

김분말의 제조와 특성

이향희, 이장욱, 임종환, 정순택, 박양균, 함경식, 김인철, 강성국
목포대학교 식품공학과 및 식품산업기술연구센터

Preparation of Laver Powder and Its Characteristics

Hyang-Hee Lee, Jang-Wook Lee, Jong-Whan Rhim, Soon-Teck Jung, Yang-Kyun Park,
Kyung-Sik Ham, In-Chul Kim and Seong-Gook Kang

Department of Food Engineering and Food Industrial Technology Research Center,
Mokpo National University

Abstract

Effect of drying methods, such as natural solar drying, hot air drying(at 60°C and 105°C), vacuum drying and freeze drying methods, on the quality of laver were investigated to develop optimum processing conditions for preparation of laver powder. Appreciable amount of laver pigments such as chlorophyll, carotenoid and phycobilin were lost during washing and drying process. Their loss was affected significantly by the method of drying. Among the methods tested, high temperature air drying was the worst in retaining laver pigment, while freeze drying was the best. Loss of vitamin C which was in the range of 75-99% was also affected by the method of drying. Isotherms for laver powder showed sigmoidal shape and monomolecular layer moisture content of both laver powder(*Porphyra dentata* and *Porphyra tenera*) determined by the BET equation was 6.30%(dry basis). Laver powders prepared with *Porphyra dentata* and classified with 50-, 80- and 100-mesh sieves showed monomodal size distribution with the high frequency at 110-120, 100-110 and 80 µm, respectively, which indicated that size of laver powder was homogeneous.

Key words : laver, powder, laver pigment

서 론

김은 한국인들이 즐겨 먹는 기호식품으로 우리나라에서는 매년 5~7천만송 정도의 김이 생산되고 있다. 이는 생산비 규모로 볼 때 약 3,000억원 정도로 추산되며 최종 소비자 구매가로는 약 1조원의 시장규모를 갖는 것으로 추정된다. 최근 김생산을 위한 양식기술의 발달로 김의 생산량을 증가시킬 수 있으나 그 소비는 오히려 감소하고 있는 실정이다. 김은 대부분 건조김의 형태로 소비되고 있으며 일부는 조미김, 부각의 형태로 가공되어 소비되고 있으나 식생활 패턴의 변화에 따른 소비자들의 다양한 요구를 충족시키지 못하고 다양한 가공식품의 개발을 이루지 못하여 점차 그 소비가 감소하고 있는 추세이다.

그 동안 김에 관한 연구로는 주로 김의 영양학적 가치와 기능성에 관한 연구와 김의 가공에 관한 일부 연

구가 수행된 바 있다. 김은 다른 해조류와는 달리 최외층이 cellulose가 아닌 hemicellulose로 구성되어 있는데, 이는 체내의 콜레스테롤 함량을 줄이는 효과가 있으며, 김의 당질은 점질다당으로 함양효과가 있는 것으로 알려진 porphyran이 주성분을 이루고 있다. 김의 단백질은 그 함유량이 25-50%로 높은 것이 특징이며, 특히 인체에 결핍되기 쉬운 합황아미노산을 다른 해조류에 비해 많이 함유하고 있다. 김의 지질함량은 약 2%로서 비교적 낮으며, 지방산 조성은 불포화 지방산이 60-80%, 포화지방산이 20-40%이다. 주요 지방산은 palmitic, myristic, lauric, stearic, oleic, arachidonic acid 및 eicosapentaenoic acid (EPA)이며 특히 EPA의 함량이 높아 50%를 넘는 경우도 있다. 김의 특수성분 중의 하나인 taurine은 약 1.3% 함유되어 있으며, 이는 생체막의 안정화, 콜레스테롤 저하효과, 면역증강, 항산화작용 등 다양한 기능성을 나타내는 것으로 보고된 바 있다. 김에는 비타민 A, B₁, B₂, B₁₂ 및 C가 주로 함유되어 있으며 특히 식물계나 해조류에는 존재하지 않는 것으로 알려진 항악성빈혈인자인 비타민 B₁₂

Corresponding author : Jong-Whan Rhim, Department of Food Engineering, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

를 30 µg/100 g 정도 함유하고 있다. 뿐만 아니라 김은 매우 우수한 미네랄의 보고로서 Cl, Na, Mg, K, B, Br, Si, Sr, Cr 및 Zn를 함유하고 있는 것으로 알려져 있다^(1,2).

