บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงาดำ

วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ เมล็ดงาดำที่มีขนาดใหญ่กว่ารูลอดของตะแกรง 30 mesh เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ไขมัน โปรตีน เถ้า ความชื้น เส้นใย คาร์โบไฮเดรต และค่า Thiobabituric acid number (TBA) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงาดำ

องค์ประกอบทางเคมี	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ร้อยละโดยน้ำหนัก
ไขมัน	52.60 ± 0.23
โปรตีน	25.59 ± 0.30
เถ้า	6.68 ± 0.14
ความชื้น	3.35 ± 0.02
เส้นใย	6.34 ± 0.02
คาร์โบไฮเดรต *	5.44
ค่า TBA	0.31 ± 0.0046
(mg ของmalonaldehyde/ Kg ของตัวอย่าง)	

* คิดจาก100 – (ไขมัน + โปรตีน + เถ้า + ความชื้น + เส้นใย)

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

พบว่าเมล็ดงาดำมีปริมาณไขมันอยู่สูงถึงร้อยละ 52.60 โดยน้ำหนักในขณะเดียวกันก็มีปริมาณโปรตีนอยู่สูงเช่นกันนั่นคือร้อยละ 25.59 ส่วนปริมาณเถ้า ความชื้น และเส้นใย และคาร์โบไฮเดรต จะเป็นร้อยละ 6.68 3.35 6.34 และ5.44 ตามลำดับ และมีค่า TBA เป็น 0.31 mg ของmalonaldehyde / Kg ของตัวอย่าง

เมื่อนำเมล็ดงาดำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบของกรดไขมันโดยวิธี Gas Chromatography จะได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบของกรดไขมันในเมล็ดงาดำ

กรดไขมัน	ปริมาณที่พบ (ร้อยละโดย น.น.กรดไขมัน ต่อ น.น.ไขมันทั้งหมด) ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- กรดไขมันอิ่มตัว	
Palmitate (C16:0)	10.11 ± 0.08
Stearate (C18:0)	6.01 ± 0.02
Arachidate (C20:0)	0.71 ± 0.03
รวม	16.83
- กรดไขมันไม่อิ่มตัว	
Oleate (C18:1)	35.92 ± 0.06
Linoleate (C18:2)	46.90 ± 0.16
Linolenate (C18:3)	0.34 ± 0.02
รวม	83.16

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

พบว่าไขมันในเมล็ดงาดำประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่สูงถึงร้อยละ 83.16 โดยน้ำหนักกรดไขมันต่อน้ำหนักไขมันทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยกรดโอเลอิคและกรดลิโนเลอิคเป็นองค์ประกอบหลักนั่นคือร้อยละ 35.92 และ 46.90 ตามลำดับ ส่วนกรดไขมันอิ่มตัวนั้นมีเพียงร้อยละ 16.83 เท่านั้น และเป็นกรดพาลมิติคถึงร้อยละ 10.11

4.2 ศึกษากระบวนการผลิตเนยงาดำ

4.2.1 หาภาวะการคั่วเมล็ดงาดำ

จากการทดลองแปรอุณหภูมิของการคั่วเมล็ดงาดำในระหว่าง 160-200 องศาเซลเซียส และแปรเวลาในการคั่วเป็น 10 - 20 นาที เมื่อนำเมล็ดงาคั่วที่ได้มาวัด ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก (%weight loss) และค่า TBA ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักและค่า TBA ของเมล็ดงาดำที่ผ่านการคั่วที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

อุณหภูมิการคั่ว (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลาการคั่ว (นาที)	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก	TBA (mg/kg)
งาดำไม่คั่ว		----	0.31 ± 0.0046
160	10	$2.90^{a} \pm 0.002$	$0.38^{a} \pm 0.0039$
	15	$3.70^{b} \pm 0.072$	$0.44^{b} \pm 0.0078$
	20	$4.24^{d} \pm 0.040$	$0.51^{c} \pm 0.0045$
180	10	$4.14^{c} \pm 0.047$	$0.43^{b} \pm 0.0046$
	15	$4.62^{f} \pm 0.024$	$0.52^{d} \pm 0.0045$
	20	$4.70^{f} \pm 0.040$	$0.57^{f} \pm 0.0046$
200	10	$4.46^{e} \pm 0.015$	$0.54^{e} \pm 0.0044$
	15	$4.84^{g} \pm 0.084$	$0.74^{h} \pm 0.0045$
	20	$5.06^{h} \pm 0.071$	$0.83^{h} \pm 0.0046$

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 เมื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Symmetric Factorial experiment ขนาด 3x3 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการคั่วมีผลต่อร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก (% weight loss) และค่า TBA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงใน ตารางที่ ฉ.1-2 ภาคผนวก ฉ) โดยร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักเป็นผลต่อเนื่องกับการเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการคั่ว ส่วนค่า TBA เป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่เกิดขึ้นว่ามากน้อยเพียงใด โดยวัดจากปริมาณสาร malonaldehyde ที่เป็นผลผลิตจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น โดยเมื่ออุณหภูมิของการคั่วสูงขึ้นและเวลาที่ใช้ในการคั่วนานขึ้น ค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก และค่า TBA จะสูงขึ้น

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่องาดำที่ผ่านการคั่วที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ (คะแนนเต็ม 10)

อุณหภูมิการคั่ว (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลาการคั่ว (นาที)	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		กลิ่นงาดำคั่ว	กลิ่นผิดปกติ*	การยอมรับรวม
160	10	$3.03^{a} \pm 0.45$	$4.38^{c} \pm 0.41$	$4.84^{d} \pm 0.45$
	15	$3.94^{b} \pm 0.41$	$4.12^{b} \pm 0.41$	$5.57^{e} \pm 0.40$
	20	$4.63^{d} \pm 0.40$	$4.38^{c} \pm 0.31$	$5.63^{e} \pm 0.50$
180	10	$4.36^{c} \pm 0.48$	$3.87^{a} \pm 0.35$	$7.28^{g} \pm 0.48$
	15	$5.13^{e} \pm 0.40$	$4.16^{b} \pm 0.36$	$6.43^{f} \pm 0.51$
	20	$6.48^{f} \pm 0.41$	$4.32^{c} \pm 0.28$	$6.54^{f} \pm 0.70$
200	10	$6.38^{f} \pm 0.84$	$5.98^{d} \pm 0.73$	$4.38^{c} \pm 0.29$
	15	$7.58^{g} \pm 0.46$	$6.59^{e} \pm 0.67$	$3.76^{b} \pm 0.35$
	20	$8.21^{h} \pm 0.49$	$7.28^{f} \pm 0.63$	$3.20^{a} \pm 0.36$

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลองโดยใช้ผู้ชิมที่ผ่านการฝึกฝน 20 คน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าน้อย หมายถึง ระดับต่ำ; กลิ่นงาดำคั่วต่ำ กลิ่นผิดปกติต่ำ การยอมรับโดยรวมต่ำ

ค่ามาก หมายถึง ระดับสูง; กลิ่นงาดำคั่วสูง กลิ่นผิดปกติสูง การยอมรับโดยรวมสูง

* กลิ่นผิดปรกติ ได้แก่ กลิ่นที่ไม่ใช่งาดำคั่ว กลิ่นสาบ กลิ่นไหม้

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่องาดำที่คั่วที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆพบว่าอุณหภูมิและเวลาในการคั่วมีผลต่อกลิ่นงาคั่วและกลิ่นผิดปกติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงในตารางที่ ฉ.3 ภาคผนวก ฉ) จากข้อมูลในตารางแสดงให้เห็นว่าเมื่ออุณหภูมิของการคั่วสูงขึ้นและเวลาที่ใช้ในการคั่วนานขึ้นคะแนนของกลิ่นงาดำคั่วและกลิ่นผิดปกติจะสูงตามขึ้นไปด้วย และเมื่อพิจารณาที่คะแนนของการยอมรับโดยรวมพบว่าการคั่วเมล็ดงาดำที่ 180 องศาเซลเซียส จะมีคะแนนสูงกว่าเมล็ดงาที่ทำการคั่วที่ 160 และ 200 องศาเซลเซียส ทั้งนี้อาจเป็นเพราะที่ระดับอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่ทำให้กลิ่นงาคั่วและกลิ่นไหม้หรือกลิ่นผิดปกติที่ไม่แรงมากจนเกินไป เมื่อพิจารณาที่ระยะเวลาคั่วพบว่าที่ระดับเวลาคั่ว 10 นาทีให้คะแนนของการยอมรับโดยรวมสูงที่สุดจึงเลือกภาวะของการคั่วที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส และเวลาในการคั่ว 10 นาทีมาทำการทดลองในขั้นต่อไป เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันใน

เมล็ดงาที่ผ่านการคั่วที่ภาวะ 180 องศาเซลเซียส 10 นาที โดยวิธี Gas Chromatography (GC) ได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบของกรดไขมันในเมล็ดงาดำที่ผ่านการคั่วที่ 180 องศาเซลเซียส 10 นาที

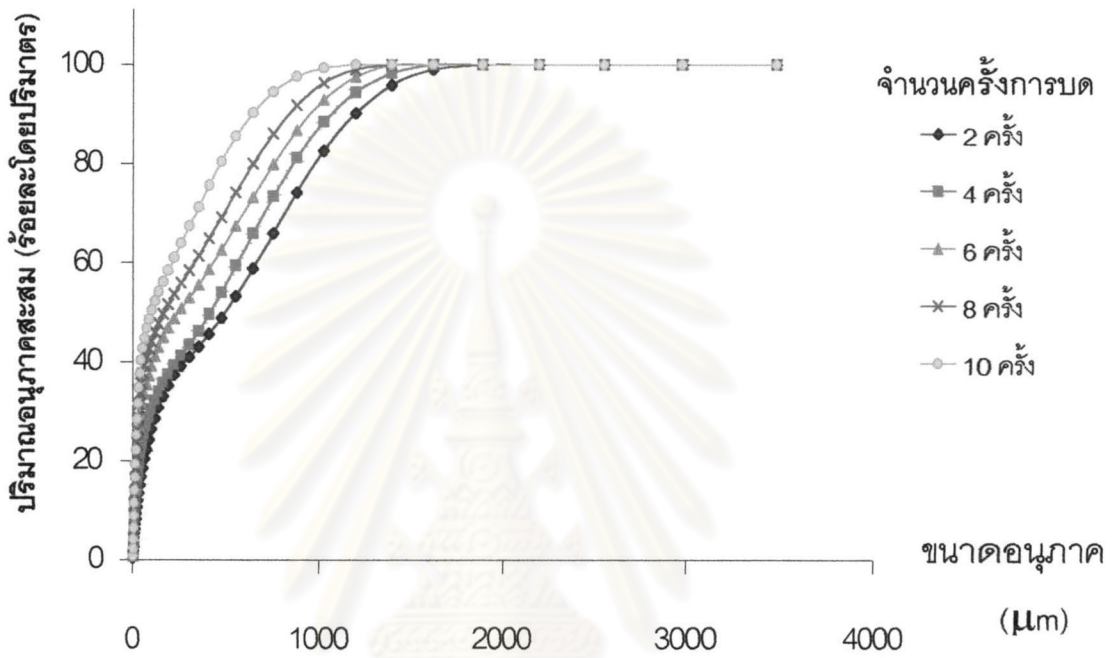
กรดไขมัน	ปริมาณที่พบ (ร้อยละโดย น.น.กรดไขมัน ต่อ น.น.ไขมันทั้งหมด) ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- กรดไขมันอิ่มตัว	
Palmitate (C16:0)	10.52 ± 0.11
Stearate (C18:0)	6.30 ± 0.07
Arachidate (C20:0)	0.88 ± 0.04
รวม	17.70
- กรดไขมันไม่อิ่มตัว	
Oleate (C18:1)	35.49 ± 0.14
Linoleate (C18:2)	46.47 ± 0.15
Linolenate (C18:3)	0.33 ± 0.01
รวม	82.29

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

พบว่าไขมันในเมล็ดงาดำที่คั่วที่ 180 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที จะประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงถึงร้อยละ 82.29 โดยน้ำหนักกรดไขมันต่อน้ำหนักไขมันทั้งหมด ซึ่งมีกรดโอเลอิคและกรดลิโนเลอิคเป็นองค์ประกอบหลักคิดเป็นร้อยละ 35.49 และ 46.47 ตามลำดับ ซึ่งไม่ค่อยแตกต่างจากเมล็ดงาดำที่ยังไม่ได้คั่วนั่นคือร้อยละ 83.16 ซึ่งมีกรดโอเลอิคและกรดลิโนเลอิคเป็นร้อยละ 35.92 และ46.90 ตามลำดับ ส่วนกรดไขมันอิ่มตัวในเมล็ดงาดำที่ผ่านการคั่วที่ 180 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที จะมีอยู่เพียงร้อยละ 17.70 ใกล้เคียงกับปริมาณที่พบในเมล็ดงาดำไม่คั่ว (ร้อยละ 16.83 โดย น้ำหนักกรดไขมันต่อน้ำหนักไขมันทั้งหมด)

