

검을 이용한 저열량 마요네즈의 제조 및 유화안정성

이미옥[†] · 송영선*

영산대학교 외식경영전공
*인제대학교 식품생명과학부

Manufacture and Stability of Low Calorie Mayonnaise Using Gums

Mi-Ock Lee[†] and YoungSun Song*

Major in Food Service Management, Youngsan University, Yangsan 626-847, Korea

*School of Food and Life Science, Biohealth Products Research Center, Inje University, Kimhae 621-749, Korea

Abstract

Four kinds of low calorie mayonnaises containing 1.2% of sodium alginate, 1.0% of guar gum, 1.0% and 1.2% of xanthan gum and one control mayonnaise containing 78.5% of oil without gums were manufactured in pilot scale. Fresh control mayonnaise was higher in viscosity and turbidity than low calorie mayonnaise with gums. During storage at -10°C , viscosity and turbidity of control mayonnaise decreased sharply, whereas those of low calorie mayonnaise with gums decreased slightly. Scanning electron microscopy showed that fresh mayonnaise was composed of heterogeneous population of dispersed spherical oil droplets ($<10\ \mu\text{m}$), and oil droplet size of control mayonnaise was smaller than any other low calorie mayonnaise. During storage at -10°C , a shift in oil droplet size toward larger oil droplets was frequently observed in control mayonnaise as a result of coalescence of oil droplets. Oil separation and turbidimetric study also confirmed that coalescence of oil droplets was occurring during this accelerated aging treatments.

Key words: gum, low calorie mayonnaise, guar gum, sodium alginate, xanthan gum

서 론

지방의 과잉 섭취는 총열량을 증가시켜 여분의 지방을 체내에 축적하게 되므로 비만을 야기하고, 비만은 만성퇴행성 질환의 원인이 되고 있다(1). 미국과 일본의 경우 지방의 섭취량이 꾸준히 증가하고 있으며 우리나라도 70년대 경제 성장 이후 경제적인 풍요로움과 더불어 최근 수년동안 지방의 섭취량이 꾸준히 증가하고 있는 추세이다(2). 보건복지부의 국민영양조사결과보고에 의하면 지방 섭취량은 지속적인 증가를 보여 도시의 경우 1975년 25 g, 1985년 31.4 g, 1995년 40.3 g으로 나타났다. 이것은 서구인에 비하면 아직 낮은 편이나 꾸준히 증가하고 있음에 주목해야 할 것이다. 또한 식생활의 서구화, 패스트푸드의 범람 등으로 지방의 섭취량은 더욱 높아질 것으로 전망된다. 이와 같은 지방 섭취량의 증가는 저열량 식품 혹은 저지방 식품에 대한 욕구를 낳았으며 지방 대체물질의 연구로 이어졌다. 지방대체물질로서는 그 출처에 따라 탄수화물계 지방대체물질, 지방계 지방대체물질, 단백질계 지방대체물질로 나누어져 활발한 연구가 진행되고 있다.

고지방 식품 중의 하나인 마요네즈는 1972년 우리나라에

시판되기 시작하여 매년 20~30%의 매출성장을 거듭해 왔으나 1990년부터는 다소 둔감한 신장률을 보이기 시작하였다(3). 외국에서는 지방 섭취량에 민감한 소비자들의 욕구에 부응하여 고지방 식품인 마요네즈를 개선하여 기능성을 부여하거나 열량을 줄이는 작업이 이루어져서 저열량 마요네즈 상품이 개발되어 미국, 일본 등지에서는 이미 여러 종류의 저열량 마요네즈가 시판되고 있다. 뿐만 아니라 저열량 샐러드 드레싱의 소비가 고지방 마요네즈보다 많다고 보고되고 있고(4), 현재 미국 전체 인구의 60%가 저지방 마요네즈 혹은 드레싱을 소비하고 있는 것으로 조사되었다(Control Council, 1996). 그러나 우리나라 시장에서는 저열량 마요네즈 혹은 드레싱의 상품화가 매우 미미하며 학계의 연구 또한 저열량 마요네즈에 관한 것은 거의 없으나, 변성 전분을 32%까지 첨가하여 실험실 규모에서 기름의 사용량을 약 50%(열량은 기존 마요네즈보다 20% 감소)까지 감소시켰다는 보고가 있을 뿐이다(5).

마요네즈와 드레싱의 제조시 식용유의 양을 줄이고 대체물질로 검을 첨가하여 저지방 마요네즈를 만든 여러 연구 보고들이 있다(6-9). 즉, 웨이 단백질을 이용한 저지방 마요네즈와 샐러드 드레싱의 제조 시 구아검의 첨가가 좋은 입안

[†]Corresponding author. E-mail: smilelee@ysu.ac.kr
Phone: 82-55-380-9269. Fax: 82-55-380-9269

촉감을 유도하였다(10-14). 0.1~0.5%의 크산탄겜과 알긴산 나트륨이 식품의 점도와 입안 촉감을 위해 사용되어지고 있다(15). 또한 샐러드 드레싱에 로커스트콩겜과 전분을 혼용하기도 한다(16-18). 그러나 어떤 종류의 전분과 겜이 마요네즈의 물성 및 관능적 성질에 적당한가에 관한 체계적인 보고는 아직 없다. 따라서, 지방대체물질을 적게 사용하면서도 열량을 효과적으로 감소시킬 수 있고 또한 기존의 마요네즈와 비슷한 물성을 갖는 마요네즈 개발에 대한 연구가 필요하다.

