

บทที่ 3

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 ผลของวัสดุรมควันและส่วนของเนื้อแพะที่มีต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน

จากการศึกษาผลของวัสดุรมควันและส่วนของเนื้อแพะที่มีต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน โดยเตรียมเนื้อแพะรมควันจากวิธีการทดลองในข้อ 1 แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ได้ผลการทดลอง ดังนี้

3.1.1 คุณภาพทางกายภาพ

3.1.1.1 ค่าแรงฉีก

จากการวิเคราะห์ค่าแรงฉีกของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันที่รมควันในสภาวะแตกต่างกัน โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยวัสดุรมควันและส่วนของเนื้อแพะที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อค่าแรงฉีก โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าแรงฉีกอยู่ในช่วง 1,239.26-1,285.32 กรัม (ตารางที่ 3.1) ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของชิ้นเนื้อ พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของค่าแรงฉีกของตัวอย่าง ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 5) ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบในควันจะทำปฏิริยากับโปรตีนบริเวณผิวหนังของอาหารรมควัน ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียการละลายของโปรตีนระหว่างการรมควันจากผลของควันและความร้อน การสูญเสียการละลายของโปรตีนในเนื้อสัตว์รมควันสัมพันธ์กับการเกิดการเชื่อมขวางของโปรตีนที่ผิวหนังเมื่อเกิดการเชื่อมขวางมากเกินไปจะไปขัดขวางการซึมของควันเข้าไปในเนื้ออาหาร และการระเหยของน้ำส่งผลให้บริเวณใต้ผิวหนังที่ยังไม่สัมผัสกับควันจะมีลักษณะนุ่ม ในขณะที่ผิวหนังจะมีลักษณะแข็งที่ผิวนอก (case hardening) (Daun , 1979) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารรมควันจะเกิดเฉพาะบริเวณผิวหนัง นอกจากนี้ส่วนของกล้ามเนื้อทั้งสองส่วนที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ กล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่และขาหลัง ซึ่งจัดเป็นกล้ามเนื้อส่วนที่ทำงานหนักทั้งคู่ (ชัยณรงค์ กัณธพนิต, 2529) จึงอาจไม่ส่งผลต่อค่าแรงฉีกที่วัดได้ และจากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น พบว่าตัวอย่างเนื้อแพะรมควันทุกชุดการทดลองมีปริมาณความชื้นใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในช่วงร้อยละ 61-65 ซึ่ง

ความชื้น (ปริมาณน้ำ) ที่มีอยู่ในเนื้อหลังจากการทำให้สุกเป็นผลมาจากความสามารถในการจับน้ำของกล้ามเนื้อ ถ้ากล้ามเนื้อมีความสามารถในการจับน้ำได้สูงจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีความชุ่มฉ่ำและนุ่ม ค่าแรงเฉือนจะมีค่าต่ำ แต่ในกล้ามเนื้อที่มีความสามารถในการจับน้ำได้ต่ำจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แห้งและเหนียว ค่าแรงเฉือนจะมีค่าสูง

ตารางที่ 3.1 ผลของวัสดุรมควันและส่วนของเนื้อแพะต่อค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน

The effect of smoking materials and meat types on the shear force of smoked goat meat

Smoking materials	Meat types	Shear force (g) ¹
Bagasse	Shoulders	1285.32±108.47
	Legs	1255.58±72.73
Coconut husk	Shoulders	1263.86±56.70
	Legs	1242.62±28.97
Coconut shell	Shoulders	1241.56±50.26
	Legs	1239.26±59.84

Note: Means in the same column bearing no letters do not difference (P>0.05).

¹Means ± standard deviation

All values are the means of 10 determinations on 2 replications

3.1.1.2 ค่าสี

- สีภายนอก

จากการวิเคราะห์ค่าสีภายนอกของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน โดยใช้เครื่องวัดค่าสีด้วยระบบ CIE L a b พบว่าทั้งชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษาส่งผลต่อค่าสีภายนอกของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดงถึงสีเขียว (a*) และค่าสีเหลืองถึงสีน้ำเงิน (b*) (P<0.05) (ตารางภาคผนวกที่ 6) เมื่อพิจารณาตารางที่ 3.2 พบว่าค่า L* ของตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยขานอ้อยทั้งส่วนหัวไหล่ และขาหลังจะให้ ค่า L* ต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยของค่า L* เท่ากับ 27.38 และ 32.99 ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยกามมะพร้าวและกะลามะพร้าวมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากระดับความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์รมควันขึ้นกับชนิดของวัสดุรมควันที่ใช้ ปฏิริยาสำคัญที่ทำให้เกิดสีของผลิตภัณฑ์รมควัน ได้แก่ ปฏิริยาเมลลาร์ด และปฏิริยาการคาราเมลไลเซชัน (caramelization) ซึ่งทั้ง 2 ปฏิริยามีอินเทอร์มีเดียต และผลิตภัณฑ์สุดท้าย

เหมือนกัน ต่างกันที่ปฏิกิริยาการเผาไหม้จะมีสารตั้งต้นเป็นน้ำตาลเท่านั้น แต่ปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนิลและหมู่เอมีนที่มีอยู่ในโมเลกุลของแอมโมเนีย กรดอะมิโน หรือ โปรตีน ซึ่งทำให้เกิดเป็นสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ และจะเกิดขึ้นมากที่บริเวณบนผิวหน้าของอาหารรมควัน โดยที่ปริมาณของสารประกอบคาร์บอนิลในควันจะขึ้นอยู่กับ วัสดุรมควันที่ใช้ สารประกอบคาร์บอนิลในควันที่มีบทบาทสำคัญต่อการเกิดสีน้ำตาลในอาหารรมควัน ได้แก่ ไกลโคลิคอัลดีไฮด์ เมทิลไกลโอซอล ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับหมู่เอมีนเกิดเป็น สีน้ำตาลได้รวดเร็วกว่าสารประกอบคาร์บอนิลชนิดอื่น (Ruiter, 1979 and Daun, 1979) เนื่องจากในซานอ้อยมีสารประกอบที่ให้ควันต่างจากปมมะพร้าวและกะลามะพร้าว คือ ในซานอ้อย จะประกอบด้วยน้ำตาลซึ่งเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาการเผาไหม้ เมื่อเกิดการไพโรไลซิส น้ำตาลจะสลายตัวและเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันของสารประกอบคาร์บอนิลได้เป็นสารสีน้ำตาล นอกจากนี้ในองค์ประกอบของซานอ้อยส่วนใหญ่จะประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งมีอยู่ร้อยละ 32-40 (กรมวิชาการเกษตร, 2532 อ้างโดย พงศ์ธร พัทธโกศลพงษ์, 2535) เซลลูโลสที่เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารพวกโพลีแซคคาไรด์จะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลได้ที่อุณหภูมิ 280 องศาเซลเซียส แต่เมื่อให้ความร้อนต่อไปจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว และเมื่อเผาต่อไปอีกกลูโคสที่เกิดขึ้นจะไหม้เป็นออกซิเมทิลเฟอรัฟรัล สารประกอบที่เกิดขึ้นใหม่นี้จะสลายตัวต่อไปให้กรดฟอร์มิก กรดเลวูลินิก และสารประกอบฮิวมิกซึ่งทำให้เกิดสีที่ผิวของอาหารรมควัน (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์ วาลิก, 2532) ทำให้ตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยซานอ้อยมีค่า L^* ต่ำที่สุด สำหรับอิทธิพลของกล้ามเนื้อในแต่ละส่วนที่ส่งผลให้ค่า L^* a^* และ b^* แตกต่างกันไป ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 7-9) จากตารางที่ 3.2 พบว่ากล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่มีค่า a^* ต่ำ และมีค่า L^* ต่ำกว่ากล้ามเนื้อขาหลัง โดยชัยณรงค์ คันธพนิต (2529) ให้เหตุผลว่าเนื่องจากกล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่ซึ่งทำงานหนักและนานกว่ากล้ามเนื้อส่วนอื่นจะมีความต้องการออกซิเจนมากกว่าจึงมีปริมาณ ไมโอโกลบินสูงกว่า และเมื่อกลายมาเป็นเนื้อสัตว์จึงมีสีเข้มกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่นๆ และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยส่งผลต่อสีภายนอกของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 6-8) ทั้งนี้เนื่องจากกล้ามเนื้อในแต่ละมัดที่มีสีแตกต่างกัน เมื่อผ่านกระบวนการรมควันระดับความเข้มของสีของกล้ามเนื้อในแต่ละมัดที่ใช้ในการศึกษายังขึ้นกับชนิดของวัสดุรมควันที่ใช้ ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณของสารประกอบคาร์บอนิลในควันซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีนบริเวณผิวหน้าได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีน้ำตาล (Ruiter, 1979; Daun, 1979) โดยที่กล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่ที่มีสีเข้มกว่ากล้ามเนื้อขาหลังเมื่อรมควันด้วยวัสดุรมควันต่างชนิดกัน

- สีภายใน

จากการวิเคราะห์ค่าสีภายใน พบว่าส่วนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษาส่งผลต่อค่า a^* ของสีภายในของผลิตภัณฑ์ ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 10) เมื่อพิจารณาตารางที่ 3.2 พบว่าค่าสีของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันในชุดการทดลองที่ใช้กล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่จะให้ค่า a^* สูงกว่าชุดการทดลองที่ใช้กล้ามเนื้อส่วนขาหลัง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Kannan และคณะ (2001) ซึ่งศึกษาอิทธิพลของมัดกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันของลูกแพะ ได้แก่ หัวไหล่ ขาหลัง และเนื้อสันที่มีต่อคุณลักษณะด้านสี พบว่าค่า a^* ของกล้ามเนื้อหัวไหล่ สูงกว่าขาหลังและเนื้อสัน เนื่องจากกล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่ซึ่งทำงานหนักและนานกว่ากล้ามเนื้อส่วนอื่น จึงมีความต้องการออกซิเจนมากกว่า และด้วยเหตุนี้จึงมีปริมาณไมโอโกลบินสูงกว่า และเมื่อกลายมาเป็นเนื้อสัตว์จึงมีสีเข้มกว่าตามไปด้วย (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) สอดคล้องกับค่า L^* ของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันส่วนหัวไหล่ที่มีค่า L^* ต่ำกว่าส่วนขาหลัง (ตารางที่ 3.2) นอกจากนี้ การใช้ไนโตรเจนในสูตรน้ำเกลือก็จะมีผลต่อสีภายในของผลิตภัณฑ์ โดยบางส่วนของไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำเกลือจะอยู่ในรูปของกรดไนตริก (HNO_2) และเมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสมกรดไนตริกจะแปรสภาพไปเป็นไนตริกออกไซด์ (NO) และจะทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบินหรือเมตไมโอโกลบินได้เป็นไนโตรโซไมโอโกลบินซึ่งมีสีแดงเข้มในระหว่างกระบวนการหมัก และเมื่อผ่านความร้อนไนโตรโซไมโอโกลบินก็จะเปลี่ยนไปเป็นไนโตรโซฮีโมโครมซึ่งมีสีชมพูที่คงทนในผลิตภัณฑ์ (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529; Varnam and Sutherland, 1995; Wilson *et al.*, 1981; Price and Schweigert, 1971) กล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่ที่มีปริมาณไมโอโกลบินสูงกว่าขาหลังจะได้เป็นไนโตรโซไมโอโกลบินได้มากกว่าและเมื่อผ่านความร้อนจะเปลี่ยนไปเป็นไนโตรโซฮีโมโครม (สีชมพู) ซึ่งจะส่งผลให้ตัวอย่างมีสีเข้มกว่า และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อสีแดงของสีภายในของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 10)

ตารางที่ 3.2 ผลของวัสดุรมควันและชิ้นส่วนของเนื้อแพะต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน

The effect of smoking materials and meat types on the color of smoked goat meat

Smoking materials	Meat types	External color ¹			Internal color ¹		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
Bagasse	Shoulders	27.38±0.46 ^c	17.61±2.00	13.90±0.48	41.23±0.48 ^d	12.83±0.82	8.77±0.06
	Legs	32.99±0.62 ^d	23.50±0.86	25.05±0.60	45.35±1.04 ^c	11.63±0.34	8.83±0.49
Coconut husk	Shoulders	44.51±0.16 ^a	13.60±0.69	22.99±1.80	47.02±0.34 ^b	13.29±1.05	10.65±0.18
	Lgs	43.29±0.41 ^b	14.22±0.63	15.45±0.30	55.71±0.58 ^a	11.24±0.24	10.00±0.22
Coconut shell	Soulders	41.53±0.40 ^c	13.21±0.50	20.81±0.40	46.52±0.15 ^b	13.30±0.06	10.17±0.35
	Lgs	44.14±0.40 ^a	16.16±0.33	24.24±0.13	56.29±0.30 ^a	10.89±0.09	10.59±0.29

Note : Means in the same column with different letters are significant differences (P<0.05).

