

식물의 조직에 대한 심화학습 프로그램 개발 및 적용 - 뿌리를 중심으로 -

Development and Application of Enriched Study Program on Plant Tissue - Focused on Root

홍 승 호*
Hong, Seung-Ho

목 차

- I. 서 론
- II. 연구 대상 및 방법
- III. 심화학습프로그램 개발 및 적용
- IV. 결과 및 해석
- V. 결 론
- * 참고문헌

I. 서 론

학교를 이루는 가장 작은 단위부터 큰 순서로 나열하면 학생, 학급, 학년, 학교로 나타낼 수 있듯이, 식물체를 이루는 가장 작은 단위부터 큰 순서로 나열하면 세포,

* 제주교육대학교 과학교육과 조교수

조직, 기관, 개체로 나타낼 수 있다. 식물의 조직이란 모양과 기능이 비슷한 세포들의 모임을 지칭하며, 각 조직은 한 가지 단순한 기능을 나타내고, 여러 조직이 모여 특정한 기능을 수행하는 조직계를 형성한다. 이러한 조직계는 동물에는 없다(강신성 외; 전상학 외).

식물의 조직은 크게 분열조직과 영구조직으로 구분하는데, 분열조직이란 세포가 계속적으로 분열하여 세포 수가 늘어나는 조직이다. 식물에서 이러한 분열조직은 극히 제한되어 있는데, 뿌리와 줄기의 끝에 존재하는 생장점 부분으로 길게 자라게 하며, 형성층은 뿌리와 줄기의 관다발에 존재하여 굵게 자라게 한다. 한편 영구조직은 식물의 대부분을 차지하는 오래된 조직으로, 분열능력이 없어 더 이상 세포의 수가 증가하지 않는다.

식물의 조직계는 크게 표피 조직계, 관다발 조직계 및 기본 조직계로 나뉘는데, 표피 조직계는 표피 조직이 모여서 식물체의 겉부분을 보호하며, 관다발 조직계는 물관과 체관, 형성층이 모여 물질의 수송에 관여한다. 기본 조직계는 양분의 합성과 저장 등의 기능을 나타낸다.

본고에서는 식물의 뿌리 조직 및 조직계를 중심으로 심화학습을 할 수 있는 프로그램을 개발하고, 이를 초등과학영재반(이하 영재반) 및 여학생과학반(이하 여학생반)에게 적용하여 실험능력, 자료해석 및 사고력 등을 알아보고자 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

식물의 뿌리 조직에 대한 심화학습 프로그램을 제주교대 영재반 19명과 여학생반 20명에게 투입하여 적용하였다. 연구대상 39명은 도내 여러 초등학교에 재학하고 있는 5, 6학년 학생들로 구성되었다.

2. 심화학습 프로그램 작성

초등과학 교과서, 실험관찰 및 교사용 지도서(교육부, 2002a, b, c)의 4학년 1학기

‘식물의 뿌리’ 단원, 5학년 2학기의 ‘환경과 생물’ 단원, 6학년 1학기의 ‘주변의 생물’ 단원에서 식물의 뿌리에 관한 내용을 심화할 수 있도록 작성하였다.

3. 식물 조직의 기초 개념 이해

심화학습을 원활히 하기 위해 1시간 동안 식물의 조직 및 조직계에 대한 기초적인 개념을 설명하였으며, 학생들로 하여금 직접 뿌리의 조직관찰 실험 및 뿌리의 물 흡수 원리 실험을 행할 수 있도록 2시간의 충분한 시간을 주었다.

4. 뿌리의 조직관찰 실험 및 물 흡수 원리 실험

식물의 조직과 조직계를 관찰하기 위하여 외떡잎식물인 옥수수과 쌍떡잎식물인 봉숭아의 뿌리를 물로 깨끗이 씻은 후 붉은 잉크를 묽게 탄 물에 하루 동안 세워두었다. 다음날 뿌리 부분을 가지고 횡단면과 종단면을 면도날로 얇게 잘라 현미경으로 관찰하였다. 모든 학생들은 영재반 및 여학생반에서 현미경 관찰 기법을 이미 여러 차례 익혀서 잘 숙지하고 있는 상태였다.

뿌리가 물을 흡수하는 원리 실험에서는 물, 10% 소금물, 20% 소금물을 같은 양만큼 메스실린더에 채운 다음, 같은 크기의 감자를 잘라 넣어 1시간을 두고 관찰한 후, 감자를 꺼내어 감자의 상태와 메스실린더의 물의 양을 측정하도록 하였다.

