

주제 탐구 활동 계획서

학번 및 이름	
관련 과목	통합과학1
지도 교사	
탐구 주제	과학수사에서의 DNA와 RNA 활용

1. 탐구 동기

<***> - 통합과학 시간에 DNA와 RNA에 대해 배웠을 때, 이들의 구조와 기능이 체계적이라는 점에서 흥미를 느꼈다. 또 염기를 배열하는 순서인 염기 서열로 인해 생물의 다양한 형질이 정해진다는 사실이 놀라웠고, 더 깊이 알아보고 싶다는 생각이 들었다. 그러던 중 DNA가 우리 사회에서 중요한 역할을 하는 사례를 접하게 되었고, 특히 과학수사에서 결정적인, 매우 중요한 단서가 되는 사례를 보았다. 드라마나 뉴스에서 DNA 감식을 통해 사건을 해결하는 장면을 본 적은 있었지만, 실제로 DNA가 어떤 원리로 어떻게 활용되는지는 몰랐고, 이에 대해 자세히 알아보고 싶었다. 그래서 친구와 함께 DNA, RNA의 개념과 구조를 통합과학 시간에 배운 것보다 더 깊이있게 조사하고, 과학수사에 어떻게 활용되며 그 원리가 무엇인지 활용 사례를 중심으로 탐구해 보기로 했다. 이번 탐구 활동을 생명과학과 화학에 대한 흥미를 더 키우고, 활동을 관련 분야에 대해 더 넓은 시야를 갖는 계기로 삼고자 한다.

<***> - 이중 나선 구조로 이루어진 DNA와 단일 구조로 이루어진 RNA에 대한 당과 염기 구성, 특징과 기능에 대해서 통합과학1의 2단원 소단원 중 '자연의 구성 물질'에서 배우게 되었다. 중학교때 얇게 배웠던 DNA에 대해서 더욱 자세하게 알 수 있었으며 과학 뉴스나 관련 컨텐츠를 통해서 접한 적이 있던 RNA에 대해서도 배울 수 있었다.

이러한 배움 속에서 DNA와 RNA가 구체적으로 구조이며 이를 구성하는 당의 형태, 아데닌(A),구아닌(G), 타이민(T),사이토신(C),유라실(U)과 같은 염기의 구조적 차이, 인산과 당이 결합한 형태 그리고 DNA와 RNA의 구조적,기능적 차이에 대해서 처음 의문점이 생기게 되었다. 그러던 중 'DNA와 RNA를 활용한 실제 사례가 어떤 것이 있을까?'라는 생각을 하며 활용 분야에 대해서 찾아보던 중에서 과학수사(범죄수사)에서 이를 통해 사건을 해결하게 되었다는 뉴스를 우연히 접하게 되면서 과학수사에서 활용되는 방법 및 원리에 대한 탐구를 계획하게 되었다. 단순한 암기 공부가 아닌 더 세부적인 내용까지도 탐구하여 깊이 있는 과학 공부를 하게 된다면 폭넓은 지식을 얻을 수 있을 것이라 생각한다. 또한 이러한 깊이 있는 탐구를 진행함으로써 생명,화학적 지식을 쌓을 뿐만 아니라 그 과정에서 현재 불분명하고 정확하지 않은 나의 적성에 대해서 알 수 있는 기회를 얻을 수 있을 것이라고 생각한다. 탐구 과정에서 얻은 정보들을 이해하기 쉽게 정리하고 학급 친구들에게 공유하여 과학 시간에서 이론으로만 배웠던 과학 개념이 적용된 실제 사례인 과학수사를 통해 비교적 더 쉽고 재미있게 지식을 얻었으면 하는 바람또한 이 탐구를 통해 이루고 싶다.

