pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 38, No. 4, pp. 273~278 (2023)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2023.38.4.273

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

Research Note

저장조건에 따른 기능성표시제도가 도입된 검은콩 선식 제품의 식이섬유 및 칼슘 함량 변화 관찰

이강표[1] · 인예원[1] · 임지현[2] · 이옥환[2]* · 이부용[3]*

[1](주)엄마사랑
[2]강원대학교 식품환경융합학과
[3]차의과학대학교 식품생명공학과

Investigating the Impact of Storage Conditions on Dietary Fiber and Calcium Contents of Black Soybean Sunsik to Develop a Functional Labelling System

Kang-Pyo Lee[1], Ye-Won In[1], Ji-Hyun Im[2], Ok-Hwan Lee[2]*, Boo-Yong Lee[3]*

[1]*Motherlove Co., Ltd. Seoul, Korea*
[2]*Department of Food Biotechnology and Environmental Science, Kangwon National University, Chuncheon, Korea*
[3]*Department of Food Science and Biotechnology, CHA Univercity, Seongnam, Korea*

(Received July 5, 2023/Revised July 21, 2023/Accepted July 25, 2023)

ABSTRACT - This study aimed to predict the shelf life of black soybean Sunsik to develop a functional labeling system for the product. The Arrhenius equation was used to calculate the shelf life by examining alterations in the dietary fiber and calcium levels of black soybean Sunsik stored at 25, 35, and 50°C for 0, 6, and 12 months. Dietary fiber and calcium analyses were performed according to the experimental methods specified in the Food Code of the Ministry of Food and Drug Safety. Both black soybean Sunsik (BS) and black soybean Sunsik containing nondigestible maltodextrin and calcium lactate (BSN) exhibited an upward trend in dietary fiber content after 12 months of storage, compared to their initial levels. During storage, the phytate in Sunsik degraded, releasing cations that facilitated the formation of new cross-links between pectic acid and middle lamella, which ultimately increased dietary fiber content. Conversely, the calcium contents of both BS and BSN decreased with prolonged storage. Based on these findings, the expected shelf life of BS and BSN was calculated as 15.65 and 28.34 months, respectively.

Key words: *Sunsik*, Functional Labelling System, Dietary fiber, and Calcium

일반식품의 기능성 표시제도는 기존 건강기능식품에서만 가능했던 기능성 표시에 대해 과학적 근거를 갖춘 경우 일반식품에 기능성 표시를 할 수 있는 제도이다[1]. 기능성 표시제도는 국내 기능성 원료 개발을 유도하고 식품산업의 활력을 도모하며, 소비자에게 올바른 정보를 제공하여 선택권을 보장하기 위한 목적으로 도입되었다[2]. 식품공전에서 분류된 식품유형 중 음료류 제품이 가장 많이 출시되었고, 기타식품류, 유가공품, 과자 및 빵 또는 떡류, 즉석식품류 등이 기능성 표시 일반식품으로 출시되었으며, 가장 많이 활용된 기능성 원료는 난소화성 말토덱스트린으로 기능성 표시 일반식품의 29.8%를 차지한다[2].

난소화성 말토덱스트린은 혈당상승 억제, 혈중 중성지질 개선, 배변활동 원활에 도움을 줄 수 있는 기능성 원료이다[3]. 또한, 옥수수 전분을 가수분해하여 얻은 수용성 식이섬유로 약 85%의 식이섬유를 포함하고 있으며 2 kcal/g으로 저열량의 특성을 갖는 소재이다[4]. 난소화성 말토덱스트린을 식품에 적용한 여러 연구로는 저열량 머핀[5], 파운

*Co-corresponding author: Dr. Boo-Yong Lee, Dept. of Food Science and Biotechnology, CHA University, Seongnam 13503, Korea
Tel: +82-31-725-8371, Fax: +82-31-725-8350
E-mail: bylee@cha.ac.kr
*Correspondence to: Dr. Ok-Hwan Lee, Department of Food Biotechnology and Environmental Science, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea
Tel: +82-33-250-6454, Fax: +82-33-259-5561
E-mail: loh99@kangwon.ac.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution,and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

