

## ▣ 「교사를 위한 tip」을 활용한 생명과학 실험서 개발

경기과학고등학교 교사 김제년

# I. 연구의 필요성 및 목적

## 1. 연구의 필요성

생명 현상의 모든 지식과 이론은 실제의 관찰과 실험으로부터 얻어진다. 그러므로 생명 현상에 대한 올바른 이해를 위해서는 실험실과 자연에서의 실험 모두 중요한 요소가 된다.

21세기는 'BioTechnology혁명'의 시대로 생물학은 좁은 국토에 부존자원마저 빈약한 우리 나라의 입장에서 BT라는 제2의 영역을 얼마나 발전시키느냐는 한층 더 의미가 크다고 할 것이다.

그러나 발전적인 생물교육을 전개할 수 있는 학교시설상의 여건과 실험기구를 접할 수 있는 기회가 부족하여 생물교육도 대부분 구체적 경험이 없는 상태에서 지식이해 중심으로 지도하고 있는 형편이다.

그런 관계로 학생들의 생물에 대한 이해도와 탐구 능력의 결여, 생물에 대한 관심 부족, 실험학습의 번거로움에 따른 교사들의 열의 부족 등으로 생물실험 교육은 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

한편, 현행 9종의 과학고교 편찬 실험서 및 대학일반생물학 수준의 실험서를 분석해보니 생명과학 실험 지도교사가 실험수업에서, 준비단계와 실행단계에서 해야할 일과 오류, 실험의 오차 등을 제시하지 않고 있어 기구조작과 재료준비에 어려움이 있다.

이에 본 교사는 「교사를 위한 tip」으로 보다 흥미롭고 알찬 생물실험자료 개발 및 적용을 통해 생물실험교육의 전문성제고와 기틀을 마련하여 학생들에게 생물학의 중요성과 생물실험에 대한 친근감을 주어 심화·확산을 통하여 탐구능력을 신장시키고자 하여 연구를 시작하게 되었다.

## 2. 연구의 목적

「교사를 위한 tip」을 제공하여 교사들이 생물실험에 부담없이 접근하게 하여 학생들에게 생물에 대한 호기심을 길러줄 수 있는 좋은 기회를 제공하는데 있으며 이에 따른 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 고등학교 생명과학교과의 실험 주제 및 내용을 교사가 실제로 준비하고 지도할 수 있도록 고안한다.

- 고등학교 생명과학 실험을 생명과학의 새로운 경향에 맞춰 재구성한다.
- 「교사를 위한 tip」으로 교사가 실험을 준비하고 진행하는 단계를 제시하여 생명과학교사가 실험수업을 자주 진행하도록 돕는다.
- 개발된 자료는 지역 교사들에게 책자 및 CD로 제작하여 일반화한다.

## II. 연구의 설계

### 1. 연구 주제

교사를 위한 tip」을 활용한 생명과학 실험서 개발

### 2. 연구 기간 : 2012. 5 ~ 2012. 10

### 3. 연구 대상 : 10학년(고등학교 1학년) 과학

### 4. 연구 운영의 절차

생명과학 실험 수업을 진행하는데 필요한 실험서를 개발하기 위해 연구 일정 및 세부 연구 활동 계획을 다음과 같이 수립하여 운영하였다.

- 연구 일정 및 세부 연구 활동 계획

| 일정       | 연구 주제         | 세부 연구 활동 내용        | 비고 |
|----------|---------------|--------------------|----|
| 2011년 4월 | 실험주제선정        | 70가지 이상의 주제를 선정한다  |    |
| 5월       | 실험개요작성        | 실험의 개요 및 원리를 설명한다  |    |
| 6월       | 실험목표분석        | 실험의 목표를 제시한다       |    |
| 7월       | 실험보고서작성       | 실험보고서 내용을 작성한다     |    |
| 8월       | 실험보고서작성       | 실험보고서 내용을 작성한다     |    |
| 9월       | 실험보고서작성       | 실험보고서 내용을 작성한다     |    |
| 10월      | 실험보고서작성       | 실험보고서 내용을 작성한다     |    |
| 11월      | 교사를 위한 tip 작성 | 교사에게 필요한 tip을 제공한다 |    |
| 12월      | 교사를 위한 tip 작성 | 교사에게 필요한 tip을 제공한다 |    |
| 2012년 1월 | 결과정리          | 책 제본 및 보고서 정리      |    |

## ○ 연구 중점

운영의 필요성과 목적, 연구 활동 계획을 바탕으로 다음과 같이 운영 중점을 설정하였다.

