

비지를 이용한 Retort Food의 제조

전기환 · 김병용 · 함영태*

경희대학교 식품가공학과, *중앙대학교 생물공학과

Production of Retort Food using Soybean Curd Residue

Kie-Hwan Chun, Byung-Yong Kim and Young-Tae Hahm*

Department of Food Science and Technology, Kyung Hee University

*Department of Biotechnology, Chung Ang University

Abstract

The optimum thermal condition of retort Biji product was determined by heat penetration curve, aerobic bacteria count and sensory test. Retort Biji showed a simple logarithmic heating curve regardless of solid content. Heating time was a 26~27 min until F_0 value reached 9 min and the amount of microorganism in the Biji product sterilized for 26 min at 121°C were decreased to 10^{-4} CFU/g, indicating the safe range for retort product. The rate of heat penetration was reduced as solid content and size of product were increased, whereas sterilization temperature and initial temperature of product influenced the heat penetration curve. Sensory score indicated that there was no significant difference in color, flavor, and appearance among different thermal processes. However, Biji product sterilized at 121°C showed the highest score in overall preference value.

Key word: Biji, retort food, heat penetration curve

서 론

대두를 칩지, 마쇄, 여과하여 두부 또는 두유를 제조하는 과정에서 대량으로 남겨지는 부산물인 비지는 대두로부터 수용성 물질이 빠져나간 상태이긴 하나 많은 영양성분이 남아 있다. 그러나 수분함량이 많아 미생물이 쉽게 번식하고 지방의 산패가 발생하는 등 쉽게 부패되기 때문에 현재 일부만이 대두유 생산에 재활용되고 나머지는 사료용으로 사용되거나 부패된 상태로 폐기되고 있는 실정이어서 자원의 낭비뿐만 아니라 환경오염 측면에서도 중대한 문제를 발생시키고 있다⁽¹⁾. 비지에 관한 연구로는 정 등⁽²⁾은 압착여과를 통해 비지의 수분을 진물중량비로 593%에서 378%까지 감소시킨 뒤 열풍건조하여 수분함량을 10%까지 감소시켰으며, 김 등^(3,4)은 건조된 비지를 acetone 또는 ethyl alcohol로 처리하면 건조속도와 단백질함량, 그리고 색도 및 amylograph성질이 좋아지며, 그 세척 횟수에 따라 조금씩 차이가 있다고 보고했다. 비지의 활

용에 관한 연구로는 이 등⁽⁵⁾이 비지의 발효조건을 확립하고, 비지의 발효에 관여하는 주요 미생물 두 균주를 분리·동정하였으며, 또한 발효과정 중 유리 아미노산의 함량, 핵산관련물질의 함량, 환원당 및 소당류의 함량 변화를 조사 보고하였으며, 김 등⁽⁶⁾은 비지를 발효기질로 사용하기 위한 연구와 효소를 이용해 비지 및 대두 박으로부터 대두단백질의 추출 효율을 높이기 위한 연구를 행한 결과 효소반응 후 약 3시간에서 비지의 단백질 회수율과 고형분의 용해도가 가장 좋다고 보고했다. 손 등⁽⁷⁾은 건조비지를 두유에 혼합하여 두부를 제조한 결과 10%를 혼합했을 때 견고성이 증가하고 부피의 감소가 적었으며, 관능적인 성질인 부서짐성과 과립성이 향상되어 10%범위 내에서의 건조비지 혼합에 의한 두부제조가 가능함을 보였다. 이 등⁽⁸⁾은 sieving과 centrifugation을 통해 비지에서 90% 이상의 식이섬유와 29.2%의 단백질을 회수하는 데 성공했음을 보고하였다.