본 연구의 예비실험단계에서 약 20종의 겜을 이용하여 그 특성을 조사하였고(19), 그 결과 마요네즈의 기름을 줄이면서 지방대체물질로 적합하다고 판단되는 겜의 종류와 적정 농도를 결정하여 유효안정성을 검증하였다(20). 본 논문에서는 예비 실험 단계의 결과를 이용하여 오투기 중앙연구소에서 마요네즈를 제조하였으며 유효안정성의 측정을 다각적으로 실시하여 겜을 지방대체물질로 이용한 저열량 마요네즈의 안정성을 확인하고자 하였다. 또한 유효안정성을 점도, 탁도, 기름의 분리도와 같은 간접적인 방법이지만 타 방법에 비해 비교적 용이한 방법과, computerized imaging system (CIS)과 Coulter counter에 의한 지방구의 크기를 직접적으로 측정해보는 방법 그리고 CIS에 의한 지방구의 미세구조를 관찰하는 등 다각적인 이들 간의 일치성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

마요네즈의 제조 방법

실험실 규모에서 결정된 기름(대두유)과 지방대체물질의 농도에 따라 오투기 중앙 연구소에서 저열량 마요네즈를 제조하였다. 재료배합 비율은 Table 1과 같이 난황 12%, 식초 3.0%, 소금 1.5%, 설탕 1.0%으로 하였으며 난황은 가열냉동 난황을 첨가하였다. 가열난황은 냉동, 열풍 건조, 동결 건조 등에 의해 마요네즈의 안정성을 감소시키고 저온 살균처리

Table 1. Formula of mayonnaise with gums (%)

Ingredients	Control ¹⁾	Guar gum ²⁾	Sodium alginate ³⁾	Xanthan gum ⁴⁾	Xanthan gum ⁵⁾
Egg yolk	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Soybean oil	78.5	40.0	40.0	40.0	40.0
Vinegar	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Salt	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Sugar	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Gum	0.0	1.0	1.2	1.0	1.2
Water	4.0	41.5	41.3	41.5	41.3
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

¹⁾Mayonnaise with 78.5% oil and without gum.
²⁾Low calorie mayonnaise with 1.0% guar gum.
³⁾Low calorie mayonnaise with 1.2% sodium alginate.
⁴⁾Low calorie mayonnaise with 1.0% xanthan gum.
⁵⁾Low calorie mayonnaise with 1.2% xanthan gum.

에 의해 마요네즈의 뻘뻘함을 다소 증가시키는 등의 문제점이 있으나(21), 식품회사에서는 공정의 간편화와 보관상의 장점을 지닌 가열난황을 사용하고 있다. 제조 공정은 가열난황, 소금, 설탕, 수화시킨 겜을 진공 혼합기(25AMV-QR, 品川工業所, 日本)로 5분 동안 예비 교반하였다. 계속 교반하면서 5분간에 걸쳐 대두유를 첨가하고 1분간 식초를 첨가하였다. 2분간 마무리 교반을 한 후, colloid mill(ND-2, Q.P.株式会社, 日本)을 이용하여 균질화하였다.

유효안정성 실험

마요네즈의 저장에 따른 유효안정성을 측정하기 위해 accelerated aging test를 실시하였다. 즉, 시료를 -10°C에서 냉동 저장하면서 1일, 2일 저장한 후의 유효안정성을 측정하였다. 유효안정성 실험으로는 점도, 탁도, 기름의 분리도, computerized imaging system과 Coulter counter에 의한 기름의 분리도 및 주사전자현미경에 의한 미세구조를 관찰하였다.

점도 측정 : 시료 250~300 g의 시료를 비이커에 취하여 점도계(Model RV, Brookfield Engineering Laboratories, Inc., USA)로 실시하였다.

탁도 측정 : 시료 0.02~0.05 g을 100 mL 삼각 플라스크에 취하여 0.1% sodium dodecyl sulfate(SDS)용액으로 1:1000 비율로 희석한 다음 polytron homogenizer(Brinkmann, USA)로 3분간 교반하였다. 이것을 2시간 방치한 다음 분광광도계(UV-2000, Hitachi, Japan)로 500 nm에서 흡광도를 측정하여 탁도로 나타내었다.

기름의 분리도 측정 : 시료 40~50 g을 원심분리 튜브에 취하여 원심분리기(J2-21, Beckman, USA)로 1,960×g에서 30분간 원심분리하였으며 이때 분리되는 기름의 양을 측정하였다.

지방구의 크기 측정 : CIS에 의한 지방구의 크기에 의한 측정은 250 mL 삼각 플라스크에 시료 약 0.5 g을 취한 다음 0.1% SDS용액에 글리세롤을 10%로 넣은 후 2% sudanIV 2 mL을 넣고 세계 혼든다. 이것을 2시간 방치한 다음 광학 현미경으로 관찰하여 사진을 찍은 다음 컴퓨터에 연결된 비디오 테이프에 화면을 저장하였으며, 이것을 인쇄하여 직경을 측정하였다. 각 시료당 무작위로 4회 실시하였다. Coulter counter에 의한 측정은 Coulter counter(TA2, Coulter Electronic, England)로 50 μm 및 100 μm aperture를 사용하여 측정하였다. 시료의 현탁액은 Isoton II(생리 식염수)를 사용하였으며, 현탁액 중의 입자가 aperture의 세공(細孔)을 통과할 때 생기는 전기적 저항의 변화를 증폭시켜 입자의 수와 체적을 측정하고, 크기별 체적 백분율을 자동 기록시켜 평균 크기로 나타내었다.

