, B. (2000). Gellan Gum. Biotechnol. 20(3): 177 – 211.

Gibbons, B.J., Roach, P.J., & Hurley, T.D. (2002). Crystal Structure of the autocatalytic initiator of glycogen synthesis, glycogenin. *J. Mol. Biol*. 319: 463 - 477.

Ibrahim, G.E., Hassan, I.M., Abd-Elrashid, A.M., El-Massry, K.F., & Eh-Ghorab, A.H. (2011). Effect of clouding agents on the quality of apple juice during storage. Food Hydrocolloids. 25: 91 - 97.

Imeson, A. (1997). Thickening & Gelling Agents for Food. 2nd edition. Blackie Academic & Professional, London. 557.

Kika, K., Korlos, F., & Kiosseoglou, V. (2007). Improvement, by dryheating, of the emulsion-stabilizing properties of a whey protein concentrate obtained through carboxymethylcellulose complexation. Food Chemistry. 104: 1153 - 1159.

Klavons, J.A. & R.D. Bennett. (1985). The nature of protein constituents of commercial lemon juice cloud. J. Food Agr. Chem. 33: 708.

Liang, C., Hu, X., Ni, Y., Wu, J., Chen, F., & Liao, X. (2006). Effect of hydrocolloids on pulp sediment, white sediment, turbidity and viscosity of reconstituted carrot juice. Food Hydrocolloids. 20: 1190 - 1197.

Mirhosseini, H., Tan, C. P., Aghlara, A., Hamid, N. S. A., Yusof, S., & Chern, B. H. (2007a). Influence of pectin and CMC on physical stability,turbidity loss rate, cloudiness and flavor release of orange beverage emulsion during storage. Carbohydrate Polymers. 73: 83 - 91.

Mizrahi, S. & Z. Berk. (1970). Physico-chemical characteristics of orange juice cloud. J. Sci Food Agr. 21: 250 - 253.

Natural Center for Complementary and Alternative Medicine. (2006). Clouding agents for the food industry. Food Product Development. 5: 10.

Padival, R.A., S. Ranganna & S.P. Manjrekar. (1980). Cloud stabilization in citrus beverages by low methoxyl pectin. J. Food Technol. 15: 25 – 34.

Pettitt, D.J. (1982). Xanthan gum, Food Hydrocolloids. 127 - 149.

Phillips, G.O. & P.A. Williams. (2000). Handbook of hydrocolloids. Woodhead Publishing Limited. 450.

Shirin Adel P.R. & Jamuna Prakash. (2010). Chemical composition and antioxidant properties of ginger root (Zingiber officinale). Journal of Medicinal Plants Research Vol. 4 (24): 2674 - 2679.

Srivastava K.C. & Mustafa T. (1989). Ginger (Zingiber officinale) and Rheumatic Disorders.Medical Hypotheses. 29 (1): 25 - 28.

Szczesniak,A.S. (1986). Rheological basis for selecting hydrocolloids for specific applications. 311 - 323.

Zecher, D. & R. Van Coillie. (1992). Cellulose derivatives. 40 - 65.

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

หลักการ อบไล่ความชื้นที่เป็นองค์ประกอบให้ระเหยออกไปแล้วชั่งน้ำหนักที่หายไปภายใต้สภาวะที่ทำการทดลอง ถ้าใช้อุณหภูมิสูงจะรวมถึงสารระเหยได้ (Volatile matter)

อุปกรณ์ที่ใช้

1. Moisture can เป็นภาชนะอะลูมิเนียมหรือแก้ว เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 ซม. พร้อมฝาปิด

2 .Hot air oven (force air drying oven) ที่ควบคุมอุณหภูมิได้

3. Desiccators ที่มีสาร Silica gel หรือสารดูดความชื้น

4. Tong

5. Analytical balance เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (เป็น gravimetric method ต้องชั่งน้ำหนัก และน้ำหนักที่ชั่งได้ 2 ครั้งติดต่อกัน ต้องต่างกันไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม)

วิธีวิเคราะห์

1. นำถ้วยอะลูมิเนียมที่มีฝาปิดนำไปอบที่ 102 ± 3 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์แล้วนำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน (บันทึกเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ในถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนัก (จากข้อ 1)

3. นำถ้วยบรรจุตัวอย่างไปอบให้แห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 102 ± 3 องศาเซลเซียส นาน 2 ชม. โดยเปิดฝาไว้ เมื่อครบเวลาปิดฝาแล้วนำภาชนะออกจากตู้อบไฟฟ้า ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผล

4. นำถ้วยบรรจุตัวอย่างไปอบซ้ำอีก ครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ เมื่อผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งได้ 2 ครั้งติดต่อกันต้องต่างกันไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม จึงถือเป็นน้ำหนักสุดท้าย

วิธีคำนวณหาปริมาณความชื้นเป็น %

ปริมาณความชื้นร้อยละของตัวอย่าง = 100 w / W

w คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่หายไป (กรัม)

W คือ น้ำหนักของตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

2. การวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย

1. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดที่ทราบความชื้นประมาณ 2 - 5 กรัมลงในบีกเกอร์

2. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1.25 % ที่ร้อนลงในบีกเกอร์ แล้วให้ความร้อนเป็นเวลา 30 นาที

3. ถ่ายกรดซัลฟูริกออก กรองสารละลายด้วย Buchner funnel และล้างด้วยน้ำร้อนปราศจากไอออนหลาย ๆ ครั้ง

4. นำส่วนที่เหลือจากการย่อยด้วยกรดใส่ลงในบีกเกอร์ แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 % จากนั้นให้ความร้อนเป็นเวลา 30 นาที

5. กรองสารละลายด้วย Buchner funnel จากนั้นล้างด้วยน้ำร้อนปราศจากไอออน ล้างกากที่เหลือด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 % แล้วล้างด้วยน้ำร้อนหลาย ๆ ครั้ง

