

《 _____ 화학1 수행평가 》

하이에듀

주제	자율주제탐구 보고서 및 관련 도서 독서감상문
가이드	<p>1. 화학의 활용성과 그에 따르는 양면성에 관한 탐구 (탐구활동)</p> <p>(서론) 현대적인 쾌적한 삶을 가능하게 한 것은 과학, 그중에서도 화학은 아주 큰 역할을 수행하였습니다. 우리가 매일 사용하는 비누나 세제, 플라스틱 등 일상생활을 구성하는 모든 것은 화학 물질로 이루어져 있으며, 우리는 이러한 셀 수 없이 많은 화학제품으로 둘러싸여 있는 세상에 살고 있습니다.</p> <p>하지만, 현재의 편리한 생활을 가능하게 하는 화학기술은 그에 따르는 부작용도 여럿 지니고 있음을 다양한 사건 사고(살충제 DDT/자세한 사항은 자료 1에서 확인)들을 통해 확인할 수 있었습니다. 이번 탐구에서는 우리가 일상생활 속에서 사용하는 생활용품 혹은 식재료 등에 적용된 화학의 원리와 그에 따르는 부작용을 살펴보도록 하겠습니다.</p> <p>(본론) 일상생활 속에서 자주 사용하는 화학제품에 적용된 원리는 화학1 교과 내용과 연관지어 이해할 수 있습니다.</p> <p>첫 번째 예시는 바로 계면활성제입니다. (자세한 사항은 자료2에서 확인) 두 번째 예시는 바로 GMO입니다. (자세한 사항은 자료3에서 확인)</p> <p>(결론) 탐구 활동에서 확인할 수 있듯이 더 좋은 세정력을 위해 개발된 합성 계면활성제와 식량 위기를 해결하기 위해 개발된 GMO는 결국, 우리 몸 그리고 환경에 해로운 영향을 미치기도 합니다. 또한, 서론에서 확인했듯이 해충 혹은 살충제로 사용되기 위해 개발된 치클론과 DDT는 결국 사람을 죽이는 무기로 혹은 생태계를 파괴하는 도구로 사용되기도 하였습니다.</p> <p>이러한 사실들을 확인할 수 있었던 본 탐구 활동을 통해 우리는 화학, 더 넓게는 모든 과학기술이 주는 이로움에 홀리지 않고, 그 이면의 해로움에 대해서 더 많은 관심을 가져야 한다는 점입니다. 기술의 발전에 발맞춰 그에 따르는 윤리적인 문제들도 함께 고려해야 한다는 가르침을 주는 활동이었습니다.</p> <p>학생의 희망 진로인 식품공학 분야에서 또한 유전자 조작 기술이 발전함에 따라 생명을 어디까지 인위적으로 조작할 것인지에 관한 윤리적 문제, 그리고 조작에 따르는 부작용 문제에 대하여 여전히 긴 토론이 이어지고 있습니다. 이러한 논쟁에 지속적인 관심을 가지고, 그 답을 고민해보며 자신만의 가치관을 정립해 나가야함을 다짐하게 되는 활동이기도 합니다.</p>

2. 관련 도서 선정 (관련 독서 활동-1)

탐구 주제 및 화학1 교과목과 관련된 도서로 **‘화려한 화학의 시대’**를 선정하였습니다. 해당 책은 인류를 굶주림과 질병으로부터 해방시켜서 화려한 화학의 시대를 연 위대한 화학자들과 의도치 않은 재앙으로 이어진 그들의 업적의 이면에 대하여 다루는 책입니다. (줄거리)

특히, 전체적으로는 **‘우리 생활 속의 화학’** 단원을 더 넓은 범위로 바라본 도서입니다. 또한, 현대인의 삶을 쾌적하고 풍족하게 해준 약품, 식품, 향료, 백신, 소독제, 살충제 등을 구성하는 화학 물질을 어떻게 활용했는지, 이를 활용해 어떤 문제를 해결했는지, 그 과정에서 어떤 새로운 문제를 만들어냈는지 등을 다루는데 그 중심에는 항상 화학 물질이 있기 때문에 **‘화학 결합과 분자의 세계’** 단원에서 다루는 전반적인 내용과도 연결되어 있습니다.

