

생명공학의 기본 개념에 대한 고등학생의 이해도 조사 및 개념 분석¹⁾

정 영 란 · 계 보 아
(이화여자대학교 과학교육과)

Understanding Biotechnology: An Analysis of High School Students' Concepts

Young-Lan Chung · Bo-Ah Kye
(Ewha Womans University)

ABSTRACT

Biotechnology is the process of using biological system for the production of materials. Genetic engineering, a subset of biotechnology, is the process of altering biological systems by the purposeful manipulation of DNA. It is a new field in biology and no topic in biology is more likely to impact our personal lives and is therefore more worthy of our attention and understanding.

The purpose of this study was to investigate students' understanding of the concepts of biotechnology, and a test tool which is made up of 20 basic questions was developed for the study. The subject of this study was high school students and the sample size was 486. In order to find out the source of students' misunderstanding, we also analysed high school textbooks and teachers were given the same tool applied to students. Two-way ANOVA was used for the analysis. Major findings of this study are as following:

1. Mean score of students was 41, and there was a significant difference between the scores of boys and girls($p < 0.05$). Female students scored higher than male students. The variables "region" and "major" had no significant influence.
2. Students' the most misunderstood concepts were "monoclonal antibody" and "gene cloning". Many students thought that a plamid DNA originally has a useful DNA in it, which is apparently wrong.
3. Mean score of teachers was 82, and the variabes of gender and career did not have statistically significant influence on the result($p > 0.05$).
4. Teachers got the lowest scores on the concepts of "gene therapy", "the accomplishment of biotechnology in agriculture and medicine", and "plasmid DNA". The results of item analysis implied that teachers' misunderstanding might be a part of the sources of students' misunderstanding.
5. Out of 18 basic concepts selected in the study, only 10 concepts were explained well enough in most textbooks. The results of item analysis indicated that textbooks also could be a part of the source of students' misunderstanding.

Key words : understanding biotechnology, understanding genetic engineering, misconception.

*1998년 4월 17일 받음

본 연구는 1997학년도 이화여자대학교 교내연구비 지원에 의해 수행됨.

I. 서 론

1. 연구의 목적 및 필요성

과학교육의 목표는 학생들의 과학적 지식, 탐구력, 과학적 태도를 최대한 육성하는데 있으며, 그 중에서도 과학적 개념의 올바른 이해는 과학교육의 중요한 과제 중에 하나라고 할 수 있다(권재술, 1992). 따라서 개념 학습에 대한 연구는 오랫동안 과학교육 영역에서 중요한 연구 과제가 되어 왔다. 특히 과학개념에 대한 오개념 연구는 구성주의 학습이론에 기초를 두고 활발히 진행되었다(Helm & Novak, 1983; Novak, 1987).

학생들은 학교에서의 학습을 통해서 과학적 개념을 알게 되나, 학습 이전에 이미 주위 환경으로부터 얻은 여러가지 경험과 정보로 자신만의 개념구조를 형성하게 된다. 따라서 새로 획득된 개념은 이미 형성되어 있는 개념구조의 영향을 받을 뿐 아니라 학습자가 이미 가지고 있는 개념구조에 동화되어 다른 형태로 발달하기도 한다(Novak, 1977). 학생들은 과학의 여러 개념에 대하여 오개념을 가지며 이러한 개념들은 전통적인 교수-학습 방법에 의해서는 과학적 개념으로 쉽게 변화되지 않으므로 과학학습에서 문제점을 수반하게 된다(권성기, 1988; Gilbert & Swift, 1985; Clough & Driver, 1986; Pines & West, 1986). 따라서 과학개념을 효과적으로 학습하기 위하여 과학개념에 대한 학생들의 이해도와 오개념을 조사하고 그 원인을 밝혀 과학적 개념으로 교정하는 과정을 거쳐야 할 것이다.

오개념의 형성원인은 내적 요인과 외적 요인으로 나눌 수 있는데, 내적 요인이란 학생의 인지구조적 요인을 의미하며 외적 요인이란 환경적 요소를 의미한다(김도욱, 1991). 우리나라의 교육환경에서는 교과서가 중요한 환경적 요소 중 하나로 작용하며 교육의 활동방향을 제시하는 역할을 하므로 학생의 개념형성에 중요한 요인으로 작용할 수도 있을 것이다(박종석과 조희형, 1986; 조희형과 최승일, 1987). 또한 학교현장에서는 학습이 대부분 교사-학생 간 교수-학습 활동으로 이루어지므로 교사가 오개념을 가지고 있다면 이는 직접적으로 학생의 개념형성에 영향을 줄 것이다. 여러 연구 결과 예비교사와 교사들이 많은 오개념을 지니고 있는 것으로 밝혀졌다(김경주, 1993; Crawley & Arditzoglou, 1988; Sanders, 1993).