이러한 실험들을 기초로 응용할 수 있는 문항들을 만들어 결과해석, 사고력 및 추론능력 등을 알아보았다.

Ⅲ. 심화학습 프로그램 개발 및 적용

뿌리의 내부 구조는 우리가 눈으로 볼 수 없는 구조이므로 지금까지 알려진 내용을 바탕으로 그림과 결부하여 기초적인 개념을 먼저 학습시킨 후, 이를 기초로 현미경을 이용한 뿌리의 내부 구조 관찰 및 뿌리의 물 흡수 원리 실험을 행하도록 하였다.

기초적인 개념 이해

1. 뿌리의 내부 구조

① 관다발 조직계

가. 물 관 : 뿌리털에서 흡수한 물과 무기양분이 이동하는 통로

나. 체 관 : 유기양분이 이동하는 통로

다. 형성층 : 부피생장을 한다.

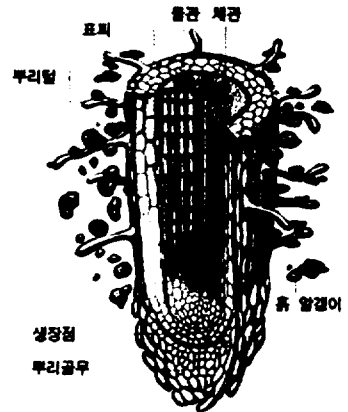
* 관다발 = 물관 + 체관 + 형성층

② 표피 조직계

가. 표피 : 뿌리의 내부 보호 역할

나. 뿌리털

- 한 개의 세포로 되어 있다.
- 표피 세포가 변해서 된 것이다.
- 표면적이 넓어 물과 무기양분을 흡수하기에 좋다.



뿌리의 종단면

③ 기본 조직계

- 뿌리 안쪽 대부분을 채우고 있는 조직
- 저장, 지지, 물질대사 기능

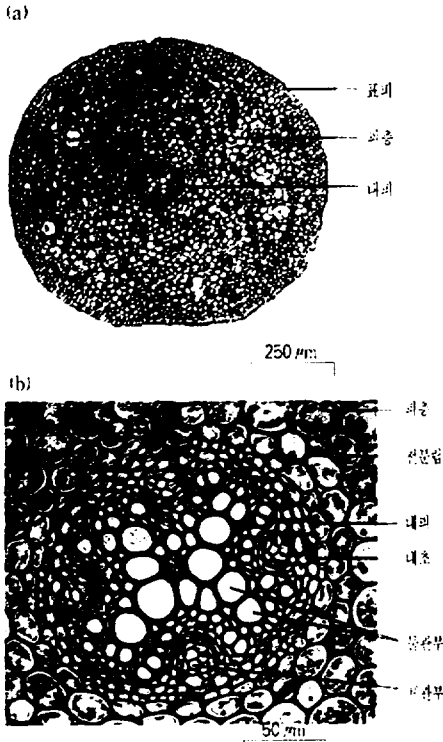
※ 분열조직

가. 성장점

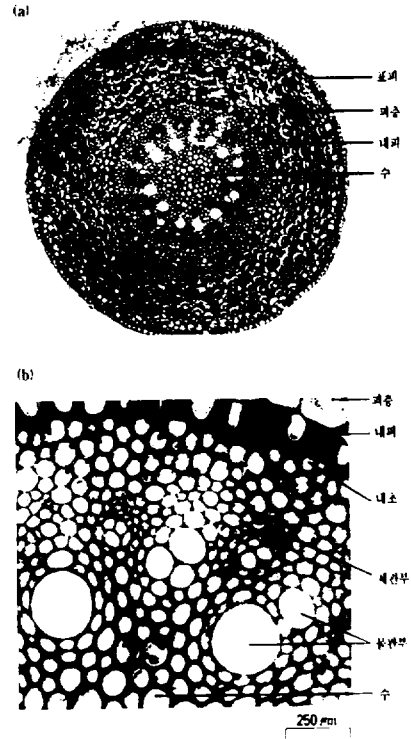
- 세포 분열이 왕성하게 일어난다 → 세포수 증가
- 길이생장을 한다.
- 줄기 끝이나 뿌리 끝에 있다.

나. 뿌리골무 : 성장점을 보호해 준다.