3. 독서감상문 작성 팁 (관련 독서 활동-2)

해당 도서에서는 앞선 탐구의 서론에서 다루었던 DDT 등 화학기술의 이로움과 해로움을 둘다 보여주는 즉, 화학기술의 양면성을 다루는 도서입니다. **블임자료와 자료1 그리고 가이드 2의 도서 요약**을 참고하여 줄거리 작성하시기 바랍니다.

느낀점은 탐구 활동의 (결론)과 일맥상통하게 작성하면 될 것 같습니다. 다음은 그 예시입니다.

(예시) 이 책을 읽으며 우리가 화학기술이 주는 이로움에만 집중하지 말고 그 이면의 해로움에 대해서도 관심을 가져야함을 절실히 깨닫게 되었습니다. 즉, 화학 더 넓게는 과학기술의 발전에 발맞춰 그에 따르는 윤리적인 문제들도 함께 고려해야함도 함께 깨달을 수 있었습니다.

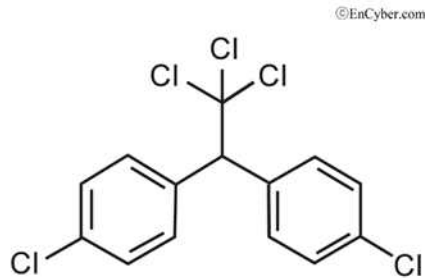
더불어 문이과를 가리지 않고 화학을 공부해야 하는 이유 또한 이해할 수 있었습니다. 스마트폰, 옷, 자동차, 전자제품, 의약품 등 우리 생활에 사용하는 거의 모든 것들은 화학 물질로 이루어진 만큼 화학을 우리의 삶과 떼어놓고 살 수는 없는 현실입니다. 이러한 현실에서 우리가 할 수 있는 것은 하나입니다. 바로 화학 물질에 대한 경각심을 가지고 생활용품 하나하나에 주의를 기울여야함을 책의 처음부터 끝까지 반복적으로 말하고 있습니다.

실제로 정부는 올 상반기까지 방향제, 살균제 등 생활 제품의 전 성분을 공개하기로 했습니다. 혹시 모를 위험 성분을 찾아내기 위해서라고 합니다. 이러한 정부의 노력은 우리의 노력이 합쳐지지 않으면 허사가 됩니다. 우리도 적극적으로 공개된 성분들을 찾아보고 생활에서 사용하는 화학 물질 하나하나에 경계심을 가져야 합니다. **과학의 발전이 무조건 우리를 이롭게 하지만은**

않습니다. 우리 스스로가 우리를 지키기 위해 관심을 가지고 공부해야 합니다. 이것이 바로 우리가 화학을 공부해야 하는 이유입니다.

자료1. 화학의 양면성을 보여주는 사례 - DDT

1. DDT란



다이클로로다이페닐트라이클로로에테인이라고도 한다. 화학식은 $(C_6H_4Cl)_2CH(CCl_3)$ 이다. 강력한 살충효과와 제초효과를 가지고 있다. 상온에서 색이 없는 결정 상태의 고체로 존재하며 극성이 없어서 물에 녹지 않는다. DDT는 클로로벤젠과 트라이클로로에탄올을 반응시켜 제작하며 다양한 상품명을 가지고 있다. 곤충의 신경세포에 작용하여 나트륨이 세포막을 이동하는 것을 막아 버림으로써 살충효과가 나타난다.

2. DDT의 역사

874년에 자이들러(O. Zeidler)에 의해서 처음 합성되었으나 이때는 DDT의 효과가 무엇인지 몰랐다. DDT가 강력한 살충효과를 가지고 있다는 것은 1939년 스위스의 과학자 뮐러(P. H. Muller)에 의해 밝혀졌고 뮐러는 이 공적으로 1948년에 노벨 생리의학상을 받았다. 제2차 세계대전 때문에 일본에서 수출하던 천연재료 공급이 끊기면서 미국에서 처음 살충제로 실용화되었다. 싼 가격에 대량생산할 수 있고 처음 실용화될 때는 인간에게 무해한 것으로 알려졌기 때문에 급속히 보급되었다. 이가 옮기는 티푸스나 모기가 옮기는 말라리아를 퇴치하는 데 매우 효과적이었기 때문에 1940년대부터 살충제로 널리 사용되었다. 또한 1945년 이후에는 살충용 농약으로서 농업에도 널리 사용되었다.