2. 탐구 계획(매우 구체적으로 작성)

*탐구를 위한 준비물:(자료 검색을 위한) 크롬북, 필기도구, (포스터 제작을 위한) A3 종이(또는 A4) 등

1) 과학수사(범죄수사)에서 DNA와 RNA를 활용된 원리를 이해하기 위한 개념 및 세부적인 내용 공부

- 핵산의 기본 단위체인 뉴클레오타이드의 구조 조사하고 정리하기
 - + 뉴클레오타이드 구조 사진을 활용하여 정리
(단, 자료 조사를 할 때는 출처가 명확하고 적확한 자료를 찾아서 정리하고 출처를 밝힌다.)
- DNA와 RNA의 정확하고 자세한 구조 파악 및 비교
 - + DNA와 RNA가 각각의 기능인 유전 정보 저장, 유전 정보 전달 및 단백질 형성의 과정과 이러한 기능이 작동되는 과학적 원리 조사

2) DNA와 RNA가 과학수사(범죄수사)에서 어떻게 수집되고 분석되는지 자료 조사를 한다.

- 과학수사에서 언제부터 DNA가 활용되기 시작하였는지 발전 과정을 조사.
- DNA와 RNA 분석으로 실제로 발생한 사건을 해결한 사례를 조사.

3) 1)~3) 내용을 기반으로 포스터를 제작하여 학급 친구들이 볼 수 있도록 학급 게시판에 게시한다.

(단, 포스터에는 1)에서 조사한 내용과 이를 바탕으로 그린 DNA와 RNA의 구조 이미지를 포함하여 제작하도록 해야 한다)

4) 이번 탐구를 통해서 알게 된 점, 느낀 점, 더 자세하게 탐구해보고 싶은 점 및 호기심이 생겼던 사실 등을 보고서로 작성하여 탐구를 마무리한다.

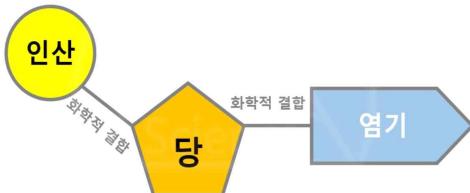
주제 탐구 활동 보고서

탐구 주제	과학수사에서의 DNA와 RNA 활용		
학번 및 이름			
탐구 내용 및 결과			

3. 탐구 결과

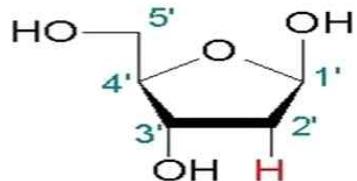
1. 뉴클레오타이드란?

- 뉴클레오타이드는 핵산(Nucleic acid)을 구성하는 기본 단위체 분자를 말한다.
- 인산(phosphate), 당(sugar), 염기(base)로 이루어져 있다.



2.DNA의 구조와 역할

-당(sugar) : 5개의 탄소로 이루어진 5탄당 분자로 2'에 하이드록시기(hydroxy group) 작용기가 없다.(즉, 디옥시(de-oxy)는 하이드록시기가 없음을 의미함.)



deoxyribose

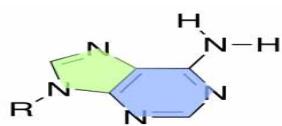
데옥시리보스

-염기(base) : DNA의 이중나선 구조 형성 및 유전 정보 저장하는 역할을 한다.

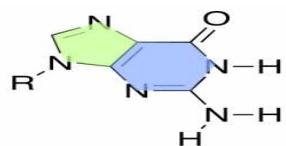
-퓨린계열(purine): 아데닌(Adenine), 구아닌(Guanine)

-피리미딘계열(pyrimidine): 사이토신(Cytosine), 타이민(Thymine)

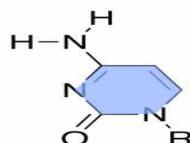
DNA에는 유라실(Uracil)이 존재하지 않는다.



