

‘식물의 한살이’ 단원에서 속성배추를 활용한 뇌기반 진화적 접근법이 초등학생의 흥미에 미치는 영향

김소영 · 임채성[†] · 김성하^{**} · 홍준의^{***}

(서울개포초등학교) · (서울교육대학교)[†] · (한국교원대학교)^{**} · (서원대학교)^{***}

Effects of a Brain-Based Evolutionary Approach Using Rapid-cycling *Brassica rapa* on Elementary School Students' Interests in Life Cycle of Plants

Kim, So-Young · Lim, Chae-Seong[†] · Kim, Sung-Ha^{**} · Hong, Juneuy^{***}

(Seoul Gaepo Elementary School) · (Seoul National University of Education)[†] ·

(Korea National University of Education)^{**} · (Seowon University)^{***}

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the effects of elementary science instruction applying a Brain-Based Evolutionary (ABC-DEF) approach using Rapid-cycling *Brassica rapa* (RcBr) on the interests of elementary school students. For this study, two elementary school classes in Seoul and one elementary school class in Gyeonggi-do were selected. Comparison group received instruction using textbook and teacher's guidebook. A class taught using only brain-based evolutionary approach is experimental group A, and a class taught through brain-based evolutionary approach using RcBr is experimental group B. In order to analyze the quantitative differences about the interests of students, three kinds of test were administered to the students: 'Applied Unit-Related Interests', 'Follow-up Interests' and 'Interests in the observation material'. To get more information, qualitative data such as portfolios and interviews were analyzed. The major findings are as follows. First, for the test of applied unit-related interests, a statistically significant difference was found between comparison group and experimental group A, and between comparison group and experimental group B. As the results of interviews, the students have shown that the intensified exploration activities on plant in Brain-Based Evolutionary approach applied to experimental groups A and B had a positive effect. Second, for test of follow-up interests, we classified the students' follow-up interests into three types: extended-developed-deepened (EDD) type, simply expanded-maintained (SEM) type, and stopped or decreased (SD) type. Both experimental group A and experimental group B showed the highest percentage of EDD. Also, observation journal applying the evolutionary process (DEF) showed a positive effect on the students' interest. Comparison group showed the highest percentage of SEM. Third, for test of applied interests in the observation material, a statistically significant difference was found between comparison group and experimental group A, and comparison group and experimental group B. Experimental group B using RcBr showed the highest average score, while experimental group A showed a higher score than comparison group. Based on these findings, educational implications of Brain-Based Evolutionary approach and using RcBr are discussed.

Key words : brain-based evolutionary approach, rapid-cycling *Brassica rapa*, biology learning, interest, plant life cycle

이 논문은 한국연구재단의 2014년도 일반공동연구지원사업의 지원을 받아 수행된 연구의 일부임(과제번호: NRF-2014S1A-5A2A03065539).

2016.8.1(접수), 2016.8.10(1심통과), 2016.8.26(2심통과), 2016.8.28(최종통과)

E-mail: cslim@snu.ac.kr(임채성)

I. 서론

과거와는 달리 급속하게 변화하는 현재와 미래의 시대적 상황에 따라 교육의 패러다임에도 변화가 필요하다. 21세기 사회에서 매우 중요하게 요구되는 능력들 중 하나는 기존의 정적 지식을 그대로 받아들이는 것이 아니라, 정보를 이용하여 새롭고 유용한 것을 창출해내는 능력이다(Larson & Miller, 2011). 그러한 인재를 육성하기 위해 우리의 교육에도 변화가 시급하다. 이러한 시대적 흐름을 반영하여, 우리나라 과학 교육과정에서는 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학 탐구 능력과 과학적 태도를 함양하여 창의적이고 합리적으로 문제를 해결하는데 필요한 과학적 소양을 기르는 것을 목표로 두고 있다(교육과학기술부, 2011).

학생의 과학적 소양을 기르기 위해서는 과학과 관련된 정의적 특성이 중요하다(김효남 등, 1998). 그러나 대부분의 과학 학습은 인지적 영역에 치중해 있으며, 상대적으로 정의적 영역은 소홀히 여겨져 왔다(송영욱과 김범기, 2010). 광영순 등(2006)은 초·중·고 학생들의 과학 흥미 설문 조사 결과, 학교 급이 높아질수록 과학에 대한 관심과 흥미가 낮아지고 있다고 보고하였다. 그 원인 중 하나로 교사가 설명 위주로 지루한 수업을 하기 때문이라고 지적하였다. 학교에서 제시하는 대부분의 탐구 과정은 실제적인 탐구를 이끌어내고 있지 않다(Chinn & Malhotra, 2002). 2012 학업성취도국제비교연구(PISA)에서 우리나라 학생들의 과학 성적은 최상위권이나 정의적 특성 점수는 OECD 평균보다 낮은 결과를 나타냈다(송미영, 2013). TIMSS 2007에서도 우리나라 학생들의 과학 학습에 대한 흥미 인식 정도가 국제 평균보다 낮다고 보고되었다(김경희 등, 2008).

학생들의 흥미를 이끌어내기 위해서는 실제 과학자들이 자연을 탐구하는 방식을 경험하게 하는 것이 필요하다(임채성, 2005; Roth, 2008). 과학자의 과학적 활동에는 자연 현상과 사물에 대해 예민한 호기심을 갖고 해결할 가치가 있는 문제를 찾아내고, 그 문제를 해결하기 위한 구체적인 계획을 세워 실행하며, 실행 결과의 의미를 탐색하는 것과 같은 일련의 정의적·행동적·인지적 영역이 수반된다(임채성, 2005; Schwab & Brandwein, 1962). 이는 과학 교육의 주요 목표인 과학태도, 과학탐구기능,

과학지식 영역과도 연결된다. 실제 과학(real science)에도 수반되는 이 세 영역을 체계적으로 연계시키고, 각 영역에 내재된 다양화 → 비교·선택·실행·평가 → 확장·적용이라는 진화적 요소를 반영하여 학생들이 실제적 과학(authentic science)을 경험하게 하는 뇌기반 진화적 접근법(brain-based evolutionary approach; Affective - Behavioral - Cognitive Domains, Diversifying → Executing, Evaluating → Furthering Steps; ABC-DEF; 임채성, 2009, 2012)은 일련의 자연 탐구 과정을 구동하는 출발점으로서 중요성을 갖는 정의적 영역을 연구하는 데 중요하게 기여할 수 있을 것이다.

임채성 등(2012)은 뇌기반 진화적 과학 교수학습 접근법에 따른 초등학생들의 자유탐구 활동에서 학생들이 과학 흥미 주제나 호기심 문제를 어떻게 다양화하고, 이들 중 어느 것을 왜 선택하며, 선택한 주제들을 어떻게 확장·적용하는가(A-DEF)를 분석하였다. 김재영 등(2014)은 이러한 접근법에 따른 자유탐구의 행동 영역을 분석하여 학생들이 자신의 흥미 문제를 해결하기 위한 방법들을 다양하게 고안해내고, 이들 중 어떤 방법을 왜 선택하여 실행하며, 사용한 방법들을 어떻게 확장·적용하였는지(B-DEF)를 밝혔다. 백자연 등(2014)은 학생들이 행동적 영역의 활동을 통해 얻은 결과의 의미를 다양하게 탐색하고, 그 의미들의 가치를 비교·평가하며, 알게 된 것을 확장·적용하는 인지적 영역(C-DEF)의 특징들을 분석하였다. 백자연 등(2015)은 이러한 뇌기반 진화적 접근법에 따라 자유탐구를 수행한 학생들이 각 영역과 단계별 활동을 어떻게 인식하고 있는지 보고하였다. 이러한 일련의 연구들에서, 초등학교 학생들이 어려움을 겪는 부분들이 있기는 하지만, 뇌기반 진화적 접근법을 통해 실제적 탐구를 수행할 수 있는 능력을 가지고 있음을 확인되었다. 그러나, 시간이 비교적 많이 소요되는 이러한 접근법을 자유탐구 상황이 아닌 정규 과학교육 과정에서 적용하기 위해서는 단원을 재구성하여 필요한 시간을 확보하거나 정의적·행동적·인지적 영역에서 부분적으로 적용하는 방안을 생각해볼 수 있다. 이와 관련하여, 김지은 등(2015)은 후자의 방안을 도입하여 '생물과 환경' 주제에 정의적 영역 중심의 뇌기반 진화적 접근법(A-DEF)을 적용하여 초등학교 학생들이 정규 과학 교육과정 주제에 대해 과학자처럼 흥미 주제나 호기심 문제

