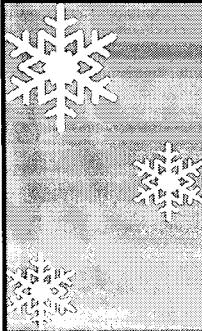


◆ 제 5 주제 ◆

주석이 물과 꽃에 미치는 영향

황 상 용

[동남보건대학]



주석이 물과 꽃에 미치는 영향

동남보건대학 환경보건과
황 상 용

제1장 서론

제2장 본론

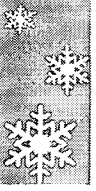
- 2-1 주석의 특성
- 2-2 주석합금도금 가능재료
- 2-3 실험방법
- 2-4 실험성적

제3장 이론적인 고찰

- 3-1 주석이 물에 미치는 영향
- 3-2 주석이 꽃에 미치는 영향

제4장 결론

참고문헌



제1장 서론

인간은 누구나 깨끗한 물환경 속에서 재배된 음식을 요리해 먹고, 아름다운 꽃을 보다 더 장기간 보면서 행복한 삶을 누리하고자 한다.

그러나 아름다운 향기를 가진 백합, 장미, 라일락 등도 2~3일이 지나면 꽃향기도 감소하고 꽃의 싱싱함도 감소해 너무 아쉽기만 하다.

그래서 가능한 예쁜 꽃들을 꽃꽂이나 화병에 꽂아놓고서 오랫동안 볼 수가 있다면 아주 좋을 것으로 판단된다.

그래서 가시광선 영역에서는 높은 투명도와 전도도를 가진 전도체인 산화주석(SnOx)이 오염된 물을 정화시키는 효율 및 꽃의 활성화 증진에 의해서 절화시기를 줄이고 개화기간을 연장시키는 방안에 대해 연구했다.



제2장 본론

2-1 주석의 일반적인 특성

산화주석(SnOx)은 최근 정보화시대를 맞아 투명도 전막으로 광전자 공학의 평판 디스플레이 소재 및 유기전계 발광소재 등으로 고품질 소재제작에 널리 사용되고 이외에도 태양광전지의 전극재료, 전자파 차폐재료 및 대전방지재료 등으로 응용되고 있다.

그림 1에서의 ②구간인 가시광선영역(380~780nm)에서의 투명 전도막은 광투과율 80%, 전기비저항 $0.001\Omega \cdot \text{cm}$ 이고, 에너지결합력 3eV 이어서 전기적인 특성은 약하나 전도전자밀도성은 우수하다.

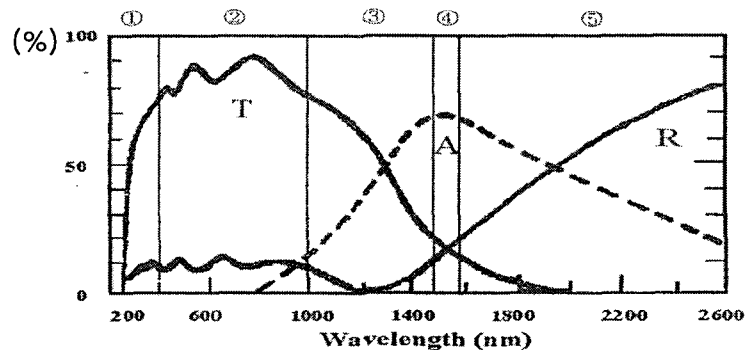
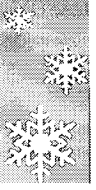


그림1. 파장별 광투과율



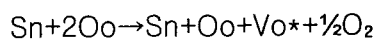
① Sn의 물리적인 특성

Sn(주석)은 원자량 118.60이고, 천연상태에서 SnO₂ 로 존재한다. 주석은 저온형 α-Sn과 고온형 β-Sn로 구분되며, 전이온도는 18℃이고 전이속도는 온도가 낮을수록 빨라지나 48℃에서 가장 높다. 녹는 온도는 231.97℃, 끓는점은 2270℃이고, 열전도도는 67watt/m·K이고, 용융열 7.1KJ/mole 이다.

② SnO₂ 의 구조적인 특성

SnO₂ (이산화주석)은 Table1에서 알 수가 있듯이 다결정 은백색의 광태나는 결정인 다이아몬드형 구조로서 전도성과 투명도가 높다. 일반적으로 SnO₂ 의 산소공위(Oo)와 결합시 화학반응식은 다음과 같다.