¹Means ± standard deviation

All values are the means of 3 determinations on 2 replications

3.1.2 คุณภาพทางเคมี

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันที่รมควันด้วย วัสดุรมควันที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ ชานอ้อย กาบมะพร้าว และกะลามะพร้าว และส่วนของ กล้ามเนื้อต่างกัน ได้แก่ กล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่และขาหลัง พบว่าตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยวัสดุ รมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่ต่างกันส่งผลต่อปริมาณฟีนอล แต่ทั้งนี้พบว่าชนิดของวัสดุรมควัน จะมีอิทธิพลมากกว่าส่วนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษา ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 12) เมื่อพิจารณาตารางที่ 3.3 พบว่าตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยกะลามะพร้าวทั้งกล้ามเนื้อส่วนหัว ไหล่และขาหลังมีปริมาณฟีนอลสูงที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณฟีนอลเท่ากับ 3.96 และ 4.21 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยก้ามมะพร้าวมีปริมาณ ฟีนอลไม่แตกต่างกันกับตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยชานอ้อย ($P > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณฟี นอลที่พบในผลิตภัณฑ์รมควันขึ้นกับธรรมชาติขององค์ประกอบของวัสดุรมควันที่ใช้ในระหว่าง กระบวนการรมควัน ซึ่งสารประกอบฟีนอลที่มักจะพบในองค์ประกอบของควัน ได้แก่ เมทอกซีฟี นอล (Kjallstrand and Peterson, 2001) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธระหว่างชนิดของ วัสดุรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อปริมาณฟีนอลของ ตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 12)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันที่รมควันใน สภาวะแตกต่างกัน พบว่าชนิดของวัสดุรมควันส่งผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างเนื้อแพะรม ควัน ($P < 0.05$) ในขณะที่ส่วนของกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมด ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 13) เมื่อพิจารณาตารางที่ 3.3 พบว่าตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยกะลามะพร้าว ทั้งกล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่และขาหลังมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดทั้ง หมดในรูปของกรดอะซีติกเท่ากับร้อยละ 0.26 และ 0.29 ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างเนื้อแพะที่รม ควันด้วยก้ามมะพร้าวมีปริมาณกรดทั้งหมดไม่แตกต่างกันกับตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยชาน อ้อย ($P > 0.05$) เนื่องจากปริมาณกรดทั้งหมดที่พบในอาหารรมควันขึ้นกับธรรมชาติขององค์ ประกอบของวัสดุรมควันที่ใช้ในระหว่างกระบวนการรมควัน Hollenbeck (1994) กล่าวว่ากรด อินทรีย์ในอาหารรมควันเกิดจากการสลายตัวของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสของไม้ กรดอินทรีย์ที่ พบในผลิตภัณฑ์รมควัน ได้แก่ กรดซึ่งมีคาร์บอนอะตอมตั้งแต่ 1-4 อะตอม เช่น กรดอะซีติก กรดฟอร์มิก กรดบิวทริก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธระหว่างชนิดของวัสดุรมควัน และส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อปริมาณ กรดทั้งหมดของตัว อย่างเนื้อแพะรมควัน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 13)

จากการวิเคราะห์ค่ากรดและด่างของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันที่รมควันในสถานะแตกต่างกัน พบว่าทั้งชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษาส่งผลต่อค่ากรดและด่างของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ แต่ทั้งนี้พบว่าชนิดของวัสดุรมควันจะมีอิทธิพลมากกว่าส่วนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษา ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 14) เมื่อพิจารณาตารางที่ 3.3 พบว่าตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยกะลามะพร้าวทั้งกล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่และขาหลังมีค่ากรดและด่างต่ำที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยของค่ากรดและด่างเท่ากับ 4.98 และ 5.04 ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยกาบมะพร้าวมีค่ากรดและด่างใกล้เคียงกับตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยขาน้อย สอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยกะลามะพร้าวที่มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงที่สุด ในขณะที่ตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยกาบมะพร้าวมีปริมาณกรดทั้งหมดใกล้เคียงกับตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยขาน้อย ทั้งนี้เนื่องจากธรรมชาติขององค์ประกอบของวัสดุรมควันที่ใช้ในระหว่างกระบวนการรมควัน และเมื่อพิจารณาปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัย ส่งผลต่อค่ากรดและด่างของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 14)

ตารางที่ 3.3 ผลของวัสดุรมควันและส่วนของเนื้อแพะต่อคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน

The effects of smoking materials and meat types on the chemical properties of smoked goat meat

Smoking materials	Meat types	Chemical properties ¹		
		pH	Total acidity (%)	Phenol content (mg/g of sample)
Bagasse	Shoulders	5.78±0.07 ^b	0.20±0.00 ^b	3.14±0.18 ^b
	Legs	5.68±0.09 ^b	0.22±0.04 ^b	3.24±0.12 ^b
Coconut husk	Shoulders	5.98±0.06 ^a	0.20±0.01 ^b	2.92±0.07 ^b
	Legs	5.63±0.09 ^b	0.21±0.03 ^b	3.30±0.38 ^b
Coconut shell	Shoulders	4.98±0.10 ^c	0.26±0.03 ^a	3.96±0.03 ^a
	Legs	5.04±0.12 ^c	0.29±0.02 ^a	4.21±0.29 ^a

Note: Means in the same column with different letters are significant differences ($P < 0.05$).

¹ Means ± Standard deviation.

3.1.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

3.1.3.1 การทดสอบแบบพรรณนาคูณลักษณะเชิงปริมาณ

จากการทดสอบแบบพรรณนาคูณลักษณะเชิงปริมาณ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน ใช้สเกล 15 เซนติเมตร ทำการประเมิน 7 คุณลักษณะ ได้แก่ สี (ภายนอก-ภายใน) กลิ่นรสควัน กลิ่นสาบแพะ ค่าความเหนียว ความฉ่ำน้ำ และ ความเปรี้ยว จากตัวอย่างเนื้อแพะรมควันทั้ง 6 ชุดการทดลองได้ผลดังแสดงดังตารางที่ 3.4

3.1.3.1.1 สี

- สีภายนอก

ผู้ทดสอบให้คะแนนค่าสีของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันอยู่ในช่วง 8.62 - 10.90 คะแนน (ตารางที่ 3.4) คือ ผลลัพธ์ที่จะมีสีน้ำตาลปานกลาง และพบว่าชนิดของวัสดุรมควันทำให้คุณลักษณะด้านสีภายนอกแตกต่างกัน ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 15) โดยตัวอย่างกล้ามเนื้อทั้งส่วนหัวไหล่และขาหลังที่รมควันด้วยซานอ้อยจะให้สีน้ำตาลเข้มกว่าตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยกามมะพร้าวและกะลามะพร้าว ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยของสีภายนอกในตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยซานอ้อยทั้งกล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่และขาหลังเท่ากับ 10.53 และ 10.90 ตามลำดับ และสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าสีโดยใช้เครื่องวัดค่าสีโดยพิจารณาทีค่า L^* ของตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยซานอ้อยซึ่งพบว่ามีค่าต่ำสุด (ตารางที่ 3.2) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านสีภายนอกของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 15)

- สีภายใน

จากการทดสอบคุณลักษณะด้านสีภายในของตัวอย่าง พบว่าทั้งชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษาไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะ ด้านสีภายในของผลิตภัณฑ์ ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 16) จากตารางที่ 3.4 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของสีภายในของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันอยู่ในช่วง 6.85-7.97 คะแนน คือ ผลลัพธ์ที่มีสีชมพูอ่อน-ปานกลางถึงชมพูปานกลาง และเมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านสีภายในของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 16) นอกจากนี้การใช้ไนโตรต์ ในสูตรน้ำเกลือก็จะมีผลต่อสีภายในของผลิตภัณฑ์ ดังที่กล่าวมาแล้วในข้อ 3.1.1.2 (สีภายใน)

ตารางที่ 3.4 ผลของวัสดุรมควันและชิ้นส่วนของเนื้อแพะต่อการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของเนื้อแพะรมควันโดยวิธีพรรณนาคุณลักษณะเชิงปริมาณ

Effect of smoking materials and meat types on sensory evaluation of smoked goat meat by quantitative descriptive analysis

Smoking materials	Meat types	Sensory characteristics ¹						
		External color	Internal color	Goaty flavor	Smoky flavor	Toughness	Juiciness	Sour
Bagasse	Shoulders	10.90±0.62 ^a	7.97±0.45	3.64±1.44	8.65±1.58	5.82±1.54	10.16±0.30	6.09±0.25 ^b
	Legs	10.53±0.55 ^a	7.86±0.08	4.58±0.79	6.82±0.02	6.62±1.58	8.49±0.80	6.38±0.11 ^b
Coconut husk	Shoulders	8.62±0.23 ^b	6.85±0.60	3.75±0.89	7.69±1.59	5.90±2.06	10.00±0.58	6.38±0.70 ^b
	Legs	8.82±0.07 ^b	7.25±0.44	3.60±0.78	8.97±0.50	5.65±0.75	10.56±0.25	6.09±0.47 ^b
Coconut shell	Shoulders	9.60±0.13 ^b	7.48±0.38	4.18±0.19	9.36±1.35	4.86±0.44	9.62±0.01	7.20±0.35 ^a
	Legs	9.62±0.91 ^b	7.71±0.01	3.84±0.17	9.06±0.37	6.16±1.25	9.93±0.78	8.23±0.49 ^a

Note: Means in the same column with different letters indicate significant differences (P<0.05).

¹ Values represent scores from an unstructured scale ranging from none (0) to the strongest intensity (15)

All values are the means of 20 panelists (10 replications)

3.1.3.1.2 กลิ่นรสควัน

จากการทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างเนื้อพะระ-รมควัน พบว่าทั้งชนิดของวัสดุกรรมควันและส่วนกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษาไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านกลิ่นรสควันของผลิตภัณฑ์ ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 17) จากตารางที่ 3.4 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนด้านกลิ่นรสควันไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสควันอยู่ในช่วง 6.82-9.36 คะแนน (ตารางที่ 3.4) นั่นคือ ผู้ทดสอบได้รับกลิ่นรสควันในระดับอ่อนปานกลางถึงปานกลาง อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่รมควันด้วยกะลามะพร้าวได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด (ตารางที่ 3.4) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณฟีนอลที่พบว่าตัวอย่างที่รมควันด้วยกะลามะพร้าวมีปริมาณ ฟีนอลสูงกว่าตัวอย่างเนื้อพะระที่รมควันด้วยขานอ้อยและก้ามมะพร้าว ($P<0.05$) (ตารางที่ 3.3) เนื่องจากกลิ่นรสของอาหารรมควันเกิดจากสารประกอบฟีนอลในส่วนที่เป็นไอของควันซึ่งถูก ดูดซับไว้ที่ผิวหนังอาหาร สารประกอบฟีนอลที่เกี่ยวข้องกับกลิ่นและกลิ่นรสของอาหารรมควัน ได้แก่ ไกวอะคอล 4-เมทิลไกวอะคอล และ 2,6-ไดเมทอกซีฟีนอล โดยสารประกอบไกวอะคอลจะให้รสชาติของควัน ขณะที่ไซรินกอลจะให้กลิ่นควัน แต่กลิ่นรสโดยรวมของอาหารรมควันเกิดจากสารประกอบเหล่านี้หลายชนิดร่วมกัน (Daun, 1979) จากผลการทดสอบความชอบ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความชอบในตัวอย่างที่รมควันด้วยขานอ้อยได้รับคะแนนสูงกว่าตัวอย่างเนื้อพะระที่รมควันด้วยก้ามมะพร้าวและกะลามะพร้าว (ตารางที่ 3.5) เนื่องจากในขานอ้อยประกอบด้วยน้ำตาลซึ่งเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาการเมลเลชัน การเกิดไพโรไลซิสของน้ำตาลนอกจากจะทำให้เกิด สีน้ำตาลแล้วยังทำให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะด้วย นอกจากนี้กลิ่นรสในอาหารรมควันยังเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด โดยผลจากการเกิดปฏิกิริยาทำให้เกิดสารประกอบหลายชนิดที่มีผลต่อกลิ่นรสของอาหารรมควันด้วย เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุกรรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อ ที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านกลิ่นรสควันของตัวอย่างเนื้อพะระ-รมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 17)

3.1.3.1.3 กลิ่นสาบแพะ

จากคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านกลิ่นสาบแพะของผลิตภัณฑ์เนื้อพะระรมควัน พบว่าทั้งชนิดของวัสดุกรรมควันและส่วนกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษาไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านกลิ่นสาบแพะของผลิตภัณฑ์ ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 18) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนคุณลักษณะด้านกลิ่นสาบแพะไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านกลิ่นสาบแพะอยู่ในช่วง 3.60-4.58 คะแนน (ตารางที่ 3.4) คือ มีกลิ่นสาบแพะในระดับอ่อนถึงอ่อนปานกลาง เนื่องจากสารประกอบที่ให้กลิ่นรสในเนื้อ ได้แก่ อินโนซีนโมโนฟอสเฟต (inosine monophosphate , IMP) และไฮโปซันติน (hypoxanthine) สาร

ประกอบทั้ง 2 ชนิดนี้ เป็นผลผลิตจากการแปรสภาพของ ATP เป็นผลให้กล้ามเนื้อที่ทำงานหนัก เช่น หัวไหล่ และขาหลัง มีกลีโคเจนที่แรงกว่าเนื่องจากส่วนอื่น (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) ซึ่งผลจากการศึกษาคุณลักษณะด้านกลีโคเจนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษา (หัวไหล่ และ ขาหลัง) ซึ่งจัดเป็นกล้ามเนื้อส่วนที่ทำงานหนัก ทำให้คะแนนคุณลักษณะด้านกลีโคเจนไม่มีความแตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุรวมกันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านกลีโคเจนของตัวอย่างเนื้อเยื่อแพะรวมกัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 18)