2. 쌍떡잎식물의 뿌리 횡단면

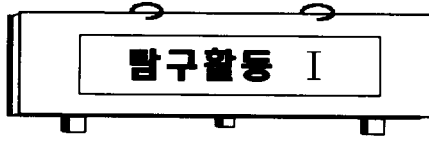


3. 외떡잎식물의 뿌리 횡단면



4. 뿌리에서 물과 무기염류 흡수의 원리

- ① 뿌리털 속의 물질 농도가 흙 속보다 높으므로 흙 속의 물이 뿌리털로 흡수된다
⇒ “삼투 현상” (낮은 농도 → 높은 농도)
- ② 물의 이동 경로 : 흙(물과 무기양분) → 뿌리털 → 뿌리의 물관 → 줄기의 물관 → 잎맥의 물관 → 기공



식물의 조직계 관찰

□ 준비물

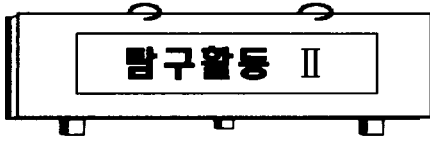
현미경, 슬라이드글라스, 커버글라스, 핀셋, 칼, 돋보기, 봉숭아와 옥수수 뿌리, 붉은 잉크, 삼각플라스크, 비커 등

□ 탐구활동 과정

1. 붉은 잉크를 담은 삼각플라스크나 비커에 봉숭아와 옥수수를 세운다.
2. 여러 시간 또는 하루가 지난 다음 꺼내어 돋보기로 뿌리의 길모양을 관찰한다.
3. 외떡잎식물과 쌍떡잎식물 뿌리의 종단면과 횡단면을 잘라 현미경에서 관찰한다.
4. 관찰된 결과를 연필로 스케치한다.

■ 학습 활동

1. 쌍떡잎식물과 외떡잎식물 뿌리의 횡단면과 종단면을 현미경으로 관찰한 관다발 조직계 부위를 중심으로 그리고 명칭을 쓰시오.
2. 쌍떡잎식물과 외떡잎식물 뿌리끝의 횡단면과 종단면을 현미경으로 관찰한 표피 조직계 부위를 중심으로 그리고 명칭을 쓰시오.
3. 쌍떡잎식물과 외떡잎식물 뿌리끝의 횡단면과 종단면을 현미경으로 관찰한 기본 조직계 부위를 중심으로 그리고 명칭을 쓰시오.



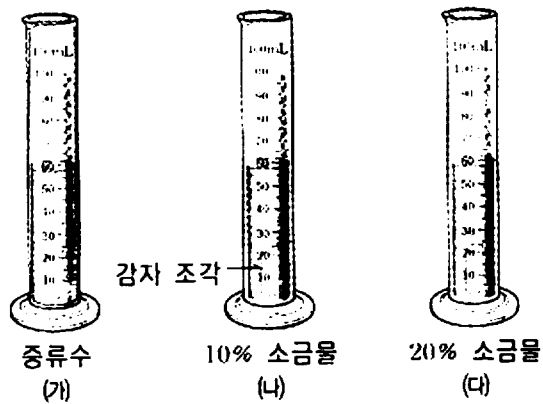
뿌리가 물을 흡수하는 원리 실험

□ 준비물

핀셋, 칼, 감자, 메스실린더 3개, 물, 10% 소금물, 20% 소금물, 비커 등

□ 탐구활동 과정

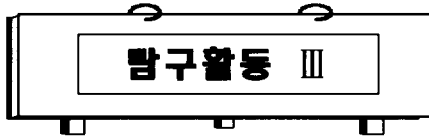
1. 3개의 메스실린더에 각각 같은 부피의 물, 10% 소금물, 20% 소금물을 채운다.
2. 크기가 같은 감자 조각을 다음 그림과 같이 1시간 정도 담가두었다가 꺼내어 감자 조각의 상태와 메스실린더에 남아 있는 용액의 부피 변화를 비교해 본다.



■ 학습 활동

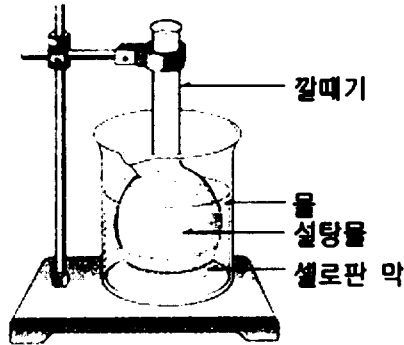
- ① 감자 조각을 꺼낸 후 눈금 실린더에 남아 있는 용액의 부피를 작은 것부터 차례대로 쓰시오.

