

농약의 잔류성과 안전성에 대한 이해

실제 안전성보다 ‘인식 · 선입견’ 이 문제

‘최대무작용량 · 1일섭취허용량 · 잔류허용기준’ 등 농약잔류 규제 체계 엄격
유기 · 친환경농산물에 대한 높은 선호도 ‘편견’ 서 유래, 안전성 차이 전혀 없어

최 근 농산물에 대한 안전성 확보는 농림부의 주요 국정목표 중 하나가 될 만큼 국민 건강의 필수불가결한 요소가 되어 있고 소비자들은 건강을 위한 안전한 먹거리 선택을 위하여 추가 지출을 기꺼이 감당할 여유를 갖게 되었다. 그러면서 소비자들은 안전 농산물을 선택하는 과정에 있어 어느 사이 작물 재배시기에 살포되는 농업용 화학물질, 특히 농약의 잔류가 농산물의 청정성을 해치는 주된 요인이라는 선입견을 갖게 되었다. 이에 따라 농업용 화학물질을 사용하지 않는다는 친환경이나 유기농법에 의해 생산된 농산물에 대한 선호도가 빠르게 높아지고 있는 추세는 확실해 보인다.

잔류농약이나 국내 농약관리체계에 대한 전문지식을 갖고 있는 학자들의 입장에서 보면 이는 상당부분이 편견에서 유래한다. 즉 농산물의 안전성을 위협하는 잔류 화학물질에는 농약도 있기는 하나 그 외 비료, 생산 환경으

로 유입되는 각종 환경오염 물질들, 또한 유기농업에서 피할 수 없는 미생물 독소나 타감물 질균 등 매우 다양하다. 현재 사용이 허가되어 있는 친환경 농자재는 단지 천연물질로부터 유래한 자재이므로 안전할 것이라는 비과학적인 전제하에, 체계적인 안전성 관리는 거의 전무한 상태에 있다. 자체 순환을 기본 원리로 하는 진정한 유기농업은 낮은 생산성, 영농 자재 공급의 어려움, 높은 노동요구성 등으로 인하여 현실적으로 거의 불가능함에도 불구하고 이른바 청정 유기농법이라는 이름으로 포장된 유사 농산물이 범람하고 있는 실정이다.

그러나 교통사고에 의한 사망자수가 1년에 만명을 상회하고, 배기가스가 광화학스모그를 형성하여 심각한 대기오염을 유발하여도 대부분의 소비자들은 자동차 타기를 포기하지 않는다. 또한 국내에서 농약잔류에 대한 관리체계가 다른 화학물질에 비하여 매우 엄격하여 만성독성학적 위해를 유발할 가능성이 가장

낮은 편이며 농업에서 농약을 사용하지 않으면 농업생산성이 격감, 식량안보 측면에서 심각한 사태가 발생할 수도 있다는 논리를 아무리 강조하여도 무농약 농산물에 대한 소비자의 욕구가 단기간 내에 감소하지 않을 것임은 누가 보아도 명백한 현실이다. 이러한 국민감정에 대하여 섭섭한 생각을 가질 것이 아니라 오히려 잔류농약의 안전성에 대한 과학적 사실을 지속적으로 제시함으로써 국민 여론이나 인식을 점차 올바른 방향으로 유도하는 것이 보다 합리적이다. 따라서 본 소고에서는 잔류농약에 대하여 비전문가인 독자들을 대상으로 농산물 중 잔류농약의 안전성 확보에 대한 과학적 이론 및 관리체계를 가급적 쉽게 설명함으로써, 그 이해를 돕고자 한다.

급·만성독성에 대한 올바른 이해

작물 재배과정에서 농약을 사용을 하였을 경우, 농산물 중에 잔류농약이 존재하게 되는 것은 필연적 사실이다. 이러한 잔류농약에 의한 위해성(risk)은 농약 자체의 독성(toxicity)과 노출량(exposure)의 곱으로 표시된다. 즉 잔류수준(노출량)이 낮더라도 농약 자체의 독성이 높으면 안전성이 위협을 받으며 그 반대로 잔류수준이 높더라도 농약 자체의 독성이 낮으면 안전성이 확보된다. 따라서 이러한 위해성이 인간에 대한 허용량이하를 유지하도록 잔류농약을 관리하면 농산물 중 잔류농약에 대한 안전성은 과학적으로 확보된다.