3.1.3.1.4 ความเหนียว

จากคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์เนื้อเยื่อแพะรวมกัน พบว่าทั้งชนิดของวัสดุรวมกันและส่วนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษาไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์ ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 19) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านความเหนียวไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย ด้านความเหนียวอยู่ในช่วง 4.86-6.62 คะแนน นั่นคือ ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวในระดับน้อยปานกลาง เนื่องจากส่วนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษาต่างก็เป็นกล้ามเนื้อส่วนที่ทำงานหนักทั้งคู่ จึงไม่ส่งผลถึงความแตกต่างของคุณลักษณะด้านความเหนียวของตัวอย่าง นอกจากนี้ในตัวอย่างเนื้อเยื่อแพะรวมกันมีปริมาณน้ำในเนื้อเหลืออยู่ (ปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 61-65) ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถในการจับน้ำของกล้ามเนื้อ จึงส่งผลให้ตัวอย่างมีความเหนียวในระดับน้อยปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าแรงเฉือน โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ตารางที่ 3.1) โดยพบว่าทั้งชนิดของวัสดุรวมกันและส่วนของเนื้อเยื่อที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ไม่มีผลต่อ ค่าแรงเฉือน ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุรวมกันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านความเหนียวของตัวอย่าง เนื้อเยื่อแพะรวมกัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 19)

3.1.3.1.5 ความฉ่ำน้ำ

จากการทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างเนื้อเยื่อแพะ พบว่าทั้งชนิดของวัสดุรวมกันและส่วนของกล้ามเนื้อไม่มีผลต่อคุณลักษณะด้านความฉ่ำของตัวอย่าง ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 20) โดยที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านความฉ่ำไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านความฉ่ำอยู่ในช่วง 8.49-10.56 คะแนน นั่นคือ ตัวอย่างมีความฉ่ำในระดับปานกลาง และจากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น พบว่าตัวอย่างเนื้อเยื่อแพะรวมกันทุกชุดการทดลองมีปริมาณความชื้นใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในช่วงร้อยละ 61-65 ซึ่งปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในตัวอย่างจะมีความสัมพันธ์กับความฉ่ำน้ำ เนื่องจากแหล่งของน้ำในเนื้อ คือ ไขมันแทรก

และปริมาณน้ำในเนื้อ ซึ่งปริมาณน้ำที่ยังคงอยู่ในเนื้อหลังจากการทำให้สุกเป็นผลมาจากความสามารถในการจับน้ำของกล้ามเนื้อ ถ้ากล้ามเนื้อมีความสามารถในการจับน้ำได้สูงจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีความชุ่มฉ่ำ (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุกรรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านความนุ่มของตัวอย่างเนื้อพะระมควัน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 20)

3.1.3.1.6 ความเปรี้ยว

จากการทดสอบ โดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างเนื้อพะระมควัน พบว่าชนิดของวัสดุกรรมควันทำให้คุณลักษณะด้านความเปรี้ยวแตกต่างกัน ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 21) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนคุณลักษณะด้านความเปรี้ยวของตัวอย่างเนื้อพะระทั้งส่วนกล้ามเนื้อหัวใจและขาหลังที่รมควันด้วยกะลามะพร้าวสูงกว่าตัวอย่างเนื้อพะระที่รมควันด้วยชานอ้อยและกาบมะพร้าว ($P < 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านความเปรี้ยวเท่ากับ 7.20 และ 8.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 3.4) ในขณะที่ตัวอย่างเนื้อพะระที่รมควันด้วยชานอ้อยและกาบมะพร้าวมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) เนื่องจากรสชาติในอาหารรมควันขึ้นกับธรรมชาติขององค์ประกอบของวัสดุกรรมควันที่เลือกใช้ในการรมควัน นอกจากนี้คะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านความเปรี้ยวยังสัมพันธ์กับค่ากรดและค่าด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด โดยตัวอย่างเนื้อพะระที่รมควันด้วยกะลามะพร้าวมีค่ากรดและค่าด่างต่ำกว่า และมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าตัวอย่างเนื้อพะระที่รมควันด้วยชานอ้อยและกาบมะพร้าว (ตารางที่ 3.3) นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างที่รมควันด้วยกะลามะพร้าวมีคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านรสชาติต่ำกว่าตัวอย่างเนื้อพะระที่รมควันด้วยชานอ้อยและกาบมะพร้าว (ตารางที่ 3.5) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุกรรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านความเปรี้ยวของตัวอย่างเนื้อพะระมควัน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 21)

3.1.3.2 การทดสอบประสาทสัมผัสด้านความชอบ

จากการทดสอบความชอบโดยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทดสอบคุณลักษณะด้านต่างๆ ได้แก่ สี กลิ่นรสควัน กลิ่นสาบพะระเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ผลของวัสดุรมควันและชิ้นส่วนของเนื้อแพะต่อการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของเนื้อแพะรมควันโดยวิธี 9-point hedonic scale

Effect of smoking materials and meat types on sensory evaluation of smoked goat meat by 9-point hedonic scale

Smoking materials	Meat types	Sensory characteristics ¹						
		External color	Internal color	Goaty flavor	Smoky flavor	Texture	Taste	Overall liking
Bagasse	Shoulders	6.79±0.51	7.01±0.55	7.01±0.12	6.47±1.13	6.76±0.44	7.00±0.57	6.35±1.10
	Legs	7.50±0.46	7.44±0.34	6.98±0.66	6.73±0.58	6.71±0.70	6.71±0.96	6.94±0.84
Coconut husk	Shoulders	7.23±0.53	6.95±0.45	6.73±0.57	6.47±0.31	7.00±0.80	6.72±0.39	7.00±0.86
	Legs	7.24±0.56	7.08±0.22	7.08±0.42	6.40±0.87	7.40±0.20	6.96±0.32	7.13±0.11
Coconut shell	Shoulders	7.08±1.11	6.92±1.10	6.26±0.51	4.93±1.03	6.35±0.28	6.59±0.36	5.45±1.26
	Legs	6.23±0.34	6.61±0.96	6.60±0.28	5.67±1.22	6.82±0.34	6.48±0.33	6.07±0.76

Note: Means in the same column bearing no letters do not difference (P<0.05).

¹Means ± standard deviation

All values are the means of 30 panelists (15 replications)

3.1.3.2.1 สี

- สีภายนอก

คะแนนจากคุณลักษณะด้านสีภายนอกของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันแสดงดังตารางที่ 3.5 พบว่าทั้งชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของเนื้อแพะที่ใช้ในการศึกษาไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านสีภายนอก ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 22) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านสีภายนอกของตัวอย่างอยู่ในช่วง 6.23-7.50 คะแนน (ตารางที่ 3.5) คือ มีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยที่ตัวอย่างเนื้อแพะส่วนขาหลังที่รมควันด้วยขานอ้อยจะได้รับคะแนนความชอบด้านสีสูงที่สุดเท่ากับ 7.50 คะแนน ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี พบว่าตัวอย่างเนื้อแพะส่วนขาหลังที่รมควันด้วยขานอ้อยมีระดับสีเข้มที่สุด โดยมีค่า L^* ต่ำกว่าชุดการทดลองที่รมควันด้วยกาบมะพร้าวและกะลามะพร้าว นอกจากนี้ยังพบว่าค่า a^* และ b^* สูงกว่าชุดการทดลองที่รมควันด้วยกาบมะพร้าวและกะลามะพร้าว เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านสีภายนอกของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 22)

- สีภายใน

คะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านสีภายในของเนื้อแพะรมควันอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (ตารางที่ 3.5) โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.61-7.44 คะแนน แต่อย่างไรก็ตามเนื้อแพะส่วนขาหลังที่รมควันด้วยขานอ้อยได้รับคะแนนความชอบด้านสีภายในมากที่สุดเท่ากับ 7.44 คะแนน และพบว่าทั้งชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของเนื้อแพะที่ใช้ในการศึกษาไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านสีภายใน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 23) และเมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านสีภายในของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 23)

3.1.3.2.2 กลิ่นรสควัน

คะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านกลิ่นรสควันของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันแสดงดังตารางที่ 3.5 พบว่าทั้งชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของเนื้อแพะที่ใช้ในการศึกษาไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านกลิ่นรสควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 24) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสควันไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านกลิ่นรสควันของตัวอย่างอยู่ในช่วง 4.93-6.73 คะแนน คือ มีความชอบอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงชอบเล็กน้อย และพบว่ากล้ามเนื้อส่วนขาหลังที่รมควันด้วยขานอ้อยได้

รับคะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 6.73 คะแนน (ตารางที่ 3.5) เนื่องจากในซานอ้อยประกอบด้วยน้ำตาลซึ่งเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชัน ซึ่งผลของปฏิกิริยาดังกล่าวนอกจากจะทำให้เกิดสีน้ำตาลแล้วยังทำให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะด้วย นอกจากนี้กลิ่นรสในอาหารนมวันยังเกิดจากปฏิกิริยามอลลาร์ด โดยผลจากการเกิดปฏิกิริยาทำให้เกิดสารประกอบหลายชนิดที่มีผลต่อกลิ่นรสของอาหารนมวันด้วย สำหรับตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยกะลามะพร้าวพบว่ามีความชอบต่ำที่สุด เนื่องจากในกะลามะพร้าวมีองค์ประกอบส่วนใหญ่คือ เฮโลเซลลูโลส (Wan Daud *et al.*, 2004) เมื่อเฮโลเซลลูโลสติดไฟจะสลายตัวเป็นน้ำมันทาร์ (Fragbemi *et al.*, 2001) ทำให้ตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันด้วยกะลามะพร้าวมีกลิ่นของน้ำมันทาร์ ดังนั้นจึงส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสควัน เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกลัมนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสควันของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 24)

3.1.3.2.3 กลิ่นสาบแพะ

คะแนนเฉลี่ยความชอบด้านกลิ่นสาบแพะขอผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันแสดงดังตารางที่ 3.5 พบว่าทั้งชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของเนื้อแพะที่ใช้ในการศึกษาไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นสาบแพะ ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 25) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นสาบแพะไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านกลิ่นสาบแพะของตัวอย่างอยู่ในช่วง 6.23-7.50 คะแนน คือ มีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และพบว่ากลัมนื้อส่วนขาหลังที่รมควันด้วยกะลามะพร้าวได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 7.08 คะแนน (ตารางที่ 3.5) เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกลัมนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นสาบแพะของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 25)

3.1.3.2.4 เนื้อสัมผัส

จากคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน พบว่าทั้งชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกลัมนื้อที่ใช้ในการศึกษาไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของตัวอย่าง ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 26) โดยมีคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านเนื้อสัมผัส อยู่ในช่วง 6.35-7.49 คะแนน (ตารางที่ 3.5) คือ มีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีพรรณนา-คุณลักษณะเชิงปริมาณ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยด้านความเหนียวอยู่ในช่วง 4.86-6.62

คะแนน นั่นคือ ผลลัพธ์ที่มีความเหนียวในระดับน้อยปานกลาง เนื่องจากส่วนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษาต่างก็เป็นกล้ามเนื้อส่วนที่ทำงานหนักทั้งคู่ จึงไม่ส่งผลถึงความแตกต่างของคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าแรงเฉือนโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ตารางที่ 3.1) โดยพบว่าทั้งชนิดของวัสดุรวมควันและส่วนของเนื้อแพะที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ไม่มีผลต่อค่าแรงเฉือน ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของวัสดุรวมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเนื้อแพะรวมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 26)

3.1.3.2.5 รสชาติ

จากคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านรสชาติของตัวอย่างเนื้อแพะรวมควัน พบว่าทั้งชนิดของวัสดุรวมควันและส่วนกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษาไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านรสชาติของตัวอย่าง ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 27) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านรสชาติอยู่ในช่วง 6.48-7.00 คะแนน (ตารางที่ 3.5) คือ มีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และพบว่าตัวอย่างกล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่ที่รวมควันด้วยชานอ้อยได้รับคะแนนความชอบรวมมากที่สุด เท่ากับ 7.00 คะแนน และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีพรรณนาคุณลักษณะเชิงปริมาณ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านความเปรี้ยวของตัวอย่างชุดการทดลองดังกล่าวเท่ากับ 6.09 นั่นคือ ผลลัพธ์ที่มีความเปรี้ยวอยู่ในระดับน้อยปานกลาง นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับค่ากรดและด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด โดยที่ตัวอย่างชุดที่รวมควันด้วยชานอ้อยและกาบมะพร้าวมีค่ากรดและด่างสูงกว่าชุดการทดลองที่รวมควันด้วยกะลามะพร้าว ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างชุดที่รวมควันด้วยชานอ้อยและกาบมะพร้าวมีค่าน้อยกว่าชุดการทดลองที่รวมควันด้วยกะลามะพร้าว และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของ วัสดุรวมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านรสชาติของตัวอย่างเนื้อแพะรวมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 27)

3.1.3.2.6 ความชอบรวม

จากตารางที่ 3.5 พบว่าเนื้อแพะส่วนขาหลังที่รวมควันด้วยกาบมะพร้าวได้รับคะแนนความชอบรวมมากที่สุดเท่ากับ 7.13 คะแนน อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบรวมของตัวอย่างเนื้อแพะรวมควันทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) แสดงว่าทั้งชนิดของวัสดุรวมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการศึกษาไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบรวม (ตารางภาคผนวกที่ 28) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมของเนื้อแพะรวมควันในช่วง 5.45-7.13 คะแนน คือ ผู้ทดสอบมีความรู้สึกเฉยๆ ถึงชอบปานกลาง และเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์

ระหว่างชนิดของวัสดุรมควันและส่วนของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบรวมของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 28)

เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันของทุกชุดการทดลอง พบว่าคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนความชอบระหว่างกล้ามเนื้อส่วนขาหลังและหัวไหล่ในทุกคุณลักษณะโดยเฉพาะด้านเนื้อสัมผัส พบว่ากล้ามเนื้อส่วนขาหลังได้รับคะแนนความชอบมากกว่าส่วนหัวไหล่สำหรับผลของชนิดวัสดุรมควัน คะแนนความชอบจะไม่แตกต่างกันโดยเฉพาะคุณลักษณะด้านสีและกลิ่นรสควัน และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบรวม พบว่าตัวอย่างกล้ามเนื้อส่วนขาหลังที่รมควันด้วยกาบมะพร้าวได้รับคะแนนความชอบรวมสูงที่สุด จึงคัดเลือกชุดการทดลองที่ใช้เนื้อแพะส่วนขาหลังที่รมควันด้วยกาบมะพร้าว ไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

3.2 ผลของระดับอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการรมควันเนื้อแพะ

เตรียมเนื้อแพะส่วนขาหลังเช่นเดียวกับวิธีการทดลองในข้อ 1 แล้วนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และรมควันด้วยกาบมะพร้าวเป็นวัสดุรมควันที่คัดเลือกมาจากผลการทดลองในข้อที่ 1 โดยแปรผันอุณหภูมิที่ใช้ในการรมควันเป็น 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส แต่ละช่วงอุณหภูมิจะใช้เวลาในการรมควันเป็นเวลา 1 และ 2 ชั่วโมง แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

3.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

3.2.1.1 ค่าแรงเคียน

ผลการวิเคราะห์ค่าแรงเคียนของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันที่รมควันในสภาวะต่างกัน โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควันต่างกันไม่ส่งผลต่อค่าแรงเคียน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 29) เมื่อพิจารณาตารางที่ 3.6 พบว่าค่าแรงเคียนที่วัดได้จากผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันทั้ง 6 ตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าแรงเคียนอยู่ในช่วง 1,039.25-1,097.15 กรัม ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบในควันจะทำให้ปฏิกิริยากับโปรตีนบริเวณผิวหนังหน้าของอาหารรมควัน ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียการละลายของโปรตีนระหว่างการรมควันจากผลของควันและความร้อน การสูญเสียการละลายของโปรตีนในเนื้อสัตว์รมควันสัมพันธ์กับการเกิดการเชื่อมขวางของโปรตีนที่ผิวหนังเมื่อเกิดการเชื่อมขวางมากเกินไป

ไปจะไปขัดขวางการซึมของควันเข้าในเนื้ออาหาร และการระเหยของน้ำส่งผลให้บริเวณ ใต้ พื้นผิวที่ยังไม่สัมผัสกับควันจะมีลักษณะนุ่มในขณะที่ผิวหน้าจะมีลักษณะแข็งที่ผิวนอก (case hardening) (Daun , 1979) นอกจากนี้ปริมาณน้ำที่ยังคงอยู่ในเนื้อซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถในการจับน้ำของกล้ามเนื้อ ถ้าในกล้ามเนื้อมีความสามารถในการจับน้ำสูงจะทำให้เนื้อสัมผัสมีลักษณะ ชุ่มฉ่ำและนุ่ม ค่าแรงเฉือนจะมีค่าต่ำ (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) ตัวอย่างมี และเมื่อพิจารณา ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควัน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลให้เกิด ความแตกต่างของค่าแรงเฉือนของตัวอย่าง ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 29)

ตารางที่ 3.6 ผลของระดับอุณหภูมิและเวลาต่อค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน

The effects of temperature and smoking time on the shear force of smoked goat meat

Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Time (hour)	Shear force ¹ (g)
50	1	1039.25 \pm 106.31
	2	1081.43 \pm 39.82
60	1	1045.91 \pm 102.91
	2	1053.71 \pm 79.42
70	1	1095.50 \pm 93.36
	2	1097.15 \pm 101.53

Note: Means in the same column bearing no letters do not difference ($P>0.05$).

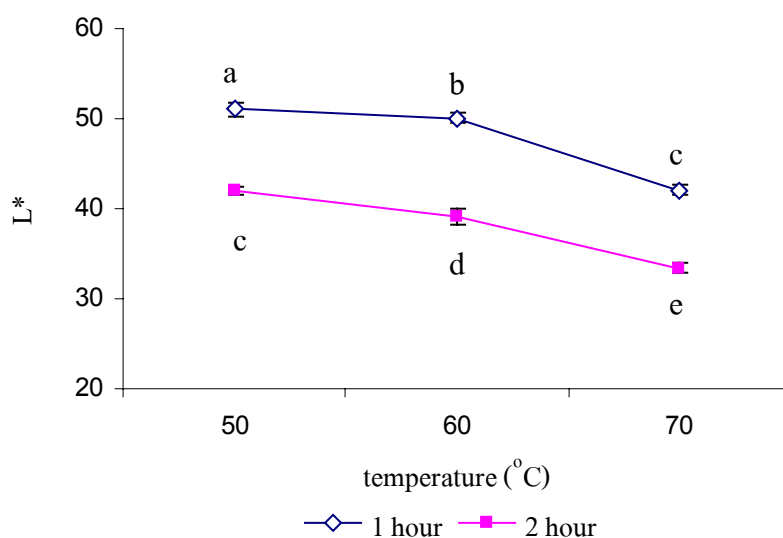
¹Means \pm standard deviation

All values are the means of 10 determinations on 2 replications

3.2.1.2 ค่าสี

จากการวิเคราะห์ค่าสีภายนอกของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันที่รมควันในสภาวะต่างกัน พบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกันส่งผลให้ค่า L^* แตกต่างกัน ($P<0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 30) จากภาพที่ 3.1 พบว่าเมื่อรมควันที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นและเวลานานขึ้น ตัวอย่างเนื้อแพะรมควันค่า L^* จะลดลง ($P<0.05$) โดยเนื้อแพะที่รมควันที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จะมีค่า L^* ต่ำสุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของความสว่างเท่ากับ 33.44 เนื่องจากระดับความเข้มของสีบนผิวหน้าของอาหารรมควันจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้นการเกิดสีในอาหารรมควันเป็นผลมาจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์และจะเกิดขึ้นมากที่

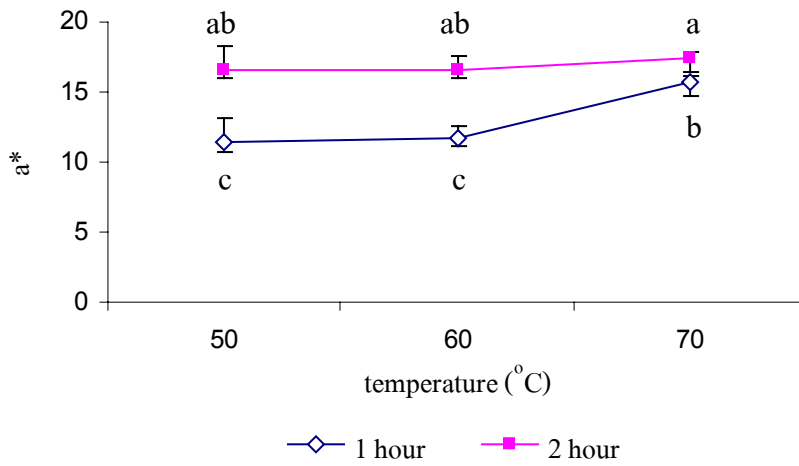
บริเวณผิวหนังของอาหารรมควัน (Ruiter, 1979) นอกจากนี้ในระหว่างการรมควันอาหารรมควันจะเกิดการสูญเสียน้ำทำให้ความเข้มข้นของเม็ดสีในเนื้อสัตว์เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ค่า L^* ลดลง (Cardinal *et al.*, 2001) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zotos และคณะ (2001) ซึ่งศึกษาผลของสภาวะการรมควันต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสปลาหมึกนึ่งรมควัน ซึ่งจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน ของปลาหมึกนึ่งรมควันที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 60 และ 30 นาที พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาหมึกนึ่งรมควันที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที มีสีเข้มกว่าเมื่อใช้เวลาในการรมควันเพียง 30 นาที ที่อุณหภูมิการรมควันเท่ากัน จากผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าเมื่อเวลาในการรมควันนานขึ้นการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์และจะเกิดมากขึ้น เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการรมควัน พบว่าทั้งสองปัจจัยส่งผลให้ค่า L^* แตกต่างกัน ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 30) และจากการวิเคราะห์ค่า a^* พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลารมควันนานขึ้นค่า a^* มีค่าสูงขึ้น (ภาพที่ 3.2) เนื่องจากในระหว่างการรมควันจะมีการเปลี่ยนแปลงของสารสีจากไนโตรโซไมโอโกลบินไปเป็นไนโตรโซฮีโมโครม ซึ่งสภาวะเหมาะสมที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว คือ สภาวะที่เป็นกรด และจากการวิเคราะห์ค่ากรดและด่างในตัวอย่างรมควันที่สภาวะแตกต่างกัน พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลารมควันนานขึ้นค่ากรดและด่างจะลดลง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่า a^* ที่สูงขึ้น



ภาพที่ 3.1 ผลของระดับอุณหภูมิ และเวลาต่อค่า L^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน

The effects of smoking temperature and time on the surface color (L^*) of smoked goat meat.

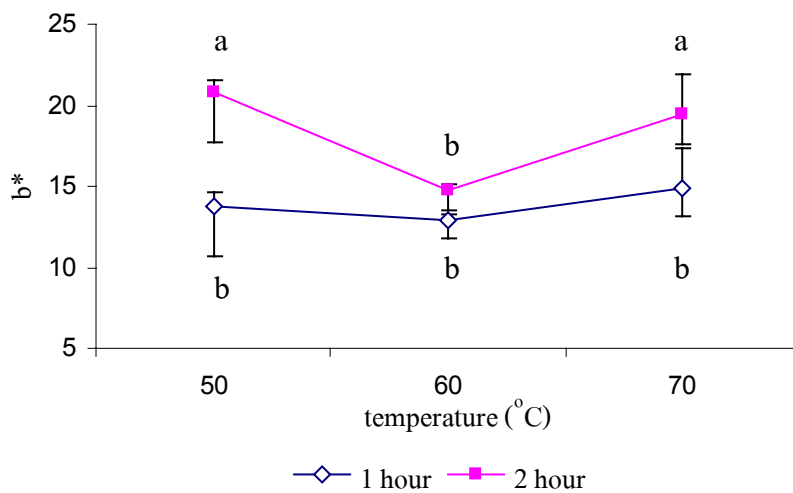
Each data point represents means \pm standard deviation of 6 replications



ภาพที่ 3.2 ผลของระดับอุณหภูมิ และเวลาต่อค่า a^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน

The effects of smoking temperature and time on the surface color (a^*) of smoked goat meat.

Each data point represents means \pm standard deviation of 6 replications



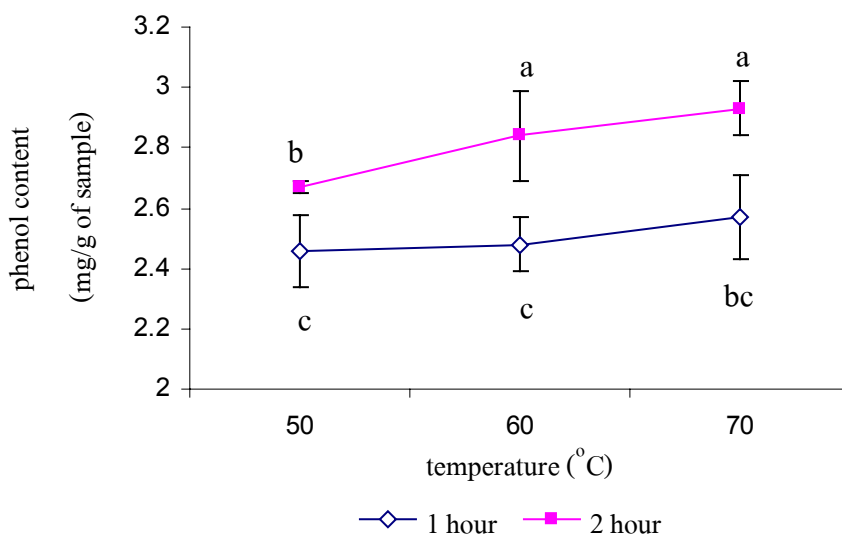
ภาพที่ 3.3 ผลของระดับอุณหภูมิ และเวลาต่อค่า b^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน

The effects of smoking temperature and time on the surface color (b^*) of smoked goat meat.