### ● 연구 중점 1 ●

생물실험서 개발·활용을 위한 여건을 조성한다.

### ● 연구 중점 2 ●

「교사를 위한 tip」을 적용한 생물실험서를 개발·활용한다.

## Ⅲ. 연구의 실제

### 1. 연구 중점 1의 운영

#### ● 연구 중점 1 ●

생물실험서 개발·활용을 위한 여건을 조성한다.

#### ● 주요연구내용 ●

가. 생물실험서 적용을 위한 홈페이지 운영

나. 기존 실험서 분석

가. 생물실험 온라인 실험교육을 위한 홈페이지 운영

학교에서 운영하는 학사행정시스템에 학습자료실과 과제방 등을 개설하여 생물 실험에 대한 각종 자료를 탑재함으로써 학생들의 실험평가와 사이버 학습의 효과를 높이하고자 하였다.

학사행정 시스템 홈페이지에는 학습자료실, 과제방, 특기사항, 게시판 등을 통한 궁금증 풀기 등 다양한 정보자료실을 만들어 학생들에게 실시간으로 생물실험에 대한 정보를 제공할 수 있도록 사이트를 구축하였다.

학사행정시스템을 통한 생물실험 학습은 학생들과 교사들에게 자료를 제공하는 공간으로 큰 역할을 수행하였다.

#### 1) 실천 결과

가) 학사행정시스템의 강의실 홈페이지에 생명과학 실험서에서 발췌하고 편집하여 만든 실험안내서와 실험보고서를 제공하여 학생들에게 장소 및 시간에 관계없이 정보에 접근할 수 있도록 하였다.

나) 학생들이 인터넷 상으로 홈페이지에 제출한 실험보고서를 관리하여 평가함으로써 실시간 성적 정보를 제공하는 등 실험 전반에 관한 종합 콘텐츠 역할을 수행하였다.

#### 나. 기존 실험서 분석

○ 기존의 9종의 생명과학 실험서를 분석하여 보면, 교사에게 적절한 tip이 제시되어 있지 않다.

| 순 | 실험서         | 출판사      | 저자 또는 역자           | 주제      | 비고       |
|---|-------------|----------|--------------------|---------|----------|
| 1 | 일반생물학실험     | 지코사이언스   | 권혁빈 외 9            | 41주제    | tip제시 없음 |
| 2 | 생물과학실험      | 서울특별시교육청 | 문태주 외 3            | 53주제    | tip제시 없음 |
| 3 | 생물학실험       | 아카데미서적   | 한국생명과학<br>과학협회     | 109주제 외 | tip제시 없음 |
| 4 | 식물형태학노트     | 월드사이언스   | 정병갑 외 2            | 20주제 외  | tip제시 없음 |
| 5 | 식물생리학 실험    | 공주대학교출판부 | 윤의수 외 1            | 27주제    | tip제시 없음 |
| 6 | 단백질실험노트 上,下 | 월드사이언스   | 김승호 외 1            | 18주제 외  | tip제시 없음 |
| 7 | 척추동물 해부학실험  | 정문각      | 김완중 외 9            | 6주제 외   | tip제시 없음 |
| 8 | 미생물학실험서     | 대광문화사    | 김종협 외 2            | 11주제 외  | tip제시 없음 |
| 9 | 생물실험        | 교육과학기술부  | 한국교원대학교<br>과학교육연구소 | 60주제    | tip제시 없음 |

