

과제구분	기본	Code : LS0505	수행구분	전반기	연구기간	2001(완결)
연구과제명	농특산물 가공상품 개발 연구				연구책임자	최병곤
세부과제명	다시마를 이용한 기능성 식품 개발					
연구원별임무						
구분	소속	성명	담당업무			
세부과제책임자	특화작목개발시험장	최병곤	연구기획 및 총괄			
공동연구자	"	공영준	음료 제조			
	"	권혜정	성분 분석			
	"	정정수	기능성 분석			
	"	홍정기	연구 방향설정 및 자문			
	한림대학교	정차권	연구 자문			
색인용어	해조류, 다시마, 음료, 가공, 기능성 식품					

1. 연구배경

다시마(*Laminara* spp.)는 갈조류에 속하는 2-3년생의 해조류로, 주로 건조품의 형태로 각종 음식의 조미재료로 이용되어 왔으며, 최근에는, 현대인의 영양에 부족하기 쉬운 각종 무기질 및 조성유 함량이 높고, 열량은 낮아, 고단백, 고지방, 고열량의 식생활에 의해 발생될 수 있는 각종 성인병 및 영양과다를 해결할 수 있는 건강식품으로 주목받고 있다(이 등, 1996). 특히 다시마의 알긴산 성분에 의한 정장, 배변, 복부 팽만감 등의 효과를 이용한 각종 다이어트 기능성 제품이 시중에 출시되고 있다.

그러나, 다시마를 추출하여 가공하고자 할 때, 복합다당류인 알긴산이 다량 추출되어, 특유의 불쾌취와 고점성을 나타내는데, 이것이 전체적인 식미감을 떨어뜨리게 한다. 이에 본 연구실에서는 다시마 가공 중 다당류의 점성을 감소시키면서 다시마 특유의 이취 제거할 수 있는 방법을 개발하고자 하였으며, 이를 이용한 기호성 높은 다시마 음료를 개발하였다.

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

본 시험에 사용한 다시마는 강원도 고성군에서 생산, 건조된 것을 5-6cm로 절단하여 사용하였다

나. 추출액 제조 방법

다시마추출물 특유의 이취와, 점성을 줄이고자 다시마를 염분제거, 볶음 및 autoclave처리 등 전처리를 실시하였다. 염분제거 처리는 30분 동안 흐르는 물에 가볍게 교반하면서 염분을 제거한 후 양건하였으며, 볶음방법은 홍 등(1998)의 결과를 참조하여 dry oven을 이용, 온도를 150, 180, 210℃로 설정하고, 각 온도별로 시간은 5, 10, 15분 등으로 달리하여 볶음을 하였다. autoclave 처리는 autoclave를 이용 125℃, 15분 실시 후 가볍게 흐르는 물에 세척 후 양건하였다.

효율적인 추출방법 규명을 위해서 허 등(1999)의 결과를 참고로 하여, 추출온도를 60, 80, 100℃로 하여, 20배(V/W)의 물을 가해 1시간 추출하였다.

다. 추출액 및 음료의 기능성 분석

다시마의 기능성을 검정을 다음과 같이 실시하였다.

1) 혈당강하 기능성 측정

생체내에서 혈당 상승의 결정적인 역할을 하는 α -glucosidase를 이용하여 실험을 수행하였다. 먼저 효소를 10mM PIPES buffer에 용해시켜 효소액을 제조하고 20mM maltose와 각 추출물을 각각 10 μ l, 40 μ l, 100 μ l를 혼합하여 최종 부피를 60 μ l에 1ml DNS 시약을 첨가하고 100℃ 물에서 열탕처리(10min)하여 반응을 정지시킨 후에 540nm에서 흡광도를 측정하여 효소반응으로 생성된 환원당을 정량하여 각 추출물을 처리하지 않은 대조구와 비교하여 효소활성 저해율을 계산하였다.