이상에서 보는 바와 같이 비지의 이용에 대한 연구는 많이 있어 왔지만 실용화된 것은 거의 없는 실정이다. 본 연구에서는 비지를 비지찌개의 상태로 retort pouch에 포장함으로써, 저장성을 향상시키고 동시에

Corresponding author: Byung-Yong Kim, Department of Food Science and Technology, Seochun-ri, Kiheung-eup, Yongin-si, Kyunggi-do 449-701, Korea

소비자들이 쉽게 접할 수 있게 함으로써 부산물 자원의 이용가능성을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

재료

비지의 제조에 사용된 대두는 미국 캘리포니아산 수입대두를 사용하였다. 포장재질로 사용한 retort pouch (13×17 cm)는 PET, Al foil, cPP로 laminate시킨 것으로서 (주)오투기에서 구입하였다.

비지의 제조

깨끗이 수세한 대두(300 g)를 12시간 수침시킨 후, blender에서 3분간 마쇄한 다음 여과포를 이용하여 두유를 압출해 비지를 제조하였다. 제조한 비지는 4°C에 냉장 보관하면서 사용하였다. 고명으로 사용된 돼지고기는 정육점에서 구입한 목살중 살코기만을 바려낸 뒤 일정한 크기의 정사각형으로 썰고 김치는 시중에 판매되는 포장김치 중 줄기부분만 일정크기로 썰어 사용하였으며, 조미료로 사용된 소금은 NaCl (Sigma Chem. USA)를 사용하였다.

Retort Pouch 식품의 제조

본 실험에 사용된 retort pouch 비지식품의 제조공정은 Fig. 1과 같다. 300 g의 콩을 이용하여 두부제조 후 나오는 비지에 비지무게의 1.5배에 해당하는 물과 1% (w/w) NaCl를 섞고 90°C에서 10분간 가열한 뒤 retort

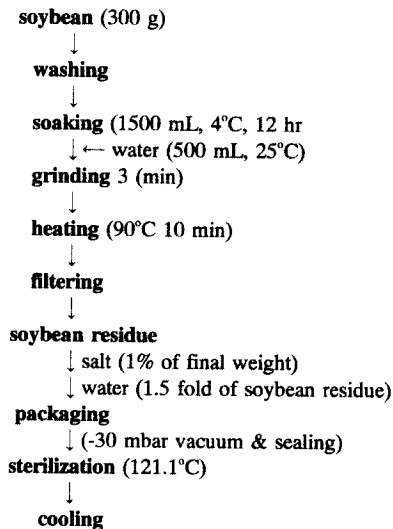


Fig. 1. Procedures for manufacturing the retort Biji products.

pouch에 180 g을 넣고 -300 mbar의 압력으로 밀봉하였다. 돼지고기는 정육점에서 목살을 구입해 살코기만을 도려내어 따로 10분간 삶았으며, 김치는 시판되는 김치중 한가지를 선택해 일정크기로 절단해 역시 10분간 따로 삶아 고기:김치를 50:50 (w/w)의 비율로 첨가하였고, 돼지고기의 첨가량은 내용물 전체 중량에 대한 10%, 즉 18 g을 섞어 retort pouch를 밀봉하였다. 이때 돼지고기육편의 크기는 15×15×15 mm로 하여 첨가하였다.

Typical heat penetration curve의 측정

Retort Biji의 전열특성에 영향을 미치는 요소로서 첨가한 돼지고기의 함량과 크기, 살균온도, 제품의 초기온도 등을 고려하였다. 이들이 열 침투 곡선에 미치는 영향을 알아보기 위하여 일정한 돼지고기육편의 함량별 (10, 20, 30%), 고기의 size (7, 15, 20 mm의 정육면체), 살균 온도(110, 120, 130°C) 및 제품의 초기온도(20, 40, 60°C)에 따라서 열 침투곡선을 측정 비교하였다.