드 케이크[6], 다쿠아즈[3], 글루텐 프리 면[7] 등이 보고되었으나, 선식과 같은 즉석식품류에 대한 적용은 미흡한 실정이다. 우리는 이전의 연구를 통해 난소화성 말토덱스트린, 칼슘, 비타민 D를 첨가한 선식제품을 개발하여 품질특성 및 항산화 활성을 조사한 바 있다[8]. 하지만, 기능성 표시제도가 도입된 선식 제품의 저장 온도 및 저장기간 별 성분변화에 대하여 연구된 바 없으며, 2023년 소비기한 표시제의 시행으로 선식제품에 대한 소비기한 설정 등에 관한 기초자료 구축이 필요한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 난소화성 말토덱스트린을 첨가한 검은콩 선식 제품의 소비기한을 예측하기 위해 가속실험을 진행하였다. 저장온도(25°C, 35°C, 50°C) 및 저장기간(0개월, 6개월, 12개월)에서 식이섬유 및 칼슘 함량 변화를 관찰하고, Arrhenius 반응식을 통해 품질한계기한을 계산할 수 있다. 이를 통해 소비기한 산출을 위한 과학적 근거를 마련하고자 하였다.

Materials and Methods

실험재료 및 저장조건

검은콩 선식(BS, black soybean *Sunsik*)은 검은콩, 백태, 현미, 보리, 쌀보리, 흑미, 통밀, 옥수수 등의 원료를 혼합하여 제조한 제품으로 ㈜엄마사랑(Seoul, Korea)으로부터 제공받았다. 기능성 표시제도가 적용된 검은콩 선식(BSN, black soybean *Sunsik* with nondigestible maltodextrin and calcium lactate) 제품의 경우, 검은콩 선식(BS)에 난소화성 말토덱스트린(4.8%)과 젖산칼슘(2%)을 혼합하여 시료로 사용하였다. 시료를 25°C, 35°C, 50°C에서 각각 저장하여 6개월 간격으로 식이섬유 및 칼슘 함량을 분석하였다.

식이섬유 분석

검은콩 선식의 총 식이섬유 함량은 건강기능식품 공전의 식이섬유 시험법[9]에 따라 분석하였다. 시료 1 g을 칭량하여 phosphate-buffer 50 mL를 가하고 교반하였다. 이후 내열성 α-amylase (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 100 μL를 첨가하여 95°C water bath에서 30분간 반응시켰다. 0.275M 수산화나트륨 용액으로 pH를 7.5±0.1로 조절한 후, protease (Sigma-Aldrich Co.) 500 μL 첨가하여 60°C에서 30분간 교반하여 반응시켰다. 용액을 실온으로 식힌 뒤, 0.325M 염산 용액을 가하여 pH를 4.5±0.2로 조정하고 amyloglucosidase 300 μL를 넣고 60°C에서 30분간 교반하였다. 4배수의 95% 에탄올을 시료와 혼합하여 하루동안 침전시킨다. 이후 유리여과기로 여과한 뒤, 잔사의 단백질 함량 및 회분 함량을 측정하여 불용성 및 고분자 수용성 식이섬유 함량을 산출하였다. 여액을 탈염하고 농축한 후 액체크로마토그래피를 통해 저분자 수용성 식이섬유 함량을 산출하였고, 분석조건은 Table 1과 같다. 불용성, 수용성 식이섬유 함량의 합을 계산하여 총 식이섬유 함량을 산출하였다.

