

미역과 다시마 가루를 첨가한 케이크의 물리화학적 및 관능적 특성

안정미 · 송영선*[†]

부산대학교 식품영양학과

*인제대학교 식품영양학과

Physico-chemical and Sensory Characteristics of Cakes Added Sea Mustard and Sea Tangle Powder

Jeong-Mi Ahn and Young-Sun Song*[†]

Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

*Dept. of Food Science and Nutrition, Inje University, Kimhae 621-749, Korea

Abstract

This study was undertaken to examine the effect of sea tangle and sea mustard on physicochemical and sensory characteristics of cakes and the possibility of commercialization of these functional cakes. The moisture contents of cakes prepared with sea tangle and sea mustard were higher than those of control, and a positive correlation between water holding capacity(WHC) and moisture contents was observed($r=0.836$). As addition level of sea tangle and sea mustard was increased, volume of cakes were decreased, whereas hardness was increased slightly and color became deep. Hardness was strongly correlated to the volume of cakes($r=-0.914$). Visual observation by photomicrography showed that, as addition level of sea mustard and sea tangle was increased, formation of air cells were prohibited and thus volume of cakes was decreased. The microstructural observation by scanning electron microscopy(SEM) showed that air cells of cakes were well-developed up to 5% addition of sea tangle powder. As a result of the sensory evaluation for the cakes prepared with sea tangle and sea mustard, no significant difference was observed between control and those addition levels up to 5%. Flavor was proved to be the most important factor in determining overall acceptability and hedonic hardness score was inversely correlated to the objective hardness value($r=-0.853$).

Key words: sea mustard, sea tangle, microstructure, physicochemical characteristics, sensory evaluation, cakes

서 론

미역(*Undaria pinnatifida*)과 다시마(*Laminaria japonica*)는 갈조류에 속하는 해양식물로 한국, 일본 및 중국 등의 극동 아시아 지역에 서식하며, 독특한 맛과 향으로 기호성이 양호하다. 우리 나라의 연간 미역 생산량을 보면, 1972년도까지는 약 2만 5천톤이었으나, 그 후 양식기술의 발달로 1981년도에는 25만여톤, 현재는 30만톤을 상회하여 세계에서 미역을 제일 많이 생산하고 있다(1). 그러나 이처럼 많은 생산량에도 불구하고 그 소비방법은 생미역, 건미역, 염장미역과 같이 단순하여 효율적으로 활용하지 못하고 있다.

해조류는 섬유소, 알긴산, 리그닌 등을 건조중량의 약 30~40% 함유하고 있으므로(2) 좋은 식이섬유 공급원이 될 수 있다. 최근 식이섬유의 생리적 효능에 관한 연구들이 많이 보고됨에 따라(3,4) 식이섬유를 첨가하여 만든 식품들의 개발이 활발히 진행되고 있다(5,6). Pomeranz 등(7)은 귀리 껍질, 밀기울, 섬유소 등과 같은 다양한 식이섬유 공급원을 밀가루 반죽에 첨가하여 식빵의 물리적 특성 변화를 조사하였고, Cadden 등(8)도 완두, 아마, 해바라기 껍질 등이 제빵 특성과 휘취의 생리적 기능에 미치는 영향을 조사하였다. 이외에도 감자껍질을 5~15% 범위에 걸쳐 빵에 첨가하려는 시도(9)와 사과 섬유소의 첨가가 빵의 물리적 성질 변화에 미치는

[†]To whom all correspondence should be addressed

영향을 조사한 보고가 있다(10). 본 연구에서는 미역과 다시마를 이용한 고부가가치 상품으로 기능성케이크를 만들고자 하였다. 특히 농도와 입자크기를 달리한 미역과 다시마 가루의 첨가가 케이크의 물리화학적 특성 및 관능적 특성에 미치는 영향을 연구하여, 이로부터 미역과 다시마 가루를 첨가한 케이크의 상품화 가능 조건을 결정하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

밀가루는 1등급 박력분(제일 제당)을 사용하였고, 케이크 제조시 밀가루에 대체되는 미역과 다시마 가루는 (주)삼영으로부터 입자크기가 다르게 제조된 것을 구입하여, 각기 40, 80mesh의 체로 쳐서, 40mesh는 통과하고 80mesh를 통과하지 못한 것을 거친 가루로 하였고, 80mesh를 통과한 것을 고운 가루로 구분하여 사용하였다.

일반성분 분석 및 식이섬유 정량

수분은 상압가열건조법, 조단백질은 켈달법, 조지방은 속실패법, 조회분은 건식회화법으로 측정하였다. 불용성 식이섬유 추출은 AOAC법(11)에 따라 산성세제 추출섬유소 정량법으로 행하였고, 수용성 식이섬유인 알긴산은 Kim과 Cheng(12)의 방법으로 정량하였다.

보수력(Water Holding Capacity: WHC) 측정

보수력은 Chen 등(10)의 방법에 따라 행하였고 g H₂O/g solid로 계산하였다. 대조군은 80mesh 체를 통과한 박력분으로 하였고, 미역과 다시마 가루는 2~20% 범위에서 박력분에 대체하여 측정하였다. 또한 미역, 다시마의 주된 식이섬유인 섬유소와 알긴산나트륨의 보수력을 Sigma사의 정제된 식이섬유를 사용하여 측정하였다.