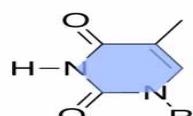
Adenine



Guanine

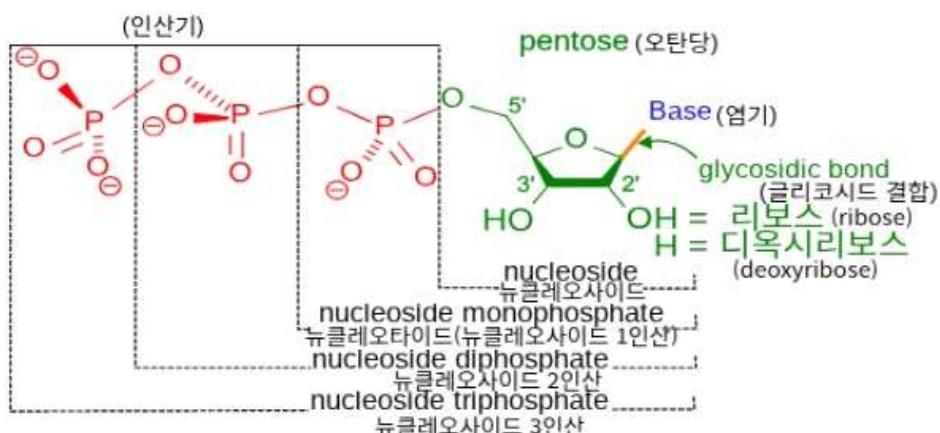


Cytosine



Thymine

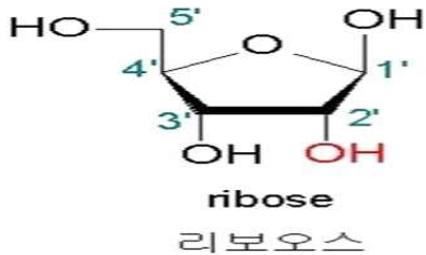
-인산(phosphate) : 5탄당에 염기가 붙어있는 것을 뉴클레오사이드라 하며 뉴클레오사이드에 인산이 부착되어 있는 형태를 인산의 개수에 따라 각각 뉴클레오사이드 1인산, 뉴클레오사이드 2인산, 뉴클레오사이드 3인산으로 명명한다.



-DNA의 역할 : 염기 서열에 따라 유전 정보 저장한다.

3.RNA의 구조와 역할

-당(sugar) : 5개의 탄소로 이루어진 5탄당 분자로, 2'에 하이드록시기 작용기가 있다.



-염기(base) : 퓨린계열(purine) :아데닌(Adenine), 구아닌(Guanine)

피리미딘계열(pyrimidine) : 사이토신(Cytosine), 유라실(Uracil)

-인산(phosphate) : 5탄당에 염기가 붙어있는 것을 뉴클레오사이드라 하며 뉴클레오사이드에 인산이 부착되어 있는 형태를 인산의 개수에 따라 각각 뉴클레오사이드 1인산,뉴클레오사이드 2인산,뉴클레오사이드 3인산으로 명명한다.

-RNA의 역할 : 유전 정보 전달 및 단백질 형성에 관여한다.

4.DNA와 RNA 비교

<구조적 비교>

DNA와 RNA를 이루는 기본 단위체인 뉴클레오타이드의 당 2'에 하이드록시기 작용기의 유무에 따라 하이드록시기가 있는 것은 RNA, 하이드록시기가 없는 것은 DNA이다.

1'에서는 글리코시드 결합으로 당과 염기가 결합되는데 이때 결합되는 DNA는 아데닌(A),구아닌(G),사이토신(C), 타이민(T)의 염기로 구성된다. 반면에 RNA는 아데닌(A),구아닌(G),사이토신(C),유라실(U)로 구성된다.

<기능적 비교>

DNA는 유전 정보를 저장하기만 하지만 DNA가 RNA로 전사되면서 RNA는 유전 정보 전달뿐만 아니라 정보 전달을 통해 단백질 형성에 관여한다.

5.과학수사(범죄수사)에서 활용된 DNA

-과학수사에서의 DNA 활용의 역사

<1980년대> 1984년 영국 제프리 교수가 DNA 지문 분석법을 개발하면서 개인 식별에 DNA분석이 활용되기 시작하였다. 이후 영국에서 발생한 두 건의 강간살인 범죄 해결하는데 이 기술을 적용하고자 5,500여 명의 DNA를 검사했으며, 이는 DNA 수사의 최초 사례로 기록됐다.

<1990년대> 국내에서는 1989년에 DNA 수사기법이 도입됐으나 당시에는 DNA 수사가 보편적이지 않았지만 국립과학수사연구원의 수사 기법이 발전함에 따라 1990년대 후반부터는 DNA 수사를 본격적으로 사용하기 시작하였다.

현재는 극소량인 1ng(나노그램, 10억분의 1g)의 DNA도 감정할 수 있으며 사건 현장의 혈액, 살점, 머리카락 등에서 채취한 DNA의 정보를 디지털화해 DNA 데이터베이스로 축적하고 있다.