Table 1. HPLC conditions for low-molecular soluble dietary fiber analysis

Instrument	Conditions
Column	TSK-GEL G2500PWXL
Detector	Refractive index detector, 40°C
Mobile phase	Distilled water
Flow rate	0.5 mL/min
Injecion volume	20 μL
Oven temperature	80°C
Run time	50 min

칼슘 분석

검은콩 선식의 칼슘 함량은 식품공전의 일반시험법[10]에 따라 분석하였다. 시료를 분쇄하여 균질화한 후 0.5 g을 테프론관에 취한다. 질산 8 mL를 넣고 microwave (Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon, Korea)를 이용하여 분해시킨다. 10 mL 매스플라스크에 옮긴 뒤 ICP/OES (SPECTRO Analytical Instruments GmbH & Co. KG, Kleve, Germany)로 분석하였으며, 분석조건은 Coolant flow 13 L/min, Auxiliary Flow 1.1 L/min, Nebulizer flow 0.78 L/min 이었다. 시료 100 g 중 칼슘 함량은 다음의 식(1)을 통해 산출하였다.

$$\text{Calcium (mg/100 g)} = \frac{\left(\text{Sample concentration} - \text{Blank concentration}\right) \times \text{Final volume}}{\text{Sample amount}} \quad (1)$$

소비기한 설정

소비기한 예측은 식품의약품안전처 식품, 축산물 및 건강기능식품의 소비기한 설정실험 가이드라인[11]을 따라 수행하였다. 저장 온도 및 기간에 따른 식품의 품질 지표는 일정한 속도로 변화하여 속도론적 분석이 가능하다. 품질변화 반응속도의 0차 반응은 식(2)로 표현되며, 1차 반응은 식(3)으로 나타낼 수 있다.

$$Q = Q_0 + kt \quad (2)$$

$$\ln Q = \ln Q_0 + kt \quad (3)$$

Q: Quality index value for storage period (t)
Q_0: Initial quality index value
k: Reaction rate constant

품질 변화에 대한 온도의존성을 나타내는 Arrhenius 반응식은 식(4)에 나타내었다.

$$k = A \times e^{\left(-\frac{E_a}{RT}\right)} \quad (4)$$

Arrhenius 반응식의 양변에 자연로그를 적용하면 식(5)와 같으며, ln$k$와 $\frac{1}{T}$의 관계식으로 정리된다. 이에 직선의 기울기로부터 품질지표의 활성화에너지(E_a)를 산출할 수 있다.

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad (5)$$

k: Reaction rate constant
A: Arrhenius constant
R: Gas constant (1.986 cal/mol)
E_a: Activation energy (kcal/mol)
T: Absolute temperature (K)

품질지표의 활성화에너지를 식(5)에 대입하여 실험을 하지 않은 10°C, 15°C, 20°C, 30°C 온도에서 반응속도상수(k)값을 예측할 수 있다. 연간 평균온도를 근거로 품질지표의 연간변화량을 계산할 수 있으며, 초기값의 80%를 품질한계치로 설정하여 품질한계기한을 산출하였다[11].

Results and Discussion

저장온도 및 저장기간에 따른 식이섬유 함량 변화

검은콩 선식의 저장온도(25°C, 35°C, 50°C) 및 저장기간(0개월, 6,개월, 12개월)에 따른 식이섬유 분석 결과는 Table 2와 같다. 저장 초기 BS와 BSN의 식이섬유 함량은 각각 11.40, 15.94 g/100 g 이었으며, 저장 6개월 후 모든 저장온도에서 증가하였다가 저장 12개월에는 BS 저장온도 35°C를 제외하고 감소하는 경향을 나타내었다. Yousif[13]는 대두의 수분함량에 따른 저장 중 식이섬유 함량 변화를 조사하였는데, 수분함량이 9%로 가장 낮은 실험군에서 총 식이섬유 함량이 저장 6개월까지 증가하였다가 저장 9개월에서 감소하는 결과를 보여 본 연구 결과와 동일한 경향을 나타내었다. 이는 저장기간 중 식이섬유가 풍부한 검은콩 선식의 phytate에서 킬레이트화 능력이 감소되어 Ca, Mg, K 및 Zn과 같은 양이온이 방출되고, 이러한 양이온은 Middle Lamella에서 pectic acid와 가교결합하여 세포벽의 식이섬유 함량을 증가시킨 결과로 판단된다[13].

