

폐지로 고운 빛깔 한지 만들기

글 | 최은경(서울 한산중, eunsam99@hanmail.net)



[놀이] 폐지로 고운 빛깔 한지 만들기

SPSE
0


활동의 개요




학습모형	SPSE (Science Play & Science Explorer)		
관련단원 (학년)	혼합물의 분리(초3), 우리주위의 화합물(중2), 물질의 특성(중3)	차 시 (소요시간)	3차시 (45분/90분/90분)
관련개념	거름, 화학결합, 염색	장 소	과학실
학습주제	한지는 왜 일반종이(양지)보다 좋을까?	대 상	초~고
학습목표	<ul style="list-style-type: none"> • 한지의 제조과정을 통해 한지와 일반 종이의 차이점을 말할 수 있다. • 폐지를 이용하여 재생색종이를 만들고, 색지구성 작품을 감상할 수 있다. 		
학습자료	<ul style="list-style-type: none"> • 모둠 준비물 : 다리미 1개, 천연염색 재료(치자, 검은콩 등) 100g, 우유팩(1L) 3장, 물, 체 1개, 가위 1개, 신문지 10장, 면수건 (30cm×30cm) 2장, 수조 1개, 풀 1개, 도화지(8절지) 1장 • 공동 준비물 : 믹서 2대, 한지(다양한 색, 2절지) 10장 		
창의요소	인지적 요소	정의적 요소	
	발산적사고, 관찰, 측정, 자료해석	호기심, 자발성, 독자성, 개방성	
인성요소	인간관계 덕목	인성 판단력	
	정직, 수용, 협조	의사결정능력, 행동실천능력	

활동과정	<table border="1"> <tr> <th>사전활동</th> <th>무엇을 알아야 할까?</th> </tr> <tr> <td colspan="2">한지온실의 과학적 근거를 찾아보고 무구정광대다라니경이 적힌 종이의 나이를 예측하며, 한지의 제조과정과 활용방안을 알아본다.</td> </tr> </table>	사전활동	무엇을 알아야 할까?	한지온실의 과학적 근거를 찾아보고 무구정광대다라니경이 적힌 종이의 나이를 예측하며, 한지의 제조과정과 활용방안을 알아본다.	
	사전활동	무엇을 알아야 할까?			
	한지온실의 과학적 근거를 찾아보고 무구정광대다라니경이 적힌 종이의 나이를 예측하며, 한지의 제조과정과 활용방안을 알아본다.				
<table border="1"> <tr> <th>탐방활동</th> <th>어떤 활동해야 할까?</th> </tr> <tr> <td colspan="2">폐지를 이용하여 재생 색종이를 만들어보면서 재생지에 천연염색을 해본다.</td> </tr> </table>	탐방활동	어떤 활동해야 할까?	폐지를 이용하여 재생 색종이를 만들어보면서 재생지에 천연염색을 해본다.		
탐방활동	어떤 활동해야 할까?				
폐지를 이용하여 재생 색종이를 만들어보면서 재생지에 천연염색을 해본다.					
<table border="1"> <tr> <th>추가활동</th> <th>무엇을 더 할 수 있을까?</th> </tr> <tr> <td colspan="2">재생한지로 색지구성 작품을 만들고, 한지로 만들 수 있는 다양한 작품을 구상하여 본다.</td> </tr> </table>	추가활동	무엇을 더 할 수 있을까?	재생한지로 색지구성 작품을 만들고, 한지로 만들 수 있는 다양한 작품을 구상하여 본다.		
추가활동	무엇을 더 할 수 있을까?				
재생한지로 색지구성 작품을 만들고, 한지로 만들 수 있는 다양한 작품을 구상하여 본다.					
참고자료	1. 최은경(2010). 한지. 과학관기반 자유탐구학습 프로그램. 국립과천과학관. 2. 에듀넷-사이버가정학습 Go!Go! 문화재 속으로. 3. KBS역사스페셜. 2004. 01.07(한 겨울에 핀 겨울 꽃).				




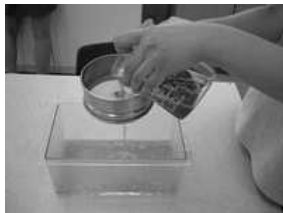
SPSE 1 **사전활동**







활동장소	교실, 과학실	소요시간	1차시 (45분)
활동목표	<ul style="list-style-type: none"> • 한지의 제조과정을 통해 한지의 특성을 열거할 수 있다. • 한지의 다양한 쓰임과 활용에 대해 알 수 있다. 		
창의인성 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 한지온실에 대한 동영상자료를 제시하여 학생들로 하여금 호기심을 유발할 수 있다. • 활동에 필요한 과학 개념을 미리 학습함으로써 놀이를 과학적인 눈으로 살펴보도록 한다. • 모둠을 편성하여 추후활동에서 멤버들끼리 협동적으로 문제해결을 해 나갈 수 있도록 격려한다. 		
준비물	읽기자료 및 학생 배부용 학습지		
지도 시 유의사항	<ul style="list-style-type: none"> • 학생의 흥미와 호기심에 따라 자발적인 모둠이 형성될 수 있도록 한다. • 3~4명 단위 소집단으로 편성하여, 모둠원 전체가 적극적으로 참여할 수 있도록 한다. • 연계할 수 있는 과학개념은 대상 학생들의 인지 수준을 고려하여 다양하게 제시할 수 있다. 		