- ② 감자 조각을 통해 물이 이동하는 원리와 뿌리털이 물을 흡수하는 원리는 서로 같다. 이 원리는 무엇인지 쓰시오.



뿌리가 물을 흡수하는 원리 응용

※ 다음을 잘 읽고 물음에 답하시오.



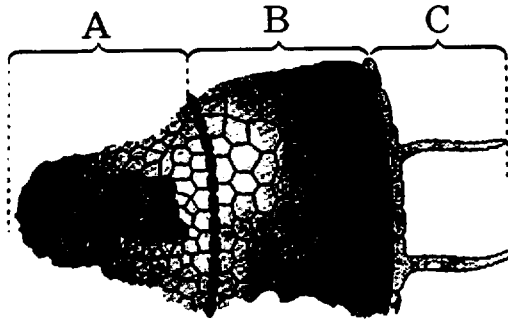
1. 반투과성 막과 같은 특성을 가진 셀로판 막을 이용하여 다음과 같은 실험을 하였다. 깔대기 윗부분을 셀로판 막으로 단단히 막고 그 속에 진한 설탕물을 넣고 뒤집은 후 증류수가 담긴 비커에 위의 그림과 같이 장치하였다.

① 이 실험 장치는 무엇을 알아보기 위한 것인가?

② 1시간 정도 지난 후 깔대기 속의 설탕물과 비커 속의 물의 높이는 어떻게 변하겠는가? 물의 높이가 변한 이유는 무엇인가?

2. 뿌리의 기능에 대하여 아는 대로 설명하시오.

3. 식물의 뿌리는 길이생장을 하는데, 이러한 생장은 뿌리의 어느 부분에서 일어나며 왜 길이가 길어지는가?
4. 다음은 어린 뿌리의 횡단면이다. 물이 이동하려면 A, B, C의 농도는 어떤 관계에 있어야 하는가?



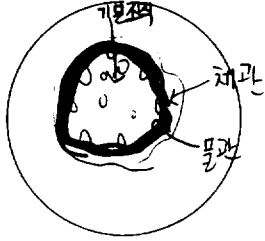
IV. 결과 및 해석

탐구활동 I의 쌍떡잎식물(콩순아)과 외떡잎식물(옥수수) 뿌리를 횡단과 종단으로 잘라 관다발 조직계, 표피 조직계 및 기본 조직계를 현미경에서 관찰하고, 그 모습을 그리도록 하였다. 아래 <그림 1>은 한 학생이 현미경으로 관찰한 쌍떡잎식물과 외떡잎식물 뿌리의 횡단면과 종단면의 관다발 조직계를 그린 예이다.

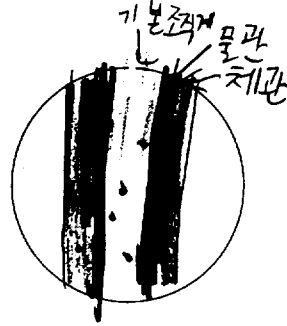
많은 학생들은 현미경의 초점을 정확히 맞추어 뿌리의 내부 모습을 그릴 수 있었지만, 일부 학생들은 표본을 만드는 과정에서 얇게 자르는 능력이 부족하여 제대로 된 모습을 관찰하는데 어려움을 겪었다. 또한 내부 모습을 그린 후에도 그 구조의 명칭을 기재하지 않은 학생도 있었다. 이와 같이 식물의 내부 구조를 관찰할 때에는 표본을 얇게 자르는 법을 여러 번 숙지시켜야 함을 물론이고, 사전 개념 학습시 보여준 내부 구조의 그림과 실제 현미경에서 관찰할 때의 내부 구조는 항상 같지 않음을 이해시켜 정확한 구조를 익히도록 반복할 필요가 있다.

