

건조필름과 Baird paker agar의 황색포도상구균 검출 정확도 비교

강주영 · 박은지 · 이한철 · 박민지 · 오도경 · 김종범*

순천대학교 식품공학과

Comparison of Detection Accuracy on *Staphylococcus aureus* Dry Rehydratable Film and Baird Parker Agar

Ju-Yeong Kang, Eun-Ji Park, Han-Cheol Lee, Min-Ji Park, Do-Gyung Oh, Jung-Beom Kim*

Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon, Korea

(Received October 10, 2024/Revised November 7, 2024/Accepted November 11, 2024)

ABSTRACT - The aim of this study was to evaluate the availability of *Staphylococcus aureus* dry rehydratable films by comparing the detection rate and accuracy of MC-media pad SA (MMPSA) and baird parker agar (BPA). Ninety commercial foods were used in this study including 30 macarons, 30 *pyeonyuks*, and 30 *gimbaps*. The detection rate of *S. aureus* was 53.3% (48 cases) among the 90 cases on BPA, and the same result was observed on MMPSA. The mean value of *S. aureus* cell counts were 2.0 ± 0.7 log CFU/g on MMPSA and 2.0 ± 0.8 log CFU/g on BPA. The qualitative accuracies for BPA and MMPSA were 97.7% and 96.4%, respectively. The detection efficiencies and quantitative and qualitative accuracies of BPA and MMPSA were not significantly different. Therefore, MMPSA could be used along with BPA for the quantitative and qualitative evaluation of *S. aureus* in foods.

Key words: *Staphylococcus aureus*, MC-media pad SA, Baird parker agar, Detection accuracy

황색포도상구균은 독소형 식중독 세균으로 사람에게 화농성 피부질환을 일으키는 대표적 세균이다^{1,2}. 황색포도상구균은 통성혐기성, 그람 양성, 구균으로 운동성이 없다³. 황색포도상구균은 사람의 피부에 상존하는 미생물로 자연계에 널리 분포되어 있어, 식품업체 작업자를 통해 식품에 교차오염이 될 수 있다⁴⁻⁶. 황색포도상구균에 오염된 식품을 섭취하면 내열성 장독소에 의해 구토, 위경련 등의 독소형 식중독 증상을 나타낸다^{1,7}. 식생활의 변화와 간편 조리식품의 섭취가 증가하고 있어, 황색포도상구균 식중독은 병원성 대장균, Norovirus 등과 더불어 국내에서 지속적으로 발생하고 있다^{8,9}. 초밥, 김밥, 샐러드 등 즉석섭취 식품에서 황색포도상구균이 가장 높게 검출되었다고 보고되었다¹⁰. 이에 따라 2008년 식품의약품안전처에서는

즉석섭취 식품 중 황색포도상구균 규격을 100 CFU/g 이하로 설정하였다¹⁰. 따라서 황색포도상구균의 정성 및 정량시험법은 식품안전을 확보하기 위한 중요한 요소이다¹¹.

황색포도상구균 선택배지로는 baird paker agar (BPA), rabbit plasma fibrinogen baird paker agar (RPFBP agar), mannitol salt egg yolk agar (MSEY agar), vogel johnson agar, CHROM agar staph aureus 등이 있다¹³. 이중 MSEY agar, BPA, RPFBP agar 등이 식품공전에 정성시험법 배지로 등재되어 있고, BPA 배지만 정량시험법배지로 등재되어 있다¹². BPA 배지는 멸균한 후 냉각하여 egg yolk과 tellurite를 첨가하기 때문에 제조에 장시간이 소요된다는 단점이 있다^{11,14}. 또한 황색포도상구균의 정량시험법은 0.3, 0.3, 0.4 mL씩 총 3장에 도달하기 때문에 배지 사용량이 많고 장시간을 요구하는 단점이 있다^{15,16}. 황색포도상구균의 신속한 실험을 위해 식품공장에서는 기존 배지를 대신하여 건조필름을 사용하고 있다^{11,17}. 건조필름은 완제품으로 공급되기 때문에 실험준비와 소요시간이 단축되는 장점이 있다¹⁸. 또한 영양성분, 억제제, 지시약을 필름에 포함하여 간편하게 정성과 정량이 가능하다^{19,20,21}.

