

영양강화제 중 산화칼슘의 성분규격 시험법 개선 및 검증

— 연구노트 —

조근희¹ · 임지현² · 유시은³ · 박채빈³ · 이 찬⁴ · 서희재³ · 이옥환² · 최선일¹

¹강원대학교 푸드바이오텍학과, ²강원대학교 식품환경융합학과

³선문대학교 식품과학과, ⁴중앙대학교 식품공학과

Improvement and Validation of Specification Analysis for Calcium Oxide as a Fortifying Nutrient

Geun-Hee Cho¹, Ji-Hyun Im², Sieun Yu³, Chaebin Park³, Chan Lee⁴,
Hee-Jae Suh³, Ok-Hwan Lee², and Sun-Il Choi¹

¹Department of Food Biotechnology and ²Department of Food Biotechnology and
Environmental Science, Kangwon National University

³Department of Food Science, Sun Moon University

⁴Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University

ABSTRACT This study aimed to improve and validate the analytical method for the specification analysis of calcium oxide used as a food additive. The focus was on proposing improvements to the analytical method and verifying the same to enhance accuracy and accessibility. The Ministry of Food and Drug Safety (MFDS) Food Additives Code specifies the use of platinum crucibles for the purity analysis (alkali or magnesium), but the high cost of platinum crucibles limits the accessibility of the analysis. The results showed that, except for the nickel crucible (17.99±1.15%), both the platinum crucible (1.36±0.16%) and the quartz crucible (1.77±0.29%) met the MFDS limit of 3.6% or less. Intra-day and inter-day analyses confirmed the reproducibility of both platinum and quartz crucibles. The quantitative analysis method compared the conditions of ‘weighing after ignition’ and ‘weighing before ignition’ due to the lack of clarity on the ignition point. The calcium oxide content was 97.75±0.58% and 82.74±0.18%, respectively, confirming that the ‘weighing after ignition’ condition was appropriate for meeting the standards. Intra-day and inter-day analysis under this condition showed calcium oxide content and relative standard deviations of 97.75±0.58%, 0.06%, and 96.88±0.83%, 0.85%, respectively, demonstrating the reproducibility of the proposed improvement. These findings suggest that replacing platinum crucibles with quartz crucibles is feasible and can enhance the clarity of the assay, reducing potential confusion during the analysis process.

Keywords: fortifying nutrient, calcium oxide, purity analysis, quantitative analysis, platinum crucible

서 론

식품첨가물은 식품의 맛, 향, 영양, 저장성 등의 향상 및 소비자가 원하는 다양하고 편리한 제품을 만들기 위하여 사용된다(Im 등, 2024). 하지만 무분별한 사용을 예방하기 위해 첨가물의 규격과 사용에 대한 과학적인 사용기준이 설정되어 있다(Baek, 2016; Kwon 등, 2007). 1962년 식품위생법 제정 이후 식품첨가물의 안전한 사용을 위해 기준 및 규격이 설정되었고, 그 후 다양한 식품첨가물에 대한 시험법이 제시된 바 있다(Martins 등, 2019; Wu 등, 2022). 영양강화

제는 식품의 영양학적 품질을 유지하거나 개선하기 위해 식품에 첨가되는 성분으로, 그 품질과 순도는 중요하다(MFDS, 2023). 특히, 영양강화제의 수입량과 생산량을 고려했을 때, 국외에서 생산된 영양강화제의 사용량이 증가함에 따라 식품에 첨가되는 영양강화제의 규격에 대한 검증이 필수적이다(Ahn 등, 2018; MFDS, 2017-2022).