케이크의 제조

케이크는 Campbell 등(13)의 방법을 다소 수정한 marble 케이크로 제조하였으며, 재료 비율은 Table 1과 같다. 미역과 다시마 가루는 2~20% 범위에서 밀가루에 대체하여 첨가하였다. 제조방법은 재료들을 한꺼번에 혼합기(14 inch, 한영 제빵기)에 넣고 반죽한 후 윗불 180°C, 아랫불 150°C에 맞춘 oven(165×120×91cm, 3단 한영 제빵기)에 넣어 45분간 구웠다. 구워진 케이크는 실온에서 식힌 뒤 2cm 두께로 잘라 polyethylene bag에

Table 1. Basic formula for cake batter

Ingredients	Weight(g)
Cake flour	200~160
Granule sugar	150
Whole egg	120
Skim milk powder	10
Salt	1
Margarine	80
Baking powder	3
Sea tangle or mustard	0~40
Water	120

넣어 보관하면서 실험에 사용하였다.

물리화학적 특성 조사

수분함량은 oven-drying 방법으로 측정하였다. 즉, 2cm 두께로 자른 케이크의 중간부위를 무작위로 5g 취하여 75°C의 진공 oven속에서 4시간 동안 건조시킨 후 무게를 측정하였다. 부피는 Pierce와 Walker의 방법을 수정하여 측정하였다(14). 즉 케이크를 구운 pan(1750 cm³)에 쌀을 부어 쌀이 차지하는 부피를 뺀으로서 케이크의 부피를 계산하였다. 경도는 Universal Instron (Model 1011)을 사용하여 압축 시험을 3회 반복 측정하여 평균값을 취하였다. Instron 측정조건은 시료 크기 800mm×650mm, cross head speed 200mm/min, deformation 60%, plunger type은 spherical type diameter 130mm으로 하였다. 시료 높이는 20mm로 하였으며 시료를 압착하였을 때 얻어지는 힘거리 곡선으로부터 시료의 경도를 산출하였다. 색도는 시료의 중간 부위를 3×3×2cm로 잘라 직시색차계(日本電色: ND-1011 DP)로 측정하였으며, 표준판은 백색판(L=97.67, a=-0.38, b=2.05)을 사용하였다.

주사전자현미경(SEM) 관찰

동결건조한 시료(30×30×10mm)를 알루미늄 표본 지지대 위에 얹고, JEOL 이온 도금기(JFC-1100)를 이용하여 금박으로 씌우고, JEOL사(Model:JSM-35F)의 주사전자현미경을 이용하여 가속전압 15KV에서 촬영하였다.

관능검사

관능검사 요원은 3점 차이 식별법 결과와 건강, 신뢰성, 실험에 대한 관심도를 고려하여 12명을 선정하였다. 검사시간은 오전 10시 30분으로 하였고, 난수표에 의한 3자리 숫자가 기록된 시료를 접시에 담아 관능검사실에서 행하였다. 평가 내용은 입안 느낌(mouthfeeling),

향미(flavor), 단단한 정도(hardness), 외관(appearance), 기호도(overall acceptance)로 1점(열등 제품)에서 5점(우수 제품)까지 5점 채점법으로 평가하였다.

통계처리

실험 결과는 통계처리하여 평균치와 표준편차로 표시하였으며, 분산분석을 이용하여 분석하였다(15). 물리화학적 특성을 조사한 실험결과는 일원분산분석으로 분석하였으며, 유의성이 나타나는 군에서는 $p < 0.05$ 수준에서 Fischer의 최소유의차검정법(LSD)을 이용하였다. 관능검사 실험결과는 이원분산분석으로 분석하였으며 유의성이 나타나는 군에 대해서는 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

미역과 다시마의 일반 성분 및 식이섬유 함량

미역과 다시마의 수분, 조단백, 조지방, 조회분의 함량은 Table 2와 같다. 식품 성분표(16)와 비교해 볼 때, 약간의 차이가 나는 것은 수확시기, 재배 조건, 기후, 품종 등의 여러 조건에 기인한 것으로 사료된다. 식이 섬유 함량은 Fig. 1에 나타난 바와 같다. 미역의 경우, 산성세제 추출 섬유소 11.6%(섬유소 8%, 리그닌 3.6%), 알긴산 27%로 나타났고, 다시마의 경우 ADF 12.3%(섬유소 8.5%, 리그닌 3.8%), 알긴산 30%로 나타났다.

미역과 다시마 가루의 보수력

미역과 다시마 가루의 보습능력을 밀가루에 대체하

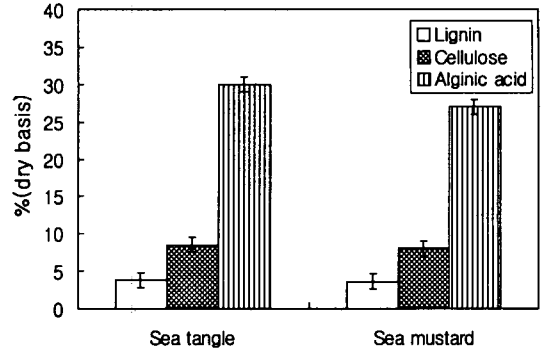


Fig. 1. Composition of dietary fibers in sea tangle and sea mustard.