2) 간기능개선

시료의 해독작용 정도를 측정하기 위하여 간의 중요 해독기전 중의 하나인 GST(Glutathione-S-transferase)의 활성을 측정하였다. 조제된 반응시약에 대조구로 추출물이 제외된 반응액을 대조구로 하였으며, 각 추출물을 농도별로 첨가하여 37℃에서 5분간 반응시킨 다음 기질로서 1-chloro-2,4-dinitrobenzene을 첨가한 후 다시 37℃에서 2분간 반응시켰다. 반응후 20% TCA를 가하여 반응을 종결시키고 원심분리한 후 상등액을 340nm에서 흡광도를 측정한 뒤 다음과 같이 GST의 specific activity와 활성율을 계산하였다.

$$\text{Total activity(units)} = (A_{340} / 9.6) \times \text{희석배수} \times (3\text{ml} / 0.1) \times \text{crude extract(ml)}$$

$$\text{Specific activity (units/ml protein)} = \text{total activity} / \text{total protein}$$

$$\text{활성율(\%)} = \text{specific activity}_{\text{test}} / \text{specific activity}_{\text{control}} \times 100$$

3) 혈압조절

ACE(angiotensin converting enzyme)는 고혈압을 유도하는 효소이므로 이 효소의 억제 활성을 측정하기 위해 ACE reagent를 사용했다. 실험 전에 모든 반응물을 37℃로 유지시켜 놓은 후 37℃ 증류수 10ml에 ACE reagent one vial을 용해시키고 1ml씩 취하여 effendorf tube에 넣었다. 각 effendorf tube 에 농도별 추출물과 ACE calibrator를 100 μ l씩 첨가한 후 37℃에서 5분간 반응시켜 340nm에서 흡광도를 측정하여 이것을 초기 A값으로 정하고 다시 5분이 지난 후 측정한 흡광도를 최종 A라 정하였다. 대조구로는 추출물 대신 증류수 100 μ l를 첨가한 것으로 하였다. Control의 ACE(U/L) 값은 아무 것도 첨가하지 않았을 때의 흡광도 변화를 측정한 것으로 하였으며 ACE의 활성 계산은 다음 공식에 준하여 산출하였다.

$$\text{ACE (U/L)} = (\text{Initial A} - \text{Final A})_{\text{test}} / (\text{Initial A} - \text{Final A})_{\text{control}} \times \text{active of ACE reagent (50U/L)}$$

4) 항산화 활성

산화는 우리 체내에서 세포막내 손상을 일으키고 노화를 촉진하며 발암이나 성인병 등도 밀접한 관련을 갖고 있다. 노화 및 성인병 예방의 측면에서 항산화 활성물질이 요구되어지며 이런 산화억제물질에 대한 검색으로 4.5×10^{-3} linolenic acid 수용액 5ml에 sample 0.5ml를 넣어서 50°C에서 incubation하고 방냉시킨 후 1ml acetic acid와 2ml chloroform을 혼합 진탕 후 2,500rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 532nm로 흡광도를 측정한다.

5) 면역증강

면역이란 우리 몸의 내, 외부로부터의 자극 및 손상에 대항하는 방어기작을 총칭한다. 면역활성의 측정은 면역물질의 측정, 면역세포의 생육도 측정 등을 통하여 이루어지는데 면역세포의 증가 및 감소는 우리 몸 면역계의 이상을 실질적으로 나타내주는 지표라 할 수 있을 것이다. 실험 면역 세포주 Raji(RPM1-1640 medium)을 seeding하여 세포 정상 생육기에 도달(7일정도 소요)시킨 후 96-well Plate(5×10^4 Cell/ml로 농도 조절한 배지 100 μ l/well)를 37°C에서 5% CO₂ 상태로 24시간 incubation하고 각 농도로 100 μ l의 sample을 투여한 후 37°C에서 5% CO₂ 상태로 48시간 incubation한 후 상등액을 제거하고 차가운 10%(w/v) TCA(trichloroacetic acid) 100 μ l를 가하여 4°C에서 1시간동안 방치한 후 증류수로 4~5회 세척하여 TCA를 제거하고 실온에서 plate를 건조한 뒤 각 well에 1%(v/v) acetic acid에 녹인 0.4%(w/v) SRB용액을 100 μ l씩 첨가하고 상온에서 30분 동안 염색시켰다.

결합되지 않은 SRB 염색액은 1% acetic acid로 4~5회 정도 세척, 건조시킨 후에 10mM Tris buffer 100 μ l를 첨가하여 염색액을 녹여낸 후 540nm에서 microplate reader를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

$$\text{암세포 생육도(\%)} = \text{test/control} \times 100$$

면역세포인 Raji의 생육을 증가시키는 정도를 측정하는 것이므로 세포생육이 증가함에 해당식품이 면역력을 증가시킬 수 있음을 시사한다. 면역 기능 증강 효과는 인간 면역 세포인 B cell(Raji)을 이용하여 검증하였다. 세포의 생육은 10% FBS를 함유하는 RPMI 1640 배지에서 5% CO₂, 37°C에서 배양하였으며, 면역 기능 증강 효과는 SRB assay를 사용하여 측정하였다.