위해성의 허용수준에 대한 과학적 근거는 농약의 독성 평가로부터 시작되는데 여기에서 농약 자체의 독성은 만성독성을 의미한다. 일반적으로 농약의 독성은 급성독성(acute

toxicity)과 만성독성(chronic toxicity)으로 구분한다. 급성독성은 독물(毒物)을 단 1회 투여하였을 때 생물집단의 치사에 이르게 하는 정도를 나타내는 독성이

다. 반수치사약량(median lethal dose, LD₅₀)으로 표시되며 그 독성정도에 따라 맹독성, 고독성, 보통독성 및 저독성으로 구분하고 있다. 이러한 급성독성은 농민을 비롯하여 농약제품을 직접 취급하는 사람을 대상으로 적용되는 독성이다. 반면에 만성독성은 생물체에 독물을 오랜 기간 급성적 치사량이하로 반복적으로 투여했을 때 조직 또는 생리적 이상을 초래하여 치사에 이르게 하는 독성이다. 바로 소비자가 잔류농약이 함유된 농산물을 계속적으로 섭취하였을 경우의 독성이다. 발암성, 돌연변이성, 최기형성 및 생식독성 등의 특수독성도 이러한 만성독성의 범주에 포함된다. 이러한 급성독성과 만성독성은 서로 간에 상관관계가 없는 별개의 독성이다. 흔히 언론매체에서 “맹독성 농약을 살포한 농산물을 소비자가 섭취함으로써 국민 건강에 위협이 되고 있다”는 보도를 접하게 되는데 이는 이러한 독성관계에 무지한 언론인들이 빚어낸 오보이다. 왜냐하면 맹독성 농약이라도 만성독성은 얼마든지 낮을 수 있으며 저독성 농약이라도 만성독성은 높을 수 있기 때문이다.

만성독성은 오랜 기간에 걸쳐 서서히 발현되는 독성이므로 급성독성에서와 같이 단기간에 일정한 치사유발수치를 얻기 힘들다. 따라



이 영 득
대구대학교 생명환경학부 교수

서 일반적으로 치사유발수치가 아닌 실험동물에 대한 최대무작용량(NOEL)으로 표시한다. 즉 최대무작용량이 낮을수록 그 농약의 만성독성이 높다는 것을 의미하며 이에 따라 안전성을 확보하기 위해서는 보다 적은 노출량(잔류량)만을 허용하게 된다. 이러한 최대무작용량은 실험동물을 대상으로 얻어진 수치이므로 이를 직접 인간에게 적용하기 어렵다. 따라서 일정한 보정계수 즉, 안전계수를 적용하여 인간에 대한 일일섭취허용량(ADI)을 산출한다. 다시 말해 실험동물과 인간간의 생물종 차이에 따른 보정계수 1/10, 인간 개체별 독성반응차이에 대한 통계학적 분포를 감안한 보정계수 1/10, 그리고 과학적 실험 자료의 확보 유무에 대한 보정계수 1~1/10을 곱하여 1/100~1/1000의 안전계수를 산출하고 이를 최대무작용량에 곱하여 인간에 대한 일일섭취허용량(ADI=NOEL×안전계수)을 산출한다. 이는 인간에 대해서는 실험동물에 대한 최대무작용량의 1/100~1/1000만을 허용하겠다는 의미를 갖는다. 농약마다 이러한 일일섭취허용량은 수년간의 만성독성 연구결과를 전문가들이 면밀히 평가하여 개별적으로 설정된다.

일일섭취허용량으로부터 실용적으로 적용할 수 있는 농산물 중 잔류농약의 노출허용량(잔류허용기준)이 도출된다. 먼저 일일섭취허용량은 인간 체중 1kg당 허용량으로 표시되므로 이 수치에 표준체중 55kg을 곱하면 인간 1명에 대한 일일 잔류농약 섭취허용량이 산출된다. 이를 인간 1인의 일일 농산물 섭취량으로 나누면 이론적 잔류허용한계(Permissible level, PL=ADI× 55/농산물섭취량)를 구할 수 있다. 그러나 이 수치는 농약이 1개 작물에만 사용될 경우를 계상하였으므로 2중이상의

농산물에 사용이 허가되는 일반적 농약 등록 형태와는 맞지 않는다.

따라서 이 수치를 최대한계로 하되 실제 잔류성 시험을 수행한다. 즉 정상적 경작조건(GAP)에서 표준 잔류성 시험을 수행하여 수확물 중 최대잔류량을 실험적으로 얻는다. 여기에 실험적 오차 등을 감안한 여유분을 감안하여 실용적 잔류허용기준(MRL)을 설정한다. 물론 이때 최대잔류량이 이론적 잔류허용한계를 초과하면 그 농약은 등록자체가 금지된다.

또한 다종의 농산물에 잔류허용기준을 설정하였을 때 허용기준을 적용한 총 최대잔류량이 이론적 최대섭취허용량(TMDI)의 80%를 초과하지 않도록 농약사용을 허가하는 농작물의 수를 제한한다. 이는 잔류농약의 섭취경로가 농산물 80%, 축산물 10% 그리고 음용수 10%인 점을 감안하여 계상한 제한기준이다.