6. ล้างกากที่เหลือด้วยเอทิลแอลกอฮอลล์ 95 %

7. นำกากที่เหลือไปอบแห้งที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 วัน หรือจนน้ำหนักคงที่จะได้เป็น crude fiber กับ ash

8. จากนั้นนำกากที่เหลือไปเผาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเส้นใย (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)} = \frac{\text{ผลต่างของตัวอย่างหลังอบและหลังเผา x 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

3. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

หลักการ ทำลายสารอินทรีย์โดยใช้เปลวไฟหรือเตาเผาที่ประมาณ 500 - 550 ^{0}C จนเหลือแต่สารอนินทรีย์

อุปกรณ์ที่ใช้

1. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Crucible)

2. เตาเผา

3. Desiccators ที่มีสาร Silica gel หรือสารดูดความชื้น

4. Analytical balance เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (เป็น gravimetric method ต้องชั่งน้ำหนัก และน้ำหนักที่ชั่งได้ 2 ครั้งติดต่อกัน ต้องต่างกันไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่เผาและชั่งน้ำหนักแล้วให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน

2. นำถ้วยกระเบื้องเคลือบที่มีตัวอย่างไปเผาด้วยไฟอ่อน ๆ จนหมดควัน

3. แล้วนำไปเผาในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550 ± 20 อาศาเซลเซียส นานประมาณ 2 - 3 ชั่วโมง จนกระทั่งได้เถ้าสีขาวสนิทหรือสีเทา นำออกมาใส่ในเดซิเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปชั่ง

4. เผาตัวอย่างซ้ำครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม บันทึกน้ำหนักที่น้อยที่สุดถือเป็นน้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังจากเผาจนได้น้ำหนักคงที่

วิธีคำนวณหาปริมาณเถ้าเป็น %

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{(\text{น้ำหนักถ้วยตัวอย่างหลังเผา} - \text{น้ำหนักถ้วยเปล่า})}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

4. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

หลักการ สกัดไขมันจากตัวอย่างด้วยตัวทำละลายไขมัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำไประเหยเพื่อแยกตัวทำละลายออกไปจากไขมัน ควรสกัดไขมันจากตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว

อุปกรณ์ที่ใช้

1. Hot air oven (force air drying oven) ที่ควบคุมอุณหภูมิได้
2. กระดาษกรองเบอร์ 1
3. โถดูดความชื้น (Desiccators) ที่มีสาร Silica gel หรือสารดูดความชื้น
4. เครื่องสกัดไขมัน
5. Analytical balance เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (เป็น gravimetric method ต้องชั่งน้ำหนัก และน้ำหนักที่ชั่งได้ 2 ครั้งติดต่อกัน ต้องต่างกันไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัม)

สารเคมี

ปิโตเลียมอีเทอร์ที่มีจุดเดือด 40 - 60 องศาเซลเซียส

วิธีวิเคราะห์

1. อบถ้วยแก้วที่อุณหภูมิ 100 ± 3 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์แล้วนำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ให้ทราบชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (บันทึกเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ในหลอดบรรจุตัวอย่าง (Thimble) แล้วนำไปใส่หลอดสกัด

3. นำ Thimble ที่บรรจุตัวอย่างสอดเข้า Condenser

4. ใช้ปิโตเลียมอีเทอร์ 150 มิลลิลิตร ใส่ลงในถ้วยแก้วที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ต่อถ้วยแก้วเข้ากับ extraction tube แล้วต่อ extraction tube เข้ากับหลอดควบแน่น ใช้เวลาสกัดตัวอย่าง 20 นาที

5. เครื่องจะทำการล้างและทำแห้งโดยอัตโนมัติ

6. นำถ้วยแก้วที่มีไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 100 ± 3 องศาเซลเซียส 30 นาที ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์แล้วนำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

7. นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์หาประมาณไขมัน

การคำนวณหาปริมาณไขมันเป็น %

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยตัวอย่างที่อบแห้งแล้วเป็นกรัม} - \text{น้ำหนักถ้วยเปล่า}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

5. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น

2. K_2SO_4 5 กรัม และ $CuSO_4.5H_2O$ 0.25 กรัม

3. สารละลายกรดบอริกเข้มข้น 4 % (เตรียมโดยใช้น้ำร้อน) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร/ตัวอย่าง

4. สารละลายอินดิเคเตอร์ (methyl red / methylene blue indicator) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

5. สารละลายมาตรฐานกรด HCl 0.1 N ใช้ในการไตรเทรต Standardized ด้วย Na_2CO_3

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม (ทราบน้ำหนักที่แน่นอนทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ลงในหลอดย่อยอย่าให้เปื้อนข้างหลอด blank ทำโดยใส่กระดาษกรองลงไปในหลอดย่อย

2. เติม K_2SO_4 5 กรัม และ $CuSO_4.5H_2O$ 0.25 กรัม ต่อตัวอย่าง 1 หลอด

3. เติม H_2SO_4 conc. 12 มิลลิลิตร/หลอด

4. ต่อหลอดย่อยเข้ากับชุดย่อยให้พร้อม

5. ตรวจปลายท่อนำไอกรดให้ต่อกับชุดกำกัดไอกรดที่มี 20 % NaOH อยู่ และต่อกับ Scrubber neutralizer ท่อมีน้ำปริมาณที่กำหนดเสียบปลั๊กและเปิดเครื่อง

6. กดปุ่มสตาร์ทที่เครื่องย่อย

7. ย่อยจนเสร็จสมบูรณ์จะได้สารสีฟ้าใสให้ย่อยต่อไป จากนั้นรอจนไอกรดหมด ยกหลอดออกมาจากเตาย่อยตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