Each data point represents means \pm standard deviation of 6 replications

3.2.2 คุณภาพทางเคมี

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันที่รมควันที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน ได้แก่ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส เวลาในการรมควัน 1 และ 2 ชั่วโมง พบว่าตัวอย่างเนื้อแพะรมควันที่ผ่านการรมควันในสภาวะที่แตกต่างกันดังกล่าวส่งผลให้ปริมาณฟีนอลมีค่าแตกต่างกัน ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 33) เมื่อพิจารณาภาพที่ 3.4 พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการรมควันและเวลาที่นานขึ้นปริมาณฟีนอลในตัวอย่างเนื้อแพะรมควันเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามการรมควันที่ระดับอุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ปริมาณฟีนอลที่พบในตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการรมควัน นาน 2 ชั่วโมง พบว่าในตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีปริมาณฟีนอลน้อยกว่าตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ($P < 0.05$) แต่ตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียสมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) และพบปริมาณฟีนอลสูงที่สุด ซึ่งปริมาณฟีนอลที่วิเคราะห์ได้มีค่าเท่ากับ 2.84 และ 2.93 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่าง ตามลำดับ เนื่องจากเมื่อเพิ่มอุณหภูมิรมควันให้สูงขึ้นและเวลานานขึ้นตัวอย่างเนื้อแพะรมควันจะเกิดการสูญเสียความชื้นทำให้ปริมาณฟีนอลที่พบในตัวอย่างที่รมควันที่อุณหภูมิสูงและใช้เวลานานจะมีปริมาณฟีนอลสูงกว่าตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันที่อุณหภูมิต่ำกว่าและใช้เวลาสั้นกว่า จากผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ Cardinal และคณะ (2001) ซึ่งรายงานว่าปลาแซลมอนที่รมควันที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณฟีนอลสูงกว่าเมื่อรมควันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นอกจากนี้การรมควันที่อุณหภูมิต่ำเกินไปจะทำให้ได้สารประกอบฟีนอลเพียงแค่ 2-3 ชนิดเท่านั้น (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก, 2532; Chan *et al.*, 1975) Chan และคณะ (1975) พบว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 ขึ้นปลาเมคเคอเรลจะสามารถดูดซับควันได้มากและเร็วกว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์อื่นๆ เนื่องจากความสามารถในการดูดซับควันจะขึ้นกับความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควัน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อปริมาณฟีนอลของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 33)



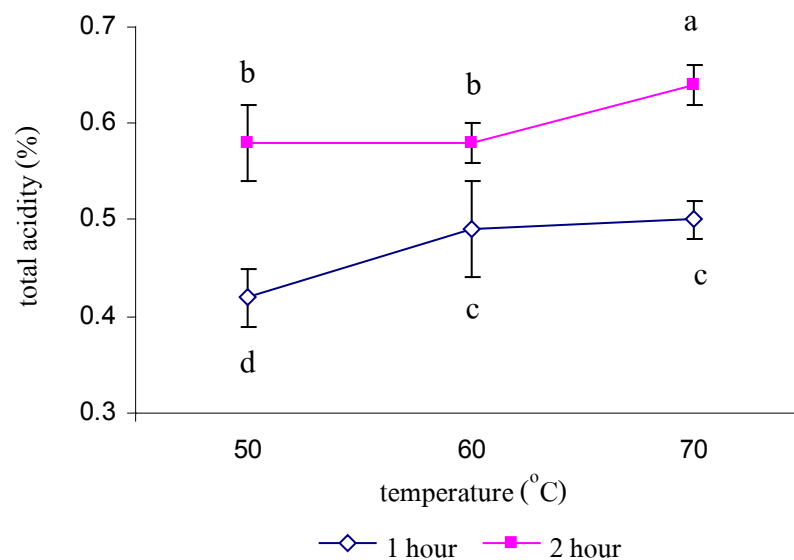
ภาพที่ 3.4 ผลของระดับอุณหภูมิ และเวลาต่อปริมาณฟีนอลของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน

The effects of smoking temperature and time on the phenol content in smoked goat meat.

Each data point represents means \pm standard deviation of 6 replications

ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันที่รมควันในสภาวะต่างกัน พบว่าทั้งอุณหภูมิรมควันและเวลาในการรมควันส่งผลให้ปริมาณกรดทั้งหมดที่พบในตัวอย่างมีค่าแตกต่างกัน ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 34) เมื่อพิจารณาภาพที่ 3.5 พบว่าการรมควันที่อุณหภูมิสูงขึ้นและเวลารมควันที่นานขึ้นปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) โดยที่ระยะเวลารมควันนาน 1 ชั่วโมง ตัวอย่างที่รมควันที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส พบปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิติกร้อยละ 0.16 ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าตัวอย่างที่รมควันที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส แต่ที่อุณหภูมิการรมควัน 60 และ 70 องศาเซลเซียส ปริมาณกรดทั้งหมดที่มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) สำหรับการรมควันโดยใช้ระยะเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าตัวอย่างที่ผ่านการรมควันที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากัน คือ ร้อยละ 0.22 แต่ตัวอย่างที่ผ่านการรมควันที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.24 ซึ่งมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าทุกตัวอย่าง ($P < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อระยะเวลาการรมควันนานขึ้นจะส่งผลให้ในผลิตภัณฑ์มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงขึ้นตามไปด้วย (ภาพที่ 3.5) เนื่องจากเมื่อเพิ่มอุณหภูมิรมควันให้สูงขึ้นและเวลานานขึ้นตัวอย่างเนื้อแพะรมควันจะเกิดการสูญเสียความชื้นทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดที่พบในตัวอย่างที่รมควันที่อุณหภูมิสูงและใช้เวลานานจะมี

ปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันที่อุณหภูมิต่ำกว่าและใช้เวลาสั้นกว่า นอกจากนี้การเผาไหม้ที่อุณหภูมิระหว่าง 200-260 องศาเซลเซียสจะมีแก๊สและกรดที่ระเหยได้จะระเหยออกมาจับที่บริเวณผิวหนังของอาหารรมควัน ดังนั้นเมื่อระยะเวลาการรมควันนานขึ้น ผลลัพธ์ก็จะมีโอกาสจับกับกรดที่ระเหยออกมาได้มากขึ้นตามไปด้วย (ณรงค์ นิยมวิทย์ , 2538; สัญชัย จตุรสิทธา, 2543) โดยกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นเกิดจากการสลายตัวของเซลลูโลสและ เฮมิเซลลูโลสของไม้ ซึ่งอุณหภูมิการสลายตัวของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส คือ 260-350 และ 180-300 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (Toth and Potthast, 1984 อ้างโดย Stolyhwo and Sikorski, 2005; Hollenbeck, 1994) แต่เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควันพบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 34)



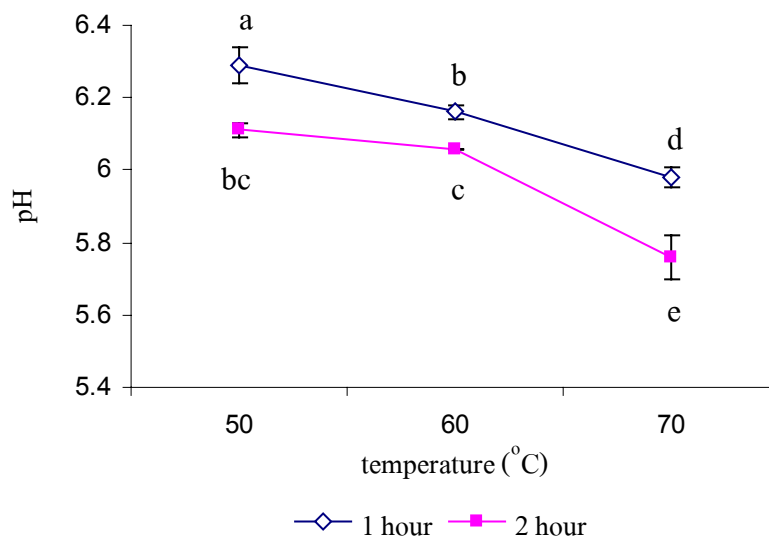
ภาพที่ 3.5 ผลของระดับอุณหภูมิ และเวลาต่อปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน

The effects of smoking temperature and time on the total acidity in smoked goat meat.

Each data point represents means \pm standard deviation of 6 replications

จากผลการวิเคราะห์ค่ากรดและค่าด่างของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันที่รมควันในสถานะต่างกัน พบว่าทั้งอุณหภูมิรมควันและเวลาในการรมควันส่งผลให้ค่ากรดและค่าด่างที่พบในตัวอย่างมีค่าแตกต่างกัน ($P<0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้

ในการรมควัน พบว่าทั้งสองปัจจัยส่งผลกระทบต่อค่ากรดและด่างของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 35) จากภาพที่ 3.6 สังเกตได้ว่าการรมควันที่อุณหภูมิสูงขึ้นและเวลารมควันที่นานขึ้นค่ากรดและด่างมีค่าลดลง ($P<0.05$) โดยที่ระยะเวลาในการรมควัน 1 ชั่วโมง ตัวอย่างที่รมควันที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส ค่ากรดและด่างมีค่าลดลง ($P<0.05$) และเมื่อเพิ่มระยะเวลาการรมควันนาน 2 ชั่วโมง ตัวอย่างที่รมควันที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส ค่ากรดและด่างมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่ตัวอย่างที่รมควันที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ค่ากรดและด่างมีค่าต่ำกว่าทุกตัวอย่าง ($P<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยของค่ากรดและด่างเท่ากับ 5.76 จากผลการวิเคราะห์ค่ากรดและด่างของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันที่ได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณ กรดทั้งหมดที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและเวลานานขึ้น



ภาพที่ 3.6 ผลของระดับอุณหภูมิและเวลาต่อค่ากรดและด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน

The effects of smoking temperature and time on the pH in smoked goat meat.

Each data point represents means \pm standard deviation of 6 replications

3.2.3 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

3.2.3.1 การทดสอบแบบพรรณนาคคุณลักษณะเชิงปริมาณ

จากการทดสอบแบบพรรณนาคคุณลักษณะเชิงปริมาณ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน ใช้สเกล 15 เซนติเมตร ทำการประเมิน 6 คุณลักษณะคุณภาพ ได้แก่ สี กลิ่นรสควัน กลิ่นสาบแพะ ค่าความเหนียว ความฉ่ำน้ำและความเปรี้ยว จากตัวอย่างเนื้อแพะรมควันทั้ง 6 ชุดการทดลองได้ผลดังแสดงดังตารางที่ 3.7

3.2.3.1.1 สีภายนอก

คะแนนค่าสีภายนอกของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยพบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาในการรมควันที่ใช้ในการศึกษาไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านสีภายนอกของผลิตภัณฑ์ ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 36) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนอยู่ในช่วง 8.48-10.17 คะแนน (ตารางที่ 3.7) คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีสีน้ำตาลปาน-กลาง อย่างไรก็ตามคะแนนค่าสีภายนอกของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิการรมควันและเวลานานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าสี โดยพบว่าเมื่อรมควันที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นและเวลานานขึ้น ตัวอย่างเนื้อแพะรมควันค่า L^* จะลดลง ($P<0.05$) (ภาพที่ 3.1) และค่า a^* จะสูงขึ้น ($P<0.05$) (ภาพที่ 3.2) และเมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการรมควันที่ใช้ในการศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านสีภายนอกของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 36)

ตารางที่ 3.7 ผลของระดับอุณหภูมิและเวลาต่อการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของเนื้อแพะรมควัน โดยวิธีพรรณนาคูณลักษณะเชิงปริมาณ

Effect of smoking temperature and time on sensory testing of smoked goat meat by quantitative descriptive analysis

Smoking temperature (°C)	Time (hour)	Sensory characteristics ¹					
		External color	Goaty flavor	Smoky flavor	Toughness	Juiciness	Sour
50	1	8.58±0.11	3.22±0.52	7.58±1.40 ^b	6.16±0.83	9.67±0.98	5.66±0.04 ^c
	2	9.14±0.13	3.42±0.34	8.94±0.11 ^{ab}	5.78±0.83	10.03±0.78	6.54±0.30 ^b
60	1	8.48±0.84	3.87±0.32	8.68±1.01 ^{ab}	4.65±0.30	10.80±0.43	6.58±0.32 ^b
	2	9.14±1.33	3.10±0.59	9.73±0.54 ^a	5.04±1.53	10.90±0.25	6.93±0.37 ^{ab}
70	1	9.16±0.02	3.70±0.09	8.40±0.29 ^{ab}	4.79±0.54	10.97±0.14	7.02±0.22 ^{ab}
	2	10.17±0.45	2.83±0.27	9.80±0.36 ^a	6.20±1.50	9.10±0.14	7.54±0.20 ^a

Note: Means in the same column with different letters indicate significant differences ($P < 0.05$).