본 실험에서의 시료의 가열처리에는 수증기공기 혼합체인 가압 수냉식 전자동 레토르트(Model UHR-301, Fujimori kogyo Co. Ltd., Japan)를 사용하였다. Pouch내의 기하학적 중심부에 구리 콘스탄탄 열전대를 연결하여 타점식 자동온도 기록계(24 FD record, Eellab Instruments, Denmark)로 열침투곡선과 이로부터 Fo 값을 구하였고, 전열곡선으로부터 1대수 주기를 횡단하는데 요하는 시간 f_h값을 각 실험조건별로 측정하였으며 전열 특성치 j_h (heating lag factor)는 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$j_h = (R_T - T_r) / (R_r - T_r)$$

여기서 R_r는 가열 최고도달 온도, T_r는 초기온도, T_r는 보정가열 개시점의 온도이다. 가열처리시간은 제품의 F₀ 값이 9에 이르는 시간을 기준으로 하였다.

생존균수의 측정

Retort pouch 식품의 살균안정성을 알아보기 위하여 121°C에서 5분 간격으로 살균한 제품의 생존 균수의 변화를 측정하였다. 각 시간대별로 살균한 제품 1 g을 채취하여 1/15 M phosphate buffer (1000 mL 수용액 중에 Na₂HPO₄·12H₂O 14.3 g, KH₂PO₄ 3.6 g 함유)로 희석한 후 Petri film (3 M) 배지에 1 mL을 접종하여 32°C에서 2일간 배양한 후 colony 수를 계수하였다. 단위는 CFU (colony forming unit)/g으로 나타냈다.

관능검사를 통한 최적살균조건 확립

제품의 열처리 정도에 따른 저장중 품질의 변화를 측정하기 위해 다시료 비교법으로 평가하였다. 110, 121, 130°C에서 F₀ 9까지 살균을 행한 제품을 실온에서 저장하면서 관능검사를 통해 제품의 변화를 측정하였다. 관능검사 결과는 SAS 프로그램을 이용한 분산분석 (Anova) 및 판별분석(Canonical Discriminant Analysis) 과 Duncan의 다중범위 검정분석법을 실시하여 통계 처리하였다⁽¹¹⁾.

결과 및 고찰

Typical heat penetration curve의 측정

Retort 비지제품의 전열특성을 알아보기 위하여 돼지고기육편을 함유하지 않은 것과 10%의 돼지고기육편을 함유한 비지를 pouch에 180 g을 충전하고 retort 온도 121°C에서 가열 살균하였다. 이때 24 FD record로 측정된 전열곡선은 Fig. 2와 같다. 일반적으로 전열곡선은 simple logarithmic curve와 broken logarithmic curve⁽⁹⁾를 나타내는데, 비지 retort pouch 식품은 돼지고기의 유무와 관계없이 Fig. 2와 같은 열특성을 보여주었고 logarithmic curve로 나타내었을때는 simple logarithmic curve를 나타내었다. 이는 첨가된 돼지고기의 함량과 크기가 제품의 전열특성에 영향을 미치지는 하지만 고체혼합형의 열 전달보다는 액상식품의

열 전달 특성을 나타내었다. 돼지고기를 함유하지 않은 제품에서 1대수주기를 횡단하는데 필요한 시간, 즉 f_h값은 9.161 min이었으며, j_h값은 0.924였고, F₀ 값이 9에 이르는 시간은 26분이었다. 고형물 10%를 함유한 제품의 f_h값은 12.51 min이었으며, j_h값은 1.36, F₀ 값이 9에 이르는 시간은 27분으로 돼지고기를 함유한 제품이 함유하지 않은 제품보다 열이 침투하는 속도가 느림을 보여주었으나 가열살균시간에 도달하는 시간은 거의 유사함을 나타내었다.