를 다양화 → 비교·선택·실행 → 확장·적용할 수 있음을 검증하였고, 최효선 등(2016)은 행동적 영역 중심의 뇌기반 진화적 접근법(B-DEF)을 적용하여 학생들이 식물의 뿌리 기능을 알아보기 위한 방법을 다양화 → 비교·선택·실행 → 확장·적용하는 양상을 조사·분석하였다.

생물에 대한 친밀감과 지적 호기심은 자연과 생물을 직접 경험한 정도와 관계가 높다(진민정 등, 2012). 식물을 기르는 활동은 학생들에게 식물을 충분히 탐색할 기회를 제공하여 과학적 호기심을 충족시킬 수 있는 중요한 한 수단이다(정순진 등, 2013; 최효선 등, 2016). 기본적으로, 학생들이 생물에 대해 흥미를 가지고 있을 때 주변의 생물들을 알아보려는 동기가 유발될 수 있다(유경진 등, 2010). 이를 위해서는 학생의 흥미도가 높은 식물을 선정하여 과학 수업에 도입하는 것이 필요하다. 현행 과학 교육과정 중 ‘식물의 한살이’ 단원에서 제시된 강낭콩은 한살이 기간이 70일 이상이므로, 교실 환경에서 발아 단계부터 꼬투리 단계까지 학생들의 흥미와 호기심을 유지하면서 탐구하게 하는 데 어려움이 있다. 속성배추(Rapid-cycling *Brassica rapa*; RcBr)는 이러한 문제점을 보완할 수 있는 중요한 특징들을 가지고 있다. 이 식물은 미국 Wisconsin 대학의 Williams가 야생형을 품종 개량하여 한살이 기간이 35~40일로 강낭콩에 비해 훨씬 짧고, 전형적인 식물 성장 단계별 특징들을 보여주며, 작은 공간에서도 쉽게 키울 수 있고, 종자의 성숙이 빠르다는 이점이 있다(Williams & Hill, 1986). 이러한 여러 이점 때문에 속성배추를 활용한 다양한 학교 현장 프로그램들이 제시되었다(Goldman, 1999). 한살이 기간이 짧아, 탐구 결과를 빨리 확인할 수 있으므로 가설 설정과 실험 설계와 수행에 적합하다(Tomkins & Williams, 1990). 속성배추의 이러한 특성을 이용하여 국내외적으로 생명 영역의 학습에 적용하여 효과를 검증하려는 다양한 시도들이 이루어졌으나(김한수 등, 2001; 이명선과 김성하, 2009; 이현미 등, 2002; 장현숙과 김성하, 2008, Kanhathaisong et al., 2009), 이를 활용하여 학생들의 흥미를 향상시킬 수 있는 방안을 시도한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 교과서에서 다루는 강낭콩과 대안적 식물인 속성배추를 소재로 뇌기반 진화적 접근법에 따른 초등과학 교수학습 프로그램

을 개발·적용하여, 초등학생들의 흥미에 얼마나, 어떻게, 왜 영향을 미치는지 알아보았다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상 및 적용단원

본 연구는 서울시 소재 G 초등학교 4학년 2개 반과 경기도 소재 P 초등학교 1개 반 총 3개 반을 대상으로 수행되었다. 비교반(서울시 소재 1개 학급)은 강낭콩을 소재로 한 교과서·지도서 기반 수업을, 실험반 A(서울시 소재 1개 학급)는 강낭콩을 소재로 한 뇌기반 진화적 접근법만 적용한 수업을, 실험반 B(경기도 소재 1개 학급)는 속성배추를 소재로 한 뇌기반 진화적 접근법을 적용한 수업을 진행하였다. 이 세 집단은 학년초에 실시한 과학 진단평가 점수 $[F(2, 49)=0.074 (p>.5)]$ 와 적용단원 내용에 대한 사전 흥미도 검사 $[F(2, 49)=0.793 (p>.05)]$ 에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

연구 단원은 4학년 1학기 식물의 한살이 단원으로 선정하였다. 이 단원은 초등학교 과학 교육 과정에서 식물을 처음 다루는 단원으로, 식물 학습에 대한 흥미에 중요한 영향을 미친다. 이 단원 학습 이전의 4학년 학생들은 식물에 대한 사전 개념이 제대로 형성되지 않고, 기존 생활 경험에 의해서만 흥미도가 형성되었기 때문에, 학습 후에 학생들의 흥미 변화를 더 분명하게 파악할 수 있을 것이라 판단하였다. 연구 단원에 대한 수업은 2명의 교사(서울시 교사 1명이 비교반과 실험반 A, 경기도 교사가 실험반 B 수업)가 사전 연수를 통해 각 유형의 수업의 특징과 취지를 숙지하고 실시하였다.

2. 검사 도구

1) 적용 단원 흥미도 검사

본 연구에서는 속성배추와 뇌기반 진화적 접근법을 활용한 초등 교수 학습이 ‘식물의 한살이’ 단원 내용에 대한 학생들의 흥미에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 김효남 등(1998)에 의해 개발된 과학에 관련된 정의적 특성의 평가 도구를 흥미 범주만 추출하여 적용 단원과 관련된 내용으로 변환하였고, 과학교육을 전공하는 3명의 교수

Table 1. Composition of interest survey on applied subject

하위 범주	문항번호
식물에 대한 흥미	1, 2, 3
식물 탐구 학습에 대한 흥미	4, 5, 6
식물과 관련된 과학 활동에 대한 흥미	7, 8, 9
식물 탐구와 관련된 직업에 대한 흥미	10, 11, 12
식물 단원 학습에 대한 불안	13, 14
계	14

와 17명의 대학원 재학 교사 및 최근 2년간 이 단원을 가르친 경험이 있는 5명의 현장 교사로부터 내용타당도를 검증받았다. 과학교육의 정의적 영역 평가에서 중간값에 자료들이 많이 분포하는 중심화 경향이 있다는 연구 결과(박현애 등, 2014)를 고려하여, 4단계의 Likert 척도를 사용하였다. 검사지의 문항은 총 14문항(56점 만점)이며, 신뢰도는 Cronbach α 는 .764이다. 적용 단원 흥미도 검사지 문항 구성은 Table 1과 같다.

2) 후속 흥미도 검사

'식물의 한살이' 단원의 학습이 끝난 후, 학생들의 후속 흥미가 어떤 양상으로 나타나는지 알아보기 위해, 김래현 등(2014, 2016)이 개발한 후속 흥미 검사지를 적용 단원에 맞게 수정·보완하였다. 배운 내용을 상기시키기 위해 각 차시별 핵심 수업 내용을 제시하고, 단원 학습 후 더 알고 싶은 내용을 작성하게 하였다.