1955년 국제건강기구(WHO)는 전 세계적인 말라리아 추방 계획을 세워 DDT를 적극 사용하고 이로 인해 말라리아 사망률은 10만 명 중 192명에서 7명으로까지 줄어든다. 그러나 1957년부터 DDT의 유해성에 대한 의문이 제기되기 시작하고 1962년에 《침묵의 봄(Silent Spring)》이 출판되면서 유해성에 대한 인식이 널리 퍼졌다. 특히 조류에 대한 유해성이 많이 지적되면서 결국 1970년대에 들어와서는 대부분의 국가에서 DDT를 농약으로 사용하는 것이 금지되었다. 하지만 현재에도 말라리아와 티푸스를 방지하기 위해서 여러 나라에서 DDT를 살충제로 사용하고 있다.

3. 환경에 대한 영향

DDT의 반감기는 2년에서 15년으로 잘 분해되지 않으며 몸속의 지방 성분에 주로 쌓인다. 땅이나 물 속에 남아 있는 DDT는 식물에 흡수된 후 생물농축을 통해 인간 같은 생물에게 까지 영향을 미친다. 1970년대 미국에서 행한 연구에 따르면 인간의 몸에서도 DDT가 검출되었으며 이는 몸 속에서 에스트로겐과 비슷하게 작용하는 내분비계교란물질로 활동한다. DDT가 환경에 영향을 끼친 사례로 가장 유명한 것은 1950년대부터 관찰된 대머리수리 개체수의 감소이다.

DDT는 조류 배아에 악영향을 끼치고 알 껍질에 칼슘 부족을 일으켜서 알이 쉽게 깨지게 만드는 문제를 일으켰다. 또한 물고기나 양서류에도 독성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 인간과 같은 생물에 있어서 피부로 접촉할 경우에는 특별한 문제를 일으키지 않지만 음식을 통해 섭취할 경우에는 암이 유발될 수 있다는 경고 때문에 현재는 대부분의 나라에서 농약으로 사용하는 것은 금지되었다.

출처:

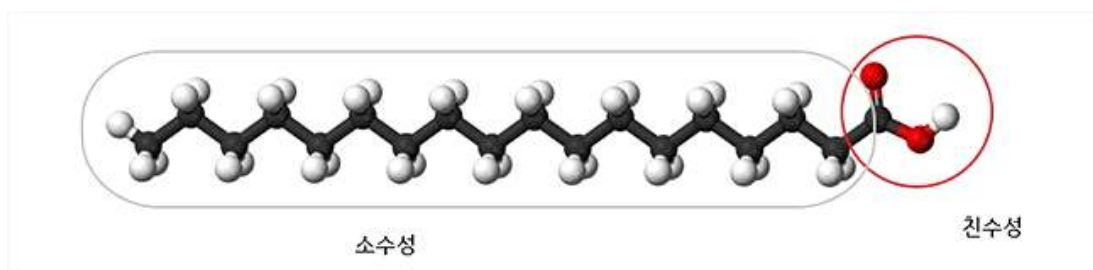
<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1085902&cid=40942&categoryId=31874>

자료2. 계면활성제의 양면성, 주의할 점

계면활성제는 나열하기 힘들 정도로 종류도 많고 사용 범위도 대단히 넓은 화학물질이다. 식품, 화장품, 약, 세제, 샴푸, 치약에 이르기까지 우리가 마주치는 수 많은 생활용품에 계면활성제가 포함되어 있다. 얼마 전 뉴스에서 농약에 포함된 계면활성제가 사람을 죽이는 직접적인 원인이라고 보도를 한 후에 계면활성제에 대한 관심이 높아졌다. 이번에는 계면활성제는 무엇이며, 어디에 사용되고 있는지 알아보자.