-DNA를 활용한 과학수사(범죄수사) 방법

<DNA 감식(Forensic DNA Analysis)이란?>

개인마다 고유한 DNA형을 가지고 있는 생물학적 특징을 이용한 과학수사의 기법으로 사람의 특정 형질과는 관련이 없는 부위를 대상으로 하며 매우 적은 양의 세포에서도 DNA형을 검출할 수 있는 기법을 사용하기 때문에 범죄 현장에 남겨진 물건 중 사람으로부터 유래되는 모든 증거물에 대한 DNA형을 확인할 수 있어 적용 가능한 사건의 범위가 넓다.

<DNA감식 대상 분야>

- 개인 식별 검사: 세포 내의 핵 DNA를 검사하는 기법으로 범죄현장의 증거물과 용의자 또는 피해자의 DNA형이 일치하는지 여부를 확인한다.(다른 사람과 비교 시 같은 DNA형의 조합을 가질 확률이 10¹⁴~18 명당 한 명 존재할 정도로 변별력이 높음)

- 동일부계 확인 검사 : 남성의 Y염색체만을 검사하는 기법으로 성폭행 관련 용의자 확인, 국적 회복자의 친족 관계 확인 등에서 활용한다.

- 동일모계 확인 검사 : 어머니로부터 자식에게 전달되는 세포 내의 마이토콘드리아 DNA를 분석하는 기법으로 모근이 부족한 시료의 동일인 식별, 동일모계 확인 감정 등에서 활용한다.

- 법생물 종식별 검사 : 사람을 제외한 다양한 생물의 DNA를 분석하여 사건의 증거를 제공하는 감식 기법으로 개체의 종식별, 마약성 식물의 종식별, 불량 식의약품의 원료물질 식별 등에서 활용한다.

<참고:RNA는 왜 과학수사(범죄수사)에 잘 활용되지 않을까?>

- 핵산의 또 다른 종류인 RNA는 DNA에 비해 안정성이 떨어지고 역전사 효소를 사용해야 하는 번거로움이 있어 범죄 수사에 잘 활용되지 않는다.

-DNA를 활용한 과학수사(범죄수사)를 통해 해결한 사건

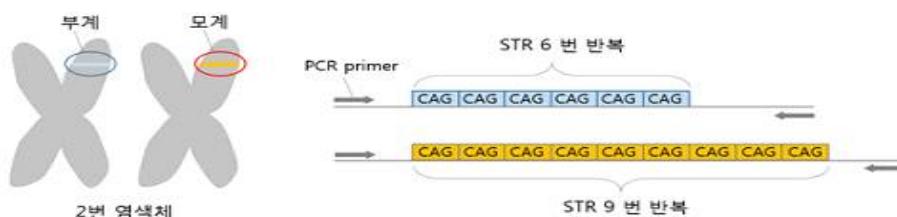
(1) 화성연쇄살인사건

- 1986년 9월 15일부터 1991년 4월 3일까지 대한민국 경기도 화성군 일대에서 여성 10여 명을 강간하고 살해한 사건이다. 사건 당시 유류품을 정리하던 미제사건팀 수사원이 의류에서 미세한 오염 흔적을 발견했고 여기서 추출한 DNA가 무기수로 수감 중인 ‘이춘재’와 동일하다는 결과가 나와 장기간동안 알아내지 못한 ‘화성연쇄살인사건’의 범인을 밝힐 수 있었다. 이는 DNA의 정보를 디지털화해 장기간 축적한 DNA 데이터베이스로 이춘재를 검거할 수 있었다.

(2) 대전 은행 강도살인 미제사건

- 2001년 대전 서구 둔산동 국민은행에서 발생했던 강도살인 미제사건으로 경찰이 범인들이 차 안에 버리고 간 마스크와 손수건 등에서 16년 만에 DNA 정보와 비교해 용의자를 특정하며 21년 만에 구속시키는데 성공했다. 2001년에 국립과학수사연구원에 DNA 감식을 의뢰했지만 당시 기술로는 검출이 불가능했지만 2017년 10월에서부터 DNA 정보를 확보할 수 있었다고 한다.