여 첨가하여 비교하였을 때(Table 3), 첨가 농도 2%에서는 보수력이 다소 낮았으나 5% 이상의 농도에서는 미역과 다시마 가루의 농도가 높을수록 보수력이 높아졌다. 미역 가루는 다시마 가루에 비해 다소 높은 보수력을 보였고 거친 가루와 고운 가루의 보수력을 비교한 결과, 거친 가루가 고운 가루에 비해 보수력이 높았다. 특히 거친 미역가루의 보수력은 고운 미역가루에 비해 모든 첨가 농도에서 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 미역과 다시마의 주 섬유소인 섬유소, 알긴산을 정제된 형태로 밀가루에 첨가하여 이들 섬유소 각각의 보수력을 측정할 결과는 미역과 다시마 가루 첨가군의 보수력보다 낮았다. Chen 등(10)도 밀가루에 섬유소의 농도를 달리하여 보수력을 측정하였을 때 농도가 높아질수록 보수력은 증가하였으나 밀가루에 첨가된 섬유소(사과 섬유소와 섬유소)의 첨가 농도와 보수력 사이에 직선적인

Table 2. Proximate composition of sea tangle and sea mustard (% dry basis)

Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Sea tangle(<i>Laminaria japonica</i>)	9.21	7.44	2.22	19.37
Sea mustard(<i>Undaria pinnatifida</i>)	13.38	25.16	0.58	17.89

Table 3. Water holding capacity of flour-sea tangle, flour-sea mustard and flour-dietary fiber mixture (g H₂O/g solid)

Ingredients	Addition level(%)				
	Control	2%	5%	10%	20%
Sea tangle(coarse)	1.381 ± 0.001 ¹⁾	1.374 ± 0.007 ^{b2)}	1.537 ± 0.010 ^b	1.941 ± 0.017 ^c	2.725 ± 0.004 ^d
Sea tangle(fine)	1.381 ± 0.001	1.369 ± 0.002 ^{ab}	1.509 ± 0.007 ^b	1.872 ± 0.026 ^c	2.710 ± 0.007 ^c
Sea mustard(coarse)	1.381 ± 0.001	1.379 ± 0.006 ^b	1.740 ± 0.005 ^d	2.259 ± 0.003 ^e	2.921 ± 0.004 ^e
Sea mustard(fine)	1.381 ± 0.001	1.357 ± 0.003 ^a	1.683 ± 0.004 ^c	2.101 ± 0.010 ^d	2.874 ± 0.070 ^d
Cellulose	1.381 ± 0.001	1.354 ± 0.017 ^{ab}	1.368 ± 0.004 ^{ab}	1.441 ± 0.002 ^b	1.503 ± 0.005 ^{ab}
Sodium alginate(low viscosity)	1.381 ± 0.001	1.354 ± 0.017 ^{ab}	1.320 ± 0.004 ^a	1.305 ± 0.006 ^a	1.387 ± 0.010 ^b
Sodium alginate(high viscosity)	1.381 ± 0.001	1.377 ± 0.008 ^b	1.441 ± 0.005 ^b	1.492 ± 0.005 ^b	1.670 ± 0.059 ^b

¹⁾Mean ± S.D.

²⁾Means within the same column with different superscripts are significantly different by the LSD test ($p < 0.05$).

상관 관계는 없었다고 보고하였다.

미역과 다시마 가루의 첨가가 케이크의 특성에 미치는 영향

케이크의 수분함량

상당한 농도의 미역과 다시마 가루의 첨가가 케이크의 수분 함량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 대조군에 첨가한 미역과 다시마 가루의 농도가 높아질수록 수분 함량이 증가하였으며, 거친 가루로 만들어진 케이크가 고운 가루로 만들어진 케이크에 비해 수분 함량이 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 앞에서 측정된 보수력의 결과와 밀접한 관계가 있는 것으로 보이며, 미역과 다시마 가루의 첨가에 의한 보수력과 수분 함량간의 상관 관계를 조사한 결과 상관계수(r)가 0.836이라는 높은 수치를 나타내었다. 이로써 미역과 다시마 가루가 첨가된 케이크가 대조군에 비해 수분 함량이 높은 것과, 거친 가루로 만들어진 케이크의 수분함량이 고운 가루로 만들어진 케이크에 비해 수분 함량이 높은 것은 이들 가루의 보습성에 기인한 것으로 설명될 수 있겠다. 케이크 특유의 촉촉하고 부드러운 감촉에 가장 영향을 많이 미치는 인자 중의 하나가 수분이라 할 수 있는데, Sych 등(17)은 최초의 수분 함량을 증가시키면 케이크의 노화를 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 그러므로 미역이나 다시마 가루 첨가에 의해 케이크의 수분함량이 증가한 것은 케이크의 노화 지연과 품질수명 연장에 도움이 될 것이다.