3) 관찰 재료에 대한 흥미도 검사

수업에서 다루는 식물의 한살이 관찰 재료에 대한 흥미도를 알아보기 위하여, 비교반과 실험반 A는 강남콩에 대한 흥미도 검사지를 작성하였고, 실험반 B는 김한수 등(2001)이 개발한 속성배추에 대한 학생들의 흥미도 검사지(4점 척도, 6개 문항, 24점 만점)를 수정·보완하여 사용하였다.

3. 연구 설계

뇌기반 진화적 접근법에 따라 개발된 프로그램의 효과를 검증하기 위하여, 세 집단에 적용단원 흥미도 검사, 후속 흥미도 검사, 관찰 재료에 대한 흥미도 검사를 실시하였다. I-Statistics 활용하여 독립 표본 t-검증, 일원 변량 분석을 통해 데이터를 정량적으로 분석하였다. 정량적 분석에서 드러나지

않는 특성을 알아보기 위해 학생 면담을 실시하였고, 식물의 한살이 관찰일지와 ABC-DEF 학습지 등 학생 수업 자료를 정성적으로 분석하였다.

4. 프로그램 개발을 위한 분석

뇌기반 진화적 접근법에 따른 초등과학 교수학습 프로그램을 개발하기 위해서, 교과서의 '식물의 한살이' 단원 내용과 활동을 분석하고, 2014년에 이 단원을 학습한 5학년 학생들의 설문 응답과 이 단원을 지도한 경험이 있는 교사들과의 인터뷰 결과를 정의적 영역에 초점을 맞춰 분석하였다.

1) 5학년 학생 설문

교과서·지도서 기반 수업으로 '식물의 한살이' 단원을 학습한 5학년 학생들(21명)에게 이 단원 활동의 정의적 측면과 관련된 설문을 실시하였다. 이 단원에서 가장 흥미가 있었던 활동과 힘들었던 점에 관해 설문한 결과, 74%의 학생들은 식물 기르기가 가장 흥미로웠다고 답하였고, 60%의 학생들은 식물을 키우는 것이 가장 힘들었다고 답하였다. 식물 기르기 활동은 학생들이 식물에 대한 흥미를 높이는 데 유익한 방법이기도 한 반면, 어려움을 느끼게 되는 부정적인 측면도 동시에 있다. 2009 개정 과학 교과서에 제시된 바와 같이, 강남콩으로 식물의 한살이 과정을 탐구한 학생들은 강남콩 열매가 너무 늦게 열려서 오랜 기간 물을 주고 기르는 것이 어려웠다는 답변이 많았다.

2) 교사 인터뷰

실제적 과학 접근법인 뇌기반 진화적 접근법을 적용하기 위한 구체적인 방안을 모색하기 위하여, '식물의 한살이' 단원을 최근에 가르친 경험이 있는 교사 5명을 대상으로 이 단원을 지도하면서 어려웠던 점에 관해 면담하고, 이 단원에서 수정·보완해야 할 점에 대해 함께 논의하였다. 주요 내용은 다음과 같다.

2009 개정 교과서에서 교수학습 소재로 제시된 강남콩은 한살이 기간이 길어, 교육과정을 운영하는 데 어려움이 있다. 한살이가 끝나는 시기까지 이 단원을 약 3개월 동안 지도해야 하므로, 식물의 한살이 단원을 연속적으로 가르치기가 어렵다. 내용의 흐름이 끊기기 쉽고, 식물에 대한 탐구보다 키우기 그 자체에 치중하는 경향이 있다. 이러한

문제점을 보완하기 위하여 식물의 한살이 과정을 살펴보면서 학생들이 탐구하고 싶은 주제를 정해 자유탐구형식을 결합한 수업을 마련할 필요가 있다. 또한 한살이 기간이 짧은 식물로 대체하여 식물의 변화를 더 빠르게 경험하게 할 필요가 있다. 1, 2차시를 압축하여 단원 도입 차시와 씨앗 관찰을 1차시로 운영한다. 씨는 돋보기와 자, 현미경 등 도구를 사용하여 관찰하게 한다. 싹이 터서 자라는 과정을 알아보는 5차시에서는 강낭콩과 옥수수의 싹이 싹이 터서 자라는 특징의 차이를 제대로 이해하지 못하는 학생들이 많고, 식물의 구조에 관한 용어가 다양하게 제시되는 부분이다. 따라서 이 차시는 교사 설명 중심 수업으로 정확한 개념과 용어의 의미를 이해시킬 필요가 있다. 식물이 자라는 데 필요한 조건을 알아보는 6차시 학습에서 식물의 성장에 영향을 미치는 요소는 직접 기르기 활동에 어느 정도 수행하고 난 후에 다루는 것이 선행 조직자를 형성하는 데 도움이 된다. 따라서 7, 8차시 학습 내용인 잎과 줄기의 사람과 꽃과 열매의 사람에 대하여 알아보고 나서 6차시 내용을 학습하는 것이 더 낫다. 9차시에서는 벼의 한살이에 대해 사진 자료로 학습하므로 소극적인 학습이 이루어지기 쉽다. 적극적인 확장·적용 활동이 이루어지게 하려면 야외학습을 결합하여 학교 주변에 있는 식

물의 한살이를 탐구하게 하는 것이 필요하다. 이러한 내용을 종합하여 관찰 재료 변경, 차시 조정, 탐구 활동 추가 제시 등이 필요하다고 판단하였고, 이를 이 단원에 대한 뇌기반 진화적 교수학습 자료를 개발하는 데 반영하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 속성배추와 뇌기반 진화적 접근법을 활용한 초등 과학 교수학습 프로그램 개발 결과

본 프로그램은 2009 과학 교육과정에 따른 단원 시수에 맞춰 총 11차시로 구성하였다. 세부 내용은 Table 2와 같다. 과학자들이 자연을 탐구하는 방법인 실제적인 과학을 경험하게 하는 뇌기반 진화적 접근법에 따른 수업을 4차시부터 9차시까지 6차시 동안 진행하였다. 본 단원의 앞부분인 1, 2차시에는 교과서·지도서 기반 수업으로 식물에 대한 개념을 형성하게 하고, 3차시에는 이후에 탐구할 내용에 대한 기본 개념의 이해를 돕기 위해 교사 설명 중심 수업으로 진행하였다. 각 수업 방식에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

1) 교과서 지도서 기반 수업

1차시, 2차시, 10차시는 전통적으로 교사 안내에

Table 2. Reorganization of the unit of 'Life Cycle of Plant' according to brain-based evolutionary approach