8. ตรวจสอบเครื่อง cooling ปริมาณน้ำกลั่นในถังน้ำกลั่นและ 40 % NaOH ในถังด่าง

9. ตรวจสอบความเรียบร้อยของการเสียบสายยางไปที่ถังสารต่าง ๆ

10. กดสวิทช์เปิดไฟเขียวจะติด กด preheat ไฟสีส้มด้านข้างจะติด 1 - 2 วินาที จากนั้นไฟ ready start จะติด

11. ล้างเครื่องกลั่นโดยใช้หลอดบรรจุน้ำ ตั้งเวลาการกลั่นประมาณ 3 นาที

12. ต่อหลอดย่อยเข้ากับชุดกลั่นตั้งปริมาณน้ำและด่าง 40 % ไว้ที่ 40 มิลลิลิตร โดยหมุนตัวเลขไปที่ 4 (คูณด้วย 10 จะเท่ากับ 40 มิลลิลิตร)

13. ตั้งเวลาที่ต้องการกลั่นประมาณ 3 นาที

14. เตรียมสารละลายบอริกเข้มข้น 4 % ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมอินดิเคเตอร์ 3 - 4 หยด วางไว้บนแท่น จับปลายท่อให้จุ่มอยู่ใต้สารละลาย เก็บสิ่งที่กลั่นได้ให้ได้ปริมาตรรวม 100 มิลลิลิตร

15. กดปุ่ม ready start เครื่องจะทำงานตามลำดับ คือดูดน้ำและด่างในปริมาณที่ตั้งไว้และทำการกลั่นตามเวลาที่ตั้งไว้เมื่อเสร็จกระบวนการเครื่องจะส่งสัญญาณเสียงยาว 1 - 2 วินาที หนึ่งครั้งพร้อมไฟสีเขียวที่ปุ่ม ready start จะติด

16. ถ้าตัวอย่างมีสารประกอบไนโตรเจนอยู่ กรดบอริก จะเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเขียวอ่อน นำสิ่งที่กลั่นไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน HCl 0.1 N ให้เปลี่ยนเป็นสีเดิม (สีม่วง)

17. ก่อนกลั่นตัวอย่างต่อไปควรล้างระบบโดยใช้น้ำกลั่นใส่ในหลอดย่อย แล้วทำการกลั่นโดยไม่ต้องเติมด่างประมาณ 3 นาที

18. เมื่อกลั่นตัวอย่างสุดท้ายเสร็จ ใส่หลอดเปล่าและ flask รองรับเข้าที่ ปิดสวิทช์ เช็ดทำความสะอาดเครื่อง

การคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนเป็น %

$$\% N = \frac{(T-B) \times 14.007 \times 100 \times N}{\text{Weight of sample (ml)}}$$

% protein = % N x conversion factor

T = sample titration

B = Blank titration

N = normality of titrant

Standardize สารละลายกรดมาตรฐาน 0.1 N HCl

ชั่ง Anhydrous $NaCO_3$ ประมาณ 5 กรัม ใส่โกร่งแล้วบดให้ละเอียด นำไปอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์

ชั่ง Na_2CO_3 ที่อบไว้มา 0.13 กรัม อย่างละเอียด ใส่ใน flask เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วหยดอินดิเคเตอร์ประมาณ 2 - 3 หยด แล้วนำไปไทเทรตกับ 0.1 N HCl จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู ให้จดปริมาตรเป็น A1 จากนั้นนำสารละลายไปต้มประมาณ 2 - 3 นาที จนเดือด สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูอีกครั้งจดปริมาตรเป็น A2 แล้วนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย HCl ตามสมการ

$$\text{Concentration of HCl (mol/l)} = \frac{2000 \times \text{accurately weight of } Na_2CO_3}{\text{MW of } Na_2CO_3 \times (A1+A2)}$$

<u>6. วิธีวัดความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืดบรุคฟิลด์</u>

1. ปรับระดับลูกน้ำข้างบนเครื่องให้อยู่ในวงกลม โดยการปรับที่ขาตั้ง 3 มุมของฐาน

2. เปิดสวิตช์ “ Power On ” ด้านหลังเครื่อง

3. รอจนหน้าจอแสดงผลแสดง “ Remove Spindle/Press And Key ” เอาเข็ม (Spindle) ออกจากตัวเครื่อง

4. กดปุ่มใดปุ่มหนึ่งที่หน้าปัดเครื่องจะแสดง “ Auto zeroing Viscometer” ซึ่งเครื่องจะปรับศูนย์อัตโนมัติ รอประมาณ 15 นาที จนเครื่องแสดง ‘’ Replace Spindle/ Press And Key” และกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งอีกครั้ง

5. ใส่ Guard leg และเข็ม (Spindle) โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา จุ่มเข็มลงในสารตัวอย่างจนถึงรอย Mark

6. ใส่รหัสของเข็มที่จะใช้งานโดย

6.1 กดปุ่ม Select Spindle

6.2 กดปุ่มลูกศร ขึ้น – ลง เพื่อเลือกรหัสเข็มที่จะใช้

6.3 กดปุ่ม Select Spindle อีกครั้งเมื่อได้รหัสเข็มที่ต้องการ (ภายใน 3 วินาที)

7. เลือกความเร็วที่จะใช้งานโดย

7.1 กดปุ่ม Motor “ON/Off ” ที่จอแสดงผลจะแสดง “0.0 RPM ”

7.2 กดปุ่มลูกศร ขึ้น – ลง เพื่อเลือกความเร็วรอบที่ต้องการ

7.3 กดปุ่ม Set Speed เมื่อได้ความเร็วรอบที่ต้องการ

8. อ่านค่าและบันทึกผล

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการวัดค่าความหนืด

1. เลือกเข็ม เหมาะสม (เข็มเบอร์ 1 เหมาะสมกับสารตัวอย่างที่มีความหนืดน้อย ๆ และเบอร์มากขึ้นใช้สำหรับสารตัวอย่างที่มีความหนืดมากขึ้น)