¹ Values represent scores from an unstructured scale ranging from none (0) to the strongest intensity (15)

All values are the means of 20 panelists (10 replications)

3.2.3.1.2 กลิ่นรสคว้น

จากการทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างเนื้อแพะรมคว้นพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการรมคว้นมีผลต่อคะแนนด้านกลิ่นรสคว้นแตกต่างกัน ($P < 0.05$) ในขณะที่เวลาที่ใช้ในการรมคว้นไม่มีผลต่อคะแนนด้านกลิ่นรสคว้นแตกต่างกัน ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการรมคว้นพบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคะแนนด้านกลิ่นรสคว้นของตัวอย่างเนื้อแพะรมคว้น ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 37) จากตารางที่ 3.7 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนด้านกลิ่นรสคว้นของตัวอย่างเนื้อแพะรมคว้นอยู่ในช่วง 7.58-9.80 คะแนน คือ ผู้ทดสอบชิมได้รับกลิ่นรสคว้นในระดับปานกลาง นอกจากนี้ยัง เมื่อพิจารณาจากระยะเวลาการรมคว้นที่เท่ากัน ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิรมคว้น 60 และ 70 องศาเซลเซียส มีคะแนนกลิ่นรสคว้นสูงกว่าชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิรมคว้น 50 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Cardinal และคณะ (2006) ที่ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการรมคว้น (16 24 และ 32 องศาเซลเซียส) ต่อคุณลักษณะของกลิ่นคว้น ในผลิตภัณฑ์ปลาแฮร์ริงรมคว้น และพบว่าที่อุณหภูมิรมคว้น 24 และ 32 องศาเซลเซียสได้รับคะแนนกลิ่นคว้นสูงกว่าปลาแฮร์ริงที่รมคว้นที่อุณหภูมิรมคว้น 16 องศาเซลเซียส จากผลการทดสอบคุณลักษณะด้านกลิ่นรสคว้นมีความสอดคล้องกับปริมาณฟีนอลในตัวอย่างเนื้อแพะรมคว้น ซึ่งพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการรมคว้นให้สูงขึ้นปริมาณฟีนอลในตัวอย่างเนื้อแพะรมคว้น มีค่าเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) เนื่องจากกลิ่นรสของอาหารรมคว้นเกิดจากสารประกอบฟีนอลในส่วนที่เป็นโอของคว้นซึ่งถูกดูดซับไว้ที่บริเวณผิวหนังของอาหาร สารประกอบฟีนอลที่เกี่ยวข้องกับกลิ่นและกลิ่นรสของอาหารรมคว้น ได้แก่ ไกวอะคอล 4-เมทิลไกวอะคอล และ 2,6-ไดเมทอกซีฟีนอล โดยสารประกอบไกวอะคอลจะให้รสชาติของคว้น ขณะที่ไซรินกอลจะให้กลิ่นคว้น แต่กลิ่นรสโดยรวมของอาหารรมคว้นเกิดจากสารประกอบเหล่านี้หลายชนิดร่วมกัน (Daun, 1979)

3.2.3.1.3 กลิ่นสาบแพะ

จากการทดสอบคุณลักษณะด้านกลิ่นสาบแพะ พบว่าคะแนนด้านกลิ่นสาบแพะของตัวอย่างเนื้อแพะรมคว้นทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยพบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาในการรมคว้นที่ใช้ในการศึกษาไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านกลิ่นสาบแพะของผลิตภัณฑ์ ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 38) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนอยู่ในช่วง 2.83-3.87 คะแนน (ตารางที่ 3.7) คือ ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นสาบแพะอยู่ในระดับอ่อนมากถึงอ่อนปานกลาง และเมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการรมคว้นที่ใช้ในการศึกษาพบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านกลิ่นสาบแพะของตัวอย่างเนื้อแพะรมคว้น ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 38)

3.2.3.1.4 ความเหนียว

คะแนนจากคุณลักษณะด้านความเหนียวของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยพบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาในการรมควันที่ใช้ในการศึกษาไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์ ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 39) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนอยู่ในช่วง 4.65-6.20 คะแนน (ตารางที่ 3.7) คือผลิตภัณฑ์มีความเหนียวในระดับน้อยปานกลาง ซึ่งจากการทดสอบคุณลักษณะด้านความเหนียวของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันพบว่ามีความสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าแรงเฉือนโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ตารางที่ 3.6) โดยพบว่าทั้งอุณหภูมิ และเวลาในการรมควันที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ไม่มีผลต่อค่าแรงเฉือน ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการรมควันที่ใช้ในการศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านความเหนียวของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 39)

3.2.3.1.5 ความฉ่ำน้ำ

จากการทดสอบคุณลักษณะด้านความฉ่ำน้ำของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน โดยให้ผู้ทดสอบชิมจากตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน พบว่าคะแนนด้านความฉ่ำน้ำของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยพบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาในการรมควันที่ใช้ในการศึกษาไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านความฉ่ำน้ำของผลิตภัณฑ์ ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 40) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนอยู่ในช่วง 9.10-10.97 คะแนน (ตารางที่ 3.7) คือตัวอย่างเนื้อแพะรมควันมีความฉ่ำน้ำในระดับปานกลาง นอกจากนี้ปริมาณน้ำที่ยังคงอยู่ในเนื้อซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถในการจับน้ำของกล้ามเนื้อ ถ้าในกล้ามเนื้อมีความสามารถในการจับน้ำสูงจะทำให้เนื้อสัมผัสมีลักษณะชุ่มฉ่ำและนุ่ม (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) และเมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการรมควันที่ใช้ในการศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านความฉ่ำน้ำของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 40)

3.2.3.1.6 ความเปรี้ยว

จากการทดสอบคุณลักษณะด้านความเปรี้ยวของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน พบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควันมีผลให้คุณลักษณะด้านความเปรี้ยวแตกต่างกัน ($P<0.05$) และเมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการรมควันที่ใช้ในการศึกษา พบว่าทั้งสองปัจจัยส่งผลต่อคุณลักษณะด้านความเปรี้ยวของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P<0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 41) จากตารางที่ 3.7 สังเกตได้ว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความเปรี้ยวของตัวอย่างที่รมควันที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงต่ำที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.66 คะแนน (ตารางที่ 3.7) คือ ผลิตภัณฑ์มีความเปรี้ยว

ในระดับน้อยปานกลาง และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการรมควัน จะส่งผลให้คะแนนคุณลักษณะด้านความเปรี้ยวเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) และจากผลการทดสอบคุณลักษณะด้านความเปรี้ยวของตัวอย่างเนื้อพะระมควัน พบว่าสัมพันธ์กับค่ากรดและด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด โดยพบว่าตัวอย่างที่รมควันที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีปริมาณกรดทั้งหมดต่ำกว่าทุกชุดการทดลอง (ภาพที่ 3.5) และมีค่ากรดและด่างสูงที่สุด (ภาพที่ 3.6) และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการรมควันปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่ากรดและด่างลดต่ำลง

3.2.3.2 การทดสอบประสาทสัมผัสด้านความชอบ

จากการทดสอบความชอบโดยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทดสอบคุณลักษณะด้านต่างๆ ได้แก่ สี กลิ่นรสควัน กลิ่นสาบแพะ เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม ผลการทดลองที่ได้แสดงในตารางที่ 3.8

3.2.3.2.1 สีภายนอก

คะแนนความชอบด้านสีภายนอกของตัวอย่างเนื้อพะระมควันทั้ง 6 ชุดการทดลอง แสดงดังตารางที่ 3.8 พบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควันไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านสีภายนอก ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 42) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีภายนอกไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเฉลี่ยของความชอบด้านสีภายนอกของตัวอย่างอยู่ในช่วง 6.52-7.32 คะแนน (ตารางที่ 3.8) คือ มีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง เมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควัน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อความชอบด้านสีภายนอกของตัวอย่างเนื้อพะระมควัน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 42)

3.2.3.2.2 กลิ่นรสควัน

คะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านกลิ่นรสควันของผลิตภัณฑ์เนื้อพะระมควัน แสดงดังตารางที่ 3.8 พบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควันไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านกลิ่นรสควัน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 43) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสควันของตัวอย่างอยู่ในช่วง 4.93-6.73 คะแนน (ตารางที่ 3.8) คือ มีความชอบอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงชอบเล็กน้อย และเมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควัน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อความชอบด้านกลิ่นรสควันของตัวอย่างเนื้อพะระมควัน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 43)

ตารางที่ 3.8 ผลของระดับอุณหภูมิและเวลาต่อการทดสอบด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale

Effect of smoking temperature and time on sensory testing of smoked goat meat by 9-point hedonic scale

Smoking temperature (°C)	Time (hour)	Sensory characteristics ¹					
		External color	Goaty flavor	Smoky flavor	Texture	Taste	Overall linking
50	1	6.61±0.34	6.55±0.72	6.50±0.50	6.71±0.09	7.09±0.30	6.72±0.52
	2	6.52±0.74	6.43±0.42	6.05±0.62	7.11±0.47	6.78±1.21	6.79±0.82
60	1	6.67±0.34	6.34±0.12	6.02±0.39	7.36±0.60	7.17±0.65	6.58±0.53
	2	7.31±0.12	7.09±0.47	6.70±0.72	7.26±0.56	7.32±0.10	7.26±0.33
70	1	6.77±0.88	6.01±0.15	6.39±0.30	6.66±0.97	6.77±0.52	6.29±0.31
	2	7.32±0.09	6.30±0.38	6.42±0.63	6.17±0.20	6.87±0.15	6.76±0.58

Note: Means in the same column bearing no letters do not difference ($p>0.05$).

¹Means ± standard deviation

All values are the means of 30 panelists (15 replications)

3.2.3.2.3 กลิ่นสาบแพะ

คะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านกลิ่นสาบแพะของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันแสดงดังตารางที่ 3.8 พบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควันไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านกลิ่นสาบแพะของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 44) โดยที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นสาบแพะไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านกลิ่นสาบแพะอยู่ในช่วง 6.01-7.09 คะแนน (ตารางที่ 3.8) คือ มีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และเมื่อพิจารณาปฏิกริยา-สัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควัน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อความชอบ ด้านกลิ่นสาบแพะของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 44)

3.2.3.2.4 เนื้อสัมผัส

จากคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันทุกชุดการทดลอง พบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควันในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 45) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วง 6.17-7.36 คะแนน (ตารางที่ 3.8) คือ มีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และพบว่าตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงที่สุด เท่ากับ 7.36 คะแนน (ตารางที่ 3.8) อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของทุกชุดการทดลองดังกล่าวมีค่าไม่แตกต่างกับชุดการทดลองอื่น ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควัน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อความชอบด้านเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 45)

3.2.3.2.5 รสชาติ

จากคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านรสชาติของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน พบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควันในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านรสชาติของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 46) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านรสชาติอยู่ในช่วง 6.77-7.32 คะแนน (ตารางที่ 3.8) คือ มีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และพบว่าตัวอย่างเนื้อแพะที่รมควันที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงที่สุด เท่ากับ 7.32 คะแนน (ตารางที่ 3.8) อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบด้านรสชาติของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและ

เวลาที่ใช้ในการรรควัน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อความชอบด้านรสชาติของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 46)

3.2.3.2.6 ความชอบรวม

จากตารางที่ 3.8 พบว่าคะแนนความชอบรวมของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันทุกชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แสดงว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรรควันไม่มีผลต่อคะแนนความชอบรวมของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 47) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมของตัวอย่างเนื้อแพะรมควันอยู่ในช่วง 6.29-7.26 คะแนน (ตารางที่ 3.8) คือ ผู้ทดสอบมีความชอบรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และเมื่อพิจารณาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรรควัน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่ส่งผลต่อความชอบรวมของตัวอย่างเนื้อแพะรมควัน ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 47)

เมื่อพิจารณาคะแนนจากคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส กลิ่นรสควัน และสี เพื่อเป็นเกณฑ์ในการเลือกใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการรรควัน พบว่าลักษณะข้างต้นส่วนมากได้รับคะแนนที่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ดังนั้นจึงเลือกชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิการรรควัน 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

3.3 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันโดยให้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100 คน และสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามได้แก่ เพศ อายุ ศาสนา พฤติกรรมการบริโภค และความชอบผลิตภัณฑ์ โดยประเมินปัจจัยทางด้านสี กลิ่นรสควัน กลิ่นสาบแพะ ความเหนียว ความนุ่มนวล และความชอบรวม โดยใช้วิธี 5-point hedonic scale

3.3.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์

กลุ่มผู้บริโภคที่ใช้ในการทดสอบผลิตภัณฑ์เป็นผู้บริโภคในเขตพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน ผลการสำรวจดังแสดงในตารางที่ 3.9 ผู้บริโภคนับถือศาสนาพุทธร้อยละ 50 นับถือศาสนาอิสลามร้อยละ 50 เป็นเพศชายร้อยละ 50 เพศหญิงร้อยละ 50

มีอายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป โดยผู้บริโภคร้อยละ 26 และส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ในช่วง 5,000-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 53

3.3.2 พฤติกรรมการซื้อและการบริโภค

จากการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการซื้อและการบริโภคเนื้อแพะของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 76 เคยรับประทานเนื้อแพะ ส่วนใหญ่รับประทานในรูปแบบเนื้อแพะ คิดเป็นร้อยละ 59.63 โดยส่วนมากจะรับประทานตามงานพิธีต่างๆ โดยคิดเป็นร้อยละ 44.12 มีความถี่ในการรับประทานเนื้อแพะ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 51.31 สำหรับสถานที่ที่ผู้บริโภคร้อยละส่วนใหญ่จะเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อแพะแปรรูปคือ ห้างสรรพสินค้า คิดเป็นร้อยละ 39 ผลแสดงดังตารางที่ 3.10

3.3.3 การยอมรับผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน

ผลการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันแสดงดังตารางที่ 3.11 พบว่าผู้บริโภคร้อยละส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อลักษณะปรากฏเท่ากับ 3.71 คะแนน เนื้อสัมผัสเท่ากับ 3.79 คะแนน กลิ่นรสเท่ากับ 3.53 คะแนน กลิ่นควันเท่ากับ 3.11 รสชาติเท่ากับ 3.60 คะแนน ความชอบรวมเท่ากับ 3.61 คะแนน โดยผู้บริโภคร้อยละส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 86 ดังแสดงในตารางที่ 3.12 ซึ่งผู้บริโภคร้อยละส่วนใหญ่เป็นชาวไทยมุสลิม คิดเป็นร้อยละ 45 โดยให้การยอมรับมากกว่าผู้บริโภคร้อยละชาวไทยพุทธ คิดเป็นร้อยละ 4 ซึ่งผู้บริโภคร้อยละส่วนใหญ่ยินดีซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่าย ในท้องตลาดในราคา 75 บาทต่อชิ้น (ชิ้นละ 120 กรัม) คิดเป็นร้อยละ 71 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้บริโภคร้อยละชาวไทยมุสลิมคิดเป็นร้อยละ 37 และมากกว่าผู้บริโภคร้อยละชาวไทยพุทธ โดยคิดเป็นร้อยละ 3 สำหรับการคำนวณต้นทุนการผลิตแสดงในภาคผนวก ฉ