주사전자현미경에 의한 미세구조 관찰 : 5% glutaraldehyde를 넣은 작은 튜브에 시료 0.1~0.2 g을 넣은 다음 4°C에서 12시간 고정된 뒤 증류수로 3회 세척하였다. 이것을 실온에서 1% osmium tetroxide(OsO₄)로 1시간 동안 고정된 후 증류수로 세척하고 acetone 30%, 60%, 90%, 100%에서 각각

5~10분간 탈수하였다. 이것을 동결건조하여 gold coating 후 주사전자현미경(JEOL 35 SEM, Japan)으로 15KV accelerating voltage에서 관찰하였다.

결과 및 고찰

실험실 규모에서 결정된 기름(대두유) 40%에 구아검 1.0%, 알긴산나트륨 1.2%, 크산탄검 1.0% 및 1.2%의 배합 비율을 토대로 하여 오투기 중앙연구소에서 마요네즈를 제조하였다. 이 때 기준마요네즈(Control 마요네즈)는 기름의 양을 78.5%로 하고 지방대체물질을 첨가시키지 않았다. 유화안정성 실험으로는 점도, 탁도, 기름의 분리도, CIS와 Coulter counter에 의한 기름의 분리도 및 주사전자현미경에 의한 미세구조를 관찰하였다. 특히, 점도, 탁도, 기름의 분리도는 신선할 때와 냉동 저장 1일, 2일 후 실시함으로써 저장에 따른 유화안정성의 변화를 측정하였다. 또한 탁도는 냉동 저장 상태 및 5개월 동안의 실온 저장 상태에서의 탁도를 측정함으로써 accelerated aging test에 의한 탁도와 실온 저장에서의 탁도를 서로 비교해보고자 하였다.

저장에 따른 점도의 변화

신선한 상태에서는 기름을 40%로 하고 지방대체물질로 구아검 1.0%, 알긴산나트륨 1.2%, 크산탄검 1.0% 및 1.2%를 첨가한 저열량 마요네즈의 점도는 각각 105,000 cp, 87,500 cp, 145,000 cp, 150,000 cp로 나타났다(Table 2). 기름을 78.5%로 하고 검을 첨가하지 않은 기준 마요네즈의 점도는 270,000 cp로 나타나 검류를 첨가한 저열량 마요네즈보다 높게 나타났다. 그러나, 이들의 냉동 저장 1일, 2일 후의 점도의 변화(Table 2)를 보면 검류를 첨가한 저열량 마요네즈의 점도는 매우 완만하게 감소하였으나, 기준 마요네즈의 점도는 냉동 저장 1일, 2일 후 각각 145,000 cp, 80,000 cp로 급격하게 감소하였다.

이와 같은 결과는 Cha 등(22)의 연구에서 난황 6.5%, 기름 78.5% 첨가 마요네즈의 점도가 신선한 경우 170,000 cp로 나타난 결과와 비교하여 볼 때 구아검 1.0%, 알긴산나트륨

1.2% 첨가 저열량 마요네즈의 점도가 낮은 것으로 나타났으며 크산탄검 1.0% 및 1.2%를 첨가한 저열량 마요네즈의 점도와는 유사하게 나타났고 기준 마요네즈의 점도는 매우 높게 나타났다. 그러나 Cha 등(22)의 연구에서 냉동 저장 2일 후의 점도가 85,000 cp로 나타난 결과와 비교해 볼 때 구아검 1.0%, 알긴산나트륨 1.2% 저열량 마요네즈는 약간 낮은 점도를 보이나 크산탄검 1.0% 및 1.2%를 첨가한 저열량 마요네즈 및 기준 마요네즈와는 유사하게 나타났다. 또한 Song 등(23)의 연구에서 식초 3%, 기름 79%로 하여 제조한 마요네즈의 점도가 신선한 상태의 경우 16,500 cp로 나타난 결과와 비교하면 구아검 1.0%, 알긴산나트륨 1.2%, 크산탄검 1.0% 및 1.2%를 첨가한 저열량 마요네즈 그리고 기준 마요네즈가 매우 높은 점도를 보이는 것으로 나타났다. 이러한 차이는 마요네즈 제조방법의 차이에 따른 것으로 사료된다.

저장에 따른 탁도의 변화

Accelerated aging test에 의한 탁도의 변화: 신선한 상태에서는 기름을 40%로 하고 지방대체물질로 구아검 1.0%, 알긴산나트륨 1.2%, 크산탄검 1.0% 및 1.2%를 첨가한 저열량 마요네즈의 탁도는 각각 0.87, 1.30, 0.34, 0.49로 나타났으며 기준 마요네즈의 탁도는 1.81로서 가장 높게 나타났다(Table 2). 검류를 첨가한 저열량 마요네즈 중에서는 크산탄검 1.0% 첨가 마요네즈의 탁도가 가장 낮게 나타났고 알긴산나트륨 1.2% 첨가 마요네즈의 탁도가 가장 높게 나타났다. 이들의 냉동저장 1일, 2일 후의 탁도의 변화를 보면(Table 2) 검류를 첨가한 저열량 마요네즈는 조금 증가하거나 혹은 미미한 감소를 보인데 반해 기준 마요네즈에서는 급격히 감소하는 것으로 나타났다.

