บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเนื้อมะขามหวานสุก

วิเคราะห์องค์ประกอบ ในเนื้อมะขามหวานสุกที่ใช้เป็นวัตถุดิบ โดยหาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรด ปริมาณความชื้น และปริมาณเพคติน ได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 องค์ประกอบของเนื้อมะขามหวานสุก

องค์ประกอบ	ร้อยละ โดยน้ำหนัก
ความชื้น	22.74 ± 1.08
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	68.50 ± 0.35
ปริมาณกรด (กรดทาร์ทาริก)	2.82 ± 0.16
เพคติน	2.03 ± 0.23
สัดส่วนน้ำตาลต่อกรด (BAR)	24.82 ± 0.07

พบว่าเนื้อมะขามหวานสุก มีปริมาณเพคตินค่อนข้างสูง และปริมาณน้ำค่อนข้างต่ำ ดังนั้นในการใช้เอนไซม์สกัด โดยการย่อยสลายโครงสร้างเพคตินและเซลลูโลส จึงต้องเพิ่มปริมาณน้ำอีกจำนวนหนึ่ง

4.2 ผลการศึกษาภาวะการสกัดน้ำเชื่อมมะขามหวานโดยเพคติเนสและเซลลูเลส

โดยการย่อยสลายเพคตินด้วยเพคติเนสก่อนแล้วตามด้วยการย่อยสลายเซลลูโลสด้วยเซลลูเลส

4.2.1 ภาวะสำหรับเพคติเนสในการย่อยสลายเพคตินที่สกัดน้ำเชื่อมมะขามหวานสูงสุด

จากวิธีทำการทดลองในข้อ 3.2.1 ติดตามปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้จากปฏิกิริยาของเพคติเนสที่ความเข้มข้น และ ระยะเวลาทำปฏิกิริยาต่าง ๆได้ผลเปรียบเทียบดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลของระดับความเข้มข้น เพคติเนส และ เวลาในการทำปฏิกิริยาต่อค่าเฉลี่ยของปริมาณของน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ที่เวลาระหว่าง 1-5 ชั่วโมง อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

เพคติเนส (หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100กรัม)	เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ (ร้อยละโดยน้ำหนักของเนื้อมะขามบด)
ชุดควบคุม (ไม่มีเพคติเนสและเซลลูเลส)	-	22.00 ± 0.56
0.25	1	36.92^{e} ± 2.11
	2	48.65^{d} ± 0.79
	3	55.80^{c} ± 0.43
	4	56.15^{c} ± 0.10
	5	56.32^{c} ± 0.16
0.50	1	56.26^{c} ± 1.15
	2	64.47^{a} ± 0.74
	3	65.11^{a} ± 0.06
	4	65.17^{a} ± 0.04
	5	65.25^{a} ± 0.24
0.75	1	58.26^{b} ± 2.66
	2	64.45^{a} ± 0.00
	3	64.72^{a} ± 0.44
	4	64.79^{a} ± 0.49
	5	65.40^{a} ± 0.21

a,b...ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่11 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ด้วยเพคติเนส เข้มข้น 0.25, 0.5 และ 0.75 หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม ที่เวลาช่วงเวลาระหว่าง 1-5 ชั่วโมง อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

SOV	DF	MS
ความเข้มข้นของเอนไซม์ (A)	2	529.18*
เวลา (B)	4	151.50*
AB	8	18.78*
Error	15	0.709

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติซึ่งปรากฏในตารางที่ 11 พบว่าระดับความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส เวลา และ ปัจจัยร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของเพคติเนส ร่วมกับระยะเวลาในการ ทำปฏิกิริยามีผลต่อปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ เมื่อพิจารณาข้อมูลสถิติของอิทธิพลของระดับความเข้มข้นของเอนไซม์และเวลาในการย่อยที่มีต่อค่าปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ ได้ผลยืนยันดังตารางที่ 12 และ13

ตารางที่ 12 ข้อมูลสถิติของอิทธิพลของระดับความเข้มข้นเพคติเนสต่อปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้

ความเข้มข้นเพคติเนส (หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม)	ปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ (ร้อยละโดยน้ำหนักของเนื้อมะขามบด)
0.25	50.76[b]
0.50	63.21[a]
0.75	63.51[a]

a,b...ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 13 ข้อมูลทางสถิติของอิทธิพลของเวลาในการย่อยสลายเพคตินต่อปริมาณน้ำมะขามที่สกัดได้

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำมะขามที่สกัดได้ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
1	50.45[c]
2	59.19[b]
3	61.88[a]
4	62.03[a]
5	62.26[a]

a,b...ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากข้อมูลสถิติของอิทธิพลของปัจจัยความเข้มข้นเอนไซม์และเวลาในการรย่อยเพคติน แสดงจากตารางที่ 12 และ 13 ชี้ให้เห็นว่า ที่ระดับความเข้มข้นเพคติเนส 0.5-0.75 หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม ได้ ปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้สูงกว่าที่ระดับความเข้มข้นของเพคติเนส 0.25 หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนเวลาในการย่อยสลายเพคติน 3-5 ชั่วโมง จะได้ปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้สูงกว่าที่เวลา 1-2 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ถ้าพิจารณาด้านอิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของเพคติเนสและระยะเวลาในการย่อย พบว่าระดับความเข้มข้นของเพคติเนส 0.5 หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม ทำปฏิกิริยาเป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง เป็นความเข้มข้นที่ต่ำที่สุด ที่สามารถให้ปริมาณน้ำมะขามที่สกัดได้สูงสุด คิดเป็นร้อยละ 64.47 โดยน้ำหนักเนื้อมะขามบด ดังปรากฏในตารางที่ 10

4.2.2 ภาวะสำหรับเซลลูเลสในการย่อยสลายเซลลูโลสในเนื้อมะขามบดที่ผ่านการย่อยสลายด้วยเพคติเนส จากข้อ 4.2.1ที่สามารถสกัดน้ำเชื่อมมะขามสูงสุด

จากวิธีการทำการทดลองในข้อ 3.2.2 ติดตามปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้จากปฏิกิริยาของเซลลูเลสที่ความเข้มข้น และระยะเวลาต่าง ๆ ได้ผลเปรียบเทียบดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลของระดับความเข้มข้นของเซลลูเลสและระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาต่อจากปฏิกิริยาของเพคติเนส 0.5 หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม เวลา 2 ชั่วโมง ต่อค่าเฉลี่ย ของปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ ที่เวลาในช่วง 1-5 ชั่วโมง อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

เซลลูเลส (หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม)	เวลา (ชั่วโมง)^{ns}	ปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ (ร้อยละโดยน้ำหนักของเนื้อมะขามบด)
0.10	1	66.33 ± 1.56
	2	67.99 ± 0.21
	3	67.95 ± 0.70
	4	68.45 ± 1.26
	5	68.45 ± 1.45
0.25	1	77.72 ± 1.06
	2	77.49 ± 0.72
	3	77.29 ± 1.04
	4	77.81 ± 0.38
	5	78.15 ± 0.37
0.50	1	77.22 ± 0.32
	2	77.85 ± 0.07
	3	78.13 ± 0.21
	4	78.13 ± 0.29
	5	78.47 ± 0.55

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ ด้วยเซลลูเลสความเข้มข้น 0.10, 0.25 และ0.50 หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม ที่ช่วงเวลาระหว่าง 1-5 ชั่วโมง อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

SOV	DF	MS
ความเข้มข้นของเซลลูเลส (A)	2	332.05*
เวลา (B)	4	1.406
AB	8	0.412
Error	15	0.669

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ซึ่งปรากฏในตารางที่ 15 พบว่ามีเฉพาะปัจจัยด้านระดับความเข้มข้นของเซลลูเลสเท่านั้นที่ทำให้มีผลทำให้ปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นจึงพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของความเข้มข้นเซลลูเลสต่อปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ เมื่อพิจารณาข้อมูลทางสถิติของอิทธิพลของระดับความเข้มข้นเซลลูเลสต่อปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ ได้ผลยืนยันดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ข้อมูลทางสถิติของอิทธิพลของระดับความเข้มข้นของเซลลูเลสต่อปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้