그러나 황색포도상구균 건조필름이 식품공전에 등재되어 있지 않아 실험에 장시간의 노동력이 소요되는 배지법

*Correspondence to: Jung-Beom Kim, Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon, 57922, Korea

Tel: +82-61-750-3259, Fax: +82-61-750-3208

E-mail: okjbkim@suncheon.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.

을 사용하고 있다. 따라서 황색포도상구균 건조필름 사용을 위해 식품공전에 등재된 배지와 황색포도상구균 건조필름의 검출효율과 정확도 비교가 필요하다 하겠다. 그러나 현재까지 황색포도상구균 건조필름 연구결과, petrifilm™ staph express count plate를 이용한 식품 중 황색포도상구균 정량¹¹⁾, 전통식품의 미생물 오염분석을 위한 petrifilm 평가²²⁾, 식품 중 미생물 오염분석을 위한 건조필름 평가¹⁸⁾, 3M petrifilm staph express count plate와 baird paker agar의 정량 정확성 비교²³⁾, 황색포도상구균 건조필름의 정량 정확성 평가²⁴⁾ 등 표준 균주를 이용한 건조필름 정확성 평가만 보고되고, 시중에서 유통되는 식품 중 황색포도상구균 오염에 대한 배지법과 건조필름법의 검출 정확도를 평가한 연구는 매우 미약한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 유통 식품을 대상으로 MC-media pad SA와 baird paker agar의 검출효율과 정확도를 비교하여 황색포도상구균 건조필름의 사용 가능성을 평가하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 재료는 마카롱 30건, 편육 30건, 김밥 30건으로 총 90건을 사용하였으며, 대형마트, 전문점 등에서 판매 중인 제품을 구입하여 실험재료로 사용하였다.

배지 및 시약

황색포도상구균 검출을 위해 사용된 배지는 MC-media pad SA (MMPSA; JNC Corp., Tokyo, Japan)와 baird paker agar (BPA; MB cell, Seoul, Korea)를 사용하였다. 생화학적 확인 실험을 위해 nutrient agar (NA; MB cell), coagulase kit (MB cell), gram stain kit (Biomerieux, Marcy l'Etoile, France), API staph kit (Biomerieux)를 사용하였다.

시료의 전처리

시료 25 g을 측량하여 멸균 희석액 225 mL를 가한 후 BagMixer (Interscience, St Nom, France)로 30초간 균질화하여 시험원액으로 하였다. 시험원액을 10배 계단 희석하여 희석액으로 사용하였다. 시험원액과 희석액을 시험용액으로 사용하였다.

BPA를 이용한 정량 실험

황색포도상구균 정량시험은 식품공전에 따라 실험하였다¹²⁾. 시험용액 0.3, 0.3, 0.4 mL를 준비된 BPA 배지 3장에 spreading한 후 35-37°C에서 48시간 배양하였다. 배양 후 검정색의 투명한 띠를 나타내는 집락을 계수하고, 전형적인

집락을 최대 5개까지 선별하여 확인시험을 실시하였다.

MMPSA를 이용한 정량 실험

MMPSA 건조필름에 시험용액 1 mL를 접종한 후 35-37°C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 청색의 집락을 계수하고, 전형적인 집락을 최대 5개까지 선별하여 확인시험을 실시하였다.

황색포도상구균 배지의 검출효율

황색포도상구균의 전형적인 집락이 검출된 시료 수를 실험에 사용된 시료 수로 나누어 백분율로 계산하였다.

$$\text{검출효율(\%)} = \frac{\text{황색포도상구균 검출 시료수}}{\text{총 검사 시료수}} \times 100$$

황색포도상구균 배지의 정량 정확도

각각의 배지에서 계수한 전형적인 집락 수, 희석배수, 진양성 집락 수를 곱한 후 확인시험 집락 수로 나누어 황색포도상구균 균수를 정량으로 산출하였다.