다가오는 21세기는 '생물학의 시대' 라고도 불리며,

특히 생명공학 분야는 정보매체를 통하여 대중에게 많이 소개되고 있다. 그러나 정보매체에 의해서 개념이 전달될 때 시간과 공간상의 제약으로 또는 정보전달 시 그 응용에 중점을 두게 되므로 학생들은 '생명공학'의 기본개념에 대해 많은 잘못된 개념을 가질 수 있다(신영준과 정완호, 1995). 또한 이 분야는 생물학에서 최신 분야이고 실생활과 밀접한 관계를 가지고 있으나 학생들이 처음으로 접하게 되는 개념들이 많으므로 학생들이 이해하는데 어려움이 많이 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 '생명공학'의 기본개념에 대한 학생들의 이해도를 조사하여 오개념을 분석하고자 한다. 또한 교사의 이해도와 교과서의 내용을 분석하여, 교과서와 교사가 학생들의 오개념 형성의 원인으로 작용하는지 알아보하고자 한다.

II. 연구방법 및 절차

1. 연구 대상

1) 학생과 교사의 표집

본 연구에서는 서울과 경기지역에 위치한 10개의 고등학교를 임의로 선정하여 2학년 486명을 조사대상으로 하였다. 이 중 남학생이 238명, 여학생이 248명 이었고, 서울지역의 학생이 387명, 경기도 지역의 학생이 99명이었으며, 자연계 학생이 293명, 인문계 학생이 193명이었다. 또한 서울 지역의 20개의 고등학교에서 표집된 생물교사 22명(남자 11명, 여자 11명)을 조사대상으로 하였다.

2. 검사 도구

고등학교 「공동과학」교과서 생물단원 중 '생명과 과학(생명공학의 오늘과 내일)' 중단원에 포함되어 있으며 '생명공학'을 이해하기 위해 필요하다고 생각되는 총 18개의 개념이 2차의 선별과정을 통하여 추출되었다(Table 1). 선정된 생명과학의 기본개념에 대한 학생과 교사의 이해도를 조사하기 위하여 사지선다형 지필검사지를 개발하였다. 본 검사지는 20문항으로 생명공학의 이해(3문항), 유전공학의 방법(6문항), 적용(3문항), 클로닝(4문항), 유전자치환(2문항), 단일클론항체(2문항)에 관하여 묻는 문항으로 구성되며 생명공학의 기본개념이 고루 포함되도록 하였다. 개발된 설문지를 생물교육전공 교수 2명과 교육 대학원생 13명에게 의뢰한

Table 1 Basic concepts of biotechnology in 'general science'

Concepts
1. definition of biotechnology
2. gene recombination
3. recombinant DNA
4. restriction enzyme
5. ligase
6. donor DNA
7. host cell(E. coli)
8. plasmid(vector)
9. sticky end
10. cloning(clone)
11. gene manipulation
12. gene therapy
13. application in medicine
14. application in agriculture
15. cell fusion
16. tissue culture
17. genetic diagnosis(RFLP)
18. monoclonal antibody

결과 검사문항의 내용타당도(문항-목표 합치도 지수)는 75.7%였다.

3. 연구 절차

본 연구에서는 생명공학의 기본개념에 대한 이해도를 조사하기 위하여 설문조사법을 사용하였다. 학생용 설문지는 학생들이 선정된 단원을 학습한 후인 1997년

4월 7일부터 4월 14일 사이에, 교사용 설문지는 동년 4월 1일부터 4월 7일 사이에 걸쳐 투입되었다.

4. 검사 자료의 처리

검사후 설문지는 문항당 1점을 주어 총 20점 만점으로 채점되었고 검사결과는 SAS(Statistical Analysis System) 통계 프로그램으로 분석되었다. 생명공학에 대한 이해도가 학생의 성별, 지역별, 계열별로 차이가 있는지, 교사의 성별, 경력별로 차이가 있는지 알아보기 위하여 이원변량분석을 하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 생명 공학에 대한 학생과 교사의 이해도

생명공학의 기본개념에 관한 학생과 교사의 이해도 조사결과는 Table 2와 같다. 학생의 평균점수는 100점 단위로 환산해 보면 41점으로 학생들은 생명공학의 기본개념을 잘 이해하지 못하고 있었다. 남학생의 평균점수는 40점, 여학생의 평균점수는 42점으로 이원변량분석 결과 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 서울지역 학생의 평균점수는 41점, 경기도 지역 학생의 평균점수는 41점으로 학생들의 점수는 지역별로 차이를 보이지 않았다. 자연계 학생의 평균점수는 41점이고 인문계 학생의 평균점수는 41점으로 학생들의 점수는 계열별로 차이를 보이지 않았다.