ตารางที่ 3.9 ลักษณะประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคทั่วไปในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่

Demographic of consumers sample in Hat Yai

Factor	Religion		Total
	Buddhism	Islam	
Gender			
Female	25	25	50
Male	25	25	50
Occupation			
Student	13	10	23
Seller	9	17	26
Government official	8	4	12
Employee	11	9	20
Business	6	8	14
others	3	2	5
Income (Bath/month)			
< 5,000	8	18	26
5,000-10,000	30	23	53
>10,000	12	9	21

ตารางที่ 3.10 พฤติกรรมการซื้อและการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อแพะ

Consumption and purchasing behavior of consumer on goat meat products

Questions	Religion		Total
	Buddhism	Islam	
1. Have you ever eaten goat meat?			
- Yes	27	49	76
- No	23	1	24
2. Where do you eat goat meat?			
- House	3	27	30
- Restaurant	10	16	26
- Ceremony	16	29	45
- Others e.g.	1	-	1
3. How often do you consume product?			
- 1 time/month	19	20	39
- 2 time/month	3	11	14
- 3 time/month	2	5	7
- >3 time/month	3	13	16
4. What type of goat meat do you consume?			
- Goat meat curry	21	44	65
- Goat meat Biryani	5	28	33
- Fried goat meat	2	4	6
- Canned goat meat	1	2	3
- Others e.g.	1	1	2
5. Popular place for buying goat meat			
- Convenient store	16	10	26
- Superstore	28	11	39
- Place market	9	28	37
- Others e.g.	4	13	17

ตารางที่ 3.11 ความชอบผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันของผู้บริโภค

Acceptability on smoked goat meat product						
Characteristics	Liking level (%)					Mean score
	Like very much	Like	Neither like nor dislike	Dislike	Dislike very much	
Appearance	7	62	26	5	0	3.71
Texture	11	60	26	3	0	3.79
Flavour	12	44	30	13	1	3.53
Smoke flavour	5	40	22	27	6	3.11
Taste	12	46	32	10	0	3.60
Overall liking	8	58	25	7	2	3.61

ตารางที่ 3.12 การยอมรับผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันของผู้บริโภค

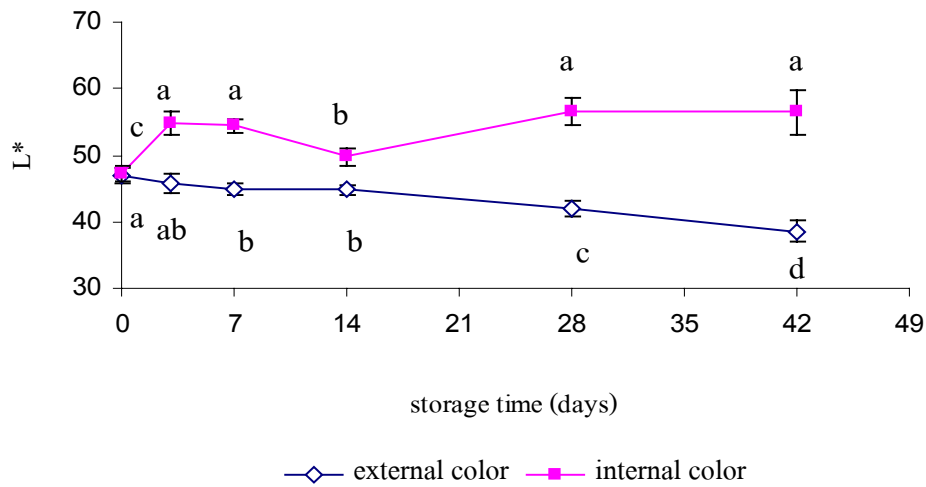
Consumer acceptance of smoked goat meat product			
Questions	Religion		Total
	Buddhism	Islam	
Do you accept the product?			
Yes	41	45	86
No	9	5	14
Will you buy the smoke goat meat at the price of 75 baths/ 120 grams)?			
Yes	34	37	71
No	16	13	29

3.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันในระหว่างการเก็บรักษา

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันภายในถุงพลาสติกไนลอนประกบกับโพลีเอทิลีน ภายใต้สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งพิจารณาได้จากผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ดังนี้

3.4.1 คุณภาพทางกายภาพ

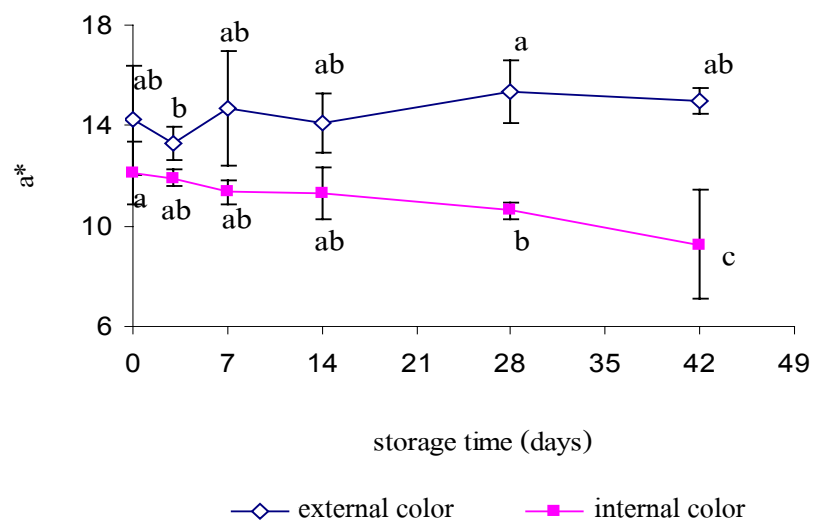
การเปลี่ยนแปลงของสีภายนอกผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันตลอดระยะเวลาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ส่งผลให้สีภายนอกมีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยที่ค่า L^* มีค่าลดลง (ภาพที่ 3.7) ในขณะที่ค่า a^* มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 3.8) อาจเนื่องจากปริมาณความชื้นที่ลดลง จึงส่งผลให้ค่า a^* เพิ่มขึ้น และค่า L^* ลดลงตามไปด้วย ซึ่งผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกับปริมาณความชื้นที่ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 3.112) และสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Ramirez และคณะ (2004) ซึ่งศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีต่อเนื้อสันหมู พบว่าค่า L^* มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สำหรับค่า b^* มีค่าลดลงระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากการสูญเสียความชื้นในระหว่างการเก็บรักษา และผลจากการเกิดออกซิเดชันของ โนโตโซอีโมโครมไปเป็นเมตโมโอโกลบิน (สีน้ำตาล) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของสีภายใน พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นส่งผลให้สีภายในแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยที่ค่า L^* มีค่าเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 3.7) เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของค่า b^* ที่มีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากวันที่ 7 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 3.9) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่า a^* พบว่ามีค่าลดลงอย่างช้าๆ ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 3.8) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Kannan และคณะ (2001) พบว่าค่า a^* ของเนื้อหัวไหล่ ขาหลังและซี่โครงมีค่าสูงสุดในวันแรกของการเก็บรักษา และลดต่ำลงในวันที่ 8 และ 12 นอกจากนี้ Cannon และคณะ (1996) รายงานว่าค่า a^* ในเนื้อหมูจะเริ่มลดต่ำลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา



ภาพที่ 3.7 การเปลี่ยนแปลงค่า L^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 ± 1 องศาเซลเซียส

Changes in L^* value of smoked goat meat during storage at $4\pm 1^\circ\text{C}$

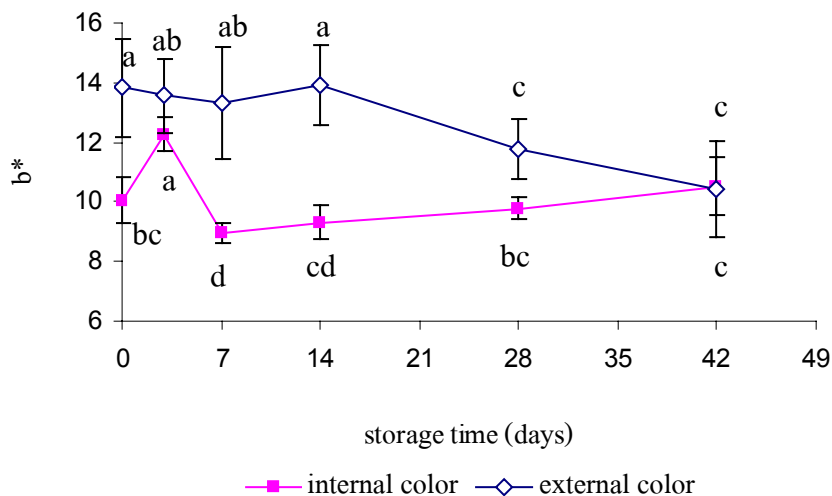
Each data point represents means \pm standard deviation of 6 replications



ภาพที่ 3.8 การเปลี่ยนแปลงค่า a^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 ± 1 องศาเซลเซียส

Changes in a^* value of smoked goat meat during storage at $4\pm 1^\circ\text{C}$

Each data point represents means \pm standard deviation of 6 replications



ภาพที่ 3.9 การเปลี่ยนแปลงค่า b^* ของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันในระหว่างการเก็บรักษาที่

4 ± 1 องศาเซลเซียส

Changes in b^* value of smoked goat meat during storage at $4\pm 1^\circ\text{C}$

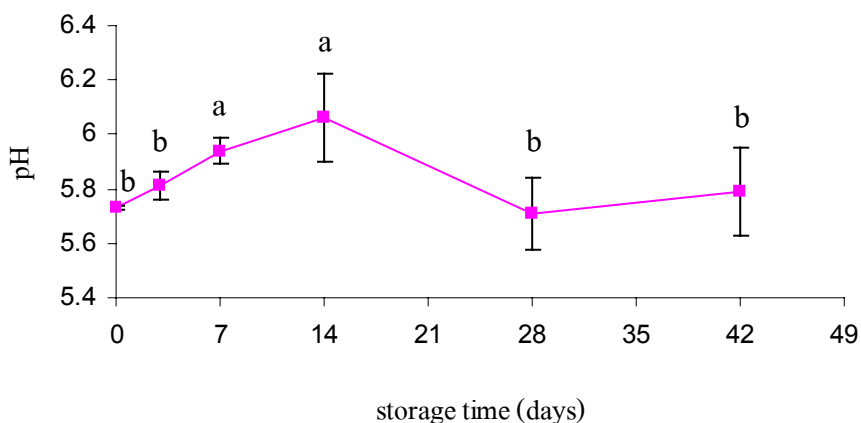
Each data point represents means \pm standard deviation of 6 replications

3.4.2 คุณภาพทางเคมี

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า 14 วันแรกของการเก็บรักษาค่ากรดและด่างของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงขึ้น แต่หลังจากวันที่ 14 กลับพบว่าค่ากรดและด่างมีค่าลดลงซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับวันที่ 0 และ 3 (ภาพที่ 3.10) ส่วนปริมาณกรดทั้งหมด พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าสูงขึ้น ($P < 0.05$) (ภาพที่ 3.11) ซึ่งสอดคล้องกับค่ากรดและด่างที่ลดต่ำลง เช่นเดียวกับรายงานการวิจัยของ Babji และคณะ (2000) พบว่าเนื้อแพะบดที่บรรจุแบบสุญญากาศ มีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา สำหรับปริมาณความชื้น พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณความชื้นมีค่าลดลง (ภาพที่ 3.12) ทั้งนี้เนื่องจากค่ากรดและด่างของผลิตภัณฑ์ที่ลดลงในระหว่างการเก็บรักษาทำให้โปรตีนในเนื้อสูญเสียความสามารถในการจับน้ำ ทำให้มีน้ำซึมออกมาจากผลิตภัณฑ์ จึงส่งผลให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา

ส่วนปริมาณ TBARS พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาวันที่ 0 ถึงวันที่ 14 ปริมาณ TBARS มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ แต่ภายหลังจากวันที่ 14 จนถึงวันที่ 28 ของการเก็บรักษา พบว่า

