

최 종
연구보고서

해조 쌀의 제조 공정 및 가공기술개발

Development of Manufacturing Process and
Technology of Seaweed rice

2003. 12.

주관 연구기관 고 신 대 학 교
협동 연구기관 국립수산물과학원
참 여 기 업 (주)시 라이트

해 양 수 산 부



제 출 문

해양수산부 장관 귀하

본 보고서를 “해조 쌀의 제조 공정 및 가공 기술 개발” 과제의 최종
보고서로 제출합니다.

2003 년 9 월 일

주관연구기관명 : 고신대학교

총괄연구책임자 : 강 진 훈(고신대학교 식품영양학과)

연 구 원 : 이 용 우(동의공업대 식품생명과학과)

연 구 원 : 엄 동 민(양산대학 식품가공제과제빵과)

연 구 원 : 여 생 규(부산정보대학 관광계열)

연 구 원 : 이 동 호(부산지방 식품의약안전청)

연 구 원 : 이 태 기(남도대학 해양식품산업과)

연 구 원 : 김 광 래(주식회사 시 라이트)

협동연구기관명 : 국립 수산과학원

협동연구책임자 : 윤 호 동(신물질 개발실)

연 구 원 : 변 한 석(위생가공실)

연 구 원 : 박 희 연(신물질 개발실)

연 구 원 : 김 태 진(위생가공실)

여 백

요 약 문

I. 제 목

해조 쌀의 제조 공정 및 가공 기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구 개발의 목적

미역, 다시마 등의 해조류는 인체에 유효한 무기질, 비타민이 다량 함유되어 있고 소화되기 어려운 식이섬유 즉, 알긴산 등을 함유하여 정장작용, 중금속배출작용 등을 나타낼 뿐 아니라 근래에는 후코이단의 항암작용, 항균작용 등에 대하여서도 많은 연구결과가 발표되고 있어 이를 이용한 새로운 기능성식품 및 건강보조식품으로 다양하게 가공되고 있다.

우리나라에서는 최근에 들어 양식 산업의 발달로 인해 해조류의 생산량이 해마다 증가하고 있는 추세에 있으나 가공 기술이 아직 단순해서 염장이나 건조 등에 지나지 않아 전체 해조류 생산량의 16% 정도만 가공되는 등, 이용율이 아주 낮은 실정에 있다. 그리고 해조 특유의 냄새와 맛 등으로 인해 구매자들의 기호성을 만족시킬만한 가공품이 개발되지 못하고 있어 이 문제의 해결이 시급한 당면과제라고 하겠다.

그래서 본 연구에서는 기존에 가공되고 있는 해조류를 이용한 가공식품의 종류를 다양화하고 소비자들에게 손쉽게 다가설 수 있으며 인간의 건강에 대한 욕구를 만족시켜줄 수 있는 기능성 식품 소재로 개발하고자 천연 해조 쌀의 개발을 시도하였다. 특히, 기존에 이용되고 있는 해조가공방법을 탈피하여 해조 상분의 변화를 극소화하여 진공가열 교반에 의해 해조성분을 용해하고 해조 중에 함유되어 있는 순수한 알긴산을 추출하여 성형하고 염류이온에 의한 이온치환 방식으로 응고시켜 만든 것으로 제조방법이 그다지 까다롭지 않은 장점을 가지고 있고 순수한 알긴산만을 이용해서 만들기 때문에 건강 기능성 향상을 극대화할 수 있으며 전분이나

곡류분 등을 첨가하여 해조 분말과 혼합 코팅하여 만든 건식 해조 쌀의 제조는 기존의 밥과 거의 유사하게 취반 할 수 있게 하는 등 해조가공식품의 기호성을 향상시키는 것 뿐 만 아니라 해조성분 외에도 기능성을 향상할 수 있는 다양한 첨가물을 혼합하는 방법으로 제조하게 되었다.

이러한 방법으로 천연 해조 쌀을 제조할 경우 낱알이 부족해지는 국내 식량자원을 보다 더 확충할 수 있고 국제 사회와의 무역협정에 따라 한층 어려워진 국내 농산물 시장 환경의 문제점 개선이라는 측면에서도 상기한 각종의 개발 목적과 함께 중요한 의미를 가지고 있다고 하겠다.

2. 연구개발의 중요성

현대인의 건강에 대한 관심이 문명의 발달에 따라 크게 증폭되고 있는 현 시점에서 다양한 가공식품의 개발이 이루어지고 있고 그 종류 또한 말할 수 없이 많아진 것이 사실이다. 그런 만큼 식생활의 다변화가 이루어지고 있고 먹는 식품성분에 따라 편차가 크게 되고 개개인의 기호성에 따라 건강과는 무관하게 선택되는 경우가 많아졌다. 특히, 고지방식, 고단백식이의 서양식 식생활 습관이 형성되어감에 따라 인간에게 발생하는 질병의 형태가 서양인들과 유사해져 가는 경향을 드러내고 있다. 근래에 들어 대장암, 직장암, 심장순환계질환에 의한 사망율이 급증하는 현상이 드러나는 것은 사람들의 식생활습관의 서양화가 일구어 낸 결과라고 할 수 있겠다.

특히, 지금까지 해조류의 생산량에 비해 효율적인 이용이 되지 않았던 것은 해조제품의 가공기술이 단순하고 해조 특유의 장점을 특징적으로 개발하지 못한 부분이 많아 연령층에 따라 선호하는 정도의 차가 커서 공급량과 소비량이 균형을 맞추지 못했던 데서 그 이유를 찾아볼 수 있었다.

따라서 인간의 장수를 원천적인 목적으로 해서 성인병을 예방하고 노화나 암 등의 질병의 위험에서 벗어날 수 있게 하는 생리적 기능성을 충분히 발휘할 수 있을 뿐 아니라 침체 일로에 빠져있는 국내 수산업계의 위기를 연근해에서 대량생산되는 수산자원, 특히 해조류를 이용해서 새로운 가공품을 개발함으로써 해서 극복하여 어민소득을 향상시킬 수 있으며 다량 생산되는 해조 자원의 유효이용을 극대화 시킴으로써 대체 식품으로서 또는 건강 기능성 식품으로서 천연 해조 쌀의 제조의

중요한 의미를 부여하고자 한다.

3. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 해조류의 효율적인 가공기술과 활용방안을 모색하고 고부가가치를 지닌 새로운 해조가공품을 제조하기 위한 것으로 해조 시료의 분말화, 해조조체가 가지고 있는 기능성 성분의 소실을 줄이는 용해방법, 응고, 성형, 기능성 개선 실험, 장기간 유통을 위한 안정성 실험, 최적 가공공정 개발 등의 실험을 통해 다양한 해조 쌀의 모형을 제시할 목적으로 제 1 세부과제와 제 2 세부과제에서 연구 수행한 내용 및 범위는 다음과 같다.

1) 제1세부과제 : 해조다당류를 이용한 천연 해조 쌀의 산업화 기술개발

- 원료의 일반성분
- 해조 paste의 특수성분 실험
- 해조 paste의 기능성 실험
- 해조 paste의 조제
- 해조 쌀의 용해조건의 설정
- 해조 쌀의 응고조건 설정
- 해조 쌀의 성형조건의 설정
- 품질 개선 실험
- 품질 안정성 실험
- 포장방법의 설정
- 최적 제조공정의 설정

2) 제 2 세부과제 : 해조류의 기능성을 이용한 이미테이션 라이스의 개발

- 일반 및 특수성분 시험
- 배합 원료의 선정 및 배합 비율에 따른 물성 검사
- 반죽조건의 설정
- 성형 방법 검토
- 건조조건의 설정

- 취반에 따른 물성검사
- 기호도 조사
- 포장방법
- 물성 검사 및 미생물 검사
- 영양 강화
- 물성변화 : 겔 강도, 점도
- 관능검사 (맛, 선택, 냄새)
- 최적 제조공정의 설정

IV. 연구개발결과

해조 쌀의 제조 공정 및 가공 기술 개발의 과제로 수행한 연구의 결과는 다음과 같다.

제 1 세부과제 : 해조 다당류를 이용한 천연 해조 쌀의 산업화 기술개발

1. 원료의 일반성분 및 특수성분 분석

1) 일반성분 분석

원료는 미역과 다시마로 하였으며 양 시료의 일반성분은 수분, 지방, 단백질, 회분 등을 측정하였으며 특히, 해조 쌀의 제조에 있어서 물성의 적절한 조성 과 성분 배합 상 아주 중요한 의미를 가지고 있는 수분 함량은 양 시료 모두에서 89% 내외의 함유량을 나타내었으며 단백질과 지방 함량은 적게 나타난 반면 주요성분인 회분 함량은 미역이 4% 내외, 다시마는 3.6% 정도의 함유량을 가지는 것으로 나타났다.

2) 원료의 특수성분 및 기능성 실험

(1) 특수성분 실험

미역과 다시마의 아미노산 조성 및 핵산관련물질의 함량을 측정하였는데 해조류의 성분 특성상 그 함량은 미미하여 그다지 중요한 의미를 부여하지는 않았다. 그러나 지방산 조성에 있어서 불포화지방산의 함유량이 많은 것이 특징적이었으며 그 중에서도 필수지방산의 함량이 많은 것을 알 수 있다. 특히, 20:4(ω -3), 18:4(ω -3)의 함량이 가장 많은 것으로 나타났다.

한편, 아미노산 조성을 살펴 본 결과 필수 아미노산인 methionine, isoleucine, leucine, valine, threonine 등의 함량이 높게 나타났으며 비필수 아미노산인 alanine, glutamic acid, aspartic acid 등의 함량도 못지않게 높게 나타났다.

(2) 생리기능성 실험

미역과 다시마 및 툇의 항산화성을 측정하였는데 미역의 항산화성이 가장 뛰어났으며 37°C 배양 4일 쯤까지 100 meq/kg 이하의 수준을 유지하는 것으로 보아 해조 성분의 지질산화억제능이 우수한 것으로 여겨진다. 시료의 ACE 활성 저해능을 조사한 결과에서는 미역과 다시마 양 시료 모두에서 활성 저해능을 나타내었다.

한편, 동물실험을 통한 중성지방과 콜레스테롤의 혈중 함량을 조사한 결과에서는 미역과 다시마 모두에서 유의하게 낮은 수치를 나타내었으며 툇은 약간 높은 것으로 나타났으나 유의한 차이는 없었다. 그리고 혈중 HDL-cholesterol의 함유량에 있어서도 양 시료 모두 유의하게 높은 수치를 나타내어 양 시료의 생리기능성을 찾아 볼 수 있었다.

2. 해조 원료의 처리조건 검토

1) 해조 paste의 제조를 위한 재료의 팽윤율

염장미역과 생미역, 다시마, 툇의 팽윤율을 조사하였는데 그 결과를 이용하여서 재료의 이용가치를 판단할 수 있을 것이고 부가가치를 조사할 수 있는 유효한 실험이라고 하겠다.

그 결과 염장미역은 수세 후 침지하고 4시간이 지날 경우 약 10배까지 팽윤하였는데 반해 다시마는 2시간 만에 약 2.5배의 팽윤율을 나타내어 미역과는 큰 차이를 나타내었으며 톳은 팽윤율에 있어서 거의 제로에 가까울 정도로 변화가 없었다. 생미역의 경우에는 다시마와 비슷한 팽윤율을 나타내어 결국 해조 원료로서는 염장한 미역을 재료로 사용하는 것이 부가가치를 높일 수 있는 방법이라고 할 수 있다.

2) 원료 조체의 선택

원료를 전 처리함에 있어 조체의 선택을 조사하였는데 염장미역이 건미역에 비해서 명도나 녹색이 훨씬 선명한 것으로 나타났다. 반면에 건미역은 복원시도 갈색을 띠고 있었다. 생미역 및 생다시마는 가공이나 저장을 위해 데치기를 하는데 이때 녹색을 나타내게 된다. 이러한 조체를 가공하면 그 시간에 따라 녹색이 변하게 되고 기호성이 약화될 우려가 있는 것으로 판단되었다.

3) 가수량에 따른 물성의 변화

다시마와 미역 모두에서 가수량이 증가함에 따라 점도가 저하하였고 물성도 저하하였다. 그러나 가수량을 지나치게 적게 할 경우 경도가 커서 저작성을 저하시킬 우려가 있는 것으로 판단되었다. 가수량과 밥을 하였을 때의 관능평가를 한 실험에서는 가수량에 따른 맛, 선택, 외관 등은 비례적으로 양호해졌으나 저작성은 가수량이 적은 것에서 좋은 평가를 얻었다. 다시마에서는 미역과 비슷한 결과를 나타내었으나 외관은 미역보다 나은 것으로 나타났다.

본 항에서의 실험결과 물의 배합비율은 100% 비율로 정하는 것이 저작성이나 그 밖의 관능평가 결과에서 적합한 것으로 판단되어 이후의 실험에서는 100%의 배합비율을 고정적으로 사용하였다.

4) 해조 쌀 제조를 위한 시료 용해조건의 설정

K_2HPO_4 를 사용하여 조제한 paste의 색조에 있어서 용해시간에 따라, 온도의 증

가에 따라 명도, 적색도 및 황색도 모두 약간씩 감소하는 경향을 나타내었다. 그리고 용해시간이 지남에 따라 점도가 점차 증가하는 것으로 나타났으며 용해제의 농도가 증가함에 따라 점도가 증가하는 것을 알 수 있었다. 그러나 수분 함량은 용해제 농도가 증가할수록 감소한 경향을 나타내었다.

5) 해조 쌀의 제조공정을 위한 실험

응고제의 농도가 증가함에 따라 설택이 모든 부분에서 약간씩 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 농도에 따른 차이는 그다지 크지는 않았으며 특히, 응고제 농도가 증가함에 따라 설택이 선명하게 나타나는 경향을 보이고 있었다.

한편, 응고제로 사용한 CaCl_2 의 농도에 따른 물성의 변화를 응고시간을 3시간을 기준으로 측정한 결과 CaCl_2 농도가 증가함에 따라 겔 강도는 증가하였으나 경도는 0.2% 이상에서는 그다지 차이가 나지 않는 것으로 나타났다. 그리고 동일한 조건 하에서 밥을 했을 때의 물성을 측정한 결과 응고제 농도가 증가함에 따라 겔 강도가 증가하였고 경도도 증가하였으나 겔 강도가 증가하는 것에 비해 경도의 증가의 폭은 작은 것으로 나타났다. 응고제 농도와 응고시간과의 상관관계를 물성측정의 결과로 비교한 결과에서는 0.1, 1.0%의 응고제 농도 하에서 겔 강도가 응고시간이 3시간이 경과할 때까지는 증가하다가 차츰 시간이 경과함에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 경도도 마찬가지로의 결과를 나타내었다. 따라서 본 연구에 있어서 응고시간은 3시간이 가장 적당한 것으로 판단되었다. 그러나 응고제의 농도는 성형한 해조 쌀의 크기에 따라 설택을 달리하여야 기호도에서 어느 정도 만족감을 부여할 수 있지만 해조 쌀의 입자가 적기도 하지만 취반하면서 가열하기 때문에 응고제의 농도는 그다지 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다. 이같은 판단은 관능평가의 결과로부터 얻어 낼 수 있었다. 그러나 응고제 농도가 지나치게 낮은 경우(0.1% 미만)에서는 응고가 잘 되지 않기 때문에 응고 및 성형으로 적합하지 않은 것으로 여겨지며 또한 지나치게 높게 할 경우(1.0% 이상) 사용량에 맞지 않게 되고 또한 사출이 어렵게 되기 때문에 응고제의 농도는 0.3% 이상 1.0% 이하로 정하는 것이 옳은 것으로 판단되었다.

6) 성형조건의 설정

해조 쌀의 제조에 있어서 기존의 쌀과 같은 모양으로 성형하는 것은 미역 paste의 특성상 어렵고 원형의 사출구를 가진 기구를 사용하면 해조 쌀의 보편적인 성형은 가능한 것으로 판단된다. 또한 점성이 강하여서 가수를 하여야 적당한 물성을 부여할 수 있기 때문에 물과 paste의 배합비율이 성형 및 사출 후의 해조 쌀의 외관을 좌우하게 된다. 이같은 배합을 적절하게 유지한다면 면류와 같은 방법으로 사출하는 것도 가능하며 아울러 수동적인 방법으로 주사기와 같은 기구를 이용해서 사출하는 것도 가능하다. 그러나 대량으로 생산하기 위해서는 기계적인 방법으로 사출하는 것이 적당할 것으로 사료된다. 그러기 위해서는 사출할 때의 속도와 해조 paste의 점성으로 인한 엉김을 방지하기 위해서 적절한 크기로 조절하는 것이 필요하였다. 해조 쌀을 취반하게 되면 알갱이의 수분이 탈수되고 그 형태가 크게 축소됨으로써 성형할 때의 원형을 유지할 수가 없게 된다. 이것은 성형시 원형이 문제가 되는 것이 아니고 그 크기가 문제가 된다는 것을 의미하며 특히, 기존의 쌀을 취반했을 경우의 알갱이의 크기보다 작게 되도록 성형하는 것이 해조 쌀의 외관에 대한 거부감을 줄일 수 있고 식용으로 활용하는데 오히려 적당한 것으로 사료된다. 그리고 해조 쌀 알갱이 개체의 겔 강도를 줄이게 되고 밥과 그다지 차이가 나지 않는 식감을 제공할 수 있기 때문에 기존에 시판되고 있는 검정 쌀과 유사하게 기능성 쌀로서의 의미를 강조할 수 있게 되는데 이러한 조건을 제외하고는 성형하기에 까다로운 조건이 다르게 필요하지 않은 것으로 판단된다. 또한 가수량을 많이 해서 제조한 해조 쌀의 크기는 취반하여도 그 크기가 그다지 많이 줄어들지 않아 성형한 후의 해조 쌀로서의 적당한 모델을 제시하여 주었기 때문에 해조 쌀의 제조공정을 단순화하여 대량생산에 적절한 방법을 제시할 수 있었다.

그래서 본 연구에서는 해조 쌀의 사출을 기존의 면류제조 기구를 사용하여 실시하였으며 그 크기는 직경 3 mm로 하여 성형하였다. 이와 같이 제조한 해조 쌀을 취반하였을 경우나 떡으로 가공하였을 경우에도 성형 직후의 크기와 그다지 차이가 나지 않는 모습을 나타내어 적절한 사출의 조건을 갖출 수 있게 되었다. 특히, 곤약이나 전분을 첨가하였을 경우 원래 사출한 크기대로 유지하는 것을 볼 수가 있었다. 그러나 해조 쌀의 알갱이가 지나치게 크면 저작하는데도 불편을 초래하게 될 가능성이 있고 실제로 관능 평가의 결과도 그리 좋지 않은 것으로 나타났다.

7) 품질개선실험

미역과 다시마로 제조한 해조 쌀의 기능성을 향상시키기 위한 실험의 일환으로 미역 paste에 곤약, 클로렐라, 대두단백을 각각 1, 5, 10%씩을 첨가하여 해조 쌀을 제조하였는데 그 결과 곤약, 클로렐라, 대두분말을 첨가한 경우 첨가량이 많아질수록 겔 강도가 낮아졌고 경도 또한 낮아졌다. 특히, 모든 첨가물의 경우에 있어서 해조 쌀만의 경우에 비해서는 겔 강도와 경도가 많이 낮았고 그 차이는 컸다. 이로써 상기한 첨가물을 첨가하였을 경우 밥 알갱이와 유사한 물성을 갖게 하는 데 많은 도움을 줄 수 있을 것이 거라고 생각된다. 해조 쌀의 기능성을 향상시키기 위한 목적으로 첨가한 3 종류의 첨가물은 종류에 따라 관능평가의 결과가 달라졌고 곤약을 제외하고는 모두 미역 paste 만으로 제조한 해조 쌀 보다 겔 강도나 외관, 맛, 섶택 등에서 그 평가수치가 낮은 것으로 나타났다. 특히, 곤약을 첨가한 경우에는 알갱이가 즐깃졸깃해지고 씹히는 느낌이 뚜렷하고 일정한 형태로 성형하기가 수월한 장점을 가진 것으로 나타났다. Chlorella의 경우에는 섶택이 더욱 선명해지는 결과를 나타내었고 취반했을 경우 밥에 클로렐라 자체의 색으로 인해 녹색이 연하게 나타나는 결과를 보여 외관의 향상을 가져올 수는 있다고 생각된다. 그러나 클로렐라 특유의 냄새가 있어 기호성을 저하시키는 위험이 있다. 이에 반해 대두단백이나 곤약은 맛이나 섶택 등에서 좋은 평가를 내렸고 물성도 적당하여서 해조 쌀의 기능성을 향상시킬 수 있는 가능성이 있는 것으로 나타났다

8) 해조 쌀의 품질안정성시험

미역으로 제조한 해조 쌀의 유통 안정성을 조사하기 위하여 물과 paste의 혼합비율을 1:1, 1:1.5로 만든 해조 쌀을 80℃에서 10분 살균한 다음, 90℃에서 20분 살균한 저온 살균군과 120℃에서 9분 살균한 고온 살균군으로 나누어 냉장고(4℃)와 상온(25℃)에 4주간 저장하면서 경시적으로 생균수를 측정하였다. 그 결과 저온 살균군에서 시간이 경과함에 따라 균에 의한 오염이 크게 진행되는 것을 알 수 있었으며 상온에 저장한 실험군에서 냉장고에 저장한 실험군보다 균의 증식이 훨씬 빠르게 진행되었다. 그러나 고온 살균한 실험군에서는 균의 증식이 전무하여 장기 유통해야 되는 해조 쌀의 경우에는 고온 살균하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 그리고 살균에 의한 물성의 변화를 측정한 결과 탈수되어 알갱이의 크기가 약간 작아졌을 뿐 물성의 경시적인 변화는 크게 나타나지는 않았다.

9) 해조 쌀의 포장 방법의 설정

해조 쌀을 살균하지 않고 증류수와 소금물을 보존액으로 하여 각각 polyethylene film(PE)과 retort 용기에 넣어 진공포장하고 15일간 냉장고에 저장한 후 생균수를 측정하고 포장 용기의 안전성을 실험한 결과 그 결과 증류수에 보존하는 것보다 소금물을 보존액으로 하였을 경우에 균의 증식억제에 도움이 되는 것으로 나타났고 소금의 첨가농도에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 포장 용기에 따라서는 크게 차이는 나타나지 않았으나 retort 용기에 보존하는 것이 양호한 결과를 나타내었다. 또한 상기한 시료를 이용하여 물성의 변화도 조사하였는데 증류수에 보관한 것의 겔 강도와 경도가 소금물에 보존한 것보다 더욱 빠르게 저하하는 것으로 나타났다. 이는 두 시료 모두 살균하지 않아 조직의 붕괴가 빨리 일어나고 보존수에 의한 오염 또한 예방할 수 없는 것으로 판단되어 장기 유통을 위해서는 반드시 살균 처리하는 것이 바람직하다는 결과를 얻었다. 그러나 고온 살균을 하여야 균의 증식을 억제할 수 있기 때문에 PE film으로는 고온을 견딜 수 없어 포장 용기로는 결국 retort film이 적당할 것으로 판단된다.

(11) 산업화 최적공정의 설정

미역과 다시마, 툇을 이용하여 해조 쌀의 제조공정을 개발하기 위하여 재료의 수세와 침지를 통해 충분한 물의 재흡수를 꾀한다. 미역은 염장미역을 재료로 활용하는 것이 수분의 흡수를 돕고 해조 쌀 제조에 적합한 것으로 생각된다. 그러나 툇은 paste를 제조하는 과정에서 그렇게 용해과정이 좋지 않고 응고도 그다지 원활하게 진행되지 않았으며 해조 쌀의 제조 후 섶도 그다지 좋지 않아 재료에서 제외하였다. Paste의 제조를 위해서는 미역을 잘게 절단하여 믹서기에 넣어 아주 잘게 chopping한다. 이것을 적당량의 물과 함께 혼화하여 균질화한 것을 중량비 1%의 K_2HPO_4 를 넣어 75°C에서 진공 용해시킨다. 성형에 알맞은 점도의 상태를 선택해서 성형한다. 성형은 면류제조기에서 사출하여 직경 3mm의 크기로 절단하여 해조 쌀로 이용한다. 사출함과 동시에 1% 이하의 $CaCl_2$ 를 응고제로 하여 만든 응고액에 침지한다. 3시간동안 침지하여 응고시킨 것을 수세한 후 만든 해조 쌀을 2%의 소금물이나 깨끗한 물을 보존수로 하여 일정량 혼화한 다음 120°C에서 8분간 고온 단시간

살균하여 retort film에 포장한다. 장기간 유통을 위하여 냉장고에 보관할 수 있다.

제 2 세부과제 : 해조류의 기능성을 이용한 이미테이션 라이스의 개발

- 일반 및 특수성분 시험
- 배합 원료의 선정 및 배합 비율에 따른 물성 검사
- 반죽조건의 설정
- 성형 방법 검토
- 건조조건의 설정
- 취반에 따른 물성검사
- 기호도 조사
- 포장방법
- 물성 검사 및 미생물 검사
- 영양 강화
- 물성변화 : 겔 강도, 점도
- 관능검사 (맛, 색택, 냄새)
- 최적 제조공정의 설정

1. 원료의 성분 특성 실험

1) 침지시간에 따른 마른 미역의 팽윤율 및 조체의 pH

마른 미역은 물에 침지하여 15시간 후에는 약 11배로 팽윤하였으며, 염장미역은 침지하여 1시간 후에 약 4.5배 팽윤하였다. pH는 마른 미역이 5.85, 미역 페이스트가 6.87 그리고 염장 미역이 6.40이었다.