현재 국내 식품첨가물은 감미료, 산화방지제, 영양강화제 등 32개 용도로 분류되며, 영양강화제 용도로 총 159종이 지정되어 있다(MFDS, 2015). 생산 및 유통 과정에서 불순물 농도 확인을 위한 순도 및 정량 등의 규격시험과 시험법

Received 30 October 2024; Revised 10 December 2024; Accepted 10 December 2024

Corresponding author: Sun-Il Choi, Department of Food Biotechnology, Kangwon National University, 1, Kangwondaehak-gil, Chuncheon-si, Gangwon 24341, Korea, E-mail: csi23@kangwon.ac.kr

© 2025 The Korean Society of Food Science and Nutrition.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의 재현, 명확성, 범용성이 중요하다(Sung 등, 2010). 현재 식품첨가물공전에서는 산화칼슘의 성분규격 시험법으로 성상, 확인시험, 순도시험(바륨, 납, 비소, 산불용물, 불소화물, 알칼리 또는 마그네슘), 강열감량 정량법이 지정되어 있다.

이 중 산화칼슘의 순도시험(알칼리 또는 마그네슘)은 백금 도가니를 사용하여 수행하도록 규정되어 있다(MFDS, 2023). 백금 도가니는 1,000°C 이상의 고온에서도 안정적으로 사용할 수 있는 뛰어난 재료지만, 높은 가격대로 인해 경제적 부담이 크다는 단점이 있다(Tachibana, 2017). 이에 따라 산화칼슘의 순도시험(알칼리 또는 마그네슘)에서 백금 도가니의 사용을 대체하는 범용성 증대 연구가 필요하다.

또한 식품첨가물공전 중 산화칼슘의 정량법에서 산화칼슘을 칭량하고 강열하는 과정을 ‘이 품목 1 g을 항량이 될 때까지 강열한 다음 정밀히 달아’로 표현함으로써 산화칼슘을 1 g 칭량 후 강열하는 것인지, 강열 후 산화칼슘 1 g을 칭량하는 것인지 강열시점이 명확하지 않다. 산화칼슘의 경우 천연패각의 주성분인 탄산칼슘을 900°C 이상에서 강열 및 분해하여 얻어지기 때문에 강열시점은 산화칼슘의 정량 분석에 중요한 조건이다(Lee 등, 2009). 이에 정량법의 명확성을 높이기 위해 해당 표현법에 대한 강열시점 확립 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 식품첨가물공전에 수록된 산화칼슘 성분규격 시험법의 범용성, 명확성 및 재현성을 중심으로 개선 및 검증을 수행하였다. 이러한 연구 결과는 영양강화제로 사용되는 산화칼슘의 성분규격에 대한 과학적 신뢰성과 분석의 범용성을 향상시킬 뿐만 아니라, 소비자 및 산업계 측면에서 신뢰 제고에 긍정적인 기여를 할 것으로 판단된다.

재료 및 방법

실험 재료

본 연구에 사용된 식품첨가물 산화칼슘은 비엔에프코리아에서 구매하였다. 실험에 사용된 시약은 식품첨가물공전에 따라 제조하였으며, 암모니아 시액 제조에 필요한 암모니아수(25~30%)는 Samchun Chemicals에서 구매하였다. 묽은 염산에 필요한 염산(35~37%), 0.1% 메틸레드시액과 황산(≥95%), 초산은 Daejung Chemicals & Metals에서 구매하였고, 수산 시액 제조에 사용된 수산(≥98%)은 Junsei Chemical에서 구매하였다. 초산나트륨, 염화바륨, 수소화붕소나트륨은 Duksan Pure Chemicals에서 구매하였고, 회화로는 Coretech Co.의 제품을 사용하였다.

산화칼슘의 성상 및 확인시험

식품첨가물 산화칼슘의 성상 및 확인시험은 식품첨가물공전에 명시된 시험법을 참고하여 분석하였다(MFDS, 2023). 성상은 백~회백색의 단단한 덩어리이며 입자 또는 분말의 형태인지 확인하였다. 확인시험으로는 칼슘염 반응을 참고하여 진행하였으며, 산화칼슘 1 g에 증류수 20 mL를 가한

후 산화칼슘이 녹을 때까지 초산을 가하고 수산암모늄 1 g을 30 mL로 정용하여 제조한 수산암모늄 용액을 가하여 백색의 침전을 생성하였다. 생성된 침전물을 분리하고 각각 묽은 초산, 묽은 염산을 추가하여 묽은 초산에서는 침전물이 녹지 않고, 묽은 염산에서는 침전물이 녹는 것을 확인하였다.