(가) 산소공위가 우세할 경우



따라서 생성된 산소공위(Oo)에 포획(Vo*=Vo+e)된 두 개의 전자는 온도에 따라 쉽게 산소공위로부터 자유롭게 빠져나와 Oo는 공여자 역할을 하여 O₂ 를 생성한다.

(나) 주석침입이 우세할 경우

주석침입이 우세하면 물속의 산소분압이 증가해서 전기전도도는 감소하고 산소가스는 발생되어 물속의 용존산소가 높아져 꽃의 활성화도가 증가될 수가 있다.

Table 1. Materials of transparent conductive thin films

Material Type	Structure	
Metal film	Single Layer	Pt, Au, Ag, Cu, Ni, Pd, Cr, Rh
	Double Layer	Au/Bi ₂ O ₃ , Au/Cr
	Multi Layer	TiO ₂ /Ag/TiO ₂ , Bi ₂ O ₃ /Au/Bi ₂ O ₃ ZnS/Ag/ZnS SnO ₂ /Ag/SnO ₂
Oxide semi-conductor film	Non-Doped	SnO ₂ , In ₂ O ₃ , CdO, ZnO, TiO ₂ , CdIn ₂ O ₄ , Zn ₂ SnO ₄ , In ₂ O ₃ ?SnO ₂
	Doped	SnO ₂ : Sb, SnO ₂ : F In ₂ O ₃ : Sn, In ₂ O ₃ : W, In ₂ O ₃ : Mo ZnO : Al, Cd ₂ SnO ₄
Non-Oxide	Single Layer	Chalcogenide(Cu ₂ S, CdS, ZnS) LaB ₆ , TiN, TiC, ZrN, ZrB ₂ , HfN
	Double Layer	TiO ₂ /TiN, ZrO ₂ /TiN
	Multi Layer	TiO ₂ /TiN/TiO ₂ , TiO ₂ /ZrN/TiO ₂
Poly electrolyte	Polystyrene sulfonic acid	



③ 주석(Sn:Tin)의 화학적 특성

주석은 저온형의 α -주석과 고온형의 β -주석이 있으며, 전이온도는 18°C 이지만 녹는점은 231.84°C 와 끓는점은 2275°C 이고 비중은 5.8이다. α -주석은 회색으로 다이아몬드형 구조이며, β -주석을 -30°C 이하로 유지하면 α -주석이 된다.

β -주석은 은백색으로 정방형 결정구조이며, 전성이 뛰어나고 100°C 부근에서 유연성이 크다.

주석은 인체에 무해하기 때문에 식생활용품이나 가정생활용품 등으로 많이 사용되고 있으며, 주석방지로 각종 식품포장, 무연합금과 무연도금 등에 널리 사용되고 있다.

주석화합물은 Sn(II)화합물과 Sn(IV)화합물이 있으며, Sn(II)화합물은 쉽게 산화되어서 주석Sn(II)선과 아주석산염이 생성된다.

산성수용액에서 Sn(II)화합물은 Sn(IV)화합물로 침전하며, 알칼리성 수용액에서는 수산화물 Sn(OH)₂로 침전한다. 약알칼리성 수용액속에 철(Fe)가 함유되어있으면 Sn(IV)화합물은 Sn(II)염으로 되고, 아연(Zn)있으면 Sn으로 환원된다. 가용성이어서 물속에 주석화합물이 있으면 가수분해되어 유기주석화합물을 생성한다.

또한, 주석 합금 도금가능한 재료와 비율은 2-2와 같이 조성함이 좋을것으로 사료된다.



2-2 주석합금도금 가능재료

- 1) 구리-아연-주석.....3원합금도금.....장신구, 산업용자재용도.
백색계합금비율 Cu60~65%, Sn20~50%, Zn10~15%.
- 2) 구리-주석도금.....금색상.....악세사리, 금속제 거울용도.
Cu60%, Sn40%.
- 3) 주석-납도금.....랙크, 바렬, 고속도금욕.
Sn60%, Pb40%.
- 4) 주석-은-합금도금.....산업용자재용도.
Sn96.5%, Ag3.5%.
- 5) 주석-아연합금도금.....납땜용도.
Sn75%, Zn25%.
- 6) 주석-니켈합금도금.....악기, 전기기구용도.
Sn65%, Ni35%.
- 7) 주석-니켈-구리도금.....안경, 목걸이, 장신구용도.
Sn70%, Ni26%, Cu40%.
- 8) 주석-코발트합금도금.....장식용, 광택제용도.
Sn40~90%, Co10~50%7.
- 9) 주석-카드뮴.....광택제
Sn25~50%, Cd50~75% 등.