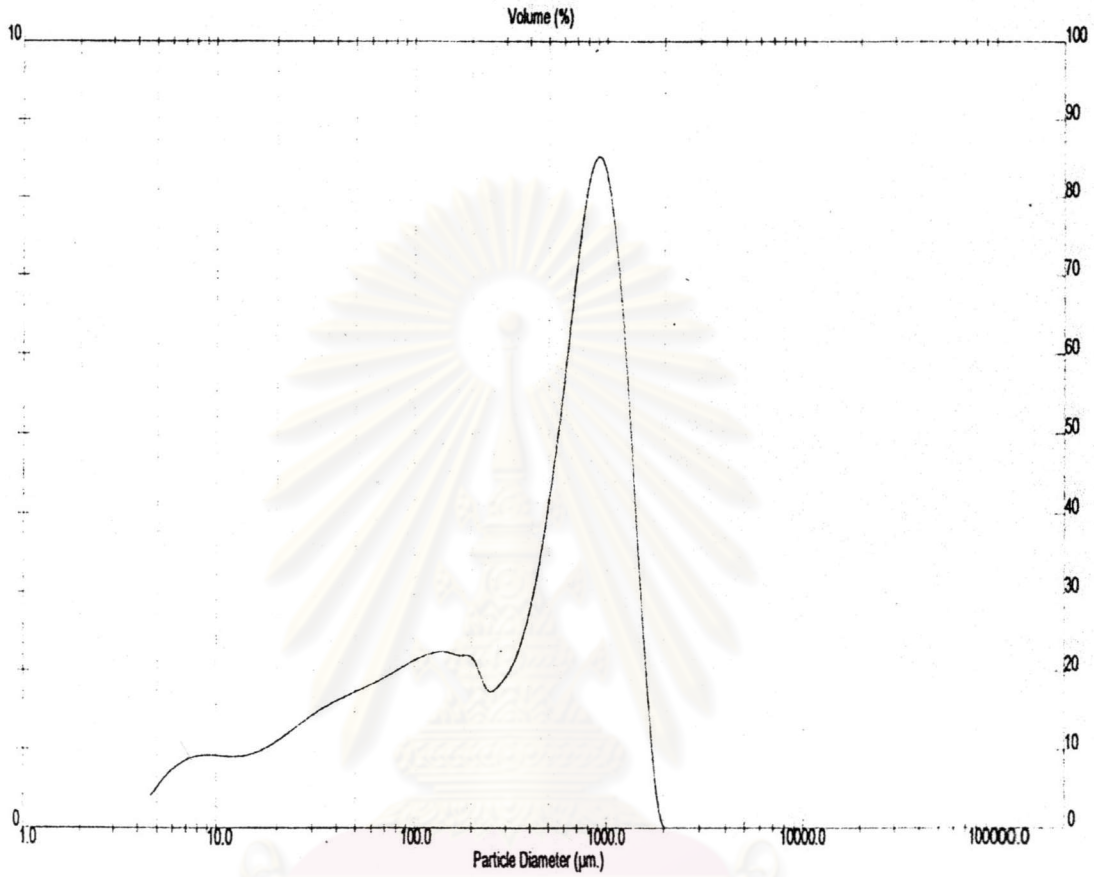
4.2.2 หาภาวะในการบดเมล็ดงาดำ

จากการทดลองบดเมล็ดงาดำให้เป็นเนยงาดำโดยเครื่องบดเนยถั่วลิสง Olde Tyme รุ่น PN-1 แปรจำนวนครั้งของการบดเป็น 2-10 ครั้ง จากนั้นวิเคราะห์ขนาดอนุภาคเนยงาดำโดยเครื่อง Lazer Particle Size Analyzer ได้ผลดังรูปที่ 4.1



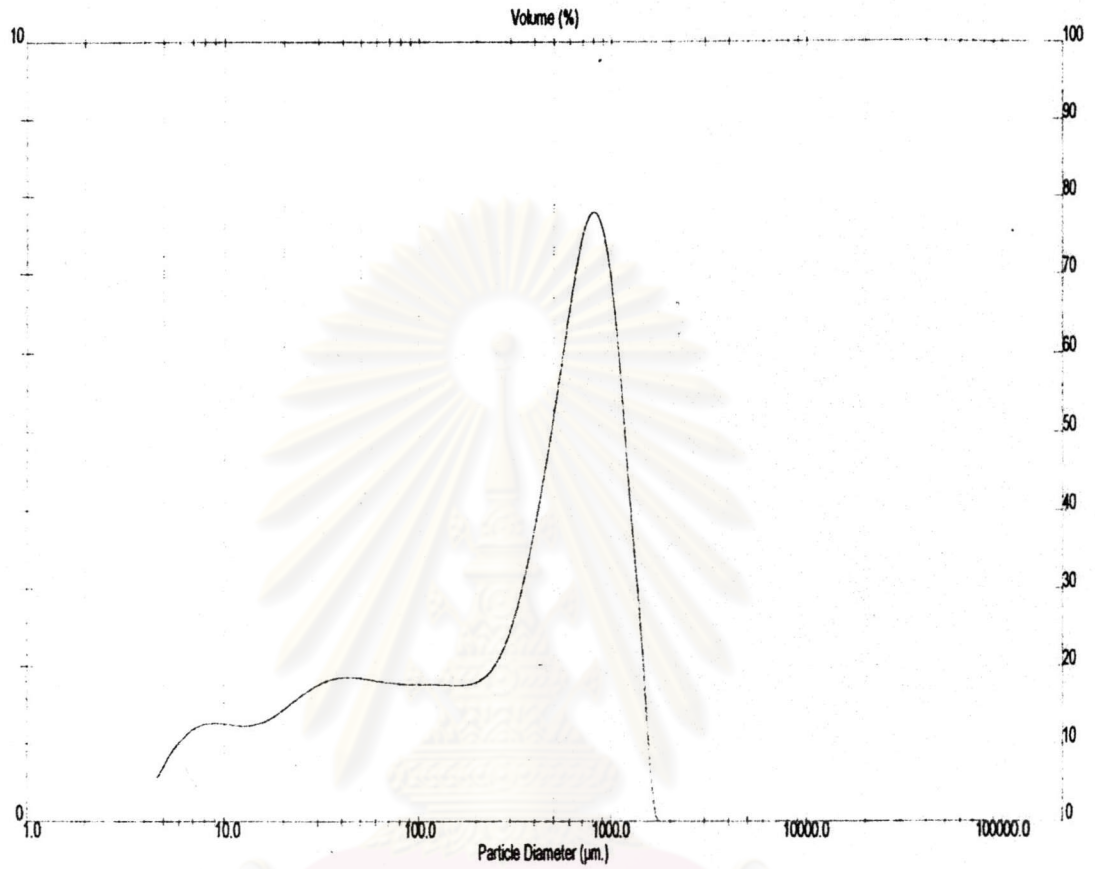
รูปที่ 4.1 ปริมาณอนุภาคสะสมของเนยงาดำที่ผ่านการบดซ้ำ

จากรูปจะเห็นว่าจำนวนครั้งของการบดซ้ำมากขึ้นจะส่งผลให้พิสัยขนาดของอนุภาคแคบลง กล่าวคือการบดซ้ำที่ 2 ครั้งจะทำให้เนยงาดำมีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 4.88 – 1885.64 μm การบดซ้ำที่ 4 และ6 ครั้งจะทำให้เนยงาดำมีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 4.88 – 1618.57 μm การบดซ้ำที่ 8 ครั้งจะทำให้เนยงาดำมีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 4.88 – 1389.33 μm และการบดซ้ำที่ 10 ครั้งจะทำให้เนยงาดำมีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 4.88 – 1192.56 μm แต่การบดซ้ำที่จำนวนครั้งต่ำๆนั้นจะมีผลทำเปลือกของเมล็ดงา (Spermaderm) ซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นเส้นใยยังไม่ค่อยถูกบดจึงทำให้เนยงาดำที่ได้มีลักษณะหยาบ ไม่เรียบเนียน ดังจะเห็นได้จากรูป 4.2-4.6



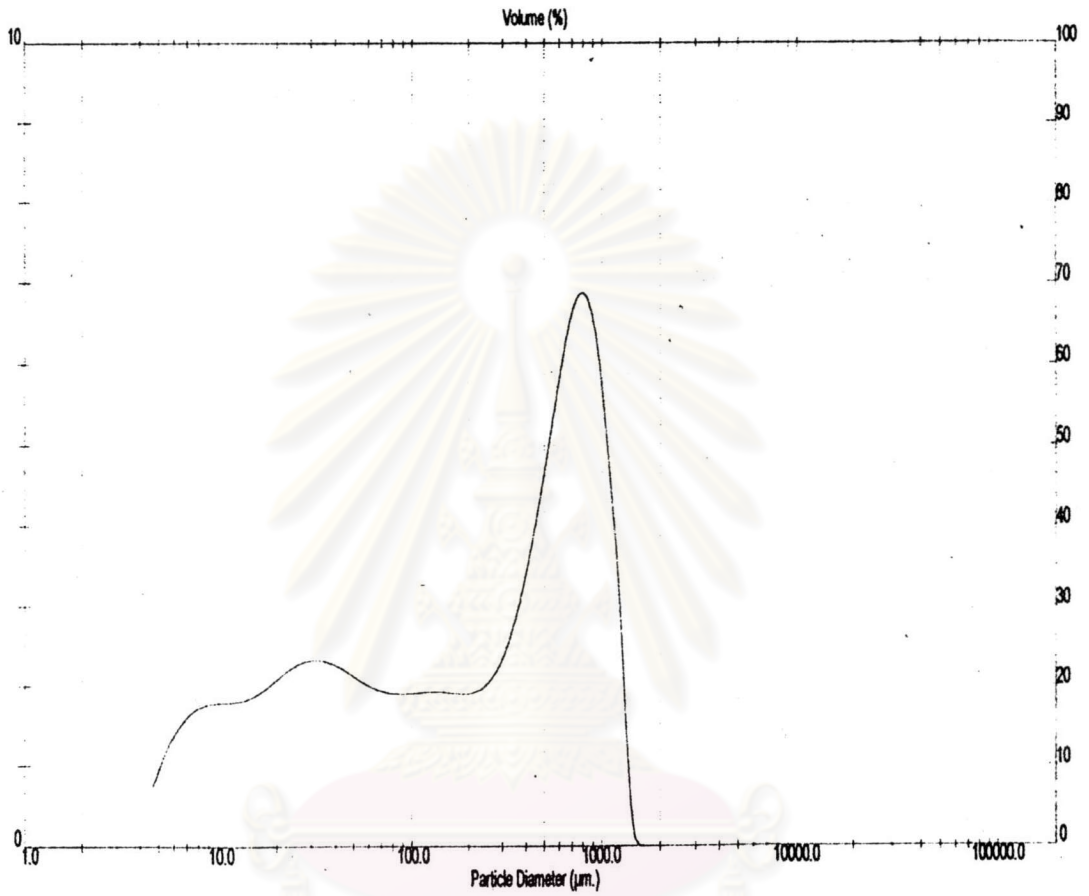
รูปที่ 4.2 ขนาดอนุภาคของเนยงาดำที่บดซ้ำ 2 ครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



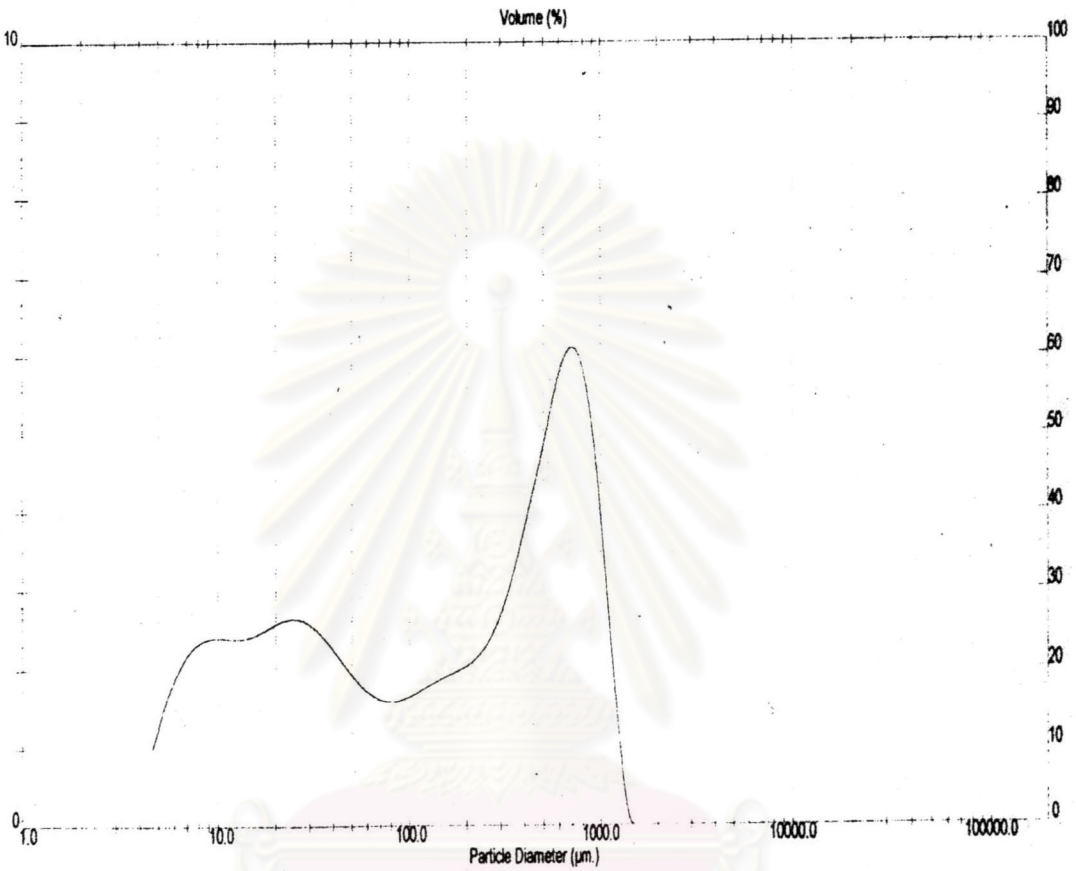
รูปที่ 4.3 ขนาดอนุภาคของเนยงาดำที่บดซ้ำ 4 ครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