산화칼슘의 순도시험

산화칼슘의 순도시험으로 중금속(비소, 납, 바륨), 산불용물 및 불소화물, 알칼리 및 마그네슘을 각각 확인하였다.

비소 함량을 측정하기 위해 식품첨가물공전에 명시된 비소시험법 중 유도결합 플라즈마 발광광도법에 따라 시험하였다(MFDS, 2023). 산화칼슘 0.25 g을 묽은 염산 15 mL에 녹인 것을 시험용액으로 하여 요오드화칼륨 3 g을 넣고 1시간 방치하였다. 그 후 시험용액과 1:1로 희석한 염산, 0.6~1.0% 수소화붕소나트륨 용액, 0.1~0.5% 수산나트륨 용액을 환원기화장치에 주입한 다음 유도결합 플라즈마 분광광도계를 사용하여 비소의 흡광도와 발광 광도를 측정하였다. 납의 함량 측정은 산화칼슘 5.0 g에 증류수 30 mL를 가하고 산화칼슘이 녹을 때까지 염산을 추가하였다. 산화칼슘이 다 녹으면 염산 1 mL를 추가한 후 용액을 5분간 끓이고 식힌 다음 증류수를 가하여 100 mL로 정용하였다. 염산을 사용하여 pH 2~4로 조정한 후, 2% 피롤리딘디티오카바민산암모늄 용액 2 mL를 가하였으며 클로로포름으로 20 mL씩 2회 추출하였다. 추출액은 수욕상에서 증발건조한 다음 잔류물에 질산 3 mL를 가하여 건조될 때까지 가열하였다. 그 후 질산 0.5 mL 및 증류수 10 mL를 가한 다음 최종액이 3~5 mL가 될 때까지 농축하고 10 mL로 정용한 것을 시험용액으로 하여 유도결합 플라즈마 발광광도법에 따라 분석하였다. 산화칼슘의 바륨 함량 측정은 산화칼슘 1.5 g을 증류수 10 mL와 혼합하고 묽은 염산 15 mL를 가한 다음 증류수로 30 mL 정용 및 여과하여 시험용액으로 사용하였다. 바륨 표준용액 0.3 mL를 취하고 증류수를 가하여 20 mL로 한 액을 대조액으로 사용하였다. 시험용액 및 대조액 20 mL에 초산나트륨 2 g, 묽은 초산 1 mL 및 크롬산칼륨 시액 0.5 mL를 가하고 15분간 방치한 것의 탁도를 분석하여 측정하였다. 이에 바륨 표준용액(0.03%)보다 징명한 것은 0.03% 이하의 규격으로 확인하였다.

산불용물 측정은 산화칼슘 5 g에 증류수 100 mL와 염산 0.5 mL를 가하고, 가열 후 식힌 용액에 염산을 추가하여 filter paper(No. 4, Whatman)로 여과하였다. 그 후 잔류물을 세척한 증류수가 염화물 반응을 나타내지 않을 때까지 세척하였으며, 105°C에서 1시간 건조한 후 칭량하였다.

불소화물 측정은 산화칼슘 1 g에 10배 희석한 염산 10 mL를 가하여 용해하고 이 액을 1분간 끓인 다음 방랭한 후, 구연산나트륨 용액 15 mL와 에틸렌디아민사초산이나트륨 용액 10 mL를 가하여 혼합하였다. 그 후 염산을 가하여 pH 5.4~5.6으로 조정하고 증류수를 가하여 100 mL로 정용한 것을 시험용액으로 하며, 시험용액 50 mL를 취해 불소전극

을 이용하여 전위를 측정하였다.