2. เลือกความเร็วที่เหมาะสม (ทดลองปรับเปลี่ยนค่าความเร็วหลาย ๆ ค่า) โดยดูค่าเปอร์เซ็นต์เป็นหลักให้อ่านได้ใกล้100 %มากที่สุดหรือเป็นค่าเปอร์เซ็นต์สูงที่สุดที่จะทำได้ สารตัวอย่างบางอย่างอาจวัดค่าได้แค่ 40 % เท่านั้น แล้วเลือกเข็มและความเร็วที่อ่านค่าเปอร์เซ็นต์ได้สูงที่สุด

หมายเหตุ

- ภาชนะใส่สารตัวอย่างใช้บีกเกอร์ ทรงเตี้ยขนาด 600 ml และ ใส่สารตัวอย่าง 500 ml

- การเปลี่ยนค่าความเร็วให้กดลูกศร ขึ้น – ลง เลือกค่าใหม่ได้เลยโดยไม่ต้องปิดเครื่อง

- วิธีการวัดความหนืดด้วยเครื่องบรุคฟิลด์

นำตัวอย่างน้ำขิงใส่บีกเกอร์ขนาก 600 ml. แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งมีอุณหภูมิคงที่ นำไปวัดความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบบรุคฟิลด์ (Brookfield) โดยใช้เข็มเบอร์ 1 วัดที่ความเร็ว 180 รอบ/นาที

7. วิธีวัดความขุ่นด้วยความเครื่องวัดความขุ่น

การวัดความขุ่น เป็นการวัดปริมาณสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ ซึ่งสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำจะขัดขวางการส่องสว่างของแสงที่จะส่อง ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. ก่อนทำการวัดความขุ่นให้เปิดเครื่อง เพื่อวอร์มเครื่องเป็นเวลา 30 นาที

2. เลือก Range ในการแสดงผลที่ต้องการ โดยใช้ปุ่ม Range

3. เลือกหน่วยในการวัด (NTU / EBC / NEP/ %T /A/CU) โดยใช้ปุ่ม UNIT / EXIT โดยเลือกหน่วย NTU (Nephelometic Turbidity Unit)

4. ประมาณค่าความขุ่นของตัวอย่างที่ต้องการวัด ดังนี้

ความขุ่น	RATIO FUNCTION
< 40 NTU	ไม่ใช้ (หลอดไฟที่ปุ่มจะไม่ติด)
> 40 NTU	ใช้ (หลอดไฟที่ปุ่มจะติด)

5. ตั้ง NUMBER ของตัวอย่าง (ถ้าต้องการใช้เพื่อให้พิมพ์ค่านี้ออกทางเครื่องพิมพ์ด้วย) ถ้าไม่ต้องการใช้ให้ข้ามไปทำข้อ 6

วิธีการตั้ง

- กดปุ่ม Sample ให้ Display Mode กระพริบ
- กด ⬇ หรือ ⬆ เลือกตัวเลขที่ต้องการ
- ใช้ ➡ เพื่อเลื่อนหน้าจอ
- ใช้ ⬇ หรือ ⬆ เลือกตัวเลขที่ต้องการ
- กด ENTER

6. ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างสำหรับวัดโดยนำตัวอย่างมาประมาณ 30 ml เติมลงใน Sample Cell

7. ปิดฝา Sample Cell และหยด Silicone Oil ลงบนผิวขวด 1 หยด ทาให้ทั่วขวดและใช้ผ้าเช็ดข้างขวด Sample Cell เพื่อทำความสะอาด

8. นำ Sample Cell ใส่ลงในเครื่องวัดตัวอย่าง (ตำแหน่งลูกศรตรงกันระหว่าง Mark ของเครื่องกับ Mark ของ Sample Cell ให้ตรงกัน)

9. ปิดฝา รออ่านค่าจากหน้าจอเมื่อตัวเลขคงที่

หมายเหตุ

- ถ้าค่าไม่นิ่งมีการแกว่งให้กดปุ่ม SIGNAL AVG (ไฟจะติด) เพื่อหาค่าเฉลี่ย
- ก่อนวัดควรเขย่าขวด Sample เบา ๆ แต่อย่าให้เกิดฟองอากาศขึ้นขณะทำการวัด

8. วิธีการใช้เครื่อง Color-view™ Spectrophotometer

1. เปิดคอมพิวเตอร์ที่เครื่อง และเปิดตัวเครื่องวัดสีด้วย (สำหรับตัวเครื่องวัดสีให้นำจุกไม้ออก)

2. ทำการ calibrate เครื่องโดยวิธีดังนี้

ก. ที่หน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้คลิก 2 ครั้งที่ color – insights

ข. หลังจากนั้นให้คลิก 2 ครั้งที่ QC Manager

ค. ให้คลิกที่ file แล้วเลือก calibrate

ง. ที่ Port Size ให้เลือก Large ที่ Mode ให้เลือก Auto ที่ Gloss ให้เลือกว่าต้องการวัดแบบ gloss หรือไม่ ถ้าวัดให้กด On ถ้าไม่วัดให้กด Off แล้วกด OK

จ. เครื่องคอมพิวเตอร์จะสั่งคำสั่งดังนี้ Place Black reference tile on sample port ให้นำส่วนที่มีสีดำของตัวอ้างอิง วางลงตรงช่องที่กำหนดไว้ให้ลงบล็อก (คว่ำส่วนสีดำลง) แล้วกด OK

