

Extrusion Cooking 처리가 米糠에 함유하는 비타민의 잔존율에 미치는 영향

金福男 · 崔弘植* · 李圭漢

檀國大學校 食品營養學科 · *釜山大學校 食品營養學科

Vitamin Retention in Rice Bran during Extrusion Cooking

Bok-Nam Kim, Hong-Sik Cheigh* and Kyu-Han Lee

Departments of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul and

*Pusan University, Pusan

Abstract

Vitamin retention in rice bran during the extrusion cooking adapted for the rice bran stabilization was studied. The rice bran of different moisture content (9.5% and 15.6%) were extruded with cooking extruder (screw dia: 100mm, screw rpm:900, L/D ratio:10.0) under the given conditions of specific power consumption (42.1 - 67.9 W/Kg) and extrusion temperatures (99-135°C). The affected retention rates of thiamine, riboflavin and niacin in extruded rice bran were determined. The extruded rice bran with higher moisture level had a lower or similar vitamin retention rate at lower specific power consumption and extrusion temperatures, relatively. The vitamin retention in extruded rice bran with the same moisture level were gradually decreased by the increased specific power consumption and extrusion temperatures. The vitamin retention of rice bran during the extrusion cooking for the rice bran stabilization were observed as 89.9 - 97.0% for thiamin, 83.4 - 97.3% for riboflavin and 94.0 - 97.7% for niacin, respectively.

서 론

미강(米糠)은 현미를 백미로 도정하는 공정에서 분리되는 것으로 도정도에 따라 6~9% 정도가 부산물로 생산된다.¹⁾ 미강은 단백질, 유지 및 무기질이 비교적 많이 함유되어 있어 식용 또는 사료로써 이용될 수 있다. 뿐만 아니라, 미강에는 도정된 백미에 부족되기 쉬운 vitamin인 thiamine, riboflavin, niacin 등이 함유되어 있어 vitamin B군의 공급원으로 알려져 있다^(1,2). 미강은 이와 같이 각종 영양성분이 함유되어 있는 중요한 식량자원임에도 불구하고, 저장중 함유 유지의 변패, flavor의 변화 및 미세 미강입자에 의한 유지추출효율 저하로 인하여 식량으로 이용하는데 문제점이 되고 있으며, 이 가운데 함유 유지의 변패는 가장 큰 문제점으로 지적되고 있다.^{3,4)} 그러므로 미강을 효과적으로 이용하기 위해서는 변패원인을 제거할 수 있는 안정화 처리 및 미강내의 vitamin을 최대한 이용할 수 있는 연구가 필요하다^(5,6).

최근 개발되고 있는 extrusion cooking(압출가공) 처리는 순간 고온 공정으로서, 저장중 변패 방지 및 미세 미강입자가 안고 있던 추출상의 난점을 해결하는 등 실용적인 방법으로 알려져 있다^(1,8-10). 그러나 extrusion

cooking 처리에 의한 vitamin의 안정성, 즉, vitamin (thiamin, riboflavin, niacin)의 잔존율에 대하여서는 보고된 바가 없어 이에 대해 연구 고찰한 결과를 발표하는 바이다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용된 미강은 현미 (*Japonica* type)를 9분도 도정하여 얻는 것으로 성분 함량은 Table I과 같다. 또한 Horbat Mixer(The Horbat Mfg Co., USA)에서 교반하면서 시료 1kg당 72.2ml씩 물을 분무하여 50분간 혼합한 후 이를 10kg들이의 polyethylene film bag에 넣어 밀봉한 다음 냉장고(5°C)에서 48시간 방치하여 수분이 평형에 도달하도록 한 뒤, 수분함량이 15.59%의 시료(W 시료)를 조제 하였고, 이를 수분함량 9.50%되는 시료(D 시료)와 함께 실험 재료로 사용하였다.