알칼리 또는 마그네슘은 산화칼슘 0.5 g을 증류수 30 mL 및 묽은 염산 15 mL에 녹이고 1분간 끓인 다음 즉시 수산화 시액 40 mL를 가해 격렬히 혼합하였다. 메틸레드 시액 0.1 mL를 가하고 칼슘을 완전히 침전시키기 위해 암모니아 시액으로 액을 중화시켰다. 이 액을 수욕상에서 1시간 동안 가열하고 식힌 다음 증류수를 가하여 100 mL로 하고 여과하였다. 여액 50 mL에 황산 0.5 mL를 가하여 증발건조한 다음 도가니로 각각 $800 \pm 25^\circ\text{C}$ 에서 항량이 될 때까지 가열한 후 칭량하였다. 산화칼슘의 순도시험법(알칼리 또는 마그네슘)에 명시된 백금 도가니를 비롯하여 석영 도가니 및 니켈 도가니의 시험법 적용 가능성은 하루 동안 3 반복 측정한 일내 분석(intra-day)으로 확인하였고, 규격에 적합한 결광값이 도출된 도가니에만 3일 연속으로 측정한 일간분석(inter-day)과 상대표준편차(relative standard deviation, RSD)를 통한 재현성 및 정밀성을 확인하였다(Cho 등, 2024).

산화칼슘의 강열감량 및 정량시험

산화칼슘의 강열감량은 산화칼슘 1 g을 칭량하여 $1,100 \pm 50^\circ\text{C}$ 에서 항량이 될 때까지 강열하여 그 감량을 측정하였다. 정량시험에는 산화칼슘 1 g을 강열감량의 조건에 따라 강열한 다음 묽은 염산 20 mL에 녹이고 식힌 다음 증류수를 가하여 500 mL로 정용하였다. 이 액 50 mL에 증류수 50 mL 및 수산화나트륨 시액 15 mL, 히드록시나트톨블루 0.3 g을 가한 후 0.05 M ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) 용액으로 청색이 될 때까지 적정하였으며, 아래의 계산식에 따라 산화칼슘(CaO)의 함량을 계산하였다. 일내 분석 및 개선된 정량시험법에만 일간분석, 상대표준편차를 통한 재현성 및 정밀성을 확인하였다.

산화칼슘(CaO)의 함량(mg) = 0.05 M EDTA 용액 소비량(mL) × 회석배수 × 2.804

산화칼슘(CaO)의 함량(%) =
$$\frac{0.05 \text{ M EDTA 용액 소비량(mL)} \times 2.804}{\text{검체의 채취량(mg)}} \times 100$$

결과 및 고찰

산화칼슘 순도시험 개선

산화칼슘 중 중금속의 함량분석 결과 비소(As)는 0.14 ppm, 납(Pb)은 검출되지 않았으며, 바륨(Ba)은 0.03% 이하의 농도임을 확인하였다(Table 1). 이는 식품첨가물공전의 산화칼슘 성분규격에 명시된 기준인 비소 4.0 ppm 이하, 바륨 0.03% 이하, 납 2.0 ppm 이하에 적합함을 나타내었다. 식품 중 중금속 분석의 경우 식품의 안전관리를 위한 불순물 여부 판단에 필요하다(Lee 등, 2012). 특히 수은, 납 같은 경우 생물체 본래의 구성성분이 아닌 식품첨가물의 제조 과정에서 외부에서 오염되어 들어가는 환경 오염성 중금속이

Table 1. Specification analysis of calcium oxide

Contents	MFDS ¹⁾ specification	Results
As (ppm)	≤4.0	0.14
HCl insoluble (%)	≤1.0	0.11±0.02
Fluoride (ppm)	≤50	36.59
Ba (%)	≤0.03	≤0.03
Pb (ppm)	≤2.0	ND ²⁾
Alkaline or magnesium (%)	≤3.6	1.36±0.16
CaO (%)	95.0~100.5	97.75±0.58
Loss on ignition (%)	≤10	9.93±0.01

¹⁾MFDS: Ministry of Food and Drug Safety.