ฉ. เครื่องคอมพิวเตอร์จะสั่งคำสั่งดังนี้ Place White reference tile on sample port ให้นำส่วนที่มีสีขาวของตัวอ้างอิงคว่ำลงตรงช่องที่กำหนดไว้ให้ลงบล็อก แล้งกด OK เครื่องก็พร้อมที่จะใช้วัดตัวอย่างได้

ช. ในกรณีที่ต้องการวัดแบบ gloss เครื่องจะสั่งคำสั่งดังข้อ จ. อีกครั้ง เครื่องก็พร้อมที่จะใช้วัดตัวอย่างได้

3. การวัดตัวอย่างทำได้โดย

ก. วางตัวอย่างบนช่องที่กำหนดไว้

ข. ที่หน้าจอของ QC Manager ให้คลิก 2 ครั้งที่ Gardner หรือ Standard หรือ sample อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ก็จะสามารถทราบค่าที่วัดได้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total viable count) โดยวิธี pour plate

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate count agar (PCA)

2. สารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1 (0.1 % peptone solution)

วิธีการ

1. เขย่าตัวอย่าง แล้วเปิดฝาด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ

2. ทำการเจือจางตัวอย่างให้เป็น 1:10, 1:100 และ 1:1000 ตามลำดับ โดยใช้สารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1

3. ดูดตัวอย่างจากข้อ 2 อย่างละ 1 มล. ลงในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว

4. เททับด้วยอาหาร PCA ประมาณ 15 มล.

5. หมุนจานเพาะเชื้อเบา ๆ เป็นวงกลม แล้วตั้งไว้ให้วุ้นแข็งตัวประมาณ 15 นาที

6. อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 °C ในลักษณะจานคว่ำเป็นเวลา 24 ชม.

7. ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนประมาณ 30 - 300 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง (CFU/ml.)

2. การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา โดยวิธี spread plate

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Potato dextrose agar (PDA) ที่ผ่านการปรับพีเอช (3.5) ด้วยกรดทารทาริก ร้อยละ 10

2. สารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1 (0.1 % peptone solution)

วิธีการ

1. เขย่าตัวอย่าง แล้วเปิดฝาด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ

2. ทำการเจือจางตัวอย่างให้เป็น 1: 10, 1:100 และ 1:1000 ตามลำดับ โดยใช้สารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1

3. ดูดตัวอย่างจากข้อ 2 อย่างละ 0.1 มล. ลงในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว

4. ใช้แท่งแก้วปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหาร

5. อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25 °C ในลักษณะจานคว่ำเป็นเวลา 3 - 5 วัน

6. ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนประมาณ 30 - 300 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง (CFU/ml.)

3. การวิเคราะห์ coliform bacteria และ *E.coli*

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Brillient-green lactose bile broth (BGLB)
2. Lauryl sulphate tryptose broth (LST) 2X และ 1X
3. EC broth
4. Eosin methylene blue agar (EMB)
5. Nutrient agar (NA)
6. Trytone (trytophane broth)
7. MR-PV broth
8. Koser's Citrate broth

วิธีการ

การตรวจนับจำนวนขั้นแรก (Presumptive test)

1. เขย่าตัวอย่างอาหารให้เข้ากัน ดูดตัวอย่างใส่หลอดอาหาร LST (2X) หลอดละ 10 มล. จำนวน 5 หลอด ส่วนหลอดอาหาร LST (1X) ดูดตัวอย่างหลอดละ 1 มล. จำนวน 5 หลอด และ 0.1 มล. จำนวน 5 หลอด

2. บ่มหลอดอาหารทั้งหมดที่อุณหภูมิ 37 ± 1 $^{\circ}$C เวลา 24 และ 48 ชม.

3. สังเกตการเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซในหลอดอาหารแต่ละหลอดหลังจากบ่มเชื้อไว้ 24 ชม. หากหลอดใดไม่เกิดก๊าซให้บ่มเชื้อต่ออีก 24 ชม. ตรวจผลเช่นเดียวกัน

4. บันทึกจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซในแต่ละหลอด นำไปเปิดตาราง MPN รายงาน ผลเป็น MPN ของแบคทีเรียโคลิฟอร์มขั้นแรก/มล.

การตรวจนับจำนวนขั้นยืนยัน (Confirm test)

1. ถ่ายเชื้อจากหลอดที่เกิดก๊าซในขั้นแรกแต่ละหลอดลงในอาหารเหลว BGLB หลอดต่อหลอด

2. บ่มหลอดอาหารไว้ที่อุณหภูมิ 37 ± 1 $^{\circ}$C เป็นเวลา 48 ชม.

3. บันทึกผลหลอดที่เกิดก๊าซ นำไปเปิดตาราง MPN รายงานผลเป็น MPN ของ แบคทีเรียขั้นยืนยัน/มล.

Confirm test สำหรับ *E.coli*

4. ถ่ายเชื้อจากหลอดที่บรรจุอาหาร LST ให้ผลบวกด้วยลูปเขี่ยลงในอาหาร EC

5. นำไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.5 ^{0}C ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิเป็นเวลา 24 ชม. และ 48 ชม. ตามลำดับ บันทึกผลการเกิดแก๊สในหลอกดักแก๊ส

6. เขี่ยเชื้อจากหลอดบรรจุอาหาร EC ให้ผลบวก streak ลงบนอาหาร L-EMB เพื่อแยกเชื้อ นำไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ^{0}C เป็นเวลา 18 – 24 ชม.