=> DNA 분석은 ‘짧은 연쇄 반복(Short Tandem Repeat,STR)’을 사용하는데, 이는 유전체의 비암호화 영역에 존재하며 2~7개 염기의 염기서열이 반복적으로 나타나는 특징을 갖는다. STR은 개인마다 핵심 반복 단위의 반복 수가 다르고 고유한 값을 갖기에 개인 식별에 이용되어 범죄 수사에 활용될 수 있는 것이다.



범죄 현장에서 얻는 시료에서 추출하는 DNA는 극소량이며 훼손·혼합돼 불완전한 경우가 많다. 따라서 'PCR(Polymerase Chain Reaction) 기법'을 활용해 DNA를 증폭하고 검출 민감도를 높이는 시료 처리 과정이 필요하다. PCR은 DNA 중합효소를 이용해 DNA를 증폭하는 기술로 소량의 DNA로도 많은 양을 증폭할 수 있다는 장점이 있다. 범죄 현장의 혈액, 머리카락 등에서 추출한 DNA 중 STR 부위를 PCR을 통해 증폭한 뒤 이를 전기영동해 대조 DNA와 비교하는 과정으로 용의자를 특정할 수 있다.

6. 포스터 제작 및 게시

-조사한 내용을 바탕으로 포스터를 제작한 후 학급 게시판에 게시하여 학급 친구들이 볼 수 있도록 하였다.



<출처>

<https://naeiledu.co.kr/28132> : DNA를 활용하여 해결한 화성연쇄살인사건 내용의 기사

김한나, 「DNA가 연 비밀의 문 화성연쇄살인사건의 범인」, 『내일 교육』

<https://www.yna.co.kr/view/AKR20220830157000063> : 2001년에 발생한 대전 은행 강도살인 사건이 21년 만에 DNA를 통해서 해결하게 된 내용의 기사

이주형, 「21년 미제사건 해결한 DNA의 힘…미제사건 44%는 DNA로 해결」, 『연합뉴스』

<https://www.newshyu.com/news/articleView.html?idxno=1007248> : DNA 분석 원리(1), 원리 사진 전하연, 「[신문 읽어주는 교수님] 진화하는 DNA 검사, 범죄 수사 가능성 넓히다」, 『한양뉴스』

<https://www.etnews.com/20190922000057> : DNA 분석 원리(2)

최호, 「[과학핫이슈]DNA 범죄수사」, 『전자신문』

<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=5707608&cid=62802&categoryId=62802> : 뉴클레오타이드 [네이버 지식백과] 뉴클레오타이드 (화학백과)

4. 탐구 과정 중 발생한 문제점 및 해결 방법

뉴클레오타이드의 정확한 구조를 이해하지 못해서 탐구를 진행해 나가는 데 어려움을 겪게 되었다. 하지만 이러한 어려움을 해결하기 위해서 뉴클레오타이드 구조 사진과 그 구조를 설명하는 글을 찾아보고 읽기를 반복하면서 조금씩 이해해 나가기 시작했다. 또한 이해한 내용을 머릿 속에 넣기 위해서 뉴클레오타이드 구조를 직접 그리면서 '이 부분에서 글리코시드 결합이 이루어지는구나', '인산의 개수에 따라서 뉴클레오타이드 1인산, 2인산, 3인산으로 명명되구나' 등 전보다 내용에 대한 이해도가 깊어지게 되었다. 탐구하는 과정 속에 어려운 내용이 나올때마다 팀원과 함께 고민하고 먼저 이해한 사람이 있다면 그에 대한 설명을 해주면서 서로 도우면서 탐구 활동을 진행해 나갔다.

느낀점(배운점 / 본인이 성장했다고 생각되는 점 등)