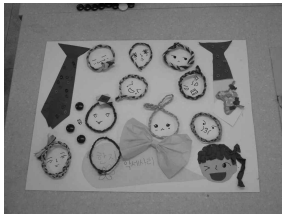

단 계	활동 내용	시간	창의인성 요소
지도활동	1. 조상들은 겨울에 어떻게 채소를 키웠을까? KBS역사스페셜(2004.01.07)의 '한겨울에 핀 겨울 꽃'편을 영상자료로 소개하여 학생들로부터 호기심을 이끌어낸다. http://asx.kbs.co.kr/player.html?kind=56&url=1tv\$kbllibrary\$040107-1.asf&title=&no_logon=0&starttime=&endtime= 	10분	호기심 흥미

단 계	활동 내용	시간	창의인성 요소
	<p>2. 왜 그럴까? 가. 조상들의 지혜가 돋보이는 작품 중 하나인 한지온실이 가능했던 이유는 무엇일까? 나. 무구정광대다라니경이 적힌 종이가 1000년이 지나도 보존되는 이유는 무엇일까?</p> <p>3. 어떻게 해결할까? 가. 주어진 읽기자료를 참고하여 한지온실이 가능했던 근거를 제시하시오. 나. 한지의 제작과정이 담긴 동영상자료를 통해 한지의 우수성을 열거해보자.</p>		
<p>원리찾기 활동</p>	<p>[단계 1] 한지온실의 과학적 근거 제시하기</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 활동을 위한 모둠을 구성한다. tip: 3~4명이 가장 적당하다. 2. 읽기자료나 인터넷 검색을 통해 한지온실의 비밀을 찾게 한다. 3. 한지온실이 가능했던 과학적 근거를 제시하고, 그렇게 생각한 이유가 무엇인지를 적게 한다.  <p>[단계 2] 무구정광대다라니경이 적힌 종이의 나이 추정하기</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 무구정광대다라니경이 적힌 종이의 나이 추정하기 2. 한지의 우수성 열거하기  <p>[단계 3] 한지의 제조과정과 활용 방안</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 한지의 제조과정을 알아보기 tip: 에듀넷-사이버가정학습-고운 빛깔 한지 동영상자료로 학습할 수 있다. http://down.edunet4u.net/KEDABA/theme/culture/05/cu05.htm 2. 한지의 다양한 쓰임과 활용에 대해 논의하기  <p>• 잘 이해가지 않는 부분에 대해서는 보충학습을 통해 다시 짚고 넘어갈 수 있도록 모둠별로 학습한다.</p>	<p>30분</p>	<p>사고의 확장 유창성 독창성 자율성 개방성</p>
<p>정리활동</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 한지온실이 가능했던 이유의 과학적 근거를 제시할 수 있도록 토론분위기를 이끌어 나간다. 2. 한지의 제조과정을 통해 한지와 일반종이의 차이점을 알아보고 한지의 우수성을 널리 알리고 발전시킬 수 있는 방안에 대해 토론한다. 	<p>5분</p>	

활동장소	과학실	소요시간	2차시 (90분)
활동목표	<ul style="list-style-type: none"> • 폐지를 이용하여 재생색종이를 만들 수 있다. • 생활주변 소재로 재생지에 천연염색을 할 수 있다. 		
창의인성 목 표	<ul style="list-style-type: none"> • 생활주변에서 쉽게 찾을 수 있는 재료를 이용함으로써 과학과 실생활의 밀접한 연관성을 깨닫고 놀이에서 과학적 개념을 찾아볼 수 있도록 발산적 사고를 격려한다. • 폐지와 천연재료를 이용하여 다양한 재생색종이를 만들어봄으로써 사고의 확장을 도모한다. 		
준비물	<ul style="list-style-type: none"> • 모둠 준비물 : 다리미 1개, 천연염색 재료(치자, 검은콩 등) 100g, 수조 1개, 우유팩(1L) 3장, 물, 체 1개, 가위 1개, 신문지 10장, 면수건(30cm×30cm) 2장 • 공동 준비물 : 믹서 2대 		
지도 시 유의사항	<p>[활동 준비 관련 유의사항]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 사전 활동에서 모둠을 편성하여, 현장에서는 모둠별로 활동지를 활용하여 활동하도록 지도한다. • 자율성이 많이 부여될수록 안전사고의 위험성이 높아지므로 규정을 준수하여 실시할 수 있도록 순회 지도를 강화한다. <p>[교수학습 관련 유의사항]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 단순 체험에 그칠 것이 아니라, 모둠별 과제 수행을 위한 결과 자료 수집이 충분히 이루어질 수 있도록 순회지도 한다. 		