2-3 실험방법

주석에 대한 시험은 식품위생공정시험방법 제7 일반시험법, 제6 유해성 금속시험법 (3)주석에 따라 실시한다.

① 주석은 황산-질산법에 의해 시료 5g을 분해 플라스크에 물 50mL와 질산 10mL넣고 혼합해 방치한 후 조용히 가열해서 격렬한 반응이 멈추면 식힌 다음 황산 5mL를 넣고 다시 조용히 가열시킨다. 이때 시료가 검은색이 되기 시작하면 질산 2mL씩을 더 넣어서 가열을 계속해 시료가 무색 될 때 분해 종료된 것으로 본다.

② 분해 플라스크의 내용물을 식힌 후 물 30mL와 포화 수산암모늄용액 10mL를 가해 황산의 흰 연기가 발생할 때까지 가열하여 식힌 후 일정량의 물로 채워 시험용액을 채취해 그림2 ICP에 주입시켜 시험용액의 농도를 구한다.

ICP법은 주석 등의 EON분 직접법으로 금속 측정에 쓰이는 분석기기로서 아르곤가스에 고주파를 유도 결합방법으로 방전되어 얻어진 아르곤 플라즈마에 표준용액과 시험용액 및 공시험용액을 주입해서 주석원소의 원자선이나 이온선의 발광도를 측정해 시험용액 중의 주석농도를 산출한다.

실험기간은 2006년 7월10일 ~ 8월 20일이며, 절화시험은 화훼농원에서 선발한 꽃 중 잎2개 까지 유지하고 30센치로 절취하여 중량법과 관능법으로 백합, 붉은장미 꽃을 사용하여 온도, pH, 중량, 등을 측정하고 Table1, Table2, Table3과 같은 조건으로 꽃병속에 용액을 시료로 하여 성분분석을 2회 실시하였다. 수분증발시험은 절화실험기간 매일 3회씩 측정하고 평균값을 얻었다.

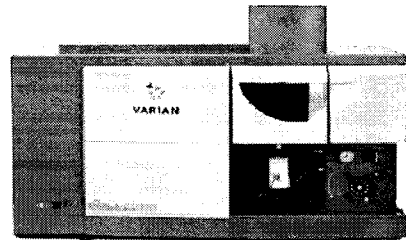


그림 2) : ICP측정기기

Table 2. 주석꽃병의 생체 실험용 배합 비율

종류 배합비율	a.703A(주석)	b.701P(주석)	c.703P(주석)
Sn	97%	97.8%	98%
Sb	0.30%	0.12%	1.5%
Ag	1.80%	-	-
Pb	-	1.9%	0.30%
합계	99.10%	99.82%	99.80%

Table 3. 꽃병 종류별무게(g)

종류 수량	a.703A (주석)	b.701P (주석)	c.703P (주석)	유리병	도자기병
1	555g	345g	580g	210g	310g
2	545g	340g	620g	295g	305g
3	610g	275g	615g	305g	-

Table 4. 백합꽃무게(g)

꽃병종류 수량	a.703A (주석)	b.701P (주석)	c.703P (주석)	유리	도자기
1	25	30	27	24	23
2	25	25	23	25	23
3	20	23	22	22	-

2-4. 실험 성적

실험성적결과는 Table5와 그림3과 같이 백합꽃의 수분증발량은 25~26℃에서 7일간 28~54g이며, 절화기간은 유리병 5~7일로 제일 빠르고, 도자기 7일, 주석b 7~8일, 주석a 8일, 주석c 9~10일, 순으로 나타났고, 장미꽃의 절화기간 및 수분증발량은 Table6과 그림4와 같이 주석c 14일, 주석a 11~13일, 주석b 8~11일, 도자기8~9일, 유리병7~8일 순으로 나타났으며, 수분증발량은 28~30℃에서 14일간 20~45g로 나타났다. 또한 절화시험후 용액중 성분을 Table7과 같고, 꽃병의 재질에 따른 주석 성분용출량은 Table8과 같은 결과를 얻었다.

