

잡재적 식혜원료로서 발아유색미의 특성

김석신 · 김상용* · 이원종**

가톨릭대학교 식품영양학과, 동양제과(주) 기술개발연구소, **강릉대학교 식품과학과

Characteristics of Germinated Colored Rice as a Potential Raw Material for *Sikhe*

Suk Shin Kim, Sang Yong Kim* and Won Jong Lee**

Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea

*R&D Center, Tong Yang Confectionery Co.

**Department of Food Science, Kang Nung National University

Abstract

This work was to study the possibility of using germinated colored rice as a raw material for *sikhe*. Colored rice was soaked in water at 15°C for 2 days and then germinated at 15, 20, 25 and 30°C for upto 10 days. The higher the germination temperature, the higher the germination speed, the rate of increase in α -amylase activity, and the rate of increase in extract and its sugar content. The viscosity of extract rapidly decreased first and then slightly increased during germination. The germination speed of colored rice was lower than that of brown rice at 25°C. The germinated colored rice can be used for *sikhe* not as a saccharifying agent but as a substitute for white rice for the nutritional purpose.

Key words: *sikhe*, colored rice, germination

서 론

우리나라의 고유한 전통 음료인 식혜에 대해 여러 학자에 의해 꾸준히 연구⁽¹⁻⁹⁾가 진행되어 왔다. 특히 UR협약과 WTO출범 및 IMF경제위기 등 혹독한 여건 변화에 생존하기 위해 식혜 등 전통식품의 개발연구가 절실하게 필요한 상황이다. 이러한 추세에 발맞추어 식혜가 저장유통성이 있는 가공음료 형태로 판매됨으로써 커다란 대중적 기호도를 얻은 바 있다.

그러나 식혜 자체의 기호는 당류의 단맛에 기인되기 때문에 단순한 열량원에 지나지 않는다. 따라서 현대인의 영양요구에 부응하기 위해서는 섬유질, 비타민, 미네랄, 단백질 등 영양을 강화한 식혜제품의 개발 보급이 필요하다. 이러한 관점에서 식혜의 주원료인 백미의 일부 또는 전부를 다른 재료로 대체하는 방안이 필요하다.

여러가지 대체 원료중 관심이 높은 것은 현미이며 현미에 대한 연구는 식이 섬유 함량⁽¹⁰⁾, 지질 함량⁽¹¹⁾,

비타민 및 무기질 함량⁽¹²⁾, 저장성⁽¹³⁾, 포장저장⁽¹⁴⁾, 현미 추출물의 기능성⁽¹⁵⁾, 쌀발아음료⁽¹⁶⁾, 현미의 발아특성⁽¹⁷⁾ 및 현미식혜 제조⁽¹⁸⁾ 등이 있다. 특히 이와 김⁽¹⁸⁾은 발아 현미가 보리엿기름보다 효소활성도는 낮으나 식혜 제조시 발아현미를 백미 대신 식혜 원료로 사용할 경우 현미 자체를 원료로 사용한 경우보다 당화속도가 빨랐고, 현미식혜는 백미식혜보다 밥알의 조직감은 더 떨어졌으나 향기의 강도는 더 높았으며 전체적인 기호도는 백미와 유의적인 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다.

최근 쌀을 살리기 위해 바이오테크놀로지를 활용한 벼 신품종의 육종에 힘쓴 결과 유색미(有色米)와 같은 특수미의 개발에 성공하였다⁽¹⁹⁾. 한국쌀연구회⁽¹⁹⁾에 따르면 이 유색미의 색소는 안토시아닌으로서 혈관의 노화를 방지하고 자외선 차단 효과도 있는 무공해 천연 색소로서 중요한 역할이 기대되고 있으며 이에 따라 유색미를 활용한 혈압강하 의약품 연구, 컴팩트디스크나 레이저디스크의 표면 보호 소재 또는 자외선 차단 화장품 소재 연구, 유색떡이나 赤酒 등의 개발 연구 등이 진행되고 있다.