차시	수업 방식	학습 주제
1	교과서·지도서 기반 수업	식물의 한살이 단원에서 배울 내용 알아보기, 여러 가지 씨 관찰하기
2	교과서·지도서 기반 수업	씨가 싹트는 조건 알아보기
3	교사 설명 중심 수업	싹이 터서 자라는 과정 알아보기
4	A-DEF	식물의 한살이 관찰 계획 세우기(1) <ul style="list-style-type: none"> • 탐구 주제 다양화(A-D): 식물의 한살이를 관찰하며, 알아내고 싶은 것 적어보기 • 비교·선택(A-E): 실제로 알아보고 싶은 것 선택하기 • 연계·구체화(A-F): 선택한 주제로 더 알아볼 수 있는 것 적어보기
5	B-DE	식물의 한살이 관찰 계획 세우기(2) <ul style="list-style-type: none"> • 방법 다양화(B-D): 탐구주제 알아보기 위한 방법들 적어보기 • 비교·선택·실행(B-E): 실제로 사용할 방법 선택하기
6, 7	뇌기반 진화적 접근법 적용 수업 B-F, C-DE	잎과 줄기, 꽃과 열매의 사람에 대해 알아보기 <ul style="list-style-type: none"> • 방법 확장·적용(B-F): 사용한 방법으로 더 알아볼 수 있는 것 적어보기 • 알아낸 것의 의미 다양화(C-D): 알아낸 것들을 적어보기 • 비교·평가(C-E): 알아낸 사실들의 중요도, 가치 평가하기
8	C-F	식물이 자라는 데 필요한 조건 알아보기 <ul style="list-style-type: none"> • 알아낸 것 확장·적용·연계(C-F): 이후에 더 알아낼 것 적어보기
9	C-F	식물의 한살이 알아보기 <ul style="list-style-type: none"> • 알아낸 것 확장·적용·연계(C-F): 학교 주변 식물의 한살이 알아보기
10	교과서·지도서 기반 수업	여러 가지 식물의 한살이 비교하기
11	평가	정리하기, 중간평가하기

따라 교과서·지도서를 기반으로 이루어지는 수업이다. 1차시에서는 식물의 한살이 단원에서 배울 내용을 알아보고, 여러 가지 씨를 관찰한다. 여러 가지 씨앗 관찰 요소를 제시한 뒤, 씨앗의 겉과 속 모양을 비교하며 관찰하게 하였다.

2차시는 씨가 싹 트는 조건에 대해 알아본다. 씨앗이 싹 트는 데 필요한 조건을 알아보기 위한 가설을 설정하고, 실험 설계 및 방법을 안내하며, 실험을 수행하고, 결론을 도출한다. 교과서에 제시되지 않은 햇빛, 흙 등도 조건이 될 수 있는지 질문하고, 왜 그러한 조건이 식물이 싹 트는 데 영향을 미치는지 토의해 보게 하였다.

10차시는 여러 가지 식물의 한살이를 비교하는 수업이다. 한해살이 식물과 여러해살이 식물의 한살이 과정을 살펴보고, 공통점과 차이점을 찾아본다. 그 동안 학습했던 내용을 바탕으로 식물의 내용을 정리하게 하였다.

2) 교사 설명 중심 수업(교사 주도 수업)

3차시는 싹이 터서 자라는 과정을 알아보는 수업이다. 이 차시 이후 자유탐구 형태가 결합된 뇌기반 진화적 접근법을 적용한 수업을 진행하기 전에, 이 차시에서 식물의 기본 구조에 대한 명칭 이해와 기본적인 식물의 한살이 개념을 교사가 설명해줌으로써 학생이 탐구하는 데 필요한 개념과 유용한 지식을 습득하게 한다. 다양한 영상을 통해 씨앗이 싹 트는 과정을 살펴보고 싹이 트는 씨앗과 싹이 트지 않은 씨앗 겉모양과 속모양을 비교·관찰해 보게 하였다.

3) 뇌기반 진화적 접근법 적용 수업

4차시는 A-DEF 단계의 수업이다. 식물의 한살이 관찰 계획을 세우고, 탐구할 주제를 정하는 차시이다. A-D 단계에서는 자신이 식물에 대해 흥미나 호기심을 가지고 있는 문제, 식물을 기르며 해결하고 싶은 것, 해결할 만한 가치가 있는 주제들을 다양하게 나열한다. A-E 단계에서는 앞에서 나열한 주제들 중 각각이 자신에게 얼마나, 어떻게, 왜 유용하거나 가치가 있는지 비교·분석한 후, 모둠원들과 함께 가장 가치 있고, 유용한 탐구 주제를 선택한다. 이 단계에서는 탐구 주제를 선택한 이유와 나머지 주제를 선택하지 않은 이유도 제시하게 하였다. A-F 단계에서는 선택한 탐구 주제와 관련하

여 무엇을 더 알아내고 싶은지, 구체적으로 알아본다. 이 주제와 관련된 다른 현상은 무엇인지 다른 영역과 연계하여 알아보게 하였다. 각 단계의 실험을 돕기 위해 ABC-DEF 활동지를 활용한다. 각 단계에서 해야 할 활동을 안내하고, 학생들은 각 단계별로 활동지에 토의한 결과를 작성한다.

5차시는 B-DE 단계이다. 전 차시에서 선택한 주제를 탐구하기 위한 방법을 정한다. 관찰하는 주기, 시간, 도구 등 탐구 방법들을 모둠별로 토의한다. B-D 단계에서 탐구 방법을 다양하게 제시한 다음, B-E 단계에서 그 중 가장 가치 있고 유용한 방법을 선택한다. 관찰 이외의 실험 등의 탐구 방법도 허용하여 다양한 탐구가 이루어질 수 있게 한다. 탐구 방법을 선택하고, 식물을 탐구할 관찰 계획서를 작성한 다음 실행한다.

6, 7 차시는 B-F 단계와 C-DE 단계를 수행하는 연차시이다. 두 차시 동안 잎과 줄기의 자람, 꽃과 열매의 자람에 대해 알아본다. B-F 단계에서는 탐구 계획을 점검하며 식물을 관찰하고, 이 방법으로 더 알아낼 수 있는 것을 탐색한다. C-D 단계에서는 식물의 한살이 탐구 결과와 그 결과가 갖는 의미들을 정리한다. 같은 식물을 관찰하더라도 학생마다 발견해낼 수 있는 결과가 다를 수 있게 이해하게 한다. C-E 단계에서는 알아낸 사실이나 그와 관련된 의미들이 얼마나, 어떻게, 왜, 유용하거나 가치가 있을지 생각해보고, 알아낸 사실을 중요도 순서에 따라 정리하여 모둠별 관찰 탐구 보고서 자료를 제작한다.

8차시는 C-F 단계로 식물이 자라는 데 필요한 조건을 알아보는 수업이다. 식물의 성장에 영향을 미치는 요소에 대해 자신의 경험과 관련지어 발표한다. 탐구 주제로 식물이 자라는 데 필요한 조건 중 하나를 실험하는 모둠도 있으므로, 그러한 모둠에게는 실험 결과를 발표하게 한다. 식물이 자라는 데 필요한 조건 중 더 알아보고 싶은 내용을 생각해 보게 한다.

9차시는 C-F 단계로서 지금까지의 탐구를 확장하여 다른 식물들의 한살이를 탐구해 보는 시간이다. 벼의 한살이에 대해 알아보고, 야외활동으로 학교 주변 식물을 관찰하며, 한해살이, 여러해살이 식물에 대한 이해의 범위를 확장하게 하였다.

2. 초등학생의 적용 단원 흥미도에 미치는 영향

‘식물의 한살이’ 단원에 대한 사후 흥미도 점수를 일원변량분석한 결과, 집단에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다[$F(2, 49)=11.8778$ ($p=.000$)]. 사후 흥미도에 대한 집단별 사후검증(Scheffe 검증) 결과, 비교반과 실험반 A, 비교반과 실험반 B 사이에 유의한 차이가 있었다. 실험반 B의 평균이 3.48 점으로 가장 높고, 다음은 실험반 A가 3.15점, 비교반이 2.66점으로 가장 낮았다. 이는 실험반 A와 B에 공통으로 적용한 뇌기반 진화적 접근법이 학생들의 흥미에 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 이는 최근 ‘생물과 환경’ 주제에 뇌기반 진화적 접근법을 적용한 연구(박형민 등, 2015)에서 나타난 흥미 점수 분포 양상과 유사하다.

