



동결건조 낫토를 첨가한 영양바의 품질특성

김경희¹ · 김예린² · 김수아² · 한태인² · 박노동³ · 홍경덕³ · 황상덕³ · 용주선³ · 김재숙^{4,*}
¹목포대학교 생활과학연구소, ²목포대학교 식품영양학과, ³해남자연농업영농조합법인, ⁴건강식문화연구소

Quality Characteristics of Nutritional Bar Supplemented with Freeze-Dried Natto

Kyung-hee Kim¹, Ye-Rin Kim², Su-A Kim², Tae-In Han², Ro-Dong Park³, Gyung-Deok Hong³,
Sang-Duk Hwang³, Ju-Sun Yong³, Jae-Suk Kim^{4,*}

¹Research Institute of Human Ecology, Mokpo National University

²Department of Food & Nutrition, Mokpo National University

³Haenam Natural Farming Association Corporation, Myungjung

⁴Health & Food culture institute

Abstract

This study evaluated the color, DPPH radical activity, and sensory characteristics of nutritional bars supplemented with varying concentrations (0, 2.5, 5, and 7.5%) of freeze-dried Natto. An inconsistent pattern was observed for the L value, whereas both a and b values increased significantly up to 5% addition of freeze-dried Natto. The DPPH free radical scavenging activity of nutritional bars supplemented with 0, 2.5, 5, and 7.5% freeze-dried Natto were determined to be 59.54, 59.70, 44.85, and 55.07%, respectively. The appearance, color, taste, texture, and overall preference of nutritional bars supplemented with freeze-dried Natto showed significant differences between the samples. The overall preference of the nutrient bar was highest at 6.08 points, determined for the 2.5% Natto supplemented bar. The quality characteristics of the 2.5% added samples exhibited significantly higher values as compared to the controls, thereby indicating the potential of development in health-functional cereal bars.

Key Words : Freeze-dried natto, nutritional bar, DPPH, sensory evaluations

1. 서 론

생활수준 향상, 건강에 대한 관심의 증가 등으로 인한 식 소비문화의 변화로 건강지향적인 식생활을 추구하는 경향을 보인다. 이에 기존 제품에 생리활성 기능성 소재를 첨가하여 개발한 건강 기능성 식품의 연구가 다양하게 이루어지고 있다. 특히, 식생활의 간편화, 고급화 지향 경향이 나타나며 다양한 기능성 물질을 첨가한 제과, 제빵 제품 개발에 대한 관심이 증대되며 파래가루를 첨가한 절편의 품질특성(Lee 2018), 쌀된장분말을 첨가한 쿠키의 품질특성(Yoon et al. 2005), 찹보리 분말을 첨가한 식빵의 레올로지 및 품질 특성(Jeong & Ji 2013) 등과 같은 연구들이 지속적으로 보고되고 있다.

다양한 생리활성을 가진 물질 중 낫토는 대두를 낫토균을 이용해 발효시킨 식품으로서 점도가 높고 실처럼 길게 늘어나는 특징을 가지고 있으며, 단백질이 풍부한 낫토는 미소와

함께 좋은 영양 공급원으로 일본 간코와 동북 지방에서 섭취량이 높은 식품입니다. 낫토균이라고 불리는 바실러스균(*Bacillus subtilis* var. natto)은 낫토를 생산하는데 필요한 박테리아로 콩에 첨가되면서 미네랄, 비타민, 식이섬유와 같은 다양한 영양소들을 생산하는 역할을 함으로써 건강기능성 식품으로 선호하는 식품이다(Sato et al. 2001; Lim 2002).

실제 낫토를 제조하는 과정에서 단백질 펩타이드와 아미노산의 변화에 대한 연구가 보고됨과 아울러 그 발효과정에서 생성되는 효소 중 혈전증을 예방이나 치료할 수 있는 낫토키나제가 발견되기도 했으며, Ehrlich 암세포를 피하주사로 이식한 마우스 모델에 낫토를 주입하였을 때 마우스의 생육에는 해를 입히지 않으면서도 암종이 작아지거나 소멸한 것이 확인되기도 했다(Sumi et al. 1987; Kim et al. 1995; Park 2009).