Table 5. 백합꽃 절화 시험시간수분 증발량

수분증발량(g) 종류 수량	1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일	절화기간 (일)	총수분증 발량	비고
㉔703A (주석)	1	5	5	5	5	5	2	3	8	?종류수 100ml ?꽃무게 : 24g (20~30) ?실온 : 25℃~26℃ 1~4일 : 25℃ 5일 : 25.7℃ 6~7일 : 26℃ ?꽃(총 수량):14송이
	2	5	5	6	6	5	5	5	8	
	3	5	5	5	5	5	4	3	8	
㉔701P (주석)	1	5	6	6	6	6	2	6	8	
	2	5	6	6	4	5	4	3	7	
	3	2	3	5	5	6	4	5	8	
㉔703P (주석)	1	4	5	6	6	6	5	5	9	
	2	2	5	5	5	6	2	3	9	
	3	5	5	4	4	5	2	4	10	
유리	1	5	8	8	8	10	10	5	7	
	2	5	12	7	4	5	5	8	5	
	3	5	7	7	4	3	5	5	6	
도자기	1	5	8	8	7	7	7	5	7	
	2	6	8	7	5	7	5	7	7	
14	25℃	25℃	25℃	25℃	25℃	25.7℃	26℃		26℃	

Table 6. 장미꽃 절화 시험

실온 25~32℃, 수온 23~29℃

종류 재질 수량	꽃병용기 무게(g)	증류수량 (mL)	장미꽃무게 (g)	절화기간 (일)	수분증발량 (g)
㉔703A (주석)	1	555	100	5	11
	2	545	100	5	13
	3	610	100	5	11
㉔701P (주석)	1	345	100	5	11
	2	340	100	5	9
	3	275	100	5	9
㉔703P (주석)	1	580	100	5	14
	2	620	100	5	14
	3	615	100	5	14
유리	1	210	100	5	7
	2	295	100	5	7
	3	305	100	5	8
도자기	1	310	100	5	9
	2	305	100	5	8

