

국내외 항충포장기술 개발현황

Current Research for Insect-proof Food Packaging System

정문철, 이호준 | 유통연구단

Moon-Cheol Jeong, Ho-Joon Lee | Food Marketing & Distribution Research Group

최근 해충의 식품포장지 유입으로 인한 식품 안전성 문제가 빈번히 확산됨에 따라 소비자 불안이 가속화되면서 식품포장의 안전성 확보를 강구하는 해결책이 요구되고 있다. 방충매체를 통하여 알려진 식품의 해충 피해사례는 초코릿류, 빼빼로, 초코파이, 새우깡 등 과자류, 캐러멜, 시리얼류 등에서 알, 유충, 성충의 발견이 흔히 보고되고 있다. 이러한 해충(성충·알·유충·번데기 등)은 대부분이 단백질로 구성되어 있어, 50°C 이상의 열처리 공정을 거칠 경우 해충 단백질의 열변성이 발생하여 해충이 생존할 수 없게 된다. 따라서 열처리를 하는 가공식품은 제조공정의 특성상 포장지 내부에서 해충이 발생하는 경우는 극히 드문 일이며, 가공식품에서 해충이 발생하는 80~90%는 저장 및 유통과정 중 포장재 외부로부터 해충이 침입하거나 침투하는 작용으로 발생하는 것이다.

일반적으로 가공식품에서 발견되는 해충은 크게 침입해충(invader)과 침투해충(penetrator)으로 분류되며, 침입해충은 포장재의 개공부 및 손상된 틈을 통하여 포장재 내부로 침입하며, 침투해충은 포

장재에 구멍을 내어 침투하는 것으로 구분하고 있다. 침입해충으로는 거릿쌀도둑거저리(red flour beetle), 어리쌀도둑거저리(confused flour beetle), 머리대장가는납작벌레(sawtoothed grain beetle), 줄알락명나방의 일종(almond moth)이 있으며, 침투해충으로는 개나무좀의 일종(lesser grain borer), 권련벌레(cigarette beetle), 곡식수시렁이의 일종(warehouse beetle), 명나방의 일종(rice moth) 등으로 한 겹이나 여러 겹의 포장재에 구멍을 뚫을 수 있다. 특히 국내 저장식품을 가해하는 대표적인 해충은 화랑곡나방(*Plodia interpunctella* (Hübner))의 유충이다. 이는 저장 곡물뿐만 아니라 가공식품에도 많은 피해를 발생시키는데, 여러 종류의 포장재질을 침투하는 능력이 있을 뿐만 아니라 다량의 silk를 분비하여 식품을 뭉치게 함으로써 소비자들에게 혐오감을 일으키는 불쾌곤충으로 인식되어 있다. 뿐만 아니라, 화랑곡나방은 일부 민감한 알레르기를 가지고 있는 사람들에게서 천식, 알레르기성 결막염, 피부병을 야기할 수 있는 알레르기성 물질을 분비하는 것으로 보고되고 있다. 이러한 해충의 포장

재 유입은 캔이나 냉동식품을 제외한 대부분의 식품류에서 현대적인 방법으로 포장·저장·진열할지라도 발생할 수 있는 것으로 보고되고 있어, 해충방제에 대한 종합적이고 체계적인 연구를 통하여 소비자들의 안전한 먹거리 선택권을 보장하고 식품업체의 브랜드 가치를 보호하며 이미지 손실을 예방할 필요가 있다.

항충포장에 관한 연구는 1980년대 후반과 1990년대에 미국, 캐나다, 이탈리아, 스페인 등에서 침입해충에 대한 생태학적 연구와 플라스틱 포장재의 재질과 두께에 대한 항충연구가 활발히 이루어졌으며, 2000년대의 최근에는 해충 기피제의 탐색과 이를 활용한 포장재 혼입연구가 주류를 이루고 있다. 그러나 국내 항충포장에 관한 연구로는 NDSL에서 ‘해충’으로 검색 시 748건 중 포장관련 유효건수가 4건만이 보고되고 있어, 항충포장에 관한 국내연구는 태동단계에 있다고 할 수 있다.