การตรวจผล IMVIC

7.นำลูปเขี่ยเชื้อจากอาหาร L-EMB ซึ่งให้ลักษณะโคโลนีของ *E.coli* ดังนี้คือ ลักษณะโคโลนีสีเขียวเกือบดำ มีเงาโลหะมันวาว เขี่ยเชื้อที่สังสัยว่าคือ *E.coli* ทดสอบ IMVIC Test ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ ดังต่อไปนี้

-Tryptone broth

- MR-VP broth

- Koser's Citrate broth

- LST broth

การตรวจผล IMVIC

ชนิดอาหารเลี้ยงเชื้อ	ชนิดของการทดสอบ	เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการเพาะเชื้อ	regent	ผลบวกที่ปรากฏ
Tryptone broth	I	24 ± 2 ชม. 35 ^{0}C	0.2 – 0.3 ml Kovac's reagent	สีแดงบนผิวอาหาร
MR-VP broth	M	48 ± 2 ชม. 35 ^{0}C	5 หยดของ methyl red solution	สีแดง
Koser's Citrate broth	V	48 ± 2 ชม. 35 ^{0}C	0.6 ml. ของ α-naphthol (solution A) + 0.2 ml. ของ 40 % KOH-creatine (solution B)	สีแดง เมื่อตั้งทิ้งไว้ 2 ชม.
LST broth	Ci	48 ± 2 ชม. 35 ^{0}C	ไม่มี	อาหารเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำเงิน

IMVIC Test = Indole production, Methyl-Red reactive compounds, Voges-Proskauer reactive compound, Citrate Utilization

10. บันทึกผลการทดลอง จำนวนโคลิฟอร์มต่อกรัมอาหารและจำนวน *E.coli* ซึ่ง *E.coli* จะแสดงคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถเฟอร์เมนต์น้ำตาลแลคโตสให้แก๊สภายใน 48 ชม. ที่ 35 ^{0}C
2. แสดงผล IMVIC ดังนี้ ++-- (Biotype I) หรือ -+-- (Biotype II)
3. แกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ รูปแท่งสั้น

ภาคผนวก ค

<u>แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส</u>

<u>1. แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความหนืดในการเลือกกัม</u>

ชื่อ_____ วันที่ _____

ผลิตภัณฑ์ : <u>น้ำขิงพร้อมดื่ม</u>

คำชี้แจง กรุณาพิจารณาและชิมตัวอย่างต่อไปนี้ แล้วให้คะแนนความชอบโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย
5 = เฉย ๆ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

รหัส	ความหนืด
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

ข้อเสนอแนะ_____

_____

_____

2. แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษาน้ำขิงพร้อมดื่ม

ชื่อ_____ วันที่ _____

ผลิตภัณฑ์ : น้ำขิงพร้อมดื่ม

คำชี้แจง กรุณาพิจารณาและชิมตัวอย่างต่อไปนี้ แล้วให้คะแนนความชอบโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

8 = ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

7 = ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก

6 = ชอบเล็กน้อย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

5 = เฉย ๆ

รหัส							
ลักษณะปรากฏ							
สี							
กลิ่น							
รสชาติ							
ความหนืด							
ความชอบโดยรวม							

ข้อเสนอแนะ_____

_____

_____

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส (ความหนืด) คุณภาพทางเคมี และกายภาพของน้ำขิงพร้อมดื่ม

คุณลักษณะ	Source of variation (SOV)	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value
ความหนืด (ซิม)	Treatment	12	358.92	29.91	129.61*
	Error	26	6.00	0.23	
	Total	38	364.92		
ความหนืด	Treatment	12	5846.51	487.21	15360.68*
	Error	26	0.82	0.03	
	Total	38	5847.34		
ความขุ่น	Treatment	12	14563025.74	1213585.48	164912.31*
	Error	26	191.33	7.36	
	Total	38	14563217.08		

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความหนืดของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	Source of variation (SOV)	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value
1	Treatment	6	151.81	25.30	1513.74*
	Error	14	0.23	0.02	
	Total	20	152.04		
3	Treatment	6	154.56	25.76	3570.60*
	Error	14	0.10	0.01	
	Total	20	154.66		
5	Treatment	6	217.15	36.19	2925.47*
	Error	14	0.17	0.01	
	Total	20	217.33		
7	Treatment	6	205.57	34.26	2681.71*
	Error	14	0.18	0.01	
	Total	20	205.75		

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความขุ่นของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	Source of variation (SOV)	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value
1	Treatment	6	7910747.62	1318457.94	171972.77*
	Error	14	107.33	7.67	
	Total	20	7910854.95		
3	Treatment	6	5104105.81	850684.30	67159.29*
	Error	14	177.33	12.67	
	Total	20	5104283.14		
5	Treatment	6	4097046.29	682841.05	83370.13*
	Error	14	114.67	8.19	
	Total	20	4097160.95		
7	Treatment	6	3681179.65	613529.94	106103.34*
	Error	14	80.95	5.78	
	Total	20	3681260.60		

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณตะกอนในน้ำขิงพร้อมดื่มที่เติมกัมในปริมาณต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	Source of variation (SOV)	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value
1	Treatment	6	2.502	0.417	20732.377*
	Error	14	0.000	0.000	
	Total	20	2.503		
3	Treatment	6	7.065	1.178	9180.845*
	Error	14	0.002	0.000	
	Total	20	7.067		
5	Treatment	6	9.226	1.538	140804.872*
	Error	14	0.000	0.000	
	Total	20	9.226		
7	Treatment	6	24.188	4.031	615966.192*
	Error	14	0.000	0.000	
	Total	20	24.188		

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า pH ในน้ำขิงพร้อมดื่มที่เติมกัมในปริมาณต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	Source of variation (SOV)	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value
1	Treatment	6	0.001	0.000	8.167*
	Error	14	0.000	0.000	
	Total	20	0.002		
3	Treatment	6	0.001	0.000	5.143*
	Error	14	0.000	0.000	
	Total	20	0.001		
5	Treatment	6	0.001	0.000	6.889*
	Error	14	0.000	0.000	
	Total	20	0.002		
7	Treatment	6	0.002		5.767*
	Error	14	0.001		
	Total	20	0.002		