교사의 평균점수는 81점으로 교사들은 생명과학의 기본개념을 잘 이해하고 있었다. 남교사의 평균점수는 79점, 여교사의 평균점수는 82점으로 교사의 점수는 성별

Table 2 Achievement in the subject 'biotechnology'

		Students				Total	Teachers
		Seoul		Kyung-gi do			
		Humanity major	Science major	Science major			
Male	M	40	39	40	40	79	
	SD	12.20	11.90	14.20	12.75	9.05	
Female	M	41	44	41	42	82	
	SD	12.25	10.60	13.25	12.05	6.35	
Total	M	41	41	41	41	81	
	SD	12.20	11.50	13.75	12.25	8.80	

M; mean, SD; standard deviation

에 따른 차이가 없었다. 10년 이하의 경력을 가진 교사의 평균 점수는 85점, 10년 이상의 경력을 가진 교사의 평균점수는 81점으로 교사의 점수는 경력별로 차이가 없었다.

2. 학생들의 오개념과 원인 분석

본 연구에서는 검사 문항별로 학생들의 응답유형과 응답률을 분석하여 학생들의 오개념을 조사하였다. 또한 교사의 응답유형과 응답률 분석과 교과서 분석을 통해 교사와 교과서가 학생들의 오개념 형성요인이 되는 것을 분석하였다. 20개의 문항중 학생들의 이해도가 특히 낮은 문항만을 표로 제시하였다.

문항 1은 학생들이 생명공학기술로 가능해진 사실을 아는지 보기 위한 문항으로 정답률은 30.66% 이었다 (Table 3). 생명공학은 생물을 대상으로 하여 유전공학 적 기법과 단일클론항체, 세포융합 및 조직배양, 유기합성 등의 여러 기술을 복합적으로 활용하는 학문이다. 많은 학생들이(30.66%) 감자와 토마토를 동시에 얻을 수 있는 포메이토를 생명공학의 사례가 아닌 것으로 알고 있었다. 이 문제에 대한 교사들의 정답률은 95.45%이고 포메이토의 예는 7종의「공통과학」교과서 중 6종에 잘 제시되어 있었으므로 교사나 교과서가 학생들이 이 예

를 생명공학과 연관시키지 못한 원인이 되었다고는 보기 어렵다.

문항 2는 학생들이 유전자 재조합의 과정에 대하여 바르게 이해하고 있는지를 알아보기 위한 문항이다. 학생들은 유전자재조합 기술로 특정 유전자를 뽑아내어 플라스미드에 결합하여 세균세포에 이식시켜 원하는 산물을 얻을 수 있다는 것을 비교적 잘(41.15%) 이해하고 있었다.

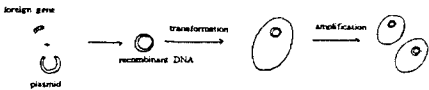
문항 3은 유전자 클로닝의 과정을 그림으로 표현하여 학생들이 이해하는가를 묻는 문항으로 학생과 교사의 응답률은 Table 4와 같다. 원하는 유전자를 플라스미드에 결합시켜 재조합 플라스미드를 만든 후 세균세포에 이식시켜 그 세균을 증식하는 과정이 유전자 클로닝이라는 것을 이해하는 학생은 18.52%에 불과했고 많은 학생(43.00%)들이 이 과정을 조직배양으로 이해하고 있었다. 이 문항에 대한 교사들의 정답률은 95.45%이었으나 7종의「공통과학」교과서 중 1종에서만 유전자 재조합 과정을 유전자 클로닝과 연결지어 제시하고 있었으므로 학생들이 클로닝을 이해하는데 충분한 자료를 제공받지 못하였다고 사료된다.

문항 4는 의약품을 유전공학방법으로 생산하는 것은 기존의 방법에 비교해 어떠한 장점이 있는가를 묻는 문항으로 학생과 교사의 응답률은 Table 5와 같다. 유전

Table 3 Frequency distribution of responses to question 1

Choose a sentence which is not true about biotechnology	frequency (%), *: answer	
	Student	Teacher
① Pomato which produces potato and tomato can be made	149(30.66)	1(4.55)
② Insulin, hepatitis vaccine, growth hormone, and interferon can be made	100(20.58)	0(0.00)
③ Monoclonal antibody for cancer therapy can be made	88(18.11)	0(0.00)
④ Superior individuals can be chosen for a cross	149(30.66)	21(95.45)
Total	486(100.00)	22(100.00)