단 계	활동 내용	시간	창의인성 요소
지도활동	<p>활동 안내 : 재생색종이 만들기</p> <p>- 활동 원리와 방법에 대한 동영상 자료를 제시한다. tip: LG사이언스 랜드의 신과람 실험실-‘너희가 재생 종이를 알아’ 동영상 상영할 수 있다. http://down.edunet4u.net/KEDABA/theme/culture/05/cu05.htm</p> <p>- 천연염색의 소개와 유의점을 상기시킨다.</p>	10분	호기심 흥미
과학놀이 활동	<p>1. 종이 곤죽 만들기</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 우유팩의 코팅을 벗겨낸다. ② 우유팩을 가위나 손으로 잘게 잘라 믹서에 넣는다. ③ 믹서에 물을 약 1/3 정도 넣고 믹서를 돌린다. (믹서의 날이 상할 수 있으므로 여러 번에 나눠서 돌린다.)   <p>2. 천연염색하기</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 뜨거운 물에 치자를 담근 후 30분 정도 둔다. ② 체에 걸러서 우려낸 물만 염색제로 사용한다. ③ 우려낸 물을 종이 곤죽에 섞는다.  	60분	협동성 사고의 확장

단 계	활동 내용	시간	창의인성 요소
	<p>3. 종이뜨기</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 우유팩이 곤죽 상태가 되면 꺼내어 넓은 그릇(수조)에 넣는다. ② 수조에 우유팩의 약 10배 정도의 물을 넣는다. ③ 체를 뒤집어 수조에 넣는다. ④ 체에 얇고 고르게 우유팩 곤죽이 담겨졌으면 체를 약간 기울여 물기를 뺀다. <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>4. 종이 다듬기</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 신문지 위에 흰 종이, 가제수건을 올려놓고 체를 뒤집어 종이곤죽을 빼낸다. ② 곤죽 위에는 깨끗한 종이(또는 가제수건), 신문지를 올려놓고 다림질을 한다. ③ 신문지가 젖으면 새 신문지로 교체한다. ④ 다림질이 끝나면 필요한 크기만큼 잘라 용도에 맞게 꾸민다. <div style="display: grid; grid-template-columns: 1fr 1fr; gap: 5px;">     </div>		
정리활동	<ul style="list-style-type: none"> 1. 놀이과정에 사용된 기구나 장치 등을 원상태로 바르게 정리정돈하고, 사용된 약품이 있는 경우 절차에 따라 처리한다. 2. 모둠별로 활동지를 완성하면서 재생색종이를 만드는 가장 효과적인 방법에 대해서 협동하여 토의하도록 한다. 	20분	독창성

활동장소	교실	소요시간	3차시 (90분)	
교과학습 목 표	<ul style="list-style-type: none"> • 재생색종이로 색지구성 작품을 만들 수 있다. • 한지로 만들 수 있는 다양한 작품을 구상할 수 있다. 			
창의인성 목 표	<ul style="list-style-type: none"> • 재생색종이로 다양한 구성 작품을 만들고 모둠별로 토의함으로써 리더십과 협동성을 기른다. • 한지로 만들 수 있는 다양한 작품을 구상함으로써 사고 확장 능력 및 개방성을 증진한다. 			
준비물	<ul style="list-style-type: none"> • 모둠 준비물 : 도화지(8절지) 1장, 가위 1개, 풀 1개, 재생색종이, 필기구 • 공동 준비물 : 한지(2절지, 색깔 별) 10장 			
지도 시 유의사항	<ul style="list-style-type: none"> • 재생 색종이로 색지구성을 하되, 식지가 모자랄 경우에는 준비한 색한지로 대신 할 수 있도록 한다. • 한지로 다양한 작품을 구상할 수 있도록 분위기를 조성한다. 			
단 계	활동 내용		시간	창의인성 요소
지도활동	사전활동과 과학놀이 활동에서의 성과를 짚어주고, 이런 활동으로부터 한발 나아갈 수 있는 활동에 대한 아이디어를 토의하고 그 결과를 바탕으로 더 새롭거나 응용된 과학놀이 활동을 설계할 수 있도록 안내하고 지도한다.		10분	
아이디어 모음활동	<ol style="list-style-type: none"> 1. 재생 색종이로 색지구성 작품 만들기 <ol style="list-style-type: none"> ① 구성도안 하기 ② 색지구성 작품 만들기 2. 모둠별 발표 준비 <ol style="list-style-type: none"> ① 한지로 표현할 수 있는 다양한 아이디어를 구상하여 작품으로 표현한다. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>		60분	사고의 확장 배려
정리활동	<ol style="list-style-type: none"> ① 우리가 제작한 한지색지 구성 작품을 효과적으로 설명하기 위하여 설명지, PPT, 모형등을 활용할 수 있다. ② 다른 모둠의 발표 경청을 통해, 우리 모둠과의 아이디어의 차별성을 찾아보고 보다 효과적인 설계를 할 수 있도록 한다. 		20분	타인의 의견 존중 개방성 독립성 유창성

SPSE
4

평가계획

가. 평가 목표

과학놀이 활동에 적용되는 과학적 원리를 충분히 이해하고, 과학적 인성 함양과 더불어 놀이과정이나 실험설계에서 창의적 아이디어를 제시 할 수 있다.