저장온도 및 저장기간에 따른 칼슘 함량 변화

식품의 칼슘 보충제로 사용되는 젖산칼슘은 수용성 유기칼슘으로 향균작용, 골밀도 증진 효과가 알려져 있다[14]. BS 및 젖산칼슘과 난소화성말토덱스트린을 첨가한 BSN의 저장온도 및 저장기간에 따른 칼슘 함량 변화는 Table 2와 같다. BS와 BSN의 칼슘함량은 저장초기 60.98, 113.18 mg/100 g으로 BSN에서 젖산칼슘의 첨가로 인해 증가하는 것을 나타내었다. 저장 12개월 후 칼슘함량은 46.61-58.37, 100.60-109.91 mg/100 g으로 초기 함량에 비해 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 저장 중 식이섬유 함량의 증가로 알 수 있듯이, 양이온성 미네랄과 세포벽 구성분의 가교결합으로 인해 가용성 양이온의 함량이 감소한 결과로 판단된다[15]. 따라서, 저장 중 발생하는 식이섬유 및 칼슘 함량의 변화를 수학적으로 계산하여 검은콩 선식의 품질한계기한 및 소비기한을 예측할 수 있다.

반응속도 상수 및 소비기한 예측

소비기한 예측을 위해 식이섬유 및 칼슘을 품질지표로 하였으며, 저장기간동안 품질지표의 변화를 통해 산출한 회귀방정식의 기울기로부터 반응속도상수(k)값을 구하였다(Table 3). 0차 반응식(Zero order)은 품질특성에 관계없이 품질 저하속도가 일정한 반응을 의미하고, 1차 반응식(First order)은 품질저하 속도가 품질특성에 따라 지수적으로 변화하는 반응을 나타낸다[11]. 분석결과 식이섬유와 칼슘 모두 상관계수(R^2)가 비교적 높았던 1차 반응식을 따르는 것으로 나타났다. Arrhenius 방정식을 변형하면 lnk와 저장온도의 절대온도(1/T) 사이의 관계식으로 정리할 수 있는

Table 2. Changes in dietary fiber and calcium content of black soybean *sunsik* (BS) and black soybean *sunsik* with nondigestible maltodextrin and calcium lactate (BSN) during storage period at 25°C, 35°C, and 50°C

Sample	Storage period (month)	Dietary Fiber (g/100 g)			Calcium (mg/100 g)		
		25°C	35°C	50°C	25°C	35°C	50°C
BS	0	11.4	11.4	11.4	60.98	60.98	60.98
	6	13.02	13.72	16.94	52.44	47.9	50.86
	12	12.25	14.05	14.02	46.61	58.37	50.49
BSN	0	15.94	15.94	15.94	113.18	113.18	113.18
	6	17.15	16.88	18.82	104.27	100.32	96.79
	12	16.15	16.57	17.26	100.6	109.91	105.82

Table 3. Reaction rate constants according to changes in dietary fiber and calcium content during storage A: black soybean sunsik (BS), B: black soybean sunsik with nondigestible maltodextrin and calcium lactate (BSN)

A

Reaction order	Quality index	BS			
		Temperature (°C)	Regression equation	R^2	Reaction rate constant (k)
Dietary Fiber	Zero order	25	Y=0.0708X+11.798	0.2751	0.0708
		35	Y=0.2208X+11.732	0.8418	0.2208
		50	Y=0.2183X+12.810	0.2234	0.2183
	First order	25	Y=0.0060X+2.4659	0.2922	0.0060
		35	Y=0.0174X+2.4605	0.8341	0.0174
		50	Y=0.0172X+2.5312	0.2726	0.0172
Calcium	Zero order	25	Y=-1.1975X+60.528	0.9883	-1.1975
		35	Y=-0.2175X+57.055	0.0355	-0.2175
		50	Y=-0.8742X+59.355	0.7764	-0.8742
	First order	25	Y=-0.0224X+4.105	0.9950	-0.0224
		35	Y=-0.0036X+4.0374	0.0289	-0.0036
		50	Y=-0.0157X+4.0815	0.7790	-0.0157