그 결과, 실험에 쓰이는 기구를 어떻게 작동해야 하는지 그리고 사용상 어떤 주의사항이 필요한지 등에 대한 세밀한 유의사항이 없으며, 특히 실험에 쓰이는 재료는 어디서 어떻게 구입해야 하는지 등의 준비 단계에서의 문제와 언제 실험을 setting해야 하는지, 재료를 어떻게 다루어야 하는지 그리고 어떤 주의사항이 필요한지 또 실험의 오류와 오차는 얼마나 생기는지 등의 실행단계의 문제에 대한 세심한 배려가 제시되어 있지 않고 있다.

이러한 상황이 교사가 실험수업을 회피하게 만드는 주요한 요인이 되고 있다고 본다.

본 실험서는 「교사를 위한 tip」을 feedback을 거쳐 제시함으로써 교사가 최적의 실험을 준비하고 진행할 수 있도록 하였다.

## 2. 연구 중점 2의 운영

### 연구 중점 2

「교사를 위한 tip」을 적용한 생물실험서를 개발·활용한다.

### 주요연구내용

가. 77가지 이상의 주제를 담은 생명과학 실험서 개발

나. 생명과학 실험 교육을 위한 교수-학습 과정안 작성

#### 가. 생명과학 실험서 개발

- (1) 생명과학 실험의 정착화에 기여하며, 교사의 생물실험교육 지도능력 제고와 함께, 생명과학교육의 전문성 향상에도 도움이 되도록 생명과학실험서를 개발하고자 하였다.
- (2) 77가지 최대분량의 실험주제를 수록하여 실험지도에 필요하면 지도교사가 발췌·편집하여 활용할 수 있도록 하고자 하였다.
- (3) 「교사를 위한 tip」 제공으로 생명과학 실험 지도교사가 실험수업에서, 준비 단계와 실행단계에서 해야 할 일과 오류, 실험의 오차 등을 제시하여 기구 조작과 재료준비에 어려움이 없도록 하고자 하였다.

#### 나. 교수-학습 과정안 작성

- (1) 제작된 연구결과물을 바탕으로 교수-학습 과정안을 제작하여 수업에 적용하고자 하였다.
- (2) 적용된 교수-학습과정을 분석하여 feedback을 통하여 생명과학실험서를 수정 보완하고자 하였다.
- (3) 제작된 연구결과물은 생명과학교육 지도자료로 활용하여 생명과학교육의 질을 향상시키고, 도내 각 학교에 보급되어 교수-학습 자료로 사용되도록 하였다.

## IV. 연구의 결과

「교사를 위한 tip」을 활용한 생명과학 실험서 개발이라는 주제와 내용을 선정하여, 그 기대 효과를 거두고, 일반화하는 것을 내용으로 하는 본 교사의 연구는 다음과 같은 성과를 얻을 수 있었다.

### 주제 선정

학년에 맞는 단계별 교수학습 자료를 분석하여 77가지라는 최대분량의 실험주제를 수록하여 실험지도에 필요하면 지도교사가 발췌·편집하여 활용할 수 있어 실험수업에서 주제 선정의 선택 폭을 넓혔다.

### 실험 활동

최신 생명과학실험 추가하여 현대생명과학의 경향을 알게 하였고, 새로운 실험내용을 추가하여 학생들이 접하지 못한 다양한 생명과학 실험을 가능하게 하였다.

### 연구 활동

직간접 체험학습자료를 개발함으로써 생물에 대한 인식과 관심을 가지도록 도우며, 관련 자료의 활용으로 교사의 생명과학 실험교육의 지도능력 제고와 함께, 생명과학교육의 전문성 향상에도 도움이 되었다.

### 실험매뉴얼제작

「교사를 위한 tip」 제공으로 생명과학 실험 지도교사가 실험 수업에서, 준비단계와 실행단계에서 해야 할 일과 오류, 실험의 오차 등을 제시하여 기구조작과 재료준비에 어려움이 없도록 함으로써 실험능력을 배양하였다.