Song 등(23)의 연구에서 식초 3%, 기름 79%로 하여 제조한 마요네즈의 탁도가 신선한 상태의 경우 0.854로 나타났는데 비해 본 결과 즉, 알긴산나트륨 1.2% 첨가 마요네즈와 기준 마요네즈의 탁도가 각각 1.30, 1.81로서 매우 높게 나타났으며 구아검 1.0%를 첨가한 저열량 마요네즈의 탁도는 0.87로서 유사하게 나타났고 크산탄검 1.0%, 1.2%를 첨가한 저열량 마요네즈의 탁도는 각각 0.34, 0.49로서 낮게 나타났다. 그러

Table 2. Changes in viscosity, turbidity, and oil separation of low calorie mayonnaise with gums during storage at -10°C ⁸⁾

Kinds of mayonnaise	0 day			1 day			2 day		
	Viscosity (cp)	Turbidity	Oil separation (%)	Viscosity (cp)	Turbidity	Oil separation (%)	Viscosity (cp)	Turbidity	Oil separation (%)
Control ¹⁾	270,000	1.81 ± 0.01 ⁶⁾	- ⁷⁾	145,000	1.43 ± 0.01	0.31	80,000	0.61 ± 0.00	10.54
Guar gum ²⁾	87,500	0.87 ± 0.02	-	100,000	0.86 ± 0.01	-	72,500	0.56 ± 0.04	-
Sodium alginate ³⁾	105,000	1.30 ± 0.03	-	45,000	0.74 ± 0.01	0.04	62,500	0.83 ± 0.03	0.08
Xanthan gum ⁴⁾	145,000	0.34 ± 0.02	-	105,000	0.49 ± 0.01	-	85,000	0.51 ± 0.01	-
Xanthan gum ⁵⁾	150,000	0.49 ± 0.02	-	100,000	0.61 ± 0.01	-	80,000	0.68 ± 0.01	-

¹⁾ ⁵⁾ See Table 1.

⁶⁾ Mean ± SD.

⁷⁾ No separation observed.

⁸⁾ Measurement performed at 28°C.

나, 냉동 저장 2일 후의 탁도는 모든 경우에서 Song 등(23)의 0.470보다 높게 나타났다. 또한 Song(24)의 난황 6%, 기름 72%로 제조한 마요네즈의 탁도가 신선한 상태의 경우 0.269로 나타나 본 연구의 결과에 비해 매우 낮은 수치이며 이것은 난황 함량의 차이인 것으로 판단된다.

실온 저장에 의한 탁도의 변화 : 실온 저장에 따른 탁도의 변화는 Table 3과 같다. 5개월 실온 저장 후의 탁도가 기준 마요네즈, 구아검 1.0%, 알긴산나트륨 1.2%, 크산탄검 1.2% 첨가 저열량 마요네즈에서 각각 1.644, 0.605, 1.055, 0.345로 나타나 탁도의 저하가 매우 미미한 것으로 보인다. 즉, 5개월 동안의 실온 저장은 기준 마요네즈와 겉류를 첨가한 저열량 마요네즈 모두 유효안정성을 그대로 유지하는 것으로 나타났다. 따라서, 실온에서 장기간 저장하면서 유효안정성을 측정하는 것이 다소 번거롭다고 볼 때, accelerated aging test는 비교적 짧은 시간 내에 효율적으로 유효안정성을 측정할 수 있는 방법이라 생각된다. 또한 이와 같은 결과는 겉류를 첨가한 저열량 마요네즈가 상품화될 경우 기존의 마요네즈와 유통과정을 달리 하지 않아도 무방하다고 할 수 있는 근거자료가 된다고 판단된다.

저장에 따른 기름의 분리도 변화

신선한 상태에서는 기준마요네즈와 구아검 1.0%, 알긴산나트륨 1.2%, 크산탄검 1.0%, 1.2%를 첨가한 저열량 마요네즈 모두 기름의 분리가 일어나지 않아서 이들 모두 매우 안정한 유효상태를 유지하는 것으로 나타났다(Table 2). 그러나 냉동 저장 1일 후 기준 마요네즈에서 0.31%, 알긴산나트륨첨가 저열량 마요네즈에서 0.04%의 기름이 분리되었고 나머지 저열량 마요네즈에서는 기름의 분리가 없었다. 냉동 저장 2일 후 기름의 분리는 기준 마요네즈에서 10.54%, 알긴산나트륨 첨가 마요네즈에서 0.08%로 나타났으며, 나머지 저열량 마요네즈에서는 기름의 분리가 없었다. 이러한 결과는 기준 마요네즈가 냉동저장에 의한 유효안정성이 가장 낮으며 구아검과 크산탄검을 첨가한 저열량 마요네즈는 저장에 의한 유효안정성이 매우 높다는 것을 의미한다.

Table 3. Changes in turbidity of low calorie mayonnaise with gums during storage at room temperature⁶⁾

Storage	Control ¹⁾	Guar gum ²⁾	Sodium alginate ³⁾	Xanthan gum ⁴⁾
0 month	1.810±0.01 ⁵⁾	0.870±0.02	1.300±0.03	0.340±0.02
1 month	1.787±0.05	0.728±0.04	1.250±0.02	0.360±0.01
2 month	1.700±0.01	0.728±0.01	1.180±0.05	0.355±0.02
3 month	1.709±0.01	0.730±0.01	1.104±0.01	0.350±0.01
4 month	1.700±0.01	0.611±0.01	1.065±0.02	0.350±0.01
5 month	1.644±0.01	0.605±0.02	1.055±0.01	0.345±0.02

¹⁾Mayonnaise with 78.5% oil and without gum.
²⁾Low calorie mayonnaise with 1.0% guar gum.
³⁾Low calorie mayonnaise with 1.2% sodium alginate.
⁴⁾Low calorie mayonnaise with 1.2% xanthan gum.
⁵⁾Mean±SD.
⁶⁾Measured by absorbance at 500 nm.