나. 평가 영역

평가 영역	평가 기준		평가 척도			
			참 잘했어요	좋아요	더 노력해요	미제출
			3	2	1	0
교과 학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 놀이 과정에 적용되는 과학적 원리를 바르게 설명할 수 있다. 	사전활동				
		놀이활동				
		추가활동				
	<ul style="list-style-type: none"> • 놀이 과정에 활용되는 기구나 약품의 특성을 이해하고 바르게 활용한다. 	사전활동				
		놀이활동				
		추가활동				
창의 교육 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 활동과정에서 흥미와 호기심을 가지고 적극적으로 활동하였는가? 					
	<ul style="list-style-type: none"> • 주제와 관련하여 제시된 활동 이외의 변형된(새로운)방식의 활동을 제안하고 실현하는가? 					
인성 교육 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 활동 과정에서 자신의 역할에 충실하며, 모둠원들을 충분히 배려하였는가? 					
	<ul style="list-style-type: none"> • 과학놀이 과정에서의 주의사항이나 규칙을, 타인의 타당한 의견을 수용하는 태도를 보이는가? 					
	<ul style="list-style-type: none"> • 그밖에 수행과정 중 추가할 인성적 요소가 있는가? 					
교사 의견	합산					

○ 평가 시 유의점

- 교사는 활동의 전 과정을 관찰하고 평가척도와 서술형을 적절하게 활용하여 기록한다.
- 창의적인 면과 인성적인 면이 골고루 반영될 수 있도록 사전활동 - 과학놀이활동 - 사후활동 등 전 과정에 걸쳐 관찰한다.

[활동지] 사전 활동

폐지로 고운 빛깔 한지 만들기

날 짜	년 월 일
모듬명	
이 름	

[단계 1] 한지온실의 과학적 근거 제시하기

500여 년 전인 15세기 선조들도 겨울철에 신선채소를 길러 먹었으며, 세계 최초의 온실은 1450년도에 우리나라에서 한지를 이용한 것이었다.

주어진 읽기자료를 참고하여 한지온실의 과학적 근거를 제시하시오.

1. 첨단 온실의 그 첫 번째 열쇠! - 온돌의 비밀

조선 온실의 난방은 온돌에 의해 이루어졌다. 온돌이란 아궁이를 통해 받아들인 열을 구들장에 저장했다가 서서히 복사열을 방출해 방바닥이 따뜻해지도록 고안된 난방구조이다. 온실 안의 온돌이 데워짐으로써 그 위에 쌓여있는 흙이 데워져 여름철 식물이 자라기에 알맞은 온도로 유지되는 지하부 난방방식인 것이다. 이에 비해 서양 온실의 난방은 난로를 통해 온실 안 공기를 데우는 지상부 난방방식이였다. 그동안 현대 온실은 서구식인 지상부 난방방식을 택하였는데, 최근 첨단 시스템인 지하부 난방방식이 개발되었다. 바로 조선시대의 난방 시스템과 같은 상층이 아닌 지하부를 데우는 난방방식! 지하에 묻힌 파이프를 통해 온수를 순환시켜 땅의 온도를 높여주는 그것은 50%의 생산성 증가를 낳았다. 500여 년 전의 조선 온실 난방 시스템의 우수성이 여실히 입증되는 대목이다.



2. 첨단 온실의 두 번째 열쇠! - 창호지의 비밀

온실의 남쪽 면. 창이 기름먹인 창호지로 되어있다. 지금 온실의 비닐이나 유리에 해당하는 것. 이 창호지가 과연 비를 잘 막아주고 햇빛을 투과시키고 보온까지 담당할 만큼 대단한 것일까? 창호지의 비밀을 하나씩 풀어보자.

첫번째 비밀, 기름먹인 창호지의 방수효과! 긴 섬유질로 이루어진 창호지는 성긴 조직으로 섬유 사이를 공기가 메우고 있다. 기름을 먹이면 공기가 차지하는 공간을 기름이 메우게 되고, 비가 올 때 기름과 물의 반발 원리로 완벽한 방수가 되는 것이다.

두번째 비밀, 기름먹인 창호지의 높은 햇빛 투과율! 창호지를 이루고 있는 섬유의 굴절률과 기름의 굴절률이 비슷하기 때문에 기름먹인 창호지에서는 산란이 일어나지 않고 바로 빛이 투과하게 된다. 이것은 기름먹인 창호지가 오늘날의 유리와 비슷할 정도로 높은 햇빛 투과율을 보이는 까닭인 것이다.

세번째 비밀, 단열효과! 비닐이나 유리보다 얇고 조직이 성긴 창호지가 어떻게 단열효과에 뛰어난가? 그것은 바로 창호지의 섬유질 사이사이에 들어있는 공기 때문이다. 공기는 열전도도가 낮기 때문에 그러한 공기가 들어있는 창호지의 보온효과는 매우 우수하다. 창호지! 그것이 조선시대 첨단온실의 일등공신이다!

은들의 비밀	
창호지의 비밀	

[단계 2] 무구정광대다라니경이 적힌 종이의 나이 추정하기

1. 한지의 기원

제지법이 우리나라에 들어온 것은 고구려 소수림왕 때의 372년에 불교의 전래와 함께 이루어진 것으로 알려져 왔으나 낙랑고분에서 출토된 닥 종이 뭉치 등으로 미루어 보아 종이의 역사는 이미 1500~1600년의 오랜 역사를 지닌 것으로 추정하고 있습니다.

우리나라에 현존하는 가장 오래된 종이는 신라시대 무구정광대다라니경이 적힌 종지로 751년 이전의 것으로 추정되는데, 이는 770년의 일본 백만 다라니나, 868년의 중국 돈황 천불동이 적힌 종이보다 우리가 앞서고 있음을 알 수 있습니다.