케이크의 부피

밀가루는 물을 넣고 반죽했을 때, 글루텐을 형성하는 단백질은 함유하고 있다. 케이크 반죽을 굽기 시작하면, 공기, 탄산가스, 수분에서 생긴 증기는 팽창하는데, 글루텐은 탄력성과 점성이 있기 때문에 이들 전체를 보유한 채 늘어나 부피를 가지게 된다. 상이한 농도의 미역과 다시마 가루의 첨가가 케이크의 부피 변화에 미치는 영향을 밀가루로 만든 케이크와 비교한 결과, 미역과 다시마 가루의 첨가는 대조군에 비해 케이크의 부피가 감소하였으며 첨가량이 증가할수록 부피의 감소가 현저하였다(Table 5). 미역과 다시마 가루의 첨가가 부피의 감소에 주는 영향을 대조군과 비교해보면, 2%일 때 2.3~10.3%, 5%일 때 7.7~15.5%, 10%일 때 13.8~21.3%, 그리고 20%일 때 22.3~32.3% 감소하였다. 가루의 입자크기가 케이크의 부피에 미치는 영향을 비교해보면 거친 미역 가루로 만든 케이크가 고운 미역 가루로 만든 것에 비해 부피가 감소가 적었다. 여러 연구자들도 식이섬유를 첨가하여 빵을 제조하였을 때 부피의 감소를 보고하였으며(7), 이러한 부피의 감소는 제조과정 중에 반죽의 가스 보유력이 감소했기 때문이라고 하였다. Pomeranz 등(7)은 5% 농도까지의 식이섬유를 첨가할 때에는 빵의 부피가 글루텐 희석에 따른 효과만큼 부피가 비례적으로 감소하였으나, 7%의 식이섬유를 첨가할 때에는 빵의 부피가 급격하게 감소하였음을 보고하면서, 이러한 현상은 식이섬유 첨가에 의한 글루텐 희석효과 외에 다른 요인이 반죽발달에 관여하기 때문이라고 하였다. Hosney(18)는 반죽 혼합과정 중의 글

Table 4. Moisture content of cakes prepared with various concentrations of sea tangle and sea mustard (%)

Ingredients	Addition level (%)				
	Control	2%	5%	10%	20%
Sea tangle(coarse)	19.82±0.004 ¹⁾	20.92±0.021 ²⁾	23.12±0.018 ^d	23.83±0.043 ^c	24.50±0.077 ^b
Sea tangle(fine)	19.82±0.004	19.98±0.018 ^a	20.28±0.001 ^a	22.02±0.006 ^a	23.49±0.019 ^a
Sea mustard (coarse)	19.82±0.004	20.80±0.059 ^c	22.98±0.014 ^c	23.03±0.010 ^b	23.60±0.061 ^a
Sea mustard(fine)	19.82±0.004	20.22±0.024 ^b	21.73±0.021 ^b	23.07±0.002 ^b	23.52±0.026 ^a

¹⁾Mean±S.D.

²⁾Means within the same column with different superscripts are significantly different by the LSD test (p<0.05).

Table 5. Changes in volume at cakes prepared with various concentrations of sea tangle and sea mustard (cm³)

Ingredients	Addition level (%)				
	Control	2%	5%	10%	20%
Sea tangle(coarse)	1500±5.0 ¹⁾	1345±30.0 ²⁾	1267±15.0 ^a	1254±17.5 ^{abc}	1060±25.0 ^{ab}
Sea tangle(fine)	1500±5.0	1394±10.0 ^{ab}	1300±5.0 ^a	1226±5.0 ^{ab}	1127±5.0 ^{bc}
Sea mustard(coarse)	1500±5.0	1465±5.0 ^b	1385±10.0 ^b	1293±5.0 ^{bc}	1167±10.0 ^{bc}
Sea mustard(fine)	1500±5.0	1436±0.0 ^b	1267±5.0 ^a	1181±5.0 ^a	1016±20.0 ^a

¹⁾Mean±S.D.

²⁾Means within the same column with different superscripts are significantly different by the LSD test (p<0.05).

루텐의 불완전한 수화는 글루텐 분자간의 disulfide 결합의 형성을 억제하고, 따라서 반죽발달이 저하한다고 하였다. 따라서 미역과 다시마 가루의 첨가에 의한 케이크의 부피감소는 글루텐 회석효과와 미역과 다시마 가루의 높은 보수력에 의한 글루텐의 불완전한 수화가 반죽발달을 방해한 때문이라고 할 수 있겠다.

케이크의 경도

미역과 다시마 가루를 밀가루 무게의 2~20% 범위에서 대체하여 만든 케이크의 경도를 측정된 결과는 Table 6과 같다. 대조군에 비해 미역과 다시마 가루의 첨가량이 많아질수록 케이크의 경도가 높아졌으며, 5% 첨가량까지는 대체로 완만한 증가를 보였으나, 10% 첨가했을 때 급격한 증가를 보였다. 거친 가루와 고운 가루로 만든 케이크의 경도는 10% 첨가량까지는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 20% 첨가농도에서는 고운 가루로 만든 케이크가 거친 가루로 만든 것에 비해 높은 경도를 나타내었다($p < 0.05$). 케이크의 경도에 영향을 미치는 요인에는 케이크의 수분 함량, 공기구멍의 발달 정도, 부피 등이 있는데, 공기구멍이 잘 발달된 케

이크일수록 부피가 크고, 경도가 낮은 것으로 보고되고 있다(19). 본 실험의 결과에서도 케이크의 부피와 경도는 역의 상관 관계를 보였는데($r = -0.914$), 부피가 클수록 경도가 낮은 것을 입증할 수가 있었다.