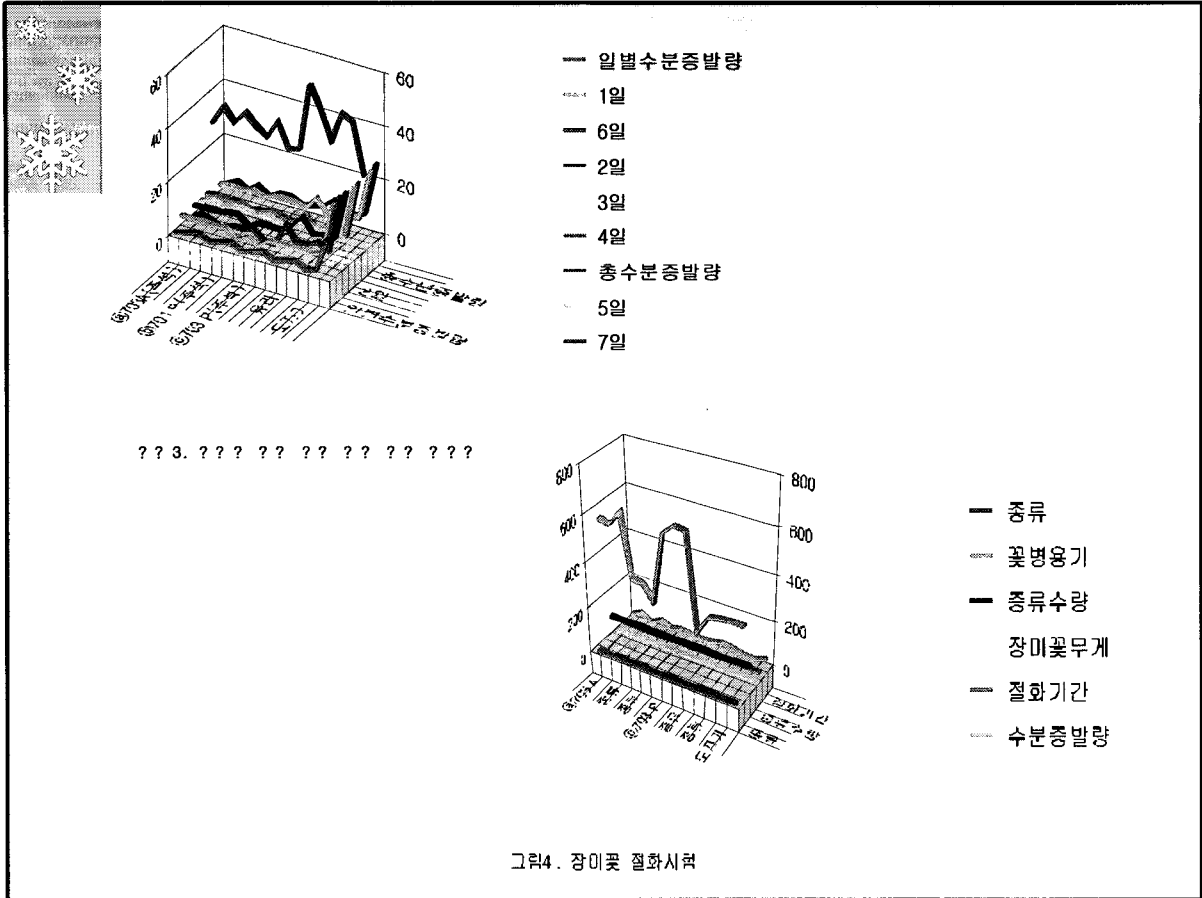


Table 7. 절화실험후응액중성분결과 (단위:mg/L)

No	시료명	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Sn	Pb	비고
1	A-1	0.03	0.46	3.38	9.01	0.04	1796.00	278.90	주식편(A)15일
2	A-30	0.00	0.21	1.34	10.56	0.05	5.95	0.51	주식편 30분
3	A-60	0.00	0.58	0.98	8.11	0.01	18.19	3.31	주식편 60분
4	B-1	0.00	0.23	6.29	22.31	0.01	0.46	0.00	검수
5	C-1	0.00	0.92	8.06	19.76	0.03	64.32	14.69	주식편(C) 15일
6	C-30	0.00	0.33	2.10	6.57	0.01	2.91	0.00	주식편 30분
7	C-60	0.00	0.27	1.12	17.64	0.00	5.78	0.02	주식편 60분
8	1-1	0.11	0.77	17.57	14.08	0.04	206.10	52.12	주식편(a) 703A-1)
9	1-2	0.00	0.04	7.35	8.00	0.036	144.60	12.89	주식편(a) 703A-2)
10	1-3	0.00	0.29	55.90	27.05	0.03	254.60	89.85	주식편(b) 701P-3)
11	2-1	0.01	0.76	3.89	31.63	0.03	62.14	30.51	주식편(b) 701P-1)
12	2-2	0.00	0.42	3.23	26.52	0.03	74.93	32.62	주식편(b) 701P-2)
13	2-3	0.00	1.54	3.66	30.43	0.14	35.04	30.74	주식편(b) 701P-3)
14	3-1	0.24	0.44	6.49	11.65	0.00	315.60	41.38	주식편(c) 703P-1)
15	3-2	0.24	0.32	4.69	6.93	0.00	330.690	39.16	주식편(c) 703P-2)
16	3-3	0.50	0.51	5.11	7.53	0.00	178.20	24.81	주식편(c) 703P-3)
17	4-1	0.00	0.11	4.07	20.69	0.01	60.59	3.47	유리병(1)
18	4-2	0.00	0.48	0.90	15.58	0.02	8.32	0.31	유리병(2)
19	4-2	0.00	0.38	2.17	10.54	0.01	5.37	0.221	유리병(3)
20	5-1	0.00	0.10	0.82	10.93	0.00	1.78	0.00	도자기병(1)
21	5-2	0.00	0.11	0.93	140.19	0.01	3.91	0.11	도자기병(2)
22	6-1	0.00	0.04	5.31	4.68	0.00	34.47	6.14	주식병(1')
23	6-1-1	0.00	0.07	14.48	5.84	0.03	37.12	3.90	주식병(1')
24	6-2	0.00	0.04	1.03	10.22	0.00	0.77	0.06	주식병(2')
25	6-2-1	0.00	0.00	0.42	4.61	0.00	1.49	0.25	주식병(2')
26	6-3	0.00	0.15	1.00	3.07	0.00	28.66	4.79	주식병(3')
27	6-3-1	0.02	0.06	0.89	0.88	0.00	54.63	6.48	주식병(3')