무구정광대다라니경

2. 한지의 특징

한지는 세계에서 가장 우수하면서 오래가는 중성지입니다. 닥나무의 껍질을 벗겨 삶고, 물에 담가 불리고 두드려서 생긴 섬유질을 닥풀로 붙여서 만듭니다. 우리가 사용하는 종이들은 나무를 가공하여 만들어서 펄프종이라고 합니다. 대부분 산성이고 또 표백을 위해 첨가하는 수산화나트륨이나 하이포아염소산과 같은 물질 때문에 세월이 지남에 따라 서서히 분해되어 최고 100여년 정도까지 밖에 견디지 못합니다. 하지만 중성지인 우리의 전통한지는 1000년이 지나도 종이가 보존된다고 하니 우리 조상들의 전통과학이 얼마나 우수했는지 짐작할 수가 있을 것입니다.

1. 우리나라에서는 언제부터 종이를 만들기 시작했을까?
2. 무구정광대다라니경이 적힌 종이의 나이는?
3. 한지의 우수성을 3가지만 열거해보자.

[활동지 2] 놀이 활동

폐지로 고운 빛깔 한지 만들기

날 짜	년 월 일
모둠명	
이 름	

1. 실험목적

- 폐지를 이용하여 재생색종이를 만들 수 있다.
- 생활주변 소재로 재생지에 천연염색을 할 수 있다.

2. 준비물

- 모둠 준비물 : 다리미 1개, 천연염색 재료(치자, 검은콩 등) 100g, 수조 1개, 우유팩(1L) 3장, 물, 체 1개, 가위 1개, 신문지 10장, 면수건(30cm×30cm) 2장
- 공동 준비물 : 믹서 2대

3. 실험방법

가. 종이 곤죽 만들기

- ① 우유팩의 코팅을 벗겨낸다.
- ② 우유팩을 가위나 손으로 잘게 잘라 믹서에 넣는다.
- ③ 믹서에 물을 약 1/3 정도 넣고 믹서를 돌린다.
(믹서의 날이 상할 수 있으므로 여러 번에 나눠서 돌린다.)

나. 천연염색하기

- ① 뜨거운 물에 치자를 담근 후 30분 정도 둔다.
- ② 체에 걸러서 우려난 물만 염색제로 사용한다.
- ③ 우려난 물을 종이 곤죽에 섞는다.

다. 종이뜨기

- ① 우유팩이 곤죽 상태가 되면 꺼내어 넓은 그릇(수조)에 넣는다.
- ② 수조에 우유팩의 약 10배 정도의 물을 넣는다.
- ③ 체를 뒤집어 수조에 넣는다.
- ④ 체에 얇고 고르게 우유팩 곤죽이 담겨졌으면 체를 약간 기울여 물기를 뺀다.

라. 종이 다듬기

- ① 신문지 위에 흰 종이, 가제수건을 올려놓고 체를 뒤집어 종이곤죽을 빼낸다.
- ② 곤죽 위에는 깨끗한 종이(또는 가제수건), 신문지를 올려놓고 다림질을 한다.

- ③ 신문지가 젖으면 새 신문지로 교체한다.
- ④ 다림질이 끝나면 필요한 크기만큼 잘라내 용도에 맞게 꾸민다.

4. 활동과정 사진



준비물



코팅 벗긴 종이팩



종이팩 잘게 찢기



믹서에 종이팩 갈기



10배의 물에 희석



체로 걸러내기



종이에서 물 빼기



종이뜨기



면수건에 붓기



다리미로 다리기



재생종이 완성



염색된 재생 색종이

5. 재료에 따른 염색 결과를 정리해보자.

	염색되는 색상	특 징	응용 분야
치자			
검은 콩			
양파 껍질			

3. 미래에는 어떤 종이 우리에게 글을 기록하게 해줄까?

국립과천과학관 - 사이버전시관 - 첨단기술관 - 기계소재 1 - 전자종이

http://cyber.scientorium.go.kr/kor/technology_pvr.jsp?clickValue=10



1. 종이의 혁명 - 전자 종이는 무엇일까요?
전자종이는 종이처럼 얇고 구부러지면서도 수백만 번 쓰고 지우는 것을 반복할 수 있는 전자장치입니다. 종이의 장점과 LCD의 장점이 합쳐진 전자종이는 언제나 가지고 다닐 수 있을 정도로 가벼워요. 또한 LCD와는 달리 보는 각도와 상관없이 항상 선명하고, 일반 종이를 보는 느낌과 같아서 자연스럽게 보입니다. 거기다가 전기가 없어도 지워지지 않기 때문에 에너지를 적게 소비하는 장점도 가지고 있습니다.
2. 전자종이에 글을 쓸 수 있는 원리
우리 눈에 보이는 화면창의 내부에는 검은색과 흰색의 크기가 0.1mm 정도의 작은 알갱이가 들어있고, 여기에 '+'극과 '-'극 전기를 가하면 전류에 따라 검은색, 흰색 알갱이가 위아래로 달라붙는데 이것을 통해 화면을 표시 합니다.

전자종이에 글을 쓸 수 있는 원리는 무엇인지 정리해보자.

[프로그램 평가]

이 주제 프로그램으로 사전활동 - 놀이 활동 - 사후 활동을 모두 체험한 후, 여러분이 어떤 느낌을 가지게 되었는지 해당하는 곳에 ○ 표시 해 주세요.