김을 이용한 제품개발 및 유통에 관한 연구현황을 보면, 건조김 또는 조미김의 저장 및 유통과정 중 품질변화에 관한 연구^(3,4), 해조류의 알긴산의 음료화에 관한 연구⁽¹⁾와 조미건조김의 흡습특성에 관한 연구⁽⁵⁾ 등이 있다. 이와 같이 김에 관한 연구는 주로 영양학적 특성과 기능성에 관한 연구들이 주종을 이루고 있으며, 새로운 가공기술의 개발과 적용에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 김의 가공식품화가 잘 되지 않은 이유는 지금까지 수행된 대부분의 연구가 가공원료를 건조김에 제한하였기 때문이다. 김을 식품의 가공소재로 활용하기 위해서는 먼저 김을 식품에 적용하기 알맞은 형태로 전환을 시켜주는 것이 필수적이다. 따라서 건조김이나 생김 자체를 가공용 소재로 사용하기 보다는 이를 분말로 제조하여 식품가공소재로 사용하면 보다 다양한 식품에 적용이 가능할 것이다.

본 연구에서는 김의 소비확대를 위한 연구의 일환으로 김을 다양한 가공식품의 소재로 사용할 수 있도록 하기 위하여 김분말의 제조와 그 품질 특성에 관하여 조사하였다.

재료 및 방법

재료

공시 시료인 생김은 전남 완도 지역에서 1998년 12월에 생산된 돌김(*Porphyra dentata*)과 참김(*Porphyra tenera*)을 김 채취장에서 직접 구입하여 사용하였다.

생김의 건조

돌김과 참김의 원료 생김을 충분히 수세하여 염분을 제거하고 원심탈수기를 이용하여 탈수한 후 천일 건조, 열풍건조, 진공건조 및 동결건조법을 사용하여 건조하였다. 천일건조법은 수세한 생김을 나일론제의 그물망에 얇게 펴서 바람이 잘 통하는 실내에서 2일간 건조하였으며, 열풍건조는 열풍건조기(NDO-600SD, Eyela, Japan)를 사용하여 저온(60°C)과 고온(105°C)의 두 조건에서 건조하였으며, 진공건조는 진공건조기(VOS-450SD, EYELA, Japan)를 사용하여 50°C, 760 mmHg에서 24시간 동안 처리하였고, 동결건조는 동결건조기(Beta 1-8k, B. Braun, Germany)를 사용하여 24시간동안 건조하여 분말제조용 시료로 사용하였다.

김분말의 제조

건조된 김을 세절하여 food-mixer(주)한일전기)를 이용하여 일차 조분쇄를 하였으며, 조분쇄된 김 분말을 Ball-mill(동일상사)을 이용하여 약 48시간 동안 2차 미분쇄를 하였다. 이렇게 얻어진 김 분말을 입자크기별로 분리를 하기 위해 50, 80, 100 mesh의 체로 단계적으로 사별해서 입자크기가 다른 종류의 분말을 얻었다.

수분 및 Vitamin C의 함량

각기 다른 방법으로 처리된 김 분말의 수분함량은 상압가열건조법으로 측정하였으며, vitamin C 함량은 hydrazine method⁽⁶⁾를 사용하여 측정하였다.

김분말 색소의 분석

김 분말 시료 0.2 g을 5 mL 증류수로 10분간 팽윤시킨 후 해사 1 g을 넣고 마쇄하여 acetone:methanol (1:1)용액 80 mL로 4°C에서 추출한 후 glass filter로 잔사가 무색이 될 때까지 여과하여 100 mL로 정용하였다. 이 색소추출액 50 mL를 분액여두에 넣고 10% NaCl, 증류수, ethyl ether 각각 50 mL를 차례로 넣고 잘 흔들어 색소를 ethyl ether 층으로 이동시킨 다음 증류수 50 mL로 4회 반복하여 세척하고 무수황산나트륨으로 탈수하여 50 mL로 정용한 후 663 nm에서 흡광도를 측정하여 chlorophyll 함량을 계산하였다. Carotenoid는 위의 색소추출액 50 mL에 7.5 g의 KOH를 가하여 비누화 시킨 후 chlorophyll 분석의 경우와 마찬가지로 10% NaCl, 증류수, ethyl ether를 차례로 가하여 색소를 ethyl ether 층으로 이동시킨 후 증류수로 세척하고 무수황산나트륨으로 탈수하여 447 nm에서 흡광도를 측정하여 carotenoid 함량을 계산하였다^(2,7).

김 분말의 Phycobilin 함량은 건조된 시료 1.5 g을 -15°C에서 미리 냉각시켜 놓은 acetone 100 mL를 넣어서 waring blender로 5분간 분쇄한 후 250 mL로 정용하여 2일 동안 -15°C에서 보관하여 chlorophyll과 carotenoid가 추출되도록 한다. 이 추출물을 glass filter로 여과하고 잔여물은 색소가 없어질 때까지 acetone으로 씻어내어 25 mL가 되게 한 다음 pH 6.5인 phosphate buffer용액 200 mL를 첨가해서 -15°C에서 하룻밤 방치한 후 phycoerythrin은 560 nm, phycocyanin은 620 nm, allophycocyanin은 650 nm에서 흡광도를 측정하였다⁽⁸⁾.

김분말의 등온흡습곡선

돌김과 참김의 등온흡습곡선을 Rhim⁽⁴⁾의 방법에 따

라 작성하였다. 약 1g의 김 분말시료를 aluminum dish의 표면에 깔아 넣고 무게를 측정된 후 수분활성도를 0.11-0.95 사이로 조절된 포화염(LiCl, $K_2H_3O_2$, $MgCl_2$, K_2CO_3 , $Mg(NO_3)_2$, NaCl, KCl, Na_2HPO_4)용액으로 포화시킨 desiccator에 넣고 30°C로 조절된 정온기에 보관하면서 주기적으로 시료의 무게를 측정된 후 수분 이동에 의한 시료 무게의 증감량을 조사하였다. 무게의 증가가 더 이상 관찰되지 않는 점을 평형점으로 보고 이때의 수분함량을 측정하여 평형수분함량을 결정하였으며, 평형수분함량을 수분활성도에 대해 도시하여 등온흡습곡선을 작성하고, 그 결과로부터 분말김의 단분자층수분함량을 BET (Brunauer-Emmett-Teller) 식⁽⁹⁾을 사용하여 결정하였다.

김분말의 입자크기 분석

50, 80 및 100 mesh의 체로 분리한 김 분말을 ethanol에 현탁하여 particle size analyzer(Malvern PSA, England)를 이용하여 김 분말의 입자크기 및 입도분포를 조사하였다. 입도의 분포는 0.1~600 μm의 측정범위 내에서 300 mm의 lens로 laser diffraction방법에 의해 64개의 size class로 분석하였다.

결과 및 고찰

수분함량

각기 다른 방법으로 건조한 돌김과 참김의 수분함량은 Table 1에 나타난 바와 같이 처리를 하지 않은 원료 김의 수분함량은 돌김이 81.8%, 참김이 83.5%이었으나 건조 후에는 건조방법에 따라 돌김이 5.2-7.9%, 참김이 5.2-8.5%를 나타냈다. 건조방법에 따라서 김의 수분함량은 약간의 차이를 나타냈으며, 진공건조를 한 경우 돌김이 5.2%, 참김이 5.2%로 수분함량이 가장 낮게 나타났다.

Table 1. Moisture content (% , w.b.) of lavers dried with various drying methods

Lavers	Methods					
	ND ¹⁾	SD ²⁾	HD (60) ³⁾	HD (105) ⁴⁾	VD ⁵⁾	FD ⁶⁾
<i>Porphyra dentata</i>	81.8	7.9	7.2	7.3	5.2	5.9
<i>Porphyra tenera</i>	83.5	6.6	6.7	8.5	5.2	7.0

¹⁾ND : Non-dried raw lavers

²⁾SD : Solar drying

³⁾HD(60) : Hot air drying at 60°C

⁴⁾HD(105) : Hot air drying at 105°C

⁵⁾VD : Vacuum drying

⁶⁾FD : Freeze drying Particle size(μm)

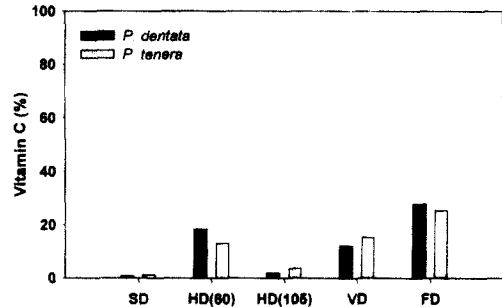


Fig. 1. Changes in vitamin C content of lavers dried with various drying methods. SD, HD(60), HD(105), VD and FD are as explained in Table 1.

Vitamin C 함량의 변화

Fig. 1에는 건조방법에 따른 돌김과 참김의 vitamin C 함량을 측정하여 그 잔존량을 원료 김에 대한 상대적인 값으로 나타냈다. 천일건조한 시료는 vitamin C의 잔존량이 0.8-1.3% 정도로서 사용한 건조방법 중에서 가장 손실이 컸으며, 다음으로는 고온(105°C)에서 열풍건조한 것으로서 돌김이 1.8%, 참김이 3.9% 정도 잔존하였다. 반면에 동결건조한 시료가 25%이상으로 가장 많이 잔존하여 본 연구에서 사용한 건조방법 중에서는 vitamin C의 파괴가 가장 적은 건조방법임을 확인하였으나, 무처리한 원료김과 비교해서 건조과정 중에 75%이상의 vitamin C가 손실됨을 알 수 있었다. vitamin C의 손실은 건조김의 저장시에도 발생하며, 그 정도는 수분활성도에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다⁽⁷⁾.

색소 함량의 변화

김의 대표적인 색소인 chlorophyll, carotenoid, phycobilin은 원조생김을 채취하여 수세 및 가공하는

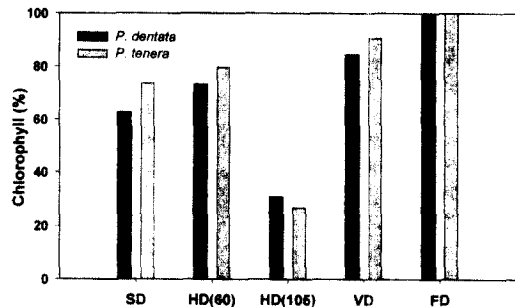


Fig. 2. Changes in chlorophyll content of lavers dried with various drying methods. SD, HD(60), HD(105), VD and FD are as explained in Table 1.

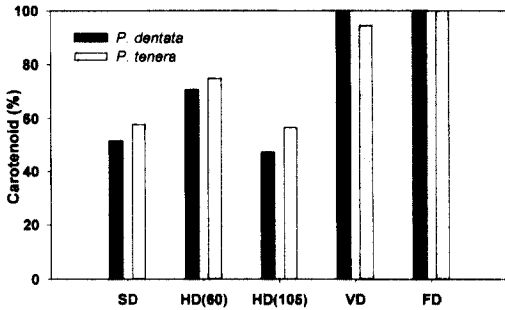


Fig. 3. Changes in carotenoid content of lavers dried with various drying methods. SD, HD(60), HD(105), VD and FD are as explained in Table 1.

동안에도 손실이 일어나며, 가공방법에 따라서도 손실되는 정도가 달라지게 된다. 이 등(7,10)의 보고에 의하면 건조된 김의 저장기간동안에도 지속적으로 색소의 감소가 일어나는 것으로 알려져 있다.

건조방법에 따른 돌김과 참김의 색소성분의 변화 양상을 Fig. 2-4에 표시하였다. Fig. 2에 나타난 바와 같이 김의 chlorophyll 함량은 105°C에서 열풍건조한 시료의 70%가 파괴되어 손실이 가장 컸으며, 동결건조한 시료는 돌김, 참김 모두 chlorophyll의 손실이 거의 없는 것으로 나타났다. 돌김과 참김의 carotenoid 함량 (Fig. 3)에 있어 105°C 열풍건조한 돌김은 44%, 참김은 57%의 잔존률을 보여 가장 손실이 큰 것으로 나타났으며, 동결건조와 진공건조한 돌김과 참김은 모두 90%이상의 잔존률을 나타냈다. 건조 돌김과 참김의 phycobilin 함량은 Fig. 4에 나타난 바와 같다. phycoerythrin과 phycocyanin 함량은 60°C에서 열풍건조한 것과 동결건조한 것이 가장 손실률이 적었으며, 천일건조한 김의 phycoerythrin의 손실률이 가장 높았다. phycocyanin의 손실률 역시 천일건조와 고온의 열풍건조법에 의해 건조한 김이 가장 컸으며, 다음에 진공건조한 것으로 나타났고, 저온의 열풍건조법과 동결건조법을 사용한 건조김은 phycocyanin이 거의 그대로 유지되었다. 반면에 allophycoyanin은 진공건조한 참김과 돌김은 거의 손실이 없었으며, 다음으로 동결건조법이 우수하였고, 이외의 천일건조법과 열풍건조법은 약 30% 정도의 allophycoyanin의 손실을 초래하였다. 이와 같은 건조방법에 따른 김의 색소 함량의 변화에 대한 결과를 살펴보면 사용한 건조방법 중 동결건조가 가장 우수한 것으로 판단되며 105°C 열풍건조가 김의 색소 보존에는 가장 좋지 않은 방법으로 나타났다. 동결건조방법이 건조김의 품질유지를 위해 좋은 방법이라는 것은 하나 생산 원가가 높아지므로 산업적

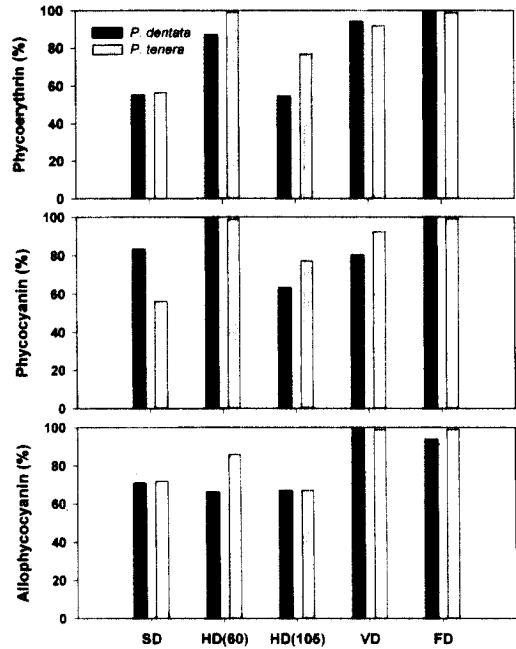


Fig. 4. Changes in phycobilin content of lavers dried with various drying methods. SD, HD(60), HD(105), VD and FD are as explained in Table 1.

인 응용을 위해서는 저온의 열풍건조방법을 적용하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

등온흡습곡선

돌김과 참김 분말의 등온흡습곡선을 작성하기 위해 각 시료를 30°C에 보관하면서 평형수분함량에 도달하는 점을 결정하였는데 포화염용액의 종류 및 적용 온도에 따라 평형수분함량에 도달하는 시간이 각기 달

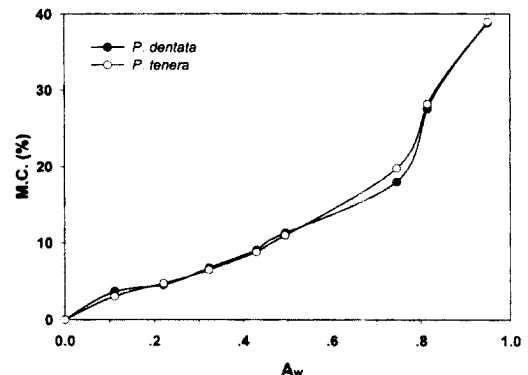


Fig. 5. Moisture sorption isotherms for laver powders determined at 30°C.

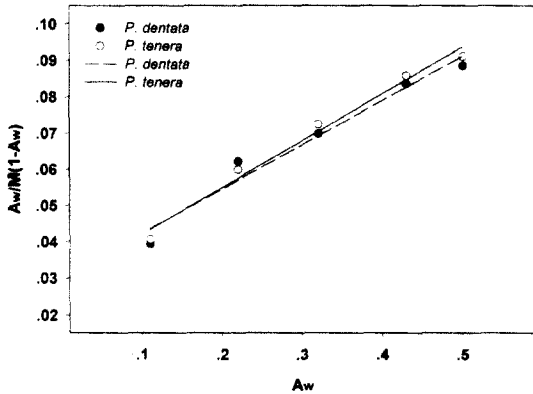


Fig. 6. BET isotherms for laver powders determined at 30°C.

랐다. 시료의 평형수분함량을 포화염용액의 각 온도에서 측정된 실제 수분활성도 값을 사용하여 작성한 등온흡습곡선은 Fig. 5에 나타난 바와 같다. 참김과 돌김분말의 등온흡습곡선들은 전형적인 sigmoid형의 곡선을 보이고 있는데, 이는 조미건조김⁽¹⁾이나 건조김⁽²⁾의 등온흡습곡선의 형태와 유사하였다. 김분말의 단분자층수분함량을 결정하기 위하여 수분활성도가 0.5이하인 값을 사용하여 BET식에 따라 $A_w/M(1-A_w)$ 를 A_w 에 대해 도기한 결과 Fig. 6과 같은 직선을 얻었으며, 이들 직선으로부터 단분자층 수분함량을 계산한 결과 참김과 돌김분말 모두 6.30%(dry basis)임을 알 수 있었다. 분말김의 단분자층 수분함량은 같은 조건에서 측정된 조미건조김의 단분자층 수분함량인 5.26%보다 높은 값을 나타냈는데, 이는 조미김의 경우 식용유의 사용에 따라 보수력이 낮아진 반면에 분말김은 분말화에 따라 표면적이 증가하여 흡습능이 높아졌기 때문으로 생각된다.

입도분포 분석

돌김 분말을 50 mesh, 80 mesh, 100 mesh체로 사별하여 입도분포를 조사한 결과 이들 돌김분말은 Fig. 7에 나타난 바와 같이 각각 80 μm , 100~110 μm , 110~120 μm 를 중심으로 단일한 입도의 분포를 보였다. 이 등⁽³⁾은 국수제조용 밀가루의 입도분포를 조사하여 밀가루는 20~30 μm 와 100 μm 에서의 이중분포곡선을 나타냈으며, 100 μm 이상의 입도분포가 주를 이루었음을 보고한 바 있다. 분말의 입도분포는 분말의 특성으로 이들 입도분포의 형태가 다른 것은 사용한 원료의 차이로 생각되며, 김분말이 단일의 입도 분포를 나타낸 것은 김분말의 입자가 균일하기 때문인 것으로 생각된다. 또한 80 mesh 이하로 사별한 김분말의 입자의

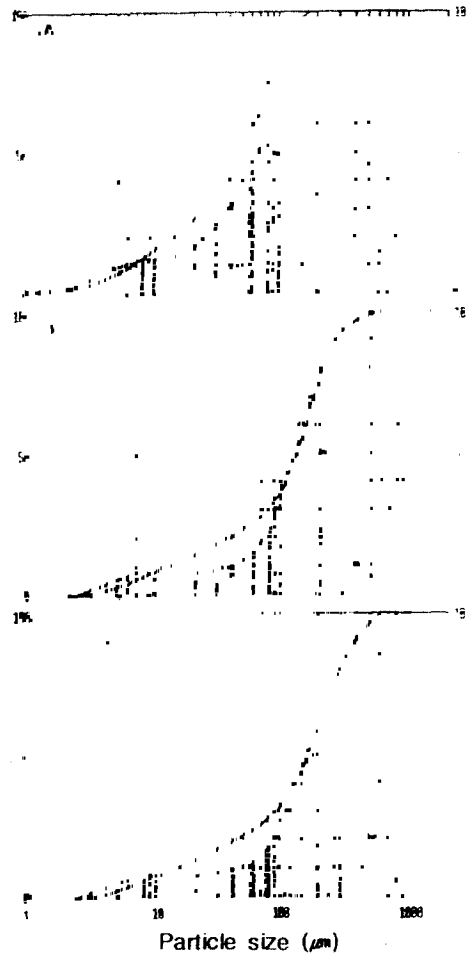


Fig. 7. Particle size distribution of Porphyra dentata powder shifted through 100(A), 80(B), 50(C) mesh sieve.

크기가 밀가루의 주된 입자의 크기와 비슷한 점으로 보면 이들 김분말을 밀가루와 혼합하여 복합분을 제조하여 사용이 가능한 것으로 판단된다. 김 분말은 입자의 크기에 따라 적용 분야를 달리 하며 다양한 식품가공용 소재로 사용이 가능하다. 밀가루와 같이 고운 분말과 혼합한 복합분을 사용하여 김국수나 김빵 또는 김과자 등을 제조할 경우에는 100 mesh 이상으로 사별한 미세한 김분말이 적합하며, 입자의 크기가 다소 큰 것은 김젼이나 김스프레드의 제조에 적합하고, 더 큰 입자를 갖는 분말은 김국이나, 천연조미료의 원료로 사용이 가능하다.

김을 분말로 제조하여 다양한 가공식품의 소재로 사용하기 위하여 김의 분말을 제조하였는데, 김 분말의 원료는 건조김을 제조하기 전의 생김을 사용하거나 조

미김의 가공시에 생기는 부산물인 김 조각을 이용하는 것이 경제적인 것으로 생각된다. 생김의 건조는 동결건조방법이 김의 품질 유지를 위해 우수한 방법이나 동결건조방법을 사용하면 가공비가 상승하므로 저온의 열풍건조방법을 사용하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 분말의 제조는 두 차례에 걸쳐 실시하는데, 1차적으로 cutter를 사용하여 세절하고 다음에 cutting mill이나 hammer mill을 사용하여 미분쇄를 하는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

요 약

김의 분말화를 위한 최적조건을 결정하기 위하여 돌김과 참김을 천일건조, 열풍건조(60, 105°C), 진공건조 및 동결건조방법을 사용하여 건조방법에 따른 김의 ascorbic acid 함량과 김의 대표적인 색소인 chlorophyll, carotenoid, phycobilin의 변화를 조사하였다. 김의 chlorophyll, carotenoid, phycobilin은 김을 채취하여 수세, 건조하는 과정뿐만 아니라 건조방법에 의해서도 손실되는 양의 차이가 나타났다. 고온의 열풍건조는 김의 색소 보존 면에서 가장 좋지 않은 방법으로 나타났다. 또한, vitamin C는 건조방법에 따라 75-99% 까지 손실되었다. 김분말의 등온흡습곡선들은 sigmoid형의 곡선을 나타냈으며, BET식에 따라 결정된 단분자층 수분함량은 돌김과 참김분말 모두 6.30%(dry basis)이었다. 50 mesh, 80 mesh, 100 mesh 체로 사별한 돌김 분말은 각각 80, 100~110 및 110~120 μm 를 중심으로 단일한 입도분포를 나타내어 김분말의 입자가 균일함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 1998년도 전라남도의 새로운 김식품 개발 연구사업의 연구비지원에 의하여 수행된 연구 결과의 일부로서 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Jo, K.S., Do, J.R. and Koo, J.G. Pretreatment conditions of *Porphyra yezoensis*, *Undaria pinnatifida* and *Laminaria religiosa* for functional algae-tea. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 275-280 (1998)
2. Hong, S.P., Koo, J.K., Jo, K.S. and Kim, D.S. Physico-chemical characteristics of water or alcohol soluble extracts from laver, *Porphyra yezoensis*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 10-16 (1997)
3. Kim, Y.D., Kim, D.S., Kim, Y.M. and Shin, D.H. Changes in the quality characteristics of dried laver during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 19: 206-211 (1987)
4. Rhim, J.W. Study on the moisture sorption characteristics of seasoned dried laver. J. Korean Soc. Food Nutr. 22: 476-483 (1993)
5. Koh, H.Y., Park, H.W., Kang, T.S. and Kwon, Y.J. Simulation of quality changes and prediction of shelf-life in dried laver packaged with plastic films. Korean J. Food Sci. Technol. 19: 463-470 (1987)
6. Joo, H.K., Jo, H.K., Park, C.K., Jo, K.S., Chai, S.K. and Ma, S.J. Method of food analysis. p. 356. yurim, Seoul, Korea (1992)
7. Lee, K.H., Song, S.H. and Jeong, I.H. Quality changes of dried lavers during processing and storage. 1. Quality evaluation of different grades of dried lavers and its changes during storage. Bull. Korean Fish. 20: 408-418 (1987)
8. Lee, K.H. Pigment stability of lavers *Porphyra tenera* Kjellman during processing and storage. Bull. Korean Fish. Soc. 2: 105-133 (1969)
9. Brunauer, S., Emmett, P.H. and Teller, E. Adsorption of gases in multimolecular layers. J. Am. Chem. Soc. 60: 309-319 (1938)
10. Lee, K.H., Song, S.H. and Jeong, I.H. Quality changes of dried lavers during processing and storage. 2. Quality stability of roasted lavers during processing and storage. Bull. Korean Fish. Soc. 20: 520-528 (1987)
11. Kim, D.M., Chang, K.S. and Yoon, H.K. Moisture sorption characteristics of powdered soybean curd. Korean J. Food Sci. Technol. 12: 292-298 (1980)
12. Hirata, T., Ishitani, T. and Yamada, T. Influences of moisture and temperature on the quality changes in dried laver, *Porphyra yezoensis*, during storage. Bull. Japan. Soc. Fish. 47: 89-93 (1981)
13. Lee, S.Y., Hur, H.S., Song, J.C., Park, N.K., Chung, W.K., Nam, J.H. and Chang, H.G. Comparison of noodle-related characteristics of domestic and imported wheat. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 44-50 (1997)

(1999년 5월 29일 접수)