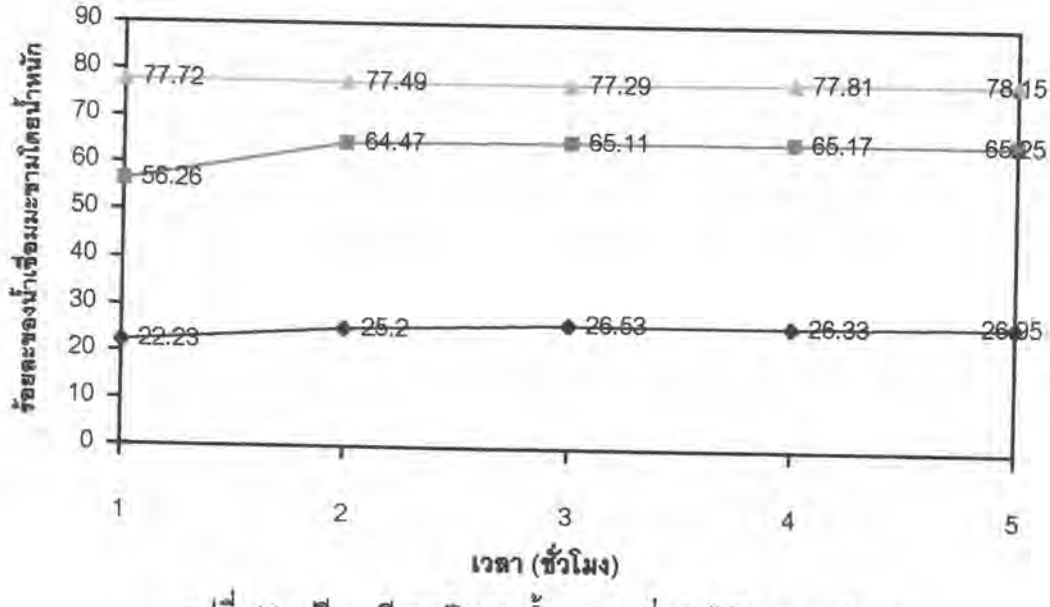
ความเข้มข้นของเซลลูเลส (หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม)	ปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ (ร้อยละโดยน้ำหนักของเนื้อมะขามบด)
0.10	67.85[b]
0.25	77.68[a]
0.50	77.96[a]

a,b...ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

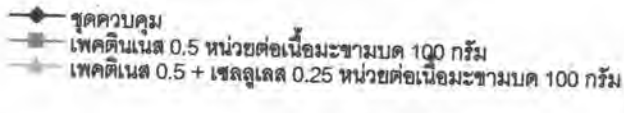
ข้อมูลทางสถิติในตารางที่ 14 ชี้ให้เห็นว่า ที่ระดับความเข้มข้นของเซลลูเลส 0.25-0.50 หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม ได้ปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้สูงกว่ากรณีอื่น อย่างมีนัยสำคัญ และจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 15 ยังชี้ให้เห็นว่า ช่วงเวลาระหว่าง 1-5

ชั่วโมง ในการย่อยสลายด้วยเซลลูเลส ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำเชื่อมมะขาม ($p>0.05$) ดังนั้นภาวะสำหรับเซลลูเลสในการทำปฏิกิริยา ควรจะอยู่ที่ ความเข้มข้น 0.25 หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม และเวลาในการย่อยสลาย 1 ชั่วโมง ซึ่งได้น้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้สูงสุดเป็นร้อยละ 77.72 โดยน้ำหนัก

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ระหว่าง 3 ภาวะ คือ ภาวะสำหรับเพคติเนสที่ให้ปริมาณน้ำเชื่อมมะขามสูงสุดจากข้อ 4.2.1 คือเพคติเนส 0.5 หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม เวลา 2 ชั่วโมง ภาวะที่เติมเซลลูเลส ในข้อ 4.2.2 โดยใช้เซลลูเลส เข้มข้น 0.25 หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม และภาวะที่ไม่เติมเอนไซม์ในการสกัด แสดงผลปรากฏตามกราฟดังรูปที่ 9



รูปที่ 14 เปรียบเทียบปริมาณน้ำมะขามที่สกัดได้ในภาวะต่าง ๆ



จากรูปที่ 14 พบว่า การใช้เพคติเนส 0.5 หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัม ย่อยเป็นเวลา 2 ชั่วโมง สามารถสกัดปริมาณน้ำเชื่อมมะขาม ได้สูงขึ้นร้อยละ 60.91 โดยน้ำหนัก เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ใช้เอนไซม์สกัด ในขณะเมื่อเติมเซลลูเลส 0.25 หน่วยต่อเนื้อมะขามบด 100 กรัมย่อยสลายเนื้อมะขามบด เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ต่อเนื่องจากการย่อยสลายของเพคติเนส 0.5 หน่วยต่อ

เนื้อมะขามบด 100 กรัม ย่อยเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะเพิ่มปริมาณน้ำมะขามที่สกัดได้ ในการสกัดขึ้นอีก ร้อยละ16.5 โดยน้ำหนัก เมื่อเปรียบเทียบกับใช้เพคติเนสอย่างเดียว

4.2.3 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมี และกายภาพของน้ำเชื่อมมะขามที่ผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยวิธีต่าง ๆ

จากวิธีการทดลองในข้อ 3.2.3 ให้ผลเปรียบเทียบด้านองค์ประกอบ ซึ่งปรากฏในตารางที่ 17, รูปที่ 15 และ 16 ดังนี้

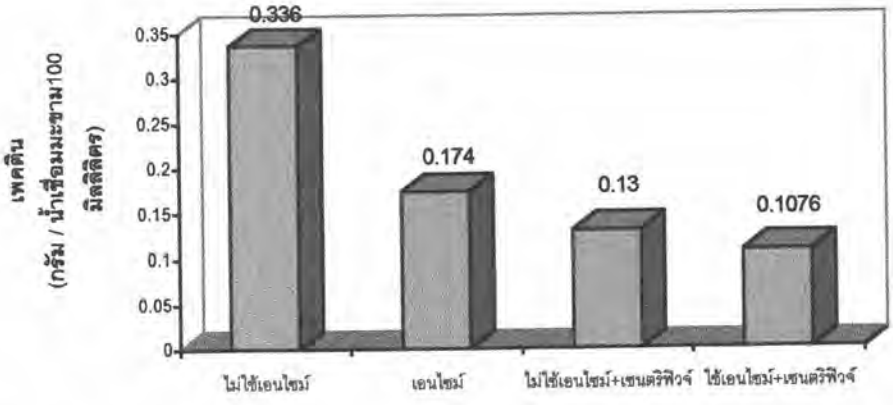
ตารางที่ 17 เปรียบเทียบสมบัติของน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยวิธีต่าง ๆ

สมบัติของน้ำเชื่อมมะขาม	กระบวนการผลิตน้ำเชื่อมมะขาม			
	สกัดโดยไม่เติมเอนไซม์	สกัดด้วยเพคติเนส+เซลลูเลส	ไม่ใช้เอนไซม์ +เซนตริฟิวจ์	ใช้เอนไซม์ +เซนตริฟิวจ์
1. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	$36.37^{b}\pm0.35$	$37.75^{a}\pm0.37$	$36.75^{b}\pm0.35$	$37.50^{a}\pm0.00$
2. ร้อยละของปริมาณกรด (ในรูปกรดทาร์ทาริค)	1.425 ± 0.003	1.57 ± 0.014	1.305 ± 0.007	1.55 ± 0.03
3. ค่าความเป็นกรดด่าง	$3.90^{a}\pm0.007$	$3.73^{b}\pm0.02$	$3.91^{a}\pm0.007$	$3.72^{b}\pm0.00$
4. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิค (มก.แทนนิน / 100 มล.ของน้ำมะขาม)	$292^{b}\pm2.82$	$330^{a}\pm2.82$	$123.5^{d}\pm4.94$	$186.5^{c}\pm7.75$
5 ค่าสี (L, a, b)				
+ L	$40.25^{c}\pm0.27$	$38.11^{d}\pm0.67$	$45.67^{b}\pm0.41$	$49.96^{a}\pm1.06$
+ a	$53.27^{b}\pm0.62$	$58.17^{a}\pm0.99$	$40.03^{c}\pm1.63$	$43.25^{c}\pm2.48$
+ b	$42.03^{b}\pm2.22$	$45.93^{a}\pm0.95$	$39.6^{c}\pm2.41$	$39.4^{c}\pm0.54$