B

Reaction order	Quality index	BSN			
		Temperature (°C)	Regression equation	R^2	Reaction rate constant (k)
Dietary Fiber	Zero order	25	Y=0.0175X+16.308	0.0264	0.0175
		35	Y=0.0525X+16.148	0.4325	0.0525
		50	Y=0.1100X+16.680	0.2096	0.1100
	First order	25	Y=0.0011X+2.7910	0.0281	0.0011
		35	Y=0.0032X+2.7815	0.4394	0.0032
		50	Y=0.0066X+2.8109	0.2293	0.0066
Calcium	Zero order	25	Y=-1.0483X+112.31	0.9453	-1.0483
		35	Y=-0.2775X+109.44	0.0598	-0.2775
		50	Y=-0.6133X+108.94	0.2010	-0.6133
	First order	25	Y=-0.0098X+4.7213	0.9513	-0.0098
		35	Y=-0.0024X+4.6937	0.0543	-0.0024
		50	Y=-0.0056X+4.688	0.1835	-0.0056

Table 4. Activation energy (Ea) of black soybean *sunsik* (BS) and black soybean *sunsik* with nondigestible maltodextrin and calcium lactate (BSN) for dietary fiber and calcium

Reaction order	Quality index	BS			BSN		
		Regression equation	R^2	Activation energy (Kcal/mol)	Regression equation	R^2	Activation energy (Kcal/mol)
Dietary Fiber	Zero order	Y=-4066.7X+11.247	0.6576	8.08	Y=-6950.2X+19.391	0.9586	13.81
	First order	Y=-3803.2X+7.8789	0.6569	7.56	Y=-6775.5X+16.034	0.9593	13.46
Calcium	Zero order	Y=567.1X-2.3257	0.0066	1.13	Y=1605.5X-5.7683	0.0951	3.19
	First order	Y=680.84X-6.7265	0.0084	1.35	Y=1675.8X-10.696	0.0950	3.33

데, 그 기울기에 기체상수(1.986 cal/mol)를 곱하여 활성화 에너지(E_a)를 계산할 수 있다(Table 4). 식이섬유 및 칼슘에서 BS의 활성화에너지는 7.56, 1.35 kcal/mol 이었으며, BSN는 13.46, 3.33 kcal/mol 이었다. 가속실험에서 유통온

Table 5. Annual change amountin of black soybean *sunsik* (BS) and black soybean *sunsik* with nondigestible maltodextrin and calcium lactate (BSN)

Sample	Temperature (°C)	Expectation distribution month of domestic annual temperature	Dietary Fiber		Calcium	
			Reaction rate constant (k)	Annual change amount[1)]	Reaction rate constant (k)	Annual change amount[1)]
BS	10	5	0.0039	0.0194	0.0133	0.0003
	15	1	0.0049	0.0049	0.0127	0.0001
	20	2	0.0061	0.0123	0.0122	0.0001
	25	2	0.0076	0.0152	0.0118	0.0002
	30	2	0.0094	0.0188	0.0113	0.0002
BSN	10	5	0.0004	0.0019	0.0084	0.0000
	15	1	0.0006	0.0006	0.0076	0.0000
	20	2	0.0008	0.0017	0.0069	0.0000
	25	2	0.0012	0.0025	0.0062	0.0000
	30	2	0.0018	0.0036	0.0057	0.0000

[1)]Expectation distribution month of domestic annual temperature × Reaction rate constant.