ปริมาณ TBARS เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแต่ภายหลังจากเก็บรักษาได้ 28 วันมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 3.13) โดยมีค่าสูงขึ้นและในทำนองเดียวกับงานวิจัยของ Rhee และ Myers (2003) ที่ศึกษาการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อแพะบดปรุงรสและไม่ปรุงรสด้วยเครื่องเทศ พบว่าเนื้อแพะบดที่ไม่ปรุงรสมีปริมาณ TBARS เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในระหว่างการเก็บรักษาวันที่ 0 และ 3 และเพิ่มขึ้นต่อไปอีกในระหว่างวันที่ 3 และ 6 แต่เนื้อแพะบดปรุงรสมีปริมาณ TBARS ใกล้เคียงกันและจะเพิ่มขึ้นหลังจากวันที่ 6 แต่เพิ่มขึ้นไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อแพะบดไม่ปรุงรส เนื่องจากเนื้อแพะบดปรุงรสมีส่วน ผสมเป็นเครื่องเทศที่มีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น พริกไทยดำ พริก ปาปริก้า หัวหอม กระเทียม และขมิ้น ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก (2532) และ Daun (1979) กล่าวว่าสารประกอบฟีนอลมีอยู่ในมีคุณสมบัติการเป็นสารกันหืน ดังนั้นอาหารรมควันจึงมีการเสื่อมเสียเนื่องจากการเกิดกลิ่นหืนได้ช้าลงคุณสมบัติการเป็นสารกันหืนได้มาจากสารประกอบฟีนอลโดยเฉพาะพวก 2,6-ไดเมทอกซีฟีนอล 2,6-ไดเมทอกซี-4-เมทิลฟีนอล และ 2,6-ไดเมทอกซี-4-เอทิลฟีนอล เช่นเดียวกับรายงานวิจัยของ Kjallstrand และ Petersson (2001) ซึ่งพบว่า 2,6-ไดเมทอกซีฟีนอล เป็นองค์ประกอบของควันที่พบมาก และได้จากการสลายตัวของไม้เนื้อแข็ง นอกจากนี้ 2,6-ไดเมทอกซีฟีนอล มีคุณสมบัติการเป็นสารกันหืนหรือป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันโดยสารประกอบฟีนอล กลุ่มนี้ไปมีผลยับยั้งการเข้าทำปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ เนื่องจากในโครงสร้างของเมทอกซีฟีนอลมีหมู่อัลคิล และหมู่อัลคิลินิล ทำให้เมทอกซีฟีนอลสามารถละลายในไขมันทำให้สารประกอบฟีนอลดังกล่าวสามารถทะลุทะลวงเข้าไปในไขมันและมีฤทธิ์เป็นสารกันหืนในผลิตภัณฑ์ได้ นอกจากนี้ Sampels และคณะ (2004) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลของการรมควันแบบร้อน กับการทำแห้งที่มีต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมันของเนื้อกวาง พบว่าในเนื้อกวางรมควัน มีปริมาณ TBARS ต่ำกว่าเนื้อกวางที่ผ่านการทำแห้ง

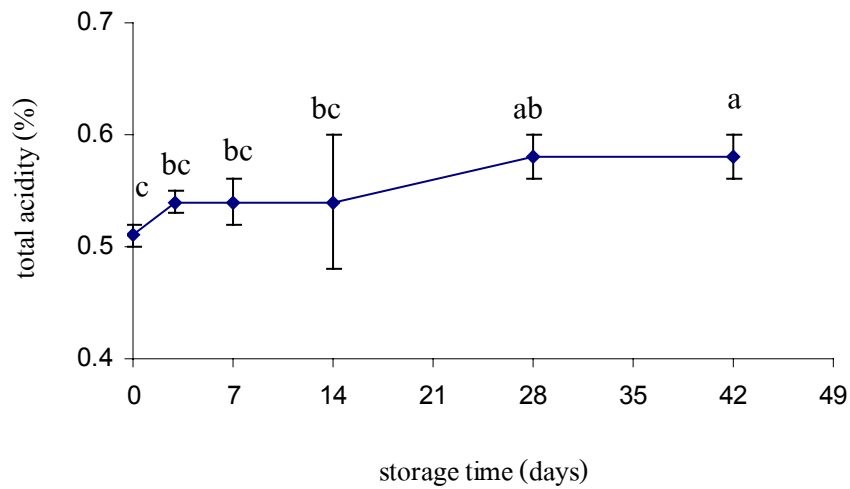


ภาพที่ 3.10 ค่ากรดและด่างในผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันระหว่างการเก็บรักษาที่

4 ±1 องศาเซลเซียส

pH of smoked goat meat during storage at 4±1°C

Each data point represents means ± standard deviation of 6 replications

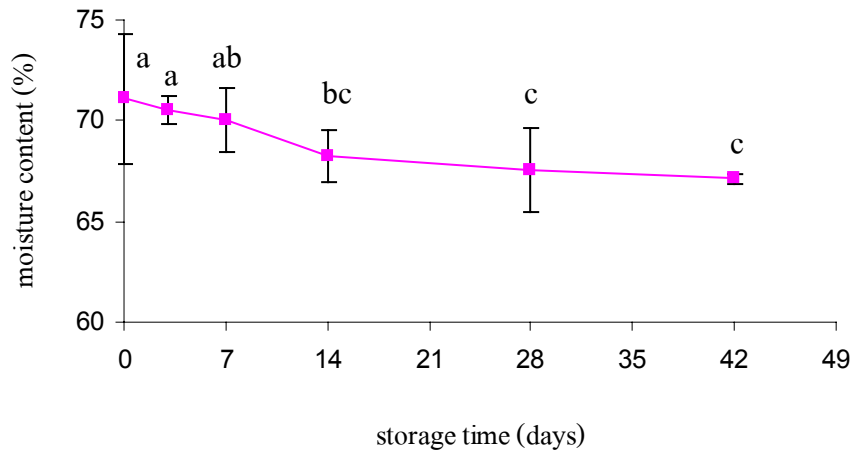


ภาพที่ 3.11 ปริมาณกรดทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันระหว่างการเก็บรักษาที่

4 ±1 องศาเซลเซียส

Total acidity of smoked goat meat during storage at 4±1°C

Each data point represents means ± standard deviation of 6 replications

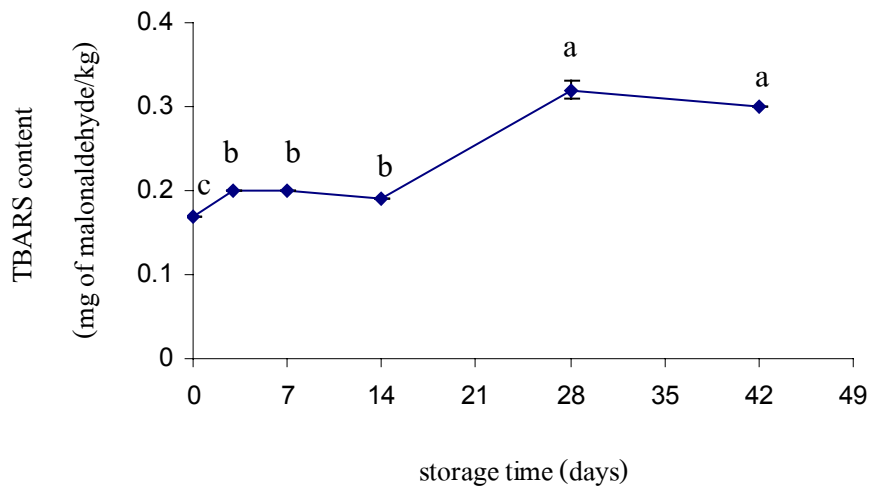


ภาพที่ 3.12 ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันระหว่างการเก็บรักษาที่

4 ± 1 องศาเซลเซียส

Moisture content of smoked goat meat during storage at 4 ± 1 °C

Each data point represents means ± standard deviation of 6 replications



ภาพที่ 3.13 ปริมาณ TBARS ในผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันระหว่างการเก็บรักษาที่

4 ± 1 องศาเซลเซียส

TBARS content of smoked goat meat during storage at 4 ± 1 °C

Each data point represents means ± standard deviation of 6 replications

3.4.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น แต่ตรวจไม่พบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์ม แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก *Staphylococcus aureus* และ *Clostridium perfringens* ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน ทั้งนี้เนื่องจากเป็นผลร่วมกันระหว่างความร้อน ความแห้ง และองค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในควันไม้ (Pearson and Tauber, 1984 อ้างโดย ไพบูลย์ ชรรมรัตน์วาลิก, 2532) โดยเฉพาะฟอร์มาลดีไฮด์ กรดอะซิติก ฟีนอล และสารอื่นๆ เมื่อสารประกอบเหล่านี้อยู่บนผิวหนังของอาหารจะสามารถป้องกันการเกิดสปอร์และการเจริญของแบคทีเรียและเชื้อราหลายชนิด แต่เนื่องจากสารประกอบในควันสามารถซึมเข้าไปในส่วนภายในของอาหารได้ค่อนข้างช้ามากดังนั้นจึงไม่มีผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในส่วนลึกเข้าไปในอาหาร (Daun, 1979) นอกจากนี้ Kolodziejaska และคณะ (2002) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหารรมควันคือ ความเข้มข้นของเกลือในผลิตภัณฑ์ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิและเวลาในการรมควัน และความหนาแน่นของควันในระหว่างการรมควันซึ่งส่งผลต่อปริมาณการดูดซับสารประกอบในควันบนผิวหนังของผลิตภัณฑ์ และได้ทำการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสภายหลังการรมควันและการเก็บรักษาปลาเมคเคอเรลที่ผ่าน การรมควันแบบร้อนโดยกำหนดอุณหภูมิภายในเนื้อระหว่างการรมควันไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของเกลือ 14-27 กรัม ต่อน้ำ 580-670 กรัมต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส และบรรจุในกล่องกระดาษ พบว่าบนผิวหนังของปลาเมคเคอเรลรมควัน มีปริมาณจุลินทรีย์ 0-12 cfu/cm² และเนื้อมีปริมาณจุลินทรีย์ 10-240 cfu/กรัม ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าวัตถุคิบเริ่มต้นที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 2 องศาเซลเซียส และระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์บนผิวหนังปลาเมคเคอเรลรมควันไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจาก 1.8x10² cfu/กรัม เป็น 1.6x10⁷ cfu/กรัม หลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน พบว่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้สารประกอบในควันสามารถป้องกันการเกิดสปอร์และการเจริญของแบคทีเรียและเชื้อรา (Duan, 1979)

ตารางที่ 3.13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันระหว่างการเก็บรักษา
ที่ 4±1 องศาเซลเซียส

Microbial changes of smoked goat meat during storage at 4±1°C

Time of storage (days)	Total viable count ¹ (log CFU/g)	Coliforms (MPN/g)	Lactic acid bacteria (CFU/g)	<i>Staphylococcus aureus</i> (MPN/g)	<i>Clostridium perfringens</i>
0	ND	<3	ND	<3	negative
3	ND	<3	ND	<3	negative
7	ND	<3	ND	<3	negative
14	ND	<3	ND	<3	negative
28	4.78±0.85 ^b	<3	ND	<3	negative
42	7.38±1.49 ^a	<3	ND	<3	negative

Note: Means in the same column with different letters indicate significant differences (P<0.05).

¹ Means ± standard deviation

3.4.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันมาทดสอบความชอบด้านสี กลิ่นรสวัน กลิ่นสาบแพะ กลิ่นหืน และความชอบรวม พบว่าคะแนนเฉลี่ยความชอบผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันด้านกลิ่นรสวัน และกลิ่นสาบแพะไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางที่ 3.13) โดยผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันทุกชุดการทดลองได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสวันและกลิ่นสาบแพะมากกว่า 6 คะแนน ส่วนคะแนนความชอบด้านการเกิดกลิ่นหืน มีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาได้ 14 วัน ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณ TBARS ที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา สำหรับคะแนนความชอบด้านสีภายในและความชอบรวมมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาได้ 28 วัน และคะแนนความชอบด้านสีภายนอกมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษาได้ 42 วัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีเข้มมากขึ้น ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่า L* และ a* พบว่าค่า L* มีค่าลดลง ในขณะที่ค่า a* มีค่าสูงขึ้น โดยผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันทุกชุดการทดลองได้รับคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะมากกว่า 5 คะแนน ผู้ทดสอบยังคงยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้นานกว่า 6 สัปดาห์ ซึ่งแสดงว่าผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันที่บรรจุแบบสุญญากาศสามารถเก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 6 สัปดาห์ และจากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์

นทรีย์ที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากสารประกอบจากควัน เช่น ฟอรัมาลดีไฮด์ กรดอะซิติก ฟีนอล และสารอื่นๆ ซึ่งสามารถป้องกันการเกิดสปอร์และการเจริญของแบคทีเรีย และเชื้อราหลายชนิด แต่สารประกอบเหล่านี้อยู่บนผิวหนังของอาหารและสามารถซึมเข้าไปภายในของอาหารได้ค่อนข้างช้ามาก ดังนั้นจึงไม่มีผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในส่วนลึกเข้าไปในอาหาร (Daun, 1979) ส่งผลให้ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในตัวอย่างเนื้อแพะรมควันมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 3.14 การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควันในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 ± 1 องศาเซลเซียส

Changes in sensory attributes of smoked goat meat during storage at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$

Time of storage (days)	Attributes ¹					
	External color	Internal color	Smoky flavor	Goaty flavor	Rancid Off-odor	Overall liking
0	7.17 ^a ±1.08	7.63 ^a ±0.85	7.10 ^a ±1.63	7.00 ^a ±1.26	7.43 ^a ±1.19	7.37 ^a ±0.93
3	6.93 ^a ±1.11	7.27 ^a ±1.05	7.37 ^a ±0.85	6.93 ^a ±0.94	7.27 ^a ±1.11	7.27 ^a ±0.78
7	6.83 ^a ±0.83	7.33 ^a ±0.92	7.00 ^a ±1.05	6.80 ^a ±1.10	7.30 ^a ±0.84	7.17 ^a ±0.70
14	6.57 ^{ab} ±1.40	7.10 ^{ab} ±0.84	6.67 ^a ±1.62	6.50 ^a ±1.31	6.60 ^{bc} ±1.33	6.93 ^{ab} ±1.01
28	6.57 ^{ab} ±1.63	6.70 ^{bc} ±1.29	6.80 ^a ±1.56	6.63 ^a ±1.00	7.13 ^{ab} ±1.07	6.60 ^b ±1.13
42	6.07 ^b ±1.28	6.27 ^c ±1.26	6.60 ^a ±1.50	6.70 ^a ±1.21	6.50 ^c ±1.48	6.47 ^b ±1.28

Note: Means in the same column with different letters indicate significant differences ($P < 0.05$).

¹ Means ± standard deviation

All values are the means of 30 panelists (30 replications)