그러나 유색미를 활용하여 영양을 강화하고 외관

Corresponding author: Suk Shin Kim, Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea, Buchon, Kyonggi-do 422-743, Korea

(색깔)을 변화시킨 새로운 식혜 제품의 개발 연구는 아직 시도된 바 없다. 본 연구팀의 예비실험 결과에 따르면 유색미 자체만을 원료로 사용할 경우 식혜의 적자색 빛깔은 좋으나 맛이 쓴 결점이 있기 때문에 백미나 현미로 식혜를 만들 때 원료의 일부로 사용할 수 있다고 판단하였으며, 또한 현미상태의 유색미는 당화속도가 백미보다 떨어지기 때문에 발아시킨 후 식혜원료로 사용함으로써 발아속도도 단축시키고 기능성물질 생성⁽¹⁵⁻¹⁶⁾도 기대해 볼 수 있다고 예상하였다.

이에따라 본 연구에서는 유색미의 활용 가능성 검토 연구의 일환으로 발아유색미를 새로운 타입의 식혜 제조를 위한 잠재적 원료로서의 가능성을 탐지하기 위해 유색미의 발아특성을 조사하고 이를 발아현미와 비교한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 쌀은 1996년산 유색미와 현미로서 농촌진흥청에서 분양받아 현미기로 왕겨를 제거한 후 사용하였다.

발아시험

유색미를 15°C의 물에 담그어 15°C의 항온기(Cold Lab Chamber KMC 1302-L, Vision Scientific Co., Ltd., Korea) 내에서 2일간 또는 수분함량이 45% 이상이 될 때까지 침지시켰다. 침지시킨 후 15, 20, 25 및 30°C의 4가지 온도조건의 항온기 내에서 어두운 상태로 일정기간(최대 10일간) 발아시켰다. 매일 일정량의 발아곡물을 취해 앞눈의 길이를 재고 발아율을 측정하였다. 발아가 끝나면 -20°C의 냉동고에서 24시간 동결시킨 후 동결건조기(Labconco Freeze Drier 5, Labconco Corp., Kansas City, MO, USA)를 사용하여 압력 100 µmHg, 응축기 온도 -50°C에서 10시간 이상 건조하여 알미늄적층 방습포장재(polyester 12 µm/aluminum foil 9 µm/nylon 15 µm/polypropylene 60 µm)에 기밀포장하여 보관하며 실험에 사용하였다.

수분함량 측정

수분함량은 AACC method 44-15A⁽²⁰⁾를 기준으로 삼아 약간 수정하여 측정하였다. 즉, 수침시킨 시료와 발아시킨 시료는 생화학적 변화를 중단시키기 위하여 일단 동결건조시켜 수분함량을 구한 다음 105°C에서 3시간 건조하여 최종 수분함량을 구하였다.

추출물 함량

동결건조한 발아유색미의 추출물 함량은 AOAC Official Method 935.30⁽²¹⁾을 약간 변형하여 측정하였다. 분쇄한 시료 20 g에 135 mL의 증류수(68°C)를 넣고 8개의 비이커가 달린 masher (Eber Bros. Metal Co., U.S.A.)를 이용하여 46°C에서 1시간 유지한 후 내용물을 20°C로 냉각한 다음 증류수를 첨가하여 내용물의 무게를 180 g으로 조절한 후 여과하였다. 여액의 비중을 20°C의 수조에서 pycnometer를 이용하여 측정 후 AOAC Official Method 970.90⁽²¹⁾의 환산표를 이용하여 P (degree Plato)를 구한 다음 다음 식에 의해 추출물 함량을 계산하였다.

$$E=P(800+M)/(100-P)$$

$$E'=100E/(100-M)$$

여기서 P=degree Plato(추출액 100 g 중의 추출물의 g 수), M=발아유색미의 수분함량(%), E=추출물 함량, E'=건물기준 추출물 함량