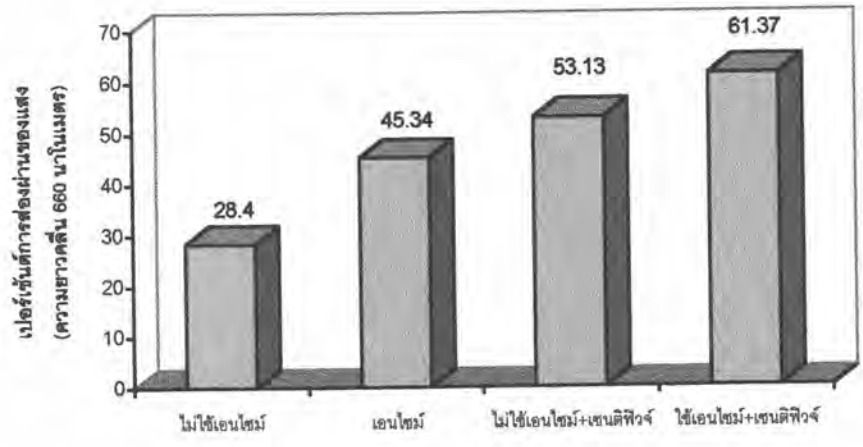
a,b... ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันจากแถวนอนเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$)

จากตารางที่ 17 พบว่าการใช้เอนไซม์ในการสกัด เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่ใช้เอนไซม์ มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด , ค่าความเป็นกรด-ด่าง, สารประกอบฟีนอลิค และสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ส่วนปริมาณกรดไม่แตกต่างกันเมื่อเพิ่มกระบวนการเหวี่ยงพบว่าไม่มีผลต่อระดับความแตกต่างด้านปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณ

กรด ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำเชื่อมมะขามกรณีไม่เติมเอนไซม์และที่เติมเอนไซม์สกัด แต่มีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคและคุณภาพด้านสีในน้ำเชื่อมมะขามกรณีที่ไม่เติมเอนไซม์และที่สกัดด้วยเอนไซม์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 15 เปรียบเทียบปริมาณของเพคติน ในน้ำเชื่อมมะขามที่ผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยวิธีต่าง ๆ



รูปที่ 16 เปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงของน้ำเชื่อมที่ผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยวิธีต่าง ๆ

จากรูปที่ 15 และ 16 พบว่าปริมาณเพคตินของตัวอย่างที่ไม่เติมเอนไซม์ มีปริมาณเพคติน 0.336 กรัมต่อน้ำมะขาม 100 มิลลิลิตร แต่เมื่อใช้เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลสช่วยในการสกัด ทำให้ปริมาณเพคตินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เหลือปริมาณเพคติน 0.174 กรัมต่อน้ำมะขาม 100 มิลลิลิตร ส่วนกระบวนการเหวี่ยงทำให้ปริมาณของเพคตินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ในน้ำเชื่อมมะขามที่ไม่เติมเอนไซม์และเติมเอนไซม์เหลือปริมาณเพคตินสุดท้ายไม่แตกต่างกัน

ค่าความใสที่วัดในรูปของเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสง (%Transmittance) พบว่า น้ำมะขามที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ มีค่าเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่เติมเอนไซม์ การเหวี่ยงทำให้เปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ทั้งในน้ำเชื่อมมะขามที่ไม่ใช้เอนไซม์และที่ผ่านการย่อยสลายด้วยเอนไซม์

4.3 ประเมินผลการประเมินภาวะการทำหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้นสำหรับน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส

ทำการทดลองตามข้อ 3.3 แล้วพิจารณาผลในข้อต่อไปนี้

4.3.1 ผลการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์

ผลการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพ ตามวิธีการข้อ 3.3.1 ให้ผลแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพน้ำเชื่อมมะขาม น้ำเชื่อมมะขามเข้มข้นและหัวเชื้อน้ำมะขามที่เตรียมได้

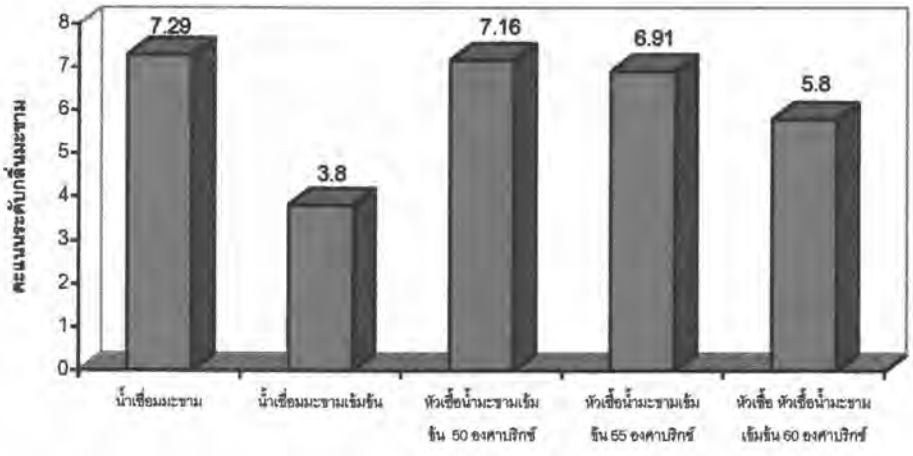
สมบัติ	น้ำเชื่อมมะขาม	น้ำเชื่อมมะขามเข้มข้น	หัวเชื้อ 50 องศาบริกซ์	หัวเชื้อ 55 องศาบริกซ์	หัวเชื้อ 60 องศาบริกซ์
1. แทนนิน (มก. / 100 มล.)	$187.3^{b} \pm 3.56$	$231^{a} \pm 4.48$	$106^{c} \pm 2.10$	$85.65^{d} \pm 3.03$	$67.23^{e} \pm 4.02$
2. ค่าสีน้ำตาล (280 นาโนเมตร)	$0.1166^{b} \pm 0.004$	$0.2669^{a} \pm 0.002$	$0.1099^{c} \pm 0.000$	$0.0939^{d} \pm 0.000$	$0.0863^{e} \pm 0.000$
3. ความเป็นกรด-ด่าง	$3.72^{c} \pm 0.003$	$3.65^{d} \pm 0.007$	$4.05^{b} \pm 0.001$	$4.09^{b} \pm 0.001$	$4.1^{a} \pm 0.000$
4. ปริมาณกรด (ในรูปกรดทาร์ทาริค)	$1.55^{b} \pm 0.002$	$2.74^{a} \pm 0.003$	$1.075^{c} \pm 0.002$	$1.020^{d} \pm 0.001$	$0.863^{e} \pm 0.003$
5. เปอร์เซ็นต์ของของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$Brix)	37.5 ± 0.00	60.25 ± 0.35	50 ± 0.00	55 ± 0.00	60 ± 0.00
6. อัตราส่วนน้ำตาลต่อกรด (BAR)	24.51 ± 0.02	21.83 ± 0.04	46.48 ± 0.14	53.92 ± 0.11	69.52 ± 0.10

a,b..... ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันจากแถวนอนเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากตาราง 18 องค์ประกอบของน้ำเชื่อมมะขามที่ทำให้เข้มข้นจนได้ 60 องศาบริกซ์ พบว่ามีปริมาณสารประกอบแทนนิน ปริมาณกรด การเกิดสีน้ำตาล เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ใหม่ ๆ ค่าความเป็นกรดด่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมะขามที่สกัดได้ใหม่ ส่วนหัวเชื้อน้ำมะขามที่เตรียมได้ทั้ง 3 ระดับ คือ 50, 55 และ 60 องศาบริกซ์ มีองค์ประกอบเหล่านี้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