라. 음료 개발

건조 다시마를 5-6cm로 절단, 열풍건조기를 이용하여 210°C에서 10분간 열처리를 한 후, 다시마에 10배량의 물을 가해 100°C에서 1시간 동안 추출하였다. 추출된 용액을 여과포로 여과하여 다시마 음료의 주재료로 사용하였으며, 부재료로 기호도 향상을 위해 액상과당, 구연산, 솔비톨, 비타민 C, 헤이즐넛향 등을 사용하여 배합을 완성하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 일반성분 분석 및 기능성 검정

본시험에 사용된 다시마의 일반성분 및 기능성을 검정한 결과 표 1에서 보는바와 같이

조단백 및 조지방 함량은 적은 것으로 나타났으나, 조회분 21.0, 조섬유 6.3, Ca 1.0, K 11.8% 로 현대인의 식생활에서 부족하기 쉬운 유용한 영양소들이 다량함유 되어 있는 것으로 나타나, 다시마를 이용한 가공식품 개발이 필요한 것으로 나타났다.

표 1. 다시마의 일반분석

수분 (%)	조회분 (%)	조단백질 (%)	조섬유 (%)	조지방 (%)	무기성분(mg/100g)				
					Ca	K	Fe	P	Na
7.4	21.0	4.2	6.3	0.7	1.0	11.8	0.001	1.4	1.343

다시마의 원재료의 기능성을 검정한 결과는 표 2와 같다. 혈당강하 등 5종의 기능성 검정에 사용된 다시마 원재료의 추출물은 1%/mg/ml 농도에서 모두 높은 활성은 보이지 않았다.

표 2. 다시마의 기능성 검정

(%/mg/ml)

혈당강하	간기능 개선	혈압조절	항산화	면역증강
44	147	53	56	125

다시마의 기능성은 주로 복합다당류를 이루는 알긴산, 푸코딘산 등에 의한 체내의 노폐물 배설, 체내 Na^+ 이온 제거 및 K^+ 이온 공급 등에 기인한 것으로(하 등, 1996. 하 등, 2000), 다시마의 기능성은 인간의 질환에 관계되는 인자의 억제 및 증진에 대한 측면에서의 접근 보다는 다시마 중의 풍부한 복합다당류를 이용하는 방향에서의 접근이 필요한 것으로 사료된다(이등, 1996).

나. 전처리에 따른 품질

다시마를 이용한 음료, 목, 엽차, 국수, 압출 성형물 및 페이스트 제조 등 다양한 연구가 진행되어 왔으나, 시중에 출시되고 있는 제품은 주로 다이어트제품 등으로 한정되어 있다. 그 이유는 다시마의 식품재료학적인 특성인 점액질 복합다당류인 알긴산 등이 많이 포함되어 있어 추출시 점도가 높고, 특유의 이취로 가공이 어렵다. 이에, 본 실험에서는 표 3과 같이 8처리를 실시하였다. 염분제거 처리는 30분 동안 흐르는 물에 가볍게 교반하면서 염분을 제거한 후 양건하였으며, 볶음은 일반 가정에서 다시마를 이용하여 부각을 제조하는 방법을 준용하여 실시하였으며, autoclave 처리는 autoclave를 이용 125℃, 15분 실시 후 가볍게 흐르는 물에 세척 후 양건하였다. 다시마 추출은 20배량의 물을 가해 100℃에서 1시간 추출을 실시하였다.

각 전처리에 따른 추출액의 추출수율, 당도 및 기호도 비교결과는 표 3과 같았다. 볶음처리시 추출액의 수율 및 Brix가 높아지고, 기호도도 좋아지는 경향이었으나, 염분제거, autoclave 처리 시에는 추출액의 수율이 낮았으며, 점도가 높고, 식용유 냄새와 비슷한 이취가 발생하였다.