α-Amylase 활력 측정

곡물의 휴면상태보다 발아시 주로 생성되는 α-amylase의 활력을 당화력(diastatic power: α-amylase+β-amylase)과 구별하여 측정하기 위하여 AOAC Official Method 955.22⁽²¹⁾을 약간 변형하여 측정하였다. 예비실험 결과 유색미 추출액의 색조는 실험시 반복되는 회석단계에서 회석되어 비색관찰에 영향을 주지 않았다. 분쇄한 동결건조 발아유색미 5 g에 0.5% NaCl 용액 100 mL를 가해 30°C에서 1시간 추출한 후 여과하고 여액 10 mL를 0.5% NaCl 용액으로 100 mL로 희석한 다음 회석액 10 mL와 별도로 soluble starch를 β-amylase (α-amylase free)로 가수분해시킨 limit dextrin 용액 20 mL를 혼합한 후 20°C의 수조에 넣고 시간별로 1 mL씩 취해 묽은 요오드 용액 5 mL씩 들어 있는 비색관에 가해 α-amylase color disk와 색을 비교하여 호화소요시간을 구한 후 다음 식에 의해 α-amylase 활력을 계산하였다.

$$\alpha\text{-amylase unit (DU)}=24/(\text{엿기름 양 (g)} \times \text{호화시간 (분)})$$

여기서 DU=dextrinizing unit (호정화단위)

추출물의 점도 및 당도의 측정

위에서 얻은 추출물의 점도는 AOAC Official Method 974.07⁽²¹⁾에 의하여 증류수를 표준으로 삼아 20°C에

서 Oswald점도계로 측정하였으며 용액이 모세관을 통과하는데 걸리는 시간을 2회 반복 측정하여 centipoise (cP) 단위로 보고하였다. 추출물의 당도는 Brix 당도계 (Atago Refractometer, Japan)로 측정하였다.

결과 및 고찰

발아 중 잎눈의 성장

유색미의 발아 최적온도를 구하기 위해 15, 20, 25, 30°C의 4개 온도 조건에서 발아상태를 관찰하였고, 발아상태는 잎눈(acrospire)의 길이를 알곡 자체의 길이로 나눈 값을 기준하여 판단하였으며, 이를 김과 이⁽¹⁷⁾가 보고한 현미 발아의 최적조건인 25°C에서 발아시킨 현미의 발아상태와 비교하였다. Fig. 1에서 알 수 있듯이 온도가 오를수록 유색미의 발아속도가 빨라졌으며 발아 온도대에 따라 발아 패턴이 서로 달랐다. 즉, 15°C에서의 발아속도가 저속패턴인데 비해 25~30°C에서의 발아속도는 고속패턴이었으며 20°C의 경우는 중간속도 패턴을 보여 주었다. 이러한 경향은 김과 이⁽¹⁷⁾가 보고한 현미의 경우와 비슷하였으나 동일한 25°C 발아온도에서는 유색미의 발아가 현미보다 왕성하지 못한 것으로 나타났다. 여러 온도조건 중 25~30°C의 경우 2일-4일 사이에 잎눈의 길이가 알곡 길이보다 길어지기 시작하므로 실제작업시 현실성이 있는 작업조건이라 판단되었다. 다만 30°C의 경우 발아 중에 곰팡이 번식의 우려가 있으며 종자를 소독하더라

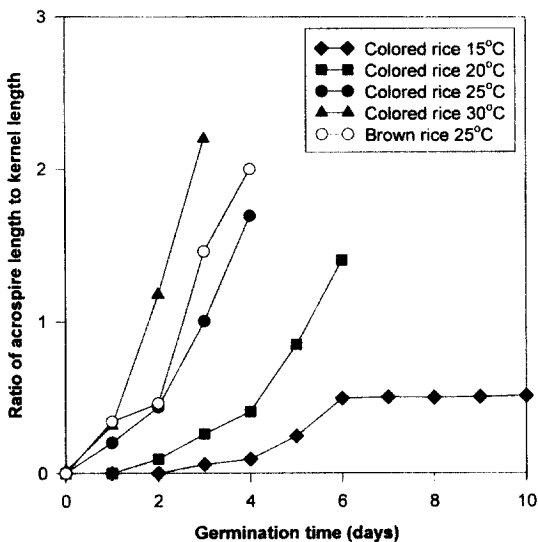


Fig. 1. Growth of acrospire relative to the kernel length of colored rice germinated at 15, 20, 25 and 30°C as compared with brown rice germinated at 25°C.