케이크의 미세구조

다시마 가루를 거친 가루와 고운 가루로 구분해서 밀가루 무게의 2~20% 범위에서 대체하여 만든 케이크의 사진이 Fig. 2에 나타나 있다. 다시마 가루의 첨가량이 많을수록, air cell의 형성이 억제되어져서 부피가 완만히 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 고운 다시마 가루가 첨가된 케이크의 겉표면이 첨가 농도가 높을수록 균일하며 부드러운 것으로 관찰되어졌다. Fig. 3은 거친 다시마 가루를 첨가하여 만든 케이크를 주사전자현미경으로 관찰한 결과이다. 밀가루에 물을 넣어 반죽하면 밀가루 특유의 단백질인 글루텐이 형성되는데, 이것의 주성분인 글리아딘과 글루테닌이 물을 흡착해서, 서로 당겨서 가는 실과 같이 되어 이것이 평행 또는 교차해서 막을 형성하는데, 이것은 공기구멍을 둘러싸는 막이 된다. 대조군, 다시마 2%와 5% 첨가군(Fig. 3, A,

Table 6. Hardness of cakes prepared with various concentrations of sea tangle and sea mustard (g/cm³)

Ingredients	Addition level (%)				
	Control	2%	5%	10%	20%
Sea tangle(coarse)	150.0±5.0 ¹⁾	166.8± 2.0 ^{ns2)}	184.6±1.5 ^{ab3)}	230.0±10.0 ^{ns}	257.5±18.0 ^a
Sea tangle(fine)	150.0±5.0	163.6± 4.5	178.6±5.0 ^a	244.3± 1.0	307.5± 0.0 ^b
Sea musatrd(coarse)	150.0±5.0	167.6±11.5	205.0±2.0 ^b	248.3± 5.0	264.7± 5.0 ^a
Sea mustard(fine)	150.0±5.0	166.0± 4.0	208.0±8.0 ^b	238.5± 3.5	307.5± 6.5 ^b

¹⁾Mean±S.D.

²⁾Not significant

³⁾Means within the same column with different superscripts are significantly different by the LSD test ($p < 0.05$).

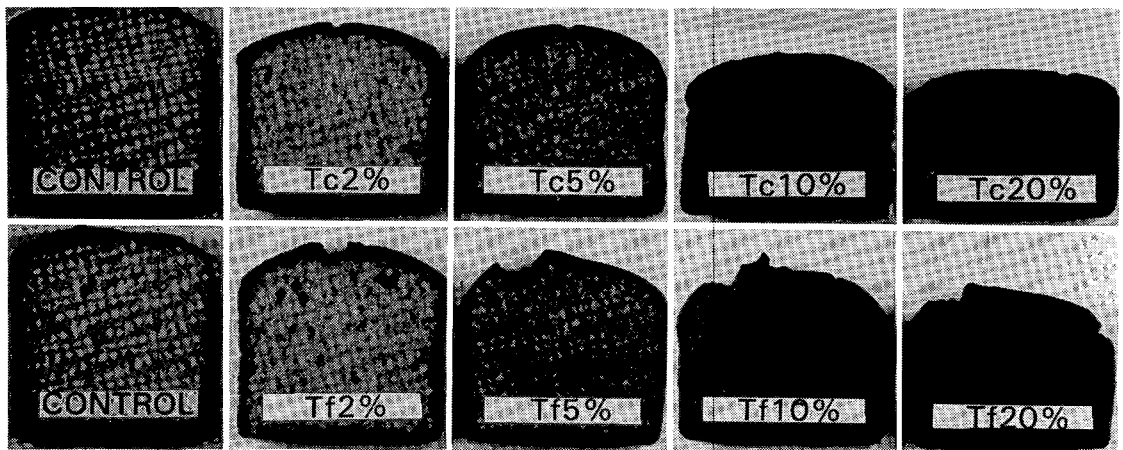


Fig. 2. Photomicrographs of cakes containing various levels of sea tangle. Tc and Tf mean coarse and fine sea tangle powders, respectively.