2) 미역 paste의 용해시간 및 온도에 따른 색택시험

용해온도가 높은 시료는 명도가 높은 것으로 나타났다. 즉 다른 시료에 비하

여 백색을 띄고, 적색도가 높은 반면에 녹색이 엷어졌다. 또한 용해온도가 높을수록 전반적으로 갈색도가 높아졌다

2. 배합 원료의 선정 및 배합 비율에 따른 물성 검사

1) 밀가루 적정 첨가량

밀가루를 5~40% 첨가하여 실험한 결과, 미역 paste 중량당 40% 이상 첨가한 경우에는 수분함량이 과도하여 성형하기가 어려워 그 이상의 첨가는 성형조건을 변화할 필요가 있었다. 밀가루 첨가별 제품에 대한 선택실험을 실시한 결과, paste의 첨가량이 증가할수록 백색도는 저하되고 적색도 또한 저하되었다. 밀가루의 첨가량이 증가할수록 해조류가 가지고 있는 클로로필 색소함량의 변화에 따라 제품의 선택이 점차 녹색을 띄는 경향을 나타내었다.

2) 쌀가루 적정 첨가량

쌀가루 적정첨가량은 성형조건을 감안하여 미역 paste 중량당 30% 정도 첨가하는 것이 사출시 일정 형태를 유지하고, 절단할 때 서로 엉기지 않고, 쉽게 자를 수 있었다. 미역 paste를 30% 이상 첨가할 때는 사출기에서 서로 엉겨서 죽 상태로 되어 사출기에서 나오는 즉시 성형이 불가능하였다. 그리고 쌀가루를 첨가한 제품의 선택시험을 실시한 결과, 백도는 -37.34, 적색도는 -5.51, 황색도는 17.75 및 갈색도는 41.71이었다.

3) 적정 미역분말 첨가량에 따른 가수량의 변화

미역분말과 밀가루 첨가량을 총 100g으로 하여 시제품을 제조하였을 경우 미역분말 첨가량에 따른 수분함량의 변화를 살펴보았다. 미역분말 10% 첨가시에는 밀가루의 종류에 따라 다소 가수량의 차이를 보였으나 대략 58 ~ 62%의 가수량을 나타내었다. 미역분말 2~10%씩 첨가하여 반죽의 상태를 관찰한 결과, 미역분말 6% 첨가제품이 선택이나 외관도 양호하였다.

4) 미역분말 10% 첨가시 곤약 첨가량에 따른 가수량의 변화 및 품질평가

시제품을 50g으로 정하고 곤약을 1 ~ 5%까지 비율을 변화시켜 제품의 함수율의 변화를 살펴본 결과, 곤약의 첨가비율이 증가할수록 함수량이 증대하는 것을 알 수 있었다. 곤약의 함량이 증가하면 수분을 흡수하는 성질이 강하여 반죽이 단단해지고, 수분이 있는 부분 부분마다 덩어리가 형성되는 경향을 나타내었다. 따라서 곤약이 많으면 시간이 갈수록 제품의 표면이 딱딱해지고, 외관이 불량하게 되었다.

5) 미역 paste + 쌀가루 첨가제품에서의 적정 곤약첨가량

미역 paste, 쌀가루, 곤약을 합쳐 총 50g으로 각각의 비율을 정하였다. 미역 paste는 적정 첨가량 시험에서 30%가 적정첨가량으로 나타나 본 실험에 적용하였다. 미역 paste 30% 첨가시 곤약의 적정 첨가량을 살펴본 결과, 미역분말 첨가제품보다 미역 paste를 사용하면 미역의 고유한 색이 반죽에 고르게 퍼져서 색깔이 단일 색깔로 나왔으며, 곤약이 들어간 만큼 가수량도 증가하는 것으로 나타났다. 곤약을 소량 첨가하면 반죽하여 제품을 성형할 때 탄력성도 증가하는 느낌을 받았다. 관능적 판단으로 곤약은 약 3% 첨가시 가장 양호한 것으로 나타났다.

6) 미역첨가량에 따른 밀가루 첨가(박력분) 반죽의 물성변화

미역분말을 10 ~ 50%까지 첨가하여 밀가루(박력분)와 혼합하여 시제품을 제조하였다. 미역분말의 첨가비율이 높을수록 겔 강도는 약해지는 경향을 나타내었으며 Break Intention도 같은 경향이였다. Jelly값도 미역분말 첨가량이 증가하면 부드러운 느낌도 감소하고 Softy 수치도 저하되었다. 부서짐을 표시하는 Crisp도 미역분말 첨가량이 증가하면 감소하였다.

7) 미역분말 첨가 쌀가루 반죽에 미치는 곤약의 영향

미역분말 첨가량을 5% 및 10%로 일정하게 한 후 곤약분말 첨가량을 1%에서 5%로 점차 증가시키면서 쌀가루 반죽의 물성변화를 조사하였는데 곤약 첨가량이 증가

할수록 겔 강도, BRK Intention 값이 증대하였다.

8) 미역 paste 첨가 쌀가루 반죽의 물성에 미치는 곤약분말의 영향

원료중량당 미역 paste를 30%를 각각 첨가하여 쌀가루 반죽에 미치는 곤약분말의 영향을 조사하였는데 곤약분말은 0 ~ 5%까지 첨가하였을 경우, 곤약분말을 사용하지 않은 대조구의 strength가 가장 높았으며, 1% 이상의 비율에서도 strength가 점차 증가하였으나 BRK, Jelly는 곤약 첨가량에 따라 감소하는 경향을 나타내었다.

9) 쌀가루 반죽의 물성에 미치는 미역 paste의 첨가효과

원료중량당 곤약을 3%를 각각 첨가한 쌀가루 반죽에 대한 미역 paste의 첨가효과를 조사하였다. 미역 paste는 10 ~ 40 %까지 첨가하였는데 첨가량이 많아질수록 strength, BRK Intention이 증가하였다.

10) 성형조건의 설정

(1) 반죽조건의 설정 (적정 수분량)

미역분말보다 미역페이스트 첨가제품의 품질이 양호한 것으로 나타나 분말보다는 페이스트로 가공하는 것이 우수한 결과를 얻었다. 전체 50g 기준으로, 앞 실험에서 나온 적정 첨가량인 미역 paste 30%(15g), 쌀가루 67%(33.5g), 곤약 3%(1.5g)을 고정으로 해서 수분 양을 달리하여 수분 적정 함유량을 실험한 결과 반죽한 후의 선택은 고르게 나타났으며 쌀로 만들었을 때도 서로 엉기지 않았다. 그러나 수분의 양이 많아질수록 반죽이 물러지고 기계에 반죽이 붙었을 뿐 아니라 쌀 모양으로 성형할 때에도 서로 붙는 단점을 초래하였으며 색깔도 다소 진한 것으로 나타났다.

11) 성형방법 검토

(1) 해조 쌀 제조방법

① 곡분첨가 건조제품 : 해조 paste 또는 해조 분말에 여러 가지 곡분을 첨가하여 food mixer로 혼합한 다음, 제면기에 의해서 $5 \times 3 \times 2$ mm의 크기로 절단하여 롤식의 원통형 건조기를 슬라이딩하면서 회전시키는 형식을 이용, 이동되면서 타원형으로 제형되도록 하였다. 제형된 시제품은 열풍건조기로 단시간에 건조하였다.

② 무첨가 조미건조제품 : 해조를 일정 크기로 절단한 후, 조미하여 건조하였으며 첨가물은 물엿, 식염, 조미료(아미노산 등)를 사용하였다.

③ 성형크기, 모양

곡분첨가 이미테이션 라이스는 직육면체로 $5 \times 3 \times 2$ mm 크기가 적당하였다. 모양도 고정관념상 기존의 쌀 모양에 가까운 편이었다. 원형의 제품도 평가하였으나, 타원형에 비해 그다지 평가가 좋은 편이 아니었다.

12) 건조조건의 설정

① 곡분첨가 건조제품 : 일정 비율로 첨가하여 제조한 제품을 성형한 다음, 열풍건조기에 넣고, 고온에서 단시간 건조하는 것이 선택이 우수하였다. 상기의 조건으로 해조 쌀을 제조하였을 때 가수량은 32.5% 첨가하는 것이 가장 적당하였으며, 제조한 시제품은 건조상태로 품질을 유지할 수 있는 수분함량 15%이하로 하는 것이 적절하였다.

② 무첨가 조미건조제품 : 조미한 후 반건 상태로 건조한 미역의 엽상을 일정한 크기로 절단하여 취반할 때 기호에 맞춰 첨가한다. 완전히 건조하면 보관 중에 파손할 우려가 있으므로 반건 상태로 건조한다. 수분함량은 약 55%가 적절하였다.

13) 시제품 제조

① 미분 첨가 시료의 물성

미역 paste 30% (15g)에 쌀가루 70% (35g)을 혼합하여 수분을 적절하게 가수

하여 반죽하여 해조 쌀을 제조한 다음, 취반하여 물성을 측정하였다. 취반방법은 해조 쌀을 수세하지 않고 중량당 1.5배의 물을 가수하여 전기 보온밥솥으로 취반한 후, 20분간 뜸을 들였다. 실온에서 밥알 약 10개로 물성을 측정하였다.

② 곤약첨가 시료의 물성

미역 paste 30% (15g)에 쌀가루 68% (34g) 및 곤약 2% (1g)을 혼합하여 적절하게 가수한 후 반죽하여 해조 쌀을 제조한 다음, 취반하여 물성을 측정하였다. 취반방법은 해조 쌀을 수세하지 않고 중량당 1.5배의 물을 가수하여 전기 보온밥솥으로 취반한 후, 20분간 뜸을 들였다. 실온에서 밥알 약 10개로 물성을 측정하였다.

14) 저장 및 유통 안정성

① 포장방법

PE 진공포장지에 일정량의 해조 쌀을 넣고 밀봉한 다음, 저온(4℃)과 상온에 저장하면서 유통안정성을 실험하였는데 저온에서 저장한 경우가 상온에서 저장한 것보다 미생물의 생육이 아주 느린 결과를 나타내었다.

② 클로로필 함량

이미테이션 라이스의 색소변화는 4℃에서 저장 4개월째 약 29%의 클로로필이 잔존하였으며, 20℃에서 저장 4개월 후에는 약 7% 정도 잔존하였다.

③ 갈변도

갈변도는 저장기간에 따라 서서히 클로로필이 산화되어 햇빛이나 온도에 의하여 약간 퇴색하였다. 저장온도에 따라 클로로필의 퇴색이 빨리 진행되고 있는데, 저장 120일 후에 4℃보다 20℃에서 다소 높게 퇴색되어 갈변화되고 있다.

④ pH 변화

저장 중 해조 쌀의 pH는 7.1 ~ 7.4 정도의 중성부근으로 거의 일정하게 유지되었다.

15) 품질개선시험

① 영양강화

- 콩가루, 글루텐, 옥수수전분, 혼합곡분 : 각각 5-10%를 첨가하고, 미역 paste는 35%, 쌀가루는 60%를 혼합하여 반죽한 다음, 일정한 크기로 절단하여 건조하였다.
- 타우린, 고도불포화지방산 : 각각 1% 첨가
- 곤약전분 : 3% 첨가
- 키토산 올리고당, 콜라겐 펩티드 : 각각 2% 첨가

② 관능검사 (맛, 색택, 냄새) : 전반적으로 외관을 양호한 결과를 나타내었으나 표면이 약간 거칠고 해조 냄새가 약간씩 나는 평가를 얻었다.

(11) 산업화 제조공정의 개발

미역 paste의 수분 함량에 따라 첨가량이 변화될 수 있으나 제조공정상 수분 함량은 조절하면, 일정한 수분함량의 제품이 얻어질 수 있다. 또한 미역 및 다른 해조류라도 paste를 제조할 때, 균질하게 하면 제품의 색상이나 촉감이 부드러운 제품을 제조가능하다. 이미테이션 라이스의 최적제조조건은 일반적으로 미역페이스트의 첨가량은 약 30 ~ 50%를 차지하고, 조직감을 증대하기 위해서는 곤약전분 및 글루텐을 약 1 ~ 5% 가량 첨가하는 것이 양호한 제품을 제조할 수 있었다. 그 외의 기능성을 향상시키기 위해서 고도불포화지방산, 식이섬유, 타우린, 베타인, 셀레늄 등을 혼합 첨가하여 제조할 수 있으며, 무기질이나 비타민 등도 첨가하면 고기능성 이미테이션 라이스를 제조할 수 있다.

여 백

S U M M A R Y

This study was accomplished to investigate the development of new process technology of high value-added seaweed rice for increasing the utility of natural marine products and fisherman's incoming and also the development of imitation rice by using the seaweed polysaccharides.

1. Seaweed extracts and seaweed itself showed the strong antioxidative activities and the decreasing effects of the neutral fat and the increasing effects of HDL-cholesterol level in blood vessel of rat. And, They showed the inhibitory effects of ACE(angiotensin converting enzyme) activity.

2. The hydration rate of salted seaweed mustard became ten times within 4 hrs after immersing in water and in sea tangle, showed 2.5 times increase within 2 hrs, but in *seaweed fusiforme*, it didn't change a little. The hydration rate of raw seaweed mustard was nearly same as in sea tangle.

3. The viscosity and the physical properties were decreased in proportion to hydration rate. In boiled seaweed rice, its taste, color and external became better in proportion to hydration rate, but chewiness was good in low hydration rate.

4. According to the concentration of coagulant, most of colors were shown, but the difference according to concentration was not so much. Gel strength increased in proportion to concentrations, but hardness didn't change at the concentration above 2%. At the concentrations of 0.1% and 1.0%, gel strength and hardness increased during 3 hrs coagulation and after then, they decreased by degrees.

5. Plastic of seaweed rice was carried out by the noodle extruder at 3 mm diameter. At the high hydration rate, the dimension of seaweed rice didn't change by boiling, and kept its shape and size the same as before boiling.

6. When Gonyak, soybean flour and chlorella were added to seaweed paste at three concentrations such as 1%, 5% and 10%, gel strength of seaweed rice was decreased in proportion to the concentration of additives, and also decreased in hardness. Compared to the gel strength and hardness of seaweed rice only, they decreased much, which the differences were so big. Boiling the seaweed rice after adding the three additives, the results of sensory evaluation were different from each other. When added Gonyak, it became sticky and chewiness was better than Gonyak-free sample. In the case of chlorella addition, the external became better, but the smell was not so good in spite of boiling. But when added soybean flour and Gonyak, the taste and the color were so good in sensory evaluation, so it increased the functional properties.

7. When storing the seaweed rice at room temperature, the contamination by bacteria was so faster than at refrigerated condition.

8. Preservation effect of unsterilized seaweed rice was better in brine solution water than water, and the package in retort film was better than packaging in polyethylene film for circulating for long time and it needed to sterilize the retort film after filling.

9. The acceptability in color of seaweed paste was good in relation to the dissolution temperature.

10. When adding the wheat flour to 40%, it was good for plasticity. And 30% addition of rice powder against seaweed paste addition was good for plasticity

and extrusion.

11. When the addition of Gonyak to seaweed rice product added seaweed mustard powder to 10%, the physical properties became worse in proportion to the increase of concentration.

Second subject : Development of imitation rice by using the
functionality of seaweed.

12. The quality of product made by adding seaweed mustard paste was better than that made by adding seaweed mustard powder in physical properties. And in proportion to the increase of hydration rate, physical properties became worse.

13. Seaweed rice product made by adding rice powder adequately, was good in color by shaping and taking in hot-wind dryer, and high-temperature and short-time sterilization. Moisture content was adequate in 15%.

14. In the stability experiment against the contamination by microorganism of seaweed mustard rice product packed in polyethylene film, low-temperature storage at 4°C inhibited its growth rate bigger than at room temperature.

15. Chlorophyll content of imitation rice decreased to 29% at 4°C and to 7% at 20°C after storing 4 months and its decolorization was bigger at 20°C than 4°C to be brownish after 120 days. And pH during storage of seaweed rice was maintained to 7.1 ~ 7.4.

16. Soybean flour, gluten, corn starch, mixed rice powder were added to seaweed mustard(35%) and rice powder(60%) in 5 ~ 10% content each other. Taurine and polyunsaturated fatty acid were added to 1% each other, and

chitosan oligosaccharide, collagen peptide were added 2%. In their sensory evaluations, it was good in external, but seaweed smell existed after processing a little and its surface was rough a little.

Contents

Chapter 1. Introduction of the subjects

Chapter 2. Intra and international Technological
development

Chapter 3. Research contents and results

First subject : Technological development for the
Industrialization of natural seaweed rice by using
the seaweed polysaccharides

Section 1. Research contents

1. Samples for experiments
2. Experimental methods

Section 2. Results

Second subject : Development of imitation rice by
using the function of seaweed.

Section 1. Research object

Section 2. Research contents

1. Samples
2. Experimental methods

Section 3. Results

**Chapter 4. Achievement of the object and the
contribution for the relative fields
section 1. research objects by years**

Chapter 5. Programs for utilization of the results

**Chapter 6. Foreign information for scientific
technology gathered during proceeding of
the research**

Chapter 7. References

목 차

제 1 장 연구 개발과제의 개요

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 세부과제 : 해조다당류를 이용한 천연 해조 쌀의 산업화 기술
개발

제 1 절 연구내용

1. 재 료

2. 실험방법

제 2 절 연구결과 및 고찰

제 2 세부과제 : 해조류의 기능성을 이용한 이미테이션라이스의 개발

제 1 절 연구의 목표

제 2 절 연구내용

1. 실험재료 및 방법

2. 연구결과 및 고찰

제 4 장 목표달성 및 관련분야에서의 기여도

제 1 절 연도별 연구목표

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

제 7 장 참고문헌

제 1 장 연구 개발과제의 개요

현대 문명의 급속한 발전과 함께 현대인은 식품에 대한 욕구가 다양해졌고 그에 따라 식품의 가공 기술과 소재가 한층 다양해졌다. 또한 식품을 단순히 섭취할 대상으로서 뿐만 아니라 건강의 유지나 질병의 예방 및 치료의 차원에서 관심을 가지게 되었고 현재는 많은 건강보조식품이나 기능성식품들이 개발되고 있다.

그러나 근본적으로 1차 산업이 위축되고 국내 농산물 자원의 심각한 부족현상이 나타나게 되었고 외국 농산물의 수입이 한층 증가함에 따라 이 같은 현상을 더욱 부채질하게 되었다. 이에 따라 부족한 식량자원을 대체할 수 있는 방법을 모색하는 연구가 근래에 들어 빠르게 진행되고 있다. 더불어 식품의 가공을 위한 소재에 대해서도 많은 연구가 진행되고 있을 뿐 아니라 현대인의 건강을 유지하고 질병을 예방할 수 있는 다양한 기능성을 가지는 식품의 개발에도 많은 관심이 쏟아지고 있다. 따라서 이 같은 기능성을 겸비한 대체 식품의 개발에 해조류가 각광을 받고 있는 것은 지극히 당연하다고 하겠다.

해조류는 우리나라 연근해에서 다량으로 생산되어 우리나라 수산업을 이끌어가는 자원일 뿐 아니라 단순한 수산 식량자원에 그치지 않고 국민 건강의 향상이라는 중대한 목적성을 만족시키는데 큰 몫을 차지하는 식품으로 알려져 있다. 칼슘, 아연, 마그네슘, 인 등의 인체 생리학적으로 중요한 무기질을 다량 함유하고 있을 뿐 아니라 다양한 비타민을 비롯한 알긴산 등의 식이섬유를 함유하고 있는 것으로 잘 알려져 있다. 알긴산 등의 식이섬유는 배변을 용이하게 할 뿐 아니라 혈중 콜레스테롤 함량을 저하시키고 혈전을 용해시키는 등 성인병의 예방에 탁월한 효과가 있고 특히, 근래에는 후코이단과 같은 항암성 성분을 함유하고 있어 이의 항암 효과에 대해서도 많은 연구가 진행되고 있다. 그래서 이런 기능성을 이용하기 위한 새로운 기능성 식품의 개발에 대한 연구도 활발하게 진행되고 있기 때문에 본 연구의 중요성을 확인시켜주고 있다.

특히, 해조류의 생산량은 전체 수산물 중 17% 정도로 연체동물 다음으로 상당부분을 차지하고 있다. 그러나 해조류 생산량 중 가공제품의 생산량은 100,936 톤으로 약 25%에 불과하여 해조류의 대부분을 원재료를 그대로 수출하고 있는 실정이다. 이러한 현상은 국내 수산자원의 효용 가치를 저버리는 결과를 초래하는 것이고

또한 어민의 소득을 저하시키는 한 요인이 되고 있다. 수산물을 국내 식량자원의 한 축으로 많은 부분을 이용하고 있지만 대부분 염장품이나 건조품으로 가공하던지 낱것을 바로 섭취하는 식문화로 인해 해조류를 이용한 가공기술의 개발이 전혀 이루어지지 않고 있다.

따라서 수산자원을 이용한 기능성식품의 개발은 국민건강의 향상과 어민소득의 증대라는 두 가지 절대적 명제를 두고 앞으로 많은 연구가 진행되어야 할 필요성은 절실하다고 하겠다.

그래서 본 과제에서 시도하는 해조 쌀의 개발은 수산자원의 고부가가치화와 어민소득의 현실적 증가와 새로운 수산가공기술의 개발을 위해서 절대적으로 필요한 시점에 와 있을 뿐 아니라 침체되어 있는 수산업계에 새로운 희망을 줄 수 있는 중요한 계기로 삼을 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 해조 쌀을 제조하기 위하여 미역이나 다시마, 툇 등의 해조류를 마쇄하고 이를 용해제로서 적절하게 용해한 후 성형, 응고 시켜 제조하였으며 이의 생리학적 기능을 실험하여 그 효용가치를 확인하였다. 또한 관능평가와 함께 물성을 다각도로 측정하여 식탁에서 부담없이 섭취할 수 있는 정도로 개발하고자 하였으며 기존의 각종 곡분이나 기능성 성분을 함유한 재료들을 첨가하여 건식의 해조 쌀도 동시에 개발하여 이미테이션 라이스로서 국민건강 향상과 수산자원의 고부가가치화 생산이란 두 가지 목적을 동시에 얻을 수 있도록 꾀하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

우리나라에서는 해조류를 이용한 수산가공식품의 개발은 아직까지 이루어진 것이 그리 많지 않고 개발되어 있는 것도 염장품이나 건조품 등 단순가공기술에 지나지 않는 실정이다. 그리고 해조류를 이용한 기능성의 개발에 대한 연구도 시작된 지도 얼마 되지 않고 있다.

그러나 국내 연구진들의 해조류를 이용한 가공기술개발에 대한 관심은 끊임없이 이어져 다수가 보고 된 바 있다. 정 등(1995)은 미역과 다시마를 이용해서 해조묵을 제조하였고 차 등은 미역을 이용해서 분말주스를 만드는 연구를 한 바 있다. 또한 조 등(1998) 및 강 등(1996)은 미역, 김, 다시마 등을 이용해서 기능성 차를 개발하기 위한 연구와 기능성음료의 개발을 위한 갈조류의 이용 등의 결과를 보고한바 있는데 해조차를 개발하기 위해서 필요한 전 처리의 조건과 물성 조절, 기능성 실험 등을 수행한 바 있고 나름대로의 결과를 보고하였다. 또한 안 및 송(1998)은 미역과 다시마가루를 빵가루와 혼합 반죽하여 케이크를 제조하기 위한 보조재료로서의 효능을 조사하였는데 5% 정도까지는 케이크의 보수력, 부피 등에서 양호한 결과를 얻었다고 보고한 바 있다. 전 등(1999)은 햄버거 패티를 제조하기 위하여 보수성을 향상시킬 수 있는 보조 재료로서 우뭇가사리나 지충이의 해조를 분말화하여 사용하였을 경우 햄버거 패티의 보수성이 향상되었다는 연구 결과를 얻었다.

이와 함께 도 등(1994)은 미역을 함유한 압출성형물의 이화학적 특성을 연구하고 그 결과를 보고하였는데 미역을 함유한 성형물을 제조하였을 경우 밀도가 증가하고 파단강도는 감소한다는 결과를 나타내었다고 보고하여 미역의 첨가효과가 있다는 사실을 확인하였다.

이와 같이 해조류를 이용하여 다수의 연구자들이 가공기술의 다양화와 그를 통한 각종 해조가공제품을 만들었지만 아직까지 다른 농수산자원에 비하여 제조된 상품의 종류가 많지 않고 앞으로 많은 연구를 필요로 하고 있다. 그러나 가공기술의 개발이나 가공 공정의 개선 등을 연구 보고한 것은 많지 않고 대부분 해조류의 이화학적 특성과 생리학적 특성을 연구한 결과가 주종을 이루고 있는 실정이다. 이에 관해서는 김 등(1995), 이 등(1999), 이 등(1998), 구 등(1997), 강 등(1996) 등의 보고가 있으며 이 등(1998)과 도 등(1997)의 보고도 있다.

근래에는 학술지에 발표되지는 않았지만 미역이나 다시마 등을 이용해서 다시마 환을 만들기도 하는 등 해조류의 기능성을 이용한 각종 가공품 및 기능보조제를 가공하기도 하였다. 그러나 이외의 대부분의 연구는 해조 성분의 기능성을 확인하는 연구에 그치고 있다. 함 등은 해조분말을 이용해서 항 돌연변이원성을 조사하였는데 시료로 사용한 다시마의 분말을 첨가한 반응구에서 항 돌연변이원성과 항암활성을 가지는 것으로 나타났다고 하였는데 다시마분말을 된장에 첨가하고 이들의 항암활성을 측정하는 연구에서 양호한 결과를 얻었다고 보고하였다. 조 등은 다시마 분말을 당노 쥐에 투여하고 사육시킨 결과 사망률을 저하시키고 면역 cytokine의 생성을 향상시키는 결과를 나타내었다고 보고하여 해조류의 생리기능성을 확인한 바 있다. 그러나 상기한 바와 같이 해조류를 이용하여 여러 가지 가공기술의 개발에 다양한 연구가 새로이 시도되고 있으며 해조 성분의 생리기능성에 초점을 맞춘 각종의 연구가 진행되어 오고 있음에도 아직까지 그 결과가 만족스러울 만큼 연구범위가 넓지 못하고 있고 다른 천연자원의 생리기능성 향상을 위한 연구에 비하여 아직도 더 다양하고도 광범위하며 실질적인 노화억제나 항암, 항 돌연변이원성 등의 실험이 진행되어야 할 필요성을 느끼고 있다.