흥미도 분포를 더 구체적으로 알아보기 위해, 이 단원에 대한 학생들의 사전과 사후 흥미 점수의 상·하 수준(각 26명씩)에 따라 학생들을 4가지로 유형화하였을 때 분포 패턴은 Table 3과 같다.

사전·사후 적용단원 흥미도가 모두 높은 무변화 HH 유형이 가장 많았다. 비교반의 24%, 실험반 A의 36%, 실험반 B의 71%가 이 유형에 속하였다. 학생 면담 결과, 무변화 HH 유형에 속하는 학생들은 아래의 면담 사례에서 알 수 있는 바와 같이, 식물에 대한 개인적 흥미를 가지고 있는 학생이 많았다.

C5: 집에서 제가 기르는 식물들이 많아요. 식물이 커가는 것을 보면 즐거워요.

A14: 어렸을 때부터 자연을 관찰하는 것을 좋아했어요. 그래서 이번에 식물 단원을 공부할 때 굉장히 재미있었어요.

평소 집에서 식물을 꾸준히 기르는 활동을 하거나, 밖에서 식물을 관찰하는 시간을 자주 가졌던 학

생들은 대부분 식물에 대한 흥미가 높았다. 이러한 학생들은 식물의 한살이에 대하여 사전 지식을 가지고 있는 경우가 많았다. 사전 지식은 학습에 대한 이해에 중요한 영향을 주고, 학습 내용에 대한 사전 지식이 많을수록 흥미를 느낀다(김성일, 2007; Wlodkowski, 1999). 증가형에 속하는 학생은 실험반 A에서 14%, 실험반 B에서 21%였다. 증가형 학생들을 대상으로 면담한 결과, 뇌기반 진화적 접근법에 따른 탐구 경험이 이 단원 내용에 대한 학생의 흥미도 향상에 영향을 주었음을 알 수 있었다. 이와 관련된 주요 내용은 다음과 같다.

A8: 식물로 탐구할 수 있는 주제가 많다는 것을 알게 되었어요. 식물에 사이다를 주면서 기르면 어떻게 자랄지 실험해보고, 결과를 알아보는 과정이 흥미로웠어요. 그 결과를 친구들 앞에서 발표하면서 부듯 했어요.

B5: 모두 친구들과 함께 아이디어를 다양하게 내보고, 친구들의 의견을 들으면서 새 아이디어를 찾아보는 활동이 기억에 많이 남았어요.

B13: 단순히 기르고 끝나는 것이 아니라, 직접 주제를 정해서 탐구하는 것이 재미있었어요. 식물에 대해 모르는 게 많았는데, 궁금증도 해결할 수 있었어요. 그 전에는 식물을 보고도 지나쳤는데, 식물 탐구를 하면서 식물을 자세히 보는 습관이 생겼어요.

학생 스스로 설계하여 탐구하는 활동은 수업을 더 흥미롭게 하여 과학에 대한 학습 의욕을 높이고, 학습 내용의 이해를 도울 수 있다(곽호원, 1997; Aksela & Boström, 2012; Zachos *et al.*, 2000). 또한 소집단 상호작용을 통한 동료들과의 학습이 흥미를 높이는 중요한 한 가지 방법이다(강남화와 박운배, 2010; Springer *et al.*, 1999). 대인간 차원뿐만 아니라, 개

Table 3. Distribution pattern of interest scores before and after the administration of a brain-based evolutionary approach

		사후 흥미도	
		하위	상위
사전 흥미도	상위	C2, C3, C4, C7, C9, C11, C12, C15, C20 [9명(38%)] A3, A5, A13 [3명(21%)]	C1, C5, C8, C13, C16, C23 [6명(24%)] A4, A10, A11, A12, A14 [5명(36%)] B2, B3, B4, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B14 [10명(71%)]
	하위	<감소형>	<무변화형>
사후 흥미도	상위	C6, C10, C14, C17, C18, C19, C21, C22, C24 [9명(38%)] A2, A6, A7, A9 [4명(29%)] B1 [1명(8%)]	A1, A8 [2명(14%)] B5, B6, B13 [3명(21%)]
	하위	<무변화형>	<증가형>

C: 비교반, 숫자: 학생번호, A: 실험반 A, B: 실험반 B

인내 차원에서 뇌에 이미 저장되어 있는 선지식과 아이디어를 공유함으로써 새로운 아이디어와 정보를 창출하는 창발적 효과를 발휘할 수 있다(임채성, 1997). 위 면담 내용으로 볼 때, 새로운 아이디어를 만들어내는 과정에서 학생들의 자기 효능감이 높아지고, 적용 단원 학습에 대한 흥미가 향상되었다. 비교반에서 가장 많은 학생이 분포한 유형은 무변화 LL 유형(38%)과 감소형(38%)이다. 그리고 증가형에 속한 학생은 아무도 없었다. 학생들의 흥미를 높이는 데 기존의 교과서·지도서 기반 수업이 별로 영향을 미치지 못했음을 알 수 있다. 기존의 강낭콩을 소재로 뇌기반 진화적 접근법을 적용한 실험반 A에서는 21%가 감소형이었다. 다음은 감소형에 속한 학생들과의 면담 내용이다.

- C20: 기르던 식물이 죽어서 우울했어요. 마음이 아파서 다시 식물을 기르고 싶지 않아요.
A3: 식물 기르기가 너무 힘들었어요. 그리고 물을 오랜 기간 주는 것이 귀찮았어요.
A5: 탐구를 하면서 학습지에 글로 적어야 하는 것이 많이 힘들었어요.

감소형에 속한 학생들 중 식물 기르기가 힘들었다는 응답이 가장 많았다. 기르던 식물이 병들거나, 시들어서 열매 맺는 것을 보지 못한 경험은 식물에 대한 흥미에 부정적인 영향을 주었다. 또한, 뇌기반 진화적 접근법을 바탕으로 자유탐구하게 했을 때 나타난 문제점 중 하나로 밝혀진 바와 같이(백자연 등, 2015), 본 연구에서도 글로 적는 활동을 싫어하는 감성적 측면이 적용 단원 학습 흥미에 부정적으로 작용하였다.

'식물의 한살이' 단원 내용에 대한 사후 흥미 점수들 중 '식물에 대한 흥미'[$F(2, 49)=10.9635$ ($p=.000$)], '식물 탐구 학습에 대한 흥미'[$F(2, 49)=11.6768$ ($p=.000$)], '식물과 관련된 과학 활동에 대한 흥미'[$F(2, 49)=73.2213$, $p=.000$], '식물 탐구와 관련된 직업에 대한 흥미'[$F(2, 49)=11.2979$ ($p=.000$)] 요인들에서 집단간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 적용단원 흥미도 검사 문항들 중 가장 높은 평균 점수와 가장 낮은 평균 점수가 속한 문항은 '식물 탐구와 관련된 직업에 대한 흥미 요인' 문항이다. 실험반 B의 평균 점수(3.9점)가 가장 높았고, 비교반의 평균 점수(2.7점)가 가장 낮았다. 실험반 A, B 학생 면담 결과, 식물 탐구 활동을 통해 식물

탐구 관련 직업에도 관심이 높아짐을 알 수 있었다. van Eijck and Roth(2009)의 결과에서도 나타나듯이, 실제적 과학 경험이 과학 관련 진로 선택에 중요한 영향을 미친다는 것을 보여준다.