### 적용 계획

제작된 연구결과물은 생물교육 지도자료로 활용하여 생물교육의 질을 향상시키고 개발된 자료는 도내 각 학교에 보급되어 교수-학습 자료로 사용되며, 자료에 탑재하지 못한 새로운 자료가 다른 사람에 의해 개발되어 공유되어 생명과학실험자료 개발 및 보급이 확산될 것이다.

#### 가. 주제 선정

- 실험서에는 다음과 같이 단원을 분석하고 77가지의 새로운 주제를 선정하여 제시한다.

| 대단원           | 소단원    | 순  | 주제                                 |
|---------------|--------|----|------------------------------------|
| 과학의 탐구        | 과학의 정의 | 1  | Magic tube-NOS                     |
|               |        | 2  | 가설의 설정과 연역적 추리                     |
| 세포의<br>구조와 기능 | 세포의 관찰 | 3  | 현미경의 원리                            |
|               |        | 4  | Micro pipette                      |
|               |        | 5  | 세포의 크기 측정                          |
|               | 세포의 구조 | 6  | Streak plate method를 이용한 대장균 배양    |
|               |        | 7  | 그람 양성·음성 세균 관찰                     |
|               |        |    | 세포내 함유물 관찰 1                       |
|               |        |    | 세포내 함유물 관찰 2                       |
| 세포의<br>구조와 기능 | 생명현상   | 10 | 세포의 부피와 물질의 교환                     |
|               |        | 11 | 반투막을 통한 삼투현상 관찰                    |
|               |        |    | 감자 컵의 삼투 현상                        |
|               |        |    | 식물 세포의 원형질 분리                      |
|               |        | 14 | 원형질 유동 관찰                          |
| 물질대사          | 영양     | 15 | Protein 비색 정량                      |
|               |        | 16 | Barfoed 반응                         |
|               |        | 17 | Xanthoprotein 반응                   |
|               | 근육     | 18 | 근수축과 Kymograph                     |
|               | 호르몬    | 19 | 인슐린의 효과                            |
|               | 효소     | 20 | 효소의 활성 측정                          |
|               |        | 21 | 효소의 작용과 성질                         |
|               |        | 22 | 우레아제의 특성(MBL)                      |
| 순환            | 혈액의 구성 | 23 | 교차적합시험-Direct Coomb's test         |
|               |        | 24 | 혈구 관찰                              |
|               |        | 25 | Luminol test                       |
|               |        | 26 | 혈구수 계산                             |
|               | 면역     | 27 | 감염성 병원균의 전파속도 측정                   |
|               | 혈액의 순환 | 28 | 돼지 심장 해부                           |
| 물질대사          | 광합성    | 29 | 물관과 체관 관찰                          |
|               |        | 30 | 기공 관찰                              |
|               |        | 31 | The Mechanisms of Stomatal Opening |
|               |        | 32 | 기공개폐에 미치는 ABA의 영향                  |
|               |        | 33 | 엽록소 함량 측정                          |
|               |        | 34 | 빛의 세기에 따른 광합성량                     |
|               | 호흡     | 35 | 알코올 발효                             |
|               |        | 36 | 효모의 호흡                             |
| 항상성           | 자극과 반응 | 37 | 혈당량 측정                             |
|               |        | 38 | 소의 눈 해부                            |
|               |        | 39 | 청각기의 구조와 기능                        |