Table 4 Frequency distribution of responses to question 3

What is the following process? 	frequency (%), *: answer	
	Student	Teacher
① Gene cloning	90(18.52)	21(95.45)
② Tissue culture	209(43.00)	1(4.55)
③ Cell fusion	102(20.99)	0(0.00)
④ Nuclear transplant	85(17.49)	0(0.00)
Total	486(100.00)	22(100.00)

공학기술의 장점을 이해하고 있는 학생은 34.16%에 불과했으며 많은 학생들이 유전공학기술로 생산비가 저렴해지고 부작용이 극소화되었다는 사실을 모르고 있었다. 교사의 정답률도 72.23%로 다른 문제에 비해 비교적 낮아 교사들의 이해도가 학생들의 이해부족의 원인이 될 수도 있다고 생각된다. 또한 7종의「공통과학」교과서 중 2종에서만 유전자재조합 기술로 의약품들이 저렴한 가격에 많이 생산되며 부작용도 줄었다고 언급되어 있어 교과서가 학생들의 이해 부족의 원인이 될 수도 있다고 사료된다.

문항 5는 유전공학기술로 가능해진 사실이 무엇인가를 묻는 문항으로 유전공학은 유용한 유전자를 조작하여 원하는 물질이나 생물을 얻을 수 있게 한다고 바르게 이해한 학생은 57%로 학생들은 비교적 이 문제를 잘 이해하고 있었다. 그러나 교사들의 이해도는 77.27%로 낮았다.

문항 6은 학생들이 생명과학의 예로써 흔히 제시되고 있는 거대생쥐가 유전자 치환이라는 유전공학기술의 결과물이라는 것을 알고 있는지를 묻는 문항으로 55.76%의 학생들이 그 사실을 알고 있었다. 교사는 90.91%가 거대생쥐의 생성 기술을 알고 있었고 이 내용은 7종의「공통과학」교과서 중 1종에서만 읽을 거리로 제시되었

는데 학생들이 대중매체를 통하여 유전공학의 예로 접한 내용이므로 학생들이 비교적 잘 이해하고 있는 것으로 사료된다.

문항 7은 학생들이 현재 생명공학 기술을 농업에 응용하여 가능하게 된 사실이 무엇인가를 이해하고 있는지 알아보기 위한 문항이다. 생명공학기술로 농작물의 생산이 증대되고, 한 식물에서 토마토와 감자를 동시에 얻을 수 있으며, 식물이 질병이나 해충에 대해서 내성을 가지게 되었다. 그러나 유전공학기술을 이용하여 농작물의 맛을 개선하는 것은 여러 유전자의 조작을 필요로 하므로 어려움이 많다는 것을 이해하는 학생은 46.91%이었다. 이 문제에 대해서는 교사들의 이해도가 학생보다 오히려 낮아 이해도는 40.91%이었다.

문항 8은 학생들이 유전공학기술로 의학적으로 가능해진 사실이 무엇인가를 알아보기 위한 문항으로 학생과 교사의 응답률은 Table 6과 같다. 과거에는 호르몬을 사체에서 추출하거나 동물에서 얻었는데 현재는 유전공학기술을 이용하여 대량으로 생산할 수 있게 되었다. 그리고 DNA를 분석하여 유전병을 검사하고 태아의 유전적 이상을 알아낼 수 있게 되었다. 그러나 골수세포에 정상적인 유전자를 삽입하여 자손에게 병이 유전되는 것을 막을 수 없다는 것을 이해하고 있는 학생은

Table 5 Frequency distribution of responses to question 4

frequency (%), *: answer

Choose an item which is not true about insulin production by genetic engineering compared to traditional method?	Student	Teacher
① Mass production	73(15.02)	0(0.00)
② Cheap cost	126(25.93)	2(9.09)
③ Minimization of allergic reaction	121(24.90)	4(18.18)
*④ Prevention of diabetes	166(34.16)	16(72.73)
Total	486(100.00)	22(100.00)

Table 6 Frequency distribution of responses to question 8

frequency (%), *: answer

Which of the following sentences is the one that genetic engineering cannot do in medicine?	Student	Teacher
① Useful hormones can be produced a lot.	132(27.16)	0(0.00)
*② Normal genes can be inserted into the patient's bone marrow cells and the abnormal gene can be prevented inheriting to his children.	153(31.48)	13(59.09)
③ Genetic diseases can be diagnosed by a DNA analysis.	65(13.37)	2(9.09)
④ Fetal cells from amniotic fluid can be used to detect genetic defects.	136(27.98)	7(31.82)
Total	486(100.00)	22(100.00)

31.48%이었다. 교사들도 이 내용을 잘 이해하지 못하여 59.09%의 교사가 정답을 선택하였다. 「공통과학」7종 교과서에는 모두 유전공학기술을 이용한 유전병의 진단에 대하여 제시되어 있지 않으므로 교사와 교과서 모두가 학생의 개념형성에 영향을 줄 수 있을 것으로 보인다.