²⁾ND: not detected.

기 때문에 중금속에 대한 모니터링이 지속적으로 이루어져야 한다. 천연패각의 경우 평균 중금속 함량은 0.4 ppm으로 측정되기 때문에 이에 비하여 식품첨가물 산화칼슘의 가공 과정이 중금속에 노출되지 않고 이루어지고 있다는 것을 확인할 수 있다(Kim 등, 2004). 따라서 산화칼슘의 중금속 함량분석은 식품첨가물공전에 명시된 시험법으로 개선 사항 없이 적용 가능하며 순도규격에 적합한 것으로 나타났다.

산불용물 및 불소화물은 천연 원료 처리 과정에서 포함 가능성이 있는 점토 및 규산염 등의 불순물과 불소 화합물을 평가하기 위해 측정한다(Kim 등, 2010). Table 1에서 본 연구에 사용한 산화칼슘 시료 내 산불용물은 $0.11 \pm 0.02\%$, 불소화물은 36.59 ppm으로 식품첨가물공전에 명시된 규격 산불용물 1.0% 이하, 불소화물 50 ppm 이하에 부합함을 확인하였다(MFDS, 2023). 따라서 식품첨가물공전에 명시된 시험법으로 개선 사항 없이 적용 가능하며 실험 결과가 모두 성분규격 기준에 부합한 것으로 나타났다.

마그네슘은 해수 속에 다량 함유되어 있기 때문에 천연패각에서 얻은 산화칼슘의 마그네슘 분석은 순도시험의 주요한 지표가 된다(Mohammad 등, 2019). 식품첨가물공전에 명시된 시험법에서는 마그네슘과 수산화칼슘의 침전반응을 이용하여 측정하며(Seo 등, 2014), 침전물을 증발건조한 다음 백금 도가니를 사용하여 강열한다. 하지만 시험법에 쓰이는 백금 도가니는 고가의 기자재로 범용성이 좋지 않은 시험법이므로 이에 대한 개선안이 필요하다. 따라서 해당 시험법의 범용성을 높이고자 백금 도가니 외에 다른 도가니를 사용하여 시험법의 적용 가능성을 확인하였다. 백금은 내열성과 화학적 안정성이 뛰어나지만(Merker 등, 2001) 높은 가격으로 인해 범용성이 부족하다. 석영은 상대적으로 저렴하며 $1,000^\circ\text{C}$ 이상의 고온에서도 안정적으로 사용할 수 있지만, 백금 도가니만큼의 내구성은 부족할 수 있다(Lim 등, 2018; Okpanachi 등, 2017). 니켈은 고온에서 산성 용액에 반응하는 특성 때문에 사용에 제한이 있지만, 경제적으로 더 효율적이다(Deevi와 Sikka, 1996). 이러한 점을 고려하여 수분을 흡수하여 수욕상의 증발건조가 불가능한 자체 도가니를 제외하고 백금 도가니, 니켈 도가니, 석영 도가니를 산화칼슘 순도시험(알칼리 또는 마그네슘)에 적용하였다. 그 결과, 백

Table 2. Improvement and validation of the method for analyzing alkali or magnesium contents of calcium oxide in purity analysis

Crucible type	Analysis	Mean±SD (%)	RSD ¹⁾ (%)
Platinum crucible	Intra-day ²⁾	1.36±0.16	11.76
	Inter-day ³⁾	1.44±0.15	10.42
Quartz crucible	Intra-day	1.77±0.29	16.38
	Inter-day	1.76±0.07	3.98
Nickel crucible	Intra-day	17.99±1.15	6.40
	Inter-day	—	—

¹⁾RSD: relative standard deviation.²⁾Measurements were performed three times at regular intervals on the same day.³⁾Measurements were performed on three different days.