따라서 본 연구과제는 국내 수산업의 활성화와 더불어 국민 건강의 향상을 꾀하고 새로운 해조 가공기술의 개발 및 고부가가치를 지닌 천연식품의 개발을 통해 어민소득의 향상을 위해서도 절대적으로 필요한 시점에 와 있다고 할 수 있다. 그리고 아직까지도 해조 가공식품의 다양성을 모색하고 간편하게 이용할 수 있는 신세대적 해조가공식품의 개발을 위해서도 시도될만한 과제라고 할 수 있다.

그래서 본 연구에서는 해조 쌀을 기존의 해조분말을 제조하고 이를 용해하여 해조가공식품을 만들던 방식과는 다른 해조성분의 파괴 및 소실을 최소화한 새로운 용해기술을 개발하여 이를 이용해서 순수하게 해조로만 만든 쌀을 제조하고 또한 이와 함께 기존의 각종 건강보조 재료들을 첨가함으로써 기능성 향성이라는 두 가지 기능을 겸비한 해조가공식품의 개발을 목적으로 한 건식 해조 쌀을 제조하여 그 연구결과와 과정을 보고하고자 한다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 세부과제 : 해조다당류를 이용한 천연 해조 쌀의 산업화 기술 개발

제 1 절 연구 내용

1. 재료

(1) 시약 및 첨가물

실험에 사용한 시약은 특급시약을 사용하였으며 시료의 용해 및 응고에 사용한 시약은 식품첨가물로 허용된 것들을 사용하는 것을 원칙으로 하였다. 또한 품질 개선실험에 이용한 것들은 식품첨가물로 허용된 것을 이용하였다.

(2) 해조류

실험에 이용한 해조류 중 미역(*Undaria pinnatifida*)은 완도산으로 참여기업인 (주)해미원에서 공급받아 실험에 이용하였으며 다시마(*Laminaria japonica*)와 툃(*Hizikia fusiforme*)은 기장 소재 시장에서 구입하여 즉시 수세, 침지 후 사용하였다.

(3) 동물실험 재료

해조 paste의 기능성실험을 위해 이용한 쥐는 (주)동양과학에 주문하여 생후 무게 50g의 것들을 구입하였으며 이들의 사육에 필요한 식이들도 동물실험용 식이들로 구성하였다.

2. 실험방법

(1) 해조 paste의 조제

시료를 먼저 수세하고 침지하여 수화시키고 난 후 chopper로 마쇄하고 용해제를 넣어 가열 교반하면서 paste 상으로 만들었다. 해조 쌀의 조제에 필요한 정도의 paste 상은 물성과 수분함량, 시간 등으로 조절하였다. Paste를 원형의 사출구를 가지는 기구를 이용하여 적당한 형태로 사출하여 즉시 응고하였다. 응고 후 해조 쌀의 크기는 취반 전후의 물성을 측정하고 관능 평가한 결과를 이용하여 결정하였다.

(2) 일반성분 분석

수분의 함량은 105℃ 상압가열 건조법을 이용하여 측정하였으며 단백질은 질소자동중류장치를 이용하여 Kjeldahl법으로 측정하였다. 조지방은 Soxhlet법으로, 당질은 Somogy법으로 측정하였다. 한편, 회분은 직접 회화법을 사용하여 측정하였고 염분은 Mohr법을 측정하였다. 무기질은 Wet Digester(B-440, BUCHI)로 분해한 시료를 탈이온수로 25ml로 정용하고 원자흡광분광광도계(IL VIDEO Spectrophotometer II & 12AA/AE)로 측정하여 계산하였다.

(3) 특수성분 실험

① 아미노산

시료 1ml를 취하여 0.6M HClO₄ 5ml를 가한 뒤 4000rpm에서 5분간 2회 원심분리하고 상층액을 모아 50% KOH로 pH 6.5로 조정된 다음 침전물은 여과하여 제거한다. 그리고 이 여액을 0.1M Potassium phosphate buffer (pH 6.5)를 사용하여 10ml로 정용하고 다시 0.45μl millipore filter로 여과한 것을 시료액으로 한다.

HPLC(HP 1100 Series, Agilent)의 분석조건은 column은 μ-Bondapak C18 3.9×300을 사용하고, 용매로는 0.02% potassium phosphate buffer (pH 2.4)를 사용하여 210nm에서 분석한다.

② 지방산

시료를 methylation한 후 GC(HP 5890A Series II)로서 분석한다.

③ 핵산관련물질

시료 1ml를 취하여 0.6M HClO₄ 5ml를 가한 뒤 4000 rpm에서 5분간 2회 원심분리하고 상층액을 모아 50% KOH로 pH 6.5로 조정된 다음 침전물은 여과하여 제거한다. 그리고 이 여액을 0.1M Potassium phosphate buffer (pH 6.5)를 사용하여 10ml

로 정용하고 다시 0.45 μ l millipore filter로 여과한 것을 분석 용액으로 한다.

HPLC 분석조건은 column은 μ -Bondapak C18 3.9 \times 300을 사용하고 용매로는 0.02% potassium phosphate buffer (pH 2.4)를 사용하여 210nm에서 분석한다.

(4) 물성실험

① Gel 강도

물성측정장치(COMPAC-100, SUN Scientific Co.)를 이용하여 측정하였다.

② 점도

점도계(BROOKFIELD)를 이용하여 측정한다.

(5) 관능검사

보편적인 5점 채점법(5-point rating scale)을 사용한다. 시료 비교(multiple comparison test)에 따라 제품의 품질을 판정할 수 있는 저작성, 설탕, 냄새, 외관, 맛 등에 대하여 평가하는 동시에 제품 및 취반 후의 특성(밥, 떡, 김밥 등으로의)에 대하여 평가한다. 전반적으로 매우 좋았을 경우를 5점으로 하고 가장 나쁜 경우를 1점으로 하여 평가하였다.

① 맛

② 설탕

직시 색차계(CD-300, MINOLTA)로써 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도) 및 ΔE (갈변도)를 측정한다.

(6) 생리활성 및 기능성시험

① 항산화성

일본기준유지분석시험법으로 POV를 측정하여 항산화성의 지표로 하였다. 즉, POV는 일정량의 flavonoid 시료와 linoleic acid 1 g을 인산 완충액(pH 7.2)을 이용하여 혼화한 것을 37°C에 항온 저장시키면서 경시적으로 측정하였다. 즉,

반응이 끝난 시료를 꺼내어 30 mL의 chloroform : acetic acid(2:3) 용액에 용해한 후 포화 KI 1 mL를 첨가하고 암소에서 10분간 방치하였다. 여기에 75 mL의 물을 가하고 혼화한 다음 전분용액을 지시약으로 하여 0.01N 티오황산나트륨 표준액으로 적정하였다.

② ACE 저해능

ACE 저해능은 Cushman과 Cheung(1978)의 방법에 준하여 실시하였다. 즉, 소정의 paste 건조물에 ACE 효소액 50 μ L 및 sodium borate buffer(pH 8.3) 100 μ L를 가한 후 37°C에서 5분간 preincubation시켰다. 여기에 기질로써 Hippuryl-His-Leu 용액(25 mg/2.5 ml sodium borate buffer) 50 μ L를 가하여 다시 37°C에서 30분간 반응시킨 후 1N HCl 250 μ L를 가하여 반응을 정지시켰다(공시험은 paste 대신에 증류수 50 μ L를 사용하였으며 대조구는 1N HCl 250 μ L를 가한 다음 ACE 효소액 50 μ L를 가하였다). 여기에 ethyl acetate 1.5 ml를 가하여 15초간 vortex한 후 3,000 rpm에서 5분간 원심분리시켜 상층액 1ml를 취하였다. 이 상층액을 완전히 건조시킨 후 증류수 3 ml를 가하여 용해시키고 228 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식에 따라 ACE 저해율로 나타내었다.

$$\text{ACE 저해율(\%)} = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

A : 시료 첨가구의 흡광도

B : 시료 무첨가구의 흡광도

단, A, B 모두 대조구의 흡광도를 제한 수치임.

③ 아질산염 분해능

시료의 아질산염 분해작용은 다음과 같이 측정한다. 1mM NaNO₂ 용액 2ml에 각 시료를 1ml 첨가하고 여기에 0.1N HCl 완충용액(pH 1.2)과 0.1M Glycin-HCl 완충용액(pH 3.0)을 사용하여 반응 용액의 전체 부피를 10ml로 한다. 이렇게 한 다음, 37°C에서 1시간 동안 반응시켜 얻은 반응액을 1ml씩 취하고 여기에 2% 초산용액 5ml

를 첨가한 다음, Griess시약(30% acetic acid로 조제한 1% sulfanic acid 와 1% naphthylamine을 각각 동량의 비율로 혼합한 것으로 사용 직전에 제조) 0.4ml를 가하여 잘 혼합하고, 실온에서 15분간 방치한 후 분광 광도계를 사용하여 520nm에서 흡광도를 측정하여 시료첨가 전후 잔존하는 아질산염의 백분율(%)로서 나타낸다. 공시험은 Griess 시약 대신 증류수를 0.4ml 가하여 상기와 같은 방법으로 행한다.

④ 동물 실험

체중 150g ~ 180g의 Sprague-Dawley 계 음성 흰쥐를 고형 사료 및 일정한 조건(온도 20±2°C, 습도 ; 50%, 명암 : 12 시간 light/dark cycle)에서 7일간 예비 사육하여 환경에 적응시킨 뒤 10마리씩 4군으로 나누어 0.01M citrate buffer(pH 4.5)를 꼬리 정맥에 주사한 군을 대조군으로 하였다. 해조 paste를 일정량씩 사료와 함께 공급한다. 2 ~ 3주의 사육 후 흰쥐는 실험 전 24시간 동안 물만 주고 절식시킨 것을 CO₂ gas로 마취하여 심장에서 채혈하고 4°C에서 1 시간 방치한 후 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 채취하여 본 실험에 사용한다.

총 지질 함량은 Folch 법에 의하여 측정하고 Triglyceride 함량은 Muller 효소법에 의한 kit를 사용하여 측정하며 총 cholesterol 함량, HDL-cholesterol의 정량은 효소법으로 phosphotungstic acid-Mg 침전법에 의한 kit(Eiken Co.)를 사용하여 측정한다. LDL-cholesterol의 함량은 Friedewald 등이 제안한 공식 total cholesterol-(HDL-cholesterol+triglyceride/5)를 이용하여 조사하고 VLDL-cholesterol은 total cholesterol에서 HDL-cholesterol과 LDL-cholesterol을 감하여 산출한다. 분석결과는 평균±표준편차로 표시하였고 통계적 유의성은 Duncan's new multiple range test로 한다.

(7) 저장안정성시험

① 미생물실험

시료를 단계별로 10배수 희석하고 희석된 저온 살균한 시료와 고온 살균한 시료 1ml씩을 각 단계별로 각각의 3M petrifilm에 도포한 후 1개월간 저온 살균한 것

은 냉장고(4℃)에, 고온 살균한 것은 상온저장하면서 균수를 계측하여 시료 g당으로 환산하여 나타내었다.

② 물성실험

저장 중의 물성 변화는 물성측정장치(COMPAC-100, SUN Scientific Co.)와 점도계(BROOKFIELD)를 이용하여 측정한다.

제 2 절 연구결과 및 고찰

가. 원료의 일반 성분

미역과 다시마의 일반성분을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 미역과 다시마의 수분 함량은 89% 내외이었고 지질함량은 미미해서 0.6%에 지나지 않았다. 해조의 회분함량은 3.6%와 3.5%로 다소 많은 것으로 나타났다. 이 같은 결과는 일반 성분 분석표와 비교할 때 그리 차이가 나지 않은 결과이었다.

나. 원료의 특수성분 실험

(1) 지방산 조성 분석

Table 1. Proximate composition of raw sea mustard, sea tangle and seaweed fusiforme and its paste

Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate	Ash	
Sea mustard	raw	88.3	2.9	0.4	4.1	4.2
	paste	87.2	2.8	0.3	4.3	4.5
Sea tangle	raw	90.9	1.1	0.2	3.6	3.5
	paste	90.5	1.3	0.2	3.5	3.7
Seaweed fusiforme	raw	88.1	1.9	0.4	4.0	4.6
	paste	86.9	2.1	0.5	4.3	4.9

Table 2. Fatty acid compositions of raw sea mustard, sea tangle and seaweed fusiforme

Fatty acid	Sea mustard	Sea tangle	Seaweed fusiforme
14:0	2.4	12.7	15.6
15:0	0.3	0.9	1.9
16:0	22.4	21.8	32.0
17:0	1.1	0.4	0.4
18:0	1.2	0.7	2.5
20:0	1.0	0.2	0.2
22:00	0.1	-	-
saturated	28.5	36.7	52.6
14:1	trace	-	-
16:1	2.2	5.6	1.5
18:1	7.6	1.0	9.1
Monoene	9.8	6.6	10.6
18:2 ω-6	7.7	18.4	6.3
18:3 ω-6	9.2	9.4	5.6
18:4 ω-3	15.9	16.8	18.3
20:2 ω-6	0.2	0.8	2.0
20:3 ω-6	0.7	0.3	-
20:4 ω-3	0.8	-	0.4
20:4 ω-6	16.5	7.0	2.2
20:5 ω-3	10.6	4.0	3.6
22:6 ω-3	0.1	-	-
polyeneω-3	61.7	56.7	36.8
polyene	27.4	20.8	22.3

시료의 지방산 조성의 결과를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 표에서와 같이 시료 간에 다소 차이가 나지만 고도불포화 지방산의 함량이 가장 많은 것이 특색이라고 볼 수 있으며 그 중에서도 필수지방산의 함량이 많은 것을 알 수 있다. 특히, 20:4(ω-3), 18:4(ω-3)의 함량이 가장 많은 것으로 나타났다.

(2) 아미노산 조성 분석

필수 아미노산인 methionine, isoleucine, leucine, valine, threonine 등의 함량이 높게 나타났으며 비필수 아미노산인 alanine, glutamic acid, aspartic acid 등의 함량도 못지않게 높게 나타났다

다. 생리활성 및 기능성 실험

(1) 항산화능 실험

일본 기준 유지분석 시험법에 의한 미역, 다시마, 툇의 항산화능 실험은 POV를 측정하여 행하였다. 그 결과는 Fig. 1에 나타내었는데 해조 paste는 linoleic acid의 산화를 억제하는 결과를 나타내었고 특히, 미역 paste의 항산화능이 가장 큰 것으로 나타났다. 무엇보다 전반적으로 모든 시료가 반응 4일 쯤까지 100 meq/

kg 이하로 나타나 해조류의 항산화능이 우수한 것을 알 수 있다. 이는 해조류의 노화억제 효과와 깊은 관련이 있을 것으로 사료된다.

Table 3. Amino acid compositions of raw seaweeds samples

Amino acid	Sea mustard	Sea tangle	Seaweed fusiforme
Protein	17.5g/100g	15.6g/100g	10.1g/100g
Ile	638	596	398
Leu	1138	1069	662
Lys	827	716	474
Sulfur	Met 400	368	270
	Cys 175	575	888
Aromatic	Phe 749	520	168
	Tyr 472	1221	719
		459	1178
			288
Thr	757	743	426
Trp	252	240	125
Val	815	678	453
His	290	195	134
Arg	661	577	356
Ala	2722	1752	895
Asp	1104	1288	961
Glu	2522	2501	1739
Gly	897	812	485
Pro	720	711	307
Ser	669	651	376
Tau	35	-	32

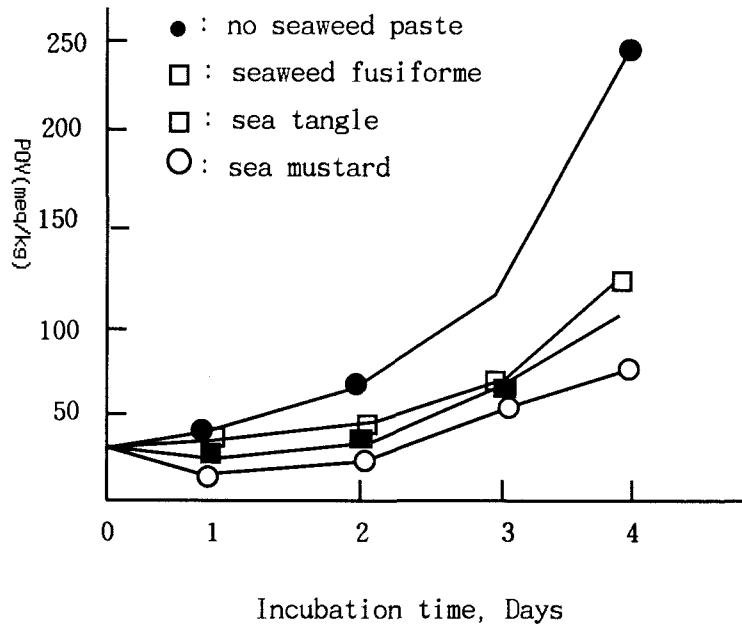


Fig. 1. Antioxidative activity of sea mustard, sea tangle and seaweed fusiforme

Table 4. Inhibition rate of the seaweed pastes against the ACE activity (unit ; %)

	added amount	
	0.1 mg	10mg
<i>Undaria pinnatifida</i>	15	18
<i>Laminaria japonica</i>	13	15
<i>Hizikia fusiforme</i>	4	3

(2) ACE 저해능

Table. 4는 미역과 다시마, 툇의 paste를 이용하여 ACE 저해효과를 측정한 결과인데 그 결과 미역 paste과 다시마가 툇에 비해 ACE 활성을 크게 억제하는 것으로 나타났으며 미역의 ACE 저해능이 가장 큰 것으로 나타났다. 그리고 저해의 정도는 시료 첨가량이 많을수록 커진 것으로 나타났다. 그러나 툇은 별 다른 억제 효과가 나타나지 않았다. 이는 미역과 다시마의 고혈압 억제능과 연결하여 그 효과를 추정할 수 있는 결과이며 지질 산화 억제능과 함께 노화억제를 가져올 수 있는 유효 식품인 것을 알 수 있다.

(3) 동물실험

Table 5. Plasma lipid levels in rats fed the experimental diets for 6 weeks

Groups	Triglyceride (mg/dL)	cholesterol			AI ²⁾
		Total(mg/dL)	HDL(mg/dL)	Ratio(mg/dL) ¹⁾	
Control	4.1±7.9 ³⁾	110.2±9.7 ⁴⁾	66.7±4.8 ^{a)}	0.61±0.05	0.65±0.12 ^{ab}
Experimental group					
Seaweed mustard	20.5±7.0	90.0±8.7 ^a	66.1±5.7 ^a	0.73±0.13	0.36±0.26 ^b
seaweed fusiforme	20.3±3.5	92.8±1.1 ^a	61.0±1.1 ^a	0.66±0.19	0.52±0.32 ^{ab}
sea tangle	22.4±4.0	99.6±10.3 ^b	58.1±5.7 ^b	0.58±0.06	0.71±0.19 ^a

¹⁾ (HDL-cholesterol)/(total cholesterol)

²⁾ Atherogenic index (AI) : (total cholesterol) -
(HDL-cholesterol)/(HDL-cholesterol)

³⁾ Value are mean±standard deviation.

⁴⁾ Values with different superscript in the same row are significantly different by Duncan's range test at p<0.05

Table 5는 해조 paste의 노화억제효과를 조사하기 위하여 사육한 흰쥐의 혈장 중성지질, 콜레스테롤, HDL-cholesterol의 농도를 비교한 결과를 나타내었다.

표에서와 같이 혈장 중성지방 농도는 미역과 다시마를 급여한 경우 다소 낮아졌고 툇을 급여한 경우 약간 증가하였으나 대조군과 해조 시료 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 콜레스테롤은 미역과 다시마를 급여한 경우에는 유의하게 낮아졌으나 툇은 낮아졌으나 유의한 차이는 없었다. HDL-Cholesterol은 전반적으로 유의하게 높아졌으나 툇은 그 차이가 적었다. AI도 미역과 다시마를 급여한 경우에는 대조군에 비해 유의하게 낮았으며 툇은 오히려 유의하게 높았다. 따라서 미역과 다시마의 중성지방에 대한 영향이 유효하게 나타났으며 HDL-cholesterol의 비율도 높아 동맥경화를 예방하고 노화를 억제할 수 있는 효과를 지닌 것을 알 수 있다.

라. 해조 쌀 제조를 위한 시료의 물성

(1) 해조 paste의 제조를 위한 재료의 수분흡수율

염장미역과 생미역, 다시마, 툇을 이용하여 수분흡수율을 조사하였는데 그 결과는 Table 6에 나타내었다. 이는 재료의 이용가치를 알 수 있고 부가가치를 조사할 수 있는 유효한 실험이라고 하겠다.

그 결과 염장미역을 수세 침지하였을 경우 최고 약 10배까지 팽윤하였는데 그 시간은 4시간이었다. 다시마는 약 2.5배의 팽윤도를 나타내었으며 그 시간은 2시간이었다. 그러나 툇의 수분흡수율은 거의 없어서 원료 그 자체를 그대로 사용하여야 하는 문제점이 나타났다. 생미역은 2배 가량 수분의 흡수로 인한 중량증가를 나타내었다. 따라서 본 연구에서 paste 제조를 위한 해조 원료로 염장미역을 이용하는 것이 고부가가치를 가진 해조 쌀의 제조에 가장 적합한 것으로 판단되었다.

(2) 가수량에 따른 미역 paste의 물성변화

해조 쌀의 제조에 있어서 paste의 점도는 아주 중요한 척도 중의 하나이다. 점도에 따라 해조 쌀의 제조적성이 달라지며 취반 전후의 물성을 결정하는 중요한 요소이기 때문이다. 그래서 paste와 물을 여러 비율로 혼합하여 점도를 측정하고 배합비율에 따른 물성을 측정하였다.

Table 6. Hydration ratios of seaweeds experimented

Sample	Hydration (Time/weight)	Time to full hydration(hrs)
Raw seaweed mustard	2.1	1
Salted	10.1	4
Sea tangle	2.5	2
툇	0.2	0.3

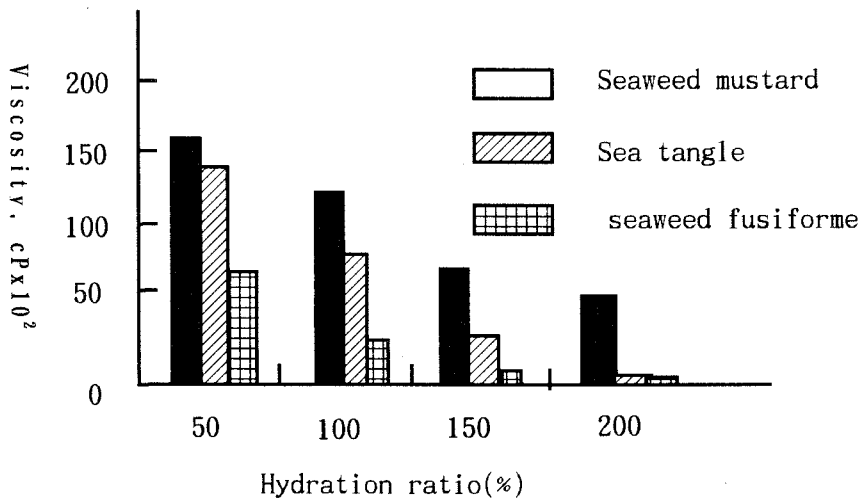


Fig. 2. Changes in viscosity in paste produced by various dissolution method according to hydration

실험 결과 가수량이 증가함에 따라 점도가 급격히 감소하였으며 감소하는 정도에 있어서는 다시마와 툇이 훨씬 큰 것으로 나타났다. 해조 쌀의 사출 특성상 지나친 낮은 점도는 일정한 형태를 유지하거나 취반 특성을 살리기 어렵기 때문에 가수량을 원 paste 량에 대해 100%의 동량으로 결정하였다. 툇은 칼슘의 함유량이 원래 적기 때문에 일정한 점성을 가지기가 힘들기 때문에 가수량의 증가에 따른 점도 저하는 당연하다고 하겠다.

Table 7은 가수량의 증가에 따라 제조한 paste를 이용하여 만든 해조 쌀의 물성을 조사한 결과를 나타낸 것인데 가수량이 증가함에 따라 겔 강도가 크게 저하하였

으며 경도도 저하하는 것으로 나타났다. 특히, 2배량 가수한 경우에는 겔 강도가 더욱 크게 저하하는 결과를 나타내었으며 2배량 이상의 배합비율로 제조한 해조 쌀은 성형하기도 힘든 점을 가지고 있어 배합비율로는 적당하지 않은 것으로 생각되며 50%의 배합비율에서는 점도가 상당히 커서 사출하는데 시간이 많이 걸리고 성형하는 데도 어려움이 발생하여서 해조 쌀로는 적당하지 않은 조건이라고 하겠다.