3. 후속 흥미에 미치는 영향

'식물의 한살이' 단원을 학습하고 난 후, 어떠한 유형의 후속 흥미 양상과 후속 흥미에 영향을 미치는 연구(김래현과 임채성, 2014)에서 3가지로 유형화한 틀을 활용하여 학생들의 후속 흥미를 분석하였다. 확장·발전형은 학생별로 개별화된 흥미 내용이 나타나고, 학생의 생활과 학습 경험 지식이 반영되며, 내용이 구체적이다. 뇌기반 진화적 접근법에서, 생물에 대한 정의적 태도가 높을수록 흥미 주제를 더 많이 다양화하고 구체화하며, 확장하는 경향이 있다(김지은 등, 2015). 이 유형에 속하는 학생들을 면담한 결과, 학생들은 단원 학습 내용을 더 잘 기억하고 있었고, 식물에 흥미가 있어 더 알아보고 싶은 것이 많다고 하였다. 이 단원의 학습을 통해 형성된 학생의 긍정적인 감성 상태가 과학 학습 내용에 대한 기억 수준을 높이는 데 영향을 주었다(임채성과 오윤화, 2004). 이 유형에 속하는 학생의 대표적인 응답 사례로는 다음과 같다.

- A1: 식물이 잘 길러는 병의 종류에 대해서 더 탐구해보고 싶다.
A5: 습기가 많은 곳, 뜨거운 곳 등 식물을 키우는 장소를 다르게 하여 장소에 따라 식물이 어떻게 될지 알아보고 싶다.
A9: 강낭콩 줄기의 잔털 역할이 궁금해서 강낭콩에 달린 잔털을 뽑아도 잘 자라는지 알아보고 싶다.
B10: 다른 식물도 꼬투리가 열릴 때 처음에는 초록색, 나중에는 갈색으로 변하는지 알아보고 싶다.

현상유지형에서는 주로 개인 간 공통적인 흥미 내용이 나타나고, 내용이 추상적이며, 과학 수업 내용에서 단순 연장된 활동을 제안한다. 이 유형에 속하는 학생들은 식물 자체에 대한 후속 흥미보다는 키우는 행동 자체에 흥미가 치중되어 있었다. 이는 김래현 등(2014)의 '작은 생물의 세계' 주제에 대한·후속 흥미 연구에서도 공통적으로 나타난 경향이다. 다음은 이 유형에 속하는 학생들의 대표적인 응답 사례이다.

- c16: 희귀한 식물을 키워보고 싶다.
- c25: 씨가 싹트는 조건에 대해 더 알아보고 싶다.
- c7: 어려해살이 식물에는 또 무엇이 있는지 알아보고 싶다.
- B9: 우리나라 식물 이외에 외국 식물도 키우면 어떻게 될지 궁금하다.

중단·감소형은 단편적이고, 기존 과학 수업 내용을 그대로 적거나, 자신의 후속 흥미에 대한 이유를 구체적으로 제시하지 못한다. 이 유형에 속하는 학생들을 면담한 결과, 과학 수업 시간에 학습한 내용을 잘 기억하고 있지 못하거나, 억지로 칸을 채우기 위해 작성한 경우도 있었다. 다음은 이 유형에 속한 학생들을 대상으로 실시한 면담 사례이다.

- C1: 강남콩 키우기를 또 해보고 싶다.
- C2: 싹이 터서 자라는 것을 보고 싶다.
- C8: 벼는 어떻게 자라까? 우리가 먹는 쌀은 어떻게 자라지 궁금하기 때문이다.
- C22: 잘 모르겠다.

후속 흥미도 검사 결과, 비교반은 현상유지형의 비율이 58.3%로 가장 높은 반면, 실험반 A와 B 두 집단 모두 확장·발전형의 비율이 64.3%로 가장 높았다. 또한 실험반 A의 35.7%, 실험반 B의 28.6%가 현상유지형에 속하였다. 중단·감소형에 속한 학생의 비율은 비교반이 29.2%, 실험반 A가 7.1%였지만, 실험반 B에서는 이 유형에 속하는 학생은 없었다 (Fig. 1). 실험반 A와 B에 진화적 요소를 반영한 DEF 단계를 적용한 관찰일지는 생명과학 지식 체계의 궁극인 지식과 관련된 의문 생성으로 이어지는 경우가 많았고, 확장·발전형으로 나아가는 데에도 긍정적인 영향을 주었다. 그러므로, 너기반 진화적 접근법은 ‘식물의 한살이’에 관한 학생들의 흥미를 심화시키는 데 효과적으로 기여한다고 할 수 있다.

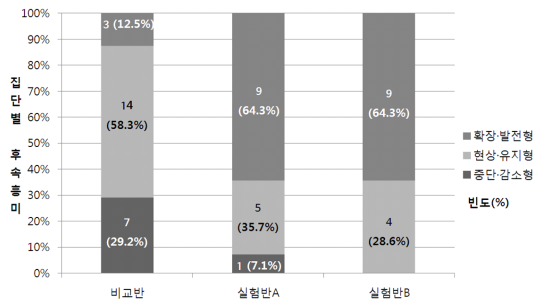


Fig. 1. Comparison of follow-up interests among three groups

4. 초등학생의 관찰 자료에 대한 흥미도에 미치는 영향

비교반과 실험반 A는 강남콩으로, 실험반 B는 속성배추를 활용하여 식물의 한살이를 관찰하며 학습하였다. 관찰 자료에 대한 흥미도를 검사한 결과, 집단에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다 [$F(2, 49)=19.4885(p<.001)$]. 관찰 자료에 대한 집단별 흥미도 사후검증(Scheffe 검증) 결과, 비교반과 실험반 A, 비교반과 실험반 B 사이에 유의한 차이가 있었다. 비교반의 평균은 2.74점, 실험반 A는 3.41점, 실험반 B는 3.87점으로 실험반 B가 가장 높고, 비교반이 가장 낮았다. 실험반 B 학생들의 흥미도가 다른 집단에 비해 월등히 높았다. 실험반 B 학생들을 대상으로 면담한 결과, 속성배추가 빨리 자라서 신기하다는 응답이 대부분이었다. 또한 평소에 쉽게 접하지 못한 식물이어서 학생들의 호기심을 유발하는 데 영향을 주었다. 다음은 실험반 B 학생들과 면담한 주요 내용이다.

<긍정적 응답>

- B2: 속성배추가 빨리 자라서 신기했어요.
- B4: 어떤 꽃이 필지 관찰하는 내내 궁금했어요. 책에서 보지 못한 식물이었거든요.
- B10: 빨리 꼬투리를 맺고 그 꼬투리가 터져서 다시 싹이 트는 것까지 보니 신기했어요.
- B11: 금방 자라니까 원하는 실험 결과를 빨리 알 수 있어서 편했어요.
- B14: 수분을 직접 해볼 수 있어서 좋았어요. 제가 벌이 된 것 같았어요.

<부정적 응답>

- B1: 속성배추 꽃이 조금 작아서 눈으로 자세히 관찰하기는 어려웠어요.
- B7: 줄기가 가늘어서 지지대가 필요했어요. 기르면서 꺾일까봐 걱정했어요.

면담 결과, 속성배추의 한살이가 짧아서 다음 한살이 과정까지 볼 수 있다는 장점을 이야기한 학생이 있었다. 또한 교과서에 제시되어 있지 않고, 보기 드문 식물이어서 신기했다는 응답이 있었다. 이는 이명선과 김성하(2009)의 연구 결과에서 제시된 긍정적인 응답과 비슷하였다. 유경진 등(2010)은 관찰활동에서 관찰대상이 새로운 경우에 과학적 흥미가 발생한다고 하였다. 학생들이 붓을 이용하여

수분을 하는 경험을 해봄으로써 속성배추의 번식을 이해하는 데 도움을 주고, 속성배추에 대한 흥미도를 향상시켰음을 알 수 있었다. 반면에, 속성배추의 꽃이 작아 관찰에 어려움이 있었고, 줄기가 약해 꺾일지도 모른다는 걱정을 하였다. 강낭콩을 관찰 재료로 사용한 비교반과 실험반 A의 학생 면담 결과는 다음과 같다.