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า L^* ของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็น เวลา 7 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	Source of variation (SOV)	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value
1	Treatment	6	19.34	3.22	679.71*
	Error	14	0.07	0.00	
	Total	20	19.41		
3	Treatment	6	15.58	2.60	322.28*
	Error	14	0.11	0.01	
	Total	20	15.69		
5	Treatment	6	19.47	3.24	34.98*
	Error	14	1.30	0.09	
	Total	20	20.77		
7	Treatment	6	97.37	16.23	93.46*
	Error	14	2.43	0.17	
	Total	20	99.80		

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า a* ของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	Source of variation (SOV)	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value
1	Treatment	6	8.45	1.41	982.88*
	Error	14	0.02	0.00	
	Total	20	8.47		
3	Treatment	6	32.03	5.34	6753.67*
	Error	14	0.01	0.00	
	Total	20	32.04		
5	Treatment	6	22.88	3.81	67.05*
	Error	14	0.80	0.06	
	Total	20	23.68		
7	Treatment	6	66.44	11.07	431.57*
	Error	14	0.36	0.03	
	Total	20	66.80		

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่า b* ของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	Source of Variation (SOV)	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value
1	Treatment	6	161.45	26.91	9742.86*
	Error	14	0.04	0.00	
	Total	20	161.49		
3	Treatment	6	4411.40	735.23	133910.72*
	Error	14	0.08	0.01	
	Total	20	4411.48		
5	Treatment	6	4342.71	723.78	10714.42*
	Error	14	0.95	0.07	
	Total	20	4343.65		
7	Treatment	6	4041.53	673.59	2407.27*
	Error	14	3.92	0.28	
	Total	20	4045.45		

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 25 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำขิงที่เติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 สัปดาห์

คุณลักษณะ	Source of Variation (SOV)	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value
ลักษณะปรากฏ	Treatment	6	92.52	15.42	271.73*
	Block	2	0.23	0.11	1.99
	Error	12	0.68	0.06	
	Total	21	755.35		
สี	Treatment	6	89.82	14.97	87.73*
	Block	2	0.29	0.14	0.84
	Error	12	2.05	0.17	
	Total	21	788.19		
กลิ่น	Treatment	6	0.06	0.01	0.16NS
	Block	2	4.35	2.17	35.40
	Error	12	0.74	0.06	
	Total	21	1239.48		
รส	Treatment	6	0.36	0.06	3.50NS
	Block	2	0.33	0.17	9.75
	Error	12	0.21	0.02	
	Total	21	1344.90		
เนื้อสัมผัส	Treatment	6	1.11	0.19	4.00NS
	Block	2	0.28	0.14	2.99
	Error	12	0.56	0.05	
	Total	21	1242.42		
ความชอบโดยรวม	Treatment	6	80.88	13.48	185.43*
	Block	2	0.05	0.03	0.37
	Error	12	0.87	0.07	
	Total	21	802.24		

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณภาพทางเคมี และกายภาพของน้ำขิงที่มีการเติมกัม ในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา (12 เดือน)	Source of variation (SOV)	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value
ความหนืด	Treatment	6	330.50	55.08	735.10*
	Error	14	1.05	0.07	
	Total	20	331.55		
ความข่น	Treatment	6	2382269.79	397044.96	354153.59*
	Error	14	15.70	1.12	
	Total	20	2382285.48		
น้ำหนักตะกอน	Treatment	6	25.07	4.18	186860.80*
	Error	14	0.31E-03	2.24E-05	
	Total	20	25.07		
pH	Treatment	6	0.01	0.0012	12.95*
	Error	14	0.00	0.0001	
	Total	20	0.01		

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าสีของน้ำขิงที่มีการเติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

ระยะเวลา (12 เดือน)	Source of Variation (SOV)	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value
L*	Treatment	6	94.69	15.78	119.16*
	Error	14	1.85	0.13	
	Total	20	96.54		
a*	Treatment	6	5.80	0.97	72.77*
	Error	14	0.19	0.01	
	Total	20	5.99		
b*	Treatment	6	137.00	22.83	780.46*
	Error	14	0.41	0.03	
	Total	20	137.41		

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำขิงที่เติมกัมในปริมาณที่ต่างกัน ในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

คุณลักษณะ	Source of Variation (SOV)	Degree of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value
ลักษณะปรากฏ	Treatment	6	60.48	10.08	31.75*
	Block	2	0.86	0.43	1.35
	Error	12	3.81	0.32	
	Total	21	504.00		
สี	Treatment	6	67.81	11.30	101.71*
	Block	2	0.67	0.33	3.00
	Error	12	1.33	0.11	
	Total	21	546.00		
กลิ่น	Treatment	6	2.95	0.49	4.43*
	Block	2	2.00	1.00	9.00
	Error	12	1.33	0.11	
	Total	21	953.00		
รส	Treatment	6	4.95	0.83	2.97NS
	Block	2	0.67	0.33	1.20
	Error	12	3.33	0.28	
	Total	21	1024.00		
เนื้อสัมผัส	Treatment	6	1.62	0.27	0.74 NS
	Block	2	0.29	0.14	0.39
	Error	12	4.38	0.37	
	Total	21	1121.00		
ความชอบโดยรวม	Treatment	6	57.14	9.52	40.00*
	Block	2	1.14	0.57	2.40
	Error	12	2.86	0.24	
	Total	21	500.00		