낫토는 소화율이 높고 식물성 단백질 특유의 아미노산 비타민 B₁, B₂, B₁₂ 비타민 E, K를 비롯 특히 비타민 K의 생

*Corresponding author: Jaesuk Kim, Adjunct Professor, Division of Food and Nutrition, Chonnam National University, Gwangju 61186, Republic of Korea
Tel: +82-62-367-0222 Fax: +82-62-367-0223 E-mail: monamikjss@gmail.com

리작용이 관심의 대상이 되고 있는데 이것은 고혈압, 당뇨병에 좋다는 연구결과가 보고되었고, 콜레스테롤이 전혀 없고 장내 병원균의 번식을 억제하며 항암효과를 가진다고 보고되었다(Ju 1991).

낫토에는 바나나의 4배, 고구마의 7배에 달하는 식이섬유와 1g당 약 7억 마리 이상의 유익균(바실러스균)을 함유하고 있기 때문에, 다이어트에 관심이 많은 젊은층에게 다이어트 식단으로 많이 이용되고 있는 실정이다.

혈전용해작용을 하는 낫토키나아제와 생활습관병이나 노화를 억제하는 polyamine이 함유되어 있어 일본에서 기능성 식품으로 인식되어 있는 전통음식인 낫토는 뇌졸중, 심근경색, 혈전증 등 심혈관 질환에 도움을 주고, 소화흡수율을 높이고 장내 생존율이 높으며 정장작용을 하며 피로해소에 좋은 식품이다(Milner & Makise 2002; Lee et al. 2005).

본 연구에서는 낫토 특유의 색과 향이 영양바의 기호성을 높이고, 다양한 제품의 개발로 가공식품의 확대와 지역의 특산물 소재를 활용하여 특화된 영양바 제품의 개발로 지역 활성화에 도움이 되고자 한다. 또한, 연구에서 나타난 결과를 기초로 하여 다른 종류의 제과류 제품 개발에도 도움을 주고자 하는데 목적이 있다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 재료

본 실험에서 사용한 낫토는 (주)명정식품에서 제조하여 -65°C에서 동결시킨 후 동결건조기(FDTc bulk tray type GMP clean room, operon, gimpo, Korea)를 이용하여 약 80시간 동안 건조시킨 다음 시료로 이용하였다.

영양바를 제조의 주재료인 현미 구운 쌀(berryhankwa, ssalkwabang, gochang, Korea), 아몬드(KumhoFD, Gangnam, Korea), 호박씨(KumhoFD, Gangnam, Korea), 해바라기씨(KumhoFD, Gangnam, Korea), 호두(Crefood, gunpo, Korea), 캐슈넛(KumhoFD, Gangnam, Korea), 건블루베리(KumhoFD, Gangnam, Korea), 건크랜베리(Sominternational, Yongin, Korea), 캐슈넛(KumhoFD, Gangnam, Korea)과 시럽의 재료인 조청(Chungjungwon, Osan, Korea), 설탕(Jeil Jedang, Incheon, Korea), 유자차(Damter, Pocheon, Korea), 소금(Jeil Jedang, Shinan, Korea), 식용유(Haepyo, Incheon, Korea)는 대형마트에서 구매하였다.

2. 영양바의 색도

영양바의 색도는 색차계(CM-3500d, Konica minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 분쇄한 시료 10g을 petri dish에 담아 L (명도, lightness), a (적색도, redness), b (황색도, yellowness) 값을 측정하여 나타내었고, 이 때 사용한 표준 백색판(Standard plate) 값은 각각 L=99.03, a=-0.19, b=-0.29이었다.

3. 영양바의 DPPH 라디칼 소거능

낫토 영양바의 DPPH 라디칼 소거능은 Joo & Choi (2016)의 방법을 참고하여 측정하였다. 시료를 분쇄기(Shinil, SMX-350SKH)에 분쇄 시킨 후 1g에 ethanol 9 mL를 가하여 shaking incubator (Labtech, LSI-3016R)에서 추출(25°C, 16시간, 200 rpm)한 여과액을 실험에 사용하였다. 영양바 추출물의 농도별 시험용액 40 µL에 0.1 mM DPPH solution (Sigma, D-9132) 160 µL를 가하여 상온에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도(Biotek, PowerWave XS)를 측정하였다. 각 실험은 3회 반복 측정하여 평균과 표준편차로 나타내었고, DPPH 라디칼 소거능은 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{무처리구의 흡광도}}\right) \times 100$$