<긍정적 응답>

- C3: 줄기가 튼튼해서 키우기 편했어요.
- C15: 유치원에서도 길러보았던 식물이에요. 친근한 재료였어요.
- A14: 강낭콩으로 여러 실험을 할 수 있어서 좋았어요.

<부정적 응답>

- C6: 꼬투리가 너무 늦게 열렸어요. 친구 것은 일만 계속 달리고, 꼬투리는 안 열렸어요.
- A18: 진딧물이 너무 많이 생겨서 강낭콩이 잘 자라지 못했어요.
- C24: 줄기가 너무 길어져서 키우기 불편했어요.

강낭콩은 줄기가 튼튼하고 친근한 재료였다고 답한 학생들이 있었다. 또한 식물의 한살이가 길어서 방학이 끝나기 전까지 열매를 보지 못한 학생도 있었고, 벌레가 꼬이거나, 줄기가 너무 길어져서 식물을 기르기가 어려웠다는 응답도 있었다. 같은 관찰 재료를 사용한 비교반과 실험반 A의 평균 차이는 0.66점으로 통계적으로도 유의하였다. 같은 관찰 재료이지만, 이러한 차이가 발생한 이유에 대해 면담을 통해 알아본 결과, 실험반 A에서 뇌기반 진화적 접근법에 따라 탐구한 것이 강낭콩 흥미도에 영향을 미친 것으로 나타났다.

5. 교수학습 재료별 장단점

본 연구를 수행하면서 수업을 담당한 교사들이 자신의 경험과 학생들의 수행 상황을 종합적으로 판단하여 속성배추와 강낭콩의 장단점을 분석하였다. 속성배추는 한살이 기간이 30~40일로 짧고, 좁은 공간에서 키우기 쉬우며, 병충해에 강하다는 장점이 있었다. 하지만 식물의 크기가 작고, 줄기가 약하며, 24시간 빛을 쬐어주는 장치를 구비해야 하는 번거로움이 있다. 반면에, 강낭콩은 식물의 크기가 크고, 줄기가 튼튼하며, 온도와 빛의 조건이 까다롭지 않다는 장점이 있었다. 하지만 한살이 기간

이 70~80일로 길어서 교육과정 운영에 어려움이 있고, 병충해에 약하며, 하루면 발화하는 속성배추와 달리 강낭콩은 2~3일이 소요되는 단점이 있었다. 강낭콩과 속성배추가 교수학습 자료로서 가지고 있는 이러한 장단점 특징들을 고려하여, 학생들이 직접 키우며, 한살이 과정을 알아볼 때에는 속성배추를 활용하고, 꽃의 구조와 기능을 알아보는 단계는 강낭콩을 별도로 재배하여 활용하는 것과 같은 혼용 방안을 생각해볼 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 뇌기반 진화적 접근법과 속성배추를 활용하여 '식물의 한살이' 단원에 대한 교수학습 프로그램을 개발하고, 이를 적용하여 초등학생의 흥미도와 후속 흥미를 분석하였다. 본 연구 결과를 통해 다음과 같은 결론을 도출하고, 이를 토대로 학교 현장에서의 적용 방안과 후속 연구 과제를 제안한다.

첫째, '식물의 한살이' 단원에 대한 흥미도 분석 결과, 전통적 방식의 강낭콩 활용 집단인 비교반은 뇌기반 진화적 접근법에 따른 강낭콩 활용 집단인 실험반 A와 뇌기반 진화적 접근법에 따른 속성배추 활용 집단인 실험반 B 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 사전과 사후의 적용단원 관련 흥미도 점수의 상, 하 수준에 따라 학생들을 4가지로 유형화하였을 때 무변화 HH형에 속하는 학생 수가 가장 많았다. 증가형에는 실험반 A의 14%, 실험반 B의 21%가 속하였지만, 비교반에는 이 유형에 속하는 학생이 없었다. 비교반은 각각 38%의 학생들이 무변화 LL형과 감소형에 속하였다. 적용 단원 사후 흥미 영역 중 '식물에 대한 흥미', '식물 탐구 학습에 대한 흥미', '식물과 관련된 과학활동에 대한 흥미', '식물 탐구와 관련된 직업에 대한 흥미' 등의 하위영역들에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

둘째, '식물의 한살이' 단원 내용에 대한 학생의 후속 흥미를 3가지로 유형화한 결과, 비교반은 현상유지형의 비율이 58.3%로 다른 유형에 비해 가장 높은 반면, 실험반 A와 B 모두 확장·발전형의 비율이 64.3%로 가장 높았다. 중단·감소형의 비율은 비교반이 29.2%, 실험반 A가 7.1%이었고, 실험반 B에서는 이 유형에 속하는 학생은 없었다. 실험반 A

와 B에 공통적으로 적용한 진화적 요소들이 후속 흥미에 긍정적인 영향을 끼쳤다고 할 수 있다.

셋째, 초등학생의 학습 재료에 대한 흥미도를 분석한 결과, 집단에 따라 비교반과 실험반 A, B 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 속성배추를 활용한 실험반 B의 학습 재료에 대한 흥미도가 가장 높았고, 강낭콩을 활용한 비교반과 실험반 A에서는 실험반 A의 관찰 재료 흥미도가 더 높았다. 속성배추의 한살이 기간이 짧아 재배가 쉽고, 참신한 식물이어서 학생들의 호기심을 높일 수 있었다. 강낭콩을 활용한 실험반 A의 학생들은 너기반 진화적 접근법에 따른 수업 방식의 효과로 비교반에 비해 높은 흥미를 나타냈다.

본 연구 결과를 토대로, 과학 수업에서 너기반 진화적 접근법과 속성배추를 활용하는 방안들에 대해 다음과 같은 제언을 할 수 있다. 첫째, 속성배추는 한살이 기간이 짧다는 장점이 있지만, 24시간 연속 조명해야 하기 때문에 학교 초등학교 현장에서 어려울 수 있는데, 충전식 LED 스탠드를 사용하면 이러한 문제를 해결할 수 있을 것이다. 둘째, ABC-DEF 전체 과정을 과학 수업에 효과적으로 적용하기 위해서는 차시 학습 내용의 속성에 따라 단원을 재구성하여 필요한 시간을 확보하는 방안을 시도해 볼 수 있다. A-DEF, B-DEF, C-DEF와 같이 부분적으로 적용하는 방법도 한 가지 대안이 될 수 있다. 셋째, 너기반 진화적 접근법을 이루고 있는 정의적·행동적·인지적 영역들에서 다양화, 비교·선택·실행, 확장·적용하는 과정에서 과학 창의성이 발현되는 양상과 정도를 규명하는 연구가 필요하다.

참고문헌

강남화, 박윤배(2010). 미국의 중학교 과학수업에서 학생들의 흥미와 창의성을 높이는 수업요소. *과학교육연구지*, 34(2), 421-431.

곽영순, 김찬중, 이양락, 정득실(2006). 초, 중등 학생들의 과학 흥미도 조사. *한국지구과학회지*, 27(3), 260-268.

곽호원(1997). 능동적인 학습에 의한 과학탐구 활동. *한국초등과학교육학회지*, 16(2), 317-323.

교육과학기술부(2011). 2011 개정 초·중등 교육과정: 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호 (별책 9).