이러한 경향은 포장식품의 오염해충의 연구대상에서도 차이가 나는데, 국내연구에서 대상해충의 종류로는 화랑곡나방에만 집중되어 있는 반면, 외국에서 검토된 포장식품의 오염해충으로는 콩바구미(*Acanthoscelides obtectus*), 팥바구미(*Callosobruchus maculatus*), 갈색머리대장(*Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)), 줄알락나방(*Ephestia cautella* (Waker)), 권련벌레(*Lasioderma serricorne* (Fabricius)), 머리대장가는납작벌레(*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)), 화랑곡나방(*Plodia interpunctella* (Hübner)), 가루좀벌레(*Rhyzopertha dominica* (Fabricius)), 쌀바구미(*Sitophilus oryzae* (Linnaeus)) 등의 왕바구미과(*Sitophilus* spp.), 창고좀벌레(*Stegobium paniceum* (Linnaeus)), 거릿살도둑거저리(*Tribolium castaneum*

(Herbst)) 등의 거저리과(*Tribolium* spp.) 별수시렁이(*Trogoderma granarium* Everts) 등 12여 종으로 폭넓게 검토되고 있는 실정이다.

또한 해충이 침투 또는 침입할 수 없는 포장재의 구조적 특성에 관한 연구로서는 국내의 경우 유연포장재의 재질 종류와 두께에 따른 화랑곡나방 유충의 차단효과에 대한 연구가 유일한 반면, 외국의 경우 상기 곤충들에 대한 다양한 필름 재질 및 두께에 대한 침투능력 평가와 더불어 침입형 곤충의 종류에 따른 침입 가능한 hole 크기의 한계치를 제시하는 등 해충의 종류에 따라 발생시키는 손상타입에 대한 형태학적 특성이 일부 분석되어 있다. 유연포장재의 항충 효과를 위해서는 elongation, tensile strength 등의 필름의 물리적 특성치와 pin-hole, scratch, friction 등의 표면특성이 중요한 요인임에도 불구하고 이와 같은 플라스틱 필름의 물성치나 표면특성을 대상으로 연구하며, 허용범위와 한계치를 제시한 결과는 pin hole 크기의 한계치를 제시한 연구 1편을 제외하고는 거의 없는 실정이다.

해충의 기피제에 대한 연구로는 국내의 경우 아까시나무 목질부와 현사시나무 등 3종의 수피, 비자나무 등 2종의 수엽에 대한 화랑곡나방 유충의 기피시험을 실시한 연구와 페퍼민트 오일, 케러웨이 오일 및 겨자유를 혼합한 코팅액을 합성수지 필름에 코팅하는 방충포장재 개발, 3~4종의 천연 기피제를 혼합한 다음 microencapsulation하여 다층플라스틱 필름에 혼합하여 개발한 방충포장재 연구가 있으며, 초콜릿 포장재의 스티커 부착용 접착물에 계피 추출물을 혼합하여 화랑곡나방에 대한 기피실험을 실시한 연구 등 4건이 검출되었다. 이중 2010년 수행한 연구는 아직 국내 학술지에 보고되고 있지 않는 실정이나 초콜릿용 항충포장은 60