4.3.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ 5 ตัวอย่าง คือน้ำเชื่อมมะขาม, น้ำเชื่อมมะขามเข้มข้นด้วยการระเหยภายใต้ภาวะสุญญากาศ, หัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 50 องศาบริกซ์, หัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 55 องศาบริกซ์ และ หัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 60 องศาบริกซ์ เมื่อนำไปทดสอบประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ได้ผลดังรูปที่ 17 พบว่าน้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้ใหม่ ๆ มีคะแนนด้านกลิ่นมะขามแรงที่สุด โดยผู้ทดสอบให้คะแนนด้านกลิ่นมะขามมาก แต่ไม่แตกต่างกับหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 50 และ 55 องศาบริกซ์ หัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 60 องศาบริกซ์ ได้คะแนนกลิ่นมะขามปานกลางถึงน้อย (คะแนน 5.8) ส่วนน้ำเชื่อมมะขามที่ทำให้เข้มข้นด้วยการระเหยภายใต้สุญญากาศจนได้ 60 องศาบริกซ์ ได้คะแนนกลิ่นต่ำสุด (3.8) มีกลิ่นแปลกปลอมปานกลาง

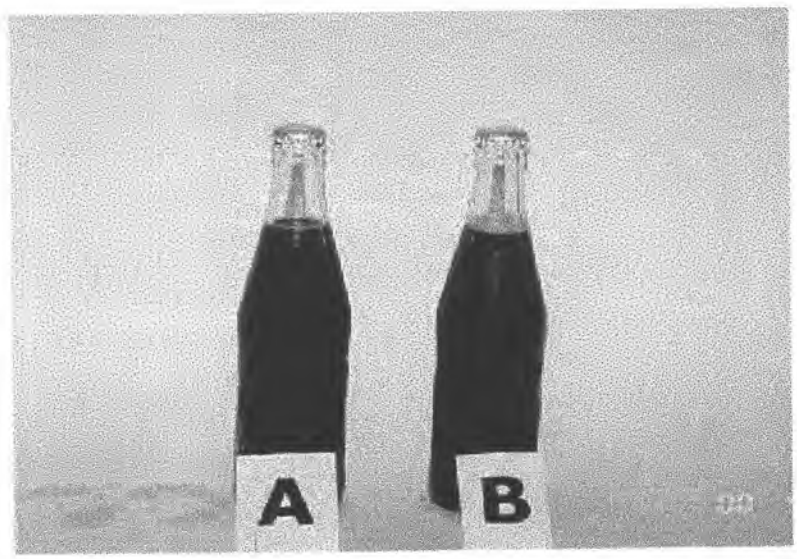


รูปที่ 17 เปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์

คะแนน 1 = มีกลิ่นแปลกปลอมมากที่สุดและมีกลิ่นมะขามน้อยที่สุด

คะแนน 8 = มีกลิ่นมะขามแรงมากที่สุดและไม่มีกลิ่นแปลกปลอม

รูปที่ 18 น้ำเชื่อมมะขามที่สกัดด้วยเอนไซม์และผ่านการเซนตริฟิวจ์



รูปที่ 19 A = น้ำเชื่อมมะขามที่สกัดได้
B = น้ำเชื่อมมะขามเข้มข้นโดยการระเหยภายใต้ภาวะสุญญากาศ จนได้ 60 องศาบริกซ์

4.3.3 ผลการหาสูตรทำหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้นสำหรับน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส

จากการเตรียมสูตรหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น ตามข้อ 3.3.3 เพื่อผลิตน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส ประเมินคุณภาพดังนี้

4.3.3.1 ประเมินผลทางด้านกายภาพ ปรากฏดังตามตารางที่ 19, 20 และ 21

ตารางที่ 19 สมบัติของน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สที่เตรียมจากหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 50 องศาบริกซ์

น้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส	ค่าสัดส่วนน้ำตาลต่อปริมาณกรด (BAR)	ปริมาณหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น (ร้อยละ)	องศาบริกซ์	ความเป็นกรดด่าง	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาตรแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายได้ ns
1	45	20	13.5±0.35	3.95±0.07	1.72 ± 0.11
2	45	30	15.25±1.06	3.90±0.07	1.70 ± 0.19
3	35	20	13.5±0.70	3.83±0.04	1.86 ± 0.23
4	35	30	14.75±0.35	3.87±0.03	1.84 ± 0.17
5	25	20	13.75±1.06	3.85±0.07	1.77 ± 0.15
6	25	30	15.75±0.35	3.80±0.07	1.69 ± 0.21

ตารางที่ 20 สมบัติของน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สที่เตรียมจากหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 55 องศาบริกซ์

น้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส	สัดส่วนน้ำตาลต่อปริมาณกรด (BAR)	ปริมาณหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น (ร้อยละ)	องศาบริกซ์	ความเป็นกรดด่าง	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาตรแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายได้ ns
1	45	20	13.75±0.35	3.95±0.03	1.79 ± 0.10
2	45	30	15.25±1.06	3.90±0.07	1.70 ± 0.14
3	35	20	13.5±0.70	3.83±0.04	1.59 ± 0.27
4	35	30	14.75±0.35	3.87±0.03	1.69 ± 0.16
5	25	20	13.75±0.60	3.85±0.07	1.72 ± 0.25
6	25	30	15.75±0.35	3.80±0.07	1.77 ± 0.13

ตารางที่ 21 สมบัติของน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สที่เตรียมจากหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 60 องศาบริกซ์

น้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส	สัดส่วนน้ำตาลต่อปริมาณกรด (BAR)	ปริมาณหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น (ร้อยละ)	องศาบริกซ์	ความเป็นกรดด่าง	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาตรแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายได้ ns
1	45	20	15.25±0.35	3.99±0.01	1.53 ± 0.25
2	45	30	16.0±0.70	3.82±0.03	1.50 ± 0.31
3	35	20	15.7±0.35	3.58±0.05	1.63 ± 0.18
4	35	30	16.25±0.35	3.83±0.03	1.61 ± 0.23
5	25	20	15.5±0.70	3.83±0.07	1.70 ± 0.15
6	25	30	16.5±0.35	3.80±0.09	1.65 ± 0.21

จากตาราง 19, 20 และ 21 พบว่าปริมาตรแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายได้ในน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส ที่เตรียมจากหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 50, 55 และ 60 องศาบริกซ์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

4.3.3.2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สที่เตรียมได้ตามข้อ 3.3.3.2 ได้ผลปรากฏในตารางที่ 22, 23 และ 24 และแจกแจงด้วยกราฟรูปที่ 20, 21 และ 22

ตารางที่ 22 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สที่เตรียมจากหัวเชื้อ 50 องศาบริกซ์ ที่ BAR และร้อยละของหัวเชื้อต่าง ๆ

น้ำมะขามพร้อมดื่ม (สูตรที่)	สี	ความหนืด^{ns}	รสหวาน	รสเปรี้ยว	กลิ่นรส^{ns}	การยอมรับรวม
1	0.533^{a} ± 0.360	0.805 ± 0.475	0.982^{bc} ± 0.335	0.795^{c} ± 0.321	0.700 ± 0.267	0.493^{c} ± 0.182
2	0.851^{a} ± 0.251	0.899 ± 0.401	1.116^{a} ± 0.371	0.922^{bc} ± 0.294	0.724 ± 0.196	0.647^{ab} ± 0.155
3	0.511^{b} ± 0.253	0.946 ± 0.465	0.758^{e} ± 0.326	1.148^{ab} ± 0.285	0.745 ± 0.282	0.536^{bc} ± 0.194
4	0.851^{a} ± 0.439	0.981 ± 0.435	1.027^{b} ± 0.341	1.039^{b} ± 0.263	0.826 ± 0.231	0.672^{a} ± 0.207
5	0.557^{b} ±0.357	1.004 ± 0.440	0.782^{de} ± 0.266	1.291^{a} ± 0.497	0.82 ± 0.25	0.531^{bc} ± 0.195
6	0.838^{a} ± 0.431	1.256 ± 0.465	0.853^{cd} ± 0.282	1.241^{a} ± 0.414	0.853 ± 0.206	0.556^{bc} ± 0.195

a, b...ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$)