생존균수의 측정

살균의 안정성 및 유효성을 알아보기 위해 Petri film 배지를 이용해 생존 균수를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 시간에 대해 거의 직선적으로 감소함을 볼 수 있고, F₀ 값이 9에 이르는 26분 정도 살균시 비지만 충전한 것은 6.9×10⁻⁴ CFU/g까지 감소하였고 돼지고기를 10% 함유한 것은 2.8×10⁻³ CFU/g까지 감소함을 볼 수 있다. 구 등⁽¹⁰⁾은 retort pouch 카레를 이용한 실험에서 120°C에서 4분 간격으로 가열한 후 생존 균수를 측정된 결과 F₀ 값이 9.7에 이르는 24분 동안 살균 시 생존 균수가 1.0×10⁻⁴개에 이르렀다고 보고한 바 있다. 공⁽⁹⁾은 살균이 행해진 식품에서 생존 균수의 사멸률이 99.99%인 10⁻⁴개 이르면 살균이 완전히 이루어진 것으로 보고하였으며, Lee 등⁽¹¹⁾은 retort pouch 미반의 적정살균조건설정에 관한 연구에서 F₀ 값이 6.0 이상이면 안전하다고 보고하였다. 본 실험에서는 생

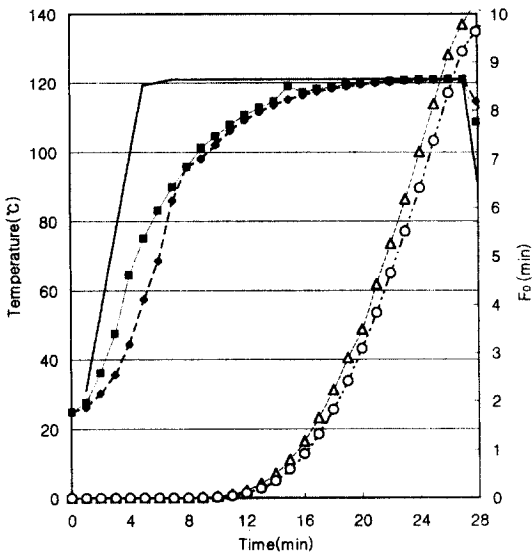


Fig. 2. Typical heat penetration curves and Fo values of retort Biji products. ■---■: Biji only, ◆---◆: Biji with 10% solid, △---△: Fo value for Biji, ○---○: Fo value for Biji with solid, —: Retort temperature

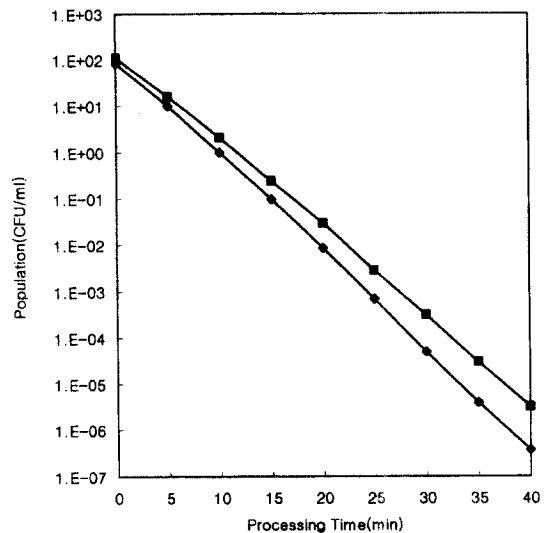


Fig. 3. Changes in aerobic bacteria in the retort Biji products during the various heating times at 121°C. ◆---◆: Biji only, ■---■: Biji with solid

존 균수가 10^{-4} CFU/g에 이르는 F_0 9가지를 적정살균 기준으로 하였다.