4. 관능검사

관능검사는 목포대학교 생명윤리심의위원회의 승인을 받아(승인번호MNUIRB-20190904-SB-010-02) 진행하였다. 낫토영양바의 관능평가를 하기 위해 25명의 panel을 구성하여 검사방법과 평가특성에 대해 충분히 교육시킨 후 검사를 실시하였다. 시료는 영양바를 가로 3 cm, 세로 3 cm, 높이 1.5 cm의 일정한 크기로 제공하였으며, 시료의 기호도를 7점 척도법(1점: 아주 나쁘다/아주 약하다, 7점: 아주 좋다/아주 강하다)으로 평가하였다. 영양바의 기호도의 평가항목으로 전반적인 기호도(overall preference), 외관(appearance), 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 조직감(texture)을 측정하였다.

5. 통계처리

낫토 영양바의 실험결과는 SPSS statistics (ver. 21.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 각 시료의 평균과 표준편차로 나타내었다. 각 처리군 간 유의적 차이(p<0.05)를 검증하기 위해 분산분석(ANOVA test)을 실시하였으며, 사후검정으로 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 영양바의 제조

동결건조 낫토를 첨가한 영양바의 배합 비율은 <Table 1>에 나타난 바와 같이 사용하였으며, 수 차례의 예비실험을 거쳐 현미 펄핑쌀 및 견과류, 마른 과일 대비 낫토를 0, 2.5, 5, 7.5%로 첨가하여 영양바를 제조하였다. 영양바에 첨가되는 견과류는 다량 섭취 시 느끼함을 유발할 수 있어 유자청을 첨가하여 영양바의 느끼한 맛을 가감시켰다. 동결건조 낫토를 첨가한 영양바의 제조는 먼저 혼합기(Gangjeong Mixer, Korea)에 조청, 설탕, 유자청, 소금, 식용유를 넣고 중불에서

<Table 1> Formulations of nutritional bar added with freeze drying Natto

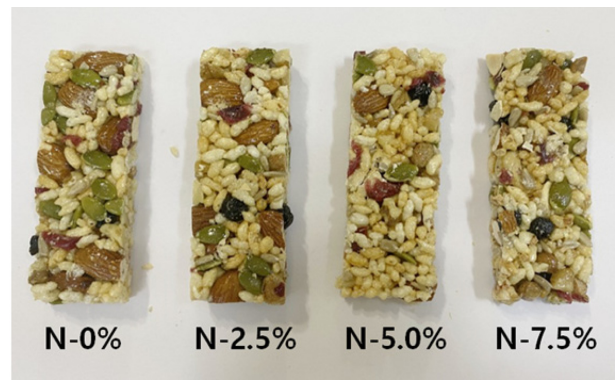
Ingredients (g)	Sample ¹⁾			
	N-0.0%	N-2.5%	N-5.0%	N-7.5%
Brown rice pumping rice	16.9	14.4	12.9	11.4
Baked cashew nuts	7.7	7.7	7.7	7.7
Baked almonds	21.1	21.1	20.2	19.2
Walnut	4.8	4.8	4.8	4.8
Pumpkin seed	7.7	7.7	7.7	7.7
Sunflower seed	6.1	6.1	6.1	6.1
Dried blueberry	3.8	3.9	3.9	3.9
Dried cranberry	4.8	4.8	4.8	4.8
Grain syrup	11.9	11.9	11.9	11.9
Citron jam	3.4	3.4	3.4	3.4
Sugar	10.7	10.6	10.6	10.6
Salt	0.1	0.1	0.1	0.1
Cooking oil	0.9	0.9	0.9	0.9

¹⁾N-0%: nutritional bar added with 0% Freeze Dried Natto.
 N-2.5%: nutritional bar added with 2.5% Freeze Dried Natto.
 N-5%: nutritional bar added with 5% Freeze Dried Natto.
 N-7.5%: nutritional bar added with 7.5% Freeze Dried Natto.