황색포도상구균수 (CFU/g)=

$$\text{희석배수} \times \text{선택배지에서 계수된 집락수} \\ \times \frac{\text{진양성 집락수}}{\text{확인시험 집락수}}$$

황색포도상구균 배지의 정성 정확도

전형적인 집락을 NA (MB cell)에 백금이로 도말하여 35-37°C에서 24시간 배양한 후, API staph kit (Biomerieux)와 coagulase test (MB cell)를 실험하였다. Coagulase test 양성결과 API staph 동정 결과, 황색포도상구균으로 동정된 집락을 진양성으로 판정하였다. Coagulase test 결과 음성이고 API staph 생화학적 실험결과, 황색포도상구균으로 동정되지 않으면 위양성으로 판정하였다. 정성 정확도는 진양성 집락 수를 총 실험 집락 수로 나누어 산출하였다.

정성 정확도(%)=

$$\frac{\text{황색포도상구균 진양성 집락수}}{\text{황색포도상구균 총 검사 집락수}} \times 100$$

통계처리

통계처리는 SPSS 통계 프로그램(Statistical Package for the Social Science, Version.26.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다. 독립표본 t-검정(Independent two sample t-test)과 교차분석(χ^2 -test)으로 두 집단 간의 평균값을 비교한 후 유의수준 $P < 0.05$ 수준으로 검정하였다. 상관계수는 산점도 그래프를 통하여 산출하였다.

Table 1. Comparison of detection rate and quantitative accuracy between MC-media pad SA and Baird paker agar for *Staphylococcus aureus*

Types	MC-Media Pad SA		Baird paker agar		χ^2	P value
	Number of detected samples (%)	Mean±SD (log CFU/g)	Number of detected samples (%)	Mean±SD (log CFU/g)		
Macarons (N=30)	1(33.3)	3.3±0.0	1(33.3)	3.3±0.0	1.000	-
<i>Pyeomyuks</i> (N=30)	25(83.3)	2.1±0.9	23(76.7)	2.2±1.1	0.519	0.893
<i>Gimbaps</i> (N=30)	22(73.3)	1.8±0.4	24(80.0)	1.8±0.5	0.542	0.856
Total (N=90)	48(53.3)	2.0±0.7	48(53.3)	2.0±0.8	0.881	0.927

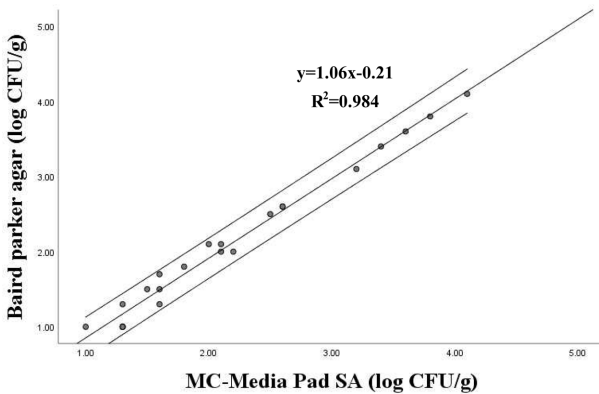


Fig. 1. Correlation of *Staphylococcus aureus* counts on MC-media pad SA and baird paker agar in pyeonyuks.

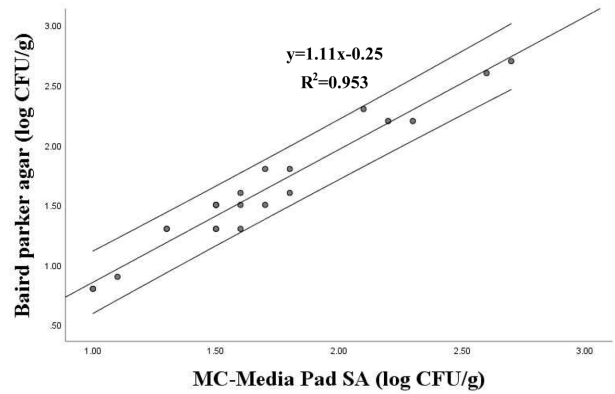


Fig. 2. Correlation of *Staphylococcus aureus* counts on MC-media pad SA and baird paker agar in gimbaps.