1) 이 프로그램은 많은 기쁨을 주는 활동이다.	2) 이 프로그램 활동은 나름대로 의미 있는 활동이다.	3) 이 프로그램은 아쉬움이 남는 활동이다.

한지온실과 산가요록

1. 한지온실

세계최초의 온실은 1450년도에 우리나라에서 한지를 이용한 것이었다. 450년 전에도 겨울에 농사를 지었다는 것은 믿기 어려울 정도이다.

한지에 들기름을 먹여서 채광성을 높였으며 한지특유의 자연 통풍에 의해서 가능했다.



가. 첨단 온실의 그 첫 번째 열쇠! - 온돌의 비밀

조선 온실의 난방은 온돌에 의해 이루어졌다. 온돌이란 아궁이를 통해 받아들인 열을 구들장에 저장했다가 서서히 복사열을 방출해 방바닥이 따뜻해지도록 고안된 난방구조이다. 온실 안의 온돌이 더워짐으로써 그 위에 쌓여있는 흙이 더워지고 여름철 식물이 자라기에 알맞은 온도로 유지되는 지하부 난방방식인 것이다. 이에 비해 서양 온실의 난방은 난로를 통해 온실 안 공기를 덥히는 지상부 난방방식이었다. 그동안 현대 온실은 서구식인 지상부 난방방식을 택하였는데, 최근 첨단 시스템인 지하부 난방방식이 개발되었다. 바로 조선시대의 난방 시스템과 같은 상층이 아닌 지하부를 덥히는 난방방식! 지하에 묻힌 파이프를 통해 온수를 순환시켜 땅의 온도를 높여주는 난방방식은 50%의 생산성 증가를 낳았다. 500여 년 전의 조선 온실 난방 시스템의 우수성이 여실히 입증되는 대목이다.

나. 첨단 온실의 두 번째 열쇠! - 창호지의 비밀

온실의 남쪽 면. 창이 기름먹인 창호지로 되어있다. 지금 온실의 비닐이나 유리에 해당하는 것. 이 창호지가 과연 비를 잘 막아 주고 햇빛을 투과시키고 보온까지 담당할 만큼 대단한 것일까? 창호지의 비밀을 하나씩 풀어보자.

첫 번째 비밀, 기름먹인 창호지의 방수효과! 긴 섬유질로 이루어진 창호지는 성긴 조직으로 섬유 사이를 공기가 메우고 있다. 기름을 먹이면 공기가 차지하는 공간을 기름이 메우게 되고, 비가 올 때 기름과 물의 반발 원리로 완벽한 방수가 되는 것이다.

두 번째 비밀, 기름먹인 창호지의 높은 햇빛 투과율! 창호지를 이루고 있는 섬유의 굴절률과 기름의 굴절률이 비슷하기 때문에 기름먹인 창호지에서는 산란이 일어나지 않고 바로 빛이 투과하게 된다. 이것은 기름먹인 창호지가 오늘날의 유리와 비슷할 정도로 높은 햇빛 투과율을 보이는 까닭인 것이다.

세 번째 비밀, 단열효과! 비닐이나 유리보다 얇고 조직이 성긴 창호지가 어떻게 단열효과에 뛰어난가? 그것은 바로 창호지의 섬유질 사이사이에 들어있는 공기 때문이다. 공기는 열전도도가 낮기 때문에 그러한 공기가 들어있는 창호지의 보온효과는 매우 우수하다. 창호지! 그것이 조선시대 첨단온실의 일등공신이다!

2. 산가요록

「산가요록」은 2001년에 발견된 한문필사본으로 농사짓는 법과 더불어 음식의 조리에도 관한 여러 가지 방법이 기록되어 있는데, 지금까지 우리나라에서 가장 오래된 조리서(食經)로 알려진 「수운잡방(需雲雜方)」보다도 80년 정도나 앞에 나온 것으로 전문가들이 최고(最古)의 조리서라고 격찬하고 있는 책이다.

이 책은 조선 초기(1450년대) 세종부터 세조시대까지 의관(御醫)으로 봉직하던 전순의(全循義)가 농업과 생활에 관한 당시의 기술들을 기록해 놓았는데, 전순의는 세조의 명에 의해 「식료찬요(食療纂要)」란 의서를 지을 만큼 음식과 의약에 통달한 사람이다.

산가요록에는 동절양채 외에도 연잎을 위아래에 깔아 띄운 연화주(蓮花酒), 상수리를 가루 내어 고두밥과 섞어 빚는 상실주(橡實酒), 배꽃이 막 피려 할 때 담가 그 맛이 달고 향기롭다는 이화주(梨花酒) 등 이름만 들어도 멋스럽고 맛깔나며 애주가의 군침을 돌게 하는 “술 빚는 방법” 68가지를 비롯하여 “장 담그기”, “식초 만들기”는 물론 국수와 만두, 식혜, 죽과 떡 만드는 법, 식품저장 하는 법 등이 총 275가지나 수록되어 있다.