도 변질가능성이 여전히 남아 있기 때문에 발아시킨 현미나 벼를 식용할 경우 30°C보다는 25°C가 적합한 발아 조건이라 판단하였다. 이 조건은 최근 김과 이⁽¹⁷⁾가 보고한 현미의 경우와 비슷한 조건이고 이와 김등⁽¹⁸⁾이 벼의 발아 중 생리활성물질 생성에 적합한 최적발아 온도를 27°C로 보고한 것과도 유사하였다.

발아 중 α -amylase 활성의 변화

일반적으로 곡물의 발아 중 α -amylase 활성이 급격히 증가하는 것으로 알려져 있어 발아온도에 따른 유색미의 α -amylase 활성 변화를 날짜별로 조사하여 25°C에서 발아시킨 현미의 경우와 비교하여 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2에서 쉽게 알 수 있듯이 유색미의 α -amylase 활성 변화는 Fig. 1의 잎눈의 성장과 거의 유사한 15~20°C의 저속패턴과 25~30°C의 고속패턴을 보였으며 이 경향 역시 김과 이⁽¹⁷⁾가 보고한 현미의 경우와 유사하였다. 동일한 25°C의 발아조건에서 유색미의 α -amylase 활성 증가는 현미의 경우보다 왕성하지 않은 것으로 나타났다. 따라서 유색미 엿기름은 당화를 위한 엿기름 용도로는 쓸 수 없으나 유색미 자체 전분의 액화나 나아가 당화를 촉진시킬 수 있으므로 유색미 식혜 제조시 당화 속도의 촉진과 유색미 조직의 연화에 도움이 되리라 예상되었다.

발아 중 추출물의 함량, 당도 및 점도의 변화

발아 중 유색미의 추출물 함량의 변화를 Fig. 3에 나

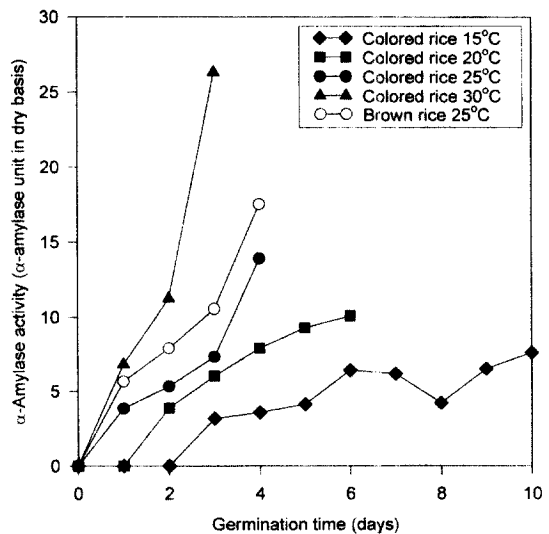


Fig. 2. Changes in α -amylase activity of colored rice germinated at 15, 20, 25 and 30°C as compared with brown rice germinated at 25°C.

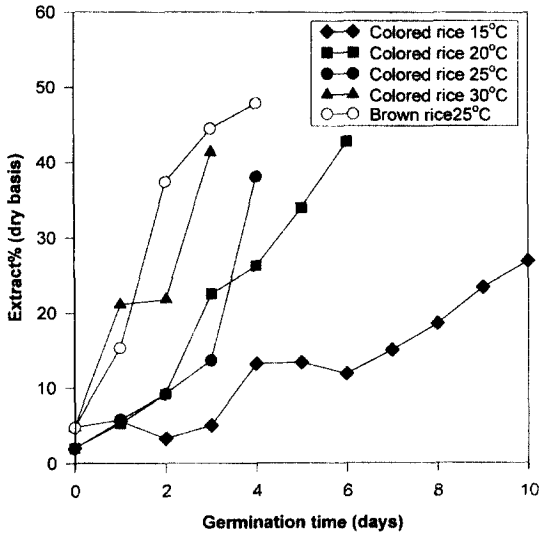


Fig. 3. Changes in extract% of colored rice germinated at 15, 20, 25 and 30°C as compared with brown rice germinated at 25°C.