일 정도의 해충차단효과로, 약 1년이라는 초콜릿 유통기간 동안 해충차단효과를 제공하지 못하는 문제가 있었다. 선진 외국논문에서 검토된 대상 식물추출물로는 citronella, garlic oil, neem extract, pine oil, pyrethrum, soybean oil, geranium oil, piperidine, IBI-246(토마토 구성성분) 등이 있으며, 합성물질로는 DEET(N,N-diethyl-m-toluamide, pyrethrin, methyl salicylate, IR3535(3-[N-butyl-N-acetyl]-aminopropionic acid) 등이 보고되고 있다. 외국의 경우 2년에 걸쳐 케이퍼 수업 등 스페인산 야생식물 57종에 대한 거짓쌀도둑거저리 외 10종에 대한 기피효과를 조사한 후 기피제를 선정하는 연구와 50여 종의 스페인 남동지역산 식물 50종에 대한 screening 후 기피물질을 선정하는 반면, 국내 연구의 대부분은 소재 선택의 범위와 근거 제시 없이 일부 소재에 대한 해충 기피실험을 수행하여 선정하는 초보적인 수준에 머물고 있다. 또한 오염해충의 냄새지각능력에 따라 휘발성과 비휘발성 추출물을 선택하여 적용할 필요가 있으나 국내 연구의 대부분은 휘발성 물질에 한정되어 있고 또한 동 방법도 제품의 유통기간 동안 휘발성 기피제가 효력을 발생하도록 하는 혼입방법의 연구와 포장재로부터 기피제가 식품으로 전이되는 정도에 대한 연구도 실시되어 있지 않아 아직 상품화 단계는 요원한 실정인 것 같다.

현재 상업화를 준비 중이거나 시판 중인 해충 기피포장재로서는 BugBan 9000(수성코팅제재, 미국), 고추냉이 등의 천연식물 추출물을 원료로 하는 휘발성 기피제를 실리카 등의 중공 다공성 마이크로 캡슐에 내포하여 만든 바이오프린트(일본, 명보아트), propionic acid를 생분해성 PCL (poly-caprolactone)과 zein(옥수수단백질) 코팅한

cereal 포장재의 방충기피제(이탈리아, Foggia) 등이 있다. 그러나 기피제가 함유된 상업용 포장재 중 BugBan 9000은 낮은 방충효과(자체 실험결과 24시간 내에서만 효력 발생), Bio-print는 포장재로부터 기피제의 식품전이특성(포장식품으로의 냄새 전이 억제)을 위한 연구 중), propionic acid 코팅제제는 다양한 해충에 대한 검증미비, 불안정한 차단 효과로 인하여 현재 연구보완 단계에 있는 것으로 보고되고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 항충포장기술을 개발하기 위해서는 가공식품의 저장 및 유통과정 중 포장재 내부로 침입 및 침투하는 해충을 제어하는 방법은 저장해충의 생태학적 특성에 대한 지식을 토대로, 해충이 침투할 수 없는 물리적 특성을 갖는 포장재의 개발, 해충의 접근을 차단하는 기피제를 포장재에 혼입하는 방법, 그리고 해충이 발생하지 않는 위생적인 환경관리가 주요 연구대상이라 할 수 있다.

● 참고문헌 ●

1. Baur FJ, Insect management for food storage and processing, American Association of Cereal Chemists International, St. Paul, Minnesota, USA, 384, 1984
2. Gorham JR, Ecology and management of food-industry pests. FDA Technical Bulletin 4, Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA, 595, 1991
3. Heaps JW, Insect management for food storage and processing. American association of Cereal

- Chemists International, st Paul, Minnesota, USA, 35-38, 2006
4. Jha AN, Yadav TD, Insect proof packaging against *Lasioderma serricorne* Fab and *Stegobium paniceum* (Linn.) pest of spices, *Indian Journal of Entomology*, **53**(3), 401-404, 1991
 5. Pacheco IA, Wiendl FM, Resistencia de materiais utilizados para embalagens a perfuracao por *acanthoscelides obtectus* (Say) e *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (coleoptera: bruchidae). Estimativa de perda de feijao decorrente da infestacao por esses carunchos, *Coletanea*, **19**(2), 165-172, 1989
 6. Shukla RM, Chand G, Chandra M, Saini ML, Comparative resistance of different packaging materials to stored grain insects, *Plant Protection Bulletin(Faridabad)*, **45**, 21-23, 1993

정 문 철 농학박사

소 속 : 한국식품연구원 유통연구단

전문분야 : 신선도 연장을 위한 저장유통기술
갈변억제, 신선편이기술 등

E-mail : mcjeong@kfri.re.kr

T E L : 031-780-9143