내용의 일부를 소개해 보면, 닭을 삶을 때 식초나 술을 약간 넣으면 잘 익으며, 소머리 삶을 때는 앵두 잎을 소의 입안에 채우거나 찢어 바르면 쉽게 익고, 소의 양(臙)은 꿀이나 탁주를 넣고 삶으면 연하고 맛이 좋다는 조리법과 더불어 밤 껍질, 개나리 껍질, 쪽을 이용한 천연염색방법 등 옛 선조들이 사용하던 전통 기술이 책 갈피갈피에 숨어 있다.

종이의 재료

서사재료로서 평면을 만드는데, 기원전 후의 중국에서는 얇게 간 나무나 대조각을 사용했다. 이것을 목간, 죽간이라 부른다. 그밖에 명주천도 사용되었다. 이와 함께 누더기나 식물섬유 등을 모아서 뜬 종이도 탄생되었다. 이 종이 제법의 개량자로는 2세기 초 중국의 ‘채륜’이라는 이름이 전해진다. 이후 각종 식물섬유를 곱게 빻은 것을 물에 풀고 점착제를 섞은 다음에 얇은 평면으로 말려서 굳히는 종이제법이 확립되면서 중국 각지에서 종이가 생산되었다. 그 원료는 나무껍질을 잿물 등으로 연화시켜 인피섬유를 남긴 것, 또는 대나무, 벼, 밀 등의 식물줄기의 유관속 섬유를 모은 것이 사용되었다.

한편 선사시대 이집트에서는 나일강가에 무성하게 자라는 파피루스의 섬유로 종이를 만들었다. 그 제조방법은 푸리니우스의 박물지에 기재되어 있다. 풀의 속을 얇게 잘라서 가로와 세로로 포갠 것을 잘 두들긴 다음에 닦아서 표면을 반질반질하게 한다. 이 방법은 중국의 남부에서 비롯되었고, 남태평양 여러 섬에서 널리 사용되는 나무껍질 천인 타파의 제조법과 비슷하다. 타파는 꾸지나무의 껍질을 벗겨 발효시켜서 무르게 한 것을 나무로 만든 망치로 세계 두들겨 점착시킨 다음에 말려서 만든다. 그 위에 석회, 적토, 식물즙 등으로 문양을 넣는다. 파피루스는 제조법이 간단하고 재료도 풍부하기 때문에 지중해 지방에서는 중세 때까지 널리 사용되었다.

파피루스와 함께 수피도 사용되었다. 기원 초 무렵의 사해문서의 일부는 수피에 기록되어 있다. 이것을 더욱 정교하게 한 것이 양이나 염소 가죽을 원료로 한 양피지로 기원전 16세기에 이미 알려져 있었고, 기원 초 무렵부터 널리 사용되었다. 3-4세기경의 벨가몬은 그 생산 중심지였다. 또한 송아리 가죽으로 만든 것은 베림이라 부른다. 두 가지가 모두 원피를 석회 즙에 담가서 고기와 털을 제거하고 틀에 팽팽히 잡아당겨 고정시키고 표면을 반원형 칼로 깎아서 반들반들하게 한다. 이 때 지방의 제거처리도 했다. 그 다음에 경석분말 등을 뿌리고 잘 연마한 것을 다시 팽팽하게 당겨서 건조시킨다. 양피지나 파피루스에 쓴 문서는 대개 두루마리로 해서 통에 넣어 보관했다. 유럽에서는 현재도 고전적 방법으로 양피지가 제조되고 있다(최은경, 2007과학교과연구회 활동보고서, 부산화학사랑교과연구회).

한지의 제조과정

1. 거두기 및 닻무지

매년 12월부터 다음해 상순경에 그 해 자란 1년생 닻나무 가지를 베어낸다. 닻무지를 하여 수피를 벗겨내면 흑피가 되고, 다시 길꺾질을 벗겨내면 백피가 된다.

2. 닥삶기

1-2일 동안 물에 충분히 불린 백피를 적당한 크기로 자른 뒤 솥에 넣어 2-3시간 정도 삶는다. 이 때 삶는 액으로 잣물을 이용하는 데 옛날에는 벗짚, 메밀대, 콩대 등을 태운 재로 우려낸 잣물을 사용하였으며, 최근에는 가성소다, 소다회 등을 많이 사용하고 있다.

3. 씻기 및 씨우기

삶아진 백피를 흐르는 물에 담가 잣물기를 씻어 낸 후에 2-3일 정도 골고루 뒤집어 주면 원료 전체에 햇빛이 고루 내려 쬐어져 하얗게 표백이 된다.

4. 티 고르기

아직 원료 속에 남아있는 표피, 티 등의 잡티를 손으로 제거해 준다. 매우 정성을 들여야 하며, 한사람의 작업량이 1kg에 불과하므로 한지 제조 공정 중에서 가장 시간이 많이 소요된다.

5. 두드리기

티를 골라 낸 원료를 물을 짜낸 후 닥돌이나 나무판등과 같은 평평한 곳에 올려두고, 1-2시간 정도 골고루 두들겨 주면 섬유질이 물에 잘 풀어지는 상태로 된다.

6. 원료 넣기

잘 두들겨진 원료를 종이 뜨는 지통에 넣은 후, 막대기로 잘 저어 고르게 분산시킨다. 이 때 섬유끼리의 분산과 종이를 뜰 때 발에서 물빠짐을 잘 조절할 수 있도록 닥풀즙을 넣은 후 다시 잘 저어준다.