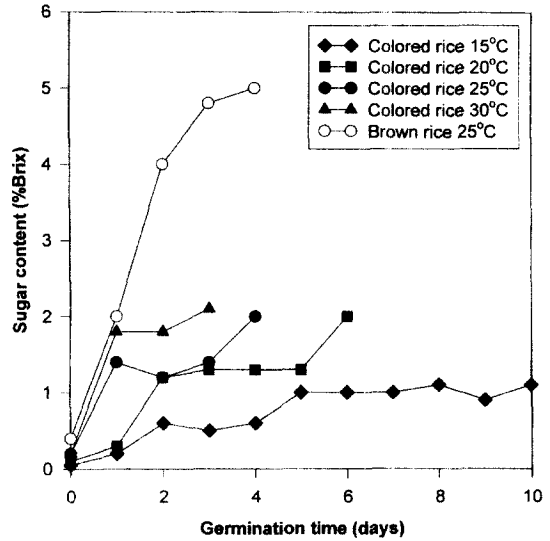


Fig. 4. Changes in sugar content of colored rice germinated at 15, 20, 25 and 30°C as compared with brown rice germinated at 25°C.

타내었다. Fig. 3에서 알 수 있듯이 온도가 오를수록 추출물 함량 증가 속도가 빨랐으나 25°C의 발아조건에서 현미의 추출물 증가속도보다 느린 것으로 나타났다. 따라서 발아 유색미를 보리 엿기름 대응으로는 쓸 수 없지만 발아 유색미를 발아시키지 않은 유색미 대신 식혜원료로 사용할 경우 당화속도도 빨라지고 식혜 발효후 곡물 알갱이의 조직감도 백미식혜처럼 부드러워지리라 예측된다.

발아 중 유색미의 당함량의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4에서 알 수 있듯이 유색미의 당함량 변화는 Fig. 3의 추출물함량 변화와 거의 유사한 패턴을 보였다. 또한 25°C의 발아조건에서 발아 유색미의 당함량은 현미의 경우⁽¹⁷⁾보다 낮은 것으로 나타났다. 이로부터 발아 유색미를 식혜원료로 사용할 경우 앞의 추출물의 경우처럼 식혜의 당화속도 증대나 식혜 발효 후 곡물 알갱이의 조직 연화 효과를 기대할 수 있다고 판단되었다.

유색미의 발아기간별 발아추출물의 점도를 관찰한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. Fig. 5에서 알 수 있듯이 발아기간이 경과함에 따라 추출물의 점도가 낮아지다가 다소 증가하는 상태를 보였는데 초기에 점도가 감소하는 것은 전분의 액화에, 그 후 점도가 증가하는 것은 당의 형성에 기인되는 것으로 판단되었다. 동일한 25°C 조건에서는 유색미나 현미의 추출물 점도 변화는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

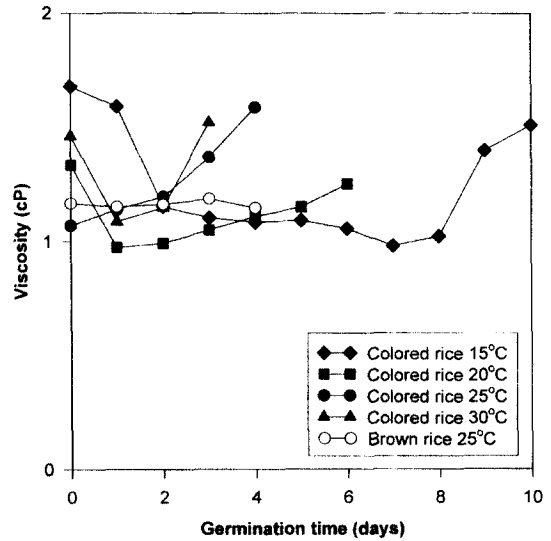


Fig. 5. Changes in viscosity of colored rice germinated at 15, 20, 25 and 30°C as compared with brown rice germinated at 25°C.

요 약

식혜원료로의 활용가능성 검토를 위해 유색미를 15°C에서 2일간 침지한 후 15, 20, 25, 30°C에서 최대 10일간 발아시키면서 잎눈의 성장, α-amylase의 활성, 추출물의 함량, 당도, 및 점도를 관찰하였다. 발아온도

가 높을수록 유색미의 발아속도, α -amylase의 활성 증가 속도, 추출물의 함량 및 그 당도 증가 속도 모두 빨라졌으며, 추출물의 점도는 발아일수 경과에 따라 먼저 감소하다가 그 후 증가하는 경향을 보였다. 동일한 25°C 조건에서 유색미는 현미보다 발아가 왕성하지 못한 것으로 나타났으나, 식혜제조시 발아 유색미를 원료로 사용할 경우 유색미 자체를 원료로 사용한 경우보다 당화속도도 빠르고 당화 후 곡물 알갱이의 물성도 백미처럼 부드러울 수 있으리라 예상되었다.