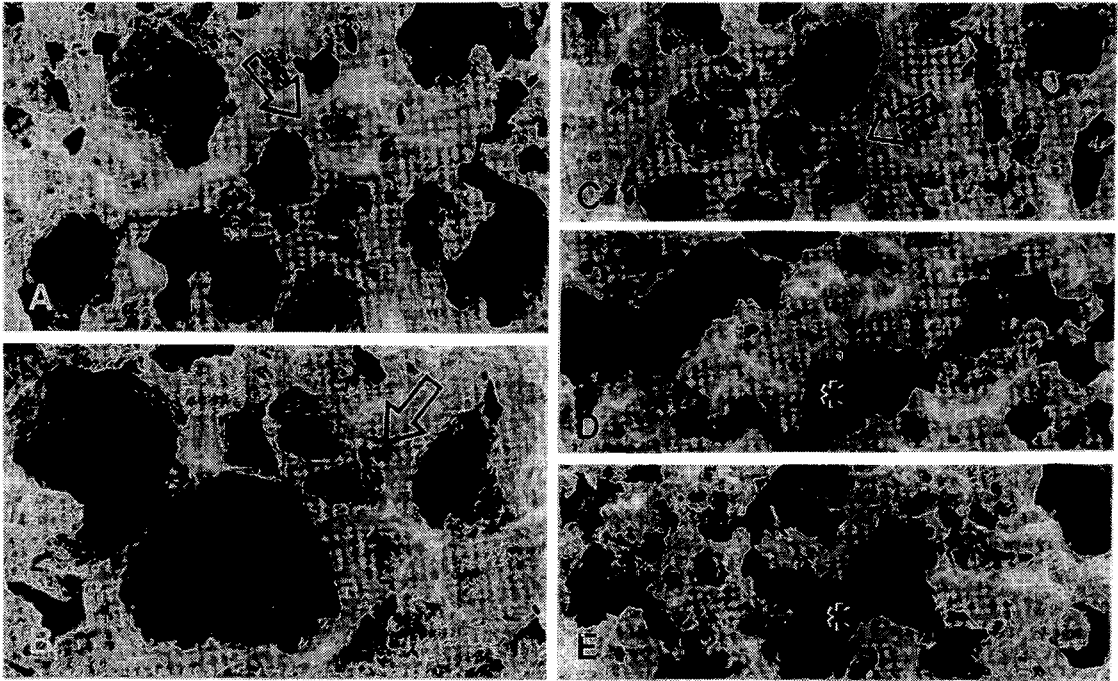


Fig. 3. Microstructure of cakes prepared with coarse sea tangle powder by SEM.

A: Control, B: Sea tangle 2%, C: Sea tangle 5%, D: Sea tangle 10%, E: Sea tangle 20%. Arrows are air cells, and asterisk is a air tunnel composed of collapsed air cells.

B, C)에서는 단백질 망상구조가 서로 얽혀져서 air cell 이 잘 발달되었으며, 다양한 크기의 공기구멍이 나타나 있다(화살표). 반면에, 다시마 가루 10%와 20% 첨가군 (Fig. 3, D, E)에서는 air cell을 유지하는 글루텐층이 첨가된 다시마 가루에 의해 무너져 터널을 형성한 것을 확인할 수 있었다. Pomeranz 등(7)도 밀가루에 첨가된 식이섬유가 빵의 얇은막 형성을 방해한다고 보고한 바 있다.

케이크의 색도

거친 미역과 다시마 가루의 첨가가 케이크의 색도에 미치는 영향을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 미역과 다시마 가루의 첨가는 케이크의 크림색을 얼어지게 하고 해조 특유의 색깔인 녹색을 띄어 색이 짙어지는 경향을 보였다. 특히 미역 가루 첨가 케이크의 색도가 다시마 가루 첨가 케이크의 색도에 비해 다소 진한 것으로 나타났다.

미역과 다시마 가루의 첨가가 케이크의 관능적 특성에 미치는 영향

미역과 다시마 가루를 밀가루 무게의 2~20% 범위로 대체하여 만든 케이크의 관능검사 결과는 Table 8과

Table 7. Color value of cakes prepared with various concentrations of coarse sea tangle and sea mustard

Concentrations	L	a	b	ΔE
Control	60.3	-3.4	14.4	39.1
Sea tangle 2%	51.0	-1.3	14.6	47.8
Sea tangle 5%	49.8	-1.1	14.7	49.0
Sea tangle 10%	45.9	-0.7	12.4	52.1
Sea tangle 20%	38.6	-0.6	11.1	59.0
Sea mustard 2%	50.3	-2.7	13.7	48.3
Sea mustard 5%	48.5	-2.6	13.5	50.0
Sea mustard 10%	43.4	-2.2	12.7	54.7
Sea mustard 20%	33.2	-2.7	11.1	64.3

L: Measures lightness and varies from 100 for perfect white to zero black.

a: Measures redness when plus, gray when zero and greenness when minus.

b: Measures yellowness when plus, when zero, and blueness when minus.

$$\Delta E: \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

같다. 입안에서의 느낌(mouthfeeling)과 경도는 대조군에 비해 5% 첨가군까지는 큰 차이를 보이지 않았으며, 20% 첨가군에서 다소 낮은 수치를 나타내었다. 첨가된 다시마 가루의 입자크기에 따른 시료간의 유의적 차이는 5% 첨가군에서 나타났으며, 거친 가루로 만든 케이크

Table 8. Sensory characteristics of the cakes prepared with different concentrations of sea tangle and sea mustard