Table 8. 화병의 시간별 주석성분용출량

($\mu\text{mg/L}$)

연 번	시료번호	결과	연 번	시료번호	결과
주석병① 703A-1	1-1-24분	0.247900	주석병② 703P-2	3-2-30분	0.288800
주석병① 703A-2	1-2-30분	0.201700	주석병② 703P-3	3-3-60분	0.232900
주석병① 703A-3	1-3-60분	0.581500	유리병-1	4-1-24분	ND
주석병① 701P-1	2-1-24분	0.001867	유리병-2	4-2-30분	0.001560
주석병① 701P-2	2-2-30분	0.000882	유리병-3	4-3-60분	0.001514
주석병① 701P-3	2-3-60분	0.002635	도자기-1	5-1-30분	0.001153
주석병② 703P-1	3-1-24분	0.141300	도자기-2	5-2-60분	0.011160

제3장 이론적인 고찰

3-1. 주석이 물에 미치는 영향

주석은 산성수용액에서 녹아 수소를 발생하면서 주석(II)염을 생성하고, 진한 질산 수용액에서는 불용성 메타 주석산을 생성한다. 그리고 알칼리성 수용액에서는 녹아 아주석산염을 생성해 주로 주석도금에 많이 사용되고 있다.

주석산은 산화주석(IV)인 $\text{SnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 로 물에서 산성을 나타내며, 주석산 알칼리에 소량의 붉은 산을 첨가해서 백색의 $\text{Sn}(\text{OH})_4$ 및 H_4SnO_4 의 주석산이 생성된다.

주석산은 강산성과 강알칼리성 수용액에 녹지만 대부분 겔(gel)상태를 이루며, 이를 α -주석산이라고 한다. 그리고 주석산을 가열하면 결정형의 산화주석(IV)이 생성되며, 산화주석(SnO_2)는 산성이나 알칼리성 수용액에서 녹지않고 이를 β -주석산이라고 한다.

α -주석산은 β -주석산보다 흡착력이 우수하며, 주로 인(P)과 유기색소를 잘 흡착시킨다.

일반적으로 납이온이 물속에 함유되고 있으며 이곳의 효소계통을 불활성화시켜서 과잉의 납화합물을 생성해 직접적으로 삼투포텐셜을 감소시키는 것으로 알려지고 있다. 그러나 물속에 우호적인 영향물과 필요한 미네랄이 함유되고 있으며 꽃에서 장애를 일으키는 스트레스를 없게하여 생육환경이 좋아 꽃의 대사작용의 증대시키므로 개화기간이 길어질 수가 있다.



3-2. 주석이 꽃에 미치는 영향

식물이 지구상의 다양한 환경에서 성장하면서 열매, 꽃, 각종 약초, 경제재와 산소공급 등의 중요한 역할을 하고 있다. 일반적으로 꽃을 초본일년생 식물로서 영양분과 태양광, 온도와 습도 등의 환경조건에 민감하게 영향을 받고있다. 꽃은 여러 가지 조직과 부분으로 구성되며 이들이 모여서 하나의 새로운 세대를 만든다. 하나의 기본적으로 매우 짧은 마디사이가 반복된 일종의 짧은 줄기라고 할 수 있지만 대부분의 슈트와는 다르다.

즉 꽃은 슈트의 끝에 있기 때문에 꽃이 피어 있는 슈트는 계속해서 성장 할 수 있는 정단분열조직을 갖고 있지 않다. 그래서 대다수 꽃들은 한정된 기간에 개화했다가 시들기 마련이다. 그래서 대다수 꽃들은 한정된 기간에 개화했다가 시들기 마련이다.

오래 전부터 식물의 성장 및 생육을 증진시키고 꽃의 활성도를 좀 더 개화시키기를 연장시키기 위해 지속적으로 노력해왔다. 대다수의 꽃들은 계절에 따라서 약간씩 차이가 있으나 규칙적으로 한정된 기간만 꽃을 피며, 특히 다년생 식물은 일정한 주기적인 기간에서만 꽃을 핀다.

식물은 꽃의 형성을 촉발하는데 필요한 예비처리의 총 경과시간인 감응기(induction period)가 있는데 주로 온도, 태양광과 영양분을 조절해 개화시기를 앞당기거나 늦추어 왔으나 개화시기연장은 크게 효과를 올리지 못했다.