결과 및 고찰

황색포도상구균 배지의 정량 정확도 비교

황색포도상구균 검출 및 정량 정확도는 Table 1에 나타내었다. 마카롱(30건의 경우, BPA에서 3.3%(1건), MMPSA에서 3.3%(1건) 검출되어 검출효율은 동일하게 나타났다. 편육(30건의 경우, BPA에서 76.7%(23건), MMPSA에서 83.3%(25건) 검출되었다. 김밥(30건의 경우, BPA에서 80.0%(24건), MMPSA에서 73.3%(22건) 검출되었다. 총 90건에 대한 실험결과, BPA에서 53.3%(48건)과 MMPSA에서 53.3%(48건) 검출되었고, χ^2 값이 0.05 이상으로 나타나 검출효율은 유사한 것으로 판단되었다. 그러나 편육은 MMPSA가 2건 더 검출되고 김밥은 BPA가 2건 더 검출되었다. 각각 분리 배지의 황색포도상구균 검출효율은 유의적인 차이가 나타나지 않아 시중 유통식품에 대한 BPA와 MMPSA의 검출효율은 유사한 것으로 판단되었다.

마카롱(30건)에 대한 정량실험결과, BPA와 MMPSA에서 각각 3.3, 3.3 log CFU/g이 검출되고, 각각 1건에서 황색포도상구균이 검출되어 상관관계를 산출하지 못하였다. 편육(30건)에 대한 정량실험결과, BPA와 MMPSA에서 각각 2.2±1.1, 2.1±0.9 log CFU/g이 검출되어 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 상관계수(R^2)는 0.984로 BPA와 MMPSA의

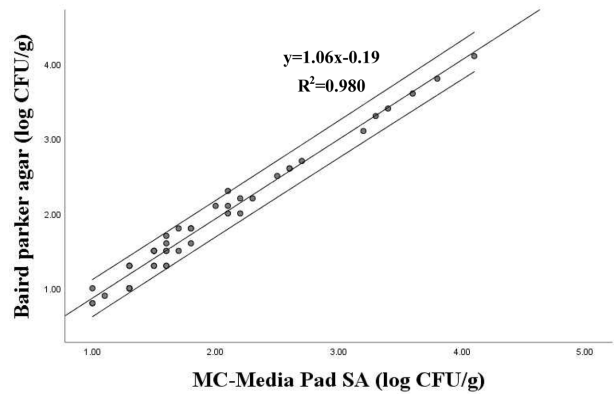


Fig. 3. Correlation of *Staphylococcus aureus* counts on MC-media pad SA and baird paker agar.

정량 정확도의 상관관계는 매우 높게 나타났다(Fig. 1). 김밥(30건)에 대한 정량실험결과, BPA와 MMPSA에서 각각 1.8±0.5, 1.8±0.4 log CFU/g로 나타나 유의적인 차이가 없었다. 상관계수(R^2)는 0.953으로 BPA와 MMPSA의 정량 정확도의 상관관계는 매우 높게 나타났다(Fig. 2). 총 90건에 대한 정량실험결과, BPA와 MMPSA에서 각각 2.0±0.8, 2.0±0.7 log CFU/g이 검출되어 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 상관계수(R^2)는 0.980으로 BPA와 MMPSA의 정

Table 2. Comparison of qualitative accuracy between MC-media pad SA and Baird paker agar for *Staphylococcus aureus*

Type	MC-media pad SA			Baird paker agar			χ^2
	Number of tested colonies	Number of true positive colonies	Accuracy (%)	Number of tested colonies	Number of true positive colonies	Accuracy (%)	
Macarons	5	5	100.0	5	5	100.0	1.000
Pyeonyuks	101	96	95.0	85	81	95.3	0.938
Gimbaps	90	88	97.8	87	87	100.0	0.162
Total	196	189	96.4	177	173	97.7	0.455

량 정확도의 상관관계는 매우 높게 나타났다(Fig. 3).

매우 강한 상관관계는 R^2 가 1.0-0.7, 상당한 상관관계는 R^2 가 0.7-0.4, 약한 상관관계는 R^2 가 0.4 미만으로 판단하고 있다²⁵⁾. 본 실험결과 각각 식품에서 상관계수(R^2)가 0.95 이상으로 나타나 BPA와 MMPSA의 황색포도상구균 정량 정확도의 상관관계는 매우 강한 것으로 판단되었다. 시중 유통식품을 대상으로 황색포도상구균 정량 정확도를 비교한 연구는 미약하여, 직접적인 비교는 곤란하였다. 그러나 황색포도상구균 표준균주로 실험한 경우, BPA와 MMPSA의 상관계수(R^2)가 0.971이었다는 보고²¹⁾와 본 연구의 상관계수(R^2) 0.980가 유사하게 산출되었다. 따라서 MMPSA 건조필름도 황색포도상구균 실험에 사용 가능할 것으로 판단되었다.