Heat penetration curve에 영향을 미치는 요소

비지식품에 첨가하는 내용물의 조성이 전열특성에 미치는 영향을 측정하기 위하여 내용물의 조성을 달리 하면서 전열특성을 측정하였다. 돼지고기육편의 크기를 $15 \times 15 \times 15$ mm로 고정한 후, 그 함량을 10, 20, 30%로 바꿔 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 10%의 경우 f_h 값이 12.51 min이었고, j_h 값은 1.36, F_0 값이 9에 이르는 시간은 25분이었다. 20%의 경우는 f_h 값이 12.70 min, 이 때 j_h 값은 1.42, F_0 값은 27분 살균 시 9에 이르렀으며, 30%의 경우는 f_h 값이 13.40 min, j_h 값이 1.48, 27분 살균 시 F_0 값이 9에 이르러 돼지고기의 함량이 10%에서 30%로 점차 증가함에 따라 열이 침투하는 속도가 다소 느려짐을 볼 수 있었다.

돼지고기육편의 높이를 7, 15, 20 mm로 변화시켜 본 결과는 Fig. 5와 같다. 7 mm일 때는 f_h 값이 12.51, j_h 값이 1.36, 28분 살균 시 F_0 값이 9.63에 이르렀고, 15 mm일 때는 f_h 값이 12.82, j_h 값이 1.38, 29분 살균 시 F_0 9.6에 이르렀으며, 20 mm일 때는 f_h 값이 13.06, j_h 값이 1.41, 30분 살균 시 F_0 9.6에 이르러 첨가한 돼지고기의 크기가 커질수록 열침투 속도가 느려짐을 볼 수 있었다. 즉 첨가한 고형물의 함량과 크기가 비지 retort 식품의

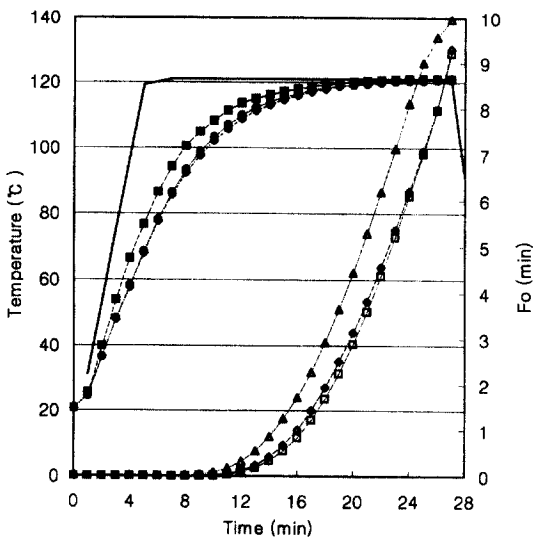


Fig. 4. Temperature-time profiles and F_0 values of retort Biji products with different solid contents. ■--■: 10% solid in retort Biji, ◆--◆: 20% solid in retort Biji, ●--●: 30% solid in retort Biji, △---△: F_0 value for 10% solid, □---□: F_0 value for 20% solid, ◇--◇: F_0 value for 30% solid, —: Retrt temperature

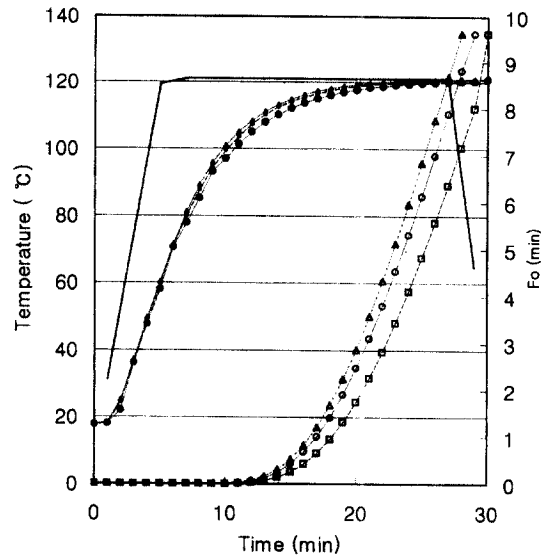


Fig. 5. Temperature-time profiles and F_0 values of retort Biji products with different solid sizes. ▲---▲: 7 mm solid size in retort Biji, ●---●: 15 mm solid size in retort Biji, △---△: F_0 value 7 mm solid, ○---○: F_0 value with 15 mm solid, □---□: F_0 value with 20 mm solid, —: Retrt temperature