미강의 Extrusion cooking(안정화 처리) 방법

Extrusion cooking 처리

본 실험에 사용된 extrusion cooking 처리 장치는 한

Table 1. Approximate composition and the content of selected vitamins in rice bran*

Components	Content ^b
Crude fat (%)	20.42
Crude protein (%)	16.0
Crude fiber (%)	8.5
Ash (%)	8.7
Nitrogen free extracts (%)	40.0
Thimaine (μg/g)	35.44
Riboflavin (μg/g)	11.65
Niacin (μg/g)	451.60

* Moisture content of rice bran is 9.5%

^b Expressed as dry basis

국과학기술원(서울)에서 개발 제작된 미강 안정화 처리기(Rice bran stabilizer; Model KIST-05030-100)로써(Fig. 1참조), 기계 장치의 특징은 feed hopper 내의 feed screw에 의해 원료 미강이 hopper로부터 barrel 내부로 강제 투입이 가능하였으며, feed screw 회전속도에 따라 원료 투입량을 조절할 수 있었다. 그리고 main screw의 회전속도는 900 rpm이었으며, extrusion 온도는 원료 투입량과 die hole의 갯수에 따라 조절이 가능하였다.

나. 미강의 extrusion cooking 처리 방법

Extrusion die hole은 3개, 6개, 12개로, 처리량은 100~400 kg/hr, feed screw speed는 37~150 rpm으로 하여, D시료 6가지 및 W시료 4가지를 각각 조제하였다(Table 2참조).

Vitamin성분의 분석방법

Thiamin, riboflavin 및 niacin의 분석은 AVA의 Vitamin Assay법⁽¹²⁾과 AACC법⁽¹¹⁾에 준하였다.

Table 2. Extrusion cooking condition of rice bran

Sample	Initial moisture content (%)	Screw speed (rpm)	Feeding rate(Kg/hr)	Number of die hole ^a
D-1	9.50	37	100	6
D-2	"	37	100	12
D-3	"	55	150	6
D-4	"	55	150	12
D-5	"	75	200	6
D-6	"	75	200	12
W-1	15.59	150	400	3
W-2	"	75	200	3
W-3	"	150	400	3
W-4	"	75	200	3

^a Inner diameter of die hole is 3mm.

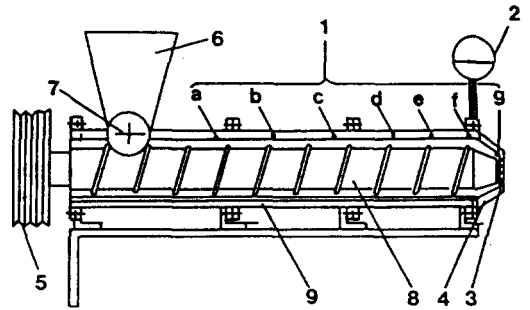


Fig. 1. Schematic diagram and major elements of KIST type extrusion cooking-rice bran stabilizer
 1: thermocouples (a-g), 2: Pressure gauge, 3: die hole, 4: die plate, 5: pulley, 6: feed hopper, 7: feed screw, 8: main screw, 9: barrel

Peroxidase 활성 측정방법

미강내의 peroxidase의 활성은 Putter법⁽¹³⁾에 준하여 실시하였다.

결과 및 고찰

Extrusion 처리에 따른 미강의 물리화학적 특성변화

Extrusion 처리에 따른 주요 미강의 물리화학적 특성(수분, 용적밀도, peroxidase 활성등)은 Table 3과 같다.

처리별 전력소모는 D시료의 경우 57.7~67.9 W/kg, W시료의 경우 42.1~47.8 W/kg이며, 처리별 온도는 D시료의 경우 120~135°C, W시료의 경우 99~114°C로써 수분함량이 적은 시료가 온도처리를 높게 받았으며, 온도가 높아질수록 전력소모량이 컸다. 처리후 미강의 수분함량은 D시료의 경우 약 0.19~1.13%, W시료의 경우 약 1.27~2.32%가 감소 하였으며, 처리온도가 높을수

Table 3. Specific power consumption, temperature of extrusion and physico-chemical characteristics of extruded bran (Stabilized bran)

Extruded Bran	Specific power consumption (W/kg)	Extrusion temperature ^{a)} (°C)	Moisture content (%)	Bulk density ^{b)} (g/ml)	Peroxidase activity ^{c)} (%)
D-1	67.9	135	8.68	0.492	9.26
D-2	62.8	132	9.05	0.496	—
D-3	63.1	130	9.11	0.506	6.74
D-4	58.6	123	9.20	0.501	—
D-5	62.4	127	8.37	0.481	13.90
D-6	57.7	120	9.31	0.490	—
W-1	42.1	99	14.32	0.531	10.5
W-2	43.8	114	13.27	0.511	8.4
W-3	47.8	106	13.58	0.530	—
W-4	46.9	111	13.47	0.505	3.1

a) At the die hole of die plate

b) Bulk density of raw bran is 0.331 for sample D and 0.351 for sample W, respectively.