황색포도상구균 배지의 정성 정확도 비교

BPA와 MMPSA 배지에서 황색포도상구균의 정성 정확도는 Table 2에 나타내었다. BPA 배지에서 전형적인 집락은 177개이었으며, MMPSA 배지에서 전형적인 집락은 196개이었다. Coagulase 실험결과, 마카롱의 경우 BPA와 MMPSA에서 각각 5개씩 분리된 집락 모두 coagulase 응집이 확인되어 정성 정확도는 100%로 나타났다. 편육의 경우 BPA에서 분리된 85개의 집락에서 81개 집락이 coagulase 응집이 확인되어 정성 정확도는 95.3%로 나타났다. 또한 MMPSA에서 분리된 101개의 집락에서 96개 집락이 coagulase 응집이 확인되어 정성 정확도는 95.0%로 나타났다. 김밥의 경우 BPA에서 분리된 87개 집락 모두 coagulase 응집이 확인되어 정성 정확도는 100%로 나타났다. 또한 MMPSA에서 분리된 90개 중 88개 집락이 coagulase 응집이 확인되어 정성 정확도는 97.8%로 나타났다. 정성 정확도를 종합해보면, BPA에서 분리된 177개 집락 중 173개 집락에서 coagulase 응집이 확인되어 정성 정확도는 97.7%로 나타났다. MMPSA에서 분리된 196개 집락 중 189개 집락에서 coagulase 응집이 확인되어 정성 정확도는 96.4%로 나타났다. 황색포도상구균에 대한 BPA와 MMPSA의 정성 정확도는 97.7%와 96.4%로 매우 유사하게 나타났다.

BPA에서 분리된 177개 집락 중 173개 집락이 *S. aureus*, 각각 2개 집락이 *S. saprophyticus*와 *S. epidermidis*로 동정되었다. MMPSA에서 분리된 196개 집락 중 189개 집락이 *S. aureus*, 4개 집락이 *S. epidermidis*, 1개 집락이 *S. saprophyticus*, 2개 집락이 *S. caprae*로 동정되었다. Coagulase 응집실험은 *Staphylococcus* spp. 중 *S. aureus*을 선별하는 지표로 사용된다²⁶⁾. Bacteriological Analytical Manual (BAM)에서는 coagulase test를 실시하여 *S. aureus* 양성을 확인하도록 규정하고 있다²⁷⁾. 또한 식품공전에서 coagulase test와 API staph kit로 *S. aureus*를 동정하도록 규정하고 있다¹²⁾. 유통식품을 대상으로 황색포도상구균의 정성 정확도를 비교한 연구는 미약하여 직접적인 비교는 불가능하였다. 그러나 항신료 분리균주를 이용한 실험결과 건조필름 정성 정확도는 97.3%²⁸⁾, 표준균주를 이용한 실험결과 건조필름 정성 정확도는 96.7%²⁹⁾로 유사하게 나타났다. 따라서 식품에 오염되어 있는 황색포도상구균 검출 및 정량 실험에 MMPSA 건조필름도 사용이 가능할 것으로 판단되었다. 그러나 본 실험결과는 다양한 식품 중 마카롱, 편육, 김밥만을 대상으로 황색포도상구균 검출효율과 정량 정확도를 비교한 한계점이 있다. 따라서 향후 다양한 식품을 대상으로 BPA 배지와 MMPSA 건조필름의 황색포도상구균 검출효율과 정성 및 정량 정확도 비교 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

Acknowledgement

This work was supported by a ANYLAB.