표 3. 전처리 방법에 따른 추출수율, 당도, 기호도 비교

전처리 방법	추출수율(%)	Brix	기호도(1~5)♪	비고
염분제거 ↓	11.1	1.5	1.0	점도 높음, 불쾌취
볶음처리♪	37.1	3.6	3.0	점도 낮음
autoclave 처리♫	20.1	2.2	1.0	점도 높음, 불쾌취
autoclave+볶음처리	29.8	3.5	2.5	
염분제거+볶음처리	25.0	3.2	2.0	점도 높음
염분제거+autoclave처리	20.2	2.4	1.0	점도 높음, 불쾌취
염분제거+autoclave+볶음처리	19.8	2.8	1.5	
무처리	23.5	2.5	1.0	점도 높음, 불쾌취

※ 추출방법 : 100℃ 1시간 추출 ↓ 흐르는 물 30분세척

♪다시마 부각제조방법에 준함 ♫ autoclave : 121℃ 15분

♪ 1. 아주나쁘다 2. 나쁘다 3. 보통이다 4. 좋다 5. 아주좋다

위의 결과로 다시마 전처리시 볶음을 할 경우 추출물의 특성이 좋아지고, 기호도도 증대되는 결과를 얻어, 보다 명확한 볶음처리 조건을 얻기 위해 홍 등(1998)의 결과를 참조하여 dry oven을 이용, 온도를 150, 180, 210℃로 설정하고, 각 온도별로 시간은 5, 10, 15분 등으로 달리하여 볶음을 하였다. 그 결과 표 4에서 보는 바와 같이, 210℃ 10분 볶음하여 추출한 추출물의 기호도가 가장 우수한 추출물을 얻을 수가 있었다.

표 4. 볶음방법에 따른 추출수율, 당도, 기호도 비교

볶음온도(℃)	볶음시간(분)	추출수율(%)	Brix	기호도(1~5) ↓
150	5	19.0	2.2	1.5
	10	16.9	1.9	1.5
	15	14.3	2.3	2.0
180	5	9.1	2.1	2.0
	10	30.6	2.9	2.3
	15	21.3	2.2	3.0
210	5	25.0	2.0	2.5
	10	21.7	2.6	3.5
	15	18.2	2.3	3.0

↓ 1. 아주나쁘다 2. 나쁘다 3. 보통이다 4. 좋다 5. 아주좋다

다. 추출조건 확립

다시마 추출시 최적의 추출온도를 찾기 위해 허 등(1999)의 결과를 참조하여 추출온도를 60, 80, 100℃로 정하고, 추출시간은 1시간으로 결정하였다. 210℃ 볶음 처리한 다시마의 추출온도에 따른 추출수율, 당도, 기호도 등을 조사한 결과, 표 5에서와 같이 추출온도가 높아 질수록 Brix, 알긴산 함량, 기호도 등이 높아지는 결과를 얻었다.

표 5. 추출온도에 따른 추출수율, 당도, 기호도 비교표

볶음 방법	추출온도 (°C)	추출수율(%)	Brix	알긴산함량 (g/100ml)	기호도 (1~5) ↓
210°C 10분	60	36.3	2.7	0.10	2.0
	80	25.9	2.8	0.15	2.8
	100	32.0	3.2	0.24	3.5

↓ 1. 아주나쁘다 2. 나쁘다 3. 보통이다 4. 좋다 5. 아주좋다

라. 음료 제조

다시마 음료의 제조공정은 그림 1과 같다.

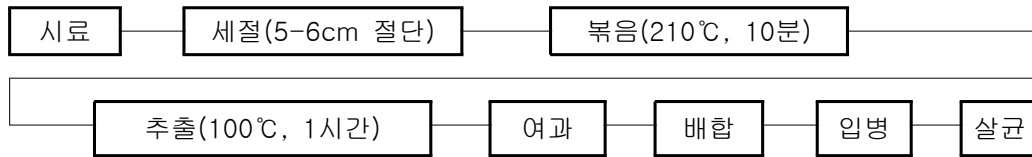


그림 1. 다시마 음료 제조공정도

다시마의 전처리 방법 및 추출조건 구명을 위한 실험 결과, 210°C, 10분 볶음처리하여, 100°C 1시간 추출시 특성 및 기호도가 양호한 추출액을 얻을 수 있었다. 이러한 방법으로 추출한 용액을 주재료로 하여 액상과당, 구연산, 솔비톨, 구연산나트륨, 젖산칼륨, 헤이즐넛향 및 정제수 등을 부재료로 하여 음료를 배합하였다. 각 재료별 배합비율을 표 6과 같다.

표 6. 재료 혼합비율 (%)

다시마 추출물	액상과당	구연산	솔비톨	구연산 나트륨	비타민 C	탄산 나트륨	젖산 칼륨	헤이즐넛향	정제수
24	1.85	0.11	0.16	0.035	0.07	0.2	0.05	0.04	73.485

제조한 음료의 기능성 검정결과 다시마 추출물과 이를 첨가한 음료 시제품과의 기능성은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다(표 7).