이러한 잔류허용기준은 국내 농산물의 경우 출하시점, 수입 농산물의 경우 통관시점을 기준으로 적용되며 기준이하의 농약 잔류량을 함유한 농산물만이 소비자에게 공급된다(그림 1). 출하 후 저장, 유통, 가공 및 조리 과정에 따라 잔류농약은 추가적으로 감소되므로 소비

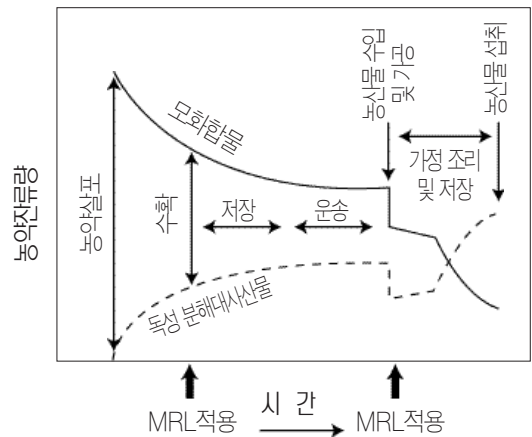


그림 1. 농산물 중 잔류농약 경시변화 및 규제 시점

자들은 실제로 허용기준보다 훨씬 적은 안전한 농산물만을 섭취하게 된다. 따라서 이러한 과학적 연구 및 평가를 통하여 설정된 농약잔류허용기준이 준수되면 잔류농약에 대한 농산물의 안전성은 명확히 확보될 수 있다.

잔류농약 규제 관리체계 엄격

그러나 이러한 잔류허용기준을 농약 사용자인 농민에게 직접 준수하라고 요구하는 것은 비현실적이다. 왜냐하면 잔류허용기준의 준수를 위해서는 잔류농약의 소실 특성, 분석 및 평가가 이루어져야 하는데 이는 극히 전문적인 사항이므로 농민들은 이를 판단할 능력이 전무하기 때문이다. 따라서 농약을 실제 살포하는 농민들을 대상으로는 보다 실용적인 접근방법인 안전사용기준이 설정된다. 즉, 살포농약의 잔류 소실 특성, 분석 및 평가는 전문 과학자가 미리 실험적으로 수행하고, 이 결과를 토대로 수확전 살포가능시기와 최대 살포횟수를 실용적으로 지정, 농민으로 하여금 이를 준수하도록 하는 접근방법이다.

또 농약을 살포하였을 때 농작물 중 초기 잔류량은 농약제품 중 유효성분의 함량, 희석배수 및 살포약량에 따라 다양한 수준을 나타내며 상당수가 잔류허용기준을 초과한다. 그러나 시간이 경과함에 따라 농약잔류량은 일반적으로 지수함수적으로 감소하는데 그 속도는 농약 및 작물별 그리고 환경요인들의 관여 정도에 따라 상이하다. 작물 중 농약의 잔류성은 초기 잔류량의 50%가 감소되는데 소요되는 시간 즉 반감기로 평가된다. 반감기가 짧으면 그 만큼 그 농약의 잔류성이 짧아 작물 중에서 빠른속도로 소실된다. 초기 잔류량이 상당히 높다하더라도 그 소실속도가 빠르면 최종 약

제 살포일과 수확일간 경과시간을 짧게 설정하여도 안전성을 확보할 수 있다. 반면에 반감기가 길면 최종 약제 살포일과 수확일간 경과시간을 보다 길게 설정하여야 한다. 따라서 시기별 잔류량 조사를 통하여 그 소실속도를 산출하고 살포횟수와 수확전 최종 살포일을 달리한 최종 수확물 중 잔류량을 잔류허용기준과 비교, 실용적 안전사용기준을 설정하게 된다.

잔류성 실험을 통하여 설정된 안전사용기준에 따른 살포농약의 잔류량 변화를 과학적으로 예측하면 실험오차 및 농약사용 형태의 가변성을 고려하더라도 잔류량이 허용기준을 초과할 가능성은 거의 없는 것을 알 수 있다.

이러한 과학적 안전기준의 설정과 더불어 정부에서는 실질적 안전관리체계를 구축하고 있다. 즉 농작물 재배 중 농약안전사용기준 준수를 위한 생산단계관리, 출하 농산물의 잔류허용기준 검사 및 관리, 최종적으로 소비자 섭취단계에서의 잔류농약 섭취량 관리 등을 전담하는 기구들을 각 단계별로 운영하고 있다.

이러한 농약잔류관리를 위한 과학적 접근법과 안전관리체계가 정상적으로 운영된다면 소비자들은 굳이 유기나 친환경농산물이라고 포장된 별도의 청정농산물을 찾을 이유가 없다. 즉 현재의 과학적 지식으로는 이들 간의 안전성 차이가 전혀 없기 때문이다. 다만 농민들의 안전성 확보를 위한 의식 전환과 소비자들의 선입견 불식이라는 과제가 남을 뿐이다.

농업도 기업이며 제품인 농산물의 품질은 곧 시장성과 이윤을 대변한다. 안전 농산물 생산은 농가 소득의 직접적 향상과 국내 농산물의 경쟁력 확보의 척도가 된다는 사고가 농민을 위시한 농업종사자에게 실질적으로 필요한 시대라 하겠다. Y