문항 9는 학생들이 생명공학기술의 하나인 단일클론항체의 생산방법을 이해하고 있는지 알아보기 위한 문항으로 학생과 교사의 응답률은 Table 7과 같다. 단일클론항체는 특정 B림프구와 암세포의 일종인 골수종세포를 융합시켜 생산된 세포에서 만들어지는 한 종류의 항체라는 것을 이해하는 학생은 12.55% 밖에 되지 않아 이 문항은 20문항중에서 학생의 이해도가 가장 낮은 문항이었다. 교사들의 이해도도 77.27%로 낮아 학생의 개념형성에 영향을 줄 수 있다고 생각된다. 그러나 「공통과학」교과서에서는 7종 모두에서 단일클론항체의 개념을 정확히 제시하고 있으므로 교과서가 학생의 이해 부족의 원인이 되었다고 볼 수 없다.

문항 10은 학생들이 유전자 클로닝의 정의를 이해하

고 있는지를 알아보기 위한 문항으로 유전자 클로닝이란 재조합 플라스미드를 숙주세포에 넣어 증식시켜 동일한 유전자 조성을 가진 생물체를 다량으로 생산하는 방법이라는 것을 학생들은 비교적 잘(41.56%) 이해하고 있었다.

문항 11은 학생들이 사람의 유전자 치료법에 대하여 이해하고 있는지를 알아보기 위한 문항으로 학생과 교사의 응답률은 Table 8과 같다. 현재 일부 유전병의 경우에 체세포 단계에서의 유전자 치환이 시행되어 유전자 치료가 가능하게 되었으나 사람의 생식세포에서의 유전자 치환은 아직 연구 중에 있어 유전병이 자손에게 전해지지 않도록 하는 단계까지 이르지 못했다는 것을 이해하는 학생은 30.66%에 불과했다. 이 문항은 교사들의 이해도가 가장 낮은 문항으로 학생의 이해도 보다도 낮아 27.27%이었다. 7종의 「공통과학」교과서에서는 단 1종의 교과서에서만 유전자 치료의 과정이나 현재 가능한 치료 방법에 대해서 제시하고 있었으므로 교사와 교과서 모두가 학생의 이해부족의 원인이 될 수 있다고 사료된다.

Table 7 Frequency distribution of responses to question 9

frequency (%), *: answer

Which of the following sentences is true about monoclonal antibody technique?	Student	Teacher
*① B lymphocytes and cells from a tumor of B lymphocytes are fused.	61(12.55)	17(77.27)
② Several kinds of antibodies respond to an antigen are produced	135(27.78)	4(18.18)
③ A somatic cell nucleus is transplanted into the egg cell which nucleus is removed.	141(20.01)	1(4.55)
④ A small piece of tissue of an organism can be dedifferentiated and redifferentiated.	149(30.66)	0(0.00)
Total	486(100.00)	22(100.00)

Table 8 Frequency distribution of responses to question 11

frequency (%), *: answer

Which of the following sentences is the one that the human gene therapy cannot do now?	Student	Teacher
① Normal genes can be inserted into immunodeficient patients' bone marrow cells.	99(20.37)	2(9.09)
*② A gene replacement of gametes can prevent the inheritance of genetic diseases.	149(30.66)	6(27.27)
③ Now, some gene defects which code specific proteins can be treated.	129(26.54)	2(9.09)
④ Some genetic diseases can be treated by the gene therapy in somatic cells.	109(22.43)	12(54.55)
Total	486(100.00)	22(100.00)

문항 12는 학생들이 유전자 재조합 과정에서 사용되는 효소에 대하여 알고 있는지 알아보기 위한 문항이다. 유전자 재조합 과정에서는 우리가 원하는 형질을 가진 유전자와 플라스미드를 각각 원하는 부위에서 잘라내는 제한효소와 이 두 DNA를 연결시키는 리가아제가 사용된다는 것을 알고 있는 학생은 34.77%이었다. 교사의 이해도는 95.45%이었고 「공통과학」7종 교과서에서는 4종의 교과서가 제한 효소에 대하여 설명하고 있었으나, 모든 교과서에서 리가아제에 대한 언급은 없었다. 교과서에 제한효소에 대하여 비교적 잘 설명되어 있었고 문제에서는 제한효소만 알아도 정답을 선택하는데 문제가 없으며, 교사들의 이해도도 높았으므로 교사나 교과서가 학생의 이해부족의 원인이 되었다고는 볼 수 없다고 사료된다.