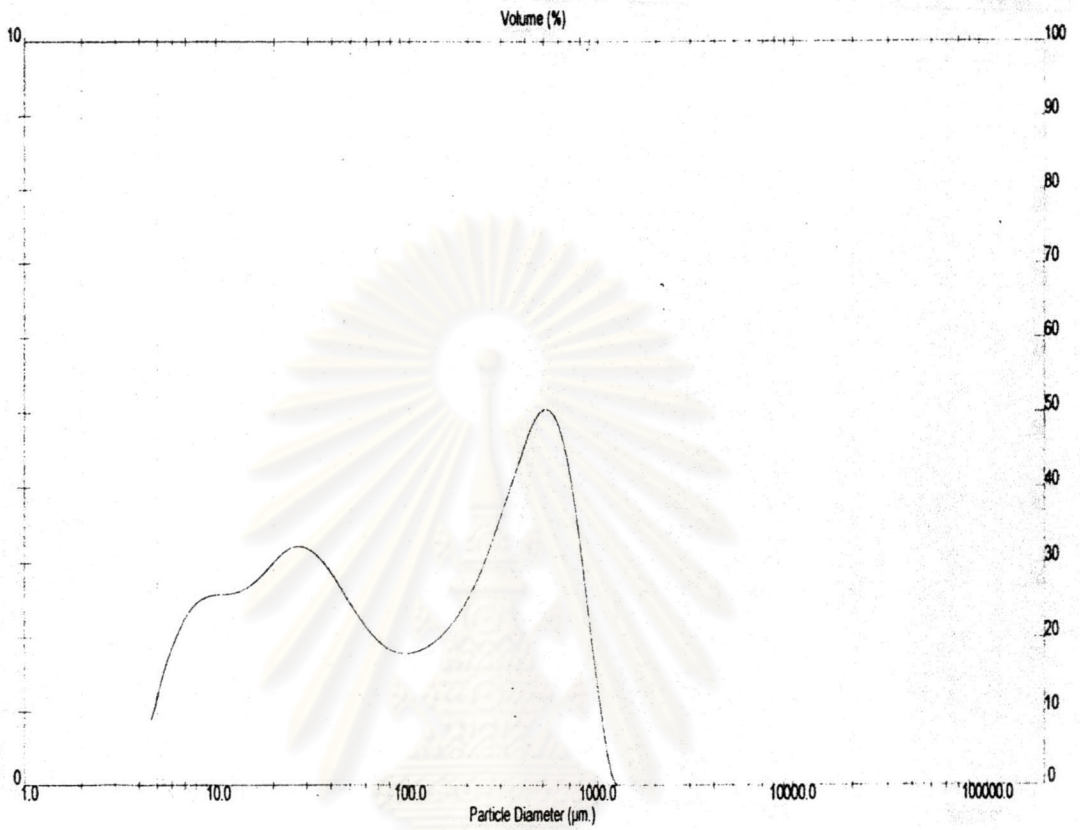
รูปที่ 4.4 ขนาดอนุภาคของเนยงาดำที่บดซ้ำ 6 ครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 ขนาดอนุภาคของเนยงาดำที่บดซ้ำ 8 ครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.6 ขนาดอนุภาคของเนยงาดำที่บดซ้ำ 10 ครั้ง

จากรูปที่ 4.2-4.6 จะเห็นได้ว่าการบดซ้ำที่จำนวนครั้งต่ำจะทำให้เนยงาดำมีขนาดของอนุภาคที่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 400 µm ขึ้นไปสูงนั่นคือ การบดซ้ำที่ 2 4 6 8 และ10 ครั้งจะมีปริมาณของขนาดอนุภาคของแข็งตั้งแต่ 400 µm ขึ้นไปเป็นร้อยละ 59.17 54.74 49.39 40.75 และ 33.08 โดยปริมาตรตามลำดับ

เมื่อนำเนยงาดำที่แปรจำนวนครั้งการบดซ้ำเป็น 2 4 6 8 และ 10 ครั้งมาวัดค่าความหนืดโดย Brookfield Viscometer DV-I และเนื้อสัมผัส ด้านแรงต้านการกดซึ่งมีความสัมพันธ์กับความนุ่มของเนยงาดำ และความสามารถในการทาป้าย โดยเครื่องTexture Analyzer TA-XT2I จะได้ผลดังตารางที่ 4.6

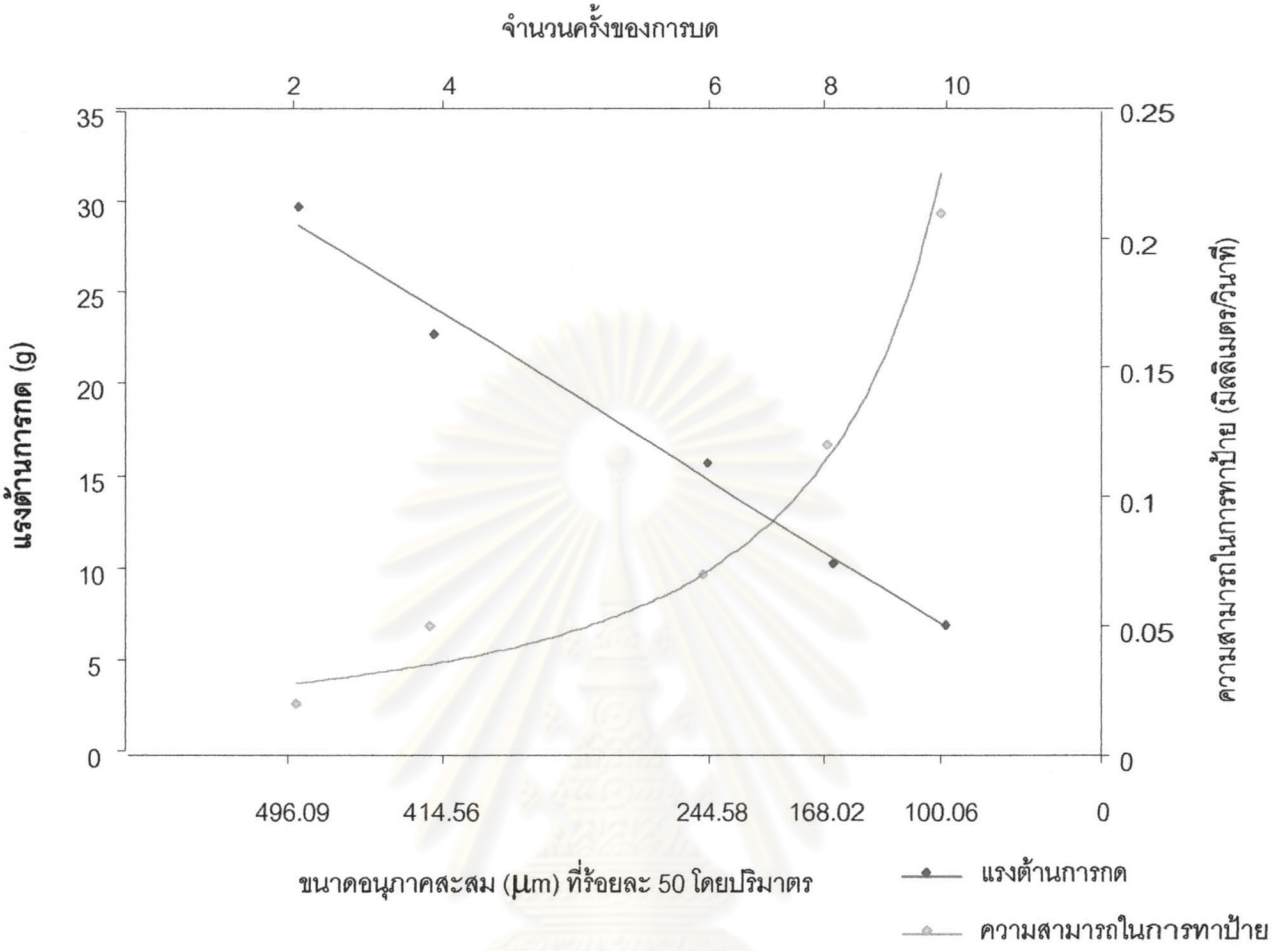
ตารางที่ 4.6 ผลของการบดซ้ำต่อค่าความหนืด แรงต้านการกด และความสามารถในการทาป้าย ของเนยงาดำ

ครั้งของการบดซ้ำ	ขนาดอนุภาคสะสม (μm) ที่ร้อยละ 50 โดยปริมาตร	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		ความหนืด (cPs)	แรงต้านการกด (g)	ความสามารถในการทาป้าย (มิลลิเมตร /วินาที)
2	496.09	$73700^{e} \pm 435.89$	$29.67^{e} \pm 0.92$	$0.02^{a} \pm 0.00$
4	414.56	$64840^{d} \pm 251.00$	$22.67^{d} \pm 0.70$	$0.05^{b} \pm 0.00$
6	244.58	$52560^{c} \pm 167.33$	$15.66^{c} \pm 0.85$	$0.07^{c} \pm 0.00$
8	162.02	$41280^{b} \pm 303.32$	$10.18^{b} \pm 1.12$	$0.12^{d} \pm 0.01$
10	100.06	$38080^{a} \pm 369.60$	$6.89^{a} \pm 0.36$	$0.21^{e} \pm 0.01$

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 5 ซ้ำ

a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางพบว่าจำนวนครั้งของการบดซ้ำที่มากขึ้นทำให้อนุภาคของเนยงาดำมีความละเอียดสูงขึ้นเห็นได้จากขนาดอนุภาคสะสมของเนยงาดำที่ร้อยละ 50 โดยปริมาตรซึ่งเลือกเป็นตัวแทนของขนาดอนุภาคของการบดซ้ำในแต่ละครั้งจะมีขนาดเล็กลงจาก 496.09 μm เมื่อทำการบดซ้ำที่ 2 ครั้งเป็น 100.06 μm เมื่อทำการบดซ้ำที่ 10 ครั้ง จากการที่เนยงาดำมีขนาดอนุภาคที่ละเอียดขึ้นจะส่งผลต่อค่าความหนืด แรงต้านการกด และความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงในตารางที่ ฉ.4-6 ภาคผนวก ฉ) เมื่อจำนวนครั้งของการบดซ้ำเพิ่มขึ้นความหนืดของเนยงาดำจะลดลง ส่งผลให้แรงต้านการกดลดลงและความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำเพิ่มขึ้น ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการบดซ้ำ แรงต้านการกด ความสามารถในการทำป้าย และขนาดอนุภาคสะสมที่ร้อยละ 50 โดยปริมาตรของเนยงาดำ

เมื่อนำเนยงาดำที่ผ่านการบดซ้ำที่จำนวนครั้งต่างๆมาทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความละเอียด ความสามารถในการทำป้าย และการยอมรับโดยรวม ใช้แบบสอบถามแบบเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis with Scoring) (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง.2) ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน 20 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อเนยงาดำที่ผ่านการบดซ้ำที่จำนวนครั้งต่างๆ (คะแนนเต็ม 10)

จำนวนครั้งของการบดซ้ำ	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ความละเอียด	ความสามารถในการทาป้าย	การยอมรับโดยรวม
2	$6.39^{a} \pm 0.47$	$6.35^{a} \pm 0.45$	$6.82^{a} \pm 0.42$
4	$6.76^{b} \pm 0.55$	$6.96^{b} \pm 0.50$	$7.10^{b} \pm 0.43$
6	$7.20^{c} \pm 0.42$	$7.39^{c} \pm 0.56$	$7.33^{c} \pm 0.56$
8	$7.85^{d} \pm 0.41$	$7.80^{d} \pm 0.59$	$7.74^{d} \pm 0.85$
10	$8.08^{e} \pm 0.48$	$7.96^{e} \pm 0.66$	$7.81^{d} \pm 0.47$
Ideal*	$7.88^{d} \pm 0.63$	$7.87^{de} \pm 0.58$	-

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลองโดยใช้ผู้ชิมกึ่งฝึกฝน 20 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ

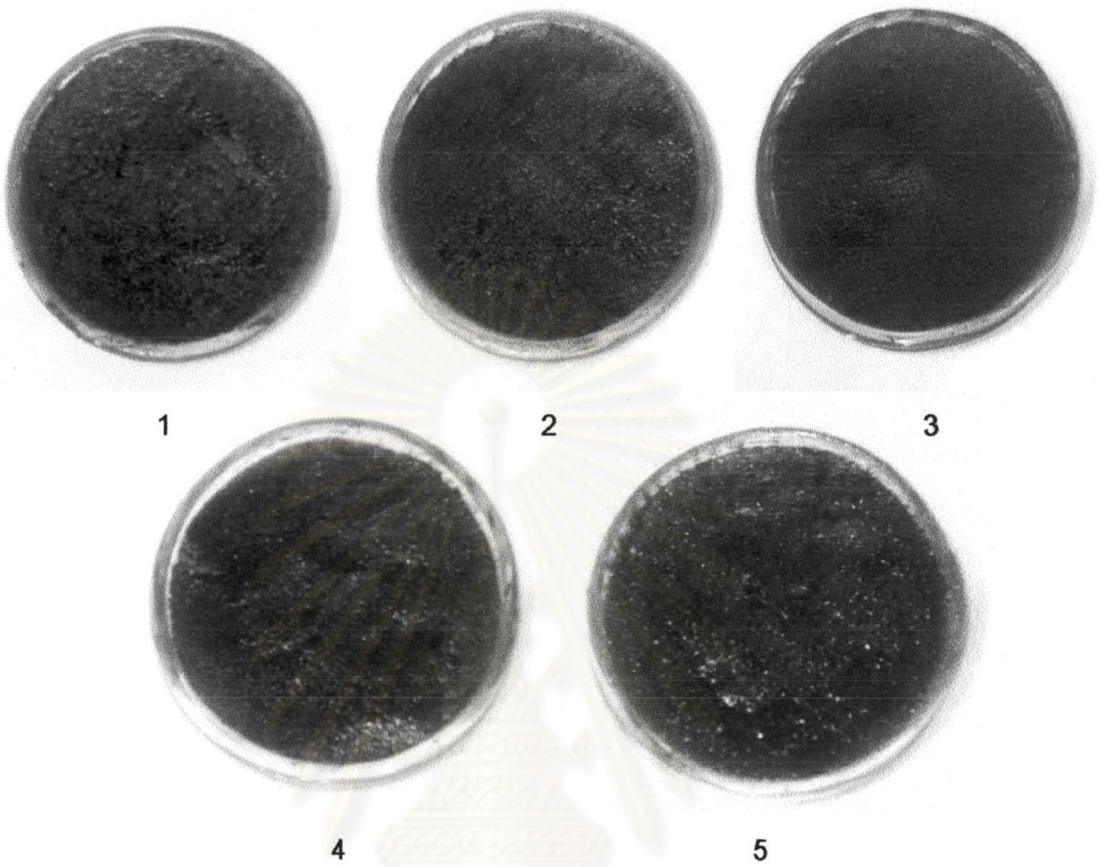
a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