Table 7. Physical properties of seaweed rice produced with seaweed mustard according to hydration

Hydration ratios (%)	Gel strength (g/cm ²)	Hardness (g/cm ²)
50	19888	13876
100	15941	4893
150	13261	3763
200	7340	2545
300	4585	2606

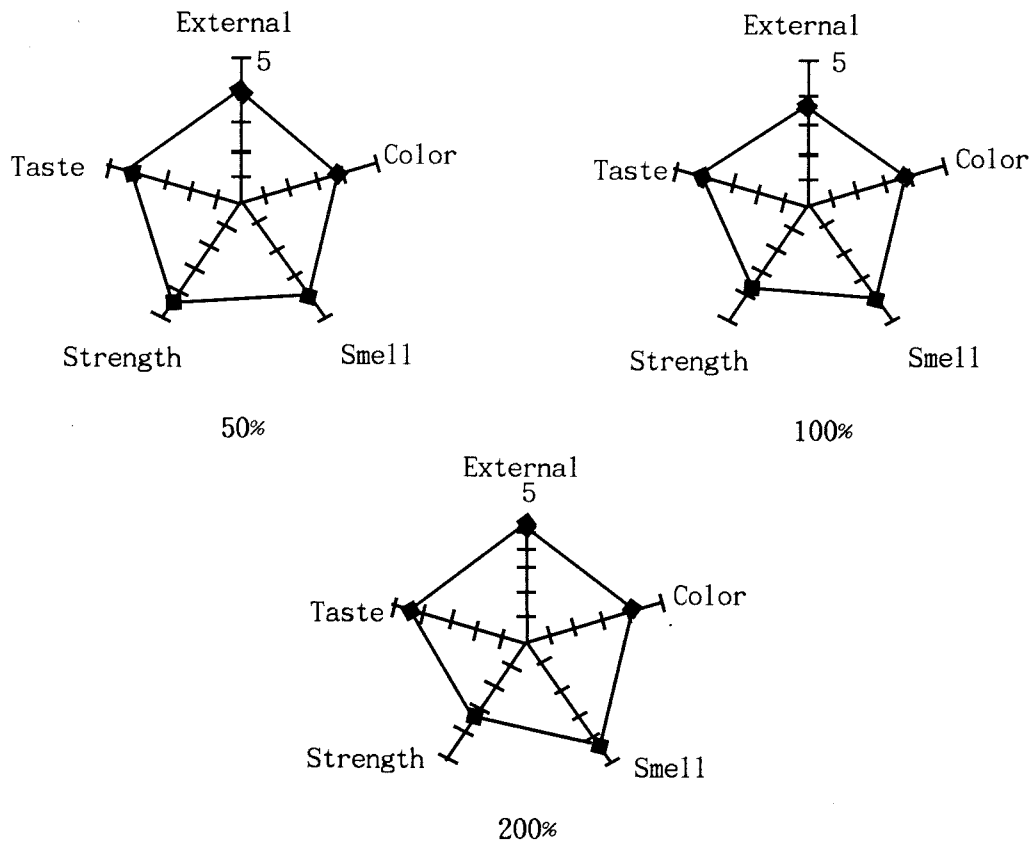


Fig. 3. Sensory evaluation of seaweed mustard rice produced according to hydration ratios

Fig. 3은 물의 배합비율에 따라 만든 미역 해조 쌀의 관능검사의 결과인데 전반적으로 결과가 양호한 것으로 나타났는데 맛, 색택, 냄새, 외관은 가수량이 증가할수록 평가가 양호하여 5점 만점에 4점 이상이었으나 저작성은 가수량이 적은 것이 가장 양호하였다. 이 같은 결과는 가수량이 증가할수록 취반한 밥을 먹을 때의 식감과 비슷하게 느껴진다는 것을 의미하며 배합비율이 낮은 50%에서 가장 좋은 저작성을 나타내는 것은 씹히는 느낌이 좋다는 것으로 추정된다. 그러나 성형에 있어서 가장 양호한 형태로 얻어지는 것은 100% 가수하였을 경우로 판단되었다.

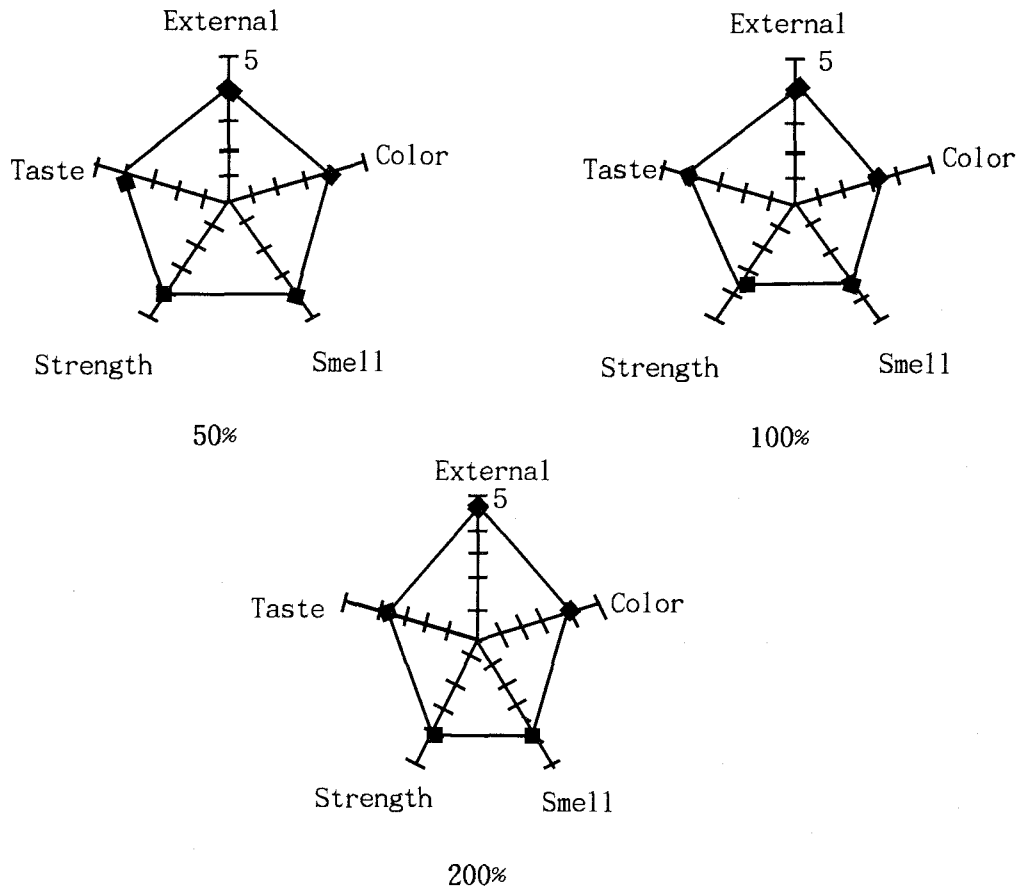


Fig. 4. Sensory evaluation of sea tangle rice produced according to hydration ratios

Fig. 4는 다시마의 경우를 조사한 관능 평가의 결과인데 가수량이 증가할수록 전반적으로 관능검사의 평가치가 저하되는 것으로 나타났으나 외관은 미역의 경우보다 양호한 것으로 평가되었다. 특히, 가수량이 증가함에도 냄새가 개선되지 않는 것은 해조 특유의 냄새가 평가자들에게 식용으로 아직 익숙하지 않은 탓에 기인하는 것으로 추정되었다. 그것은 관능 평가자들을 대학생들로 구성한 탓에 젊은이들의 기호성을 만족시키는 것이 앞으로 개선해야 할 과제라고 할 수 있다.

(3) 원료 조제의 선택

해조 쌀의 제조에 있어 쌀이 나타내는 선택은 품질의 측면에서 아주 중요하

다. 해조류에 있어서 미역과 다시마는 갈조류로 원료자체의 색은 갈색이나 원료자체의 갈색보다는 식용시 보게 되는 녹색이 더욱 식감에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 여기서 염장미역과 건미역을 시료로 하여 팽윤 후의 색택을 색차계를 사용하여 살펴보고 결과를 Table 8에 나타내었다.

Table 8. Color of sea mustard

Samples	Color		
	L	a	b
Salted	25.40	-9.82	20.38
Dried	18.91	-6.61	9.56

표에서 알 수 있듯이 염장미역이 건미역에 비해서 명도나 녹색이 훨씬 선명한 것으로 나타났다. 반면에 건미역은 복원시도 갈색을 띠고 있었다. 생미역 및 생 다시마는 가공이나 저장을 위해 데치기를 하는데 이때 녹색을 나타내게 된다. 해조 쌀을 제조하기 위해서는 기존의 쌀과 색택이 동일한 것이 가장 우선이겠지만 본 과제에서 제조한 해조 쌀의 첫 째 목표는 해조 자체의 기능성을 그대로 유지하여 우리가 그대로 섭취하는 효과를 얻어야 된다는 것이기 때문에 색택의 변화는 고려하지 않았다. 특히, 탈색을 할 경우는 강한 산화제를 쓰든지 기타 화학적인 방법에 따라 시행하여야 하기 때문에 천연 식재료로서 부적합한 제조방법을 사용하는 결과를 초래하여 원래의 제조 취지와는 부합되지 않는다는 결론을 내렸다. 오히려 녹색이 뚜렷하게 유지하는 것도 외관을 특색 있게 나타낸다는 가능성을 시도해보는 것도 가능하다는 생각이며 특히 염장 미역의 경우 데치기를 한 후 색택이 떨어지고 녹색이 약해져서 품질의 기호성에 문제점을 야기하는 건미역에 비해서 색택이 선명해지고 녹색이 뚜렷해지기 때문에 오히려 색택이 일관성 있게 유지할 수 있는 염장 미역이 paste의 재료로 적당할 것으로 사료된다.

(4) 용해조건에 따른 물성 변화

해조 쌀의 제조를 위해 원료를 용해하는 일은 아주 중요한 순서 중의 하나이

다. 그래서 Table 9에서는 원료의 용해과정에서 용해제의 종류와 용해시간, 용해제 농도에 따른 선택과 paste의 형태를 조사한 결과를 나타내었다.

용해온도는 70°C로 설정하여 용해하였는데 그 결과 염장 미역과 염장 다시마에 있어 용해시간이 길어짐에 따라 첨가된 용해제 모두에서 명도인 L값의 변화는 거의 없는 것으로 나타났으며 a값 및 b값은 저하하는 것으로 나타났다. 또한 농도가 증가함에 따라 용해제의 종류에 따라 각각 다르게 나타났는데 Na₂HPO₄를 사용한 경우는 농도의 증가에 따른 변화가 거의 없고 반면에 Na₂CO₃와 K₂CO₃의 경우는 용해시간이 증가함에 따라 K₂HPO₄에 비하여 a 값 및 b 값의 저하가 큰 것으로 나타났다. 이는 용해제로서 용해시간의 증가나 농도의 증가에 따라 선택의 변화에 많은 영향을 미칠 것으로 생각되며 이는 해조 쌀의 품질에도 영향을 미칠 것으로 생각된다.

또한 염장미역의 용해제에 따른 용해시간별, 농도별 점도 및 pH의 변화를 살펴보고 결과를 Table 10에 나타내었다.

염장 미역의 용해시간이 길어질수록, 용해제 농도가 증가할수록 점도가 증가하였으나 pH는 거의 변화가 없었다. 보통 해조류의 용해에 있어서는 알칼리제가 사용되는데 Na₂CO₃와 K₂HPO₄에 비하여 pH가 낮음에도 K₂HPO₄가 pH가 높은 Na₂CO₃와 K₂CO₃와 유사한 점도를 나타내어 용해제로서 적당한 것으로 생각되었다. 그러나 Na₂HPO₄의 경우는 용해제의 농도가 증가하여도 거의 용해하지 않아 용해제로는 적당하지 않은 것으로 나타났다. 따라서 Na₂CO₃와 K₂HPO₄와 K₂CO₃가 용해제로서 적당할 것으로 나타났으며 그 중에서도 pH의 측면에서 K₂HPO₄가 더욱 적당한 용해제로서 사용이 가능한 것을 알 수 있었다.

Table 10과 11에 의하면 Paste의 색조에 있어서 용해시간에 따라, 온도의 증가에 따라 명도, 적색도 및 황색도 모두 감소하는 경향을 나타내었다.

(5) 해조 쌀의 제조를 위한 응고조건 설정

표에서처럼 응고제의 농도가 증가함에 따라 선택이 모든 부분에서 약간씩 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 농도에 따른 차이는 그다지 크지는 않았으며 특히, 응고제 농도가 증가함에 따라 선택이 선명하게 나타나는 경향을 보이고 있었다.

Table 9. Changes in color during dissolution according to samples and dissolution time

	Added %	Dissolution time(hrs)											
		0.5			1.5			2.5			3.5		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
A	0.5	16.57	-6.72	11.81	16.36	-4.0	5.62	16.50	-3.61	4.64	18.26	-4.11	5.60
	1.0	18.93	-4.73	6.43	17.27	-4.24	5.41	18.08	-4.38	5.76	17.01	-3.56	4.98
	2.0	20.13	-5.19	7.17	18.22	-4.7	5.95	19.48	-3.87	4.88	19.41	-3.98	4.90
SM ¹⁾ B	0.5	18.51	-5.15	8.07	18.60	-4.61	6.93	17.36	-4.27	5.72	17.46	-4.18	5.86
	1.0	18.19	-4.34	5.63	18.29	-5.03	7.18	17.44	-4.02	5.52	17.20	-3.83	4.65
	2.0	18.34	-6.00	9.53	18.97	-4.87	6.47	17.15	-4.46	5.93	18.84	-3.87	4.95
C	0.5	18.82	-8.35	15.68	18.77	-5.6	7.08	19.72	-6.18	9.01	18.52	-5.86	7.60
	1.0	18.19	-7.79	12.68	19.94	-6.56	9.2	18.39	-5.09	6.53	19.95	-6.32	9.76
	2.0	18.56	-7.96	12.62	19.52	-5.19	6.98	19.65	-6.11	8.37	19.84	-6.13	8.48
D	0.5	17.16	-5.06	7.41	13.63	-4.59	6.39	17.66	-3.95	5.17	17.79	-3.75	4.91
	1.0	19.81	-7.90	12.08	18.36	-5.37	6.92	19.99	-7.02	9052	21.40	-5.68	7.83
	2.0	19.21	-7.59	12.08	8.16	-5.24	7.24	19.67	-6.05	8.14	21.59	-5.51	7.37
A	0.5	19.03	-7.84	12.18	16.44	-7.52	13.40	17.77	-5.03	6.69	18.63	-4.9	6.83
	1.0	21.06	-6.81	12.78	20.79	-6.12	8.42	21.43	-6.11	9.17	19.80	-5.15	7.57
	2.0	18.70	-6.93	10.47	17.77	-5.25	7.06	21.76	-5.24	7.91	18.47	-4.72	6.67
B	0.5	20.51	-9.18	16.0	18.74	-7.45	11.21	17.92	-5.36	10.88	18.95	-6.1	9.78
	1.0	18.54	-7.34	11.03	19.85	-6.75	9.87	19.99	-5.88	7.61	18.96	-5.36	7.86
	2.0	18.11	-7.08	10.98	17.05	-5.43	7.21	19.67	-5.37	7.24	19.65	-5.65	7.85
C	0.5	24.87	-9.98	18.35	20.19	-9.56	15.98	20.44	-8.35	14.23	21.8	-8.36	15.12
	1.0	19.79	-9.02	14.26	23.07	-9.12	15.88	21.68	-7.23	12.34	21.0	-6.61	9.06
	2.0	22.95	-9.01	13.52	21.77	-7.23	11.35	21.80	-7.36	11.04	20.98	-6.70	10.12
D	0.5	19.07	-8.25	13.68	21.98	-9.37	15.68	22.45	-7.63	11.36	22.01	-7.89	12.90
	1.0	19.58	-7.89	12.05	23.09	-8.36	13.51	20.17	-7.78	11.86	21.98	-6.95	10.63
	2.0	21.68	-9.64	15.08	24.99	-8.07	11.68	21.00	-6.75	9.29	20.10	-6.75	9.68

A : Na₂CO₃ B : K₂CO₃ C : Na₂HPO₄ D : K₂HPO₄

1) ST : Salted sea mustard 2) ST : Salted sea tangle

Table 10. Changes in pH and viscosity during dissolution of salted seaweed mustard

	Added %	Dissolution time(hrs)							
		0.5		1.5		2.5		3.5	
		Viscosity	pH	Viscosity	pH	Viscosity	pH	Viscosity	pH
A	0.5	245×10 ³	10.1	284×10 ³	10.6	199×10 ³	9.8	224×10 ³	10.5
	1.0	374×10 ³	11.2	415×10 ³	11.2	183×10 ³	10.5	185×10 ³	11.2
	2.0	401×10 ³	11.3	425×10 ³	11.3	185×10 ³	11.4	144×10 ³	11.2
B	0.5	346×10 ³	10.5	380×10 ³	10.9	152×10 ³	10.6	168×10 ³	10.8
	1.0	364×10 ³	10.8	431×10 ³	11.3	168×10 ³	10.9	152×10 ³	11.2
	2.0	381×10 ³	11.1	468×10 ³	11.3	196×10 ³	11.2	130×10 ³	11.6
C	0.5	358×10 ³	8.5	401×10 ³	8.1	164×10 ³	8.5	914×10 ³	8.8
	1.0	270×10 ³	8.1	300×10 ³	8.0	151×10 ³	8.0	908×10 ³	8.0
	2.0	316×10 ³	8.1	451×10 ³	8.1	249×10 ³	8.2	144×10 ³	8.2
D	0.5	301×10 ³	10.6	384×10 ³	10.9	157×10 ³	10.5	100×10 ³	10.6
	1.0	371×10 ³	8.5	175×10 ³	8.4	188×10 ³	8.4	155×10 ³	8.4
	2.0	397×10 ³	8.6	199×10 ³	8.5	294×10 ³	8.7	323×10 ³	8.7

Table 11. Color change during dissolution of seaweed paste

		Dissolution time						A, C ¹⁾
		0 hr	1 hr	2 hrs	3 hrs	before	after	
Temp., °C		20	55	65	70	75	78	17
	L	20.12	21.27	19.68	20.92	18.57	19.50	20.88
Color	a	-5.35	-6.13	-6.07	-5.01	-5.53	-5.73	-4.78
	b	9.31	8.75	7.98	7.00	7.92	9.14	7.34

1) after cooling

Table 12. Color changes of seaweed rice during coagulation according to coagulant concentrations

Coagulant	L	a	b
0.1% CaCl ₂	20.18	-4.39	+8.80
0.2% CaCl ₂	21.11	-4.40	+9.14
0.3% CaCl ₂	22.71	-4.81	+10.18
0.4% CaCl ₂	22.94	-4.88	+10.20

Table 13에서는 응고제로 사용한 CaCl₂의 농도에 따른 물성의 변화를 측정한 결과를 나타내었다. 응고시간은 3시간으로 하였으며 응고제 농도는 0.1%, 0.2%, 0.5% 및 1.0%의 4종류로 나누어 비교하였다.

Table 13. Physical properties of seaweed mustard rice according to coagulant concentrations

Coagulant concentration(%)	Gel strength(g/cm ²)	Hardness(g/cm ²)
0.1	3195.8	816.4
0.2	10867.0	7692.6
0.5	17252.4	7228.1
1.0	25191.2	7306.8

표에서처럼 응고제 농도가 증가함에 따라 겔 강도가 증가하였으나 경도는 0.2% 이상에서는 그다지 차이가 나지 않는 것으로 나타났다. 이 같은 결과를 취반하고 나서 비교하여야 하겠지만 응고제 농도를 0.2% 이상을 사용하는 것이 제품의 선택을 위해서 바람직하겠지만 0.2% 이상의 농도에서 경도의 차이가 별로 나지 않은 점으로 미루어보아 응고제 농도가 제조사의 제조에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

Table 14. Physical properties of boiled rice of seaweed mustard according to coagulant concentrations

Coagulant concentration(%)	Gel strength(g/cm ²)	Hardness(g/cm ²)
0.1	2215.6	835.0
0.2	5780.4	2450.3
0.5	8033.3	3115.6
1.0	8963.7	3240.8

Table 14는 취반한 다음 해조 쌀의 응고제 농도에 따른 물성의 변화를 비교한 결과인데 표에서 나타난 것처럼 응고제 농도가 증가함에 따라 겔 강도가 증가하였고 경도도 증가하였다. 그러나 겔 강도가 증가하는 것에 비해 경도의 증가의 폭은 작은 것으로 나타났다. 이 같은 결과를 Table 13과 비교하였을 때 겔 강도의 변화의 폭만큼 경도의 변화의 폭이 그리 많지 않은 것으로 미루어보아 취반하기 전이나 취반 한 후의 물성의 경향은 그대로 유지되는 것을 알 수 있다. 해조 쌀의 물성에 대한 취반의 영향을 알아보면 취반한 후의 물성이 겔 강도나 경도 모두에 있어 취반하기 전보다 크게 저하한다는 것을 알 수 있으나 경도의 저하의 폭은 겔 강도의 저하의 폭보다는 크게 적은 것으로 나타났다. 따라서 응고제 농도를 적게 제조하는 것이 취반 한 후의 저작성을 양호하게 유지하게 하는데 도움을 줄 것으로 생각된다.

Table 15는 응고시간과 응고제 농도와의 상관관계를 조사한 결과이다. 본 실험에서는 응고제 농도를 0.1%와 1.0%를 정하고 조사한 결과인데 표에서처럼 두 응고제 농도에 있어서 겔 강도가 응고시간이 3시간이 경과할 때까지는 증가하다가 차츰 시간이 경과함에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 경도도 마찬가지로의 결과를 나타내었다. 따라서 본 연구에 있어서 응고시간은 3시간이 한계시간으로서 응고에 필요한 충분한 시간으로 판단되었다.

한편 응고제 농도에 따라 제조한 해조 쌀을 취반하고 그 물성을 측정된 결과를 Table 16에 나타내었다.

Table 15. Effects of coagulant concentrations and coagulation time on the physical properties of seaweed mustard rice

Sample		Gel strength (g/cm ²)	Hardness (g/cm ²)
Coagulant concentration(%)	Coagulation time (hrs)		
0.1	1	12146.1	2791.6
	2	13782.8	2975.6
	3	17220.2	3969.0
	4	13400.8	2792.8
	24	12605.0	4669.2
1.0	1	27985.6	19198.4
	2	29368.8	20009.8
	3	28753.6	20445.2
	4	24522.4	19067.4
	24	21708.6	16938.6

Table 16. Physical properties of seaweed mustard rice after boiling according to coagulant concentrations

Sample		Gel strength (g/cm ²)	Hardness (g/cm ²)
Coagulant (%)	0.1	2215.6	835.0
	0.2	5780.4	2450.0
	0.5	9033.8	3115.8
	1.0	7963.2	3240.8

그 결과 취반한 후의 물성은 취반 전의 물성에 비해 모든 면에서 급격하게 저하하는 것으로 나타났다. 그러나 해조 쌀과 마찬가지로 응고제 농도가 증가함에 따라 겔 강도나 경도가 증가하였다. 본 실험의 결과 해조 쌀을 취반 하였을 경우 가열에 의해 탈수가 되고 조직이 연화됨으로써 물성이 저하하여 밥과 비슷한 수준의 물성으로 만들기 위해서는 해조 쌀의 점도가 문제가 되고 이를 조정하기 위해서는 가수량의 정도가 중요한 변수가 된다는 것을 알 수 있었다. 따라서 본 실험에 있어

서 배합비율을 해조 paste와 물을 1:1로 조정하여 만들었기 때문에 겔 강도가 다소 밥에 비해서 강한 것으로 나타났지만 가수량을 적당하게 상향시키면 조정이 가능할 것으로 판단된다.

(6) 성형조건의 설정

해조 다당류를 이용한 해조 쌀의 제조를 위해 제조한 paste는 점성을 가지고 있어 고정된 성형을 하는 것이 힘들 뿐만 아니라 또한 많은 양의 수분을 함유하고 있기 때문에 취반 전후의 크기와 모양의 변화가 예상되어 기존의 쌀과 같은 모양으로 성형하는 것은 그다지 큰 의미를 가지지 못한다. 따라서 취반 후의 모양과 크기가 중요하다는 것을 전제로 해서 원형이나 그에 유사한 모양의 사출구로 제조한 기구를 사용하면 해조 쌀의 보편적인 성형은 가능한 것으로 판단된다. 또한 점성이 강하여서 가수를 하여야 하기 때문에 사출하는 방법이 아주 중요한 의미를 가지고 있는데 적절한 가수량을 선택하여 점성을 조절한다면 면류와 같은 방법으로 사출하는 방법도 가능하며 수동적인 방법으로 사출하는 것도 가능하다. 사출하는 조건을 적절하게 선택한다면 대량으로 생산하기 위해서 기계적인 방법으로 사출하는 것과 수동으로 사출, 성형하는 것에 있어서 큰 어려움은 없을 것으로 예상되며 단지 해조 쌀을 취반할 경우 쌀 알갱이의 수분 함량이 달라지고 그 형태가 축소되어 성형할 때의 원형이 변모하여 버리기 때문에 성형에 그 모양이 문제가 되는 것이 아니고 그 크기가 문제가 되는 것을 알 수 있었다.

이러한 문제점을 고려하여 짧은 층의 기호성을 만족시키며 제조과정 중이나 취반 과정을 거치는 수순을 단순화한다는 차원에서 기존의 쌀을 취반했을 경우의 알갱이의 크기보다 작게 되도록 성형하는 것도 필요하다고 생각되었다. 그렇게 되면 기능성 쌀인 검정 쌀과 같은 의미로 섭취하는 것으로 권장할 수가 있고 섭취하는데 겔 강도가 강한 느낌을 감소시킬 수가 있는 것이다.

그래서 본 연구에서는 해조 쌀의 사출을 기존의 면류제조 기기를 사용하여 실시하였으며 그 크기는 직경 3 mm로 하여 성형하였다. 가수량이 많은 paste를 이용해서 해조 쌀을 성형 제조한 것은 취반 후에도 그 크기가 별로 변하지 않았으며 특히, 곤약이나 전분을 첨가하였을 경우 원래 사출한 크기대로 유지하는 것을 볼 수가 있었다. 그러나 해조 쌀의 알갱이가 크면 저작하는데도 불편을 초래하게 될 것

이고 그 관능 평가의 결과도 그리 좋지 않은 것으로 나타났다.

(7) 품질개선실험

미역과 다시마로 제조한 해조 쌀의 기능성을 향상시키기 위한 실험의 일환으로 미역 paste에 곤약, 클로렐라, 대두단백을 각각 1, 5, 10%씩을 첨가하여 해조 쌀을 제조하였다.

Table 17은 상기한 첨가물을 이용하여 제조한 해조쌀의 물성을 측정하고 나타낸 결과이다.