열을 가하여 설탕을 녹인다. 여기에 현미 펠핑쌀과 견과류, 말린 과일, 동결건조 낫토를 넣어 가볍게 혼합한 후 틀에 넣고 윗부분을 밀대로 밀어 윗면이 평평하도록 성형하였다. 완성된 영양바는 영양바 절단기(Gangjeong Cutting machine. Korea)를 이용하여 적당한 크기로(길이 10 cm, 폭 3.5 cm, 높이 1.3 cm) 잘라 30분 동안 식힌 후 포장을 하여 실온에 보관하여 시료로 사용하였다.

2. 영양바의 색도

동결건조 낫토 첨가량을 달리하여 제조한 영양바의 외관과 색도를 측정된 결과는 <Figure 1, Table 2>에 나타난 바와 같다. 대조군의 경우에는 L (lightness), a (redness) 및 b (yellowness)값이 각각 64.86±1.03, 4.26±0.19 및 18.18±0.59로 나타났다. 색의 밝은 정도를 나타내는 L값은 낫토 2.5% 첨가 영양바가 65.85로 가장 높았고, a값은 낫토 5.0% 첨가 영양바가 6.28로 가장 높았으며, 대조군이 4.26으로 가장 낮은 값을 나타내었다. b값(황색도)은 낫토 5.0% 첨가 영양바가 가장 높게 나타났다. Joo & Choi (2016)의 양배추 분말 첨가비율에 따른 양배추 쌀 영양바에서는 양배추 분말 첨가량에 따라 황색도가 증가하는 경향을 보여주었고, Lee (2010)의 연구에서도 양배추 분말의 색도가 양배추 분말 첨가 빵의 색도에 영향을 준다고 보고되었다. 본 연구결과에서 L값은 일정한 양상을 나타내지 않았고, a값과 b값은 동결건조 낫토 5% 첨가까지는 유의적으로 증가되었다. 동결건조 낫토 첨가량에 따른 영양바의 a값의 변화는 동결건조 낫토의 색에 영향을 받은 것으로 생각된다.



<Figure 1> Visual comparison of Nutritional Bar added with Natto

<Table 2> Hunter color value of nutritional bar added with Natto

Sample	Color values ²⁾		
	L	a	b
N-0.0%	¹⁾ 64.86±1.03 ^{ab}	4.26±0.19 ^c	18.18±0.59 ^b
N-2.5%	65.85±0.67 ^a	4.72±0.19 ^b	20.05±0.62 ^a
N-5.0%	62.28±0.85 ^c	6.28±0.08 ^a	20.48±0.19 ^a
N-7.5%	63.61±0.85 ^{bc}	4.38±0.09 ^c	18.11±0.82 ^b
F-value	10.604**	122.777***	12.772**

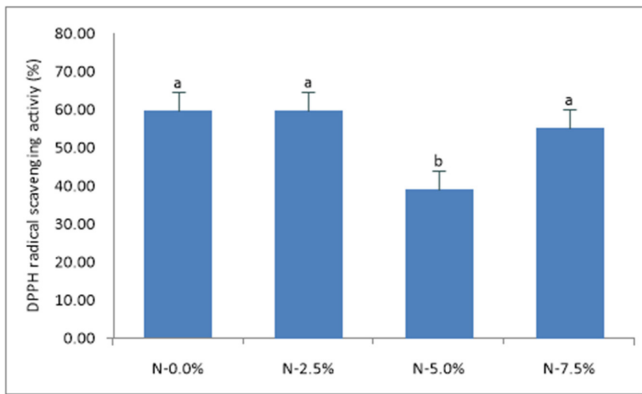
¹⁾Values are mean±SD
²⁾Values in the same column that are followed by a different letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test

3. 영양바의 DPPH 라디칼 소거능

동결건조 낫토를 함유한 영양바의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과 25 mg/mL 수준에서 낫토 0, 2.5, 5.0, 7.5% 첨가군이 각각 59.54, 59.70, 44.85, 55.07%의 활성을 보여주었다.<Figure 2> DPPH 라디칼 소거능은 동결건조 낫토 2.5% 첨가군에서 59.70%로 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 동결건조 낫토 2.5% 첨가군에서 DPPH 라디칼 소거능이 높게 나타났고, 낫토 5% 첨가군에서는 가장 낮게 나타났다. 인체의 대사과정을 통해 많은 양의 유리 라디칼이 발생하게 되고, 이러한 산화작용으로 인체의 방어체계의 균형이 깨지면서 유리 라디칼이 축적되어 산화 스트레스에 의해 각종 질환이 발생한다(Kim et al. 2005). 이러한 산화 스트레스에 의한 질환의 발생을 막기 위해서는 항산화 기능을 지닌 기능성 식품의 개발이 요구되고 있다. DPPH 라디칼 소거능의 기능을 지닌 낫토는 기능성 식품의 소재로 적합하다고 생각되며, 이를 첨가하여 제조한 동결건조 낫토를 첨가한 영양바는 건강 기능성 식품으로의 가능성이 높다고 사료된다.