문항 13은 학생들이 생명공학기술의 하나인 조직배양을 이해하고 있는지 알아보기 위한 문항이다. 식물의 조직을 떼어내 인공적으로 배양하여 유전적으로 동일한 자손을 다량으로 얻을 수 있다는 것을 이해한 학생은 55.76%로 학생들은 그 내용을 비교적 잘 이해하고 있었다.

문항 14는 학생들이 유전공학에서 대장균을 숙주세포

로 이용하는 목적을 이해하고 있는지 알아보기 위한 문항이다. 세균세포를 이용하는 목적은 배양이 쉽고 번식력이 강하기 때문이라는 것을 이해하고 있는 학생들은 82.72%로 이 문항은 20문항 중에서 학생의 이해도가 가장 높은 문항이었다.

문항 15는 학생들이 단일클론항체의 용도를 이해하고 있는지를 알아보기 위한 문항으로 학생과 교사의 응답률은 Table 9와 같다. 단일클론항체는 질병에 대한 진단시약으로 쓰일 수 있으며, 단백질의 분리와 정제에 사용되고, 의약품으로도 응용될 수 있다는 것을 이해하는 학생은 36.63%이었다. 교사들은 대부분(95.45%) 단일클론항체의 용도를 이해하고 있었으며 「공통과학」7종 교과서 중 6종에서 단일클론항체의 용도에 대해 자세하게 제시되어 있으므로 교사와 교과서가 학생의 이해부족의 원인이라고 볼 수 없다.

문항 16은 학생들이 유전자 재조합에서 사용되는 플라스미드의 역할을 이해하고 있는지 알아보기 위한 문항으로 학생과 교사의 응답률은 Table 10과 같다. 플라스미드가 외래의 유전자를 받아들여 운반체 역할을 한다는 것을 이해하고 있는 학생은 27.98%에 불과했으며 32.92%의 학생들이 플라스미드가 대장균의 DNA가 복

Table 9 Frequency distribution of responses to question 15

frequency (%), *: answer

Select all the usages of monoclonal antibodies.	Student	Teacher
a) diagnosis of a disease		
b) development of artificial organs		
c) purification of a specific protein		
d) drug for some diseases		
e) for making a pomato by cell fusion		
① a, b, c	65(13.37)	0(0.00)
*② a, c, d	178(36.63)	21(95.45)
③ b, c, d	145(29.84)	1(4.55)
④ c, d, e	98(20.16)	0(0.00)
Total	486(100.00)	22(100.00)

Table 10 Frequency distribution of responses to question 16

frequency (%), *: answer

What is the role of a plasmid DNA?	Student	Teacher
① It induces cell fusion.	84(17.28)	0(0.00)
*② It is a vector DNA which recombines with a foreign DNA.	136(27.98)	21(95.45)
③ It recombines with E. coli DNA easily.	106(21.81)	1(4.55)
④ It helps E. coli DNA to replicate.	160(32.92)	0(0.00)
Total	486(100.00)	22(100.00)

제할 수 있도록 돕는 역할을 한다고 잘못알고 있었다. 그러나 대부분의(95.45%) 교사들은 플라스미드의 역할을 잘 이해하고 있었고 「공통과학」 7종의 교과서 중 5종에 플라스미드의 역할에 대하여 정확히 제시되어 있었으므로 교사나 교과서가 학생의 이해부족의 원인이라고 보기 어렵다.

문항 17은 범인이나 친자확인을 위해 사용할 수 있는 가장 정확한 방법이 무엇인지를 묻는 문항으로 학생들은 그 방법이 유전자감식(77.78%) 이라는 것을 잘 알고 있었다. 7종의「공통과학」교과서 중 1종에서만 유전자감식에 대한 내용이 포함되어 있어서 학생들에게 충분한 자료가 제시되지 않았으나 학생들은 대중정보매체를 통해 이 개념을 자주 접할 수 있었고 교사들도 이 부분에 대한 이해도(100%)가 높았으므로 학생들의 이해에 도움이 되었다고 사료된다.

문항 18은 호르몬이나 백신 등의 대량생산과 관계가 깊은 생명공학기술이 무엇인지를 묻는 문항으로 52.26%의 학생들이 유전자재조합 기술이라는 것을 알고 있었다.