Ideal* หมายถึง ค่าความต้องการของผู้บริโภค

ค่าน้อย หมายถึง ระดับต่ำ; ความละเอียดของเนื้อสัมผัสต่ำ ความสามารถในการทาป้ายต่ำ การยอมรับโดยรวมต่ำ

ค่ามาก หมายถึง ระดับสูง; ความละเอียดของเนื้อสัมผัสสูง ความสามารถในการทาป้ายสูง การยอมรับโดยรวมสูง

จากตารางดังกล่าวพบว่าจำนวนครั้งของการบดซ้ำจะมีผลต่อระดับคะแนนด้านความละเอียด และความสามารถในการทาป้าย และการยอมรับโดยรวมของเนยงาดำอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงในตารางที่ ฉ.7 ภาคผนวก ฉ) โดยเนยงาดำที่ผ่านการบดซ้ำที่จำนวนครั้งยิ่งมากจะได้รับคะแนนด้านความละเอียดและความสามารถในการทาป้ายสูง และเมื่อพิจารณาค่าความต้องการของผู้บริโภค (Ideal) ที่มีต่อความละเอียด พบว่ามีคะแนนไม่แตกต่างจากเนยงาดำที่ผ่านการบดซ้ำที่ 8 ครั้ง ($p>0.05$) ซึ่งมีความหนืด 41280 cPs ส่วนคุณลักษณะด้านความสามารถในการทาป้ายนั้น Ideal ไม่แตกต่างจากกรณีของเนยงาดำที่บดซ้ำ 8 ครั้งและ 10 ครั้ง ($p>0.05$) และค่าความหนืดของเนยงาดำที่บดซ้ำ 10 ครั้งนั้นเป็น 38080 cPs นอกจากนี้เนยงาดำที่ทำการบดซ้ำที่ 8 และ 10 ครั้ง จะมีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้นจึงเลือกภาวะการบดซ้ำที่ 8 ครั้ง



รูปที่ 4.8 เนยงาดำที่ผ่านการบดซ้ำ 2-10 ครั้ง

1=เนยงาดำที่ผ่านการบดซ้ำ 2 ครั้ง 2=เนยงาดำที่ผ่านการบดซ้ำ 4 ครั้ง
3=เนยงาดำที่ผ่านการบดซ้ำ 6 ครั้ง 4=เนยงาดำที่ผ่านการบดซ้ำ 8 ครั้ง
5=เนยงาดำที่ผ่านการบดซ้ำ 10 ครั้ง

จากรูปจะเห็นว่าเนยงาดำที่มีจำนวนครั้งของการบดซ้ำมากขึ้นจะมีความมันวาวปรากฏให้เห็นมากขึ้นเนื่องจากน้ำมันที่มีอยู่สามารถห่อหุ้มอนุภาคที่เล็กลงได้อย่างทั่วถึง

4.2.3 การปรับรสชาติเนยงาดำ

4.2.3.1 เลือกช่วงปริมาณน้ำตาลที่ควรเติม

การปรับรสชาติเนยงาดำด้วยน้ำตาลจะเติมน้ำตาลในขั้นตอนของการบด โดยแปรระดับของการเติมน้ำตาลเป็น 2 ครั้งด้วยกัน ครั้งแรกจะทำการแปรระดับของการเติมน้ำตาลเป็นร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ เมื่อนำมาวัดค่าความหนืดโดย Brookfield Viscometer DV-I และเนื้อสัมผัส ในเรื่องของแรงต้านการกด และความสามารถในการทาป้ายของผลิตภัณฑ์โดยเครื่อง Texture Analyzer TA-XT2I จะได้ผลดังตารางที่ 4.8 แล้วจึงนำผลมาเปรียบเทียบเพื่อเลือกช่วงความเข้มข้นของน้ำตาลให้ละเอียดลงไป ซึ่งเป็นการทดลองในขั้นต่อไป

ตารางที่ 4.8 ผลของระดับน้ำตาลในช่วงร้อยละ 10-30 โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำต่อความหนืด แรงต้านการกด และความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำ

ปริมาณน้ำตาลที่เติม (ร้อยละโดย น.น.น้ำตาล ต่อ น.น.เนยงาดำ)	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ความหนืด (cPs)	แรงต้านการกด (g)	ความสามารถในการทาป้าย (มิลลิเมตร / วินาที)
0	$41280^{a} \pm 303.32$	$10.18^{a} \pm 0.10$	$0.115^{c} \pm 0.01$
10	$44240^{b} \pm 456.07$	$10.38^{b} \pm 0.07$	$0.110^{c} \pm 0.01$
20	$49600^{c} \pm 244.95$	$10.59^{b} \pm 0.04$	$0.098^{b} \pm 0.00$
30	$68200^{d} \pm 188.56$	$12.22^{c} \pm 0.30$	$0.082^{a} \pm 0.01$

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 5 ซ้ำ

a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

พบว่าระดับของน้ำตาลในเนยงาดำมีผลต่อ ความหนืด แรงต้านการกด และความสามารถในการป้ายทาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงในตารางที่ ฉ.8-10 ภาคผนวก ฉ) กล่าวคือค่าความหนืดในเนยงาดำจะยิ่งสูงขึ้นเป็น 44240 49600 และ 69800 cPs เมื่อเติมน้ำตาลร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำตามลำดับ นอกจากนี้ยังส่งผลให้แรงต้านการกดของเนยงาดำสูงขึ้นด้วยแต่มีผลในเชิง

กลับกันกับความสามารถในการทาป้าย ส่วนผลการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติความหวาน ความขม และการยอมรับโดยรวม (ใช้แบบสอบถามเชิงพรรณนา) โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน 20 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำได้ผลดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อเนยงาดำที่เติมน้ำตาลร้อยละ10 20 และ 30 โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ (คะแนนเต็ม 10)

ปริมาณน้ำตาลที่เติม (ร้อยละโดย น.น.น้ำตาล ต่อ น.น.เนยงาดำ)	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน[1]		
	ความหวาน	ความขม	การยอมรับโดยรวม
10	$4.93^{a} \pm 0.73$	$4.50^{c} \pm 0.23$	$5.69^{a} \pm 0.71$
20	$5.91^{b} \pm 0.76$	$4.03^{b} \pm 0.27$	$6.54^{b} \pm 0.81$
30	$7.05^{d} \pm 0.76$	$3.01^{a} \pm 0.30$	$6.79^{b} \pm 0.99$
Ideal*	$5.69^{c} \pm 0.71$	$3.11^{a} \pm 0.32$	-

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลองโดยใช้ผู้ชิมกึ่งฝึกฝน 20 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ

a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

Ideal* หมายถึง ค่าความต้องการของผู้บริโภค

ค่าน้อย หมายถึง ระดับต่ำ; ความหวานต่ำ ความขมต่ำ การยอมรับโดยรวมต่ำ

ค่ามาก หมายถึง ระดับสูง; ความหวานสูง ความขมสูง การยอมรับโดยรวมสูง

พบว่าระดับของน้ำตาลในเนยงาดำมีผลต่อคะแนนความหวาน ความขม และการยอมรับโดยรวมของเนยงาดำอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงในตารางที่ ฉ.11 ภาคผนวก ฉ) แต่มีข้อสังเกตว่าน้ำตาลมีส่วนช่วยให้ระดับความขมของเนยงาดำลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาที่ค่าความต้องการของผู้บริโภค (Ideal) ในด้านรสชาติความหวานและขม พบว่า Ideal ของรสหวานอยู่ระหว่างเนยงาดำที่เติมน้ำตาลร้อยละ 20 และ 30 โดยน้ำหนักน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ ส่วน Ideal ของรสขมนั้นไม่แตกต่างจากเนยงาดำที่ทำการเติมน้ำตาลที่ร้อยละ 30 โดยน้ำหนักน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ และในด้านการยอมรับโดยรวมนั้น เนยงาดำที่เติมน้ำตาลร้อยละ 20 และ 30 โดยน้ำหนักน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ จะมีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือกระดับการเติมน้ำตาลช่วงร้อยละ 20-30 โดยน้ำหนักน้ำตาลต่อ

น้ำหนักเนยงาดำ ซึ่งมีความหนืดอยู่ระหว่าง 49600-68200 cPs มาแปรปริมาณการเติมน้ำตาลใหม่อีกครั้งให้มีช่วงถี่กว่าเดิม

4.2.3.2 หาปริมาณน้ำตาลในเนยงาดำ

แปรระดับการเติมน้ำตาลในเนยงาดำอีกครั้งเป็นร้อยละ 22 24 26 28 และ30โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ เมื่อนำมาวัดค่าความหนืดโดย Brookfield Viscometer DV-I และเนื้อสัมผัส ในเรื่องของแรงต้านการกดซึ่งมีความสัมพันธ์กับความนุ่มของผลิตภัณฑ์และความสามารถในการทาป้ายของผลิตภัณฑ์โดยเครื่อง Texture Analyzer TA-XT2I จะได้ผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลของระดับน้ำตาลในช่วงร้อยละ 22-30 โดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ ต่อความหนืด แรงต้านการกด และความสามารถในการทาป้ายของ เนยงาดำ

ปริมาณน้ำตาลที่เติม (ร้อยละโดย น.น.น้ำตาลต่อ น.น.เนยงาดำ)	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ความหนืด (cPs)	แรงต้านการกด (g)	ความสามารถในการทาป้าย (มิลลิเมตร / วินาที)
0	$41280^{a} \pm 303.32$	$10.18^{a} \pm 0.10$	$0.115^{c} \pm 0.01$
22	$55180^{b} \pm 672.31$	$10.62^{b} \pm 0.06$	$0.091^{c} \pm 0.00$
24	$57920^{c} \pm 769.42$	$10.81^{bc} \pm 0.19$	$0.088^{ab} \pm 0.00$
26	$61000^{d} \pm 346.41$	$11.06^{c} \pm 0.12$	$0.086^{a} \pm 0.00$
28	$63840^{e} \pm 357.77$	$11.44^{d} \pm 0.13$	$0.083^{a} \pm 0.00$
30	$68200^{e} \pm 200.00$	$12.22^{e} \pm 0.30$	$0.082^{a} \pm 0.00$

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 5 ซ้ำ

a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

พบว่าระดับของน้ำตาลในเนยงาดำมีผลต่อ ความหนืด แรงต้านการกด และความสามารถในการป้ายทาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงในตารางที่ ฉ.12-14 ภาคผนวก ฉ) กล่าวคือเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลที่เติมในเนยงาดำจากร้อยละ

22 มาเป็นร้อยละ 30 โดยน้ำหนักน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ จะมีผลทำให้ค่าความหนืดสูงขึ้นจาก 55180 cPs เป็น 68200 cPs ค่าแรงต้านการกดสูงขึ้นจาก 10.62 g เป็น 12.22 g แต่ค่าความสามารถในการทาป้ายจะลดลงจาก 0.09 มิลลิเมตร/วินาที เป็น 0.09 มิลลิเมตร/วินาที

ส่วนผลการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติความหวาน ความขม และการยอมรับโดยรวม (ใช้แบบสอบถามเชิงพรรณนา) โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน 20 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ ได้ผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อเนยงาดำที่เติมน้ำตาลร้อยละ 22 24 26 28 และ30 โดยน้ำหนักน้ำตาล ต่อ น้ำหนักเนยงาดำ (คะแนนเต็ม 10)

ปริมาณน้ำตาลที่เติม (ร้อยละโดย น.น.น้ำตาล ต่อ น.น.เนยงาดำ)	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ความหวาน	ความขม	การยอมรับโดยรวม
22	$4.67^{a} \pm 0.35$	$4.35^{e} \pm 0.30$	$5.68^{a} \pm 0.72$
24	$5.29^{b} \pm 0.40$	$4.12^{d} \pm 0.20$	$6.25^{b} \pm 0.75$
26	$5.88^{c} \pm 0.38$	$3.93^{c} \pm 0.20$	$6.90^{d} \pm 0.62$
28	$6.21^{d} \pm 0.33$	$3.78^{b} \pm 0.25$	$6.70^{c} \pm 0.65$
30	$6.94^{e} \pm 0.33$	$3.61^{a} \pm 0.21$	$6.40^{b} \pm 0.77$
Ideal*	$5.98^{c} \pm 0.36$	$3.85^{c} \pm 0.24$	-