국문요약

본 연구에서는 baird paker agar (BPA)와 MC-media pad SA (MMPSA)의 황색포도상구균 검출효율과 정성 및 정량 정확도를 비교하여 황색포도상구균 건조필름의 사용가능성을 평가하였다. 본 실험에 사용된 재료는 마카롱(30건), 편육(30건) 및 김밥(30건), 총 90건을 실험 재료로 사용하였다. 유통식품 90건의 황색포도상구균 검출효율 실험결

과, BPA와 MMPSA의 검출효율은 48건(53.3%)으로 동일하게 검출되었다. 또한 정량 정확도는 BPA와 MMPSA에서 각각 2.0 ± 0.8 , 2.0 ± 0.7 log CFU/g로 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 황색포도상구균의 정성 정확도 실험결과, BPA의 경우 97.7%, MMPSA의 경우 96.4%로 산출되어 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 황색포도상구균의 검출효율, 정성과 정량 정확도 실험결과, BPA와 MMPSA 두 배지에서 유의적인 차이가 나타나지 않아 황색포도상구균 정성과 정량실험 시 MMPSA도 사용이 가능할 것으로 판단된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Ju-Yeong Kang	https://orcid.org/0000-0001-9616-076X
Eun-Ji Park	https://orcid.org/0000-0003-0094-7280
Han-Cheol Lee	https://orcid.org/0000-0002-1772-3964
Min-Ji Park	https://orcid.org/0000-0002-5107-7345
Do-Gyung Oh	https://orcid.org/0000-0002-9753-2534
Jung-Beom Kim	https://orcid.org/0000-0002-0290-2687

References

- Alarcon, B., Bicedo, B., Aznar, R., PCR-based procedure for detection and quantification of *Staphylococcus aureus* and their application in foods. *J. Appl. Microbiol.*, **100**, 352-364 (2006).
- Kwak, Y.S., Jung, M.G., Jang, K.H., Han, M.W., Yu, B.I., Antimicrobial effect of red ginseng against major food poisoning microorganisms including *Staphylococcus aureus*. *J. Food Hyg. Saf.*, **35**, 382-390 (2020).
- Khan, I., Miskeen, S., Khalil, A.T., Phull, A.R., Kim, S.J., Oh, D.H., Foodborne pathogens: *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* an unsolved problem of the food industry. *Pakistan J. Nutr.*, **15**, 505-514 (2016).
- Moon, J.Y., Lee, E.J., Kim, Y.B., Rapid detection of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* by multiplex PCR. *J. Bacteriol. Virol.*, **34**, 91-100 (2004).
- Park, S.Y., Choi, J.W., Yeon, J.H., Lee, M.J., Oh, D.H., Hong, C.H., Bahk, G.J., Woo, G.J., Park, J.S., Ha, S.D., Assessment of contamination level of foodborne pathogens in the main ingredients of *Kimbab* during the preparing process. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **37**, 122-128 (2005).
- Cho, Y.S., Lee, D.Y., Lee, J.Y., Wang, H.J., Shin, D.B., Comparison of an automated technique TEMPO with direct plate count method for the enumeration of *Staphylococcus aureus*. *J. Food Hyg. Saf.*, **28**, 252-257 (2013).
- Bae, H.J., Park, H.J., Hazard analysis of *Staphylococcus aureus* in ready-to-eat sandwiches. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **36**, 938-943 (2007).
- Oh, M.H., Kang, S.I., Hong, S.P., Oh, S.W., Comparison of four different isolation media for *Staphylococcus aureus*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **38**, 606-611 (2009).
- Lee, J.H., Song, K.Y., Hyeon, J.Y., Hwang, I.G., Kwak, H.S., Han, J.A., Chung, Y.H., Seo, K.H., Comparison of standard culture method and real-time PCR assay for detection of *Staphylococcus aureus* in processed and unprocessed foods. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **30**, 410-418 (2010).
- Kim, H.K., Lee, H.T., Kim, J.H., Lee, S.S., Analysis of microbiological contamination in ready-to-eat foods. *J. Food Hyg. Saf.*, **23**, 285-290 (2008).
- Yoo, Y.J., Choi, Y.N., Choi, S.H., Bang, H.J., Yoon, Y.H., Ha, J.M., Lee, S.M., Efficiency of petrifilm™ staph express count plate for the enumeration of *Staphylococcus aureus* in meat, fishery product and korean traditional foods. *J. Food Hyg. Saf.*, **34**, 309-315 (2019).
- Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2021, January 27). Food Code. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=381
- Oh, M.H., Kim, Y.J., Koo, M.S., OH, S.W., Principles and characteristics of isolation media for *Staphylococcus aureus*. *Safe Food.*, **3**, 26-34 (2008).
- Chisso Corp., (2021, January 27). Laminate of culture medium for detecting *Staphylococcus aureus* and sheet-shaped culture medium. Retrieved from <https://patents.google.com/patent/JP2002171964A/en?q=JP2002171964A>
- Palomares, C., Torres, M.J., Torres, A., Aznar, J., Palomares, J.C., Rapid detection and identification of *Staphylococcus aureus* form blood culture specimens using real-time fluorescent PCR. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.*, **45**, 183-189 (2003).
- Atanassova, V., Meindl, A., Ring, C., Prevalence of *Staphylococcus aureus* and staphylococcal enterotoxins in raw pork and uncooked smoked ham-a comparison of classical culturing detection and RFLP-PCR. *Int. J. Food Microbiol.*, **68**, 105-113 (2001).
- Park, H.K., Evaluation of dry rehydratable film method for detection of coliform bacteria and *Escherichia coli*. *Korean J. Food & Nutr.*, **22**, 696-700 (2009).
- Cho, M.H., Bae, E.K., Ha, S.D., Park, Y.S., Mok, C.K., Hong, K.P., Kim, S.P., Park, J.Y., Evaluation of dry rehydratable film method for enumeration of microorganisms in meat, dairy and fishery products. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **37**, 294-300 (2005).
- Kang, J.Y., Lee, S.H., Jo, A.H., Park, E.J., Bak, Y.S., Kim, J.B., Improving the accuracy of coliform detection in meat products using modified dry rehydratable film method. *Food Sci. Biotechnol.*, **29**, 1289-1294 (2020).
- Lee, S.H., Mun, K.H., Kim, N.Y.S., Kim, J.B., Isolation and identification of false positive and false negative strains on coliform dry rehydratable film. *J. Food Preserv.*, **26**, 330-335 (2019).
- Teramura, H., Iwasaki, M., Ogihara, H., Evaluation of the quantitative dry culture method(sanita-kun™ SA) for the enumeration of *Staphylococcus aureus* in artificially contaminated food samples. *Biocontrol Sci.*, **20**, 297-301 (2015).