c) Peroxidase activity is expressed as relative value of raw rice bran (100%)

특 수분함량이 낮아졌다. 처리미강의 밀도는 D시료의 경우 0.481~0.506g/ml이며, W시료의 경우 0.505~0.531g/ml로써 처리미강은 원료미강의 용적밀도 보다 큰 용적밀도를 나타내었다. 한편 peroxidase 잔존활성은 D시료의 경우 6.74~13.90%, W시료의 경우 3.10~10.50%로써 미강의 peroxidase 잔존활성도가 낮아졌다. 이와같이 미강내의 수분함량을 줄이며, 용적밀도를 높이고, 함유요소를 불활성화 시키므로써 미강을 안정화시키고 있다^(1,2).

Extrusion cooking 처리에 따른 미강의 thiamine 및 riboflavin의 잔존율

전력소모량 및 온도가 증가함에 따른 미강의 thiamine 잔존율은 D시료의 경우 97.02~91.02%로, W시료의 경우 96.0~89.9%로 모두 직선적으로 감소하는 경향이 나타났으며, 전력소모량 증가에 따른 잔존율 변화 slope 및 각 값들의 상관계수는 Fig. 2와 같이 W시료가 높은 경향을 보였다. 온도의 증가에 따른 잔존율 변화 slope 및 각 값들의 상관계수는 Fig. 3과 같으며 W시료가 높은 경향을 보였다. 이는 Brabender plasticorder를 사용한 extrusion cooking시 옥수수 가루의 thiamine 잔존율에 대한 보고와⁽¹⁴⁾ 비슷한 양상을 나타내고 있다. 그리고 시료의 thiamine의 농도가 높을수록 열처리에 대한 thiamine 잔존율이 높게 나타났다.¹⁵⁾ 한편, 전력소모량 및 온도가 증가함에 따른 미강의 riboflavin 잔존율은 D시료의 경우 88.79~84.87%로, W시료의 경우 97.27~83.4%로 모두 직선적으로 감소하는 경향이 나타났으며, 전력소모량

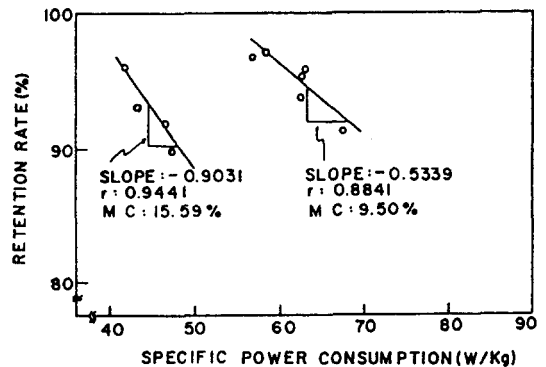


Fig. 2. Thiamine retention in rice bran during the extrusion cooking as a function of specific power consumption. (r: correlation coefficient, MC: Moisture content)

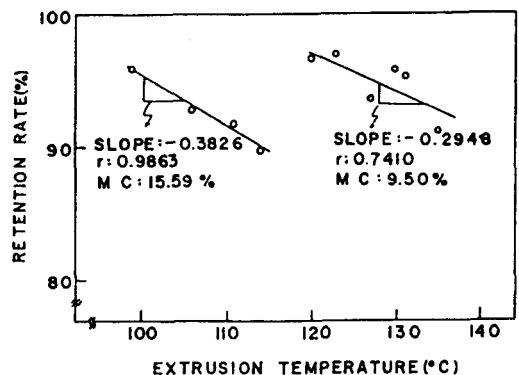


Fig. 3. Thiamine retention in rice bran during the extrusion cooking as a function of extrusion temperatures. (The abbreviations are as in Fig. 2)

증가에 따른 잔존율 변화 slope 및 각 값들의 상관계수는 Fig. 4와 같이 W시료가 높은 경향을 보였다. 온도의 증가에 따른 잔존율 변화 slope 및 각 값들의 상관계수는 Fig. 5와 같으며, D시료가 다소 높은 경향을 보였다. 이는 Brabender plasticorder를 사용하여 옥수수 가루의 riboflavin 잔존율에 의한 연구⁽¹⁰⁾와 유사하게 나타났다. 즉, 원료 수분함량이 많을수록 파괴율이 크며 전력소모량 증가 및 온도의 증가에 따라 잔존율이 저하되었다.