금 도가니를 사용한 알칼리 또는 마그네슘 함량은 $1.36 \pm 0.16\%$, 니켈 도가니의 경우 $17.99 \pm 1.15\%$, 석영 도가니의 경우 $1.77 \pm 0.29\%$ 로 식품첨가물공전에 명시된 산화칼슘의 순도시험(알칼리 또는 마그네슘) 규격인 3.6% 이하에 적합한 도가니는 백금 도가니와 석영 도가니로 확인되었다(Table 2). 니켈 도가니는 고온에서 염산과의 반응으로 인해 실험이 재현되지 않은 것으로 판단되며(Choi 등, 1992; Galetz 등, 2015), 석영 도가니와 백금 도가니는 고온의 산성 조건에서 화학적 반응이 일어나지 않고 안정성을 갖는다는 보고와 비교해 볼 때 연구 결과가 일치하는 것으로 나타났다(Fischer 등, 1999; Pan 등, 2022).

산화칼슘 강열감량 및 정량법 재현

산화칼슘의 강열감량은 $1,100 \pm 50^\circ\text{C}$ 에서 강열을 통해 9.93%로 나타났으며(Table 1), 이러한 결과는 식품첨가물공전 함량 규격인 10% 이하에 적합하였다. 천연패각의 경우 900°C 이상의 소성으로 시간을 단축하고 높은 수율의 탄산칼슘 분말을 얻을 수 있기 때문에 $1,100 \pm 50^\circ\text{C}$ 에서의 강열로 어패류의 탄산칼슘 및 유기물의 소성이 이루어졌음이 확인되었다(Kim 등, 2015).

산화칼슘은 천연패각을 900°C 이상에서 강열했을 때, 탄산칼슘(CaCO_3)의 형태에서 산화칼슘(CaO)과 이산화탄소(CO_2)로 열분해 된다(Lee 등, 2009). 따라서 정량법의 경우 900°C 이상으로 강열하여야 정확한 시료 내의 산화칼슘의 함량을 파악할 수 있으므로 강열감량의 조건($1,100 \pm 50^\circ\text{C}$)을 참고하여 정량시험을 수행하였다. 또한 ‘이 품목 1 g을 향량이 될 때까지 강열한 다음 정밀히 달아’라는 표현의 강열시점을 명확히 하기 위해 강열 후 1 g을 칭량하는 방법과 1 g 칭량 후 강열하는 방법의 두 가지 조건을 설정하여 정량시험을 수행하였다. 그 결과, 칭량 후 강열할 때의 산화칼슘 함량은 $82.74 \pm 0.18\%$, 강열 후 칭량할 때 $97.75 \pm 0.58\%$ 로 나타나 강열 후 1 g을 칭량하는 강열 조건이 식품첨가물공전 함량 규격(95.0~100.5%)에 적합함을 확인하였다(Table 3).

개선안 검증

개선된 산화칼슘의 순도시험(알칼리 또는 마그네슘) 및

Table 3. Improvement and validation of the method for analyzing calcium oxide contents in quantitative analysis

Ignition condition	Analysis	Mean±SD (%)	RSD ¹⁾ (%)
Ignition after weigh	Intra-day ²⁾	97.75 ± 0.58	0.59
	Inter-day ³⁾	96.88 ± 0.83	0.86
Weigh after ignition	Intra-day	82.74 ± 0.18	0.22
	Inter-day	—	—

¹⁾RSD: relative standard deviation.²⁾Measurements were performed three times at regular intervals on the same day.³⁾Measurements were performed on three different days.