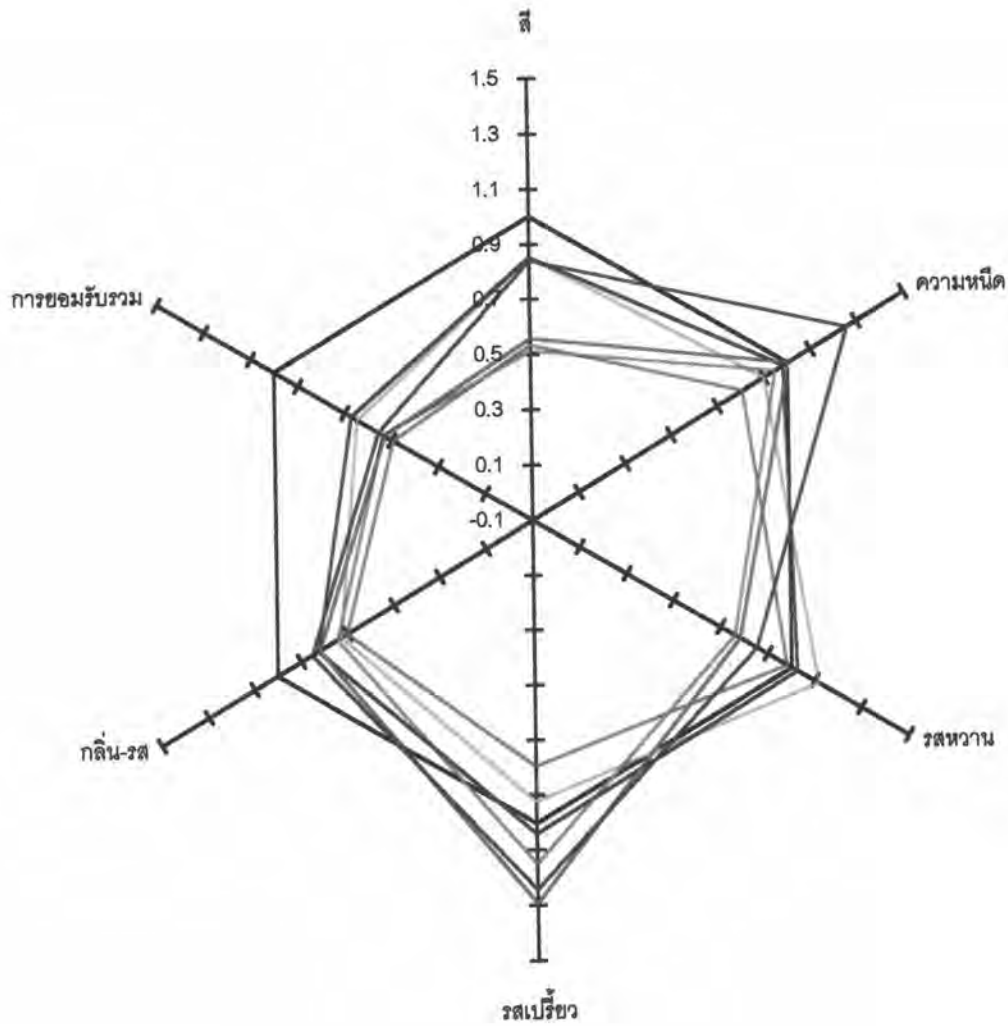
จากตารางที่ 22 น้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สที่เตรียมจากหัวเชื้อ 50 องศาบริกซ์ พบว่า ลักษณะด้านสี ทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สูตรที่เข้าใกล้สีของผลิตภัณฑ์อุดมคติมากที่สุด สูตรที่ 2,4 และ 6 คือ 45,35 และ 25 BAR หัวเชื้อร้อยละ 30

กลิ่นรส และ ความหนืด ทั้ง 6 สูตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

รสหวาน ทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่เข้าใกล้รสหวานของผลิตภัณฑ์อุดมคติมากที่สุด คือสูตรที่ 1 คือ 45 BAR หัวเชื้อร้อยละ 20 และสูตรที่ 3 คือ 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 30

รสเปรี้ยว ทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สูตรที่เข้าใกล้รสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์อุดมคติมากที่สุด สูตรที่ 2 คือ 45 BAR หัวเชื้อร้อยละ 30 สูตรที่ 3 และ 4 คือ 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 20 และ 30

การยอมรับรวม ทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สูตรที่เข้าใกล้การยอมรับของผลิตภัณฑ์อุดมคติมากที่สุด สูตรที่ 4 คือ 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 30 เมื่อพิจารณาเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสูตรว่ามีลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างจากผลิตภัณฑ์อุดมคติมากน้อยเท่าไรได้ดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 กราฟเส้นใยแมงมุมแจกแจงระดับคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำมะขามอัดแก๊สที่เตรียมจากหัวน้ำมะขามเข้มข้น 50 องศาบริกซ์

ตารางที่ 23 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สที่เตรียมจากหัวเชื้อ 55 องศาบริกซ์ ที่ BAR และร้อยละของหัวเชื้อต่าง ๆ

น้ำมะขามพร้อมดื่ม (สูตรที่)	สี ^{ns}	ความหนืด^{ns}	รสหวาน	รสเปรี้ยว^{ns}	กลิ่นรส	การยอมรับรวม
1	0.624 ± 0.414	0.946 ± 0.498	0.868^{ab} ± 0.213	0.843 ± 0.500	0.652^{b} ± 0.27	0.474^{b} ± 0.201
2	0.869 ± 0.316	1.069 ± 0.517	1.039^{a} ± 0.325	0.784 ± 0.424	0.718^{ab} ± 0.328	0.618^{ab} ± 0.21
3	0.619 ± 0.365	0.928 ± 0.493	0.870^{ab} ± 0.149	1.004 ± 0.433	0.665^{b} ± 0.27	0.534^{b} ± 0.21
4	0.809 ± 0.366	1.070 ± 0.561	1.064^{a} ± 0.305	1.534 ± 0.352	0.88^{a} ± 0.184	0.699^{a} ± 0.181
5	0.690 ± 0.341	0.816 ± 0.368	0.677^{b} ± 0.264	1.261 ± 0.546	0.736^{ab} ± 0.311	0.540^{b} ± 0.243
6	0.925 ± 0.374	0.897 ± 0.448	0.77^{b} ± 0.153	1.29 ± 0.400	0.797^{ab} ± 0.26	0.581^{ab} ± 0.263