1. 계면활성제의 원리(극성, 비극성과 관련하여)

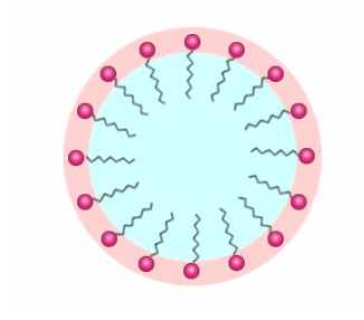
기름과 물은 서로 섞이지 않는다는 것을 우리 모두 경험으로 잘 알고 있다. 기름과 물은 화학적으로 서로 친하지 않다. 그것은 물은 극성의 성질을, 기름은 비극성의 성질을 띠기 때문이다. 일반적으로 화학물질은, 극성 용매에는 극성 분자들이 잘 녹고, 비극성 용매에는 비극성 분자들이 잘 녹는 성질을 지니고 있다. 사람과 마찬가지로 분자들도 서로 끼리끼리 상호작용을 잘하는 것이다. (핵심 화학 원리)



계면활성제 분자는 하나의 분자 안에 물을 좋아하는 부분(친수성)과 물을 싫어하는 부분(소

수성)을 동시에 지니고 있다. 또한, 계면활성제의 친수성 부분은 기름을 싫어하고, 소수성 부분은 기름을 좋아하는 특성(친유성)을 가진다.

계면활성제의 소수성 부분은 탄소 원자가 여러 개 연결된 구조이며, 비극성이다. 반면에 비극성 부분에 같이 결합되어 있는 친수성 부분은 극성이다. 일반적으로 극성 부분의 크기는 비극성 부분의 크기에 비해서 작은 편이다. 그래서 편의상 극성 부분을 머리라고 부르며, 비극성 부분을 꼬리라고 부른다. 즉, 꼬리 부분은 비극성이므로 비극성인 기름과 상호작용을 잘하며, 머리 부분은 극성이므로 극성인 물과 상호작용을 잘한다.



이러한 성질을 가진 계면활성제를 물에 첨가하여 그 분자가 일정 농도가 되면 친수성인 계면활성제의 머리 부분이 물 쪽으로 노출되는 둥근 형태를 띠게 되는데 이를 마이셀이라고 부른다.

이와 같은 원리로 물에 비누(계면활성제의 한 종류를 많이 풀어서 비누 분자의 수가 많아지면 마이셀 입자가 형성된다. 이때, 물속에 섞여 있던 기름 분자들은 친유성을 띠는 마이셀 중심에 놓여있을 때 안정하므로 마이셀이 형성될 때 그 안으로 들어가게 되며 물과 분리가 된다.

2. 계면활성제의 위험성

<[성분이 알고싶다②] 사용한도 기준 없는 계면활성제... 안전할까 위험할까?>

<https://www.greenpostkorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=123305>

생략

◇ 자극 적지만 발암물질 위험 있는 SLES

어느 곳 할 것 없이 신체에 직접 닿다 보니 계면활성제의 위해 여부에도 관심이 쏠릴 수밖에 없다.

우리가 매일 사용하는 샴푸, 세안제 등 클렌징 제품의 뒷면에 표기된 전성분에서 가장 흔하게 찾을 수 있는 성분은 소듐라우릴설페이트(SLS)와 소듐라우레스설페이트(SLES)다. 풍

부한 거품과 높은 세정력이 특징인 화학계면활성제 성분들이다.

SLS는 음이온 계면활성제로 세정력이 강하다. 비누, 샴푸, 치약 등에 사용되며 거품이 많이 나는 것이 특징이다. 강한 세정력으로 피부자극 및 생체기능장애 유발 등 부작용에 대한 우려가 있긴 하지만 역사가 길고 비교적 안전하다는 평가를 받고 있다.

현재 국내를 비롯해 유럽, 일본, 미국 등에서 SLS의 사용한도 원료를 따로 관리하고 있지는 않다. 다만 미국 화장품 원료 안전성 평가위원회(CIR)에서는 SLS 사용 후 씻어내는 화장품 사용은 안전하나, 사용 후 씻어내지 않는 화장품은 자극성 우려로 1% 농도를 초과해 사용하지 않도록 권고한 바 있다. 캐나다에서는 단백질을 변성시키는 물질로 유해가능성 있는 성분으로 지정하기도 했다.