전열특성에 영향을 미침을 알 수 있었다. 이는 구 등⁽¹⁰⁾이 레토르트 파우치 카레를 이용한 실험에서 감자 cubic의 크기를 5~15 mm에 변화시킴에 따라 j_h 값이 1.03에서 1.13으로 증가했으며, F_0 값이 20에서 15.2로 감소했다고 보고한 바 있으며, Lee 등⁽¹²⁾이 보고한 느타리 통조림의 전열특성에 관한 연구결과에서 고형량 비가 증가됨에 따라 대류에 의한 열전달에서 전도에 의한 열전달로 변화되기 때문에 f_h 값과 j_h 값이 증가한다는 내용과 유사한 결과를 보였다.

Retort의 온도를 110, 121, 130°C로 변화시켜 본 결과(Fig. 6), f_h 값은 각각 18.92, 12.83, 12.06 min, j_h 값은 1.91, 1.63, 1.32로 나타났다. 각각의 살균 온도에서 100, 26, 8분간 살균 시 동일 F_0 값 9에 이르는 살균시간의 차이가 매우 큼을 알 수 있었다.

Retort Biji의 초기온도가 20, 40, 60°C로 변화됨에 따라(Fig. 7) f_h 값은 12.52, 12.32, 11.56 min이었으며, j_h 값은 1.35, 1.29, 1.22였고, F_0 값은 26, 26, 25분 살균 시 9에 이르러 초기온도가 높아짐에 따라 f_h 값과 j_h 값이 약간씩 증가하였으나 목표살균치에 도달하는 시간의 차이는 거의 없었다. Berry 등⁽¹³⁾은 broken heating curve를 나타내는 통옥수수 통조림 및 전분용액에서 retort온도가 증가할수록 f_h 값은 감소하며, 초기온도가 증가하면 f_h 값과 j_h 값이 증가하였다고 보고를 한 바 있

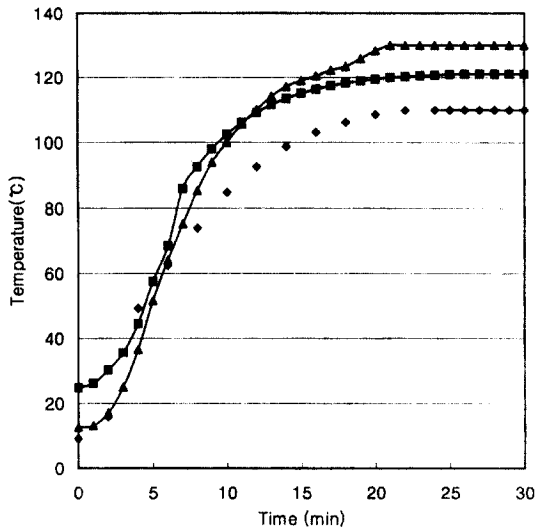


Fig. 6. Temperature-time profiles of retort Biji products at different heating temperatures. ◆—◆: 110°C heating medium, ■—■: 121°C heating medium, ▲—▲: 130°C heating medium