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลองโดยใช้ผู้ชิมกึ่งฝึกฝน 20 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ

a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

Ideal* หมายถึง ค่าความต้องการของผู้บริโภค

ค่าน้อย หมายถึง ระดับต่ำ; ความหวานต่ำ ความขมต่ำ การยอมรับโดยรวมต่ำ

ค่ามาก หมายถึง ระดับสูง; ความหวานสูง ความขมสูง การยอมรับโดยรวมสูง

พบว่าปริมาณน้ำตาลที่เติมในเนยงาดำมีผลต่อความหวาน ความขมและการยอมรับโดยรวมของเนยงาดำอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงในตารางที่ ฉ.15 ภาคผนวก ฉ) เช่นเดียวกับผลในข้อ 3.2.3.1 เมื่อพิจารณาที่ค่าความต้องการของผู้บริโภค (Ideal) ในด้านความหวานและขมพบว่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับเนยงาดำที่เติมน้ำตาล

ร้อยละ 26 โดยน้ำหนักน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำ นอกจากนี้เนยงาดำที่เติมน้ำตาลร้อยละ 26 โดยน้ำหนักน้ำตาลต่อน้ำหนักเนยงาดำจะมีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือกการเติมน้ำตาลร้อยละ 26 โดยน้ำหนักน้ำตาลต่อเนยงาดำเพื่อปรับรสชาติ

4.3 การเติมสารให้ความคงตัวในเนยงาดำเพื่อป้องกันการแยกชั้นของน้ำมัน

เมื่อเก็บรักษาเนยงาดำไว้ระยะเวลาหนึ่งจะเกิดการแยกชั้นของน้ำมันขึ้น จำเป็นต้องเติมสารให้ความคงตัว (Stabilizer) เพื่อป้องกันการแยกชั้นของน้ำมัน สารให้ความคงตัวที่ศึกษาได้แก่ Lecithin(LEC) Grindsted™ Triglyceride(TG) และDistilled Monoglyceride (DMG) แปรระดับของการเติมเป็นร้อยละ 0.2 0.4 0.6 0.8 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของเนยงาดำ จากนั้นวัดค่าความหนืด แรงต้านการกด และความสามารถในการทาป้ายได้ผลดัง ตารางที่ 4.12-4.15

ตารางที่ 4.12 ผลของปริมาณ LEC ร้อยละ 0 – 1.0 โดยน้ำหนักของสารให้ความคงตัวต่อน้ำหนักของเนยงาดำ ต่อค่าความหนืด แรงต้านการกด และความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำ

ปริมาณ LEC ที่เติม (ร้อยละโดย น.น.สาร ต่อ น.น.เนยงาดำ)	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ความหนืด (cPs)	แรงต้านการกด (g)	ความสามารถในการทาป้าย (มิลลิเมตร / วินาที)
0	$61000^{a} \pm 346.41$	$11.06^{a} \pm 0.12$	$0.09^{f} \pm 0.00$
0.2	$62680^{b} \pm 268.33$	$11.31^{b} \pm 0.34$	$0.08^{e} \pm 0.00$
0.4	$64160^{c} \pm 536.66$	$11.82^{c} \pm 0.14$	$0.08^{d} \pm 0.00$
0.6	$66080^{d} \pm 657.27$	$12.36^{e} \pm 0.26$	$0.07^{c} \pm 0.00$
0.8	$69360^{e} \pm 167.33$	$13.42^{e} \pm 0.20$	$0.06^{b} \pm 0.00$
1.0	$66320^{f} \pm 412.34$	$15.14^{f} \pm 0.20$	$0.05^{a} \pm 0.00$

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 5 ซ้ำ

a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.13 ผลของปริมาณ DMG ร้อยละ 0 – 1.0 โดยน้ำหนักของสารให้ความคงตัวต่อน้ำหนักของเนยงาดำ ต่อค่าความหนืด แรงต้านการกด และความสามารถในการทาป้ายของ เนยงาดำ

ปริมาณ DMG ที่เติม (ร้อยละโดย น.น.สาร ต่อ น.น.เนยงาดำ)	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ความหนืด (cPs)	แรงต้านการกด (g)	ความสามารถในการทาป้าย (มิลลิเมตร / วินาที)
0	$61000^{a} \pm 346.41$	$11.06^{a} \pm 0.12$	$0.09^{f} \pm 0.00$
0.2	$64680^{b} \pm 334.66$	27.98 ± 1.74	$0.07^{e} \pm 0.00$
0.4	$68840^{c} \pm 712.74$	$41.31^{c} \pm 1.12$	$0.06^{d} \pm 0.00$
0.6	$72560^{d} \pm 167.33$	$86.84^{d} \pm 2.30$	$0.04^{c} \pm 0.00$
0.8	$75240^{e} \pm 296.65$	$137.05e \pm 2.42$	$0.03^{b} \pm 0.00$
1.0	$82400^{f} \pm 400.00$	$164.37^{f} \pm 2.01$	$0.02^{a} \pm 0.00$

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 5 ซ้ำ

a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 ผลของปริมาณ TG ในช่วง 0 – 1.0 โดยน้ำหนักของสารให้ความคงตัวต่อน้ำหนักของเนยงาดำ ต่อค่าความหนืด แรงต้านการกด และความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำ

ปริมาณ TG ที่เติม (ร้อยละโดย น.น.สาร ต่อ น.น.เนยงาดำ)	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ความหนืด (cPs)	แรงต้านการกด (g)	ความสามารถในการทาป้าย (มิลลิเมตร / วินาที)
0	$61000^{a} \pm 346.41$	$11.06^{a} \pm 0.12$	$0.09^{f} \pm 0.00$
0.2	$66000^{b} \pm 282.84$	$26.15^{b} \pm 1.53$	$0.06^{e} \pm 0.00$
0.4	$70520^{c} \pm 334.66$	$75.58^{c} \pm 1.14$	$0.04^{d} \pm 0.00$
0.6	$73480^{d} \pm 734.80$	$115.74^{d} \pm 2.06$	$0.03^{c} \pm 0.00$
0.8	$76040^{e} \pm 357.70$	$153.12^{e} \pm 2.54$	$0.02^{b} \pm 0.00$
1.0	$85040^{f} \pm 433.59$	$247.68^{f} \pm 3.11$	$0.01^{a} \pm 0.00$

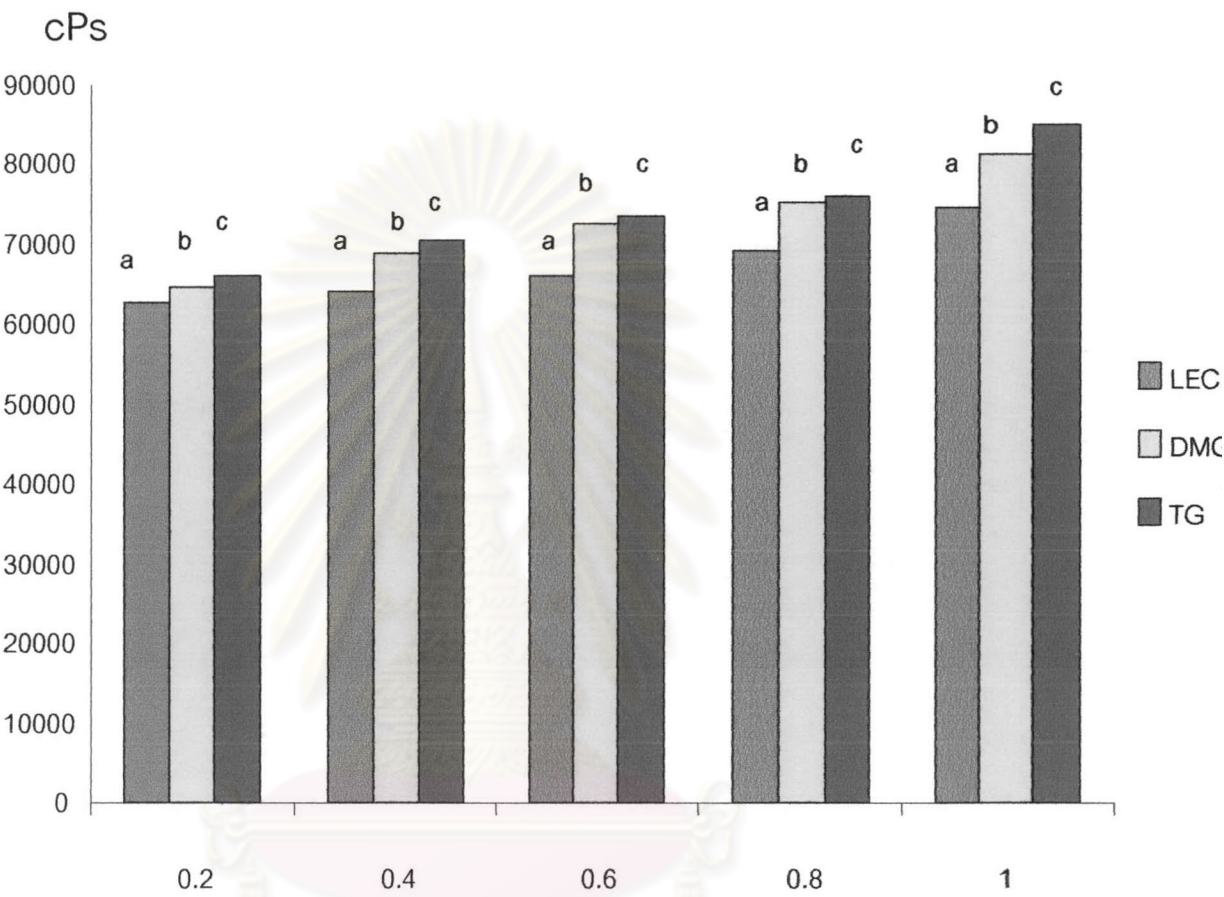
[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 5 ซ้ำ

a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

พบว่าการเติมสารให้ความคงตัว ทั้ง LEC DMG และTG มีผลต่อค่าความหนืด แรงต้านการกด และความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงในตารางที่ ฉ.16-24 ภาคผนวก ฉ) การเติมสารให้ความคงตัวปริมาณที่สูงขึ้นจะทำให้ค่าความหนืดของเนยงาดำและแรงต้านการกดสูงขึ้น แต่ความสามารถในการทาป้ายลดลง และเมื่อเปรียบเทียบผลของค่าความหนืด แรงต้านการกด และความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำที่เติมสารให้ความคงตัวชนิดต่างๆในปริมาณเดียวกัน ให้ผลดังภาพที่ 4.9-4.11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความหนืด



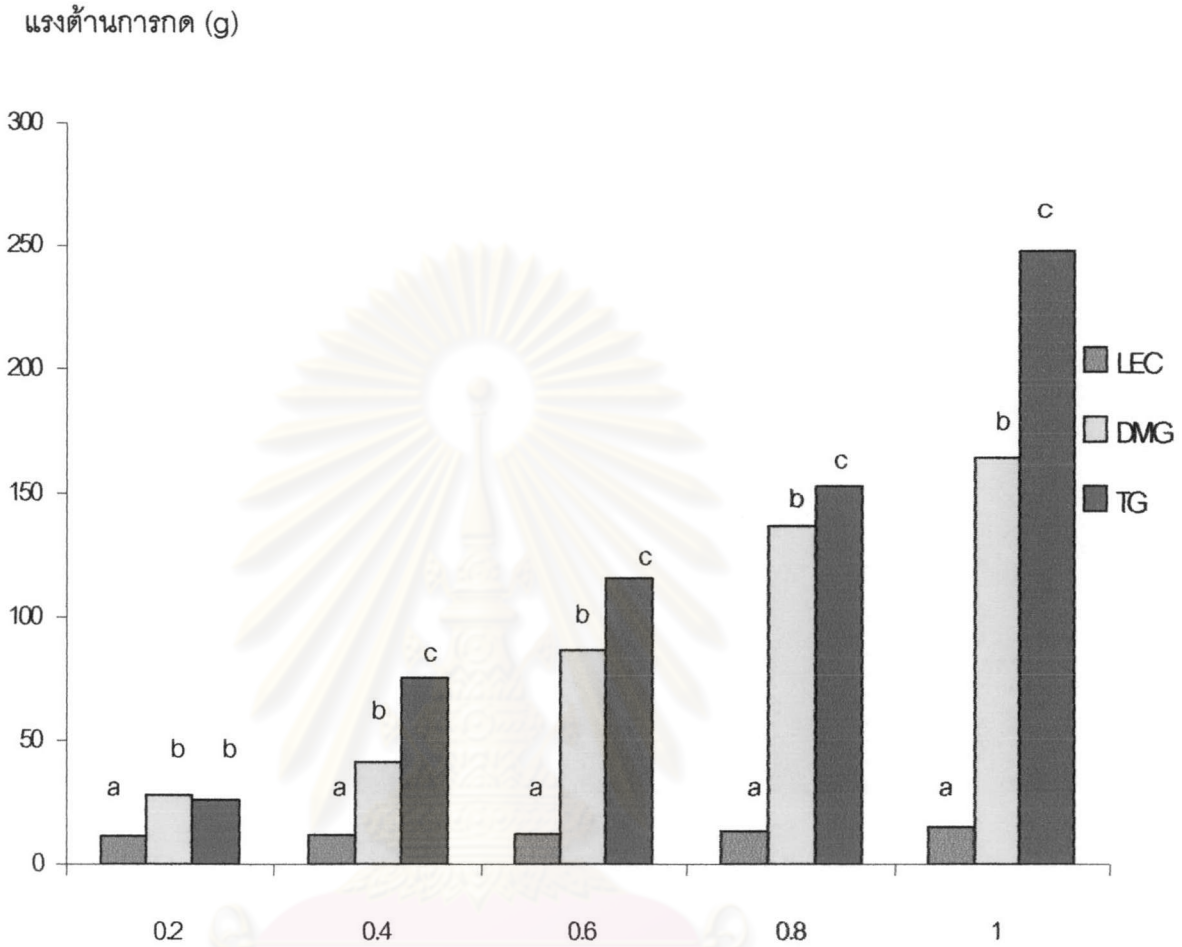
ปริมาณสารให้ความคงตัว (ร้อยละโดย น.น.สาร/น.น.ของเนยงาดำ)

a,b,c,..ตัวอักษรที่ต่างกันที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.9 ความหนืดของเนยงาดำหลังเติมสารให้ความคงตัวที่ปริมาณต่างๆ