이상의 결과는 Cha 등(22)의 연구에서 난황 6.5%, 기름 78.5%로 제조한 마요네즈를 3시간 동안 진동 원심분리한 결과 1.44%의 기름 분리를 보였다는 보고와 비교하였을 때 본 실험의 겉류를 첨가한 저열량 마요네즈가 매우 낮은 기름의 분리를 보였다. 또한 Song 등(23)이 식초 3%, 기름 79%로 하여 제조한 신선한 상태의 마요네즈에서 기름의 분리가 일어나지 않았고, 냉동저장 1일, 2일 후 각각 8.4%, 67.04%의 기름의 분리가 있었다는 보고에 비해 본 실험의 겉류를 첨가한 저열량 마요네즈가 유효안정성이 더 좋은 것으로 나타났다.

지방구의 크기

직접적인 지방구의 크기를 측정하는 것은 방법에 따라 차이는 있으나 기계 이용 상의 애로, 전 처리의 시간과 번거로움 때문에 대체로 점도, 탁도 등을 측정함으로써 지방구의 크기를 간접적으로 판단하고 있다. 그러나, 본 실험에서는 직접적인 지방구의 크기를 CIS와 Coulter counter로 측정하였으며 그 결과를 비교하였다.

CIS에 의한 지방구의 크기 : CIS에 의해 측정된 화면을 인쇄하여 모든 지방구의 직경을 직접 측정하였으며 각 마요네즈의 지방구 직경에 따른 분포를 백분율로 나타내었다(Table 4). 이 방법으로는 지방구의 크기를 정확하게 측정할 수는 없으나 지방구의 크기에 따른 분포도를 확인할 수 있다. 기준 마요네즈에서 지방구 직경은 분포가 0.45 μm에서 4.56 μm까지 분포되어 있으며 특히, 약 2.28 μm의 지방구가 59.37%를 차지하였다. 구아검을 첨가한 저열량 마요네즈는

Table 4. Frequency distribution of diameters of lipid droplets of low calorie mayonnaise with gums (%)

Diameters (μm)	Frequency distribution			
	Control ¹⁾	Guar gum ²⁾	Sodium alginate ³⁾	Xanthan gum ⁴⁾
0.45	2.93	3.12	5.14	1.29
0.91	4.07	2.17	8.91	1.18
1.36	4.83	3.53	17.42	4.53
1.82	7.13	5.79	24.22	7.45
2.28	59.37	10.35	12.54	3.99
2.93	19.70	62.20	12.87	4.31
3.19	0.77	6.10	7.72	8.84
3.65	0.84	5.14	4.55	11.20
4.10	0.12	1.17	3.30	14.09
4.56	0.24	0.27	1.91	13.50
4.86		0.15	0.66	8.42
5.47		0.01	0.39	9.28
5.93			0.06	5.07
6.39			0.06	2.91
6.84			0.19	1.61
7.30			0.06	0.64
7.76				0.53
8.21				0.32
8.67				0.32
9.13				0.21
9.58				0.21
10.04				0.10

^{1) 4)}See Table 3.

지방구의 직경이 0.45~5.47 μm 까지 분포되어 있으며 약 2.93 μm 의 지방구가 전체 지방구의 62.20%로 나타났다. 알긴산나트륨을 첨가한 저열량 마요네즈는 지방구 직경의 분포가 0.45 μm 에서 7.30 μm 사이로 나타났으며 직경이 1.82 μm 인 지방구가 24.22%로 나타났다. 크산탄검 1.2%첨가 저열량 마요네즈의 지방구 직경은 0.45~10.4 μm 분포를 이루어 다른 마요네즈에 비해 다소 넓은 범위로 할 수 있으며 이는 지방구의 크기가 매우 다양하다는 것을 의미한다. 기준 마요네즈와 구아검, 알긴산나트륨을 첨가한 저열량 마요네즈는 그 지방구의 직경이 각각 2.28, 2.93, 1.82 μm 를 중심으로 정규분포를 이루는 것으로 나타났다. 이와 같이 검류를 첨가한 저열량 마요네즈와 기준 마요네즈의 지방구의 크기 차이는 마요네즈의 제조 시 검류를 첨가한 마요네즈의 균질화가 기준 마요네즈의 균질화보다는 어렵기 때문이라고 판단되는데, 이것은 검류의 점탄성 때문이기도 하지만 검류가 유화에 직접 참여하는 것이 아니라 물 층에 존재하면서 형성된 유화상태를 안정화시키는 작용을 하기 때문으로 사료된다.

Song(25)의 연구에서, 시중에서 구입한 두 종류의 마요네즈 지방구 직경이 0.5 μm 에서 20.0 μm 까지 분포한다고 보고하였는데 이와 비교해볼 때 본 실험에서 검류를 첨가한 저열량 마요네즈의 지방구 직경은 좁은 범위에 분포되어있는 것으로 나타났다. 이는 난황의 비율, 난백 혼입의 유무, 지방구의 측정방법, 시판 마요네즈의 유통기한의 문제 등에 따른 것으로 사료된다.