4. 관능검사

동결건조 된 낫토 첨가량을 달리하여 제조한 영양바의 관능검사 결과는 <Table 3>과 같다. 동결건조 된 낫토 첨가량을 달리하여 제조한 영양바의 외관, 색, 맛, 조직감과 전체적인 기호도는 시료 간에 유의적인 차이를 나타내었다. 영양바



<Figure 2> DPPH radical scavenging activity of Nutritional Bar added with Natto

의 외관은 낫토 5%와 7.5%를 첨가 영양바가 6.56점으로 가장 높았으며, 대조군이 가장 낮은 값을 나타내었다. 영양바의 색은 낫토 7.5% 첨가 영양바가 6.68점으로 가장 높았으며, 그 다음으로 낫토 5% 첨가 영양바가 6.56점으로 높았으며, 대조군이 5.96점으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 영양바의 맛은 낫토 5%와 7.5% 첨가 영양바가 6.28점으로 가장 높았으며, 대조군이 가장 낮은 값을 나타내었다. 영양바의 전체적인 기호도는 낫토 2.5% 첨가 영양바가 6.08점으로 가장 높았으며, 그 다음으로 낫토 5.0% 첨가 영양바가 6.00점으로 높았으며, 대조군이 5.24점으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 품질 특성, 기호도면에서 2.5% 첨가군이 유의적으로 낫토의 기능적 이점을 최대한 활용하면서 전체적인 품질을 위한 최적농도로 판단된다.

IV. 요약 및 결론

동결건조된 낫토의 활용 가능성을 살펴보기 위해서 동결건조된 낫토를 0, 2.5, 5, 7.5% 첨가한 영양바를 제조하여 색도, DPPH 라디칼 소거능을 측정하였고, 관능검사를 실시하였다. 동결건조된 낫토를 첨가한 영양바의 색도 측정 결과는 색의 밝은 정도를 나타내는 L값은 낫토 2.5% 첨가 영양바가 65.85로 가장 높았고, a 값은 낫토 5.0% 첨가 영양바

가 6.28로 가장 높았으며, b값(황색도)은 낫토 5.0% 첨가 영양바가 가장 높게 나타났다. L값은 일정한 양상을 나타내지 않았고, a값과 b값은 동결건조 낫토 5% 첨가까지는 유의적으로 증가되었다. 동결건조 낫토를 함유한 영양바의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과 25 mg/mL 수준에서 낫토 0, 2.5, 5.0, 7.5% 첨가군이 각각 59.54, 59.70, 44.85, 55.07%의 활성을 보여주었다. 동결건조된 낫토 첨가량을 달리하여 제조한 영양바의 외관, 색, 맛, 조직감과 전체적인 기호도는 시료 간에 유의적인 차이를 나타내었다. 영양바의 전체적인 기호도는 낫토 2.5% 첨가 영양바가 6.08점으로 가장 높게 나타났고, 품질 특성, 기호도면에서 2.5% 첨가군이 유의적으로 낫토의 기능적 이점을 최대한 활용하면서 전체적인 품질을 위한 가장 기호도가 좋은 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2019년 전라남도와 전남테크노파크의 산학연계 농공단지 연구개발 지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

저자정보

김경희(목포대학교 생활과학연구소, 교수, 0000-0002-5863-9435)

김예린(목포대학교 식품영양학과, 학부생, 0000-0002-2621-7422)

김수아(목포대학교 식품영양학과, 학부생, 0000-0002-1308-2602)

한태인(목포대학교 식품영양학과, 학부생, 0000-0001-6818-0237)

박노동(해남자연농업영농조합법인, 소장, 0000-0002-822-0212)