SLES는 SLS와 구조는 비슷하지만 '에틸렌옥사이드'라는 성분이 합성돼 있다는 점이 다르다. 에틸렌옥사이드는 다양한 산업군에서 사용되고 있지만 발암물질로 지정돼 있는 물질이기도 하다. 특히 에틸렌옥사이드 합성과정에서 제2군 발암물질인 '1,4-디옥산'이 부산물로 생성돼 잔존할 수 있는 가능성이 있다. 1,4-디옥산은 독성이 강해 눈, 코, 점막 등에 염증을 유발하거나 다량 노출 시 신장 및 신경계 손상을 초래할 수도 있다고 알려지고 있다. 미국 환경청(EPA)에서 발암물질로 규정하고 있는 물질이다.

제품의 성분 목록 자체에서는 이 성분을 발견하기는 어렵다. 원료 자체로 첨가되기보다 제조 과정에서 발생하기 때문이다. 제조업자가 부산물로 생기는 1,4-디옥산을 제거할 수도 있지만 법적인 의무사항은 아니다. 때문에 성분 목록에 소듐라우레스설페이트(SLES)나 암모늄라우레스설페이트(ALES) 등의 성분이 포함돼 있으면 제조 과정에서 1,4-디옥산이 발생했을 가능성을 한번 생각해 보는 것이 좋다.

그럼에도 이 성분을 제품에 사용하는 이유는 무엇일까. 에틸렌옥사이드가 결합한 SLES가 SLS보다 자극이 더 적고 거품이 부드러우며 물에 더 잘 용해된다는 특성을 가지기 때문이다. 이러한 특징으로 기업에서는 SLES가 더 친환경적이라고 홍보하기도 한다. 더 적은 자극을 내고 물에 용해는 잘 되지만 발암물질의 위험을 안고 있는 아이러니가 있는 셈이다.

화학계면활성제의 거품이 자연상태에서 분해되지 않아 환경오염을 유발시키는 주범으로 꼽히는 만큼 물에 용해가 잘 된다는 면이 장점으로 꼽히는 것도 일면 이해가 가는 부분이다.

SLES 역시 국내를 비롯해 유럽, 미국, 일본 등에서 사용금지나 사용한도 원료로 관리하고 있지는 않다. 국외 독성연구기관인 IARC, EPA에서 발암물질로도 분류하고 있지 않다. 미국 CIR에서는 SLES에 대해 "일정 농도 내에서 사용하는 것과 씻어내는 제품에서는 안전하다"고 말한 바 있다.

식품의약품안전평가원 화장품연구팀 관계자는 "국내 식약처는 물론 유럽과 미국 등 전세계

적으로 계면활성제와 관련한 기준은 따로 두고 있지 않다”고 설명하며 “계면활성제는 화장품에서 물과 기름을 섞이게 하는 성분으로 발암물질로 등재된 경우에는 제품 원료로 사용할 수 없다”고 덧붙였다. 아울러 1,4-디옥산과 관련해서는 “계면활성제의 부산물로 일부 생성되는데 국내외에서 1,4-디옥산에 대한 허용기준을 정하고 있고 기준에 맞춰 제품을 만들도록 하고 있다”고 설명했다.

3. 계면활성제 사용 시 주의할 점

계면활성제 성분이라고 모두 위해성을 가지고 있는 것은 아니다. 합성과정의 비교적 단순하거나 합성과정에서 유해물질 또는 발암물질 잔존 가능성이 적거나 없는 저자극 계면활성제도 있다. 일명 ‘순한 제품’이라고 말하는 이 제품들은 성분에 예민할 수 있는 임산부나 어린이를 둔 가정에서 많이 찾는다.

저자극 계면활성제는 천연계면활성제, 천연유래 계면활성제로 분류할 수 있다.

천연계면활성제는 레시틴, 사포닌처럼 자연에서 직접 추출할 수 있는 성분이다. 레시틴은 계란 노른자나 콩에서 추출할 수 있고, 사포닌은 비누풀이나 무환자나무 열매 등에서 추출할 수 있다.

천연유래 계면활성제는 합성이긴 하지만 천연유래 원료로 만들어져 비교적 자극이 적다. 대표적으로 글루코사이드계와 아미노산계가 있다. 글루코사이드계에는 라우릴글루코사이드, 데실글루코사이드 등의 성분이 있다. 옥수수 전분이나 코코넛 등 자극이 없는 식물유래 지방산에 반응해 만들어져 피부자극이 적고 잔류 가능성이 적다. 아미노산계에는 포타슘코코일글리시네이트, 애플워시 등의 성분이 있다. 코코넛 지방산과 사과 전분 유래의 아미노산이 반응해 만들어진다.