정량시험법은 일내분석, 일간분석을 통한 재현성 확인과 상대표준편차를 통한 정밀성으로 검증되었다. 산화칼슘의 순도시험(알칼리 또는 마그네슘)에서 백금 도가니가 사용된 분석법은 $1.36 \pm 0.16\%$ (intra-day) 및 $1.44 \pm 0.15\%$ (inter-day)로 나타났으며, 석영 도가니가 사용된 분석법은 $1.77 \pm 0.29\%$ (intra-day) 및 $1.76 \pm 0.07\%$ (inter-day)로 나타나 모든 도가니에서 재현성이 확인되었고(Table 2), 상대표준편차는 20% 이하임을 확인하였다(MFDS, 2016). 또한 개선된 산화칼슘 정량법으로 ‘이 품목을 향량이 될 때까지 강열 후 1 g을 정밀히 달아’의 조건은 $97.75 \pm 0.58\%$ (intra-day) 및 $96.88 \pm 0.83\%$ (inter-day)로 나타나 모든 도가니에서 재현성이 확인되었으며, 모든 분석에서 상대표준편차는 20% 이하임을 확인하였다(Table 3). 따라서 산화칼슘 순도시험(알칼리 또는 마그네슘) 시험법의 범용성 확대를 위해 ‘백금제 또는 석영제 도가니를 $800 \pm 25^\circ\text{C}$ 에서 향량이 될 때까지 강열할 때’로 개선할 수 있으며, 정량법에서는 명확성을 증진하기 위해 강열 시점을 제시해 주는 표현법이 적합하다고 사료된다.

요 약

식품첨가물은 국제적인 사용기준, 안전성 평가 및 국내 섭취현황을 기반으로 기준규격 및 사용기준을 설정하였으며, 이를 관리하기 위해 각 식품첨가물의 성분규격 시험법이 제시되고 있다. 이러한 시험법은 범용성과 명확성이 중요하지만, 식품첨가물공전에 명시된 산화칼슘의 순도시험 중 ‘알칼리 또는 마그네슘’ 항목은 고가의 기자재인 백금 도가니를 사용하도록 규정되어 있어 실험 접근성이 제한적이다. 또한 정량법에서 강열시점이 명확히 표현되어있지 않아 시험법의 개선연구를 수행하였다. 그 결과 백금 도가니 사용을 개선하는 산화칼슘의 순도시험(알칼리 또는 마그네슘) 연구에서는 석영 도가니를 사용한 분석에서 식품첨가물공전 함량 규격에 만족할 뿐만 아니라 높은 재현성 및 정밀성을 나타내었다. 또한 산화칼슘의 정량법에서 강열시점을 명확화하고자 ‘품목 1 g을 정밀히 달고 강열한 다음’과 ‘품목을 강열한 다음 1 g 정밀히 달아’ 두 가지 시점으로 나누어 정량시험을 수행한 결과 강열 후 칭량하는 결과값이 식품첨가물공전 함량