Coulter counter에 의한 지방구의 크기 : Coulter counter에 의한 지방구의 크기 측정 결과는 Table 5와 같다. 기준 마요네즈 지방구의 평균 직경은 4.1 μm 로서 지방구의 크기가 가장 작은 것으로 나타났으며 구아검, 알긴산나트륨, 크산탄검 1.2% 첨가 저열량 마요네즈가 각각 4.8, 5.6, 6.7 μm 로 나타났다. 이것은 CIS에 의한 지방구의 크기 측정 결과에서 지방구 크기의 분포도가 좁을수록 Coulter counter의 결과가 작게 나타나고 CIS에 의한 지방구의 크기 측정 결과에서 지방구 크기의 분포도가 넓을수록 Coulter counter의 결과가 크게 나타난다고 볼 때 CIS와 Coulter counter의 결과는 일치한다고 볼 수 있다.

Cha 등(22)의 연구에서 난황 6.5%, 기름 78.5%로 제조한 마요네즈 지방구의 크기가 7.6 μm 로 보고하였는데 본 실험의 구아검 1.0%, 알긴산나트륨 1.2%, 크산탄검 1.2% 첨가 저열량 마요네즈 지방구의 직경이 더 작은 것으로 나타났다. 따라서,

Table 5. Mean diameter of lipid droplets in low calorie mayonnaise with gums by Coulter counter (μm)

Kinds of mayonnaise	Diameter
Control ¹⁾	4.1
Guar gum ²⁾	4.8
Sodium alginate ³⁾	5.6
Xanthan gum ⁴⁾	6.7

^{1) 4)}See Table 3.

본 실험에서 제조한 검류를 첨가한 저열량 마요네즈는 매우 좋은 유화안정성을 가지는 것으로 나타났다.

주사전자 현미경에 의한 미세구조

기준 마요네즈와 구아검, 알긴산나트륨, 크산탄검 등을 첨가한 저열량 마요네즈를 신선할 때와 2일간 냉동 저장하였을 때의 미세구조를 주사전자현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 신선한 상태의 마요네즈에서 직경 10 μm 이하의 다양한 지방구들이 관찰되었는데, 기준 마요네즈와 알긴산나트륨첨가 마요네즈의 지방구 크기가 구아검이나 크산탄검 첨가 마요네즈에 비해 고르게 분포하고 있음이 관찰되었다. 이러한 결과는 Coulter counter에 의한 측정에서 기준 마요네즈와 구아검 첨가 마요네즈 지방구의 평균 직경이 가장 작았던 것과 비교할 때 꼭 일치하지는 않는다. 그러나, CIS의 결과에서 각 마요네즈의 지방구 크기 분포가 정상분포를 이룬다고 볼 때 그 정점의 수치(기준마요네즈는 2.28 μm , 구아검 첨가 저열량 마요네즈는 2.93 μm , 알긴산나트륨 첨가 저열량 마요네즈는 1.82 μm , 크산탄검 첨가 저열량 마요네즈는 4.10 μm)가 주사전자현미경의 관찰결과와 일치하는 것으로 나타났다. 즉 주사전자현미경 관찰에서 지방구 크기가 알긴산첨가 저열량 마요네즈가 가장 작고, 다음 순으로 기준 마요네즈, 구아검 첨가 저열량 마요네즈, 크산탄 첨가 저열량 마요네즈 순으로 관찰된다고 볼 때 CIS지방구 분포의 정점치의 순서와 일치한다는 것이다. 주사전자현미경에 의한 미세구조관찰은 냉동 저장 2일에서 그 차이가 확연히 나타나는데 기준 마요네즈의 경우 신선한 상태에 비해 크기가 매우 큰 지방구들이 관찰되어졌다(Fig. 1 A2). 그러나 구아검, 알긴산나트륨, 크산탄검 첨가 저열량 마요네즈의 지방구는 신선할 때에 비해 2일간 냉동 저장한 후 다소 커진 경향이 있으나 기준 마요네즈에서와 같은 큰 지방구는 관찰되지 않았다. 냉동 저장 중 지방구의 크기가 커지는 것은 지방구가 결정상으로 되면서 주변의 물 층을 돌파하여 지방구가 서로 접촉하게 되어 합일(合一)하기 때문이다(26). 이러한 합일 현상이 지나치게 되면 지방구를 둘러싼 계면 활성제가 압력을 이기지 못하고 파괴되어 기름의 분리 현상이 발생한다(26). 특히 기준 마요네즈에 비해 검류 첨가 마요네즈의 지방구 크기에 변화가 적은 것은 검류의 첨가가 동결 온도를 낮추었거나 마요네즈의 물 층에 존재하는 검류가 물과 수소 결합을 형성하여 존재함으로써 지방구 간의 접촉을 방해하고 지방구의 합일 현상을 막아서 지방구가 커지는 것을 지연 혹은 막기 때문으로 판단된다(27). Alginate는 소수성을 가지며 필름 또는 피막을 형성하는 성질이 있으며 sodium염을 사용할 경우 얼음 결정형성을 억제한다는 보고도 있다(27).