탐구활동 II의 뿌리가 물을 흡수하는 원리 실험은 삼투에 의해 일어나는 현상을 확인시키기 위함이다. 감자 조각을 꺼낸 후 메스실린더에 남아 있는 용액의 부피를 작

쌍떡잎식물 횡단면

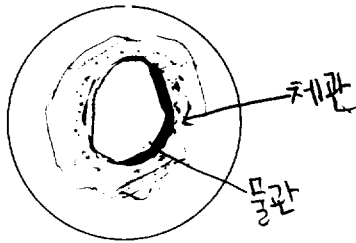


쌍떡잎식물 종단면

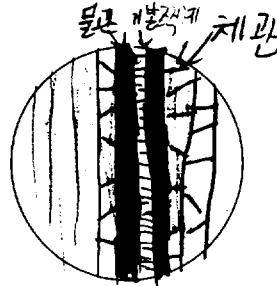


외떡잎식물 횡단면

100X



외떡잎식물 종단면



<그림 1> 한 학생이 그린 쌍떡잎식물과 외떡잎식물의 관다발 조직계의 예

은 것부터 차례대로 쓰는 문항에서는 영재반 11명(57.9%), 여학생반 학생 10명(50%)이 정답인 물, 10% 소금물, 20% 소금물 순으로 부피가 증가된다고 답하였다. 그러나 영재반에서는 정답과 반대의 순으로 증가한다고 답한 학생이 8명(42.1%), 답을 하지 못한 학생도 1명(5.3%)으로 나타났다. 여학생반은 오답이 3명(15%), 답을 하지 못한 학생이 7명(35%)으로 나타나 오답률에 있어서는 영재반이, 답을 하지 못한 학생의 비율은 여학생반이 높게 나타났다. 한편, 감자 조각을 통해 물이 이동하는 원리와 뿌리털이 물을 흡수하는 원리가 무엇인지를 묻는 문항에서는 영재반 학생 전원이 정답인 삼투현상을 답하였고, 여학생반은 20명 중 14명이 정답을 표시하여 앞의 문항과 대조를 보였다. 이처럼 영재반 학생들은 삼투현상에 대해서 제대로 이해하고 있으면서도 앞의 문항에서 오답을 보인 이유는 물과 비교하여 다른 농도를 가진 소금물이라는 개념이 강하게 오인 요인으로 작용하였거나 잘못 이해하고 있는 것으로 볼 수 있다(최영재 외). 여학생반의 경우는 앞의 문항에서 정답을 보인 학생들은 삼

투현상에 대해서도 잘 이해를 하고 있으나, 앞의 문항에서 오답이나 답을 하지 못한 학생들은 삼투현상을 제대로 이해하지 못하고 있었다. 이는 4명의 학생들이 여전히 2개의 문항에 대해 답을 하지 못하고 있음이 이를 입증한다.

탐구활동 Ⅲ은 뿌리가 물을 흡수하는 원리를 응용한 문항들로 이루어져 있다. 반투과성 막과 같은 특성을 가진 셀로판 막을 이용하여 농도가 다른 설탕물과 증류수(물)의 이동에 대해 알아보았다. 정답인 저농도의 비커 물에서 고농도인 깔대기의 설탕물로 물이 이동하는 현상은 영재반과 여학생반 두 그룹에서 90% 이상의 높은 정답률을 보였다. 이는 삼투나 뿌리의 물 흡수 원리 등과 결부하여 잘 이해하고 있음을 보여준다. 앞의 문항에서 1시간 정도 지난 후 깔대기 속의 설탕물과 비커 속의 물의 높이는 어떻게 변하는지와 물의 높이가 변한 이유를 묻는 문항에서는 영재반 90% 이상이 저농도에서 고농도로 물이 이동하여 설탕물이 있는 깔대기의 부피가 증가한다는 정답을 보였고, 오답자(10%)에서는 농도차나 온도차에 의해 오히려 고농도에서 저농도로 이동한다고 답하였다. 여학생반 학생들도 영재반과 비슷하게 95%의 정답률을 보였다.

뿌리가 어떤 기능을 하는가에 대한 문항에서는 일반적으로 영재반 학생들이 여학생반 학생들보다 좀 더 다양한 답변이 나왔다. 뿌리는 물과 무기양분을 흡수, 식물체 지지, 광합성 산물의 저장 및 용존산소를 이용한 호흡 등의 기능을 갖는다. 영재반에서는 9명(47.4%)이 3개의 기능, 4명(21.1%)이 2개의 기능, 6명(31.6%)이 1개의 기능을 답하였다. 한편 여학생반에서는 15명(75.0%)이 1개의 기능, 5명(25.0%)이 2개의 기능을 답하였다. 이와 같이 뿌리의 기능에 대해 영재반과 여학생반 사이에 응답의 차이를 보인 이유는 남학생이 대다수인 영재반이 여학생반보다 다양한 각도에서 사고하고 있음을 보여준다. 즉 여학생 그룹은 현재의 학습 주제에 대한 물의 흡수 범위를 벗어나지 못하고 있음을 알 수 있다.