시중에 ‘계면활성제가 없다’고 홍보하는 제품은 대부분 합성계면활성제가 들어가 있지 않았다는 것을 의미한다. 계면활성제가 들어가지 않으면 피지나 노폐물을 제거하지 못하는 경우가 많으므로 화학성분을 자연유래로 바꾼 것으로 이해하면 된다.

모든 계면활성제는 피부의 지질 및 단백질과 반응할 수 있기에 주의가 필요하다. 제품을 선택할 때는 이를 염두에 두고 본인이 강한 세정력을 원하는지, 피부 자극이 덜한 제품을 원하는지에 따라 전성분을 따져보고 선택하면 된다. 합성계면활성제는 세정력이 강한 반면 건조증 등 피부질환의 원인이 될 수 있고, 천연계면활성제는 피부 자극이 없는 대신 세정력이 다소 떨어질 수 있다는 점을 염두에 두면 선택에 도움이 될 것으로 보인다.

자료3. GMO의 양면성

1. GMO란?

작물 품종개량 방법 비교 자료: <네이처 제네틱스> 2016년 2월호

전통 육종			유전자 변형	유전자 편집
<p>교배</p>	<p>돌연변이 유발</p> <p>화학물질 또는 방사선 자극</p>	<p>원형질체 세포 융합</p>	<p>외래 유전자 삽입</p>	<p>유전자 가위 (크리스퍼/카스9)</p>
우수 품종으로 개량			GMO	유전자 가위 작물

작물 품종개량 방법은 다양한 방식으로 발전해왔다. 그중 GMO는 자연적 방식이 아닌 인위적 방법으로 외래 유전자를 가지게 된 생명체를 지칭하는 용어이다.

GMO를 만드는 방법은 다양한데 대표적으로는 아그로박테리움법, 입자총법이 있다.

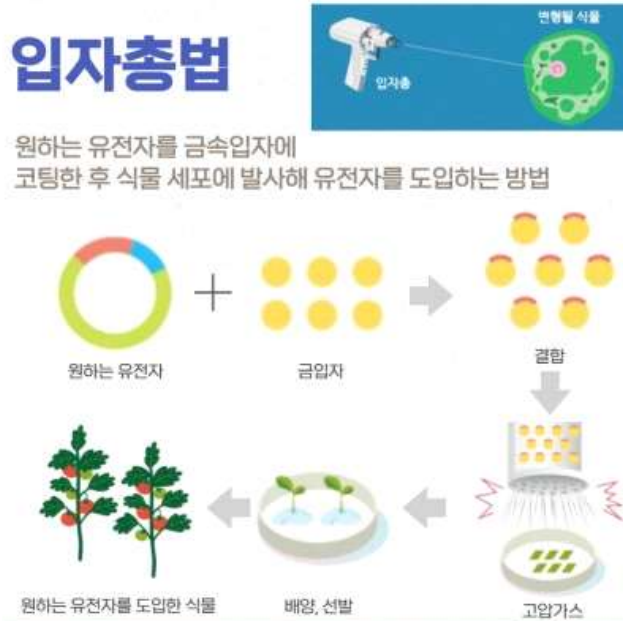
1) 아그로박테리움법: 식물에 자신의 유전자를 삽입시키는 특징을 갖고 있는 미생물인 아그로박테리아를 이용하는 방법이다. 아그로박테리아에서 특정 유전자를 제거하고 대신 개발된 유용 유전자를 연결시켜 다시 넣은 후 이를 식물세포에 접촉시켜 유용 유전자를 삽입시키는 방법이다.

GM 작물 만드는 과정



출처: https://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2009070102011857650001
<https://www.mk.co.kr/news/it/5577467>

2) 입자총법: 금이나 텅스텐 등 금속미립자에 유용한 유전자를 코팅한 후 고압가스의 힘으로 식물의 잎 절편이나 세포 덩어리에 투입, 유용 유전자가 물리적으로 세포의 염색체에 접촉하도록 함으로써 직접 식물세포 내에 넣는 방식이다.