พบว่าชนิดของสารให้ความคงตัวมีผลต่อค่าความหนืดของเนยงาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย Lecithin เป็นสารให้ความคงตัวที่ให้ค่าความหนืดของเนยงาดำต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับเนยงาดำที่เติมสารให้ความคงตัวอื่นๆที่ระดับเดียวกัน รองลงมาคือ Distilled

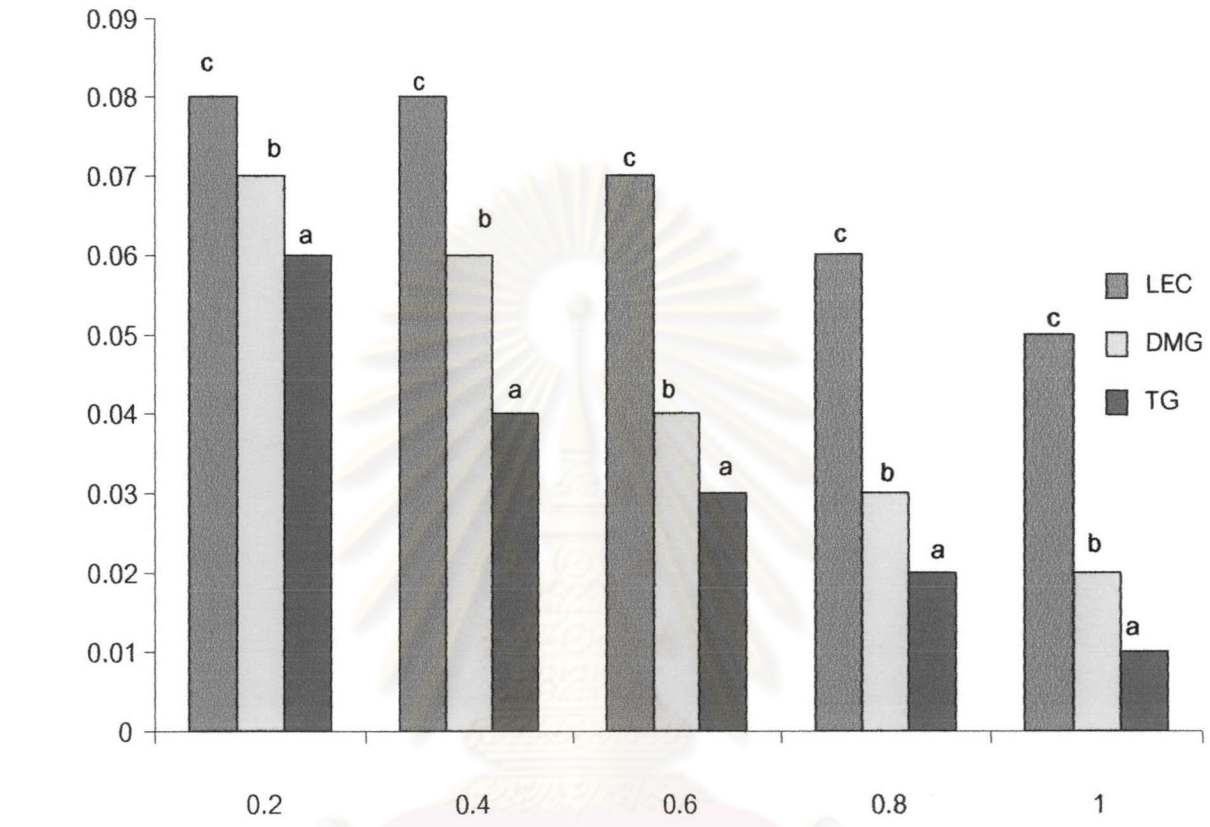
Monoglyceride และสารให้ความคงตัวที่ให้ค่าความหนืดของเนยงาดำที่สูงที่สุดเมื่อเติมที่ความเข้มข้นระดับเดียวกันคือ Grindsted™ Triglyceride



a,b,c,..ตัวอักษรที่ต่างกันที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.10 แรงต้านการกดของเนยงาดำหลังเติมสารให้ความคงตัวที่ปริมาณต่างๆ

พบว่าชนิดของสารให้ความคงตัวมีผลต่อแรงต้านการกดของเนยงาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย Lecithin เป็นสารให้ความคงตัวที่ให้ค่าแรงต้านการกดของเนยงาดำต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับเนยงาดำที่เติมสารให้ความคงตัวอื่นๆที่ระดับเดียวกัน รองลงมาคือ Distilled Monoglyceride และสารให้ความคงตัวที่ให้ค่าแรงต้านการกดของเนยงาดำที่สูงที่สุดเมื่อเติมที่ความเข้มข้นระดับเดียวกันคือ Grindsted™ Triglyceride



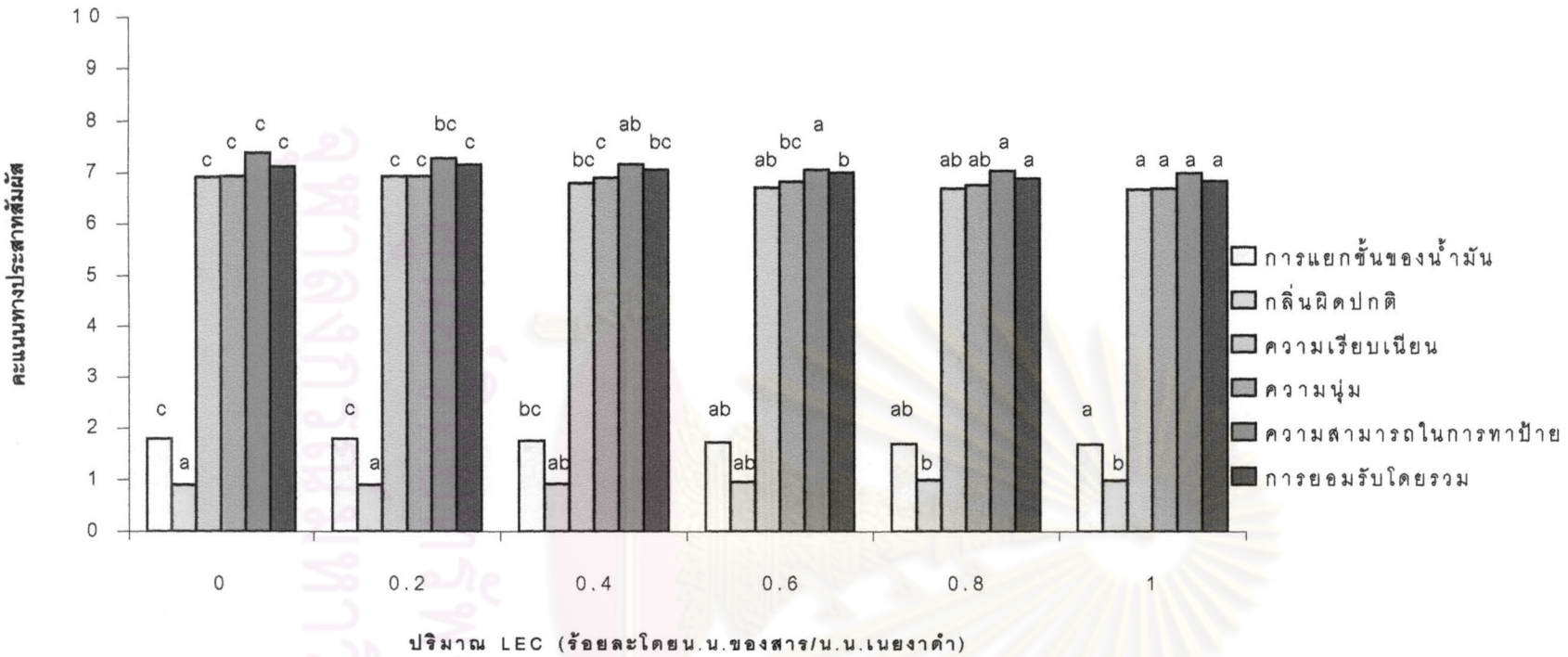
a,b,c,..ตัวอักษรที่ต่างกันที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.11 ความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำหลังเติมสารให้ความคงตัวที่ปริมาณต่างๆ

พบว่าชนิดของสารให้ความคงตัวมีผลต่อความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย Lecithin เป็นสารให้ความคงตัวที่ให้ความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำมากที่สุดเมื่อเทียบกับเนยงาดำที่เติมสารให้ความคงตัวอื่นๆที่ระดับเดียวกัน รองลงมาคือ Distilled Monoglyceride และสารให้ความสามารถในการทาป้ายของเนยงาดำที่ต่ำที่สุดเมื่อเติมที่ความเข้มข้นระดับเดียวกันคือ Grindsted™ Triglyceride

เมื่อนำเนยงาดำที่เติมสารให้ความคงตัวซึ่งได้แก่ Lecithin (LEC) Grindsted™ Triglyceride (TG) และDistilled Monoglyceride (DMG) โดยแปรระดับของการเติมเป็นร้อยละ 0.2-1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของเนยงาดำ มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการแยกชั้นของน้ำมัน(Oil Separation) กลิ่นผิดปกติ(Off Flavor) ความเรียบเนียนของผลิตภัณฑ์ (Smoothness) ความนุ่มของผลิตภัณฑ์(Softness) ความสามารถในการทาป้าย(Spreadability) และการยอมรับโดยรวม(Acceptance) (ใช้แบบสอบเชิงพรรณนา) โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน 20 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ ได้ผลดังรูปที่4.12-4.14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



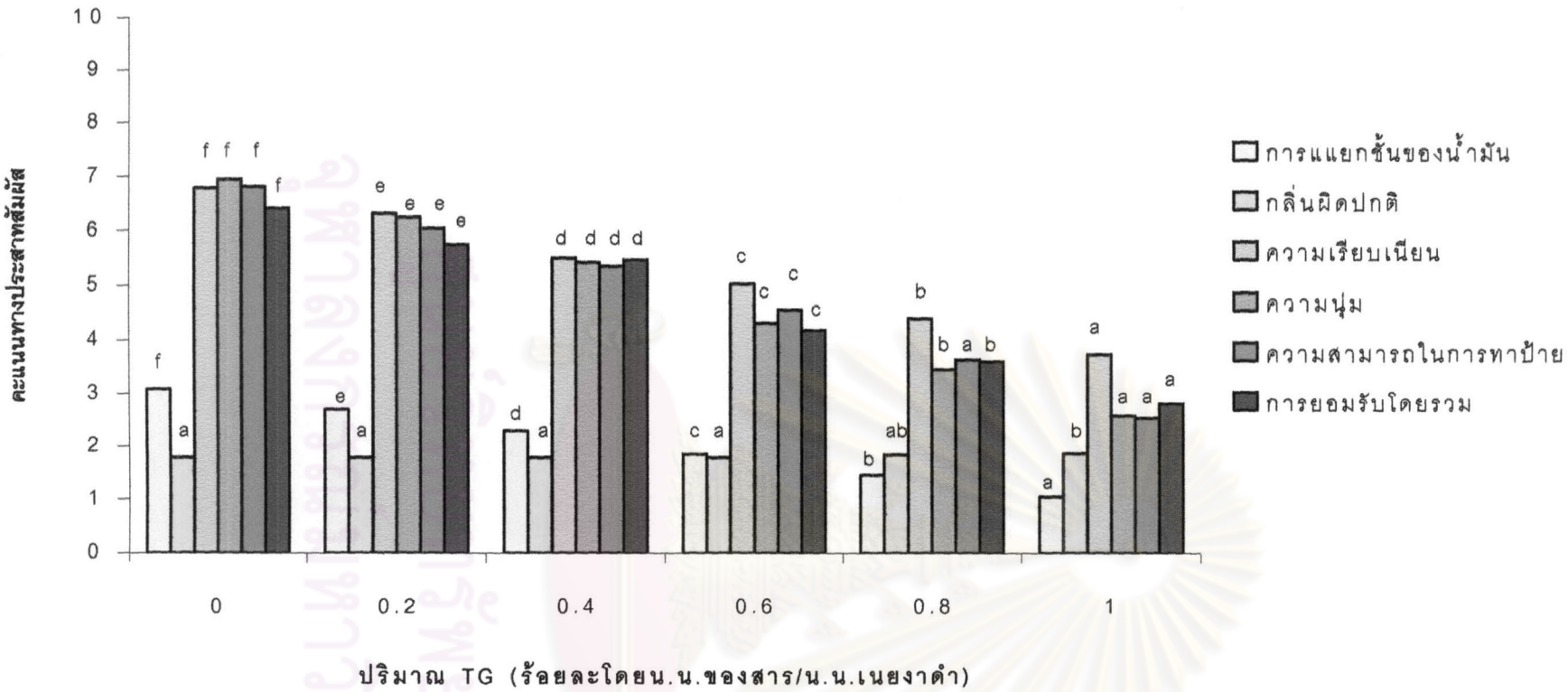
a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละปริมาณของสารหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าเฉลี่ยจากการทดลองโดยใช้ผู้ชิมกึ่งฝึกฝน 20 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ

รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆของเนยงาดำที่ไม่เติม และเติม LEC ร้อยละ 0.2-1.0 โดย น.น.ของสาร/น.น.เนยงาดำ

ค่าน้อย หมายถึง ระดับต่ำ : การแยกชั้นของน้ำมันต่ำ กลิ่นผิดปกติต่ำ ความเรียบเนียนต่ำ ความนุ่มต่ำ ความสามารถในการทาป้ายต่ำ การยอมรับโดยรวมต่ำ

ค่ามาก หมายถึง ระดับสูง : การแยกชั้นของน้ำมันสูง กลิ่นผิดปกติสูง ความเรียบเนียนสูง ความนุ่มสูง ความสามารถในการทาป้ายสูง การยอมรับโดยรวมสูง



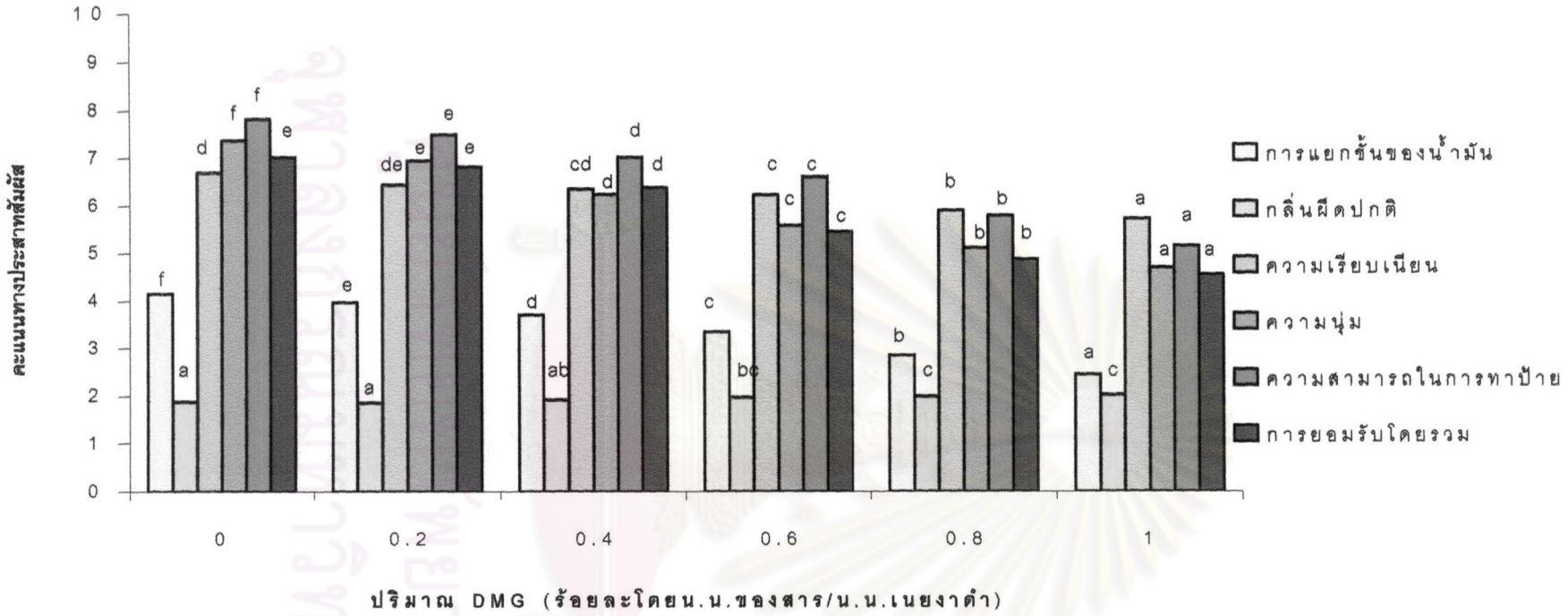
ค่าเฉลี่ยจากการทดลองโดยใช้ผู้ชิมกึ่งฝึกฝน 20 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ

a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละปริมาณของสารหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.13 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆของเนยงาดำที่ไม่เติม และเติม TG ร้อยละ 0.2-1.0 โดย น.น.ของสาร/น.น.เนยงาดำ

ค่าน้อย หมายถึง ระดับต่ำ : การแยกชั้นของน้ำมันต่ำ กลิ่นผิดปกติต่ำ ความเรียบเนียนต่ำ ความนุ่มต่ำ ความสามารถในการทาป้ายต่ำ การยอมรับโดยรวมต่ำ

ค่ามาก หมายถึง ระดับสูง : การแยกชั้นของน้ำมันสูง กลิ่นผิดปกติสูง ความเรียบเนียนสูง ความนุ่มสูง ความสามารถในการทาป้ายสูง การยอมรับโดยรวมสูง



a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละปริมาณของสารหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าเฉลี่ยจากการทดลองโดยใช้ผู้ชิมกึ่งฝึกฝน 20 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ

รูปที่ 4.14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆของเนยงาดำที่ไม่เติม และเติม DMG ร้อยละ 0.2-1.0 โดย น.น.ของสาร/น.น.เนยงาดำ

ค่าน้อย หมายถึง ระดับต่ำ : การแยกชั้นของน้ำมันต่ำ กลิ่นผิดปกติต่ำ ความเรียบเนียนต่ำ ความนุ่มต่ำ ความสามารถในการทาป้ายต่ำ การยอมรับโดยรวมต่ำ

ค่ามาก หมายถึง ระดับสูง : การแยกชั้นของน้ำมันสูง กลิ่นผิดปกติสูง ความเรียบเนียนสูง ความนุ่มสูง ความสามารถในการทาป้ายสูง การยอมรับโดยรวมสูง

พบว่าปริมาณของสารให้ความคงตัวมีผลต่อการแยกชั้นของน้ำมัน กลิ่นผิดปรกติ ความเรียบเนียน ความนุ่ม และความสามารถในการทาป้ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงในตารางที่ ฉ.25-27 ภาคผนวก ฉ) โดยเนยงาดำที่เติมสารให้ความคงตัวในปริมาณที่สูงขึ้นจะมีคะแนนในด้านการแยกชั้นของน้ำมัน ความเรียบเนียนและความนุ่มของผลิตภัณฑ์ต่ำลง ส่วนคะแนนของกลิ่นผิดปรกติจะมากขึ้น และเมื่อพิจารณาด้านการยอมรับโดยรวมพบว่า เนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ 0.2 และ0.4 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของเนยงาดำจะมีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุดและไม่แตกต่างจากเนยงาดำที่ไม่ได้เติมสารให้ความคงตัว ($p>0.05$) เนยงาดำที่เติม DMG ร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักของสารต่อ น้ำหนักของเนยงาดำจะมีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุดและไม่แตกต่างจากเนยงาดำที่ไม่ได้เติมสารให้ความคงตัว ($p>0.05$) ส่วนเนยงาดำที่ใช้ TG ร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของเนยงาดำจะให้คะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุดแต่ก็แตกต่างจากเนยงาดำที่ไม่ได้เติมสารให้ความคงตัว ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำเนยงาดำที่เติมสารให้ความคงตัวแต่ละชนิดมาวัดน้ำหนักการแยกชั้นของน้ำมันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียสทุกสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ได้ผลดังตารางที่ 4.15-4.18

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.15 การแยกชั้นของน้ำมัน (ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำมันที่แยกชั้นต่อน้ำหนักของเนยงาดำ) ของเนยงาดำที่เวลา 1 สัปดาห์

ปริมาณที่เติม (ร้อยละโดยน.น.ของสาร ต่อน.น.เนยงาดำ)	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	45 องศาเซลเซียส			55 องศาเซลเซียส		
	LEC	TG	DMG	LEC	TG	DMG
0	0.35 ±0.03	0.35±0.03	0.35±0.03	0.51±0.03	0.51±0.03	0.51±0.03
0.2	--	--	--	--	--	--
0.4	--	--	--	--	--	--
0.6	--	--	--	--	--	--
0.8	--	--	--	--	--	--
1.0	--	--	--	--	--	--

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.16 การแยกชั้นของน้ำมัน (ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำมันที่แยกชั้นต่อน้ำหนักของเนยงาดำ) ของเนยงาดำที่เวลา 2 สัปดาห์

ปริมาณที่เติม (ร้อยละโดยน.น.ของสาร ต่อน.น.เนยงาดำ)	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	45 องศาเซลเซียส			55 องศาเซลเซียส		
	LEC	TG	DMG	LEC	TG	DMG
0	0.81 ± 0.03	0.81^{d} ± 0.03	0.81^{e} ± 0.03	0.92 ± 0.03	0.92^{e} ± 0.03	0.92^{f} ± 0.03
0.2	--	0.40^{c} ± 0.04	0.70^{d} ± 0.06	--	0.34^{d} ± 0.02	0.79^{e} ± 0.04
0.4	--	0.14^{b} ± 0.01	0.59^{c} ± 0.06	--	0.23^{c} ± 0.02	0.70^{d} ± 0.06
0.6	--	0.04^{a} ± 0.00	0.51^{b} ± 0.05	--	0.18^{b} ± 0.01	0.56^{c} ± 0.03
0.8	--	--	0.45^{ab} ± 0.02	--	0.08^{a} ± 0.00	0.46^{b} ± 0.04
1.0	--	--	0.39^{a} ± 0.03	--	--	0.34^{a} ± 0.03

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.17 การแยกชั้นของน้ำมัน (ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำมันที่แยกชั้นต่อน้ำหนักของเนยงาดำ) ของเนยงาดำที่เวลา 3 สัปดาห์

ปริมาณที่เติม (ร้อยละโดยน.น.ของสาร ต่อน.น.เนยงาดำ)	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	45 องศาเซลเซียส			55 องศาเซลเซียส		
	LEC	TG	DMG	LEC	TG	DMG
0	$1.71^{c} \pm 0.03$	$1.71^{e} \pm 0.03$	$1.71^{e} \pm 0.03$	$1.98^{f} \pm 0.05$	$1.98^{f} \pm 0.05$	$1.98^{f} \pm 0.05$
0.2	$0.52^{b} \pm 0.00$	$0.53^{d} \pm 0.04$	$1.61^{d} \pm 0.06$	$0.67^{e} \pm 0.04$	$0.79^{e} \pm 0.04$	$1.61^{e} \pm 0.06$
0.4	$0.31^{a} \pm 0.00$	$0.43^{c} \pm 0.01$	$1.44^{c} \pm 0.06$	$0.36^{d} \pm 0.03$	$0.70^{d} \pm 0.06$	$1.44^{d} \pm 0.06$
0.6	--	$0.35^{b} \pm 0.00$	$1.26^{b} \pm 0.05$	$0.25^{c} \pm 0.02$	$0.56^{e} \pm 0.03$	$1.26^{c} \pm 0.05$
0.8	--	$0.24^{a} \pm 0.00$	$1.14^{a} \pm 0.02$	$0.17^{b} \pm 0.01$	$0.46^{b} \pm 0.04$	$1.14^{b} \pm 0.02$
1.0	--	--	$1.06^{a} \pm 0.03$	$0.08^{a} \pm 0.00$	$0.34^{a} \pm 0.03$	$1.06^{a} \pm 0.03$

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

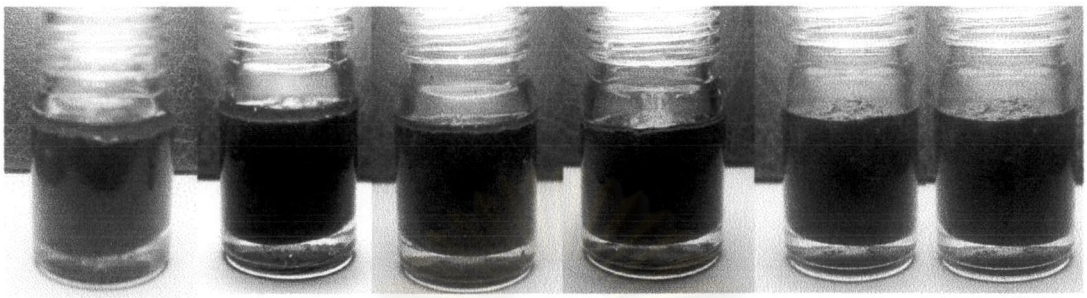
a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.18 การแยกชั้นของน้ำมัน (ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำมันที่แยกชั้นต่อน้ำหนักของเนยงาดำ) ของเนยงาดำที่เวลา 4 สัปดาห์

ปริมาณที่เติม (ร้อยละโดยน.น.ของสาร ต่อน.น.เนยงาดำ)	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	45 องศาเซลเซียส			55 องศาเซลเซียส		
	LEC	TG	DMG	LEC	TG	DMG
0	$2.17^{d}\pm0.05$	$2.17^{e}\pm0.05$	$2.17^{e}\pm0.05$	$2.49^{f}\pm0.03$	$2.49^{f}\pm0.03$	$2.49^{f}\pm0.03$
0.2	$0.70^{c}\pm0.06$	$1.32^{d}\pm0.08$	$2.08^{d}\pm0.04$	$0.87^{e}\pm0.04$	$2.02^{e}\pm0.08$	$2.43^{e}\pm0.04$
0.4	$0.51^{b}\pm0.05$	$1.00^{c}\pm0.06$	$1.90^{c}\pm0.06$	$0.69^{d}\pm0.05$	$1.70^{d}\pm0.05$	$2.33^{d}\pm0.02$
0.6	$0.43^{a}\pm0.02$	$0.71^{b}\pm0.04$	$1.82^{c}\pm0.04$	$0.46^{c}\pm0.04$	$1.50^{c}\pm0.04$	$2.25^{c}\pm0.03$
0.8	--	$0.40^{a}\pm0.04$	$1.64^{b}\pm0.05$	$0.31^{b}\pm0.02$	$1.16^{b}\pm0.07$	$1.84^{b}\pm0.03$
1.0	--	--	$1.46^{a}\pm0.05$	$0.16^{a}\pm0.01$	$0.37^{a}\pm0.02$	$1.62^{a}\pm0.04$