Table 17. Physical properties of seaweed mustard rice added three additives

Sample		Gel strength	Hardness
		(g/cm ²)	(g/cm ²)
Gon-yak (%)	1	13127.2	3333.0
	5	9040.2	2046.8
	10	8148.6	1780.4
Chlorella (%)	1	19200.6	5260.8
	5	12910.3	4495.6
	10	11484.8	3471.2
Soybean protein (%)	1	15396.4	4883.8
	5	15718.0	4749.2
	10	13782.6	4036.2

그 결과 곤약, 클로렐라, 대두분말을 첨가한 경우 첨가량이 많아질수록 겔 강도가 낮아졌고 경도 또한 낮아졌다. 특히, 모든 첨가물의 경우에 있어서 해조 쌀만의 경우에 비해서는 겔 강도와 경도가 많이 낮았고 그 차이는 컸다. 이로써 상기한 첨가물을 첨가하였을 경우 밥 알갱이와 유사한 물성을 갖게 하는 데 많은 도움을 줄 수 있을 것이 거라고 생각된다.

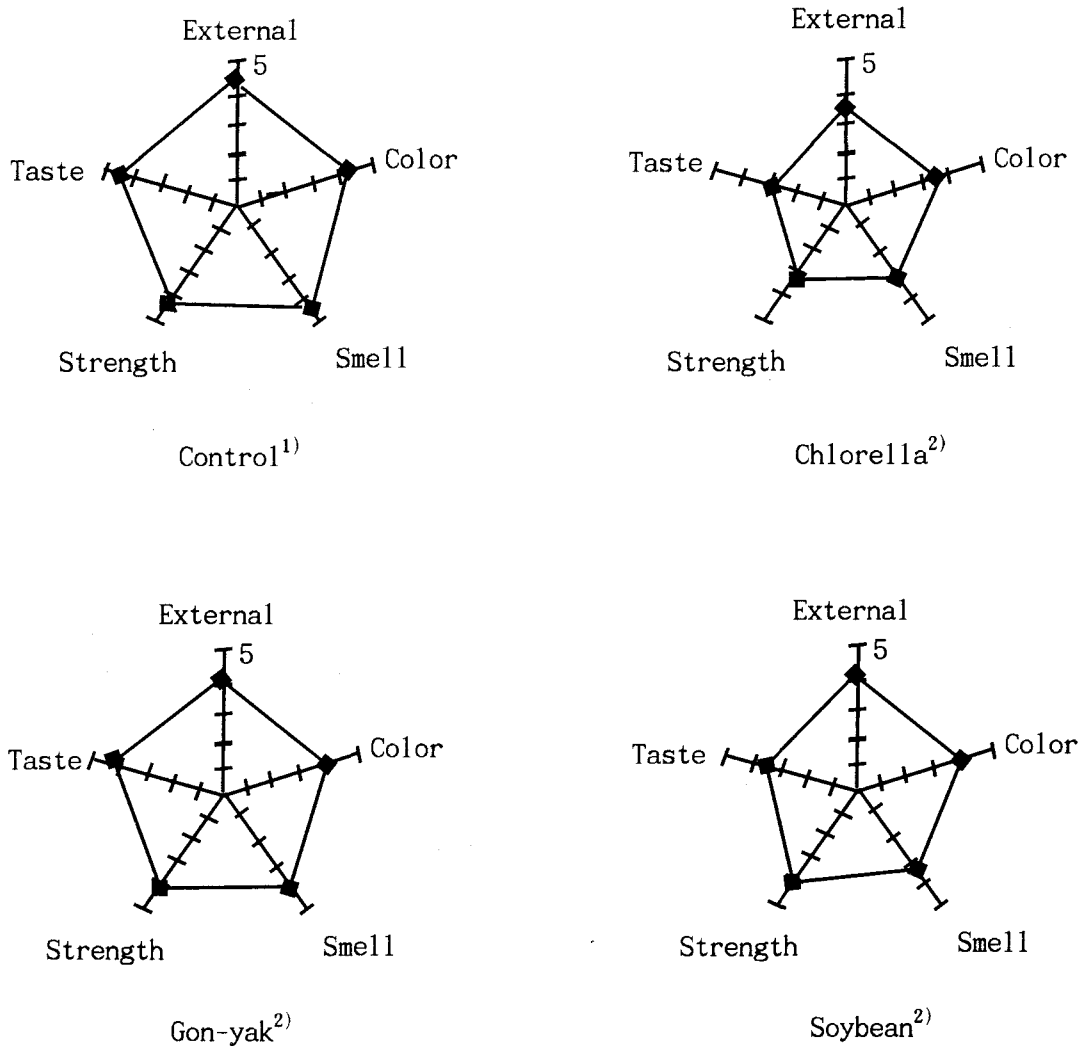


Fig. 6. Sensory evaluation of seaweed mustard rice added three additives

1) Additives not-added.

2) Addition rate is 1% and mixing ratio of paste and water is 1:1.

한편, 곤약, 클로렐라, 대두단백을 첨가하고 취반하였을 경우 관능평가를 한 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 즉, 해조 쌀의 기능성을 향상시키기 위한 목적으로 첨가한 3 종류의 첨가물은 종류에 따라 관능평가의 결과가 달라졌고 곤약을 제외하고는 모두 미역 paste 만으로 제조한 해조 쌀 보다 겔 강도나 외관, 맛, 섶택 등에서 그 평가수치가 낮은 것으로 나타났다. 그러나 곤약을 첨가한 경우에는 알갱이

가 쫄깃쫄깃해지고 씹히는 느낌이 뚜렷하고 일정한 형태로 성형하기가 수월한 장점을 가진 것으로 나타났다. 한편, chlorella의 경우에 서는 선택이 더욱 선명해지는 결과를 나타내었고 취반했을 경우 밥에 클로렐라 자체의 색으로 인해 녹색이 연하게 나타나는 결과를 보여 외관의 향상을 가져올 수는 있다고 생각된다. 그러나 클로렐라 특유의 냄새가 있어 기호성을 저하시키는 위험이 있다. 이에 반해 대두단백이나 곤약은 맛이나 선택 등에서 좋은 평가를 내렸고 물성도 적당하여서 해조 쌀의 기능성을 향상시킬 수 있는 가능성이 있는 것으로 나타났다

(8) 해조 쌀의 품질안정성시험

미역으로 제조한 해조 쌀의 유통 안정성을 조사하기 위하여 물과 paste의 혼합비율을 1:1, 1:1.5로 만든 해조 쌀을 80℃에서 10분 살균한 다음, 90℃에서 20분 살균한 저온 살균군과 120℃에서 9분 살균한 고온 살균군으로 나누어 냉장고(4℃)와 상온(25℃)에 4주간 저장하면서 경시적으로 생균수를 측정하였다.

그 결과는 Table 13과 14에 나타내었는데 저온 살균군에서 시간이 경과함에 따라 균에 의한 오염이 크게 진행되는 것을 알 수 있었으며 상온에 저장한 실험군에서 냉장고에 저장한 실험군보다 균의 증식이 훨씬 빠르게 진행되었다. 그러나 고온 살균한 실험군에서는 균의 증식이 전무하여 장기 유통해야 되는 해조 쌀의 경우에는 고온 살균하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 그리고 표에서 나타내지는 않았지만 살균에 의한 물성의 변화는 탈수되어 알갱이의 크기가 약간 작아졌을 뿐 물성의 경시적인 변화는 크게 나타나지는 않았다. 그것은 해조 쌀의 알갱이의 크기가 작고 1:1의 배합비율로 만든 것이어서 수분 유출의 문제이외에는 다른 변화는 거의 없는 것으로 판단되며 고온 단시간 살균에 의한 방법이기 때문에 수분의 유출도 그다지 크지 않아 물성도 별로 변하지 않는 상태로 유지될 수 있는 것으로 생각된다.

(9) 해조 쌀의 포장 방법의 설정

Table 20은 해조 쌀을 살균하지 않고 증류수와 소금물을 보존액으로 하여 각각 Polyethylene film(PE)과 retort 용기에 넣어 진공포장하고 15일간 냉장고에

저장한 후 생균수를 측정하고 포장 용기의 안전성을 실험하고 그 결과를 나타낸 것이다.

Table. 18. Viable cell of seaweed mustard rice sterilized at low temperature

Storage condition	Storage time, days					
	0	7	14	21	28	
4°C	1:1	1.6×10^1	8.0×10^1	1.1×10^2	1.2×10^2	2.7×10^2
	1:1.5	1.4×10^1	8.0×10^1	1.3×10^2	1.5×10^2	1.5×10^2
25°C	1:1	1.6×10^1	4.8×10^1	2.5×10^3	3.0×10^4	2.9×10^6
	1:1.5	1.4×10^1	9.0×10^1	2.6×10^3	1.7×10^4	2.0×10^6

Table 19. Viable cell of seaweed mustard rice sterilized at high temperature

Storage condition	Storage time, days					
	0	7	14	21	28	
4°C	1:1	-	-	-	-	-
	1:1.5	-	-	-	-	-
25°C	1:1	-	-	-	-	-
	1:1.5	-	-	-	-	-

그 결과 증류수에 보존하는 것보다 소금물을 보존액으로 하였을 경우에 균의 증식억제에 도움이 되는 것으로 나타났고 소금의 첨가농도에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 포장 용기에 따라서는 크게 차이는 나타나지 않았으나 retort 용기에 보존하는 것이 양호한 결과를 나타내었다. 또한 상기한 시료를 이용하여 물성

Table 20. Changes in viable cell of seaweed mustard rice stored in different packaging materials.

Sample	NaCl (%)	Storage time, days	
		0	15
PE film	0.5		2.9×10^5
	1		3.7×10^5
	2		4.1×10^5
	3		5.7×10^3
NaCl Retort film	0.5	1.3×10^2	1.5×10^5
	1		2.5×10^5
	2		1.0×10^5
	3		1.9×10^4
Deionized water	PE film		2.7×10^5
	Retort film		1.8×10^5

의 변화도 조사하였는데 증류수에 보관한 것의 겔 강도와 경도가 소금물에 보존한 것보다 더욱 빠르게 저하하는 것으로 나타났다. 이는 두 시료 모두 살균하지 않아 조직의 붕괴가 빨리 일어나고 보존수에 의한 오염 또한 예방할 수 없는 것으로 판단되어 장기 유통을 위해서는 반드시 살균 처리하는 것이 바람직하다는 결과를 얻었다. 그러나 고온 살균을 하여야 균의 증식을 억제할 수 있기 때문에 PE film으로는 고온을 견딜 수 없어 포장 용기로는 결국 retort film이 적당할 것으로 판단된다.

아래의 그림은 여러 경우의 제조과정 중 촬영한 해조 쌀의 사진들을 소개한 것들이다.



그림 . 응고제 농도별로 제조한 해조 쌀

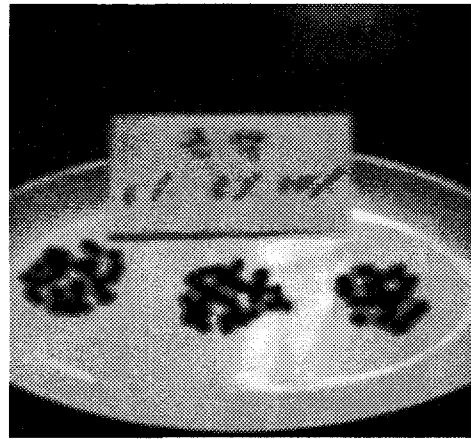


그림. 곤약을 농도별로 첨가한 제품

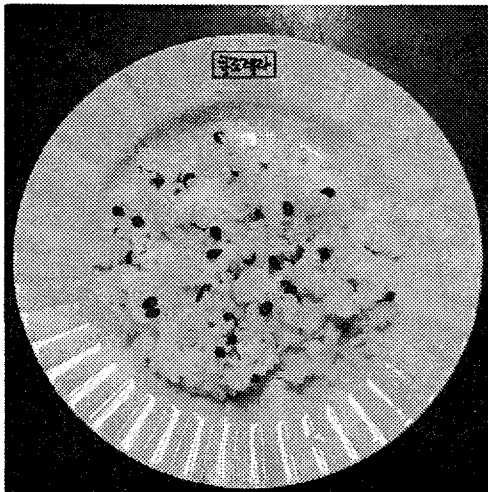


그림. Chlorella를 첨가하여 제조한
해조 쌀의 취반 후 모습

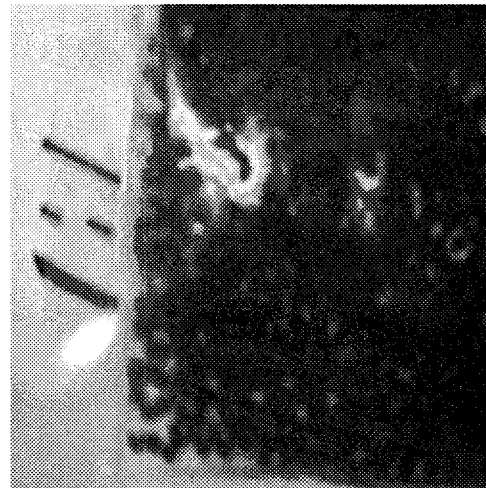


그림. 미역 해조 쌀을 제조 한 후 PE
film으로 포장한 모습

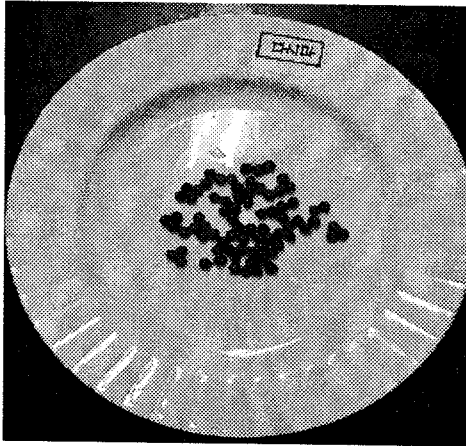


그림. 다시마 paste로 만든 해조 쌀

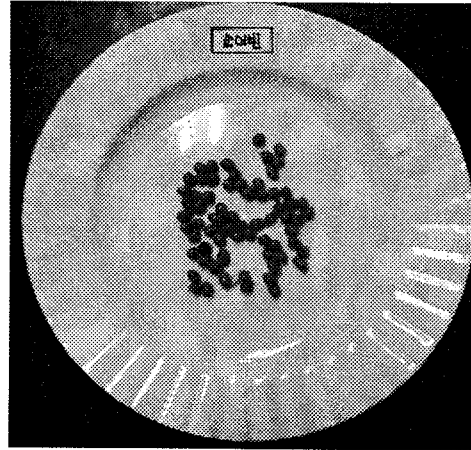


그림. 다시마 해조 쌀에 대두단백을 첨가한 경우

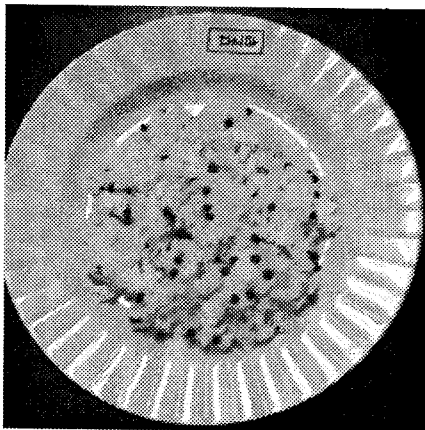


그림. 다시마 해조 쌀을 취반 한 후의 모습

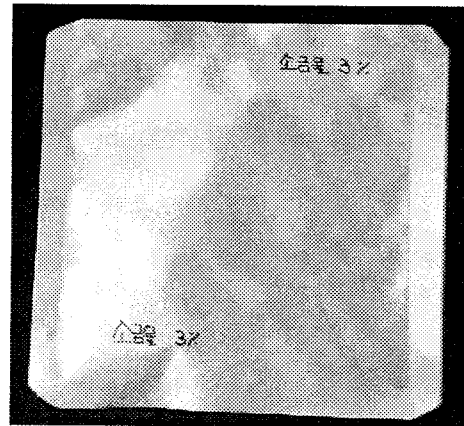


그림. Retort film으로 포장 한 모습

제 2 세부과제

해조류의 기능성을 이용한 이미테이션 라이스의 개발

제 1 절 연구목표

우리나라는 옛날부터 해조를 식용, 약용, 사료 또는 해조공업의 원료로 많이 이용하여 왔으며, 최근에는 건강식품으로 인정을 받으면서 본격적인 식량자원으로 활용하려는 움직임이 많이 일고 있다. 해조류의 주요 특징은 비타민이나 무기질이 풍부하다는 점을 들 수 있는데 이 중 비타민은 B₁, B₂, C, 및 niacin 등이 다량 함유되어 있고, 해조 중의 무기질로서는 칼슘, 칼륨, 철 및 요오드 등의 미량원소가 갈조류에 다량 함유되어 있는데 특히 미역, 다시마, 툇 등은 무기질의 좋은 급원이 된다. 또한, 해조류에는 비타민이나 무기질 이외에 고등동물이 섭취하였을 때 생리활성을 나타낼 수 있는 taurine, n-3 지방산, 알긴산, fucoidan, laminarin, pectin 및 식이섬유 등 다양한 기능성 성분이 포함되어 있어 인체에서 나타나는 효과는 모든 질병의 면역증강작용, 종양억제, 항 혈액응고작용, 비만억제 및 정장작용 등의 생리기능성 성분이 있는 것으로 밝혀지고 있다.

이와 같이 최근에는 해조류가 무기질이 풍부하고, 여러 가지 생리활성물질에 의한 건강기능성 효과가 밝혀지면서 점차 해조류의 소비성향이 바뀌어 가고, 국민의 기호도도 증대함에 따라 해조류를 이용한 고차가공품의 개발이 활발해지고 있는 실정이다. 따라서 해조류의 소비확대를 도모하고, 해조류 양식어가의 소득증대를 위하여 위에서 설명한 바와 같이 해조류의 건강기능성을 갖춘 년 중 유통가능한 해조류 가공제품을 개발하고자 대량생산되는 미역, 다시마, 툇 등을 이용하여 해조류를 이용한 이미테이션 라이스를 제조하여 시험한 결과를 보고하고자 한다.

제 2 절 연구내용

1. 실험 재료 및 방법

가. 실험 재료

미역, 다시마, 툇, 모자반의 건 시료 분말, 해조 paste 및 건조조체를 사용하였다.

나. 실험방법

(1) 일반성분

수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semi micro Kjeldahl법, 지방은 Soxhlet법, 회분은 건식 회화법에 따라 측정하며, 염도는 Mohr법, pH는 pH meter(DMS DP-880, Korea)로 측정한다.

(2) 페이스트 제조

미역(*Undaria pinnatifida*), 톳(*Hizikia fusiforme*) 및 다시마(*Laminaria japonica*)를 수돗물에 충분히 침지, 수화한 후 조체를 chopper에 5회 정도 통과시켜 마쇄하고 인산염을 가하여 항온수조 상에서 sol상태로 될 때까지 가열 교반한다. 용해된 시료는 다시 균질화하여 사용하였다.

(2) 물성

Rheometer(Fudoh사, 일본)를 이용하여 직경 1cm의 평판 플란저를 부착한 후 test speed를 6cm/min의 속도로 하여 측정한다.

(3) 색조

직시색차계(Pacific scientific사, 미국, Spectrogard color system)로써 표준 백색판(L값 : 96.17, a값 : -0.11, b값 : 0.03)을 대조로 하고, 광원은 하루 중 평균 태양광을 사용하여 시제품의 절단면에 대해 Hunter 색차계에 의해 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도) 및 ΔE (갈변도)를 측정한다.

(4) 총 아미노산

총 아미노산은 다음과 같이 정량하였다. 즉, 시료 일정량(단백질 30mg 함유)

을 cap tube에 칭량하고 6N HCl 15 ml를 가한 후 N₂가스로 8분간 치환한 다음 뚜껑을 닫는다. 110°C의 사육조에서 22시간 가수분해한 다음 방랭 후 수기에 넣어 씻고 증발 건조하였다. 그것을 pH 2.2의 구연산 나트륨 완충액으로 50 ml로 정용하여 아미노산의 정량에 사용하였다.

(5) 무기질 정량

균질화한 시료 20 ~ 30g(±0.1g)을 정칭한 45ml 회화용 도가니나 50 ~ 100 ml pyrex beaker에 넣고 칭량한다. 항상 blank 시험을 병행하고 표준시약은 NBS Bovine liver standard을 사용한다. 시료, blank, 및 표준시약을 넣은 용기를 전기 가열판이나 적외선 램프 및 저온의 오븐(100°C)에서 가열하며 탄화할 때까지 가열한다. 전기로에 넣어 약 450°C 까지 서서히 가열하여 하룻밤 회화한 다음 방랭하여 1 ml의 conc-HCl과 1 ml의 HNO₃을 넣고 다시 450°C에서 2시간 회화시킨 후 방랭하고 끓을 때까지 가열하여 탈이온수로 25ml로 정용한 다음 원자흡광분광광도계로 측정하여 계산한다.

(6) 비타민 A

비타민 A의 정량은 HPLC에 의한 방법으로 정량한다. 즉, 비타민 A 20 ~ 30 I.U.(6 ~ 9 µg)에 상당하는 시료를 정확히 취하여 환저플라스크에 넣은 다음 ethanol 30 ml 및 pyrogallol/ethanol 1 ml를 가하여 잘 섞은 뒤 수산화칼륨용액 3 ml를 가하여 환류냉각기를 부착하여 비등 수욕 중에서 30분간 비누화시킨다. 신속히 실온까지 냉각하여 물 30ml를 가하여 갈색의 분액 깔대기에 옮긴다. 플라스크는 물 10 ml 및 석유에테르 30 ml로 씻은 후 분액 깔대기에 합하여 잘 흔들어 혼합한 다음 방치하여 물 층을 별도의 분액 깔대기로 옮긴다. 물층은 석유에테르 30 ml씩 2회 추출하여 앞의 석유에테르 층에 합하여 물 10 ml 1회, 이어서 50 ml씩으로 페놀프탈레인 지시약에 의하여 정색이 되지 않을 때까지 씻는다. 석유 에테르층만을 취하여 무수황산나트륨으로 탈수한 뒤 갈색 플라스크에 옮기고 황산나트륨은 석유 ether 10 ml로 2회 수세하여 앞의 것에 합한 다음 40 ~ 50°C에서 감압 건조한 다음 잔류물을 isopropanol로 녹여 1.0 ml로 정용한 것을 시험용액으로 하여 비타민

A 분석에 이용한다. HPLC에 의한 정량은 시험용액 및 표준용액을 각각 20 μ l씩 주입하여 얻은 표준용액의 피크면적 또는 높이에 의해 구한 검량선을 사용하여 시험용액의 비타민 A의 농도(I.U./ml)를 구하고 아래의 식에 의하여 검체 중의 비타민 A(μ g/100g)을 계산한다.

(7) 비타민 B₁

비타민 B₁의 정량은 브롬시안에 의한 티오크롬형광법으로 정량한다. 비타민 B₁ 정량을 위한 시험용액은 검체 1 ~ 10 g을 정확히 취하여 물 약 20 ml와 0.1N 황산 약 50 ml를 가하여 수욕 상에서 30분 가열 추출한다. 추출액은 약 50°C로 냉각하여 4M 초산나트륨용액으로 pH 4.5로 조정한다. 다음 효소용액(다가 디아스타제) 2 ml를 가하여 40~50°C, 2~3시간 또는 톨루엔 5~6 방울을 가하여 40°C의 항온기내에서 하루 분해시킨다. 그런 다음 15분간 비등 온침시키고 냉각 후 원심분리하여 상등액을 취하여 시료용액으로 한다. 시료용액 (pH 4.5)의 일정량 (비타민 B₁으로서 약 5 μ g을 함유하는 액량)을 칼럼에 조용히 주입하며 1분에 1 ml의 속도로 흡착시킨다. 계속해서 pH 4.5의 염산 5 ml로 칼럼의 R부의 내면을 씻어버린다. 흡착이 끝났다고 생각되면 공존하는 형광물질 제거한다. 칼럼에 끓는 물을 주입하고 1분간 3 ~ 4 ml(1초간에 약 1 방울)의 속도로 흡착층을 씻는다. 세액을 형광이 나타나지 않을 때까지 물로 계속 씻어준다. 수세가 끝나고 칼럼 하부의 수기를 25 ml의 메스플라스크에 교환칼럼이 따뜻할 동안에 비등 25% KCl 염산용액 10 ml를 가한다. 1초간 1방울씩 나누어 액이 적하되도록 조절한다. 탈착액을 받아서 재차 비등용출액 8 ml 주입해 동일하게 조작한다. 최후에 동액 7 ml를 주입하여 탈착액의 전량을 약 25 ml로 하여 뚜껑을 닫아놓는다. 뒤이어 메스플라스크를 실온에 방치한다. 냉각 후 물을 가해 정확히 25 ml로 하여 시험용액으로 한다.

시험용액을 5 ml씩 T₁, T₂ 및 T₃ 3개의 50 ml 공전시험관에 나누어 취한다. T₁을 첨가시험용, T₂를 주시험용, T₃를 공시험용으로 한다. T₁에는 비타민 B₁ 표준액 1 ml(비타민 B₁ 1 μ g)를, T₂ 및 T₃에는 물 1 ml를 가한다. 계속해서 T₁ 및 T₂에는 브롬시안용액 3 ml를 가해서 혼합한 후 30% NaOH 용액 3 ml를 혼합한다. 이소부탄올 15 ml를 가해 밀봉하여 1분간 격렬히 진탕 혼합한다. T₃에는 30% NaOH 3 ml를 맨 처음 가한 후 브롬시안용액을 혼합한다. T₁, T₂와 같이 이소부탄올을 가해 부탄올

을 가해 진탕 혼합한다. T₁, T₂, T₃의 시험관을 정치하든가 또는 1000 ~ 1500rpm으로 2분간 원심분리하여 상등액의 이소부탄올을 피펫으로 별도의 시험관에 분취한다. 계속해서 무수황산나트륨 1 ~ 2g을 소량씩 첨가하여 진탕 혼합한 후 정치하여 깨끗한 isobutanol액을 형광 셀에 넣어 형광도를 측정한다.

(8) 비타민 B₂

시험용액의 조제는 검체의 일정량을 취해 소량의 물을 가해 균질기 및 막자사발에 넣어 마쇄한다. 이것에 물을 가해 수욕 중에서 15~20분간 추출한다. 추출액은 냉각 후 1 ml 중 0.05 µg이 되도록 일정용액으로 시험용액으로 한다.