Table 6. Use by date (month) of black soybean *sunsik* (BS) and black soybean *sunsik* with nondigestible maltodextrin and calcium lactate (BSN) for dietary fiber ,calcium, and vitamin D

Sample	Reaction order	Quality standard Value of zero day (A)	lower limit of quality (B)	Total of annual change amount (C)	Quality limit date (month)[1)]	Use by date (month)[2)]
BS	Dietary Fiber	2.4336	2.2105	0.0706	37.93	17.89
	Calcium	4.1105	3.8874	0.1497	17.89	
BSN	Dietary Fiber	2.7688	2.5457	0.0102	262.52	30.68
	Calcium	4.7290	4.5058	0.0873	30.68	

[1)]Quality limit date={(A-B)/C}×12}.
[2)]Use by date=(Quality limit date)×0.8

도가 정해지지 않은 제품의 품질한계기한을 예측하기 위해서는 연평균 온도를 고려해야한다. 우리나라 연평균 기온을 근거로 1년간 실온 유통을 하는 경우, 온도별 예상 유통일수는 10°C(152일), 15°C(30일), 20°C(61일), 25°C(61일), 30°C(61일)로 설정할 수 있다[16]. BS 및 BSN의 활성화에너지 산출값을 이용하여 실험을 하지 않은 온도구간(10, 15, 20, 25, 30°C)에서 반응속도상수(k)를 구할 수 있으며, 연평균 온도별 예상 유통일수를 고려하여 BS 및 BSN의 연간변화량을 예측할 수 있다(Table 5). 품질지표의 초기값 및 규격하한선, 연간변화량을 이용하여 품질한계기한을 산출한 결과는 Table 6에 나타내었다. BS와 BSN의 경우 모두 1차 반응식을 따르기 때문에, 품질지표의 초기값에 자연로그를 적용해야 하며, 규격하한선은 초기값의 80%에 자연로그를 취한 값으로 하였다. 식이섬유 및 칼슘함량 변화로부터 산출된 품질한계기한은 각각 BS 39.73, 15.65 개월, BSN 267.77, 28.34 개월로 예측되었다. 결과를 종합해 보면, 식품에 표시된 보관방법을 준수할 경우 BS는 15.65 개월, BSN는 28.34 개월 동안 섭취가 가능할 것으로 판단된다. 난소화성 말토덱스트린 및 젖산칼슘을 첨가한 기능성 표시 검은콩 선식은 첨가하지 않은 것과 비교하여 품질한계기한이 약 1년 정도 연장될 것으로 판단된다. 그러나, 이는 온도변화에 의한 품질변화만을 고려한 결과이기 때문에 실제 유통과정과 차이가 있을 수 있다. 따라서 정확한 제품의 소비기한을 설정하기 위해서는 1.0 미만의 안전계수를 적용해야 한다[17].

국문요약

본 연구에서는 검은콩 선식 및 기능성 표시 검은콩 선식의 저장온도(25°C, 35°C, 50°C) 및 저장기간(0개월, 6개월, 12개월)에 따른 식이섬유 및 칼슘함량 변화를 관찰하였다. 이후 Arrhenius 반응식을 통해 품질한계기한을 산출하여 소비기한을 예측하였다. 식이섬유 분석 결과 BS 및 BSN 모두 저장 12개월에서 저장초기에 비해 증가하는 경향을 나타내었으며, 이는 저장 중 선식에 함유된 phytate의 분해로 인하여 양이온이 방출되고, 양이온은 pectic acid

와 Middle Lamella에서 새로운 가교결합을 형성하여 결과적으로 저장 중 식이섬유 함량이 증가될 수 있다. 반면에 BS와 BSN의 칼슘함량은 저장기간에 따라 감소하였다. 이러한 결과를 바탕으로 품질한계기한을 예측한 결과 BS 15.65 개월, BSN 28.34 개월 이었으며, 난소화성 말토덱스트린 및 젖산칼슘을 첨가한 검은콩 선식을 제조하였을 때 기능성 표시 제도를 도입할 수 있을 뿐만 아니라 품질한계기한을 연장시킬 수 있을 것으로 판단된다.