Extrusion cooking 처리에 따른 미강의 niacin 잔존율 전력소모량 및 온도가 증가함에 따른 미강의 niacin 잔존율은 D시료의 경우 95.66~93.97%로 W시료의 경우 97.66~95.44%로 모두 직선적으로 감소하는 경향이 나타났다. 그리고 전력소모량 증가에 따른 잔존율 변화 slope 및 각 값들의 상관계수는 Fig. 6과 같으며 W시료가 높은 경향을 보였다. 온도의 증가에 따른 잔존율 변화 slope 및 각 값들의 상관계수는 Fig. 7과 같으며, W

시료가 높은 경향을 보였다. 미강의 압출가공에 의한 niacin 파괴에 대한 연구 보고는 없는 듯 하며 다만 증숙 열처리 결과 niacin 잔존율은 55.1~86.7%로 나타나고 있다⁽⁷⁾. 그러나 본 연구에 있어서 주어진 extrusion cooking 처리조건에서의 niacin 잔존율은 94% 이상의 잔존율을 보여 대단히 높은 잔존율을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

요 약

미강(쌀겨)의 유지, 단백질 및 vitamin을 효과적으로 활용하기 위한 연구로서, 미강(수분함량 9.5% 및 15.6%)을 extrusion cooking 처리장치로서 주어진 specific power consumption (42.1~67.9w/kg 범위) 및 extrusion temperature (99~135°C 범위)의 조건에서 extrusion cooking 하여, 미강이 함유하고 있는 thiamine, riboflavin 및 niacin의 잔존율에 관하여 연구한 결과를 요약

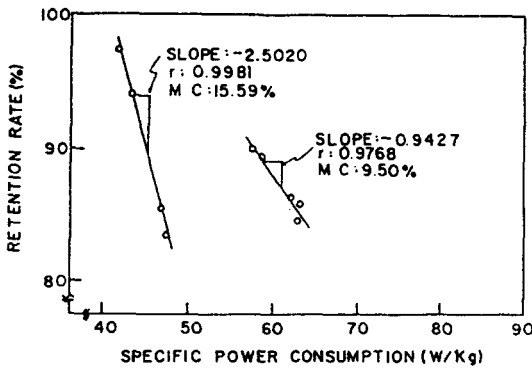


Fig. 4. Riboflavin retention in rice bran during the extrusion cooking as a function of specific power consumption. (The abbreviations are as in Fig. 2)

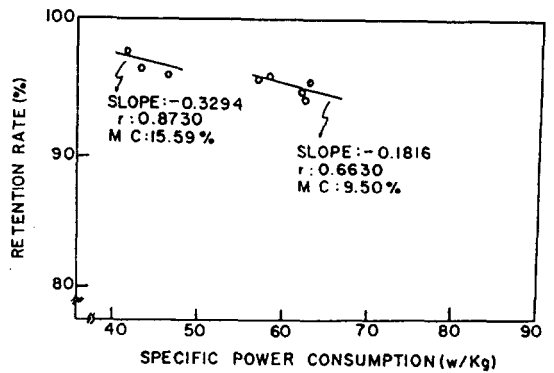


Fig. 6. Niacin retention in rice bran during the extrusion cooking as a function of specific power consumption. (The abbreviations are as in Fig. 2)

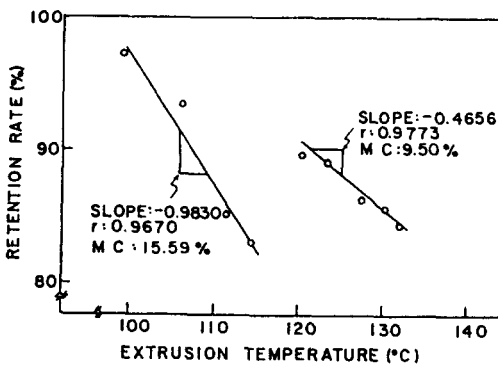


Fig. 5. Riboflavin retention in rice bran during the extrusion cooking as a function of extrusion temperatures. (The abbreviations are as in Fig. 2)