Item		Addition level (%)				
		Control	2%	5%	10%	20%
Mouthfeeling	T _c ¹⁾	3.9 ^{X5)}	3.9 ^{ns6)X}	3.6 ^{b7)X}	3.1 ^{nsX}	1.9 ^{nsW}
	T _f ²⁾	3.9 ^X	4.1 ^X	4.1 ^{aX}	3.4 ^X	2.3 ^W
	M _c ³⁾	3.9 ^X	4.1 ^X	3.1 ^{bY}	2.9 ^{YZ}	2.4 ^{YZ}
	M _f ⁴⁾	3.9 ^X	4.1 ^X	3.9 ^{abXY}	3.2 ^Y	2.3 ^Z
Flavor	T _c	3.7 ^X	3.7 ^{nsX}	3.4 ^{nsX}	3.2 ^{aX}	2.2 ^{nsW}
	T _f	3.7 ^X	3.6 ^X	3.6 ^X	2.7 ^{abY}	1.5 ^W
	M _c	3.7 ^X	3.5 ^{XY}	3.1 ^Y	3.0 ^{aY}	2.0 ^W
	M _f	3.7 ^X	3.9 ^X	3.2 ^Y	2.1 ^{bW}	2.0 ^W
Texture	T _c	4.0 ^X	3.3 ^{nsXY}	3.7 ^{nsX}	3.1 ^{nsY}	2.4 ^{nsZ}
	T _f	4.0 ^X	3.5 ^{XY}	3.1 ^Y	3.1 ^Y	1.8 ^W
	M _c	4.0 ^X	4.1 ^X	3.9 ^{XY}	3.2 ^Y	2.9 ^Z
	M _f	4.0 ^X	4.1 ^X	3.9 ^X	3.1 ^Z	2.2 ^W
Appearance	T _c	3.6 ^X	3.0 ^{nsXY}	2.9 ^{nsXY}	2.5 ^{bXY}	3.5 ^{aX}
	T _f	3.6 ^X	3.4 ^Y	3.1 ^Y	2.1 ^{bW}	4.7 ^{aX}
	M _c	3.6 ^X	3.3 ^{XY}	2.8 ^{XY}	2.8 ^{bXY}	2.7 ^{dY}
	M _f	3.6 ^X	3.8 ^{XY}	3.3 ^Y	3.3 ^{aY}	4.2 ^{aX}
Overall acceptance	T _c	4.0 ^X	4.2 ^{bX}	3.4 ^{nsY}	2.7 ^{nsZ}	2.3 ^{nsZ}
	T _f	4.0 ^X	3.6 ^{bX}	3.5 ^X	2.6 ^Z	1.6 ^W
	M _c	4.0 ^X	3.7 ^{bX}	3.6 ^X	2.9 ^Z	2.0 ^W
	M _f	4.0 ^X	4.1 ^{aX}	3.2 ^Y	2.5 ^Z	1.7 ^W

¹⁾T_c means coarse sea tangle. ²⁾T_f means fine sea tangle.
³⁾M_c means coarse sea mustard. ⁴⁾M_f means fine sea mustard.
⁵⁾X,Y,Z, and W mean Duncan's multiple range test for the addition level.
⁶⁾Not significant
⁷⁾a,b,c and d mean Duncan's multiple range test for the kind of Sea tangle and Sea mustard.

크가 고운 가루에 비해 낮은 관능적 수치를 나타내었다. 향미는 대조군에 비해 다시마 5% 첨가군까지는 차이가 없었으나 미역 5% 첨가시 다소 낮은 수치를 보였다. 균일하게 air cell이 발달된 정도를 평가한 외관은 첨가량이 많아질수록 수치가 낮아졌으나, 20% 첨가군에서는 수치가 오히려 높아지는 경향이 있는데, 이는 air cell의 붕괴로 조직이 오히려 치밀하게 보이기 때문이라고 풀이된다. 전체기호도(overall acceptance)는 5% 첨가군까지는 비교적 좋은 제품으로 평가되어졌으며, 10%, 20% 첨가군은 다소 열등한 제품으로 평가되어졌다.

관능검사에서 조사한 4가지의 평가내용 중 기호도에 어떠한 요인이 가장 큰 영향을 미쳤는지 알아보기 위해, 이들 각각의 상관관계를 조사해 보았다(Fig. 4). 그 결과 외관을 제외하고는 모두 높은 상관관계가 있었으며, 특히 향미가 제일 높은 상관도를 보였다(r=0.953). 제품의 경도를 관능적으로 평가해야 하는 번거로움을 덜기 위해 Instron을 사용하여 측정된 경도와 관능적으로 평가된 경도의 상관관계 및 회귀 방정식을 계산함으로써 관능적 평가를 객관화하고자 하였다. 그 결과, 경도(sensory)=5.74-0.0115×경도(objective)의 식이 성립되었으며, 상관계수는 -0.853이었다. 그러므로 관능적

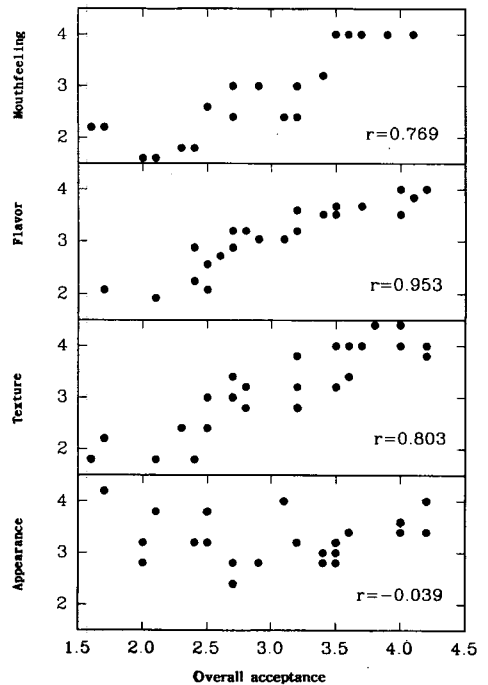


Fig. 4. Correlation between mouthfeeling, flavor, texture, appearance, and overall acceptance.