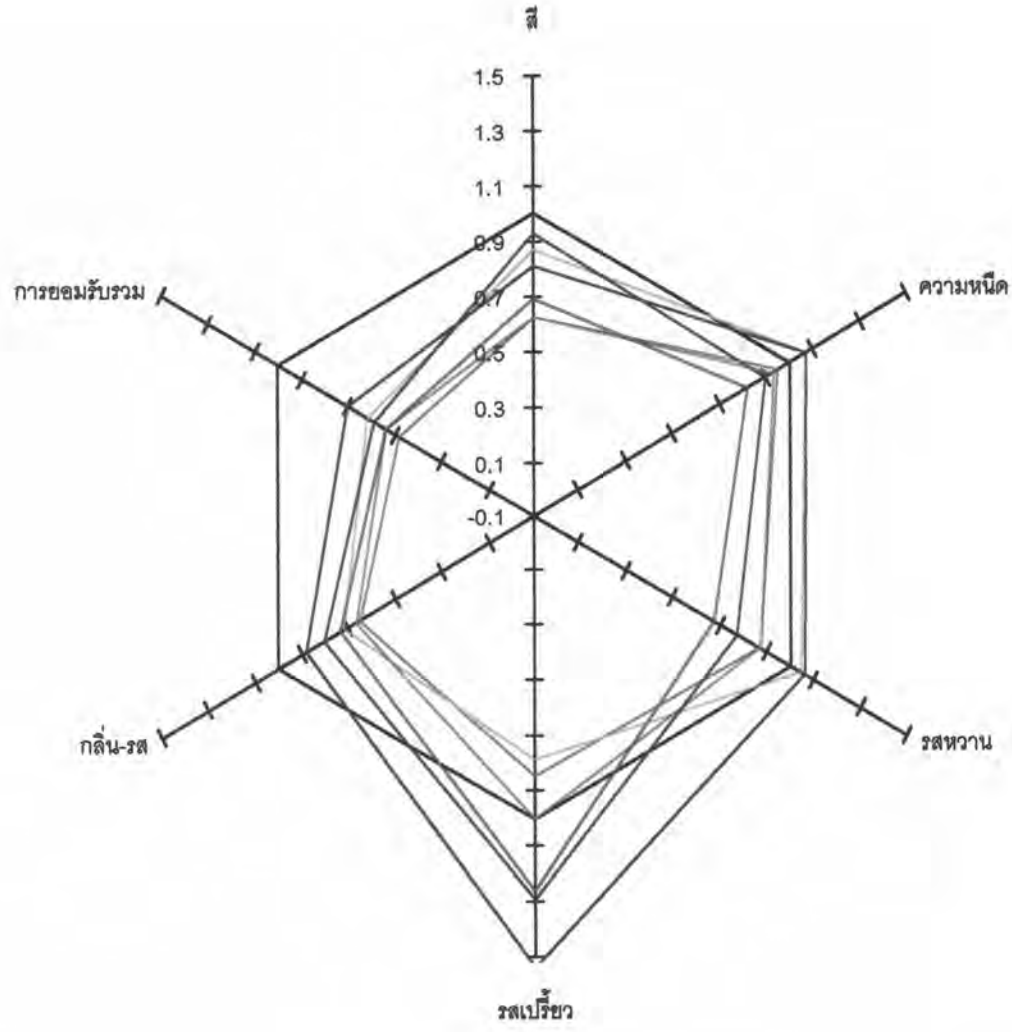
a, b...ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 23 น้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สที่เตรียมจาก หัวเชื้อ 55 องศาบริกซ์ พบว่าลักษณะด้านสี รสเปรี้ยว และ ความหนืด ทั้ง 6 สูตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

กลิ่นรส ทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันมีอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สูตรที่เข้าใกล้กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์อุดมคติมากที่สุด หัวเชื้อสูตรที่ 4 คือ 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ30

รสหวาน ทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสูตร สูตรที่เข้าใกล้รสหวานของผลิตภัณฑ์อุดมคติมากที่สุด สูตรที่ 2 คือ 45 BAR หัวเชื้อร้อยละ 30 และสูตรที่ 4 คือ 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ30

การยอมรับรวม ทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สูตรที่เข้าใกล้การยอมรับของผลิตภัณฑ์อุดมคติมากที่สุด สูตรที่ 4 คือ 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 30 เมื่อพิจารณาเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสูตรว่ามีลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างจากผลิตภัณฑ์อุดมคติมากน้อยเท่าไรได้จากรูปที่ 21



รูปที่ 21 กราฟเส้นใยแมงมุมแจกแจงระดับคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำมะขามอัดแก๊สที่เตรียมจากหัวน้ำมะขามเข้มข้น 55 องศาบริกซ์

ตารางที่ 24 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สที่เตรียมจากหัวเชื้อ 60 องศาบริกซ์ ที่ BAR และร้อยละของหัวเชื้อต่าง ๆ

น้ำมะขามพร้อมดื่ม (สูตรที่)	สี ^{ns}	ความหนืด ^{ns}	รสหวาน	รสเปรี้ยว	กลิ่นรส	การยอมรับรวม
1	0.848 ± 0.349	0.823 ± 0.387	0.783^{b} ± 0.406	0.608^{d} ± 0.304	0.582^{b} ± 0.247	0.454^{c} ± 0.180
2	1.181 ± 0.504	0.997 ± 0.445	0.945^{a} ± 0.262	0.799^{cd} ± 0.282	0.705^{ab} ± 0.238	0.65^{a} ± 0.158
3	1.155 ± 0.608	0.956 ± 0.322	0.809^{ab} ± 0.277	1.04^{b} ± 0.359	0.805^{a} ± 0.196	0.67^{a} ± 0.174
4	0.976 ± 0.527	0.938 ± 0.397	0.915^{a} ± 0.262	0.902^{bc} ± 0.326	0.800^{a} ± 0.191	0.621^{ab} ± 0.214
5	0.779 ± 0.278	0.852 ± 0.422	0.616^{b} ± 0.327	1.117^{ab} ± 0.492	0.599^{b} ± 0.317	0.439^{c} ± 0.245
6	1.063 ± 0.56	0.841 ± 0.373	0.657^{b} ± 0.326	1.202^{a} ± 0.312	0.739^{ab} ± 0.245	0.51^{bc} ± 0.222

a, b...ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 24 น้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สที่เตรียมจาก หัวเชื้อ 60 องศาบริกซ์ พบว่า

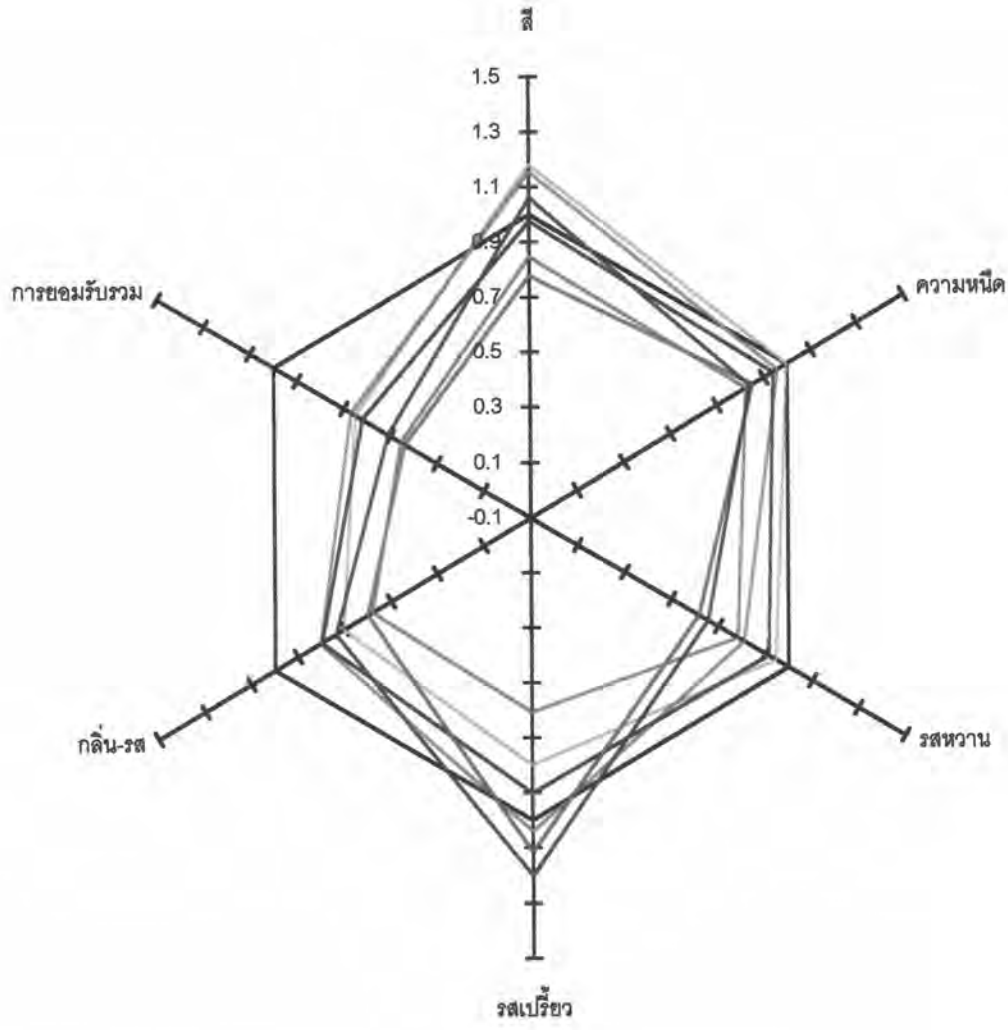
สี และ ความหนืด ทั้ง 6 สูตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