김경희, 김수진, 김남희, 박선용, 김지영, 박효희, 정송(2008). 수학, 과학 성취도 추이 변화 국제비교 연구-TIMSS 2007 결과 보고서. 한국교육과정 평가원.

김래현, 임채성, 김재영(2014). ‘작은 생물의 세계’ 수업 주제에 대한 초등학생들의 · 후속 흥미 분석. *생물교육*, 42(4), 359-370.

김래현, 임채성(2016). 작은 생물의 세계 주제에 대한 초등학생들의 후속 흥미에 영향을 미치는 요인 분석. *초등과학교육*, 35(1), 123-135.

김성일(2007). 재미는 어디서 오는가? 한국심리학회 연차학술대회 논문집, 12-13.

김재영, 임채성, 백자연(2014). 너기반 진화적 접근법을 적용한 초등학교 학생의 과학 자유탐구에서 행동 영역 분석. *초등과학교육*, 33(3), 579-587.

김지은, 임채성, 김성하, 홍준의(2015). 정의적 영역 중심의 너기반 진화적 접근에 따른 “생물과 환경” 단원에 대한 초등학생들의 활동 분석. *생물교육*, 43(4), 464-472.

김한수, 허명, 이길재, 정완호, 김성하(2001). Rapid-cycling *Brassica rapa*를 이용한 생물 탐구 수업의 효과. *한국생물교육학회지*, 29(1), 78-86.

김효남, 정완호, 정진수(1998). 국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발. *한국과학교육학회지*, 18(3), 357-369.

박현애, 배성우, 박종석(2014). 과학교육의 태도와 흥미 연구에서 리커트 척도 활용의 유의점. *한국과학교육학회지*, 34(4), 385-391.

박형민, 김재영, 임채성(2015). 너기반 진화적 접근법에 따른 과학 야외학습이 초등학생들의 흥미와 성취도에 미치는 영향. *초등과학교육*, 34(2), 252-263.

백자연, 임채성, 김재영(2014). 너기반 진화적 접근법을 적용한 초등학교 학생의 과학 자유탐구에서 인지적 영역 분석. *초등과학교육*, 33(4), 773-783.

백자연, 임채성, 김재영(2015). 너기반 진화적 접근법에 따른 과학 자유탐구에 대한 초등학교 학생의 인식. *초등과학교육*, 34(1), 109-122.

송미영(2013). OECD 국제 학업성취도 평가 연구: PISA 2012 결과 보고서. 한국교육과정평가원.

송영옥, 김범기(2010). 과학적 태도 요소 선정 및 학교, 가정, 사회 상황을 고려한 과학적 태도 측정 도구 개발. *한국과학교육학회지*, 30(4), 375-388.

유경진, 천재순, 정진수(2010). 중학생의 생명현상 관찰 활동에서 과학적 흥미 발생 요인 분석. *한국과학교육학회지*, 30(5), 594-608.

이명선, 김성하(2009). 속성배추를 이용한 식물 탐구 수업이 초등학생의 식물 개념 변화에 미치는 효과. *초등과학교육*, 28(3), 277-291.

이현미, 김성하, 차희영, 이길재, 정완호(2002). Rapid-cycling

- Brassica rapa*를 이용한 창의력 및 과학적 사고력을 위한 광합성 실험 모듈의 개발. 한국생물교육학회지, 30(4), 289-300.
- 임채성, 김재영, 백자연(2012). 뇌기반 진화적 과학교수 학습모형을 적용한 초등학교 학생의 자유 탐구 활동에서 과학 태도와 흥미 주제 영역 분석. 초등과학교육, 31(4), 541-557.
- 임채성, 오윤화(2004). 초등학교 학생이 지각한 감성 상태와 과학 학습 경험에 대한 기억의 관계. 한국생물교육학회지, 32(2), 173-180.
- 임채성(1997). 협동학습의 내뇌생물학적 기초: 아이디어-공유 창출 모델. 한국생물교육학회지, 25(2), 143-155.
- 임채성(2005). 뇌 기능에 기초한 과학 교수학습: 뇌 기능과 학교 과학의 정의적 · 심체적 · 인지적 영역의 연계적 통합 모형. 초등과학교육, 24(1), 86-101.
- 임채성(2009). 뇌기반 진화적 과학 교수학습 모형의 개발. 한국과학교육학회지, 29(8), 990-1010.
- 임채성(2012). 뇌기반 진화적 접근법에 따른 창의적 과학 문제해결 지도 모형 개발. 생물교육, 40(4), 429-452.
- 장현숙, 김성하(2008). 속성배추를 이용한 초등학생용 환경오염 탐구 모듈의 적용 효과. 한국생물교육학회지, 36(2), 135-150.
- 전민정, 김홍태, 김재근(2012). 초등학교생들의 생물에 대한 흥미의 특성 및 경험과의 관계. 생물교육, 40(1), 1-14.
- 정순진, 문지혜, 이상미, 조혜진(2013). 상추 기르기를 통한 탐구활동이 초등학교 5학년의 과학탐구능력에 미치는 영향. 농촌지도와 개발, 20(4), 1023-1043.
- 최효선, 임채성, 김성하, 홍준의(2016). 행동적 영역 중심의 뇌기반 진화적 접근에 따른 '식물의 뿌리 기능 알아보기'에 대한 초등학생들의 활동 분석. 생물교육, 44(1), 167-178.
- Aksela, M. M. & Boström, M. (2012). Supporting students' interest through inquiry-based learning in the context of fuel cells. *Mevlana International Journal of Education*, 2(2), 53-61.
- Chinn, C. A. & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Goldman, I. (1999). Teaching recurrent selection in the classroom with Wisconsin fast plants. *Hort Technology*, 9(4), 579-584.
- Kanhathaisong, B., Wongyounoi, S., Boonprakob, M., Dechsri, P. & Chaivisuthangkura, P. (2009). Introducing a warm temperature adapted rapid cycling "*Brassica rapa*" to a thai science classroom: A preliminary study on students' involvement in realistic investigation. *International Journal of Learning*, 16(10), 369-378.
- Larson, L. C. & Miller, T. N. (2011). 21st century skills: Prepare students for the future. *Kappa Delta Pi Record*, 47(3), 121-123.
- Roth, W. (2008). Authentic science for all and the search for the ideal biology curriculum: A personal perspective. *Journal of Biological Education*, 43(1), 3-5.
- Schwab, J. J. & Brandwein, P. F. (1962). The teaching of science: The teaching of science as enquiry (Vol. 253). Harvard University Press.
- Springer, L., Stanne, M. E. & Donovan, S. S. (1999). Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering, and technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 69(1), 21-51.
- Tomkins, S. P. & Williams, P. H. (1990). Fast plants for finer science—an introduction to the biology of rapid-cycling *Brassica campestris* (rapa) L. *Journal of Biological Education*, 24(4), 239-250.
- van Eijck, M. & Roth, W. M. (2009). Authentic science experiences as a vehicle to change students' orientations toward science and scientific career choices: Learning from the path followed by Brad. *Cultural Studies of Science Education*, 4(3), 611-638.
- Williams, P. H. & Hill, C. B. (1986). Rapid-cycling populations of *Brassica*. *Science*, 232(4756), 1385-1389.
- Wlodkowski, R. J. (1999). Enhancing adult motivation to learn: A comprehensive guide for teaching all adult. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Zachos, P., Hick, T. L., Doane, W. E., & Sargent, C. (2000). Setting theoretical and empirical foundations for assessing scientific inquiry and discovery in educational programs. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 938-962.