Acknowledgement

본 논문은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 고부가가치식품기술개발사업의 지원(121013-3)을 받아 수행된 연구로 이에 감사드립니다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Kang-Pyo Lee https://orcid.org/0000-0002-7152-9089
Ye-Won In https://orcid.org/0000-0002-0579-4044
Ji-Hyun Im https://orcid.org/0000-0001-7068-0564
Ok-Hwan Lee https://orcid.org/0000-0001-6855-3136
Boo-Yong Lee https://orcid.org/0000-0002-7348-1859

References

1. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Agricultural Industry Promotion Division, 2021. Easy-to-understand general food functional labeling system. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea, pp. 4-5.
2. Choi, Y.Y., 2022. Status and Implications of General Food Functional Labeling System. Korea rural economic institute, Naju, Korea, pp. 27-43.
3. Kim, J.M., Ahn, D.Y., Han, J.A., Quality characteristics of dacquoise prepared with non-digestible maltodextrin. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **54**, 511-517 (2022).
4. Ko, S.Y., Kim, H.R., Kim, S.Y., Choi, J.U., Yu, A.N., Yoon, J.Y., Hypoglycemic and hypolipidemic effects of HMR (Home Meal Replacement) with nondigestible maltodextrin in C57BL/KsJ-db/db mice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **49**, 893-899 (2020).
5. Jung, J.Y., Kim, S.A., Chung, H.J., Quality characteristics of low-fat muffin containing corn bran fiber. *The Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **34**, 694-699 (2005).
6. Kim, Y.S., Cho, M.S., Development and optimization of a pear pound cake with resistant starch and digestion resistant maltodextrin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **49**, 80-89 (2020).
7. Nam, S.W., Kim, E., Kim, M.R., Physicochemical quality of functional gluten-free noodles added with nondigestible maltodextrin. *J. East Asian Soc. Dietary Life.,* **25**, 681-690 (2015).
8. Lee, K.P., In, Y.W., Lim, J.S., Cho, G.H., Lee, O.H., Lee, B.Y., Quality characteristics and antioxidant activity of black soybean *sunsik* product with functional food ingredients and functional labeling system. *J. Food Hyg. Saf.,* **37**, 339-346 (2022).
9. Ministry of Food and Drug Safety(MFDS), (2022, September 15). Dietary fiber test method. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=12062
10. Ministry of Food and Drug Safety(MFDS), (2023, April 28). Calcium test method. Retrieved from https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC
11. Ministry of food and drug safety, (2023 July 21). Guidelines for experimental guidelines for establishing use-by-date for food, livestock products, and health functional foods(Guideline for Civil Petitioners). Retrieved from https://foodsafetykorea.go.kr:443/portal/board/boardDetail.do?menu_no=4615&menu_grp=MENU_N EW04&bbs_no=bbs468&ntctxt_no=1092409
12. Lee, E.S., Lee, H.J., Bae, J.S., Kim, Y.K., Lee, J. H., Hong, S.T., Shelf life prediction of seasoned anchovies packaged with PET/EVOH film. *J. East Asian Soc. Dietary Life*., **23**, 827-832 (2013).
13. Yousif, A.M., Increased stored soybean dietary fibre concentration is positively correlated to testa darkening measured chromaticity. *J. Cereal Sci.,* **60**, 25-30 (2014).
14. Lee, M.Y., Kim, S.D., Shelf-life and quality characteristics of tofu coagulated by calcium lactate. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **33**, 412-419 (2004).
15. Bosscher, D., Van Caillie-Bertrand, M., Deelstra, H., Effect of thickening agents, based on soluble dietary fiber, on the availability of calcium, iron, and zinc from infant formulas. *Nutrition,* **17**, 614-618 (2001).
16. Park, J.H., An, D.S., Lee, D.S., Park, E.J., Prediction of shelf-life of sea tangle drink. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **43**, 784-790 (2014).
17. Korea food industry association, (2023 July 21). Report on setting use-by-date by food type (business operator's guide). Retrieved from https://www.kfia.or.kr/kfia/sub.php?menukey=1502&mod=view&no=33165&scode=99999999