2. GMO의 양면성

하지만 이러한 방식으로 품종을 개량한 GMO의 안정성에 관한 논쟁은 그 기술이 도입된 지 십수년이 지났지만 여전히 활발히 이루어지고 있다.

GMO를 부정적으로 바라보는 시각에서 주장하는 대표적인 근거는 바로 **GMO 식물이 다른 자연형태의 식물들과 교배되어 예측 불가능한 변종을 낳을 수 있다는 점이다.**

또한, 그 **안정성에 대한 검사가 제대로 이뤄지지 않았다는 주장이다.** 안전성 검사에는 아직 여러 문제점이 남아 있다. 첫째, 안전성 심사를 개발자가 스스로 한다. 둘째로 안전성 심사를 하지 않아도 되며, 법률에 따른 강제력이 없어 심의를 임의로 한다. 셋째로 허가는 신청자의 제출서류만으로 진행한다. 그렇기 때문에 신청자가 불리한 데이터는 제출하지 않는다. 넷째로 유전자조작 농작물의 섭취실험은 면제되어 있다. 결과적으로 안전성의 증거가 없다. 장기적인 만성 독성 판정은 면제하고 급성 독성 판정만 한다.

독성을 띄도록 의도된 GMO의 경우도 존재한다. 대표적인 것이 “BT(” 품종이다. 미국 미네소타 대학교의 연구보고서는 BT 옥수수를 재배한 농부(미국 5개주)들은 BT 옥수수를 재배하지 않는 이웃 농민들보다 40억 달러의 수익을 더 얻었다고 발표하였다. 유해성에 대해 논란이 되고 있는 독성이 포함되어 있는 BT 품종은 특정 곤충의 소화기관을 파괴하는 품종으로 식물 스스로 구충제를 생산함으로써 이 식물을 먹은 곤충은 죽게 된다. 이러한 보고서는 사람에서도 매우 위험성을 줄 것이라 추론할 수 있다. 일반적인 농약은 씻어서 제

거할 수 있지만 BT 품종이 생산하는 성분은 그렇게 할 수 없기 때문이다. 그럼에도 불구하고 이러한 BT 독성은 생물의 특성에 따라 다르게 나타날 수 있는데, 어떤 생물에게는 안전한 성분이 다른 생물에게는 위협적일 수도 있다.

GMO 식품의 문제는 없을까? 아직까지는 큰 문제가 없다고 하지만, GMO 식품이 개발된 지 불과 30여 년밖에 되지 않았기 때문에 안정성은 확인할 수가 없다. 일부 연구에서는 GMO 식품을 쥐에게 몇 년간 복용하게 했더니, 종양이 생겼다는 결과가 존재한다. 쥐는 인간보다 한 세대가 짧기 때문에 빨리 나타난 것이다. 반면, 인간은 한 세대가 100년이 넘고, 최근에는 과학이 발달하면서 100세를 넘어 120세까지 바라보고 있으니, GMO로 인한 문제점을 파악하려면 최소 100년은 지나야 알 수 있지 않을까 싶다.

이로 인해 생태계도 교란될 수 있다. 해충에 강한 작물을 만들었기 때문이다. 해충으로 인해 작물을 재배하기 어렵다는 것은 물론 알고 있다. 하지만, 작물을 재배하기 어렵기 때문에 해충에 강한 작물을 인공적으로 개발한다고 한다. 그 순간은 편할지 모르지만, 결국에는 다시 사람에게 더 큰 해를 끼칠 수도 있다. 과도한 항생제 사용으로 인해 슈퍼박테리아가 등장했다는 이야기는 들어보았을 것이다. 해충도 마찬가지다. 해충에 강한 작물을 만들면, 시간이 지나 그 해충에 강한 작물을 뛰어넘는 더 해로운 해충이 등장할 수도 있다. 그렇게 등장한 해충이 다른 식물로 넘어가면서 결과적으로 생태계 교란으로 이어질 수 있다.