문항 19는 학생들이 플라스미드 DNA에 대하여 이해하고 있는지를 알아보기 위한 문항으로 학생과 교사의

응답률은 Table 11과 같다. 플라스미드 DNA는 세균의 주된 DNA가 아닌 작은 원형의 DNA라는 것을 이해하는 학생은 16.87%에 불과했으며 48.77%의 학생들이 플라스미드를 유용한 물질을 생산하는데 필요한 정보를 가진 DNA라고 잘못 이해하고 있었다. 교사들의 이해도도 59.09%로 낮았으며 36.36%의 교사들도 학생들과 같은 오개념을 가지고 있었으므로 교사가 학생들의 개념 이해에 영향을 주었을 것이라고 사료된다.

문항 20은 최근에 대중정보매체를 통해 많이 소개되었던 복제양에 대한 문제로 학생들이 '복제동물'에 대하여 이해하고 있는지 알아보기 위한 문항이다. 학생과 교사의 응답률은 Table 12와 같다. 복제양의 생산원리를 이해하고 있는 학생은 34.36%이었으며 많은 학생들이(28.82%) 장기이식의 요구로 이와같은 기술이 인간에게도 적용될 가능성이 있다는 사실을 모르고 있었다. 교사의 이해도도 72.73%로 비교적 낮았으며 복제동물이 만들어지는 과정이 제시된 교과서는 7종 중 3종이었고 제시된 내용으로는 학생들이 복제동물의 윤리적인 문제가 구체적으로 무엇인지 이해하는데 어려움이 있었던 것 같다.

Table 11 Frequency distribution of responses to question 19

frequency (%), *: answer

What is true about a plasmid DNA?	Student	Teacher
① It is a transcribing strand of double strand DNA.	85(17.49)	0(0.00)
② It can not replicate by itself	82(16.87)	1(4.55)
③ It has the information which make useful products.	237(48.77)	8(36.36)
*④ It is a circular accessory DNA in bacteria	82(16.87)	13(59.09)
Total	486(100.00)	22(100.00)

Table 12 Frequency distribution of responses to question 20

frequency (%), *: answer

Choose a sentence which is not true about 'Dolly' the sheep or the technique?	Student	Teacher
① A nucleus of a female sheep was transplanted to an egg cell which its nucleus was removed.	93(19.14)	2(9.09)
*② A baby sheep which had the same genotype as the foester mother was born.	167(34.36)	16(72.73)
③ It showed that any cells of an adult mammal can be used to duplicate the animal.	86(17.70)	2(9.09)
④ Technically, it is possible that human is duplicated for organ transplant.	140(28.81)	2(9.09)
Total	486(100.00)	22(100.00)

IV. 결 론

본 연구에서는 고등학교 학생들을 대상으로 생명공학의 기본개념에 대한 이해도를 조사하여 학생들의 오개념을 분석하였다. 그리고 교사들의 이해도와 교과서의 내용을 분석하여 교과서와 교사가 학생들의 오개념 형성의 원인으로 작용하는지 알아보았다. 본 연구의 결과를 종합하여 내린 결론은 다음과 같다.

1. 생명공학의 기본개념에 대한 학생들의 이해도 점수는 평균 41점으로 학생들은 생명공학의 기본개념을 잘 이해하지 못하였다. 이해도 점수는 계열별, 지역별로 통계적으로 유의미한 차이가 없었으나 성별에 따라 차이를 보였다($p < 0.05$).
2. 학생들은 단일클론항체와 유전자클로닝에 대해 잘 이해하지 못했으며 플라스미드 DNA가 이미 유용한 유전자를 포함하고 있다는 오개념을 가지고 있었다.
3. 교사의 이해도 점수는 평균 82점으로 교사들은 생명공학의 기본개념을 잘 이해하고 있었으며, 이해도 점수는 경력별, 성별에 따라 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).
4. 교사들은 유전자치료법, 생명공학이나 유전공학 기술로 의학과 농학에서 가능해진 사실들, 플라스미드DNA에 대하여 잘 이해하지 못하여 학생들의 개념이해에 영향을 주었을 것으로 사료된다.
5. 「공통과학」교과서에는 조사된 18개의 생명공학의 기본개념중 10개의 개념만이 비교적 잘 제시되어 있었으므로 교과서에 제시된 내용만으로는 그 기본개념을 이해하는데 어려움이 있다고 생각된다.

적 요

과학교육의 목표는 학생들의 과학적 지식, 탐구력, 과학적 태도를 최대한 육성하는데 있으며, 그 중에서도 과학적 개념의 올바른 이해는 과학교육의 중요한 과제 중에 하나라고 할 수 있다. 다가오는 21세기는 '생물학의 시대'라고도 불리며, 특히 생명공학 분야는 정보매체를 통하여 대중에게 많이 소개되고 있다. 그러나 대중에게 이러한 개념이 전달될 때에 시간과 공간상의 제약으로 또는 정보전달 시 그 응용에 중점을 두게 되므로 학생들은 '생명 공학'의 기본 개념에 대해 학습하기 이전에 많은 잘못된 선행개념을 가질 수 있다. 따라서 본 연구에

서는 '생명공학'의 기본개념에 대한 학생들의 이해도를 조사하여 오개념을 분석하였다. 또한 교사의 이해도와 교과서의 내용을 분석하여, 교과서와 교사가 학생의 오개념형성에 원인으로 작용하는 지를 알아보았다.