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

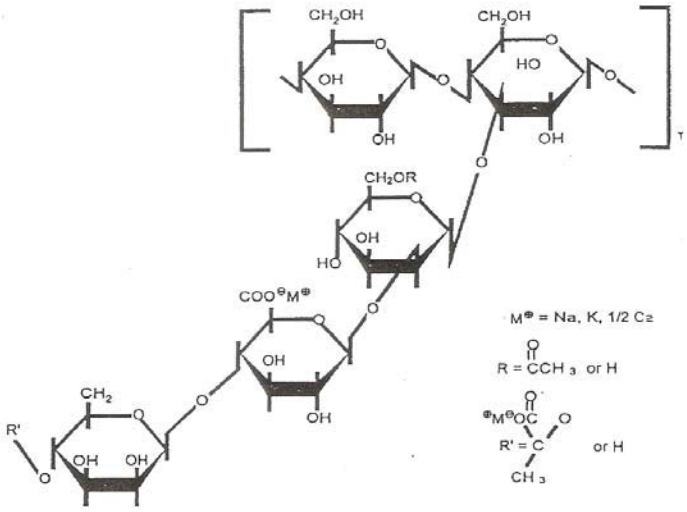
NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ภาคผนวก จ

Freshening Stabilizer

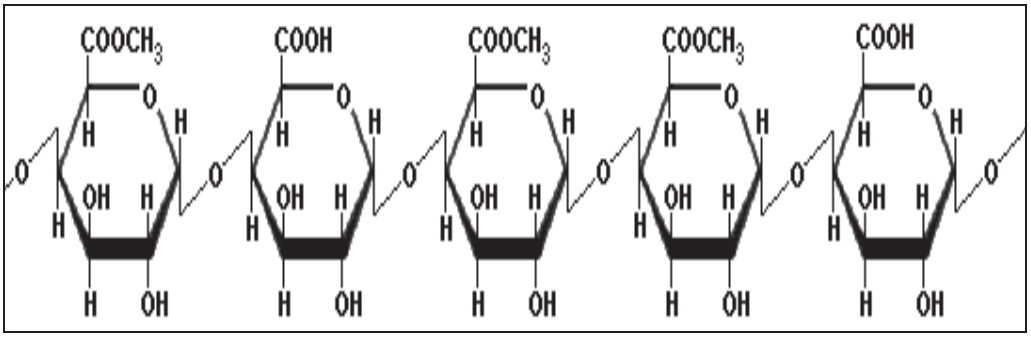
1. Appearance	:	Yellowish liquid with a little settlings.
2. Composition	:	Edible Phosphoric Acid
		Phytic Acid
		Citric acid
3. pH Value	:	1.8 ± 0.3
4. Arsenic	:	1ppm Max.
Heavy Metal	:	10ppm Max.
5. Packing	:	20kgs/ per plastic drum.
6. Shelf life	:	One year in its original packing, tightly closed, sheltered from air, light and at room temperature.

ข้อมูลแสดงส่วนประกอบของสารที่ใช้ในการปรับ pH ของการผลิตน้ำขิงพร้อมดื่ม



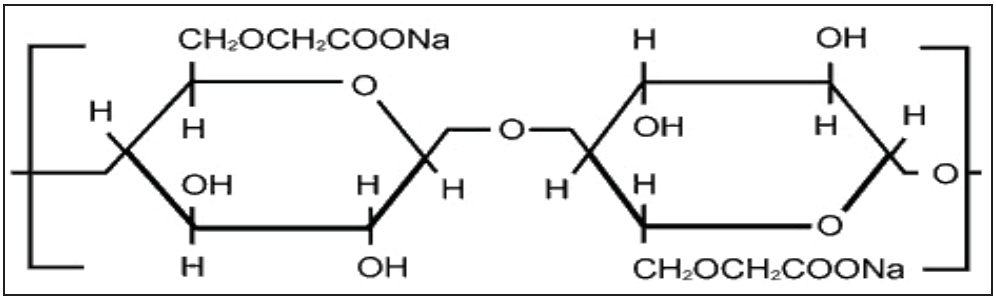
ภาพที่ 6 ลักษณะโครงสร้างของแซนแทนกัม

ที่มา : Phillips และ Williams (2002)



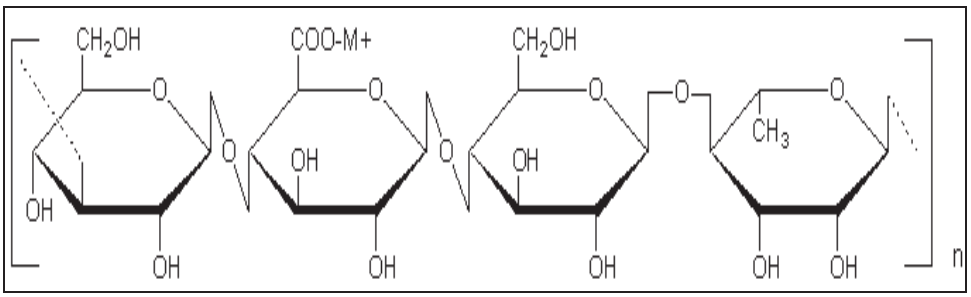
ภาพที่ 22 โครงสร้างโมเลกุลของเพคติน

ที่มา : http://www.sci-toys.com



ภาพที่ 23 โครงสร้างโมเลกุลของ CMC

ที่มา : http://www.sci-toys.com



ภาพที่ 24 โครงสร้างโมเลกุลของ Gellan_gum

ที่มา : http://www. fr.wikipedia.org/wiki/Fichier

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ – สกุล นางสาวกัณหา อุ้ยฟัก

ที่อยู่ 28 หมู่ 4 ตำบลแก้มอ้น อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี 70150

วันที่/เดือน/ปีเกิด 29 ตุลาคม พ.ศ. 2525

ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนคุรุราษฎร์รังสฤษฏ์

ประวัติการทำงาน

บริษัท เฟิรสท์ แคน ฟูด (ไทย) จำกัด (1 มิถุนายน พ.ศ. 2549 ถึง ปัจจุบัน