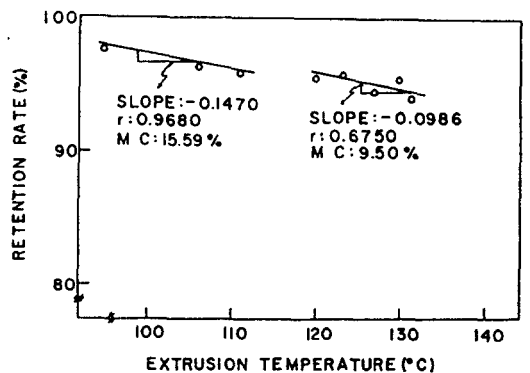


Fig. 7. Niacin retention in rice bran during the extrusion cooking as a function of extrusion temperatures. (The abbreviations are as in Fig. 2)

하면 다음과 같다.

미강에 함유되어 있는 thiamine, riboflavin 및 niacin의 잔존율은 extrusion cooking 처리시의 원료수분함량에 영향을 받으며, 수분함량이 많으면 적은 specific power consumption 및 낮은 extrusion temperature에서도 이들 vitamin의 파괴현상이 더 일어난다. 동등한 수분함량의 원료미강을 extrusion cooking 처리할 때, specific power consumption이 커질수록 그리고 extrusion temperature가 높을수록 이들 vitamin의 잔존율이 저하된다. 그리고 전extrusion cooking 조건에서 thiamine은 89.9~97.0%, riboflavin은 83.4~97.3%, niacin은 94.0%, riboflavin은 83.4%~97.3% 그리고 niacin은 94.0~97.7%의 잔존율을 보이므로써, 전반적으로 순간고온압출공정인 extrusion cooking이, 가열처리보다 높은 vitamin 잔존율을 나타내고 있었다.

사 의

본연구의 진행에 여러가지 도움을 주신 한국과학기술원 김철진·김동철 두 연구원께 깊은 감사의 뜻을 표합니다.

문 헌

1. Cheigh, H.S. and Kim, C.J.: *Korean J. of Food Sci. & Technol.*, **16**(1), 37 (1984)
2. Cheigh, H.S.: Workshop on Food Security through the Improvement of Agricultural Marketing in Korea,

- ORD, Suwon, Korea (1981).
3. Desikachar, H.S.R. and Parpia, H.A.B.: 5th World Cereal and Bread Congress, Dresden, G.D.R. (1970)
4. Funatsu, M.: *Agr. Biol. Chem.*, **35**, 734 (1971)
5. 최홍식 : 식품공업, **55**, 13(1980)
6. Virakatamath, C.S. and Desikachar, H.S.R.: *J. Food Sci. & Technol. (Indian)*, **8**, 70 (1970)
7. Kik, M.C. and Williams, R.R.: *Nat. Res. Council. Bill. No. 112, Washington, D.C.* (1972)
8. Cheigh, H.S., Kim, C.J. and Kim, D.C.: *8th ASEAN Workshop on Extruder Technology, Bangkok, Thailand*, p. 84 (1980)
9. Williams, M. and Baer, S.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **42**, 151 (1965)
10. Lin, S.H.C. and Cater, C.M.: *Publication of Food Protein R & D Center*, Texas A & M University, (1976)
11. Am. Assoc. Cereal Chem.: *Cereal Laboratory Methods*, 7th ed., St. Paul. (1967)
12. Assoc. of Vitamin Chem.: *Method of Vitamin Assay*, 3rd ed., Intescience Publ., New York (1966)
13. Putter, J.: "Peroxidase" in *Methods Enzymatic Analysis*, Bergmeyer, Academic Press, Inc., New York, Vol. 3, p. 685 (1974)
14. Beetner, G., Taso, T., Frey, A., and Harper, J.: *J. Food Science*, **39**, 207 (1974)
15. Meintire F.C., and Forst, D.V.: *J. Am. Chem. Soc.* **66**, 1317 (1944)

(1986년 2월 14일접수)