규격에 만족할 뿐만 아니라 높은 재현성 및 정밀성을 나타내었다. 따라서 본 연구결과는 식품첨가물공전 중 산화칼슘의 순도시험 및 정량법의 범용성과 명확성을 증진시키기 위해 적용 가능할 것으로 사료되며, 이는 소비자 및 산업계 측면에서 신뢰 제고에 기여할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2024년도 MFDS의 연구개발비(24192첨포안 041)로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ahn KR, Ryu H, Lee H, et al. The development of XML message for status tracking the importing agrifoods during transport by UBL. *J Soc e-Bus Stud.* 2018. 23:159-171.
- Baek HH. International management trend of food additives. *Food Sci Ind.* 2016. 49(1):2-10.
- Cho GH, Im JH, Song C, et al. A study on the improvement and validation of analytical methods for food additives (fortifying nutrient) in Korean foods. *Food Sci Ind.* 2024. 57:320-331.
- Choi HI, Kim HT, Kim YD, et al. Corrosion and oxidation properties of Ni-base superalloy KM 1557. *Anal Sci Technol.* 1992. 5:143-152.
- Deevi SC, Sikka VK. Nickel and iron aluminides: an overview on properties, processing, and applications. *Intermetallics.* 1996. 4:357-375.
- Fischer B, Behrends A, Freund D, et al. High temperature mechanical properties of the platinum group metals. *Platin Met Rev.* 1999. 43:18-28.
- Galetz MC, Rammer B, Schutze M. Refractory metals and nickel in high temperature chlorine-containing environments – thermodynamic prediction of volatile corrosion products and surface reaction mechanisms: a review. *Mater Corros.* 2015. 66:1206-1214.
- Im JH, Cho GH, Song C, et al. Current permitted and research status of food additives (fortifying nutrient) in the inside and outside of the country. *Food Sci Ind.* 2024. 57: 217-226.
- Kim JS, Jung NY, Jang SJ, et al. Characteristics of the shells and calcined powders from the butter clam *Saxidomus purpuratus* and littleneck clam *Ruditapes philippinarum* as a natural calcium resource. *Korean J Fish Aquat Sci.* 2015. 48: 168-177.
- Kim MH, Kim JS, Sho YS, et al. Contents of toxic metals in fruits available on Korean markets. *Korean J Food Sci Technol.* 2004. 36:523-526.
- Kim YS, Lee YH, Bang JH, et al. Managements on food additives by various foreign organizations. *Safe Food.* 2010. 5(4): 33-37.
- Kwon YK, Choi JD, Kim MS, et al. Management on standards and specifications for food additives. *Food Sci Ind.* 2007. 40(4):55-60.
- Lee HS, Park DW, Woo DS. A study on physicochemical and calcination processed characteristic of oyster shell. *J Kor Acad-Ind Coop Soc.* 2009. 10:3971-3976.
- Lee SD, Lee YK, Kim MS, et al. The content and risk assessment of heavy metals in herbal pills. *J Food Hyg Saf.* 2012. 27:375-387.
- Lim JW, Kim TH, Park KB. Study on the crystallization of quartz glass crucibles for preparation of single crystal silicon. *J Korean Cryst Growth Cryst Technol.* 2018. 28:99-105.
- Martins FCOL, Sentanin MA, De Souza D. Analytical methods in food additives determination: Compounds with functional applications. *Food Chem.* 2019. 272:732-750.
- Merker J, Lupton D, Topfer M, et al. High temperature mechanical properties of the platinum group metals. *Platin Met Rev.* 2001. 45:74-82.
- MFDS. Food code. 2023 [cited 2024 Aug 20]. Ministry of Food and Drug Safety. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC>
- MFDS. Guideline for validating and verifying the effectiveness of testing methods for quality control in food and drug testing laboratories. 2016 [cited 2024 Aug 21]. Ministry of Food and Drug Safety. Available from: https://www.mfds.go.kr/brd/m_1060/view.do?seq=12920&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&multi_itm_seq=0&company_cd=&company_nm=&page=69
- MFDS. Production report of food, etc. 2017-2022 [cited 2024 Aug 21]. Ministry of Food and Drug Safety. Available from: https://www.mfds.go.kr/brd/m_374/list.do
- MFDS. Reorganization of the classification system based on the uses of food additives. 2015 [cited 2024 Aug 20]. Ministry of Food and Drug Safety. Available from: <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156087303#pressRelease>
- Mohammad AF, El-Naas MH, Al-Marzouqi AH, et al. Optimization of magnesium recovery from reject brine for reuse in desalination post-treatment. *J Water Proc Engineering.* 2019. 31:100810. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100810>
- Okpanachi CO, Ibrahim SI, Okoro AC, et al. The suitability of local quartz sand in the production of bath crucibles. *Int J Sci Technol Res.* 2017. 6:126-128.
- Pan X, Li S, Li Y, et al. Resource, characteristic, purification and application of quartz: a review. *Miner Eng.* 2022. 183: 107600. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2022.107600>
- Seo BW, Song YJ, Lee GS, et al. Study on the precipitation of magnesium hydroxide from brine. *J Korean Inst Resour Recycl.* 2014. 23(3):21-29.
- Sung J, Kim R, Moon JH, et al. Effects of activated calcium on the quality and shelf-life of wet noodle. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2010. 39:1373-1378.
- Tachibana M. Beginner's guide to flux crystal growth. Springer. 2017. p 75-100.
- Wu L, Zhang C, Long Y, et al. Food additives: From functions to analytical methods. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2022. 62: 8497-8517.