กลิ่นรส ทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันมีอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สูตรที่เข้าใกล้กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์อุดมคติมากที่สุด หัวเชื้อ สูตรที่ 3 และ 4 คือ 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 20 และ 30

รสหวาน ทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสูตร สูตรที่เข้าใกล้รสหวานของผลิตภัณฑ์อุดมคติมากที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 3 คือ 45 BAR หัวเชื้อร้อยละ 30 และสูตรที่ 4 คือ 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 30

รสเปรี้ยวทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่เข้าใกล้รสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์อุดมคติมากที่สุด หัวเชื้อสูตรที่ 3 คือ 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 20

การยอมรับรวม ทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สูตรที่เข้าใกล้การยอมรับของผลิตภัณฑ์อุดมคติมากที่สุด สูตรที่ 3 คือ 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 20 เมื่อพิจารณาเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสูตรว่ามีลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างจากผลิตภัณฑ์อุดมคติมากน้อยเท่าไรได้จากรูปที่ 22



รูปที่ 22 กราฟเส้นใยแมงมุมแจกแจงระดับคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำมะขามอัดแก๊สที่เตรียมจากหัวน้ำมะขามเข้มข้น 60 องศาบริกซ์

ตั้งแต่ตารางที่ 22-24 และ รูปที่ 20 - 22 สรุปได้ว่าการทำหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้นสำหรับน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส ที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับ ทำได้ดังนี้ การทำหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 50 องศาบริกซ์ ต้องปรับปริมาณน้ำตาลต่อปริมาณกรดให้ได้ 35 BAR เตรียมเป็นน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส โดยใช้หัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้นร้อยละ 30 หัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 55 องศาบริกซ์ ต้องปรับปริมาณน้ำตาลต่อปริมาณกรด ให้ได้ 35 BAR เตรียมเป็นน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สโดยใช้หัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้นร้อยละ 30 และหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 60 องศาบริกซ์ ต้องปรับปริมาณน้ำตาลต่อปริมาณกรดให้ได้ 35 BAR เตรียมเป็นน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สโดยใช้หัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้นร้อยละ 20 เนื่องจากต้องการศึกษาอายุการเก็บหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น เพียงแค่ 1 หัวเชื้อเท่านั้น จึงได้ทำการทดลองต่อจากข้อ 4.3.3.2 เพื่อคัดเลือกให้เหลือหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 1 หัวเชื้อเท่านั้น

4.3.3.3 ผลการประเมินคุณภาพด้านความพอใจ

ตามวิธีการดำเนินการวิจัยในข้อ 3.3.3.3 ซึ่งกำหนดไว้ว่าเมื่อได้สูตรที่เข้าใกล้ผลิตภัณฑ์อุดมคติในทุกลักษณะมากที่สุด พบว่าหัวเชื้อน้ำมะขาม 50 องศาบริกซ์ สูตรที่คัดเลือกได้ คือ สูตร 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 30 หัวเชื้อน้ำมะขาม 55 องศาบริกซ์ สูตรที่คัดเลือกได้ คือ สูตร 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 30 และหัวเชื้อน้ำมะขาม 60 องศาบริกซ์ สูตรที่คัดเลือกได้ คือ สูตร 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 20 นำสูตรที่เลือกได้ จากแต่ละหัวเชื้อ มาทดสอบความชอบมากสูงสุด โดยใช้ preference ได้ผลปรากฏดังตารางที่ 25

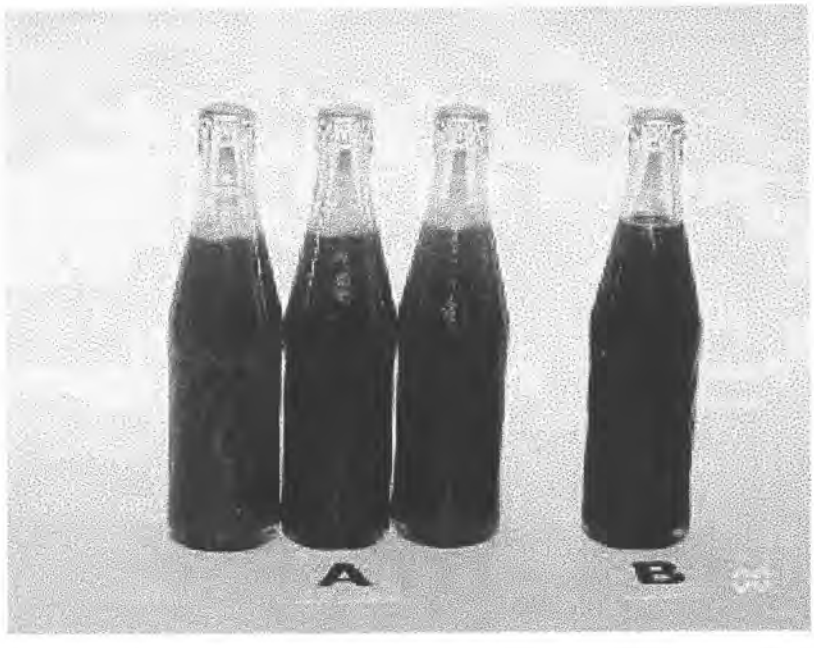
ตารางที่ 25 ระดับความพอใจรวมของเครื่องดื่มน้ำมะขามอัดแก๊ส

สูตรหัวเชื้อและร้อยละของหัวเชื้อ	ระดับความพอใจ
50 องศาบริกซ์ 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 30	0.425[a]
55 องศาบริกซ์ 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 30	0.2615[a]
60 องศาบริกซ์ 35 BAR หัวเชื้อร้อยละ 20	-0.6865[b]

a, b...ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ความชอบต่อผลิตภัณฑ์พบว่า สูตรที่ได้จากหัวเชื้อน้ำมะขาม 50 องศาบริกซ์ ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับสูตรที่ได้จากหัวเชื้อน้ำมะขาม 55 องศาบริกซ์ ส่วนสูตรที่ได้จากหัวเชื้อน้ำมะขาม 60 องศาบริกซ์ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่ำที่สุด ดังนั้นจึงได้เลือกหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 55 องศาบริกซ์ เพราะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้

เข้มข้นมากกว่าและจากขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อใช้ปริมาณน้ำเชื่อมมะขามที่ผ่านการสกัดใหม่น้อยกว่าหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 50 องศาบริกซ์



รูปที่ 23 A = น้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สที่เตรียมจากหัวเชื้อ B
B = หัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 55 องศาบริกซ์ 35 BAR

4.4 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาหัวเชื้อและน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส

4.4.1 ผลของการใช้สารกันเสียและอายุการเก็บของหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้นที่เตรียมได้

เตรียมหัวเชื้อน้ำมะขามที่ผู้บริโภคพอใจสูงสุด คือ หัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น 55 องศาบริกซ์ อัตราส่วนน้ำตาลต่อกรด 35 BAR จากเหตุผลในข้อ 3.3.3.3 จากการทดลองในข้อ 3.4.1 ประเมินผลดังต่อไปนี้

4.4.1.1 การเกิดสีน้ำตาล

การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของหัวเชื้อเข้มข้นที่เตรียมได้ ดังปรากฏผลในตารางที่ 26 จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนตารางที่ 27 ปริมาณของสารโซเดียมเบนโซเอต

ไม่มีผลต่อค่าการดูดกลืนแสง แต่ระยะเวลาในการเก็บหัวเชื้อมีผลต่อค่าการดูดกลืนแสง ดังนั้นจึงพิจารณาเฉพาะผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าการเกิดสีน้ำตาล ได้ดังตารางที่ 28 โดยค่าการดูดกลืนแสงจะเพิ่มขึ้นที่ระยะเวลาการเก็บนานขึ้น