시험용액 일정량을 3개의 공전 시험관에 취한다. 그 중 1개를 첨가시험용으로 하여 비타민 B₂의 일정량(0.2 ~ 1 µg)을 함유하는 용액을 가한다. 다른 2개 T₂ 및 T₃은 T₁에 가한 비타민 B₂ 용액과 동량의 물을 가하여 T₁, T₂, T₃를 같은 용량으로 한다. 이 시료용액에 1N NaOH 용액을 동량 가해 혼합한 후 T₁(첨가시험), T₂(주시험)를 광분해 장치에서 1시간 광분해 시킨다. T₃(공시험)은 1시간 암소에 둔다. 광분해가 끝나면 각 시험관에 초산을 0.5 ml씩 가한다. 광분해를 끝낸 산성용액에 4% 과망간산칼륨 용액 0.5 ml를 가해 1분간 방치한다. 여기에 3% 과산화수소용액을 가해 탈색하고 클로로포름 10 ml씩을 가해 뚜껑을 닫고 격렬히 2분간 진탕 혼합한다. 필요하면 원심분리하여 클로로포름을 분취한다. 클로로포름 층을 셀에 옮겨 T₁, T₂, T₃의 형광광도를 읽어 T₁, T₂, T₃로 하여 검체 중의 비타민 함량을 계산한다.

(9) 관능검사

보편적인 5점 채점법(5-point rating scale)을 사용한다. 시료 비교(multiple comparison test)에 따라 제품의 품질을 판정할 수 있는 저작성, 섶택, 냄새, 외관, 맛 등에 대하여 평가하는 동시에 제품 및 취반 후의 특성(밥, 떡, 김밥 등으로 의)에 대하여 평가한다. 전반적으로 매우 좋았을 경우를 5점으로 하고 가장 나쁜 경우를 1점으로 하여 평가하였다.

(10) 해조 쌀 제조

미역 paste에 미분 및 전분을 첨가하여 food mixer로 혼합한 다음, 제면기에 의해서 $5 \times 3 \times 2$ mm의 크기로 절단하여 roll식의 원통형 건조기를 슬라이딩하면서 회전시키는 형식으로 이동되면서 타원형의 육면체 모양으로 제형하였다. 제형된 시제품은 열풍건조기로 단시간에 건조하여 물성측정용 시료로 사용하였다.

11) 물성시험

물성측정은 레오미터를 사용하여 시료를 8개에 대한 평균값을 구하였다. 물성측정기는 Sun Rheometer Compac-100 (일본, Sun Scientific Co., Ltd.)으로서 측정조건은 취반시료와 건조시료를 구분하였다.

취반시료 : test type은 mastication, adapter는 circle, sample type은 hexahedron, sample width은 5mm, sample height는 2.5mm, sample depth는 4mm로 하였으며, test speed는 120mm/min로 하였다.

건조시료 : test type은 hardness, adapter는 rectangle, sample type은 hexahedron, sample width은 4mm, sample height는 2.5mm, sample depth는 4mm로 하였으며, test speed는 120mm/min로 하였다.

Setting host에서 Mode는 취반시료와 건조 해조 쌀 시료는 각각 21, 4로 하였다. R/H는 real, P/T는 press, Load cell은 모두 2kg, set value는 6 (set clearance : 5mm), 그리고 table speed는 120mm/min으로 정하여 측정하였다.

2. 연구결과 및 고찰

(1) 원료의 성분특성

① 침지시간에 따른 마른 미역의 재 흡수율 및 조체의 pH

Table 1에서와 같이 마른 미역은 물에 침지하여 15시간 후에는 약 11배로 팽

윤하였으며, 염장미역은 침지하여 1시간 후에 약 4.5배 팽윤하였다. pH는 마른 미역이 5.85, 미역 페이스트가 6.87 그리고 염장 미역이 6.40이었다.

Table 1. Hydration rate of seaweeds experimented

Sample	Hydration (time/Weight)	Running time (hrs)
Dry	11	15
Salted	4.5	1

② 미역 Paste의 용해시간 및 온도에 따른 색택시험

용해온도가 높은 시료(Ⅲ)가 명도가 높았는데 다른 시료 비하여 백색을 띠었으며 적색도가 반면에 녹색이 엷어졌다. 전반적으로 용해온도가 높을수록 갈색도가 높아졌다(Table 2).

③ 일반성분

일반성분, 당질 및 회분의 함량은 Table 2에 나타낸 바와 같이 수분의 함량에 따라 다소 차이가 있었다. 이를 건조중량으로 환산하여 보면 단백질, 지방은 미역에서 가장 함량이 높았으며, 당질은 다시마에서 46.9%를 차지하였고, 탄수화물 중 섬유량은 모자반에서 40%의 높은 비율을 차지하였다.

④ 무기질 함량

해조류의 중요한 미량성분중의 하나는 무기질이다. 칼슘은 해조에 다량 함유되어 있어 성장기에서는 뼈의 형성에 없어서는 안 될 중요한 미네랄이며, 혈중에는 보통 일정량의 칼슘이 함유되어 있어 각종 효소가 활동할 때 중요한 역할을 나타내고 있다. 고령자에게는 칼슘의 이용 상태가 나쁘기 때문에 여분의 칼슘을 충분히 저장해 두지 않으면 뼈가 약해지게 되고 골절되기 쉽다. 따라서 고령자에게는 해조

Table 2. Changes in color of seaweed mustard according to dissolution time and temp.

Color	Sample		
	I	II	III
Lh	-71.7	-71.85	-72.07
ah	-1.09	-0.80	-0.24
bh	3.93	3.34	3.06
DE	71.72	71.93	72.14

Table 3. General composition of seaweeds as samples

(Dry weight, g)

Compositions (/100g edible)	Seaweed mustard	Sea tangle	Hizikia fusiforme	Gulfweed
Moisture	16.0	12.3	88.1	86.2
Crude protein	23.8	8.4	16.0	13.0
Crude fat	3.5	1.3	3.4	1.5
Sacch.*	40.4	46.9	33.6	37.7
Hydrocarbon Fiber	2.9	4.7	8.4	10.9
Ash	29.5	38.8	38.7	40.0

* Saccharide

류의 섭취로 인하여 칼슘을 보강해 주기 때문에 우수한 칼슘공급원이다. 칼륨은 해조류 중에는 나트륨의 약 2배 정도의 양이 함유되어 있어 나트륨의 동반 배설효과를 가져올 수 있기 때문에 고혈압의 억제를 통한 노화예방을 피할 수 있게 해준다. 일반적으로 무기질은 체중의 약 4%를 차지하며 그 자체는 신체에서 쓸 수 있는 화학적 에너지를 가지는 것은 아니나, 생물의 구성성분으로 생리작용에 관여하는 필요 영양소이다. 가장 많은 무기질은 뼈를 만드는 칼슘과 인이며, 체내축적은 적으나, 결핍되어 발생하는 질병은 느리게 진행되는 것이 특징이다. 이외에도 체조직의 구성과 뼈와 치아를 구성하여 성장발달에 큰 역할을 하며, 에너지대사, 혈액

응고 및 소화효소의 촉매기능을 하며, 체액의 산, 염기평형유지에 없어서는 안 될 영양성분으로서 해조류는 이들의 섭취를 향상시켜주는 다양한 생리효과를 가지고 있다.

Table 4에 나타낸 바와 같이 칼슘은 모자반이 1515 mg/100 g을 차지하여 분석 시료 중 가장 높은 함량을 나타내었고, 인 함량도 모자반에서 442 mg/100 g을, 철 함량은 툫에서 32.8 mg/100 g을 나타내어 가장 많이 함유되어 있는 것으로 나타나 해조류 중에서 철 공급원으로서 툫이 가장 뛰어난 품종인 것을 알 수 있다.

Table 4. Contents of inorganic material of seaweed as samples.

(Dry weight/100 g edible portion)

Metals	Seaweed mustard	Sea tangle	Hizikia fusiforme	Gulfweed
Ca	1142	807	1319	1515
P	366	212	269	442
Fe	10.8	7.2	32.8	15.2

⑤ 비타민 함량

비타민은 당질, 지질, 단백질, 무기질 이외에 필요한 미량의 영양소이며, 신체기관을 정상적으로 움직이기 위해서는 필수이다. 그 중에서도 필수아미노산이 있어서 이들은 식품을 통해서 또는 다른 방법을 통하여 별도로 섭취하여야 하며 자체로는 칼로리가 없으며, 조직의 구성물질이 아니라는 특징이 있다. 체내 효소계의 구성요소로서 신진대사를 촉진하고, 극미량으로 신체의 건강을 유지케 하며, 대사에 필요한 역할을 하는 중요한 성분 중의 하나로 해조류는 이들의 섭취에도 일익을 담당한다. Table 5에 나타낸 바와 같이 미역이 비타민 A 2202IU, 비타민 B1 0.31mg/100g, 비타민 B2 1.19mg/100g로서 가장 많은 함량을 나타내었고, 툫에서 니아신과 아스코르빈산이 각각 16.0 및 33.6mg/100g으로서 가장 높은 비율을 나타내었다.

⑥ 식이섬유

장내에서 수분을 흡수하여 팽윤하고 유용한 유산균의 발육을 촉진시키는 효과가 있다. 식이섬유는 심장병이나 암의 예방에도 대단히 유용하다고 알려져 있다. Table 6에 나타난 바와 같이 수분함량에 따라 다소 차이가 있으나 툿에서 총 식이섬유 함량은 43.7%로서 높게 나타났다.

⑦ 아미노산 함량

시료 중의 주요 아미노산은 glutamic acid(1739~2522 mg/ 100g), alanine (895~2722 mg/100 g), aspartic acid(961~1318 mg/100 g) 및 leucine (662~1138 mg/100 g)으로서 가장 높은 함량을 나타내었다. 방향족 아미노산인 phenyl alanine 및 tyrosine 함량도 많게 나타났다(Table 7).

Table 5. Vitamin content of seaweeds as samples

Vitamin (in 100g edible portion)	Seaweed mustard	Sea tangle	<i>Hizikia</i> <i>fusiforme</i>
A. IU	2202	365	1765
Thiamin(B1), mg	0.31	0.25	0.08
Riboflavin(B2), mg	1.19	0.51	0.59
Niacin, mg	5.4	5.1	16.0
AsA(C), mg	21.4	20.5	33.6

(2) 해조 쌀 배합조건의 설정

(가) 밀가루를 첨가한 해조 쌀의 제조

① 밀가루 적정 첨가량

Table 8에서와 같이 밀가루를 5 ~ 40% 첨가하여 실험한 결과, 미역 paste 중

량당 40% 이상 첨가 시에는 수분함량이 과도하여 성형하기가 어려워 그 이상의 첨가는 성형조건을 변화할 필요가 있었다. 밀가루 첨가별 제품에 대한 선택실험을 실시한 결과, Table 9에서와 같이 페이스트의 첨가량이 증가할수록 백색도는 저하되고 적색도 또한 저하되고 있었다. 첨가량이 증가할수록 해조류가 가지고 있는 클로로필 색소함량이 증감함에 따라 제품의 선택이 점차 녹색을 띄는 경향이였다.

Table 6. Dietary fiber content of seaweeds as samples

Sample	Moisture (%)	Dietary fiber, %			
		TDF	ADF	Cellulose	Lignin
Seaweed mustard	14.8	34.8	26.1	9.5	16.6
Sea tangle	10.8	35.8	18.4	12.3	6.1
톳	10.4	43.7	32.4	13.4	19.0
모자반	14.5	37.5	13.2	10.4	2.8

② 쌀가루 적정 첨가량

쌀가루 적정첨가량은 성형조건을 감안하여 미역 페이스트 중량당 30% 정도 첨가하는 것이 사출시 일정 형태를 유지하고, 절단할 때 서로 엉기지 않고, 쉽게 자를 수 있었다. 쌀가루를 30% 이상 첨가할 때는 사출기에서 서로 엉겨서 죽 상태로 되어 사출기에서 나오는 즉시 성형이 불가능하였다. 그리고 쌀가루를 첨가한 제품의 선택실험을 실시한 결과, 백도는 -37.34, 적색도는 -5.51, 황색도는 17.75 및 갈색도는 41.71이었다.

Table 7. Amino acid content in seaweeds as samples

Amino acid	Seaweed mustard	Sea tangle	툫	모자반
Protein	17.5	15.6	10.1	11.8
Ile	638	596	398	581
Leu	1138	1069	662	1031
Lys	827	716	474	496
Met	400	368	270	281
Sulfuric				
Cys	175	520	168	166
Total	575	888	438	447
Phe	749	719	462	649
Aromatic				
Tyr	472	459	288	306
Total	1221	1178	750	955
Thr	757	743	426	520
Trp	252	240	125	140
Val	815	678	453	759
His	290	195	134	555
Arg	661	577	356	742
Ala	2722	1752	895	1039
Asp	1104	1288	961	1318
Glu	2522	2501	1739	1967
Gly	897	812	485	558
Pro	720	711	307	238
Ser	669	651	376	443
Taurin	35	-	32	157

Table 8. Mixing rate of paste, flour and water

Paste added(g)	Wheat flour added(g)	Water added(g)
5%(25g)	475	175
10%(50g)	450	150
20%(100g)	400	100
30%(150g)	350	50
40%(200g)	300	0

Table 9. Color changes in sea weed rice according to
paste addition

Paste added(%)	Lh	ah	bh	DE
5	-30.87	-4.14	19.06	36.52
10	-30.87	-4.67	18.99	36.08
20	-4.17	-5.07	20.54	46.29
30	-45.22	-5.23	19.36	49.47
40	-47.47	-4.59	17.41	50.77

③ 미역분말+밀가루(박력분) 첨가 해조쌀의 수분함유량 변화 및 품질평가

전체 시료를 200g으로 정하고 미역분말을 10~50%까지 첨가할 때 반죽의 상태와 각각의 미역분말 첨가량에 따른 가수량의 변화를 살펴보았다. 이 때 사용한 밀가루는 박력분을 사용하였다. Table 10에 나타난 바와 같이 미역분말 첨가량이 증가함에 따라 가수량도 증가하는 경향이였다.

밀가루 박력분과 미역분말의 첨가제품에 대한 품질평가 결과는 Table 11에 나타내었는데 미역분말 30%이상 첨가 시에는 미역냄새가 확연히 나타나고, 미역분말 첨가량이 증가할수록 진한 녹색을 띄었는데 진한 녹색을 가진 것으로 제조한 제품

은 외관적으로 나쁘지 않고, 산뜻한 느낌을 주었다. 그러나 촉감은 미역분말 첨가량이 증가할수록 딱딱하게 느껴지고, 외관적으로도 거칠어 보였다.

Table 10. Changes in moisture content according to the mixing rate of seaweed mustard powder and wheat flour

Item	Seaweed mustard powder added(%)				
	10 (20g)	20 (40g)	30 (60g)	40 (80g)	50 (100g)
Wheat flour	180g	160g	140g	120g	100g
Water	58% (116ml)	65% (130ml)	84% (168ml)	99% (198ml)	122% (244ml)

④ 미역분말 + 밀가루(중력분)첨가비율에 따른 수분함량 변화

중력분의 밀가루를 사용하여 시료 총량을 200g으로 정하고 미역분말과 밀가루(중력분)의 첨가비율을 10~50%까지 첨가하면서 해조 쌀 시제품을 제작한 결과, table 12에 나타낸 바와 같이 미역분말첨가량이 증가할수록 가수량도 증가하는 경향이였다.

⑤ 미역분말 + 밀가루(강력분)첨가비율에 따른 수분함량 변화

밀가루(강력분)을 사용하여 시료를 200g으로 하고 미역분말과 밀가루(강력분)의 첨가비율을 10~50%까지 첨가하면서 해조 쌀 시제품을 제조한 결과는 table 13과 같은데, 미역분말첨가량이 증가할수록 가수량도 증가하는 경향이였다. 시제품에 대한 품질평가 결과, 미역분말 10% 첨가시에 반죽이 잘 되었고, 미역분말 첨가량이 증가함에 따라 반죽형성이 잘 되지 않고, 가수량도 또한 증가하지만 반죽의 표면이 매끄럽지 않았다. 미역분말 첨가량이 증가할수록 반죽이 잘 갈라지고, 뭉쳐지지 않는 경향이였다.

Table 11. Quality assessment according to wheat flour addition

Items	Seaweed mustard powder added, %				
	10	20	30	40	50
Color	light green	light green	light green	Green	Deep green
Smell ²⁾	1	2	3	4	5
Tactile	smooth and soft	Hard	easily broken and wet	little hard	wet
External	little smooth	rough	easily divided	divided so much	easily divided and cut

2) Seaweed mustard smell

1 : nearly not smelling 2 : little smelling

3 : seaweed mustard smelling 4 : much smelled 5 : too much smelled

Table 12. Changes in moisture content according to all-purpose flour addition

Item	Paste added, %				
	10 (20g)	20 (40g)	30 (60g)	40 (80g)	50 (100g)
Wheat flour I*	180g	160g	140g	120g	100g
Water	59% (118ml)	71% (142ml)	83% (166ml)	95% (190ml)	114% (228ml)

* 밀가루 I : 중력분

Table 13. Changes in moisture content according to strong flour addition

Item	Paste added, %				
	10 (20g)	20 (40g)	30 (60g)	40 (80g)	50 (100g)
II*	180g	160g	140g	120g	100g
Water	62.5% (125ml)	78% (156ml)	105% (210ml)	112.5% (225ml)	125% (250ml)

* II : 강력분

⑥ 적정 미역분말 첨가량에 따른 가수량의 변화

Table 14에 나타낸 바와 같이 미역분말과 밀가루 박력분 첨가량을 총 100g으로 해서 시제품을 제조하고 미역분말 첨가량에 따른 수분함량의 변화를 살펴보았다. 미역분말 10% 첨가시에는 밀가루의 종류에 따라 다소 가수량의 차이를 보였으나, 대략 58 ~ 62%의 가수량을 나타내었다. 미역분말 2 ~ 10%씩 첨가하여 반죽의 상태를 관찰한 결과, 미역분말 6% 첨가제품이 선택이나 외관도 양호하였다.

Table 14. Changes in moisture content according to the addition of seaweed mustard powder

Items	powder added, %				
	2	4	6	8	10
III*	98g	96g	94g	92g	90g
Hydration	52% (52ml)	60% (60ml)	59% (59ml)	60% (60ml)	62% (62ml)

* III : 박력분

⑦ 미역분말 첨가량에 따른 해조쌀 시제품의 색도변화

- 시료량 : 박력분, 중력분, 강력분 200g 기준
- 미역분말 첨가비율 : 10~50%
- 평가 : 미역분말의 첨가량 비율이 증대할수록 백색도 및 적색도가 감소하는 것이 확연히 나타났다. 미역분말 첨가량이 증가하면 미역중의 클로로필 함량이 병행하여 적색도가 낮아지고 반면에 녹색을 띄는 숫자가 오른쪽으로 변화된다. 황색도도 미역분말 첨가량이 증대하면서 감소되는 것을 알 수 있다.

Table 15. Standard color

Color	Standard	Delta
Lh	96.16	-57.69
ah	-0.09	-3.97
bh	0.08	11.60
DE		58.98

Table 16. Color changes of seaweed rice products according to the kinds of wheat flour and its addition

Items	Paste added, %					
	10	20	30	40	50	
Lh	I	38.47	32.00	27.35	24.75	23.12
	II	39.18	30.25	27.33	24.58	22.98
	III	34.34	28.99	25.44	24.36	22.57
ah	I	-4.06	-3.20	-2.72	-2.51	-2.35
	II	-4.04	-3.30	-3.04	-2.63	-2.18
	III	-3.96	-3.18	-2.83	-2.53	-2.52
bh	I	11.61	9.73	7.77	7.27	6.56
	II	11.88	9.57	8.65	7.73	6.25
	III	11.28	9.07	7.77	7.05	7.23

⑧ 적정 미역분말 첨가량에 따른 해조 쌀 시제품의 색도변화

- 시료량 : 박력분 100g 기준
- 미역분말 첨가비율 : 2~10%
- 평가 : 미역분말의 첨가량 비율이 증대할수록 백색도 및 황색도가 감소하고, 적색도는 녹색을 나타내는 숫자가 오른쪽으로 변화되어 가는 경향이였다.

Table 17. Standard color

	Standard
Lh	96.15
ah	-0.12
bh	0.05

Table 18. Color changes of seaweed rice products according to seaweed mustard paste addition

Color	Paste added, %				
	2	4	6	8	10
Lh	61.37	54.10	47.38	42.75	40.04
ah	-4.54	-4.53	-4.29	-4.11	-3.88
bh	14.74	14.10	13.37	12.67	11.47

(나) 쌀가루와 곤약을 첨가한 해조 쌀의 제조

① 미역분말 10% 첨가시 곤약 첨가량에 따른 가수량의 변화 및 품질평가

시제품을 50g으로 정하고 곤약을 1~5%까지 비율을 변화시켜 제품의 함수율의 변화를 살펴본 결과, 곤약의 첨가비율이 증가할수록 함수량이 증대하는 것을 알 수 있었다. 곤약의 함량이 증가하면 수분을 흡수하는 성질이 강하여 반죽이 단단해지고, 수분이 있는 부분 부분마다 덩어리가 형성되는 경향이였다. 따라서 곤약이 많

으면 시간이 갈수록 제품의 표면이 딱딱해지고, 외관이 불량하게 되었다.

Table 19. Changes in hydration ratio according to the addition of Gonyak

Seaweed mustard paste	Gonyak	Rice flour	Water	Total weight
10%(5g)	1% (0.5g)	44.5g	45ml	102.13g
10%	2% (1g)	44g	48ml	99.81g
10%	3% (1.5g)	43.5g	50ml	102.31g
10%	4% (2g)	43g	55ml	104.10g
10%	5% (2.5g)	42.5g	56ml	105.54g
6%	3% (1.5g)	45.5g	52ml	100.80g

② 미역분말 10% 첨가 시 곤약 첨가량에 따른 반죽의 색도변화

미역분말을 10%로 고정하고 곤약 첨가량에 따른 제품의 변화를 살펴본 결과, 표 20에서 나타낸 바와 같이 백색도, 적색도 및 황색도가 감소하는 것은 미역 분말량은 일정한데 비하여 색도의 차이는 곤약의 첨가비율이 증가하면서 수분함량이 증가하여 결국 희석되는 현상으로 여겨진다.

Table 20. Color change of rice products added seaweed mustard paste to 10%

	Standard	Gonyak added, %				
		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Lh	96.15	51.31	50.16	48.99	49.99	48.79
ah	-0.10	-5.33	-4.66	-4.78	-5.20	-5.19
bh	0.02	13.39	12.96	12.86	13.20	13.40

③ 미역 paste와 쌀가루 첨가제품에서의 적정 곤약첨가량

Table 21에서 나타낸 바와 같이 미역 paste, 쌀가루, 곤약을 합쳐 총 50g으로 혼합비율을 정하였다. 미역 paste는 적정 첨가량시험에서 첨가량 30%가 가장 적당한 것으로 나타났기 때문에 여기에서도 미역 paste를 30% 첨가하여 시험하였다. 미역 paste 30% 첨가시 곤약의 적정 첨가량을 살펴본 결과, 미역분말 첨가제품보다 미역 paste를 사용하면 미역의 고유한 색이 반죽에 고르게 퍼져서 색깔이 한 색깔로 나왔으며, 곤약이 들어간 만큼 가수량도 증가하는 것으로 나타났다. 곤약을 소량 첨가하면 반죽하여 제품을 성형할 때 탄력성도 증가하는 느낌을 받았다. 관능적 판단으로 곤약은 약 3% 첨가시 가장 양호한 것으로 나타났다.

Table 21. Color change of rice products added seaweed mustard paste to 30%

Sample	Seaweed mustard paste	Rice powder	Gonyak	Water
1	30% (15g)	35g	0% (0g)	12ml
2	30% (15g)	34.5g	1% (0.5g)	14ml
3	30% (15g)	34g	2% (1g)	16ml
4	30% (15g)	33.5g	3% (1.5g)	18ml
5	30% (15g)	33g	4% (2g)	20ml
6	30% (15g)	32.5g	5% (2.5g)	22ml

④ 미역 paste 30% 첨가 시 곤약 첨가량에 따른 반죽의 색도변화

미역분말을 10%로 고정하고 곤약 첨가량에 따른 제품의 색도변화와 미역 paste 30% 첨가 시 곤약의 첨가량에 따른 반죽의 색도변화도 같은 경향을 나타내었다. 백색도, 적색도 및 황색도가 감소하는 동일한 경향이였다.

⑤ 미역첨가량에 따른 박력분 반죽의 물성변화

미역분말을 10~50%까지 첨가하여 박력분과 혼합하여 시제품을 제조하였다. Table 23에서 나타낸 바와 같이 미역분말의 첨가비율이 높을수록 강도는 약해지는 경향을 나타내었으며 Break Intention 도 같은 경향이였다. Jelly값도 미역분말 첨가량이 증가하면 부드러운 느낌도 감소하고 Softy 수치도 저하되었다. 부서짐을 표시하는 Crisp도 미역분말 첨가량이 증가하면 감소하였다.

Table 22. Color changes in rice flour product added seaweed mustard paste to 30% according to Gonyak addition

Items	Standard	Gonyak added, %					
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Lh	96.15	58.88	55.42	56.00	58.65	57.94	57.06
ah	-0.12	-7.82	-7.04	-7.42	-7.63	-7.19	-7.65
bh	0.08	18.63	17.45	17.84	18.34	17.35	18.49

Table 23. Changes in physical properties of kneading by the addition of seaweed mustard powder in different concentrations

TEST ITEM	seaweed mustard powder added,%				
	10	20	30	40	50
Strength (g)	288.8	526.9	375.1	323.5	261.8
BRK Intention(g/cm ²)	1471.4	2685.0	1911.2	1648.4	1333.8
Jelly (g · cm)	394.4	652.8	378.8	224.6	183.8
Softy (cm/dyn)	4.7	2.32	2.66	2.12	2.66
Crisp	31.86	57.3	31.18	29.36	21.7
Hardness (dyn/cm ²)	2111811.0	4311600.0	4091200.0	4836000.0	3944800.0

* 반죽은 박력분을 혼합하여 행함

⑥ 미역첨가량에 따른 중력분 반죽의 물성변화

미역첨가량에 따른 중력분 반죽의 물성변화를 Table 24에 나타내었다. 실험결과에 의하면, 미역분말 첨가량이 증가할수록 전반적인 물성이 저하하였는데, Break Intention도 감소하였고, Jelly, Hardness 및 Crisp도 감소하였으나 그 반면에 Softy 수치는 증가하는 경향을 나타내었다.