감사의 글

본 연구는 1997년도 가톨릭대학교 교비연구비에 의해 수행된 연구결과의 일부이며 연구비지원에 감사드립니다.

문헌

1. Cho, S.O.: The effects of degree of germination of barley, soaking time of malt powder, variety of rice and cooking methods on the quality of *sikhe* (in Korean). *J. Korean Home Economics Association*, **21**, 79-85 (1983)
2. Nam, S.J. and Kim, K.O.: Characteristics *sikhe* made with different amount of cooked rice and malt with different sweeteners (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 197-202 (1989)
3. Moon, S.J. and Cho, H.J.: A scientific study on *sikhe* (in Korean). *J. Korean Home Economics Association*, **16**, 43-49 (1978)
4. Lee, H.J. and Jun, H.J.: A study on the making of *sikhe* (in Korean). *J. Korean Home Economics Association*, **14**, 685-693 (1976)
5. Kim, B.S., Lee, T.S. and Lee, M.W.: Changes of component in *sikhe* during saccharification (in Korean). *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, **12**, 125-129 (1984)
6. Choi, C., Seog, H.M., Lim, S.I., Lee, W.J. and Cho, Y. J.: Studies on the storage stability of traditional Andong *sikhe* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 546-553 (1990)
7. Choi, C., Lim, S.I. and Seog, H.M.: Changes in composition during aging of traditional Andong *sikhe* (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **20**, 381-387 (1991)
8. Choi, C. and Son, G.M.: A study on the preparation of traditional Andong *sikhe* with lactic acid bacteria (in Korean). *Korean J. Dietary Culture*, **7**, 259-270 (1992)
9. Yook, C. and Cho, S.C.: Application of heat/moisture-treated rices for *sikhe* preparation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1119-1125 (1996)
10. Lee, H.J., Byun, S.M. and Kim, H.S.: Studies on the dietary fiber of brown rice and milled rice (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 576-584 (1988)
11. Lee, H.J., Lee, H.J., Byun, S.M. and Kim, H.S.: Studies on the polar lipids composition in brown rice and milled rice (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 262-268 (1988)
12. Kim, S.K. and Cheigh, H.S.: Radial distribution of calcium, phosphorus, iron, thiamin and riboflavin in the degermed brown rice kernel (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **11**, 122-125 (1979)
13. Shin, M.G., Min, B.K. and Kim, D.C.: Changes in quality characteristics of brown rice during storage (in Korean). *Korean Soc. Food Nutr.*, **20**, 276-280 (1991)
14. Han, J.G., Kim, K., Kang, K.J. and Kim, S.K.: Shelf-life prediction of brown rice in laminated pouch by n-hexanal and fatty acids during storage (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 897-903 (1996)
15. Chun, H.S., Kim, I.H. and Kim, H.J.: Effect of brown rice extract on mitomycin C-induced chromosome aberration in cultured CHL cells (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 1003-1007 (1995)
16. Kim, H.J., Chun, H.S. and Lee, S.H.: Optimization of germinated rice beverage production (in Korean). *Food Sci. Industry*, **28**(2), 61-61 (1995)
17. Kim, S.S. and Lee, W.J.: Characteristics of germinated rice as a potential raw material for *sikhe* production (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 101-106 (1997)
18. Lee, W.J. and Kim, S.S.: Preparation of *sikhe* with brown rice (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 146-150 (1998)
19. Korea Rice Technical Working Group: *Symposium Series No. 1* (in Korean), p.1-1 (1996)
20. American Association of Cereal Chemists, Inc.: *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist*. 8th ed., St. Paul, Minnesota, USA (1983)
21. AOAC International: *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 16th ed., Aelington, Virginia, USA (1995)

(1998년 3월 13일 접수)