ตารางที่ 26 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร ในระหว่างการเก็บรักษาหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น

ระยะในการเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณโซเดียมเบนโซเอต (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ 280 นาโนเมตร
0	0	0.236±0.003
	250	0.230±0.010
	500	0.225±0.007
	750	0.234±0.090
1	0	0.241±0.005
	250	0.238±0.003
	500	0.239±0.003
	750	0.240±0.001
2	0	0.262±0.004
	250	0.258±0.011
	500	0.262±0.003
	750	0.258±0.011
3	0	0.290±0.007
	250	0.289±0.006
	500	0.289±0.007
	750	0.295±0.006

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสง ของหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น ในระหว่างการเก็บหัวเชื้อเข้มข้น

SOV	D.F	M.S
เวลา (A)	3	0.006*
ปริมาณโซเดียมเบนโซเอต (B)	3	0.0005
AB	9	0.00007
Error	16	0.00003

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 28 ข้อมูลทางสถิติของอิทธิพลของระยะเวลา ต่อค่าการเกิดสีน้ำตาล

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm
0	0.2310^{d}
1	0.2390^{c}
2	0.2600^{b}
3	0.2910^{a}

a,b... ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาผลของเวลาในการเก็บ พบว่าค่าการดูดกลืนแสงจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.4.1.2 ผลการวิเคราะห์จำนวนเชื้อยีสต์และราระหว่างการเก็บรักษาหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น

วิเคราะห์จำนวนเชื้อยีสต์และราในหัวเชื้อ ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 จำนวนเชื้อยีสต์และราในระหว่างการเก็บรักษาหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น

ระยะในการเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณโซเดียมเบนโซเอต (ppm)	ยีสต์และรา (โคโลนี/มิลลิลิตร)
0	0	0
	250	0
	500	0
	750	0
1	0	8.20±2.67
	250	0
	500	0
	750	0
2	0	65.7±8.73
	250	20.6±10.30
	500	0
	750	0
3	0	180.6±3.49
	250	46.4±11.67
	500	0
	750	0

จากตาราง 29 พบว่าสารโซเดียมเบนโซเอต มีผลในการยับยั้งเชื้อยีสต์และรา ปริมาณสารโซเดียมเบนโซเอตตั้งแต่ 500 ppm เพียงพอในการเก็บรักษาหัวเชื้อเป็นเวลานาน 3 เดือน

4.4.1.3 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้น

เนื่องจากในการทดลองหาปริมาณโซเดียมเบนโซเอตที่เหมาะสมนี้จะใช้ปริมาณเชื้อยีสต์และราเป็นดัชนีสำคัญในการตัดสินคุณภาพของหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้นที่เตรียมได้ โดยกำหนดตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 62 (พ.ศ. 2524) เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (กระทรวงสาธารณสุข, 2524) ดังนั้นในการทดสอบทางประสาทสัมผัส จึงทดสอบเฉพาะหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้นตัวอย่างที่อยู่ในมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขเท่านั้น

ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้ทดสอบ การเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสเตรียมโดยเจือจางหัวเชื้อน้ำมะขามร้อยละ 30 อัดแก๊สที่ความดัน 100 PSI อุณหภูมิของเหลวเป็น 4 องศาเซลเซียส ปรากฏผลดังตาราง 30

ตารางที่ 30 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของหัวเชื้อเข้มข้น

อายุการเก็บ (เดือน)	โซเดียมเบนโซเอต (ppm)	คะแนนเฉลี่ย			
		สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม
0	0	8.01±0.53	7.13±0.40	8.25±0.33	8.03±0.47
	250	8.03±0.62	7.21±0.51	8.11±0.29	8.13±0.44
	500	8.25±0.40	7.09±0.12	8.17±0.40	8.10±0.31
	750	8.09±0.38	8.93±0.42	8.04±0.36	8.14±0.52
1	0	-	-	-	-
	250	7.00±0.28	7.23±0.24	8.11±0.21	8.18±0.51
	500	7.15±0.43	6.97±0.47	8.45±0.52	8.02±0.46
	750	7.92±0.48	7.12±0.41	8.03±0.45	8.31±0.40
2	0	-	-	-	-
	250	-	-	-	-
	500	6.81±0.31	6.13±0.46	8.00±0.32	7.54±0.39
	750	6.45±0.48	6.46±0.34	8.40±0.51	7.63±0.43
3	0	-	-	-	-
	250	-	-	-	-
	500	6.01±0.39	6.08±0.25	8.11±0.49	7.33±0.57
	750	6.18±0.45	6.13±0.54	8.00±0.53	7.24±0.35

- หมายถึง ไม่ได้ทดสอบทางประสาทสัมผัส เนื่องจากหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้นเสื่อมเสียไปแล้ว

4.4.2 ผลอายุการเก็บรักษาของน้ำอัดลมที่ผลิตจากหัวเชื้อเข้มข้นที่ได้จากข้อ 4.4.1

จากการทดลองข้อ 3.4.1 จึงนำหัวเชื้อที่ได้เติมปริมาณโซเดียมเบนโซเอต 500 ppm มาเตรียมเป็นน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส เพื่อศึกษาอายุการเก็บของน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส ดังการทดลองในข้อ 3.4.2 ประเมินผล ดังต่อไปนี้

4.4.2.1 การเกิดสีน้ำตาล

ค่าการเกิดสีน้ำตาลของน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส ปรากฏผลดังตารางที่ 31

4.4.2.2 ปริมาตรการละลายของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

เนื่องจากปริมาตรการละลายของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอัดแก๊ส ซึ่งการสูญเสียแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อาจเกิดขึ้นช่วงเก็บรักษา โดยมีการรั่วไหลได้จากการบรรจุที่ไม่ได้มาตรฐาน สำหรับน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส วัดปริมาตรการละลายของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ปรากฏผลดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 การเกิดสีน้ำตาลของน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส ที่ผลิตจากหัวเชื้อน้ำมะขามเข้มข้นเติมเบนโซเอต ปริมาณ 500 ppm เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ค่าดูดกลืนแสง (420nm)^{ns}	ปริมาตรการละลาย CO_2 (vol.CO_2)^{ns}
0	0.0804±0.006	1.80 ± 0.14
2	0.0810±0.007	1.81 ± 0.11
4	0.0812±0.007	1.78± 0.10
6	0.0817±0.009	1.77± 0.17

^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 31 พบว่าระยะเวลาไม่มีผลต่อค่าการเกิดสีน้ำตาล และปริมาตรการละลายของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

4.4.2.2 ผลเวลาการเก็บรักษาต่อเชื้อยีสต์และรา

ปรากฏผลดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 จำนวนเชื้อยีสต์และรา ของน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊ส เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 สัปดาห์

ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	จำนวนยีสต์และรา (โคโลนี/มิลลิลิตร)
0	0
2	0
4	0
6	0

จากตารางที่ 32 พบว่าเมื่อเก็บรักษาน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลานาน 6 สัปดาห์ ไม่พบเชื้อยีสต์และรา

4.4.2.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวม (คะแนน 1-9) ของน้ำมะขามพร้อมดื่มอัดแก๊สที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 สัปดาห์ดังตาราง 33

ตารางที่ 33 คะแนนทางด้านประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวม

ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	สี ^{ns}	กลิ่นรส	รสชาติ ^{ns}	ความชอบรวม
0	8.25±0.42	7.36^{a}±0.22	8.04±0.52	8.11^{a}±0.41
2	7.85±0.56	7.04^{ab}±0.32	8.19±0.38	8.06^{a}±0.35
4	8.36±0.39	6.85^{bc}±0.39	8.06±0.43	7.64^{b}±0.26
6	7.55±0.51	6.29^{c}±0.42	8.12±0.47	7.04^{c}±0.29

a,b... ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 33 พบว่าระยะเวลาเก็บรักษาไม่มีผลต่อคะแนนด้านสี , รสชาติ แต่จะมีผลต่อคะแนนด้านกลิ่นรส และความชอบรวม อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น