연구 대상은 서울과 경기지역의 고등학교 2학년 학생으로 남학생이 238명, 여학생이 248명으로 총 486명 있었으며 서울지역의 20개 고등학교에서 표집된 생물교사가 22명 이었다. 이해도 검사 도구로 총 20개 문항으로 구성된 선다형 지필검사가 개발되었으며 검사문항의 내용타당도는 75.7%였다. 생명공학에 대한 이해도가 학생의 성별, 지역별, 계열별로 차이가 있는지, 교사의 성별, 경력별로 차이가 있는지 알아보기 위하여 이원변량분석을 하였다. 본 연구의 결과를 종합하여 내린 결론은 다음과 같다.

1. 생명공학의 기본개념에 대한 학생들의 이해도 점수는 평균 41점으로 학생들은 생명공학의 기본개념을 잘 이해하지 못하였다. 이해도 점수는 계열별, 지역별로 통계적으로 유의미한 차이가 없었으나 성별에 따라 차이를 보였다($p < 0.05$).
2. 학생들은 단일클론항체와 유전자클로닝에 대해 잘 이해하지 못했으며 플라스미드 DNA가 이미 유용한 유전자를 포함하고 있다는 오개념을 가지고 있었다.
3. 교사의 이해도 점수는 평균 82점으로 교사들은 생명공학의 기본개념을 잘 이해하고 있었으며, 이해도 점수는 경력별, 성별에 따라 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).
4. 교사들은 유전자치료법, 생명공학이나 유전공학 기술로 의학과 농학에서 가능해진 사실들, 플라스미드DNA에 대하여 잘 이해하지 못하여 학생들의 개념이해에 영향을 주었을 것으로 사료된다.
5. 「공통과학」교과서에는 조사된 18개의 생명공학의 기본개념중 10개의 개념만이 비교적 잘 제시되어 있었으므로 교과서에 제시된 내용만으로는 그 기본개념을 이해하는데 어려움이 있다고 생각된다.

참 고 문 헌

- 권성기(1988). 중학생의 과학수업에 의한 힘과 운동의 개념변화, 서울대학교대학원 교육학석사 학위논문.
- 권재술(1992). 과학 개념학습 지속효과의 유형과 그 특성 분석, 한국과학교육학회지, 12(1), 11-22.

- 김경주(1993). 유전에 대한 과학전공 대학생들과 과학 교사들의 개념연구. 전남대학교 교육대학원 석사 학위논문.
- 김도옥(1991). 물 개념의 학습에서 오인을 감소시키기 위한 수업모형의효과. 서울대학교대학원 교육학 박사학위논문.
- 박종석, 조희형(1986). 고등학생들의 유전에 대한 오인의 확인 및 유전학 지도방향. 한국과학교육학회지, 6(2), 35-42.
- 신영준, 정완호(1995). 고등학교 문과 학생들의 생명공학과 유전공학에 대한 지식과 태도조사. 한국과학교육학회지, 23(2), 201-212.
- 조희형, 최승일(1987). 고등학교 생물 I의 세포분열, 생식, 수정개념에 대한 오인분석. 한국과학교육학회지, 14(3), 293-303.
- Clough, E. F. & Driver, R.(1986). A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts. *Science Education*, 70(4), 473-496.
- Crawley, F. E., & Arditzoglou, S. Y.(1988). Life & physical science misconceptions of preservice elementary teachers. ERIC document reproduction service NO. ED. 302-416.
- Gilbert, J. K., & Swift, D. J.(1985). Towards a Lakatosian analysis of the Piagetian and alternative conceptions research programs. *Science Education*, 69(5), 681-696.
- Helm, H. & Novak, J. D. (Eds.)(1983). Proceedings of the international seminar: Misconceptions in science and mathematics. Ithaca, New York: Cornell University.
- Novak, J. D.(1977). A theory of Education, Ithaca, N.Y. : Cornell University Press.
- Novak, J. D.(1987). Proceedings of the second international seminar: Misconceptions and educational strategies in science and mathematics. Ithaca, New York: Cornell University.
- Pines, A. L. & West, L. H.(1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science Education*, 70(5), 583-604.
- Sanders, M.(1993). Erroneous ideas about respiration: The teacher factor. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 919-934.