특정한 작물을 잘 재배하기 위해서 유전자조작을 했다가 의도치 않게 다른 작물에 큰 피해를 줄 수도 있다는 것이다. 또 다른 문제는 GMO 작물로 인하여 재래종이 멸종될 수 있다는 것이다. GMO 작물이 보편화되면 많은 사람들이 더 쉽게 경작할 수 있는 GMO 작물을 사용할 텐데, 그렇게 되면 재래종은 자연스럽게 멸종될 위기에 처할 것이고, 그로 인해 종의 다양성도 감소하게 될 것이다. 이 외에도 사람에게 따라서는 GMO 식품이 알레르기를 유발할 수도 있고, 면역계를 약화시킬 수도 있다. GMO 식품이 인체에 얼마나 해로울지, 어떤 영향을 미칠지는 아직까지 아무도 알 수가 없다.

출처: <https://www.breaknews.com/833524>

3. GMO의 대체제

위에서 언급한 위험성을 내제하고 있는 GMO의 대체제로써 '유전자 가위 편집 작물'이 주목을 받고 있다.

유전자 가위는 유전체(게놈)에서 특정한 유전자 염기서열을 인지하여 해당 부위의 DNA를 절단하는 인공 제한효소로서 인간 및 동식물 세포의 유전자 교정에 사용된다. 유전자 교정은 미리 특정하게 조작된 인공 제한효소가 유전체에서 특정한 DNA 구간을 절단한 후 이를 수리하는 과정에서 원하는 유전자를 짜깁기하듯이 빼거나 더하는 방식으로 이루어진다.

제2의 농업혁명 이끄는 유전자 교정

※질병을 유발하거나 농작물의 품질을 떨어뜨리는 DNA를 효소로 잘라내고 해당 부위를 정상 DNA로 복구함

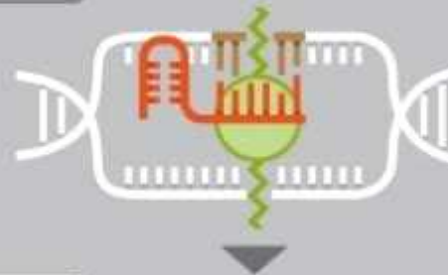


자료=美 콜드스프링하버 연구소, 英 에든버러대, 리컴비네틱스

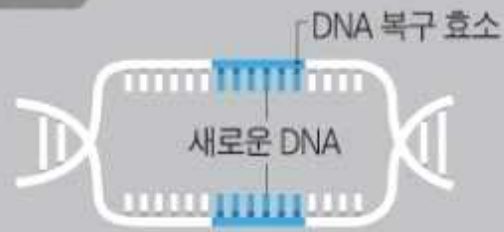
1단계 가이드 RNA, 잘라낼 DNA에 결합



2단계 효소로 DNA 절단



3단계 정상 DNA로 복원



2013년에 '크리스퍼/카스9'이라는 유전자 가위 기술이 본격 등장한 이래 여러 작물과 가축 품종이 이런 유전공학 기법으로 만들어졌다. 국내 연구진도 최근 몇 년 새 근육을 늘린 돼지나 실험실 수준에서 만든 유전자 가위 상추·벼의 품종 개발에 참여한 바 있다. 미국·중국 등에서 더욱 활발해 기업과 연구소들은 다양한 유전자 가위 품종 개량에 나서고 있다. 뿔이 없는 소나 근육이 발달한 개, 털이 풍성한 양 같은 동물이 만들어졌다. 김상규 유전체 교정연구단 식물연구팀장은 "지금까지는 논문 형식으로 보고됐는데 이제는 상품으로 나오는 경우도 많으리라 예상한다"며 "식물 외에 소나 돼지, 연어 같은 동물에서도 성장 속도나 근육량을 바꾸려는 시도가 계속되고 있다"고 전했다.

이제 관심은 유전자 가위 작물이 지엠오와 같은 극심한 찬반의 길을 걸을 것인지, 아니면 안전한 유전공학 작물로 인정받을 것인지로 쏠리고 있다. 많은 연구자들은 유전자 가위 작물이 지엠오와 확연히 다르다며 '선 굿기'를 강조하고 있다. 김석중 툴젠 연구소장은 "지엠오는 다른 생물종의 유전자를 집어넣어 품종을 개량하는 방식이지만, 유전자 가위는 작물 고유의 유전체 일부를 약간 편집하는 수준"이라며 유전자 가위 작물이 지엠오 작물의 안전성 규제 대상이 되지 않는다고 강조했다.