22. Kim, K.S., Bae, E.K., Ha, S.D., Park, Y.S., Mok, C.K., Hong, K.P., Kim, S.P., Park, J.Y., Evaluation of dry rehydratable film method for enumeration of microorganisms in Korean traditional foods. *J. Food Hyg. Saf.*, **19**, 209-216 (2004).
23. Ingham, S.C., Becker, K.L., Fanslau, M.A., Comparison of the Baird-Parker agar and 3M Petrifilm Staph Express Count Plate methods for enumeration of *Staphylococcus aureus* in naturally and artificially contaminated foods. *J. Food Prot.*, **66**, 2151-2155 (2003).
24. Teramura, H., Betts, G., Chen, Y., Brodsky, M., Salfinger, Y., MC-Media pad SA (sanita-kun SA) for the enumeration of *Staphylococcus aureus* in a variety of foods. *J. AOAC Int.*, **101**, 456-467 (2018).
25. KSI, (2021, January 27). Analysis of correlation. Retrieved from http://6025.co.kr/bbs/board.php?bo_table=cust_in&wr_id=13
26. Moreillon, P., Entenza, J.M., Francioli, P., McDevitt, D., Foster, T.J., Francois, P., Vaudaux, P., Role of *Staphylococcus aureus* coagulase and clumping factor in pathogenesis of experimental endocarditis. *Infect. Immun.*, **63**, 4738-4743 (1995).
27. Food and Drug Administration (FDA), (2021, January 27). BAM Chapter 12: *Staphylococcus aureus*. Retrieved from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-12-staphylococcus-aureus>
28. Lee, S.H., 2019. Comparison of detection efficiency and accuracy in coliform selective medium. Master's thesis, Suncheon National University. Suncheon, Korea.
29. Morita, H., Ushiyama, M., Aoyama, S., Iwasaki, M., Evaluation of the Sanita-Kun coliforms, a dehydrated medium sheet for coliform detection: performance-tested methodSM 100402. *J. AOAC Int.*, **89**, 399-416 (2006).