이와 같은 주사전자현미경에 의한 관찰 결과는 앞에서 설명한 점도, 탁도 및 지방구의 크기에 대한 결과를 확실하게 해준다. 즉, 신선한 상태에서 기준 마요네즈의 점도와 탁도는 검류를 첨가한 저열량 마요네즈에 비해 월등하게 높았는데 이것은 주사전자현미경에서와 같이 기준 마요네즈의 지방구

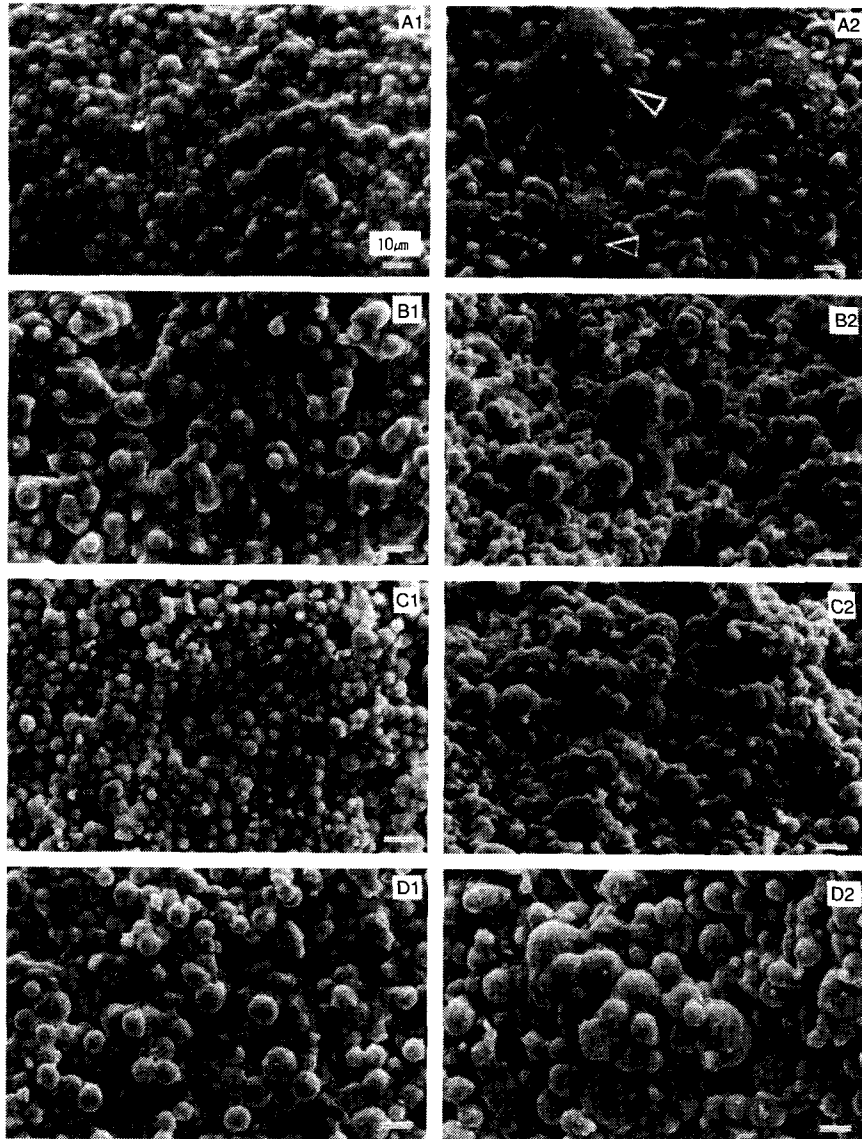


Fig. 1. Scanning electron micrographs of control mayonnaise (A) and low calorie mayonnaises with 1.0% guar gum (B), 1.2% sodium alginate (C) and 1.2% xanthan gum (D).

In A2, coalesced lipid droplets are frequently observed (arrows). 1: fresh mayonnaise, 2: stored for 48 hours, bar=10 µm.

크기가 균일하고 작았기 때문이다. 검류를 첨가한 저열량 마요네즈 중에서는, 주사전자현미경에서 지방구 크기가 가장 큰 크산탄검 첨가 마요네즈가 탁도측정 결과 가장 낮게 나타났다. 뿐만 아니라 냉동 저장 2일 후 기준 마요네즈의 점도와 탁도가 급속하게 감소하는 것으로 나타났는데 주사전자현미경에서 이들의 지방구가 매우 크게 관찰되는 것으로 보아 그 결과가 일치한다. 그러나, 검류를 첨가한 저열량 마요네즈는 탁도의 변화가 있기는 하지만 기준 마요네즈에 비해 완만하였는데 이는 주사전자현미경에서 지방구의 크기가 신선한 상태와 비교해 큰 차이가 없었다는 것과 일치하는 결과이다. 이것은 지방구의 크기가 작을수록 점도와 탁도가 높게 나타난다는 선행 연구들(22-25)과 일치하는 결과이다. 따라서 마요네즈의 유화안정성을 측정하는 방법에는 여러 가지

가 있으나, 지방구의 크기 분포는 주사전자현미경 관찰에 비해 비용절감과 편리성이 있다고 판단되는 CIS의 활용이 용이하다고 판단된다. 또한 점도, 탁도, 기름의 분리도 등의 측정이 다른 측정법에 비해 비교적 간단하고 효율적이라 하겠다. 이상의 결과는 신선한 상태에서는 검류를 첨가한 저열량 마요네즈의 유화안정성이 기준 마요네즈보다 우수하다고 보기는 어려우나 저장에 따른 유화안정성은 기준 마요네즈보다 월등히 우수하다는 것을 의미한다.