7. 종이뜨기

원료와 닥풀이 잘 혼합되어 있는 지통에 종이 뜨는 발을 담가 전후좌우로 흔들며 종이를 떠낸다. 떠낸 종이 사이사이에는 베개로서 왕골을 끼워서 나중에 떼어 내기 쉽게 해준다. 전통기법인 외발 뜨기는 하나의 줄에 발틀 끝 부분을 매단 후, 먼저 앞물을 떠서 뒤로 버리고 좌우로 흔들며 떠 낸 옆물을 떠서 반대쪽으로 버리는 동작을 반복하여 종이를 떠낸 후, 2장을 반대방향으로 겹쳐서 1장의 종이로 만들어내는 방법이다.

8. 물 빼기

떠낸 종이를 쌓아가다가 일정한 높이가 되면 널빤지 사이에 넣은 후, 무거운 돌이나 지렛대를 이용해 하룻밤 동안 눌러서 물을 뺀다.

9. 말리기

물기를 빼낸 종이를 한 장씩 떼어 내어 말린다. 옛날에는 방바닥, 흙벽, 목판 등에 널어서 말렸으나, 최근에는 대부분 철판을 가열하여 말리는 방식을 사용한다.

10. 도침(다듬이질) 및 염색(물들이기)

말린 종이는 그대로 사용하기도 하지만 도침이나 염색과 같은 가공을 한 후에 사용하기도 한다.

가. 도침(다듬이질): 약간 덜 마른 종이를 포개거나 풀칠을 하여 붙여 디딜방아나 방망이로 두들겨서 종이가 치밀하고 매끄러우며 윤기가 나도록 해주는 한지 고유의 가공 과정이다. 현재도 장판지 제조 시에 이처럼 사용하고 있다.

나. 염색(물들이기): 자연소재인 식물의 뿌리, 줄기, 잎 등에서 얻는 천연염료를 사용하여 종이에 직접 물들이거나 원료에 넣어 끓여서 물을 들이기도 한다. 염색한 색지는 책지, 편지지, 봉투 등은 물론 여러 지공예품을 만드는데 널리 사용되었다.

한지와 양지의 차이

우리가 보편적으로 쓰고 있는 종이는 로진사이즈 처리와 황산알루미늄의 사용으로 강한 산성(pH4~5.5)을 띠게 되며 세월이 지남에 따라 서서히 가수분해로 종이 섬유가 열화되어 100여년 정도 지나면 사용하기 어려울 정도로 분해되고 만다. 또한 우리 고유의 방법으로 만들지 않는 한지는 비록 펄프종이의 함유 성분이 우리 한지를 만드는 성분과 비슷하다고 할지라도 표백용으로 첨가되는 수산화나트륨과 차아염소산으로 인하여 산성을 띠게 되고 표백과정 중에 종이의 섬유조직이 상하게 되어 보존성이 훨씬 떨어지게 된다. 이러한 제조 과정의 차이로 우리 한지는 천년이 지나도 종이 섬유가 보존되는 반면 펄프종이는 오랜 기간의 보존이 불가능하게 된다.

전자종이

전자종이(電子-)는 종이에 일반적인 잉크의 특징을 적용한 디스플레이 기술이다. 이페이퍼(e-paper)라고도 한다. 화소가 빛나도록 백라이트를 사용하는 전통적인 평판 디스플레이와 다르게, 전자종이는 일반적인 종이처럼 반사광을 사용한다. 그래서 그림이 변경된 이후에, 글자와 그림은 전기 소모 없이 디스플레이할 수 있다. 또한, 전자종이는 평판 디스플레이와 다르게 접거나 휘 수 있다. 전자종이는 액정 디스플레이보다 시야각이 넓기 때문에 취약한 각도에서 쉽게 글자를 읽을 수 있다. 전자종이는 매우 가볍고, 내구성이 튼튼하고, 종이보다 덜 휘지만, 현존하는 가장 휘 수 있는 디스플레이 기술이다. 반면에 반사를 이용한 특성상 백라이트가 불가능하며, 반응속도가 느린 단점이 있다.

예상되는 미래 제품으로 많은 책을 디지털 문자로 저장하여, 한 번에 한 페이지만 보여주는 전자책이 있다. 마찬가지로 전자잡지도 있다. 전자포스터나 비슷한 전자 광고 디스플레이는 이미 공공장소나 상점에서 시연하고 있다. 전자종이는 디지털 종이로 혼돈하지 말아야 한다.

(위키 백과사전 <http://enc.daum.net/dic100/contents.do?query1=10XX157777>)

참고문헌

1. 최은경(2010). 한지. 과천과학관기반 자유탐구 프로그램. 국립과천과학관.
2. 최은경(2007). 2007 과학교과연구회활동보고서. 한지의 과학 p.95-105. 부산화학사랑교과연구회.
3. 에듀넷. 사이버가정학습. GO!GO! 문화재 속으로. 고운 빛깔 한지.
4. 국립과천과학관-사이버전시관-전통과학관-한지
5. 국립과천과학관-사이버전시관-첨단기술관-기계소재1-전자종이
6. KBS역사스페셜. 2004.01.07. 한겨울에 핀 겨울 꽃.
7. LG사이언스랜드 - 신과람실험실 - 너희가 재생종이를 알아?
8. 위키 백과사전 <http://enc.daum.net/dic100/contents.do?query1=10XX157777>