Table 24. Changes in physical properties of kneading by the addition of seaweed mustard powder in different concentrations

TEST ITEM	seaweed mustard powder added, %				
	10	20	30	40	50
Strength (g)	379.2	363.8	354.6	332.3	177.6
BRK Intention(g/cm ²)	1932.2	1853.8	1807.0	1692.8	803.8
Jelly (g·cm)	572.6	522.4	463.8	345.0	168.6
Softy (cm/dyn)	3.9	3.92	3.65	3.25	11.5
Crisp	36.24	34.12	25.65	23.36	4.04
Hardness (dyn/cm ²)	2518200.0	2533800.0	2743600.0	3558400.0	2238513.6

* 반죽은 중력분을 혼합하여 행함

⑦ 미역분말의 첨가량에 따른 강력분 반죽의 물성변화

강력분에 미역을 10~50%을 각각 첨가하여 반죽한 다음, 시제품을 제조하였다. 반죽에 대한 물성변화를 Table 25에 나타내었는데 미역분말 첨가량이 증가할수록 전반적인 물성이 저하되었다.

⑧ 미역분말의 첨가량에 따른 박력분 반죽의 물성변화

박력분을 이용한 해조 쌀 제조시험으로부터 박력분에 미역분말 2~10%씩 각각 첨가하여 적정 미역분말 첨가량을 산출하고자 하였다. 미역분말 첨가량에 따라 반죽의 물성변화가 다소 차이가 있었다. Srength, BRK Intention, Jelly, Crisp 및

Hardness는 미역분말 2%에서 10%로 첨가율이 높아질수록 증가하는 경향이었고, Softy는 감소하는 경향이였다(Table 26).

Table 25. Changes in physical properties of kneading by the addition of seaweed mustard powder in different concentrations

TEST ITEM	seaweed mustard powder added,%				
	10	20	30	40	50
Strength (g)	345.1	317.4	221.0	242.6	249.8
BRK Intention(g/cm ²)	1758.4	1617.2	1125.6	1235.8	1272.8
Jelly (g·cm)	529.8	484.0	314.2	276.0	307.8
Softy (cm/dyn)	4.36	4.73	6.41	4.64	4.84
Crisp	12.16	26.38	16.02	21.16	19.24
Hardness (dyn/cm ²)	2279600.0	2081000.0	1568400.0	2206000.0	2052000.0

* 반죽은 강력분을 혼합하여 수행함

Table 26. Changes in physical properties of wheat flour kneading according to different addition of seaweed mustard powder

TEST ITEM	added seaweed powder, %				
	2	4	6	8	10
Strength (g)	168.6	172.4	257.0	284.8	337.0
BRK Intention(g/cm ²)	858.6	878.2	1309.4	1451.2	1717.2
Jelly (g·cm)	189.92	252.4	362.8	401.6	447.8
Softy (cm/dyn)	8.41	8.38	5.41	4.89	3.97
Crisp	11.12	17.7	27.42	29.64	35.48
Hardness (dyn/cm ²)	1181282.0	1200400.0	1800800.0	2042600.0	2567000.0

* 밀가루는 박력분을 이용함

이상과 같이 박력분과 강력분을 따로 따로 혼합하여 제조한 해조 쌀의 물성에 미치는 미역분말의 양적인 영향을 살펴보면 전반적으로 미역분말의 첨가량이 증가할수록 물성이 전반적으로 저하하였으나 물성은 약간 증가하는 결과를 알 수 있었다. 특히, Softy도 저하하였고 경도도 상승하는 결과를 나타내어 전반적으로 밀가

루의 첨가에 따른 품질의 개선효과는 미미한 것으로 판단되었다. 그리고 미역 분말의 첨가량이 10% 이상을 사용하여 반죽한 것의 물성이 10% 이하의 농도로 혼합하여 반죽한 것의 물성보다 더 저하하는 것으로 나타나 미역 분말의 첨가량을 10% 이하로 정하는 것이 품질의 유지에 적합할 것으로 판단되었다.

⑨ 미역분말 첨가 쌀가루 반죽에 미치는 곤약의 영향

미역분말 첨가량을 5%로 고정하고, 곤약분말 첨가량에 따른 쌀가루 반죽의 물성변화를 Table 27에 나타내었다. 미역분말첨가량은 10%로 일정한 후, 곤약 1%에서 5% 첨가비율에 따라 쌀가루를 혼합하여 반죽을 제조하였다. 곤약 첨가량이 증가할수록 Strength, BRK Intention 값이 증대하였다. 경도도 곤약의 첨가량이 증가함에 따라 비례적으로 증가하였는데 이는 밀가루 첨가한 경우에 비해서도 상당히 높은 수치를 나타내어 저작성에 큰 영향을 미칠 것으로 사료된다. 특히, Softy도 저하하여 곤약의 첨가의 품질개선효과는 그리 크지 않은 것으로 판단되었다.

Table 27. Changes in physical properties of rice powder kneading according to the addition of Gonyak powder

Items	added Gonyak powder, %				
	1	2	3	4	5
Strength (g)	255.8	335.6	315.6	330.3	360.2
BRK Intention(g/cm ²)	1313.6	1706.0	1608.0	1683.2	1835.6
Jelly (g·cm)	140.4	192.8	203.4	207.2	213.4
Softy (cm/dyn)	2.07	1.68	2.03	1.89	1.65
Crisp	22.26	26.52	16.68	18.46	22.78
Hardness (dyn/cm ²)	4725800.0	5847400.0	4975400.0	5345400.0	6154000.0

* Seaweed mustard flour was fixed to 5% addition

⑩ 미역 paste 첨가 쌀가루 반죽의 물성에 미치는 곤약분말의 영향

원료중량당 미역 paste를 30%를 각각 첨가하여 쌀가루 반죽에 미치는 곤약

분말의 영향을 Table 28에 나타내었다. 곤약분말은 0~5%까지 첨가하였다. 곤약분말을 사용하지 않은 대조구에서 Strength가 가장 높았으며, 1%첨가하여 비율이 높아짐에 따라 차츰 Strength도 증가하였다. BRK intention, Jelly는 곤약첨가량에 따라 감소하는 경향이였다.

Table 28. Changes in physical properties of rice powder kneading according to the addition of Gonyak powder

Items	added Gonyak powder, %				
	0	1	2	3	4
Strength (g)	444.0	447.17	398.5	393.33	439.0
BRK Intention(g/cm ²)	2242.67	2380.67	2064.7	2012.67	2237.0
Jelly (g·cm)	366.67	434.67	448.3	285.33	353.33
Softy (cm/dyn)	1.76	1.96	2.86	1.79	1.88
Crisp	16.57	45.73	16.3	32.9	21.37
Hardness (dyn/cm ²)	6470000.0	5329666.7	2539333.3	5722666.7	6489666.7

⑪ 쌀가루 반죽의 물성에 미치는 미역 paste의 첨가효과

원료중량당 곤약을 3%를 각각 첨가한 쌀가루 반죽에 미치는 미역 paste의 첨가에 따른 실험결과를 Table 29에 나타내었다. 미역 paste는 10~40%까지 첨가하여 실험하였는데, 미역 paste 첨가량이 증대할수록 Strength, BRK Intention이 증가하였다.

⑫ 미역 paste와 곤약을 첨가해서 만든 쌀가루 반죽에 대한 가수량의 영향

원료중량당 곤약을 3%, 미역 paste 30%, 쌀가루 67%를 각각 첨가하여 제품에 미치는 가수량의 영향을 살펴보았다. 가수량에 따른 실험결과를 Table 30에 나타내었다. 가수량이 증가할수록 Strength, BRK Intention, Jelly는 감소하나, Softy는 증가하는 경향이였다. Crisp 및 Hardness는 감소하였다.

Table 29. Changes in physical properties of rice kneading added Gonyak powder by the addition of seaweed mustard paste

Items	added paste , %				
	20	25	30	35	40
Strength (g)	10.53	381.8	504.0	489.17	608.2
BRK Intention(g/cm ²)	1916.3	1945.7	2568.3	2492.7	3099.3
Jelly (g · cm)	402.67	359.6	349.33	416.0	384.67
Softy (cm/dyn)	2.7	2.42	1.39	1.58	1.03
Crisp	27.17	22.7	41.37	20.37	35.97
Hardness (dyn/cm ²)	4197666.7	4817333.3	7676666.7	6964333.3	9688333.3

Table 30. Effect of hydration on the physical properties of kneading

Items	Added Water, %			
	25	30	35	40
Strength (g)	884.0	875.5	850.0	869.83
BRK Intention (g/cm ²)	4505	4462	4332	4,433.00
Jelly (g · cm)	486	481	476	481.00
Softy (cm/dyn)	0.6	0.61	0.64	0.62
Crisp	63.2	56.1	66.2	61.83
Hardness (dyn/cm ²)	16050000	15900000	15160000	15,703,333

이상의 결과에서 미역분말을 첨가하는 것보다 미역 paste를 첨가하여 해조 쌀을 제조하는 것이 물성이 전반적으로 양호한 결과를 나타내었기 때문에 쌀의 물성을 개선할 수 있는 유효한 방법으로 판단된다.

(3) 성형조건의 설정

가. 반죽조건의 설정 (적정 수분량)

미역분말보다 미역페이스트 첨가제품의 품질이 양호한 것으로 나타나 분말보다는 페이스트로 가공하는 것이 우수한 결과를 얻었다. 전체 50g 기준으로, 앞 실험에서 나온 적정 첨가량인 미역 paste 30%(15g), 쌀가루 67%(33.5g), 곤약 3%(1.5g)을 동량으로 고정하고 가수량을 달리하여 수분 적정 함유량을 실험하였다. 그 결과 반죽한 후의 색깔이 고르게 나왔다. 그리고 쌀 형태로 만들었을 때 서로 엉기지 않았다. 5가지 시료 중에서는 2번과 3번이 괜찮았는데, 그 중에서도 3번이 좋았다. 1번은 색깔이 하얗고 반죽 덩어리가 너무 많이 갈라졌다. 또, 물성을 측정할 결과를 비교할 때도 지금까지 제조하였던 것보다 강도가 제일 강하였다. 2번과 3번은 반죽을 해 놓았을 때 말랑한 느낌이 좋고 반죽이 된 느낌이었다. 3번에 비해 2번은 색깔이 조금 연하고, 3번으로 쌀 형태로 만들었을 때 성형이 잘 되었다. 4번과 5번은 반죽이 물러서 기계에 반죽이 붙고, 쌀 모양으로 돌릴 때 서로 붙으며, 색깔이 다소 진한 느낌이었다.

Table 31. Kneading conditions according to hydration

	Seaweed mustard paste	Rice powder	Gonyak powder	Water
1	30% (15g)	67% (33.5g)	3% (1.5g)	25% (12.5ml)
2	30% (15g)	67% (33.5g)	3% (1.5g)	30% (15ml)
3	30% (15g)	67% (33.5g)	3% (1.5g)	32.5% (16.25ml)
4	30% (15g)	67% (33.5g)	3% (1.5g)	35% (17.5ml)
5	30% (15g)	67% (33.5g)	3% (1.5g)	40% (20ml)

나. 가수량 변화에 따른 반죽의 색도변화

미역 paste 30%, 곤약 3%를 첨가하여 제품을 성형할 때 가수량을 변화하여 반죽의 색도변화를 살펴보았다. 앞서의 실험에서 수분 첨가량이 증가할수록 백색도, 적색도 및 황색도 모두 증가하는 경향을 보였다. 이는 수분이 많이 들어갈수록 희석되는 현상으로 미역 paste의 농도가 감소하여 클로로필 함량이 낮아지고, 녹색도 점차 감소하게 된다.

Table 32. Color changes in kneading according to hydration

	Standard	Hydration, %				
		25	30	32.5	35	40
Lh	96.18	57.98	58.83	59.37	59.06	59.26
ah	-0.13	-7.40	-7.62	-7.52	-7.58	-7.75
bh	0.06	17.90	18.39	18.04	18.29	18.51

(4) 성형방법 검토

가. 해조 쌀 제조방법

- 곡분첨가 건조품 : 해조페이스트 또는 해조분말에 여러 가지 곡분을 첨가하여 Food mixer로 혼합한 다음, 제면기에 의해서 $5 \times 3 \times 2\text{mm}$ 의 크기로 절단하여 roll식의 원통형 건조기를 슬라이딩하면서 회전시키는 형식으로 이동되면서 타원형으로 제형하였다. 제형된 시제품은 열풍건조기로 단시간에 건조하였다.

- 무 첨가 조미건조품 : 해조를 일정 크기로 절단한 후, 조미하여 건조하였다. 첨가물은 물엿, 식염, 조미료(아미노산 등)를 사용하였다.

나. 성형크기, 모양

곡분첨가 이미테이션 라이스는 직육면체인 $5 \times 3 \times 2\text{mm}$ 크기가 적당하였다. 모양도 고정관념상 기존의 쌀 모양으로 하였다. 원형도 평가하였으나, 타원형에 비해 그다지 선호하는 평가를 얻지 못했다.

(5) 건조조건의 설정

- 곡분첨가 건조품 : 일정 비율로 첨가하여 제조한 제품을 성형한 다음, 열풍 건조기에 넣고, 고온에서 단시간 건조하는 것이 선택이 우수하였다. 상기의 조건으로 해조 쌀을 제조하였을 때 가수량은 32.5% 첨가가 가장 적당하였으며, 제조한 시제품은 건조상태로 품질을 유지할 수 있는 수분함량 15%이하로 하는 것이 적절하였다.
- 무 첨가 조미건조품 : 조미한 후 반건 상태로 건조한 미역의 엽상을 일정한 크기로 절단하여 취반할 때 기호에 맞춰 첨가한다. 완전히 건조하면 보관 중에 파손할 우려가 있으므로 반건 상태로 건조한다. 수분함량은 약 55%가 적절하였다.

(6) 시제품 제조

가. 미분첨가 시료의 물성

미역 paste 30% (15g)에 쌀가루 70% (35g)을 혼합하여 수분을 적절하게 가수하여 반죽하여 해조 쌀을 제조한 다음, 취반하여 물성을 측정하였다. 취반방법은 해조 쌀을 수세하지 않고 중량당 1.5배의 물을 가수하여 전기 보온밥솥으로 취반한 후, 20분간 뜸을 들였다. 실온에서 밥알을 10개를 선택하여 물성을 측정하였다.

나. 곤약첨가 시료의 물성

미역 paste 30% (15g)에 쌀가루 68% (34g) 및 곤약 2% (1g)을 혼합하여 수분을 적절하게 가수하여 반죽하여 해조 쌀을 제조한 다음, 취반하여 물성을 측정하였다. 취반방법은 해조 쌀을 수세하지 않고 중량당 1.5배의 물을 가수하여 전기 보온밥솥으로 취반한 후, 20분간 뜸을 들였다. 실온에서 밥알 약 10개로 물성을 측정하였다.

다. 건조 시료의 물성

Table 33. Physical properties of rice powder added samples

Sample	Strength (dyne/cm ²)	Hardness (g/cm ²)	Cohsivness (%)	Springness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)
1	765	2392	45	75	69	52
2	10					
3	650	2032	15	50	20	10
4	1070	3346	80	75	171	129
5	360	1125	60	75	44	33
6	770	1926	39	60	60	36
7	495	2063	203	133	201	268
8	750	2345		25		
9	920	2876	17	50	32	16
10	1090	2726	169	520	368	1913

Table 34. Physical properties of Gonyak powder added samples

Sample	Strength (g/cm ²)	Hardness (g/cm ²)	Cohsivness (%)	Springness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)
1	716	2234	78	100	112	112
2	820	2562	17	50	29	14
3	1625	5078	113	125	367	460
4	1515	4734	58	75	176	133
5	810	2531	18	50	30	15
6	1510	4718	67	100	203	203
7	905	2828	48	75	87	65
8	1510	4718	38	75	113	85
9	1030	3218	39	75	81	61
10	1085	2713	0	20	0	0

미역 paste 30% (15g)에 쌀가루 70% (35g)을 혼합하여 수분을 적절하게 가수하여 반죽하여 해조 쌀을 제조한 다음, 건조하여 물성을 측정하였다.

전반적으로 건조한 탓에 강도나 경도가 큰 것으로 나타났다.

Table 35. Physical properties of dry samples

Sample	Strength(g/cm ²)	Hardness(g/cm ²)
1	3218	
2	2637	32968
3	2306	
4	2206	
5	7756	48476
6	9050	56562
7	1550	
8	1187	7421
9	3050	38124
10	10412	130156

(7) 기호도 조사

평가요인을 수산 과학원 내 남녀 구별 없이 10명을 선정하여 기호도 조사 훈련시킨 후, Silva 등의 9점 채점법(9-point rating scale)을 사용하였다. 시료비교(multiple comparison test)에 따라 시제품의 품질을 판정할 수 있는 밥의 외관, 향미, texture, 종합적 기호도 등에 대하여 평가하였다. 품질이 매우 우수하였을 경우 1점으로 하고 매우 나쁜 경우를 9점으로 한다. 8명의 관능검사원이 3회 반복 실험을 실시한 후 통계 처리하여 분석하였다.

Table 36. Research of individual acceptability

Sample	External	Flavour	Texture	Total acceptability
Control	1	3	4	3
Gonyak added	1	5	3	3

곤약을 첨가하여 제조한 해조 쌀의 외관이 좋은 것으로 평가되었으나 기호도에 있어서는 대조군과 차이가 나지 않았던 것으로 평가되었다.

(8) 저장 및 유통 안정성

가. 포장방법

PE 진공포장지에 일정량의 해조 쌀을 넣고 밀봉한 다음, 저온 (4℃)과 상온에 저장하면서 실험하였다.

① 클로로필 함량

클로로필을 가지고 있는 식품 중에 원핵 및 진핵식물을 포함하고, 적어도 9문까지 미치는 광범한 식물군을 형성하는 조류 가운데, 해수에 생육하는 주로 macro 조류를 통상 “해조(seaweed)”라고 부르고 있다. 그러나 해조에는 식물 planckton을 구성하는 micro 조류도 포함되는 의미이고, 다함께 육상식물과는 다른 생화학적 특성을 가지고 있다. 육상식물에는 예외 없이 chlorophyll a와 b가 있으며, 거의 3:1의 비율이다. 조류에는 전부 a(0.3~2%)가 있다. a 외에 b를 가지기도하고, c 또는 d를 가진 조류도 있다. 미역의 클로로필 색소는 열이나 빛, 자외선 및 물리적 요인에 의하여 쉽게 파괴하는 성질을 지니고 있기 때문에 저장 중 변화를 살펴볼 필요가 있다. 해조 쌀의 색소변화는 4℃에서 저장 4개월째 약 29%의 클로로필이 잔존하였으며, 20℃에서 저장 4개월 후에는 약 7% 정도 잔존하였다.

Table 37. Changes in chlorophyll content during storage of seaweed rice

Storage temp.	Storage time, days				
	0	30	60	90	120
4℃	7.23	5.56	4.11	3.11	2.08
20℃	7.23	3.25	2.06	1.34	0.23

② 갈변도

갈변도는 저장기간에 따라 서서히 클로로필이 산화되어 햇빛이나 온도에 의하

여 pheophytin으로 변화되면서 약간 퇴색되고 있다. 저장온도에 따라 클로로필의 퇴색이 빨리 진행되고 있는데, 저장 120일 후에 4℃보다 20℃에서 다소 높게 퇴색되어 갈변되고 있다.

Table 37. Browning change during storage seaweed rice

Storage Temp.	Storage time, days				
	0	30	60	90	120
4℃	0.005	0.008	0.008	0.009	0.017
20℃	0.004	0.008	0.007	0.014	0.023

③ pH 변화

저장 중 해조 쌀의 pH의 변화는 거의 일정하게 유지되었는데, 이는 미역 paste 제조 시 사용한 인산완충액의 영향에 기인한 것으로 추정할 수 있으며 향후 해조 쌀의 제조에 유효한 조건을 제공할 것으로 생각된다.

Table 38. pH changes of seaweed rice during storage

Storage temp.	Storage time, days				
	0	30	60	90	120
4℃	7.3	7.1	7.2	7.1	7.2
20℃	7.4	7.1	7.3	7.1	7.3

나. 미생물 검사

저온과 상온의 조건 하에서 저장하는 동안 세균의 오염에 대한 안정성을 실험하였는데 그 결과는 Table 39와 같다. 그 결과 4℃에서 저장하는 해조 쌀의 균 증식이 20℃에 저장하는 경우에 비해 아주 낮은 것을 알 수 있어 해조 쌀의 안정적 유통을 위해서는 저온을 유지하는 것이 바람직하다고 판단되었다.

Table 39. Storage-stability of seaweed rice in different conditions

Storage temp.	Storage time, days				
	0	30	60	90	120
4℃	1.2X10 ¹	3.0X10 ¹	2.1X10 ²	2.2X10 ²	2.8X10 ²
20℃	1.2X10 ¹	6.8X10 ¹	3.5X10 ³	3.8X10 ³	5.9X10 ³

(9) 품질개선시험

가. 영양강화

해조 쌀의 품질 개선 효과를 보기 위하여 다음의 조건으로 혼합하여 해조 쌀을 제조하였다.

- ① 콩가루, 글루텐, 옥수수전분, 혼합곡분 : 각각 5%를 첨가하고, 미역 paste는 35%, 쌀가루는 60%를 혼합하여 반죽한 다음, 일정한 크기로 절단하여 건조하였다.
- ② 타우린, 고도불포화지방산 : 각각 1% 첨가
- ③ 곤약전분 : 3% 첨가
- ④ 키토산 올리고당, 콜라겐 peptide : 각각 2% 첨가

나. 관능검사 (맛, 색택, 냄새)

상기의 조건 하에서 제조한 해조 쌀을 재료로 하여 관능검사를 실시하였는데 그 결과는 Table 40과 같다.

(12) 산업화 제조공정의 개발

가. 최적 제조공정의 설정

미역 paste의 수분 함량에 따라 paste의 첨가량이 변경되기는 하나 제조공정

상 수분함량은 조절하면, 일정한 수준의 제품이 얻어질 수 있다. 또한 미역 및 다른 해조류라도 페이스트를 제조할 때, 균질화를 잘 하면 제품의 색상이나 촉감이 부드러운 제품의 제조가 가능하다. 이미테이션 라이스의 최적제조조건은 일반적으로 미역 paste의 첨가량을 약 30 ~ 50 %로 하고, 조직감을 증대하기 위해서는 곤약전분 및 글루텐을 약 1~5% 가량 첨가하는 것이 양호한 제품을 제조할 수 있었다. 그 외의 기능성을 향상시키기 위해서 고도불포화지방산, 식이섬유, 타우린, 베

Table 40. Sensory test of seaweed rice produced by mixing with various additives

Additives	Items for sensory test			
	Color	Smell	Tactile	External
Gluten	Light green	Little seaweed smelling	Rough	Generally good
Taurine	Green	Little seaweed smelling	Rough	Generally good
Fish oil	Green	Little seaweed smelling	Rough	Generally good
Soybean flour	Brownish green	Savoury smell	Rough	Generally good
Mixed cereal powder	Brownish green	Savoury smell	Rough	Generally good
Gonyak starch	Green	Little seaweed smelling	Rough	Generally good
Corn starch	Green	Little seaweed smelling	Rough	Generally good
Chitosan	Green	Little seaweed smelling	Rough	Generally good

* Seaweed mustard powder added : 35%

타인, 셀레늄 등을 혼합 첨가하여 제조할 수 있으며, 무기질이나 비타민 등도 첨가하면 고기능성 이미테이션 라이스를 제조할 수 있다.

① 이미테이션 라이스의 일반성분의 함량

해조 쌀의 일반성분 함량은 첨가하는 해조류 종류, 함량, 첨가물에 따라서 변화하지만, 미역페이스트를 30% 첨가할 때, 수분은 13.2%이며, 지방과 단백질은 각

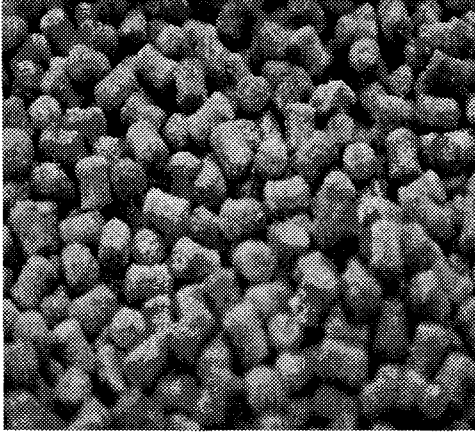
Table 41. General compositions of seaweed rice produced

(gr/100g edible)

Moisture	Fat	Crude Protein	Ash	Dietary fiber	Inorganic materials, mg		
					Ca	P	Fe
13.2	0.27	7.7	1.4	1.8	12.9	218.4	8.0

각 0.27 및 7.7%이었다. 또한, 해조류를 첨가함으로써 일반 도정미에서 부족한 식이섬유를 보충할 수 있는 효과가 있다. 실험결과 해조 쌀에서도 약 1.8%의 식이섬유 함량을 나타내고 있다. 일반적으로 해조류를 첨가하여 제조하면 해조류의 여러 가지 특성 중 식이섬유가 가지고 있는 효과가 극대화 된다. 식이섬유는 다당류의 식물체로서 영양성분이 적으며 인체에서 소화, 흡수가 힘들기 때문에 영양상 별로 주목을 받지 못하였다. 그러나 최근 식품의 가공 정제기술이 발달함에 따라 섬유질이 적고 필수영양소나 당분이 농축된 것을 섭취함에 따라 비만, 당뇨병, 변비, 고지혈증 대장암이 급증되고 있고 이에 식이섬유의 섭취가 성인병의 예방과 치료에 효과가 있음이 입증된 후부터 중요한 생리적 기능을 가진 영양소로서 중요하게 되었다. 이제까지 밝혀진 식이섬유의 소화기에서의 생리적 기능을 요약해 보면 소화관을 통과하는 시간을 단축시켜 변비를 억제할 뿐만 아니라 흡수성과 점도가 높아 당, 지방의 흡수를 지연시켜 비만과 당뇨병의 예방과 치료에 효과가 있고, 담즙산과 콜레스테롤을 흡착하여 배출함으로써 혈중 콜레스테롤치의 저하에 의한 동맥경화 및 담석증 예방에도 효과가 있는 것으로 밝혀져 있다.