표 7. 음료제조후 기능성 검정

구 분	혈당강하	간기능 개선	혈압조절	항산화
다시마 추출물	44	147	53	56
음료 시제품	44	137	36	40

현재 시중에 출시되고 있는 다시마 음료와 본 실험에서 얻어진 시제품의 품질특성을 비교한 결과 표 8에서 보는 바와 같이 시제품의 pH는 7.62로서 출시제품 4.38에 비해 중성을 나타내었으며, 탁도는 0.64로 출시제품 1.58에 비해 투명한 결과를 얻었다. 전반적인 관능 검사 결과는 3.9점으로 시판음료 2.3보다 높은 기호도를 보여 전체적인 제품의 특성 및 기호도가 기관음료보다 양호한 것으로 비교되었다.

표 8. 시판음료와의 품질특성 비교

제 품	Brix	pH	탁도 (420nm)	색도 J			관능검사(1~5)♪			
				L	a	b	색	향	맛	종합
시판음료 (속편한다시마)	11.9	4.38	1.58	61.47	2.39	42.25	2.1	2.5	2.0	2.3
시제품	2.9	7.62	0.64	74.47	1.03	20.21	3.8	4.0	3.9	3.9

J L : +white, -black a : +red, -green b : +yellow, - blue

♪ 1. 아주나쁘다 2. 나쁘다 3. 보통이다 4. 좋다 5. 아주좋다

4. 적 요

다이어트 소재로 많이 이용되고 있는 다시마는 식품재료로서 가공에 적합하지 않은 특성이 있어, 다양한 가공품 개발이 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 이에 본 실험에서는 다시마 추출물 특유의 이취와 점성을 감소시킬 수 있는 추출방법과 이를 이용한 음료를 개발하였으며, 결과를 요약하면 아래와 같다

- 가. 다시마의 일반성분 중 조회분이 20.97%로 가장 높았으며, 무기성분중에서는 칼륨이 11.8%로 높았다.
- 나. 다시마의 기능성은 혈당강하 44, 간기능개선 147, 혈압조절 53, 항산화 56, 면역증강 125%/mg/ml을 보였다.
- 다. 음료 제조를 위한 전처리는 210℃에서 10분동안 볶음처리한 후 100℃ 1시간추출시 기호도가 가장 좋은 것으로 나타났다
- 라. 다시마 음료의 최적배합비율은 다시마 추출물 24%, 액상과당 1.85%, 솔비톨 0.16%, 탄산나트륨 0.2%, 구연산 0.11% 및 정제수 등 기타 73.68%이었다.
- 마. 가공된 음료의 기능성은 혈당강하 44, 간기능개선 137, 혈압조절 36, 항산화 40%/mg/ml로 가공전에 비해 혈당강하를 제외한 나머지 기능성은 다소 낮아졌다.
- 바. 개발한 시제품과 시판되고 있는 다시마 음료를 비교한 결과 색, 향기, 맛 등 전반적인 기호도에서 시제품이 양호한 것으로 나타났다.

5. 인용 문헌

김우정, 최희숙. 1994. 미역의 효과적인 추출을 위한 종합적 추출 방법의 개발. 한국식품과학기술지, 26(1), pp 44-50

이혜성, 최명숙, 이연경, 박수현, 김유정. 1996. 당뇨병 환자를 위한 고식이 섬유 보충물의 개발을 위한 연구(1). 한국영양학회지, 29(3), pp286-295

하정옥, 박건영. 2000. Alginate의 Na 흡착효과와 다시마 첨가 김치의 개발. 한국식품영양과학회지, 29(6), pp 995-1002

하정옥, 박건영, 문숙희. 1996. '96 불포화지방산의 생리적 기능과 건강 심포지움. 다시마의 항돌연변이 및 항고혈압 효과. 식품산업과 영양.1(2), pp 49-79

허상선, 정재용, 박영호, 주길재, 최용학. 1999. 추출조건에 따른 다시마 추출액의 특성에 미치는 물리적 특성의 영향. 경북대농학지. 17, pp 79-83

홍미정, 이기동, 김현구, 권중호. 1998. 볶음처리에 따른 치커리의 기능성 및 관능적 특성

변화. 한국식품과학회지, 30(2), pp 413-418

6. 연구결과 활용제목

다시마 기능성 음료 개발(특허출원)