수 3점(보통)을 얻기 위해서는 기계적 단단함이 230g/cm³ 이하여야 한다는 계산이 된다. 이상의 결과를 통해 볼 때, 미역과 다시마 가루를 5%까지 케이크에 첨가하는 것은 바람직하며, 입자크기에 따른 현저한 차이는 볼 수 없었다. 단, 거친 가루는 입안에서의 느낌에 다소 영향을 미치는 것으로 나타났지만, 보습성이 커서 초기 케이크의 수분함량을 증가시키므로 케이크의 노화를 지연시키는데 효과적일 것으로 기대된다.

요 약

상당한 농도의 미역과 다시마 가루의 첨가가 케이크의 물리 화학적 특성 및 관능적 특성에 미치는 영향과 상품화 가능성을 조사하였다. 그 결과, 미역과 다시마 가루의 첨가율이 높을수록 수분함량은 높았으며, 이것은 미역과 다시마 가루의 보수력과 높은 상관관계를 보였다($r=0.836$). 부피는 미역과 다시마 가루의 첨가 농도가 높아질수록 감소하였고, 경도는 케이크의 부피와 높은 역의 상관관계를 보였다($r=-0.914$). 색도 역시 첨가 농도가 높을수록 점차 짙어졌다. 주사전자현미경에 의한 미세구조 관찰 결과, 5% 첨가군까지는 단백질 망상구조가 잘 발달되어 공기구멍이 골고루 분포되었으나 10% 이상의 첨가 농도에서는 글루텐 회석 효과에 의한 터널이 자주 관찰되었으며, 이것은 케이크의 부피감소 및 경도증가에 영향을 미친 것으로 분석된다. 미역과 다시마 가루 첨가 케이크의 관능검사결과, 2%와 5% 첨가군은 대조군과 유사한 점수를 얻었다. 이상의 결과를 통해 볼 때, 미역과 다시마 가루를 5%까지 첨가하는 것은 케이크의 물리적, 관능적 특성에 큰 영향을 주지 않으면서 소비자들에게 만족감을 줄 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구에 도움을 주신 포아르 제과점과 고 미경 양에게 감사하는 바이다.

문 헌

1. 해양수산부: 해양수산통계연보. p.986(1997)
2. Kim, S. H., Park, H. Y. and Park, W. K.: Determination and physical properties of dietary fiber in seaweed products. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **17**, 320-325 (1988)
3. Kelay, J. I., Clark, W. M., Herbst, B. J. and Prather,

- E. S.: Nutrient utilization by human subjects consuming fruits and vegetables as source of fiber. *J. Agric. Food Chem.*, **29**, 461-465(1981)
4. Sosulski, F. W. and Cadden, A. M.: Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber. *J. Food Sci.*, **47**, 1472-1477(1982)
5. Kim, K. H. and Kim, C. S.: Studies on the manufacture of underia pinnatifidea laver and it's physicochemical properties. *Korean J. Food Sci. Tech.*, **14**, 336-341 (1982)
6. Schafer, M. A. M. and Zabik, M. E.: Dietary fiber sources for baked products comparison of wheat brans and other cereal brans in layer cakes. *J. Food Sci.*, **43**, 375-379(1978)
7. Pomeranz, Y., Shogrem, M. D., Finney, K. F. and Bechter, D. B.: Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Cereal Chem.*, **54**, 25-41(1977)
8. Cadden, A. M., Sosulski, F. W. and Olson, J. P.: Physiological response of rats to high fiber bread diets containing several sources of hulls or bran. *J. Food Sci.*, **48**, 1151-1156(1973)
9. Toma, R. B., Orr, P. H., D'Appolonia, B. L., Dintizis, F. R. and Tabehia, M. M.: Physical and chemical properties of potato peel as a source of dietary fiber in bread. *J. Food Sci.*, **44**, 1403-1417(1979)
10. Chen, H., Rubenthaler, G. L. and Schanus, E. G.: Effects of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour. *J. Food Sci.*, **53**, 304-305 (1988)
11. AOAC: *Official methods of analysis*. 16th ed., Association of official analytical chemists. Washington, D.C., p.20(1995)
12. Kim, K. H. and Cheng, D. J.: Optimum conditions for extracting alginic acid from *Undaria pinnatifida* and amino acid composition of its extraction residue. *Korean J. Food Sci. Tech.*, **16**, 336-340(1984)
13. Campbell, A. M., Penfield, M. P. and Griswold, R. M.: *The experimental study of food*. Houghton Mifflin Co., Boston, p.390(1979)
14. Pierce, M. M. and Walker, C. E.: Addition of sucrose fatty acid ester emulsifiers to sponge cakes. *Cereal Chem.*, **64**, 222-225(1987)
15. Cochran, W. G. and Cox, G. M.: *Experimental design*. 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, p.45(1957)
16. The Korean nutrition society: *Recommended dietary allowance for Koreans*. 6th revision, Jungangmoonhwa Pub. Co., Seoul, p.318(1995)
17. Sych, J., Castaigne, F. and Lacroix, C.: Effects of initial moisture and storage relative humidity on textural changes of layer cakes during storage. *J. Food Sci.*, **52**, 1604-1610(1987)
18. Hosney, R. C.: *Principle of cereal science and technology*. America Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, p.213(1986)
19. Chabot, J. F.: Preparation of food science sample for SEM. *Scanning Electron Microscopy*, **3**, 279-286(1979)