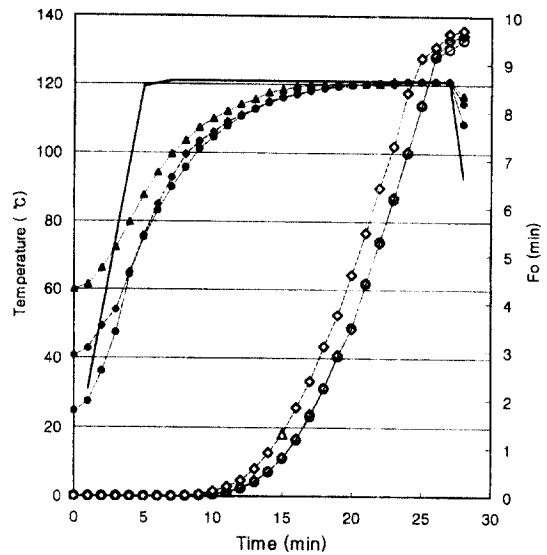


Fig. 7. Temperature-time profiles and Fo values of retort Biji products with different initial temperatures. ●---●: 20°C initial temperature, ◆---◆: 40°C initial temperature, ▲---▲: 60°C initial temperature, ○---○: Fo value at 20°C, ◇---◇: Fo value at 40°C, ◊---◊: Fo value at 60°C, —: Retrt temperature

어, retort 온도가 증가할수록 f_0 값은 감소하였으나 초기온도의 변화에는 크게 영향을 받지 않은 본 연구와는 차이를 나타내었다.

관능검사를 통한 최적살균조건 확립

살균온도와 시간이 품질에 미치는 영향을 알아보기 위해 각 살균온도에서(110, 121, 130°C) F_0 값이 9에 도달할 때까지 살균을 행한 제품을 실온에 보관하면서 관능검사를 실시한 후 그 평가내용에 대해 Duncan의 다중범위 검정분석을 행한 결과를 Table 1에 나타냈다. 종합적 기호도를 제외하고 색, 냄새, 표면상태 등은 시료간의 유의 차를 나타내지 않았다. 돼지고기를 함유한 제품이 함유하지 않은 제품보다 관능특성이 우

수한 경향을 보였으며, 110와 130°C에서 살균한 제품들 간에는 일정한 경향을 보이지 않았으나 돼지고기를 함유한 제품을 121°C에서 살균을 행하는 것이 종합적인 기호도를 포함한 관능특성이 가장 우수하였다.

결론

부산물인 비지를 이용한 retort pouch 식품의 전열특성을 측정하고, 적정살균시간을 계산하기 위하여 총세균의 감소정도를 측정하였으며, 전열속도에 영향을 미치는 인자별로 전열 특성치를 구하였다. 그리고, 관

Table 1. Analysis of variance and Duncan's range test for sensory evaluation of retort pouch Biji product with different heating temperatures

Items sample	Decay flavour	Savory flavour	Beany flavour	Decay taste	Savory taste	Appearance	Color	Overall
F value	0.18 ^{NS}	1.38 ^{NS}	2.13 ^{NS}	7.75 ^{NS}	3.09 ^{NS}	4.16 ^{NS}	3.79 ^{NS}	8.84*
110°C B	8.00 ^a	4.50 ^a	4.90 ^b	6.90 ^b	4.80 ^{abc}	5.10 ^b	4.90 ^{bc}	4.90 ^b
110°C S	7.90 ^a	6.00 ^a	5.20 ^{ab}	8.50 ^a	6.10 ^a	5.30 ^b	4.00 ^c	5.00 ^b
121°C B	8.10 ^a	4.90 ^a	4.30 ^b	8.10 ^a	4.60 ^{bc}	4.00 ^b	5.90 ^{ab}	5.20 ^b
121°C S	8.40 ^a	5.60 ^a	6.60 ^a	8.60 ^a	5.90 ^{ab}	7.20 ^a	6.70 ^a	7.30 ^a
130°C B	8.00 ^a	4.60 ^a	4.70 ^b	7.80 ^a	4.20 ^c	5.10 ^b	4.70 ^{bc}	4.50 ^b
130°C S	8.00 ^a	5.00 ^a	4.70 ^b	8.30 ^a	5.40 ^{abc}	5.50 ^b	5.10 ^{bc}	5.40 ^b

NS: Not Significant, *: P < 0.01.

B: Biji only, S: Biji with solid.