식물 뿌리의 길이생장에 대한 부위와 그와 같은 생장이 일어나게 되는 원인을 묻는 문항에서는 정답인 성장점 또는 뿌리 끝부분에서 세포분열이 왕성하여 세포수가 증가하였기 때문이라고 답한 학생이 여학생반에서 10명(59%)으로 영재반 5명(26.3%)보다 높게 나타났다. 이러한 양상은 여학생이 남학생들보다 학습한 범위에 대해서는 더 정확한 과학적 개념을 소유하는 것으로 볼 수 있다. 그리고 성장점 또는 끝부분에서 양분 흡수나 저장하기 때문에 길어졌다고 답한 학생은 영재반 7명(36.8%), 여학생반 6명(30.0%)이었다. 성장점 또는 뿌리 끝부분에서 양분 흡수나 저

장하기 때문에 길어졌다고 답한 오개념은 생장이라는 개념을 양분과 동일시하는 개념으로 생각하기 때문이다(최영재 외). 뿌리 끝부분에서 길이생장이 일어나고 있으나 그 이유를 모르는 학생도 영재반 8명(42.1%), 여학생 4명(20.0%)으로 나타났다. 따라서 심화학습시 생장점의 기능 학습에 유의할 필요가 있다고 본다.

어린 뿌리의 횡단면을 그림으로 제시하여 주고, 물이 이동하려면 뿌리의 각 부분은 어떤 농도 관계에 있어야 하는가에 대한 문항을 질문하였다. 이에 대해 영재반은 정답 10명(52.6%), 오답 6명(31.6%), 서로 다른 농도만 쓴 학생이 2명, 답을 하지 못한 학생이 1명이었고, 여학생반은 정답 14명(70%)과 오답 6명(30%)으로 나타났다. 이 문항에서도 여학생반이 영재반보다 정답률에 있어서 높게 나타나 삼투현상에 대한 개념과 제시한 그림의 부위를 결부시켜 제대로 이해하고 있음을 알 수 있다. 왜냐하면 어느 부위가 뿌리털인지 모르면 이 문항의 답은 구하기 어렵기 때문이다. 영재반에서 정답의 빈도가 다소 적었던 이유도 그림의 이해가 부족한 것으로 보여진다.

V. 결 론

초등학생들은 흔히 육안으로 관찰되는 식물의 외부 모양에 대해서는 경험이나 배운 지식으로 어느 정도는 알고 있다. 그러나 볼 수 없는 내부 구조에 대해서는 호기심을 가질 수도 있고 막연한 추측이나 무관심을 보일 수도 있다. 본 연구는 식물의 내부 구조 중 뿌리의 조직을 중심으로 심화학습 프로그램을 개발하여 영재반과 여학생반에게 적용시켜 보았다. 학생들은 처음 보는 식물의 뿌리 내부 구조에 대해 높은 호기심과 흥미를 갖고 있었지만, 표본을 만들기가 수월하지 않고 내부 구조의 구분이 쉽지 않음을 알려주어, 반복에 의한 좋은 표본을 만들 수 있다는 자신감과 그림과의 대조를 통한 실물의 차이를 인식시켜야 할 것 같다.

뿌리가 물을 흡수하는 원리 및 이를 응용한 문항에서는 영재반과 여학생반 모두 높은 과학적 개념을 가지고 있었다. 한편, 영재반은 뿌리의 기능에 대한 개념이 상대적으로 여학생반보다 높게 나타나 다양한 범위에서 사고하는 경향을 엿볼 수 있었다. 이와는 반대로 여학생반은 삼투현상과 생장점의 개념에서 남학생이 대부분인 영재반보다 높은 과학적 개념이 형성되어 있어 학습한 내용에 국한해서는 여학생반이 이해 정도가 다소 높음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- 교육부 (2002a), 과학 4학년 1학기, 5학년 2학기, 6학년 1학기, 대한교과서주식회사.
- 교육부 (2002b), 실험 관찰 4학년 1학기, 5학년 2학기, 6학년 1학기, 대한교과서주식회사.
- 교육부 (2002c), 교사용 지도서 과학 4학년 1학기, 5학년 2학기, 과학 6학년 1학기 대한교과서주식회사.
- 최영재 외 (2001), 초등과학교육, 형설출판사. pp.37-45.
- 강신성 외 (2002), 생물과학, 아카데미서적.
- 전상학 외역 (2004), 생명과학 길라잡이, 라이프사이언스.