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

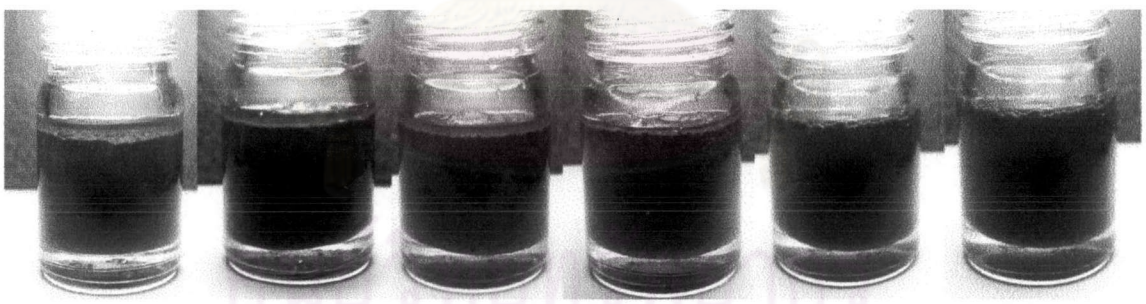
a,b,c,... ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

ปริมาณที่เติม (ร้อยละโดยน้ำหนักของสาร ต่อน้ำหนักเนยงาดำ)

รูปที่ 4.15 การแยกชั้นของน้ำมันในเนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ0.2-1.0 โดยน้ำหนักของสารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 4 สัปดาห์



0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

ปริมาณที่เติม (ร้อยละโดยน้ำหนักของสาร ต่อน้ำหนักเนยงาดำ)

รูปที่ 4.16 การแยกชั้นของน้ำมันในเนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ0.2-1.0 โดยน้ำหนักของสารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 4 สัปดาห์

0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

ปริมาณที่เติม (ร้อยละโดยน้ำหนักของสาร ต่อน้ำหนักเนยงาดำ)

รูปที่ 4.17 การแยกชั้นของน้ำมันในเนยงาดำที่เติม TG ร้อยละ0.2-1.0 โดยน้ำหนักของสารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 4 สัปดาห์

0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

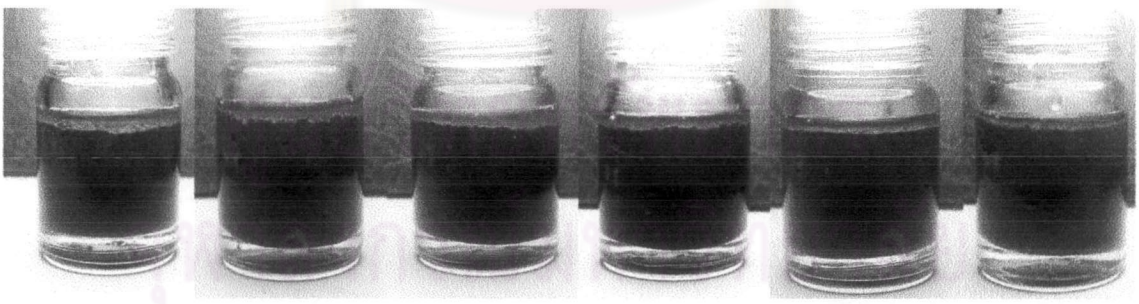
ปริมาณที่เติม (ร้อยละโดยน้ำหนักของสาร ต่อน้ำหนักเนยงาดำ)

รูปที่ 4.18 การแยกชั้นของน้ำมันในเนยงาดำที่เติม TG ร้อยละ0.2-1.0 โดยน้ำหนักของสารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 4 สัปดาห์

0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

ปริมาณที่เติม (ร้อยละโดยน้ำหนักของสาร ต่อน้ำหนักเนยงาดำ)

รูปที่ 4.19 การแยกชั้นของน้ำมันในเนยงาดำที่เติม DMG ร้อยละ0.2-1.0 โดยน้ำหนักของสารเมื่อเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 4 สัปดาห์



0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

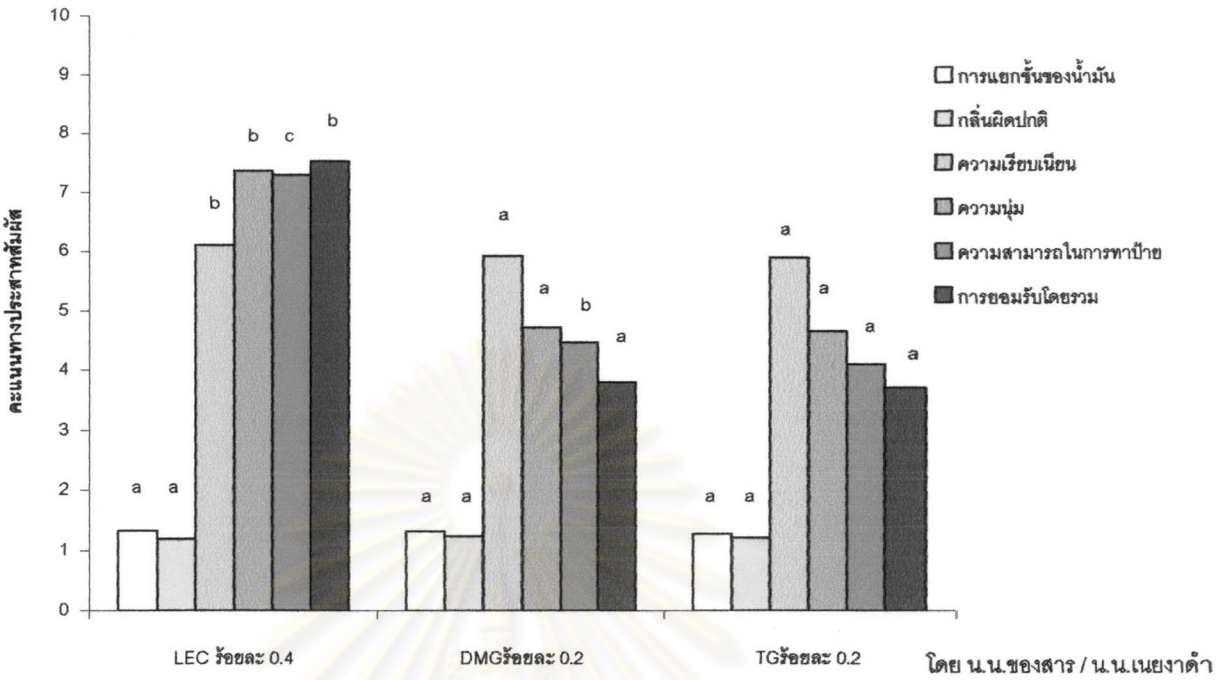
ปริมาณที่เติม (ร้อยละโดยน้ำหนักของสาร ต่อน้ำหนักเนยงาดำ)

รูปที่ 4.20 การแยกชั้นของน้ำมันในเนยงาดำที่เติม DMG ร้อยละ0.2-1.0 โดยน้ำหนักของสารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 4 สัปดาห์

พบว่าปริมาณของสารให้ความคงตัวมีผลต่อปริมาณน้ำมันที่แยกชั้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงในตารางที่ ฉ.28-30 ภาคผนวก ฉ) โดยการเติมสารให้ความคงตัวในปริมาณมากจะทำให้น้ำมันเกิดการแยกชั้นได้น้อยกว่าเนยงาดำที่เติม LEC จะเกิดการแยกชั้นของน้ำมันขึ้นเมื่อสัปดาห์ที่ 3 ทั้งอุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียส แต่ที่ 45 องศาเซลเซียสมีเพียงการเติมที่ร้อยละ 0.6 0.8 และ 1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของเนยงาดำเท่านั้นที่ไม่เกิดการแยกขั้นของน้ำมัน ส่วนเนยงาดำที่เติม TG และ DMG จะเกิดการแยกชั้นของน้ำมันขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ซึ่งมีเพียงเนยงาดำที่เติม TG ร้อยละ 0.8 และ1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของเนยงาดำ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และ ร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของเนยงาดำ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสเท่านั้นที่ไม่เกิดการแยกขั้นของน้ำมัน และเมื่อพิจารณาถึงชนิดของสารให้ความคงตัวพบว่า LEC จะมีความสามารถในการป้องกันการแยกชั้นของน้ำมันได้ดีที่สุดเมื่อปริมาณที่เท่ากันในเนยงาดำ รองลงมาคือ TG และน้อยที่สุดคือ DMG

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ 0.2 และ0.4 โดยน้ำหนักสารต่อน้ำหนักเนยงาดำจะมีการยอมรับโดยรวมสูงที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) ส่วนเนยงาดำที่เติม DMG และ TG ร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักสารต่อน้ำหนักเนยงาดำจะมีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด ดังนั้นจึงนำเนยงาดำทั้ง 3 ตัวอย่างนี้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสอีกครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.21

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ค่าเฉลี่ยจากการทดลองโดยใช้ผู้ชิมกึ่งฝึกฝน 20 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ
a,b,c,...ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละตัวอย่างหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.21 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ 0.4 DMG และ TG ร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักสารต่อน้ำหนักเนยงาดำ

พบว่าเนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ 0.4 DMG และTG ร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักสารต่อน้ำหนักเนยงาดำจะมีคะแนนด้านการแยกชั้นของน้ำมันและกลิ่นผิดปกติของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงในตารางที่ ฉ.31 ภาคผนวก ฉ) ในด้านความเรียบเนียน ความนุ่ม และความสามารถในการทาป้าย เนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักสารต่อน้ำหนักเนยงาดำจะมีคะแนนสูงที่สุด ทำให้เนยงาดำที่เติม LEC ร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักสารต่อน้ำหนักเนยงาดำได้รับการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือกการเติม LEC ร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักสารต่อน้ำหนักเนยงาดำเพื่อป้องกันการแยกชั้นของน้ำมัน

4.4 ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนยงาดำ

4.4.1 คุณภาพทางเคมี

เมื่อนำเนยงาดำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าได้ผลดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 องค์ประกอบทางเคมีของเนยงาดำที่เติมน้ำตาลร้อยละ 26 และ LEC ร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของเนยงาดำ

องค์ประกอบทางเคมี	ค่าเฉลี่ย[1] ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละโดยน้ำหนัก
ไขมัน	37.05 ± 0.67
โปรตีน	17.68 ± 0.10
เถ้า	4.84 ± 0.01
ความชื้น	1.99 ± 0.12
เส้นใย	4.75 ± 0.03
คาร์โบไฮเดรต *	33.69
Aw	0.31 ± 0.00

* คิดจาก100 – (ไขมัน + โปรตีน + เถ้า + ความชื้น + เส้นใย)

[1]ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.19 พบว่าเนยงาดำมีปริมาณไขมันถึงร้อยละ 37.05 อีกทั้งยังมีคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนปริมาณสูงนั่นคือร้อยละ 33.69 และ17.68 แต่มีความชื้นและค่า Water activity ต่ำ ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้ยาก เมื่อนำเนยงาดำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบของกรดไขมันโดยวิธี Gas Chromatography จะได้ผลดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 องค์ประกอบของกรดไขมันในเนยงาดำที่เติมน้ำตาลร้อยละ 26 และ LEC ร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของเนยงาดำ

กรดไขมัน	ปริมาณที่พบ (ร้อยละโดย น.น.กรดไขมัน ต่อ น.น.ไขมันทั้งหมด) ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- กรดไขมันอิ่มตัว	
Palmitate (C16:0)	10.49 ± 0.09
Stearate (C18:0)	6.33 ± 0.04
Arachidate (C20:0)	0.90 ± 0.03
รวม	17.72
- กรดไขมันไม่อิ่มตัว	
Oleate (C18:1)	35.50 ± 0.06
Linoleate (C18:2)	46.45 ± 0.18
Linolenate (C18:3)	0.32 ± 0.02
รวม	82.27

จากตารางที่ 4.20 พบว่าเนยงาดำเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงมาก โดยมีถึงร้อยละ 82.27 โดยน้ำหนักของกรดไขมันต่อน้ำหนักไขมันทั้งหมดซึ่งเป็นกรดลิโนเลอิค และโอเลอิคร้อยละ 35.50 และ 46.45 ตามลำดับ ส่วนกรดไขมันอิ่มตัวมีเพียงร้อยละร้อยละ 17.72 เท่านั้น และเป็นกรดพาลมิติกถึงร้อยละ 10.49 โดยน้ำหนักของกรดไขมันต่อน้ำหนักไขมันทั้งหมด

4.4.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

การตรวจผลทางจุลินทรีย์สำหรับเนยงาดำได้ผลดังตารางที่ 4.21

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่มีในผลิตภัณฑ์เนยงาดำที่เติมน้ำตาลร้อยละ 26 และ LEC ร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักของสารต่อน้ำหนักของเนยงาดำ

ชนิด	ปริมาณ (โคโลนี / กรัม)
จุลินทรีย์ทั้งหมด	< 5
ยีสต์ และ รา	< 10

เชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบมีน้อยมากทั้งการตรวจจุลินทรีย์ทั้งหมด และการตรวจยีสต์และรา นั่นคือ น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อเนยงาดำ 1 กรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย