

알긴산을 이용한 코팅쌀의 개발 및 품질 특성

박인배 · 이태훈 · 이수영¹ · 정동옥² · 박양균 · 김정목 · 정순택 · 강성국[†]
목포대학교 식품공학과 및 식품산업기술연구센터(RRC),
¹신안군 농업기술센터, ²초당대학교 조리과학부

Development of Alginate-Coated Rice and Its Quality

In-Bae Park, Tae-Hoon Lee, Soo-Young Lee¹, Dong-Ok Chung², Yang-Kyun Park,
Jeong-Mok Kim, Soon-Teck Jung and Seong-Gook Kang[†]

Dept. Food Science & Technology and Food Industrial Technology Research Center(RRC),
Mokpo National University, Chonnam 534-729, Korea

¹Sinan-Gun Agricultural Technology Center, Jeonnam 530-380, Korea

²Department of Culinary Art, Chodang University, Muan 534-701, Korea

Abstract

The new developed production process and the coating equipment were used to prepare the alginate coated rice having functional property. Then, the quality characteristics such as proximate analysis, moisture sorption properties, influence on the retrogradation, sensory evaluation were investigated. The moisture content of the alginate coated rice was 16.5 -18% which is 1.5% higher than the normal rice. About 0.3% alginate was coated on the rice by the measurement of carbohydrate content after coating with 2% alginate. The rice coated with higher alginate concentration showed the higher moisture absorption. The rice coated with 2% alginate solution stored 30℃ and 85% RH conditions for 6 weeks and it increased 1.8% of the moisture content. The alginate coated rice has delayed the retrogradation more than 6 hrs as well as got the higher scores for the appearance, stickiness, and taste. The alginate coated rice is a good source of the fiber in the nutritional aspect and it improves the quality and functionality of the rice.

Key words : alginic acid, coated rice, retrogradation

서 론

쌀은 단일 품목으로는 영양성분이 식품 중에서는 가장 균형 있게 분포되어 있는 식재료로 한국인의 주식으로써 쌀은 하루 섭취 열량의 60%정도를 이로부터 얻고 있으며, 아직 우리나라는 쌀 소비 중 95%가 밥을 지어 식용하고 있으나 최근 쌀 시장의 개방과 더불어 소비가 감소되고 육류의 섭취량은 크게 증가되어 성인병의 발병률이 급증하고 있는 실정이다(1-3).

최근 일부 농민과 생산자 단체들은 친환경 농법으로 재배한 저공해나 무공해 쌀로 그 품질을 높여 수입쌀과 차별

화하는 전략으로 가고 있으며, 다양한 기능성 가공미의 제조와 연구는 동충하초, 홍화 및 홍국균을 이용한 코팅 쌀(4), 녹차성분 함유된 쌀(5), 옷나무 추출물 함유된 쌀(6), 매실추출물 함유된 쌀(7), 인삼 쌀(8), 다시마(9-10), 미역(11), 클로렐라(12) 등 해조류를 이용한 코팅 쌀이 있으며 최근 쌀의 연구로는 취반특성, 식미개선, 전분의 성질에 관한 연구(13-18)로 국한되어 왔다.

알긴산은 해조류 중 갈조류에 다량으로 존재하며 2종의 우론산 중합체로 묽은 황산으로 씻은 갈조류를 묽은 알칼리성의 더운물에서 추출하여 추출액을 산성으로 만들면 생기는 침전이 알긴산이다. 알긴산은 분자 속에 우론산의 카르복시기(COOH-)가 있으므로 산의 성질을 나타내는데, 보통은 나트륨염으로 다룬다. 알긴산은 대부분이 칼륨, 나트륨, 칼슘과 결합하여 존재하고 있는데, 알긴산 칼륨이 위에 들

[†]Corresponding author. E-mail : sgkang@mokpo.ac.kr,
Phone : 82-61-450-6144, Fax : 82-61-454-1521

어가면 위산의 작용으로 칼륨이 이탈되며 장내는 약알칼리 성이기 때문에 알긴산이 장에 들어가면 무기물과 쉽게 결합한다. 알긴산은 소화되기 어렵고, 장에서는 흡수되지 않는다(19-20). 미역이나 다시마 등 갈조류에 많은 끈적끈적한 점액성 물질로 고분자 물질인 알긴산(Alginic Acid)은 몸에 흡수되지 않고 대장이나 소장 등에 머물면서 콜레스테롤을 줄이고 유해산소 억제하는 등의 효능이 주목을 받고 있다. 뿐만 아니라 피를 맑게 하여 성인병을 예방하고 비만을 억제하는 기능을 한다(21-22).

본 연구에서는 해조류에서 추출한 알긴산을 이용하여 코팅함으로써 고품질 기능성 쌀의 제조방법을 개발하고 쌀의 품질특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

전남 신안군 증도면에서 수확한 동진벼를 시료로 사용하였고, 각 시료는 실온에서 보관하여 사용하였다. 알긴산(MSC Co. Korea)에서 제조한 중점도 분말상의 알긴산을 0.5%, 1%, 2%를 제조하여 실험 당일에 증류수에 녹여 사용하였다.

알긴산 코팅 쌀의 제조공정

알긴산 코팅 쌀의 제조 공정은 Fig. 1과 같다. 원료 벼를 도정하여 세척과 연미를 하고 1차 건조를 한 후, 알긴산액을 분무하여 코팅을 한다. 이때 세척, 연미, 코팅 및 1차 건조 과정은 연미기에서 거의 동시에 이루어지며, 쌀겨나 쇄미를 제거한 쌀을 코팅하는 과정에서 흡습에 의한 쇄미 발생을 방지하기 위해서 열풍건조온도는 55~60℃, 건조시간은 10초 이내로 하며 위의 과정을 2회 실시하였다. 코팅 후 선별기를 이용하여 선별하고, 수분함량이 15~20%정도를 유지하게 2차 건조하여 제조한다(Fig. 2).

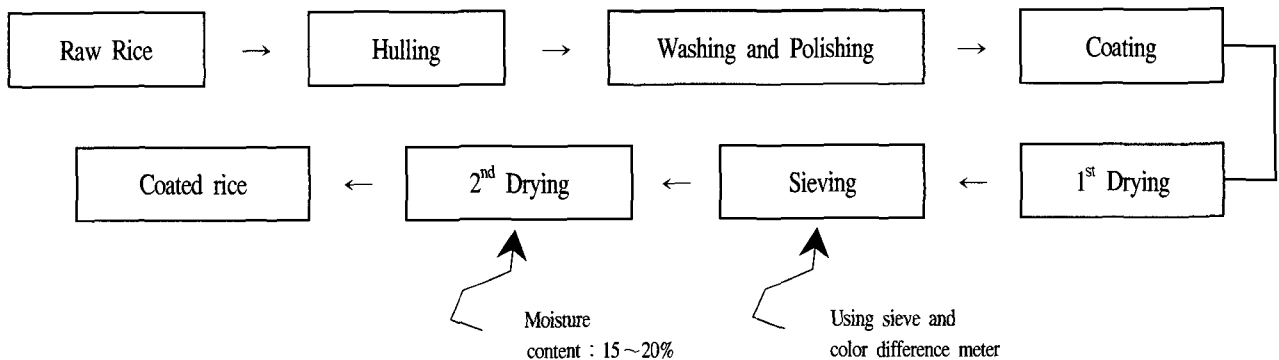


Fig. 1. Production process of the coated rice with alginic acid.

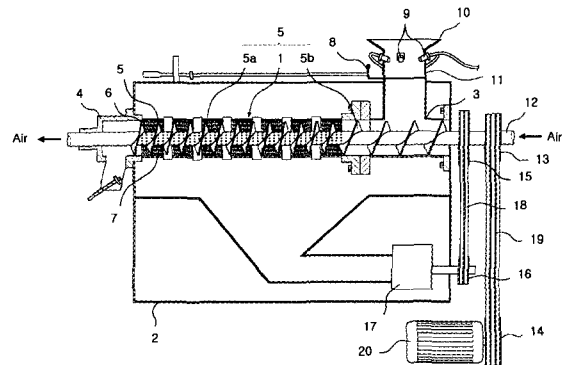


Fig. 2. Sketch of the coating machine.

- 1. Spraying/Drying drum 2. Drum case 3. Supply part 4. Discharge part.
- 5. Propeller part 6. Hole 7. Air exhaust part 8. Open/shut valve.
- 9. Spray nozzle 10. Hopper 11. Supply tank 12. Horizontal axis.
- 13. Passive wheel 14. Driving wheel 15. Fan by driving wheel.
- 16. Fan by passive wheel 17. Exhaust fan 18,19. Belt 20. Moter.

코팅쌀의 흡습특성

고온다습의 저장온도 Ko 등(16)의 방법을 변형하였는데 팬이 부착된 항온기내에서 온도 30℃항온 및 항습(상대습도 85%, KCl 포화용액 사용)이 된 상태에서 실험구인 일반 쌀과 코팅 쌀을 1.5 kg을 일정한 용기에 펼쳐서 7개로 구분하여 저장하였으며 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6주 간격으로 수분함량을 측정하여 코팅에 의한 흡습특성을 분석하였다.

일반성분 분석

일반성분 분석은 AOAC법(23)에 따라 3회 분석하여 평균값으로 하였다. 수분은 상압가열 건조법, 조희분은 직접 회화법, 조단백질은 micro-kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 조섬유는 조섬유 추출장치를 이용하여 분석하였다.

알긴산 코팅에 의한 노화억제 효과

일반 쌀과 코팅 쌀을 취반 한 후 노화억제효과를 측정하기 위하여 X-ray 회절도 분석 비교하였다. X-선 회절도는

X-선 회절기(D/Max 1200, Riguku Co., Japan)를 사용하여 회절각도(2θ) 5°~40°까지 회절시켜 얻었으며 기기 조건은 target: Cu-K α, filter: Ni, voltage: 40 kV, current: 20 mA, scanning speed: 8°/min과 같았다. 취반 후 상온에서 보관하면서 0, 3, 6, 12, 24 시간 간격으로 일정량의 시료를 채취한 후 충분한 에탄올을 넣고 믹서에서 파쇄와 탈수에 의해 노화를 중지시킨 후 감압건조기를 이용하여 알코올을 증발시켜 시료로 사용하였다.

관능검사

코팅쌀의 취반후 관능 검사는 20인의 관능검사 요원에 의해 실시하였다. 식품공학과 학부생 및 대학원생, 연구원을 패널로 하여 외관, 냄새, 찰기, 조직감, 밥맛, 색깔 등을 5단계 평점법(5점 : 매우 좋다, 4점 : 좋다, 3점 : 보통이다, 2점 : 나쁘다, 1점 : 매우 나쁘다)으로 평가한 후 결과는 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

알긴산 코팅 쌀의 코팅정도 분석

알긴산 코팅 쌀의 코팅정도를 측정하기 위하여 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 각 시료구간에 수분함량, 지방, 단백질, 조섬유 및 회분 함량은 거의 차이가 없었으며 탄수화물 함량은 알긴산의 처리농도가 증가함에 따라 소량이지만 비례하여 증가하는 경향을 보였다. 일반 쌀(대조구)이 78.80%, 2% 알긴산 코팅 쌀은 79.59%였다. 이는 쌀에 코팅된 알긴산의 함량만큼 탄수화물 함량이 증가하는 것으로 사료된다. 알긴산 코팅 쌀은 외관적으로 일반 쌀에 비해 백색도가 유관으로 보아 증가하는 경향을 보였다.

Table 1. Proximate composition of non-coated rice and alginate-coated rice

	(Unit:%)					
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Carbo-hydrate	Crude fiber	Ash
Non-coated rice	12.7±0.2 ¹⁾	6.82±0.2	0.91±0.04	78.80±0.6	0.37±0.2	0.40±0.2
Alginate coated rice	0.5%	12.8±0.1	6.75±0.3	0.75±0.05	78.96±0.3	0.35±0.3
	1%	12.6±0.2	6.52±0.3	0.77±0.05	79.34±0.5	0.37±0.3
	2%	12.4±0.2	6.46±0.2	0.80±0.03	79.59±0.3	0.36±0.2

¹⁾Mean±S.D.(n=3).

알긴산 코팅 쌀의 흡습특성

일반 쌀과 알긴산 코팅 쌀을 고온다습의 항온항습 저장 조건에서 경시적인 수분의 흡습특성을 조사한 결과는 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 저장 초기 수분함량은 12.7~13.2% 수준이었으나 저장 4주째 일반 쌀이 15.9%, 2% 알긴산 코팅 쌀이 17.4%로 증가하여 알긴산에 의한 흡습이 현저한 것으

로 나타났으며 이후 서서히 증가하는 경향을 보였다. 1~2% 알긴산 용액으로 코팅한 쌀의 경우 6주 후에 수분함량이 17.1~18.2%까지 증가하여 일반 쌀보다 1~2% 높았다. 일반적으로 취반 시 쌀의 수분 함량이 18% 정도에서 식미가 우수한 것으로 알려져 있으나 2% 알긴산 코팅 시 여름철 저장조건이 나쁠 경우 곰팡이 번식 등의 우려가 있을 수 있으며 1% 알긴산 용액으로 코팅시킨 쌀이 처리효과와 저장성면서 적합함을 알 수 있었다.

이는 Ko 등(16)의 저온적습과 고온다습의 저장조건에서 수분흡습을 조사한 결과, 6~8주까지 지속적으로 증가하다가 그 이후 큰 변화가 없이 고온다습이 저온다습보다 1.1~1.4배정도 함량이 높았다는 보고와도 비슷한 경향을 보여 주었다.

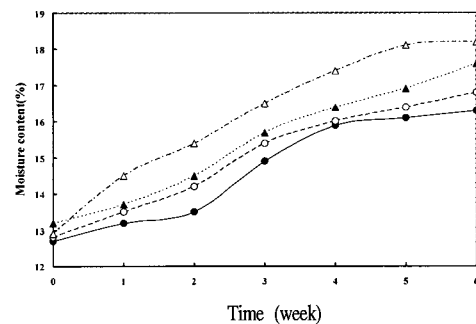


Fig. 3. Changes in moisture content of non-coated rice and alginate-coated rice at High Temperature and Humidity (30°C, RH 85%).

●; Non-coated rice, -○-; 0.5% alginate-coated rice.
-▲-; 1.0% alginate-coated rice, -△-; 1.5% alginate-coated rice.

쌀의 취반 후 X-선 회절도 변화

일반 쌀과 코팅 쌀을 취반한 후 밥의 노화도 변화를 X-ray 회절도를 이용하여 분석한 결과는 Fig. 4와 같다. 일반적으로 호화된 전분은 시간과 온도, 수분함량(24) 등에 의해 전분 분자의 비평형 고분자 재결정화 과정(25)이 진행되는데 전분의 종류(26) 전분내의 amylose와 amylopectin의 함량비, 분자크기, 온도, pH, 수분함량 및 기타 첨가되는 물질에 의해 영향을 받는다. 알긴산과 같이 OH기를 가지는 분자들은 전분의 micelle과 micelle 사이에 결합하고 있어 전분이 재결정화 되는데 저해를 하므로 노화가 지연된다.

일반 쌀의 회절각도(2θ)는 15.1°, 17.2°, 18.0° 와 23.1°에서 피크를 보이는 전형적 A형으로 Choi 등(27)과 Oh 등(28)에서 보이는 경향과 유사하였고, 호화된 후 피크가 모두 사라져 결정성 영역이 줄어들고 무정형 상태가 되어 V도형을 나타냈다. 원료 쌀을 취반한 직후에는 Base line만을 관찰할 수 있었으며 시간이 진행됨에 따라 노화가 진행되면서 일반 쌀의 그래프 형태로 진행됨을 관찰할 수 있었다. 일반 쌀의 경우 취반 후 6~9시간 이후부터 peak의 변화를 관찰할 수 있었으며 알긴산 코팅 쌀의 경우 일반 쌀에 비하여 약 5시간 정도의 노화지연 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

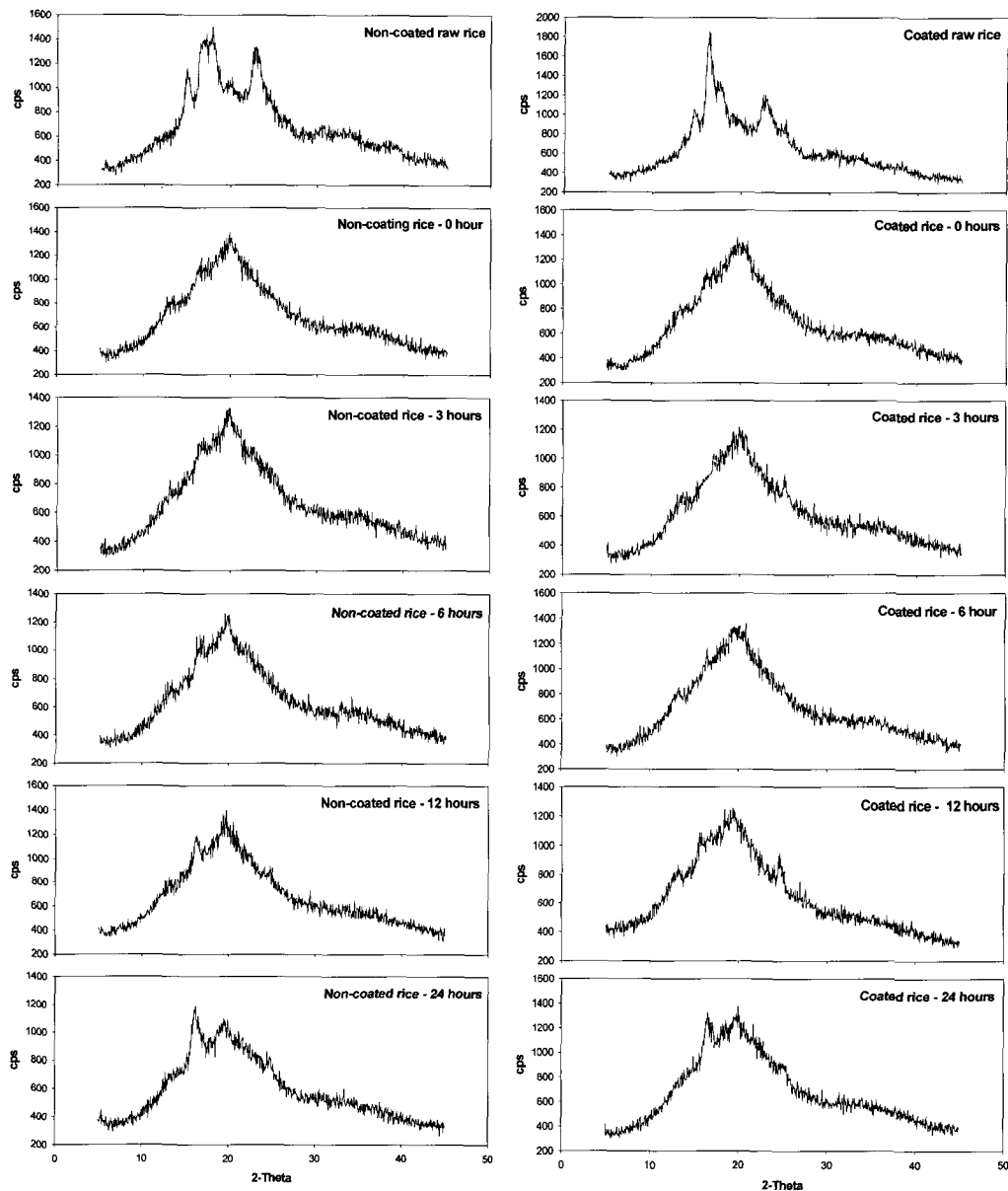


Fig. 4. Comparison on the degree of retrogradation in cooked rice prepared raw and 2% alginate-coated rice.

Table 2. Sensory evaluation of cooked rice

	Flavor	Externally	Glutinousness	Texture	Taste	Color
Non-coated rice	2.95±1.09 ^b	3.20±1.00 ^b	3.40±1.23 ^b	2.90±0.78 ^b	3.45±1.14 ^a	3.25±1.04 ^b
Alginate-coated rice	0.5%	3.50±1.04 ^a	3.25±1.01 ^b	3.45±1.13 ^b	3.40±1.14 ^a	3.25±0.78 ^b
	1%	3.40±0.99 ^a	3.35±1.22 ^b	3.75±1.06 ^a	3.60±1.23 ^a	3.35±1.42 ^b
	2%	3.45±0.99 ^a	3.75±1.01 ^a	3.50±1.05 ^{ab}	3.55±1.18 ^a	3.85±0.87 ^a

^{a,b}5-point scale was used. Same letter in each column are not significantly different at the 5% level using Duncan's multiple range $p < 0.05$ in ANOVA test.

관능검사

일반 쌀과 알긴산 코팅 쌀을 제조하고 취반 후 관능 검사한 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다. 취반 후 향은 일반 쌀에 비하여 알긴산 코팅 쌀이 우수한 것으로 나타났는데

이는 취반 시 알긴산이 코팅됨으로서 쌀의 이취를 masking 하는 효과가 있는 것으로 사료된다. 이는 Kee 등(29)이 해조류와 추출물을 이용하여 양파즙의 masking하는 것과 유사할 수 있다. 취반된 밥의 외관과 색에 있어서 알긴산 코팅

농도가 높을수록 기호도가 증가하는 경향을 보였는데 이는 알긴산 코팅쌀이 일반쌀에 비하여 백색도가 증가하고 윤기를 보강해주는 효과에 기인하는 것으로 판단된다. 조직감과 점착성의 경우도 1%이상 알긴산 용액으로 코팅한 쌀이 일반 쌀에 비하여 높은 선호도를 나타냈다. 전반적으로 알긴산 코팅쌀의 취반 후 관능평가에 있어서 맛, 조직, 외관 등을 효과적으로 개선시킬 수 있음을 알 수 있었다.

요 약

알긴산을 이용한 기능성 쌀을 개발하고자 제조공정을 확립 및 생산설비를 제작하고 알긴산 코팅 쌀을 제조하였으며 코팅정도, 흡습특성, 노화억제 효과 및 관능특성을 분석하여 품질특성을 검토하였다. 알긴산 코팅 쌀의 수분함량은 일반 쌀에 비하여 약 1.5%정도 높은 16.5~18% 수준을 보였다. 2% 알긴산으로 코팅한 쌀의 경우 일반 쌀에 비하여 탄수화물 함량의 증가량을 측정한 결과 약 0.3%정도 코팅됨을 알 수 있었다. 알긴산 코팅 농도가 높을수록 수분 흡습도가 높았으며 2% 알긴산으로 코팅한 쌀의 경우 30℃, RH 85%의 항온항습조건에서 6주 동안 저장한 결과 일반 쌀에 비하여 1.8%정도 수분함량이 증가하였다. 알긴산 코팅 쌀은 취반 후 상온에서 일반 쌀에 비해 약 6시간정도 노화를 지연시켰으며 외관, 점착성, 맛 등에서 일반쌀에 비하여 높은 기호성을 보였다. 뿐만 아니라 알긴산 코팅 쌀은 현대인의 식생활에서 부족할 수 있는 식이섬유를 보충해 줌으로써 영양적인 측면과 쌀의 품질향상과 식미개선 등 기능적 측면에서도 매우 우수하였다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지원 지역협력연구센터인 목포대학교 식품산업기술연구센터의 연구수행의 일부로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Yoon, J.B. (2002) Direction for the development of rice industry. Presented at the International Symposium and Expo on Rice. The Korean Soc. Food Preservation., August 30-31, Chuncheon, Korea
2. Choi, H.C. (2002) Production of brans rice and utilization in Korea. Presented at the International Symposium and Expo on Rice. The Korean Soc. Food Preservation., August 30-31, Chuncheon, Korea
3. Lee, S.S., Lee, S.D. and Kim, Y.H. (2003) An analysis of consumers' preference on the brane rice. Korean J. Food Preservation, 10, 376-380
4. Cha, K.Y. (2000) Functional rice coated with natural functional dye material process for preparation method. Korean Patent 10-2000-0051208
5. Choi, D.H. (2000) A rice containing ingredients of a green tea and the manufacturing method of the above rice. Korean Patent 10-2000-0051629
6. Choi, W.C. and Park, S.J. (2004) Rice coated with the extract from *Rhus verniciflua*. Korean Patent 10-2004-0085556
7. Dongkye Nonghyup (2001) Functional rice containing Japanese apricot extract and process for producing method. Korean Patent, 10-2001-0030914
8. Lim, J.W. (2000) Processing Method of Ginseng Rice. Korean Patent 10-2000-0047012
9. Kim, S.C. (2003) Method for coating rice to *Laminaria*. Korean Patent, 10-2003-0014841
10. Goseong-gun (2003) Functional Rice Coated with Laminaria Extracts. Korean Patent, 10-2003-0008890
11. Lim, S.S. (2001) Processing method of Rice added with Brown-Seaweed and its products. Korean Patent, 10-2001- 0074781
12. Park, J.K. (2003) Functional rice of coated chlorella and manufacturing method of the same. Korean Patent, 10-2003-0006741
13. Kang, K.J. and Lho, I.H. (1998) Hydration and hot-water solubilization of milled rice during cooking. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 502-508
14. Jang, K.A., Shin, M.G., Hong, S.H., Min, B.K. and Kim, K.O. (1996) Classification of rices on the basis of sensory properties of cooked rices and the physicochemical properties of rice starches. Korean J. Food Sci. Technol. 28, 44-52
15. Choi, S.G. and Rhee, C. (1995) Effects of freezing rate and storage temperature on the degree of retrogradation texture and microstructure of cooked rice. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 783-788
16. Ko, Y.D., Choi, O.J., Park, S.K., Ha, H.S. and Sung, N.K. (1995) Changes in physicochemical properties of rice starch from rice stored at different conditions. Korean J. Food Sci. Technol. 27, 306-312
17. Mok, C.K. and Lee, S.K. (1999) Cracking of rice caused by moisture migration during storage. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 164-170
18. Chang, M.J. and Kim, M.H. (2003) Comparative growth

- performance and physiological function of physically modified rice starch and gelatinized rice starch in growing rats. *Korean J. Food Culture*, 18, 592-600
19. Nishide, E., Kinoshita, Y., Anzai, H. and Uchida, N. (1988) Distribution of hot-water extractable material, water-soluble alginate and alkali-soluble alginate in different parts of *Undaria pinnatifida*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 54, 1619-1622
 20. Fujihara, M. and Nagumo, T. (1993) An influence of the structure of alginate on the chemotactic activity of macrophages and the antitumor activity. *Carbohydr Res.* 243, 211-216
 21. Choi, J.H. and Kim, D.W. (1997) Effect of alginic acid-added functional drink (Haejomiin) in brown algae(*Undaria pinnatifida*) on obesity and biological activity of SD rats. *Korean J. Life Science*, 7, 361-370
 22. Choi, J.H. and Yu, B.P. (1996) Studies on functional property and safety of seafood. *Proceeding of International symposium on food hygiene and safety*, June 1-2, Seoul, Korea
 23. A.O.A.C. (1995) *Official methods of analysis*. 16th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D.C.
 24. Lee, S.W. and Rhee, C. (1984) The effect of water activity and temperature on the retrogradation rate of gelatinized corn starch. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 26, 370-374
 25. Levine, H. and Slade, L. (1989) Influence of the glassy and rubbery state of the thermal, mechanical, and structural properties of doughs and baked product. In *Dough Rheology and Baked Product Texture : Theory and Practice*, Faridi, H. and Faubino, J.M. (Ed), van Nostrand Reinhold AVI, N.Y., p.387-430
 26. Rosario, R.R. and Pontiveros, C.R. (1985) Retrogradation of some starch mixtures. *Starch*, 35, 86-94
 27. Choi, C.R. and Shin, M.S. (1996) Effects of sugars on the retrogradation of rice flour gels. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 904-909
 28. Oh, G.S., Kim, K., Na, H.S. and Choi, G.C. (2002) Comparison of physicochemical properties on waxy black rice and glutinous rice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 31, 12-16
 29. Kee, H.J. and Park, Y.K. (1999) Effect of seaweeds and adsorbents on volatile flavor components of onion juice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31, 1477-1483

(접수 2005년 8월 31일, 채택 2005년 11월 25일)