| 대단원     | 소단원  | 순  | 주제                             |
|---------|------|----|--------------------------------|
| 생식      | 생식   | 40 | 체세포 분열(Mitosis)                |
|         |      | 41 | 피임 광고 제작하기                     |
|         | 발생   | 42 | Xenopus 발생 관찰                  |
|         |      | 43 | 닭 발생 관찰                        |
| 유전      | DNA  | 44 | DNA 모형 만들기                     |
|         |      | 45 | 양파세포에서 DNA 추출하기                |
|         |      | 46 | 배지의 제조                         |
| 생명공학    | 유전공학 | 47 | 브로콜리에서 DNA 추출하기                |
|         |      | 48 | 구강 상피세포 DNA 추출하기               |
|         |      | 49 | 전기영동                           |
|         |      | 50 | Chromas 활용                     |
|         |      | 51 | 초파리 침샘염색체 관찰                   |
|         |      | 52 | Barr body 관찰                   |
|         |      | 53 | 카이검정                           |
| 생물의 다양성 | 원생생물 | 54 | 곰팡이의 관찰                        |
|         |      | 55 | 플라나리아의 관찰                      |
|         |      | 56 | 물벼룩의 관찰                        |
|         |      | 57 | 짚신벌레의 관찰                       |
|         |      | 58 | 히드라 관찰                         |
|         |      | 59 | 해캄의 관찰                         |
|         |      | 60 | 가짜바닷말 기르기                      |
|         |      | 61 | 효모의 번식                         |
| 생물의 다양성 | 식물   | 62 | 수생식물 기르기                       |
|         | 동물   | 63 | 새우의 생김새                        |
|         |      | 64 | 개조개(대합)의 생김새                   |
|         |      | 65 | 오징어 해부                         |
|         |      | 66 | 꽃게(Portunus trituberculatus)해부 |
|         |      | 67 | 어류(붕어)의 형태 관찰                  |
|         |      | 68 | 닭의 해부 및 골격표본 제작                |
|         |      | 69 | 토끼 해부                          |
| 생태와 환경  | 생태계  | 70 | 냉동붕어 살려내기                      |
|         |      | 71 | 상상의 동물 만들기                     |
|         |      | 72 | Ecocolumn(생태계모형) 만들기           |
|         |      | 73 | 좀개구리밥 개체군의 성장                  |
|         |      | 74 | 여치집 만들기                        |
|         |      | 75 | 생태계 조사                         |
|         | 환경오염 | 76 | 수질 오염 조사                       |
|         |      | 77 | 이산화황에 의한 식물 잎의 피해              |

## 나. 실험 활동

- 77가지의 실험주제에 대해서 다음과 같은 11종의 실험활동으로 검증하고 feedback한다.

| 월  | 일 정   | 교과서     | 실험 주제                              | 비고(장소)      |
|----|-------|---------|------------------------------------|-------------|
| 5  | 5월중순  | 고1 생명과학 | 현미경의 원리                            | 경기과학고 생명과학실 |
| 5  | 5월하순  | 고1 생명과학 | Barfoed 반응                         | 경기과학고 생명과학실 |
| 6  | 6월중순  | 고2 생명과학 | 효소의 활성 측정                          | 경기과학고 생명과학실 |
| 6  | 6월중순  | 고3 생명과학 | 엽록소 함량 측정                          | 경기과학고 생명과학실 |
| 7  | 7월중순  | 고1 생명과학 | 빛의 세기에 따른 광합성량                     | 경기과학고 생명과학실 |
| 7  | 7월중순  | 고3 생명과학 | 우레아제의 특성(MBL)                      | 경기과학고 생명과학실 |
| 7  | 7월중순  | 고3 생명과학 | 기공개폐에 미치는 ABA의 영향                  | 경기과학고 생명과학실 |
| 8  | 8월하순  | 고3 생명과학 | 그람 양성 · 음성 세균 관찰                   | 경기과학고 생명과학실 |
| 9  | 9월하순  | 고3 생명과학 | The Mechanisms of Stomatal Opening | 경기과학고 생명과학실 |
| 10 | 10월하순 | 고3 생명과학 | Streak plate method를 이용한 대장균 배양    | 경기과학고 생명과학실 |
| 10 | 10월하순 | 고3 생명과학 | Ecocolumn 만들기                      | 경기과학고 생명과학실 |