<***>

이번 탐구 활동을 통해 통합과학 시간에 배운 DNA와 RNA에 대해 더 깊이 이해할 수 있었고, 그 구조를 이루는 뉴클레오타이드, 당, 염기, 인산 등 각각의 요소가 어떻게 연결되는지 등에 대한 더 심화적인 내용, 구체적인 내용을 배울 수 있었다. DNA, RNA의 구조, 당의 구조와 결합 방식, 위치 등까지 조사하면서 교과서에서 다루지 못했던 부분을 스스로 파악하고 배울 수 있었던 점이 좋았다. 또한 DNA감식을 조사하고 그 사례를 알아보면서 과학이 우리 사회에서 어떤 방식으로 실질적이고 중요한 역할을 하고 있는지를 다시 한번 알 수 있었다. 무엇보다 이번 탐구를 통해 궁금한 것을 스스로 조사하고 정리하는 과정이 단순한 공부 이상으로 의미 있고 즐거운 일이라는 것을 느꼈다. 포스터를 제작하면서 조사한 내용을 학급 친구들이 쉽게 이해할 수 있도록 표현하고 요약해 정리하다보니 내용을 스스로 더 정확하게 이해할 수 있었다. 또한 화학과 생명과학에 더욱 관심이 생겼고, 앞으로도 이런 방식으로 스스로 주제를 정해 탐구해보는 경험을 더 많이 해 나의 역량을 키우고 싶다는 생각이 들었다. 과학을 더 깊이 이해하고, 나아가 사회와 연결해 보는 시야를 키울 수 있었던 중요한 시간이었다고 생각한다.

<***>

‘과학수사에서의 DNA와 RNA의 활용’라는 주제에 대한 탐구 활동을 하는 과정에서 수업 시간에 배웠던 DNA와 RNA에 대한 내용이 빙산의 일각이라는 사실을 알 수 있었다. DNA와 RNA를 구성하는 뉴클레오타이드의 당의 구성 중 하이드록시기의 유무가 당의 종류를 다르게 함으로써 DNA와 RNA가 정해지는 것을 탐구를 통해 확인할 수 있었다. 또한 염기의 종류에 따라 모두 다르게 구성되어 있으며 탐구를 하기 전에는 ‘상보적으로 어떻게 결합을 한다는걸까?’라는 생각을 했었는데 각 염기의 구조를 보면서 이해할 수 있었는데, 예를 들어 아데닌(A)과 타이민(T)이 있다고 했을 때 이 두 개의 염기가 수소 결합을 하게 되면서 상보적으로 결합된다는 것을 깨달았다. 이러한 상보적인 결합으로 이루어진 염기서열이 사람 개개인마다 서로 달라 고유성을 가지게 된다는 사실이 굉장히 흥미롭게 와닿았다. 더 나아가서 DNA를 활용한 유전자 재조합 기술이 있는데 이러한 기술을 활용하여 복제 양 ‘돌리’를 만들었던 것처럼 인간또한 완벽한 복제가 가능할 지 궁금하고 또한 유전 정보를 같게 하여 복제 인간을 만든다면 복제당한 인간과 생김새, 성격, 습관 등과 같은 형질이 정말 똑같이 나타나게 되는지 궁금하게 되었다. 하지만 이러한 과학 기술이 윤리적인 문제로 이어지기 때문에 선불리 나의 호기심을 해결할 수 없다는 것도 이 내용을 추가적으로 조사하다가 깨달을 수 있었다.

과학 수사에서 DNA와 RNA의 활용에 대해서 탐구를 했는데 DNA와 RNA 모두 핵산의 한 종류이지만 RNA가 DNA보다 안정성이 떨어지고 역전사 효소를 사용해야 한다는 번거로움이 있어 잘 활용하지 않는다는 사실을 알게 되었다. 범죄 사건을 하루라도 빨리 해결하기 위해서는 확실히 번거로움이 있는 RNA보다는 DNA가 더 낫다는 생각이 들며 RNA가 자주 활용되지 않는 이유를 수용할 수 있었다. DNA 분석을 통해서 해결한 미제 사건들을 조사하다보니 DNA를 활용한 과학 수사가 본격적으로 시작된지 얼마 되지 않아서 몇 십년이 지나서야 해결된 사건들이 있는데 사건 공소시효가 이미 지난 상태라 잔혹한 범죄를 저지른 범인이 제대로된 처벌을 받지 못한 사건들이 대다수였다. 하지만 지금 발전된 과학 기술 덕분에 밝혀지지 않을 것만 같았던 범인을 밝혀내면서 늦게나마 피해자들의 고통을 조금 덜어낼 수 있었을 것 같다. DNA를 활용한 과학 수사에 있어서 범죄의 실마리를 알려주는 중요한 열쇠같은 존재인 것 같다.