요 약

기름의 양을 40%로 줄이고, 지방대체물질로써 구아검, 알긴산나트륨, 크산탄검을 이용하여 오투기 중앙연구소에서

마요네즈를 제조하여 이들의 유화안정성을 측정하였다. 신선한 상태의 점도와 탁도는 검을 첨가한 저열량 마요네즈가 기준 마요네즈보다 낮게 나타났으나, 저장에 따른 점도와 탁도는 검류를 첨가한 저열량 마요네즈가 기준 마요네즈보다 높게 나타났다. 기름의 분리 현상은 신선한 상태에서는 전혀 일어나지 않았으나, 저장에 따른 기름의 분리현상은 검류를 첨가한 저열량 마요네즈보다 기준 마요네즈에서 더욱 현저하였다. 지방구의 크기는 신선한 상태에서는 검류를 첨가한 저열량 마요네즈가 기준 마요네즈보다 다소 크게 나타났다. 그러나, 저장 후에는 검류를 첨가한 저열량 마요네즈의 지방구는 큰 변화가 없었는데 반해 기준 마요네즈에서는 매우 큰 지방구가 관찰되었다. 마요네즈의 유화안정성을 측정하는 간접적인 방법으로 점도, 탁도, 기름의 분리도를 이용하였으며 직접적인 방법으로 CIS, Coulter counter를 이용하였는데 주사전자현미경에 의한 미세구조관찰에 의해 두 결과가 일치하는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 인제대학교 Biohealth Products Regional Research Center를 통해 지원된 과학 재단 연구비에 의해 수행되었으며 이에 감사를 드리는 바입니다.

문헌

- Lands WEM, Hamazaki T, Yamazaki K, Okuyama H, Sakai K, Goto Y, Hubbard VS. 1992. Changing dietary pattern. *Am J Clin Nutr* 51: 991-993.
- 보건복지부. 1997. '95국민영양조사결과보고서. p 42.
- 농수축산. 1993. 한국식품연감. p 414.
- Chiralt A, Ferragut V, Salazar JA. 1992. Rheological characterization of low-calorie milk-based salad dressings. *J Food Sci* 57: 200-202.
- Chun JA, Song ES. 1995. Sensory and physical properties of low-fat mayonnaise made with starch-based fat replacers. *Korean J Food Sci Technol* 27: 839-844.
- Haumann BF. 1986. Getting the fat out researchers seek substitutes for full-fat fat. *JAACS* 63: 278-288.
- Singhal RS, Pushpa RK. 1990. Utilisation of annaranthus (Rajgeera) starch in salad dressing. *Starch* 42: 52-53.
- Luallen TE. 1985. Starch as a functional ingredient. *Food Technology* 39: 59-63.
- Goldberg IG, Williams R. 1990. *Biotechnology and food ingredients: fat substitutes*. Van Nostrud Reinhold, New York. p 287-313.
- Daugaard L. 1994. Whey protein texturizer-hot news for cold mayonnaises. *Food Marketing and Technology* 8: 34-37.
- Daugaard L. 1993. Oil reduced and oil free mayonnaise and dressing. *Food Marketing and Technology* 7: 8-10.
- Institute of Food Technologist. 1989. Functionality of natural gums in food applications. *Food Technology* 43: 144-149.
- Dziezak JD. 1989. Fats, oil, and fat substitutes. *Food Technology* 43: 66-74.
- Glicksman M. 1982. Xanthan. In *Food hydrocolloids*. Boca R, ed. CRC Press, Florida. Vol 2, p 7-25.
- Labarge RG. 1988. The search for a low calorie oil. *Food Technology* 42: 114-117.
- Walter CY, Carl C. 1992. Application of starch-based fat replacers. *Food Technology* 46: 146-148.
- Hegenbart S. 1993. Navigating the road map: a case study fat reduction. *Food Product Design* 3: 32-37.
- Snell HM, Olsen AG. 1935. Emulsifier. *Eng Chem* 27: 1222-1223.
- Lee MO. 2002. Effect of concentration, pH and temperatures of gums on the viscosity. *J Youngsan University* 9: 63-74.
- Lee MO. 2002. Manufacture and stability of low calorie mayonnaise with gums. *J Youngsan University* 9: 43-61.
- Yang SC, Cotteril OJ. 1989. Physical and functional properties of 10% satted egg yolk in mayonnaise. *J Food Science* 54: 210-213.
- Cha GS, Kim JW, Choi CU. 1988. A Composition of emulsion stability as affected by egg yolk ratio in mayonnaise preparation. *Korean J Food Sci Technol* 20: 225-230.
- Song YS, Kim YS, No JJ. 1992. Effect of different concentrations of vinegar and sail on the emulsion stability of home-made mayonnaise. *J Inje University* 8: 263-272.
- Song YS. 1994. Effect of yolk on the microstructure and size distribution of mayonnaise. *J Inje University* 10: 381-389.
- Song YS. 1990. Microstructural changes of mayonnaise during storage. *Korean J Food Sci Technol* 22: 300-306.
- 今井忠平. 1974. マヨネズの保持と測定. 食品工業. 日本. p 89-94.
- 송재철, 박현정. 1995. 식품 물성학. 울산대학교 출판부, 울산. p 609-611.

(2002년 10월 12일 접수; 2003년 1월 10일 채택)