## 다. 연구 활동

- 고등학교 생명과학실험 주제 개발

| 주제개발                  | 장소          | 활용방안                                                                                                                                                                                                      | 비고 |
|-----------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 고등학교 생명과학실험 주제를 개발한다. | 경기과학고 생명과학실 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고등학교 생명과학실험 주제를 개발하여 경기과학고 학생들에게 1차 적용하고 문제점을 파악하고 feedback을 거쳐 보완 수정 후 재차 적용하고 편집 및 제본을 거쳐 완성본을 배포하여 각 학교에 일반화한다.</li> <li>- 자료는 CD 및 책자로 편집하여 배포한다.</li> </ul> |    |

○ 77가지의 실험주제에 대한 8가지 단계별 구성

| 순 | 단계            | 내용                                                                                  |
|---|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 탐구목표          | 탐구활동을 통해 알아보고 싶은 점을 제시한다.                                                           |
| 2 | 실험개요          | 실험의 개략적인 요지를 제공하여 실험의 내용을 파악하고 전체적인 흐름을 이해하게 한다.                                    |
| 3 | 준비물           | 실험에 필요한 소모품을 미리 기록해서 빠짐없이 준비되도록 한다.                                                 |
| 4 | 탐구과정          | 주제를 탐구하기 위해 어떠한 방법을 사용했는지 구체적으로 적는다. 다른 사람이 이 방법을 보고 따라서 탐구할 수 있도록 순서에 맞게 자세히 기록한다. |
| 5 | 탐구결과          | 탐구 과정과 결과를 사진이나 그림, 녹음 등으로 기록을 남긴다. 필요하다면 그래프나 도표를 이용한다.                            |
| 6 | 유의점           | 실험수업 전에 수행해야 할 과제나 다른 단원이나 실험수업과의 연계성 등을 제시하여 원활한 실험수업 진행을 도울 수 있도록 한다.             |
| 7 | further study | 심화탐구내용을 덧붙여서 생명과학 실험수업의 수월성을 추구한다.                                                  |
| 8 | 교사를 위한 tip    | 지도교사에게 실험 준비 단계에서의 문제와 실행 단계의 문제에 대한 세심한 배려를 제공한다.                                  |

라. 실험 매뉴얼 제작

○ 대상 교과 : 생명과학 I

마. 적용 수업 계획

- 기간 : 5월 중순 및 10월 중순
- 장소 : 경기과학고등학교 생명과학실
- 대상 : 1학년
- 횟수 : 2회
- 내용 : 새로 개발한 생명과학실험서 적용

## V. 기대되는 효과

- 가. 쉽게 생명과학을 접할 수 있는 기회 제공으로 생명과학 친화적 기반을 조성하고 탐구실험 중심의 생물교육으로 과학 흥미도를 제고할 수 있다
- 나. 77가지 최대분량의 실험주제를 수록하여 실험지도에 필요하면 지도교사가 발췌·편집하여 활용할 수 있다.
- 다. 최신 생명과학실험 추가하여 현대생명과학의 경향을 알게 한다
- 라. 새로운 실험내용 추가하여 학생들이 접하지 못한 다양한 생명과학 실험을 가능하게 한다.
- 마. 「교사를 위한 tip」 제공으로 생명과학 실험 지도교사가 실험수업에서 준비단계와 실행단계에서 해야할 일과 오류, 실험의 오차 등을 제시하여 기구조작과 재료준비에 어려움이 없도록 함으로써 실험능력을 배양한다
- 바. 생명과학 실험의 정착화에 기여하며 교사의 생물실험교육 지도능력 제고와 함께, 생명과학교육의 전문성 향상에도 도움이 된다
- 사. 과학교육을 통한 학생들의 과학적 창의력 향상 및 교육적 효과를 도출한다.
- 아. 제작된 연구결과물은 생물교육 지도자료로 활용하여 생물교육의 질을향상시키고 개발된 자료는 도내 각 중학교에 보급되어 교수학습 자료로 사용될 것이다.
- 자. 자료에 탑재하지 못한 새로운 자료가 다른 사람에 의해 개발되어 공유된다면 생물 실험자료 개발 및 보급이 확산될 것이다