능검사를 통해 저장 중의 변화를 관찰하였으며, 적정 살균온도와 시간을 알아보았다. Retort pouch 비지 제품은 고형물의 유무와 관계없이 logarithmic curve로 나타내었을때 simple curve를 나타내었으며, 121°C에서 26분 정도 살균 시 생존 균수가 10^{-4} CFU/g까지 감소하여 살균한 제품이 안전함을 확인할 수 있었고, 고형물의 함량과 크기, retort의 온도와 제품의 초기온도 등이 전열특성에 영향을 미치며, 특히 retort의 온도에 따른 변화가 가장 큼을 보여 주었다. 여러 살균온도에서 살균한 제품에 대하여 관능검사를 실시한 결과 종합적인 기호도를 제외한 색, 냄새, 표면상태 등은 시료간에 유의 차를 나타내지 않았으나 고형물을 함유한 제품을 121°C에서 살균한 것이 가장 우수한 기호성을 보여 주었다. 즉, 제품제조 시 $15 \times 15 \times 15$ mm 크기의 돼지고기를 20% 함유한 제품을 121°C에서 29분 살균하는 것이 최적조건이라 할 수 있겠다. 단, 전 처리한 후 충전한 제품의 초기 온도가 높을수록 열처리 시간을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

문 헌

- Kang, K.H. and Lee, D.S.: Studies on the Tofu-residue recycling, *Korean Food Science & Industry*, **24**, 31-35 (1991)
- Chung, S.S., Chang, H.N. and Park, M.Y.: Dehydration of soybean residue by hot-air in conjunction with filter pressing, *Korean J. Food Sci. Technol*, **10**, 1-7 (1978)
- Kim, W.J., Sohn, J.W. and Chung, S.S.: Effect of number of washings with solvents on quality of pried soy milk residue *Korean J. Food Sci. Technol*, **17**, 95-100 (1985)
- Kim, W.J., Kim, D.H. and Ho, H.I.: Effect of solvents washing on physical properties of pried soy milk residue, *Korean J. Food Sci. Technol*, **16**, 261-266 (1984)
- Lee, M.S., Kim, K.H. and Lee, G.J.: Microbiological studies and biochemical changes in fermenting soybean curd residue during fermentation, *Korean J. Food Sci. Technol*, **19**, 520-527 (1987)
- Kim, K.S., Park, E.H., Bae, C.Y., Kim, K.C., Lee, S.H. and Sohn, H.S.: Solubilization of Tofu-residue using multienzyme derived from *Aspergillus niger* CF-34, *Korean J. Food Sci. Technol*, **26**, 484-495 (1994)
- Sohn, J.W. and Kim, W.J.: Some quality changes in soybean curd by addition of dried soy milk residue, *Korean J. Food Sci. Technol*, **17**, 522-525 (1985)
- Lee, W.J., Choi, M.R. and Sosulski, F.W.: Separation of Tofu-residue (biji) into dietary fiber and protein fractions, *Korean J. Food Sci. Technol*, **24**, 97-100 (1992)
- Kong, S.H.: New food processing, Kwang-Lim Press, p 60-89 (1983)
- Koo, B.Y., Park, S.J., Pyun, Y.R. and Son, S.H.: Heat penetration characteristics and keeping quality of retort pouched curry, *Korean J. Food Sci. Technol*, **25**, 63-68 (1993)
- Lee, S.Y., Chun, B.I. and Lee, S.K.: Computer simulation for optimal condition of high temperature sterilization of cooked rice packed in retort pouch. *Korean J. Food Sci. Technol*, **25**, 63-67 (1993)
- Lee, D.S. and Shin, D.H.: Heat penetration of canned oyster mushroom. *Korean J. Food Sci. Technol*, **16**, 206-210 (1986)
- Berry, M.R. and Dickerson, R.W.: Heating characteristics of whole kernel corn processed in a retort, *J. Food Sci.*, **46**, 889-892 (1981)

(1998년 6월 8일 접수)