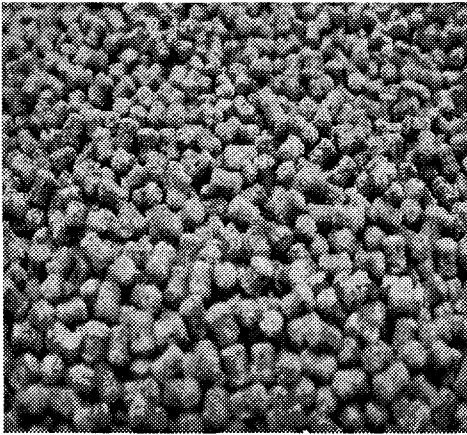
아래의 그림은 시제품으로 제조한 이미테이션 라이스를 촬영한 그림이다.



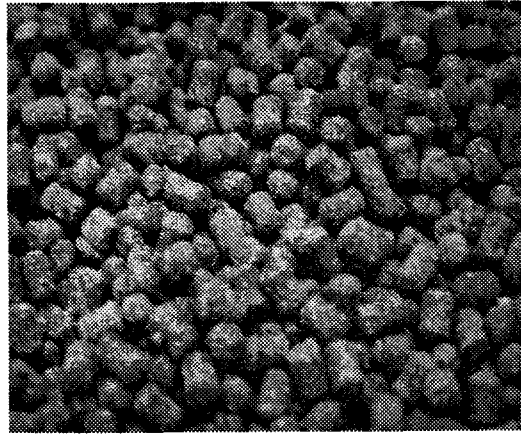
DHA 첨가 제품



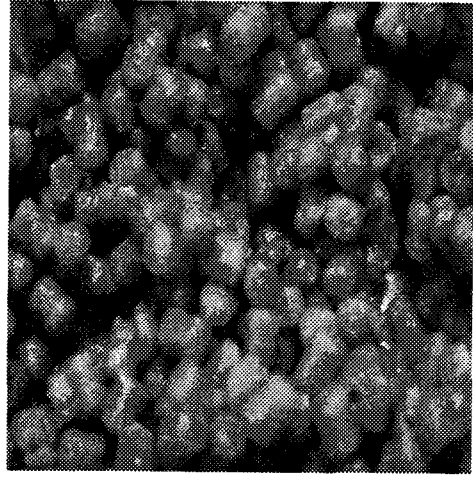
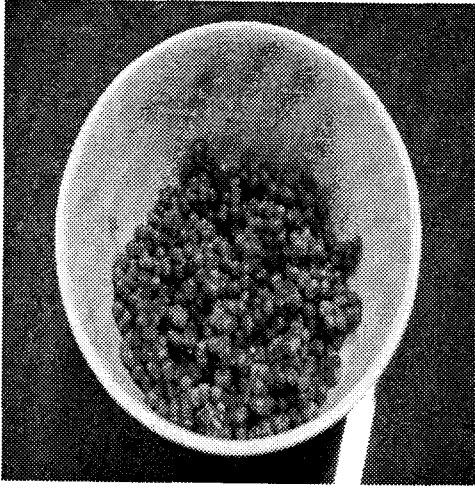
대두분 첨가 제품



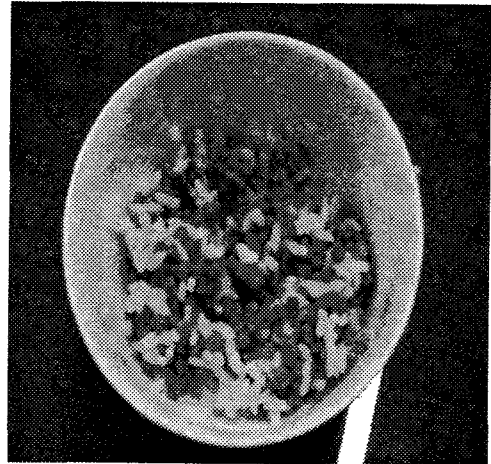
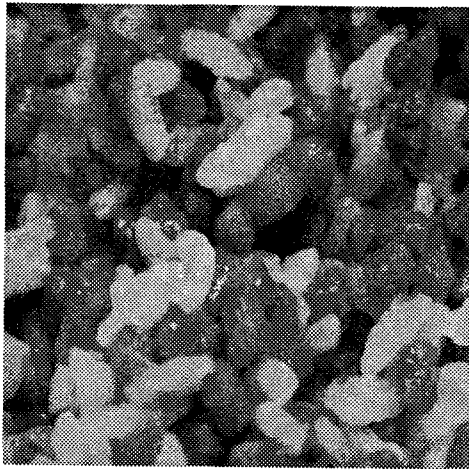
홍조류 첨가제품



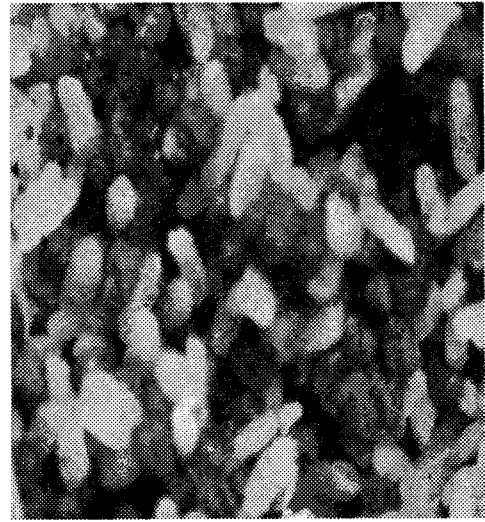
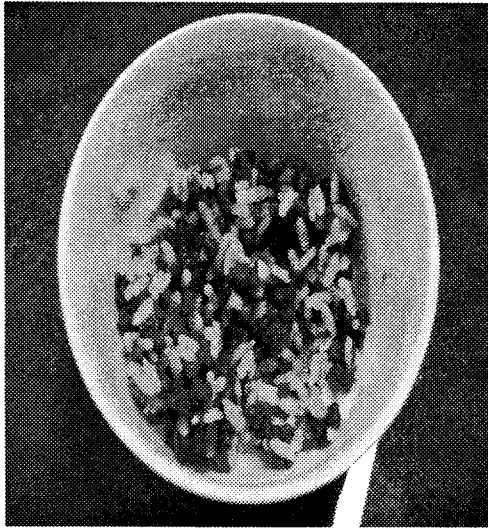
다시마 첨가 제품



시제품 100% 첨가 후 취반 제품 후



시제품 50% 첨가 후 취반 후 제품



시제품 50% 첨가

제 4 장 목표달성 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연도별 연구목표

제 1 세부과제 : 해조 다당류를 이용한 천연 해조 쌀의 제조 공정 및 산업화 기술 개발

제 2 세부과제 : 해조류의 기능성을 이용한 이미테이션 라이스의 개발

1. 연구목표

구 분	목 표	내 용 및 범 위
1차년도 (2001년)	<ul style="list-style-type: none"> ● 관련자료의 수집 ● 원료의 성분특성 시험 ● 용해조건의 설정 ● 성형조건의 설정 ● 응고조건의 설정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일반 및 특수성분 시험 ○ 기능성 시험 ○ 온도 및 용해제에 따른 물성 시험 ○ 용해조건에 따른 현미경적 관찰 ○ 성형 방법 ○ 응고제의 농도 설정 ○ 응고조건별 물성 시험
2차년도 (2002년)	<ul style="list-style-type: none"> ● 시제품 제조 ● 저장 및 유통 안정성 ● 산업화 제조공정의 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 취반 특성 시험(밥, 떡, 김밥 등) ○ 색상 개선 등을 포함한 기호도 조사 ○ 기능성 시험 ○ 동물실험 ○ 포장방법 ○ 물성 검사 및 미생물 검사 ○ 최적 제조공정의 설정

2. 평가착안점

구 분	평가의 착안점 및 척도	
	착 안 사 항	척도(점수)
1차년도 (2001)	●제 1 세부과제	
	○ 성분 특성 시험	10
	○ 용해 조건 설정	10
	○ 성형 조건 설정	20
	○ 응고 조건 설정	10
	●제 2 세부과제	
○ 성분 특성 시험	10	
○ 배합 조건 설정	20	
○ 성형 조건 설정	20	
2차년도 (2002)	●제 1 세부과제	
	○ 시제품 제조	20
	○ 저장 및 유통 안정성	10
	○ 산업화 제조 공정	20
	●제 2 세부과제	
	○ 시제품 제조	20
	○ 저장 및 유통 안정성	10
	○ 품질 개선 시험	10
○ 산업화 제조 공정	10	
최종 평가	◎ 취반특성	20
	◎ 가공공정	20
	◎ 품질개선	10
	◎ 포장방법	10
	◎ 유통안정성	20
	◎ 산업화적용	20

제 1 세부과제 및 제 2 세부과제의 연구목표는 상기한 표와 같이 1차년도에 각종 제조조건의 설정에 이어 2차 연도에 시제품제조와 품질 및 유통안정성과 산업화 최적 공정을 설정하는 것으로 삼았다. 이에 따라 각종의 평가를 위한 착안점도 표에 나타내었는데 앞서 연구결과에 나타난 바와 같이 연구목표에 충실하게 임해왔고 그에 따른 결과도 만족하게 얻을 수 있었다. 이와 같은 연구 결과로부터 해조류가 가지는 각종의 생리 기능성을 확인 할 수 있었을 뿐 아니라 그것을 이용한 품질 개선실험에서 본 연구과제가 추구하는 기능성 해조 쌀의 제조 목적을 달성할 수 있게 해주었으며 지금까지 해조 paste의 추출 및 용해에 의한 기능성 해조가공식품의 제조기술을 한층 업그레이드할 수 있는 동기를 부여하였다고 볼 수 있었다. 이러한 결과를 통하여 해조류의 활용을 활성화할 수 있어서 낙후된 해조 가공식품의 다양성을 꾀할 수 있었으며 선진화된 가공 기술도 개발할 수 있었다. 또한 이러한 해조 쌀의 원활한 유통을 위하여 품질 안정성을 실험한 결과에서부터 오랫동안의 유통이 통조림식품을 제외한 일반적인 다른 식품의 유통안정성보다 유효기간이 길다는 사실을 확인 할 수 있어서 그를 통한 부가가치를 향상시킬 수 있었다. 이뿐만 아니라 해조 쌀의 판매망을 확보하고 최근에 관심의 대상이 되고 있는 건강기능성 식품으로 그 위치를 확고히 할 수 있을 것으로 기대되며 이를 통한 어민 소득을 향상시킬 수 있으며 고부가가치를 지닌 기능성 식품의 소재를 개발함으로써 근래에 들어 활성화되고 있는 기능성 식품 시장에서 또 다른 한 위치를 확보할 수 있는 계기를 마련할 것으로 기대한다. 지금까지 단순가공식품에 지나지 않던 해조 쌀의 가공기술이 본 연구과제 결과 한층 향상시킬 수 있다고 자부할 수 있으며 침체일로에 빠져 있는 수산업의 활성화와 수산자원의 다변화를 꾀할 수 있어 대체 식품으로서도 그 위치를 확보할 수 있다고 하겠다.

따라서 본 연구 과제를 통하여 각종 기능성 식품의 개발의 난맥상을 안정화할 수 있는 계기를 부여한다고 볼 수 있으며 기능성식품의 안정성 유지를 통한 유통과정의 기능을 개선할 수 있는 것을 볼 수 있었다. 특히, 해조 쌀의 제조공정이 어렵지 않고 생산설비 및 기기를 단순화하고 저렴화할 수 있어서 부가가치를 확실하게 향상할 수 있는 장점을 지닌 우수한 기능성식품으로서 소비자들로부터 많은 관심의 대상이 될 것으로 생각된다.

여 백

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

본 연구과제는 당초 목표한 계획대로 잘 진행되어져 왔고 소기의 목적을 달성할 만큼 결과를 얻게 되었다. 본 연구의 목적은 과제 연구결과를 이용하여 산업화를 위한 기술이전에 있으며 실시준비단계까지 이르게 되었다. 본 연의 결과는 최종 정리하여 보고하는 대로 국내 전국규모의 학술지에 게재할 예정이며 일부는 신문사, 방송사, 잡지 등에 게재되어 연구결과의 홍보 효과를 얻을 수 있었다. 아직까지 연구결과를 학술지를 통해 발표한 적은 없으나 2004년 중반부에 국내 학술진흥재단“에 등재되어 있는 학술지에 게재할 계획으로 있다.

본 연구의 핵심적인 기술은 성형 및 반죽에 있으며 성형의 조건과 응고의 조건을 기존의 쌀로 만드는 밥과 동일한 수준의 물성으로 조절하여 만드는데 있고 이미테이션 라이스는 각종 곡분 및 건강기능성 향상을 위한 보조 재료들을 첨가함으로써 해조 쌀의 기능성을 더욱 향상시켰는데 첨가하는 각종 기능성성분들과 곡분, 미분, 해조 paste 및 분말 등을 첨가하여 건조 등의 방법으로 제조하였기 때문에 이들의 효율적인 혼합을 통한 반죽이 연구의 결과를 결정짓는 중요한 기준이 된다고 볼 수 있다. 따라서 이에 대한 제조공정의 특허를 출원 중에 있으며 이후의 활용은 원활하게 운영될 것으로 생각된다.

즉, 본 연구결과는 국내 전국규모의 학술지에 게재할 예정이며 이를 준비 중에 있다. 또한 본 과제의 일부는 이미 국내 각종 일간지에 게재되거나 방송에 방영된 적이 있었다. 즉, 국제신문에 7월 26일 자에 게재되었으며 “주간 인물”이란 잡지에 게재되었고 KBS, SBS 등의 방송 중 아침 프로그램에 방영되어 호평을 받기도 했다. 한국일보, 다음 인터넷기사에 실렸으며 오마이 뉴스에도 실린 경험이 있다.

또한 본 연구의 결과는 해조 자원의 유효이용이란 측면에서 다양하게 가공될 수 있는 계기를 마련했다고 보며 본 연구에서 사용한 각종 첨가재료 외에도 해조의 기능성을 확보할 수 있는 다양한 소재를 이용하여 제조함으로써 신 기능성 식품으로서의 수산자원이라는 새로운 활로를 개척했다고 볼 수 있다.

이러한 사실을 바탕으로 대량생산에 착수할 경우 국내 연근해에서 대량으로 생산되는 해조류의 가공을 확충함으로써 효율적인 이용을 꾀할 수 있게 될 것이고

이를 통하여 어민의 소득을 향상시킬 수 있는 고부가가치 기능성식품으로서 위치를 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 침체일로에 있는 수산업계의 활성화에 이바지 할 수 있는 계기를 마련하였다고 볼 수 있을 뿐 아니라 밀의 수입을 줄임으로써 외화의 유출을 예방하며 이아 동시에 국민의 건강을 도모할 수 있는 식품으로서의 역할을 담당할 것으로 기대되기도 한다.

제 6 장 해외과학기술 동향

해조류를 다량 소비하고 있는 일본의 경우에서도 미역 및 김에 대한 영양학적 성분 특성시험과 염장 또는 건조미역, 건조 김의 제조방법 개선을 비롯하여 저장 및 유통 중의 품질 안정성에 초점을 맞추어 수행된 것이 대부분이며 국내의 연구동향과 거의 비슷하게 이루어지고 있으며 대량처리 및 소비를 위한 새로운 형태의 제품개발은 이루어지지 않고 있다.

오히려 우리나라에서 해조가공기술의 개발에 대한 연구나 실험이 활발하게 진행되고 있는 편이다. 이같은 사정은 미국 등의 서방국가에서도 마찬가지로 주로 해조류 성분의 항암활성이나 면역활성 및 각종 화학적 특성실험에 치우쳐 실험이 되고 있는 실정이다.

이를 소개하면 녹조류, 갈조류, 홍조류 등의 해조류에 대한 항암성분에 대한 연구가 Nakazawa 등(1976), 中擇 등(1976), 西擇(1984) 등에 의해 보고된 바 있으며 이를 비롯하여 해조다당류의 항돌연변이 효과에 대해서도 많은 연구가 진행되어 왔으나 용매추출물 전체의 효과 유무에 관해서만 단편적으로 보고되고 있는 실정이다. 또한 Larsen 등(1966, 1970)은 ascophyllan에 관한 일련의 연구를 통해 fucoidan은 갈조류의 생체 내에서 알긴산 및 단백질과 결합하여 존재하고 추출 및 정제방법의 차이에 따라 fucoidan의 조성이 달라질 수도 있다고 하였으며 Nishino 등(1989, 1991)은 fusoidan의 생리활성도 조성 및 분자량에 따라 달라진다고 보고한 바 있다.

이처럼 한국, 일본을 비롯한 여타 국가에서 진행되고 있는 해조류에 관한 실험은 대부분 화학적 특성 및 특정 성분의 항암활성이나 면역활성, 항돌연변이원성 등에 관해서는 활발하게 진행되어 오고 있으며 그것에서도 아직까지 계속 진행되어야 할 실험들에 속하는 만큼 이후로도 연구가 많이 진행되어야 할 입장에 있는 형편이다.

여 백

제 7 장 참고문헌

1. 안정미, 송영선. 1999. 미역과 다시마 가루를 첨가한 케이크의 물리화학적 및 관능적 특성. 한국식품영양과학회지, 28(3) 534~541.
2. Cushman, DW., and HS. Cheung. 1971. Spectrometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.*, 20, 1637~1648.
3. Dodgson, KS. 1961. Determination of inorganic sulphate in studies on the enzymic and non-enzymic hydrolysis of carbohydrate and other sulphate esters. *Biochem. J.*, 78, 312~319.
4. Durrant, N. and B. Sanford. 1970. Phycocollides. *Fish. Ind. Res.* 6, 15~51.
5. 도정룡. 1997. 우뚝가사리로부터 한천의 추출 및 정제. *한수지*, 30(3), 423~427.
6. 도정룡, 오상룡, 김영명, 김동수, 조진호, 문광덕, 조길석, 구재근. 1994. 미역을 함유한 압출성형물의 이화학적 특성에 관한 연구. *J. Korean Fish, Soc.*, 27(1), 13~26.
7. Guiseley, KB. 1987. Natural and synthetic derivatives of agarose and their use in biochemical separation, In : *Industrial Polysaccharides: Genetic Engineering, Structure/Property Relations and Applications*. M. Yalpani (ed.), Elsevier Science Publishers B. P., Amsterdam, 139-147.
8. 함승시, 이상영, 최 면, 황보현주. 1998. 산채 및 해조분말을 첨가한 우리밀

- 밀가루 열수추출물의 항들연변이성 및 암세포 성장억제효과. 한국식품영양과학회지, 27(6), 1177~1182.
9. Ito, K. and Y. Tsuchibiya. 1972. Proc. Seventh Int. Seaweed Symp., 558.
 10. 정동효, 장현기. 1982. 최신 식품분석법. 제2장 수분. 三中堂, pp. 84~88.
 11. 정동효, 장현기. 1982. 최신 식품분석법. 제4장 지방. 三中堂, pp. 109-112.
 12. 정동효, 장현기. 1982. 최신 식품분석법. 제7장 회분. 三中堂, PP.141~145.
 13. 정용현, 국중렬, 장수현, 김종배, 김건배, 최선남, 강영주. 1995. 미역과 다시마를 이용한 해조묵 제조. 3. 두유 혼합묵과 분리대두단백질 혼합묵. J. Korean Fish, Soc., 28(3), 325~330.
 14. 정용현, 국중렬, 장수현, 김종배, 김건배, 최선남, 강영주. 1995. 미역과 다시마를 이용한 해조묵 제조. 4. 해조묵의 저장성. J. Korean Fish, Soc., 28(3), 331~337.
 15. 전순실, 박정근, 박종철, 서재수, 안창범. 1999. 해조 분말 첨가가 Hamburger patty의 품질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 28(1), 140~144.
 16. 조길석, 도정룡, 구재근. 1998. 기능성 해조차의 소재로 활용을 위한 김, 미역, 다시마의 처리조건. 한국식품영양과학회지, 27(2), 275~280.
 17. 강영주, 류근태, 김효선. 1986. 기능성 음료의 개발을 위한 갈조류 생세포액의 제조. 한국식품영양과학회지, 25(1), 94~103.
 18. 강훈이, 고문섭, 김현주, 김성우, 배태진. 1996. 제주산 우뭇가사리로부터 추출한 한천의 품질 및 용액 특성. J. Korean Fish, Soc., 29(5), 716~721.

19. Kang, SK, Kim, WJ and Kang, TJ. 1976. Blanchin 방법에 따른 염장미역의 보
장성. Bull. Korean Fish. Soc., 9, 19.
20. 김동한, 임미선, 김영옥. 1996. 해조류 첨가가 두부의 이화학적 품질 특성에
미치는 영향, 한국식품영양과학회지, 25(2), 249~254.
21. 김두상, 이동수, 조득문, 김형락, 변재형. 1995. 식용해조류 중의 미량요소와
특수기능성 당질. 2. 산지와 채취시기별 식이성 섬유질 함량의 변화와 해조
다당류의 분포. 28(3), 270~278.
22. 구재근, 조길석, 도정룡, 박진희, 양차범. 툿과 모자반의 fucoidan의 화학적
특성. J. Korean Fish, Soc., 28(5), 659~666.
23. 구재근, 조길석, 박진희. 1997. 국내산 다시마, 미역 포자엽, 툿, 모자반
fucoidan의 리올로지 특성. J. Korean Fish, Soc., 30(3), 329~333. Fish,
Soc., 31(1), 82~89.
24. Larsen, B., A. Hung and TJ. painter. 1966. Sulphated polysaccharides in
brown algae. 1. Isolation and preliminary characterization of three
sulphated polysaccharides from *Ascophyllum nodosum* (L) Le Jol. Acta
chemica scandinavica. 20, 219.
25. Larsen, B., A. Hung and TJ. painter. 1970. Sulphated polysaccharides in
brown algae. 3. The native state of fucoidan in *Ascophyllum nodosum*
Isolation and *Fucus vesiculosus*. Acta chemica. scandinavica. 24, 3339.
26. 이동수, 김형락, 변재형. 1998. 알긴산의 물성에 미치는 저분자화의 영향. J
Korean
27. 이동수, 김형락, 조득문, 남택정, 변재형. 1998. J. Korean Fish, Soc.

31(1), 1~7.

28. 이현옥, 김동수, 도정룡, 고영수. 1999. 해조류의 Angiotensin- I 전환효소 저해작용. J. Korean Fish, Soc., 32(4), 427~431.
29. 中澤照三, 安部史紀, 黒田浩之, 河野啓三, 東忠英, 梅崎男. 1976. 海藻類成分の抗腫瘍作用に関する研究. 第2報 *Sagassum horneri*について. Chromatography, 24, 443~447.
30. Nakazawa, S., F. Abe, H. Kuroda, K. Kohno, T. Hiashi and I. Umexaki. 1976. Antitumor effect of water-extracts from marine algae(1). Chemotherapy, 22, 1435~1442.
31. Nishino, T., G. Yokoyama, K. Dobashi, M. Fujihara and T. Nagumo. 1989. isolation, purification and characterization of fucose-containing sulfated polysaccharides from the brown seaweeds, *Ecklonia kurome* and their blood anti-coagulant activities. Carbohydr.,Res., 186, 119.
32. Nishino, T., Aizu, Y. and T. Nagumo. 1991. The relation between the molecular weight and the anticoagulant activity of fucan sulfates from the brown seaweed, *Ecklonia kurome*. Agric. Biol. Chem., 55, 791.
33. 西澤一俊. 1984. 海洋ハ`イオマによる燃料油生産に関する調査成果報告書. 第6部品回収システム. 社団法人 海洋開發 産業協會, 財団法人 醱酵工業協會, pp. 7~27.
34. 오창경, 오명철, 김성홍, 임상빈, 김수현. 미역과 다시마를 에탄올 추출물의 향 들연변이 및 항균효과 . J. Korean Fish, Soc., 31(1), 90~94.
35. 박영범, 김인수, 유승재, 안종관, 이태기, 박덕천, 김선봉. 1998. 해조류 중의

- anti-tumor initiator 및 promotor의 해석-2: PhIP와 MeIQx의 돌연변이원성을 억제하는 해조추출물 소재의 연구. J. Korean Fish, Soc., 31(4), 581~586.
36. Pyeln, JH., Park YH and Lee KH. 1977. 양식미역의 품질요인과 색소안정제 처리 및 blanching에 대한 연구, Bull. Korean Fish. Soc., 10, 125.
37. Selby, HH. and TA. Selby, 1959. Agar. In: Industrial gums. Polysaccharides and their derivatives, R.I. Whistler and J.N. BeMiller ed., Academic Press, New York and London, 15~49.
38. 서근학, 안갑환, 이학성, 이희근, 조진구, 홍용기. 1999. 비틀대 모자반, *Sargassum sagamianum*을 이용한 Pb 및 Cr 생체흡착 및 회수. J. Korean Fish, Soc., 32(4), 399~403.
39. Tanikawa, E. 1971. Marine products in Japan. Koseisha-Koseikaku Company, Tokyo.
40. Truus, K. 1994. The structural study and modification of agarose from red alga, *Ahnfeltia tobuchiensis*. Ph D. thesis. Zelinsky Institute of Organic Chemistry, RAS, Moscow.
41. Wheaton, F. and T. Lowson, 1985. Processing aquatic food products. John Wiley & Sons. Inc., New York.