홍경덕(해남자연농업영농조합법인, 주임, 0000-0002-8015-0986)

황상덕(해남자연농업영농조합법인, 대표, 0000-0002-6017-346x)

용주선(해남자연농업영농조합법인, 부장, 0000-0002-5448-8334)

<Table 3> Sensory evaluations of nutritional bar added with Natto

Parameter ²⁾	Sample			
	N-0.0%	N-2.5%	N-5.0%	N-7.5%
Appearance	¹⁾ 5.88±0.67 ^b	6.36±0.70 ^a	6.56±0.65 ^a	6.56±0.58 ^a
Color	5.96±0.79 ^b	6.52±0.71 ^a	6.56±0.58 ^a	6.68±0.63 ^a
Flavor	5.20±1.29	5.84±1.37	5.88±1.51	5.60±1.66
Taste	5.32±0.80 ^b	6.24±0.93 ^a	6.28±0.84 ^a	6.28±0.94 ^a
Overall preference	5.24±0.66 ^b	6.08±0.81 ^a	6.00±1.19 ^a	5.88±1.13 ^a

¹⁾Values are mean±SD

²⁾Values in the same column that are followed by a different letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test

김재숙(건강식문화연구소, 대표, 0000-0002-9754-0809)

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

Jeong HC, Ji JL. 2013. Quality Characteristics and Dough Rheological Properties of Pan Bread with Waxy Barley Powder. *The Korean Journal of Culinary Research*, Vol. 19, No. 4, 119-135

Joo SY, Choi HY. 2016. Quality Characteristics of Cabbage Rice Nutritional Bars Made with Varying Ratios of Cabbage Powder. *Korean J Food Cook Sci*. Vol. 32, No. 4, 441-448

Ju HK. 1991. Study on the making cheongukjang. *Food Sci and biotechnology*, 3(1):64-70

Kim BN, Park CH, Ham SS, Lee SY. 1995. Flavor component, fatty acid and organic acid of Natto with spice added. *J Korean Soc Food Nutr*, 24:219-227

Kim JH, Yoon SJ, Lee KH, Kwon HJ, Chun SS, Kim TW, Cho YJ. 2005. Screening of biological of the extracts from basil (*Ocimum basilicum* L.) *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 48:173-177

Lee JO, Ha SD, Kim AJ, Yuh CS, Bang IS, Park SH . 2005. Physiological Vitality and Industrial Application of Cheng Guk-jang. *Food Science and Industry*. Vol. 38, No. 2, 69-78

Lee NG. 2018. Quality Characteristics of Jeolpyeon by Different Ratios of Green Laver Powder. *JCCT*. Vol. 4, No. 4, 295-300

Lee SH. 2010. Effect of Cabbage Powder on Baking Properties of White Breads. *Korean J. Food Preserv*. Vol. 17, No. 5, 674-680

Lim CB. 2002. Quality Improvement Plan for Industrialization of High-quality Cheonggukjang. *Chung-Ang University Graduate School of Industrial Management*. 8:145-186

Milner M, Makise K. 2002. Natto and its active ingredient nattokinase: A potent and safe thrombolytic agent. *Alternative & Complementary Therapies*, 8:157-164

Park KY. 2009. The sciences and health functionality of Jangs (Korea traditional soybean fermented foods). *Korea Jang Cooperative, Dongseunambuk Publishing Co., Seoul, Korea* 1-203

Sato T, Yamada Y, Ohtani Y, Mitsui N, Murasawa H, Araki S. 2001. Efficient production of menaquinone by minadione resistant mutant of *Bacillus subtilis*. *J Ind Microbiol Biotechnol*, 26:115-120

Sumi H, Hamada H, Tsushima H, Mihara H, Muraki H. 1987. A novel fibrinolytic enzyme (nattokinase) in the vegetable cheese Natto; a typical and popular soybean food in the Japanese diet, *Experientia* 43:1110-1111

Yoon HS, Joo SJ, Kim KS, Kim SJ, Kim SS, Oh MH. 2005. Quality Characteristics on Cookies Added with Soybean Paste Powder. *Korean J. Food Preserv*. Vol. 12, No. 5, 432-435

Received July 13, 2020; revised August 27, 2020; accepted August 31, 2020