탄수화물과 질소분의 비율에 따른 영양조절법 $0^\circ\text{C} \sim 15^\circ\text{C}$ 의 온도조절법, 태양광 5시간~7시간 주기 조절법, 온도와 태양광 주기조절법 따른 활용법 등이 있다.

꽃은 생리적으로 잘 성장 할 수 없는 날, 아연 등의 비 우호적인 환경 조건이 되면 스트레스를 받아 성장을 멈추는 회피기작(avoidance mechanism)의해 곧 절화되지만 반대로 생화학적으로 견딜 수 있는 우호적인 환경 조건이 되면 내성(tolerance)의해 쉽게 개선(amelioration) 될 수 있다.

왜냐하면 꽃들의 물 흡수위관 대사경로가 잘 발달해 건조 스트레스가 해소되어 개화시기를 연장가능하게 할 수 있기 때문이다.



제4장. 결론

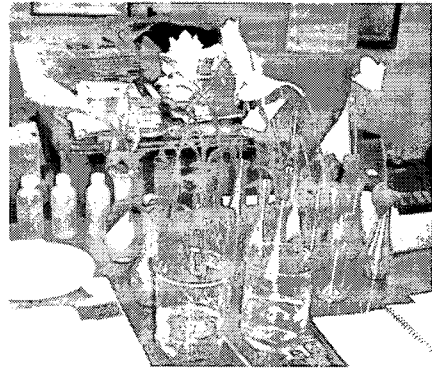
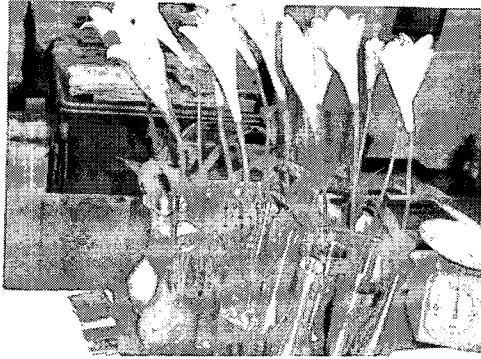
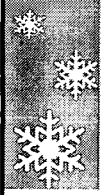
인간은 누구나 자기가 좋아하는 꽃과 소중한 분, 이벤트성 행사장 등에서 선물로 받은 꽃을 오랫동안 옆에 놓고 기억하고 싶어하는 욕망을 갖고 있다. 그래서 최대한 절화를 막고 꽃의 최적 개화시기연장을 위한 생리적인 연구결과는 다음과 같다.

1. 꽃병의 물속에 주석이 함유되어 있으면 꽃에게 생리적으로 우호적인 환경조건을 일으켜서 스트레스를 감소시켜 꽃의 개화기간을 연장시킴을 알 수가 있었다.
2. 꽃병의 주석꽃병의 주석 성분이 물속에 용출되어 주석은 α -주석이, α -주석산으로 되어 물속에 미량으로 함유되어있던 중금속을 흡착해 꽃의 효소계의 불활성화 일으키는 비우호적인 환경조건이 크게 감소해 꽃의 성장조건이 개선되었다. (낮은 온도에서 알파주석용액일 경우)
3. α -주석이 물에 조금씩 녹기 때문에 미리 제조된 용해 α -주석산용액을 꽃의 증별로 계절, 수온, 장소, 반응기능과 삼투실험 개화시기와 수량을 고려해서 화병 물속의 테스트 등의 연구가 앞으로 추가 되어야 한다.
4. 주석과 다른 합금물질을 개발하여 실용적이고 이용도가 높은 원재료를 산업에 활용이 될 수 있을 것을 본다.

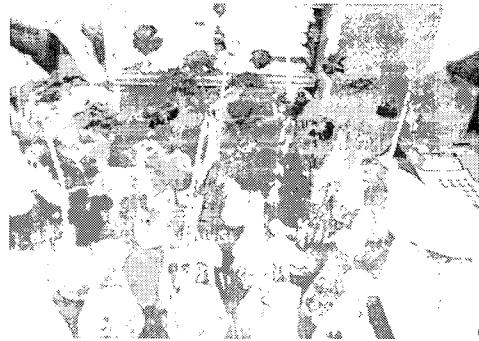
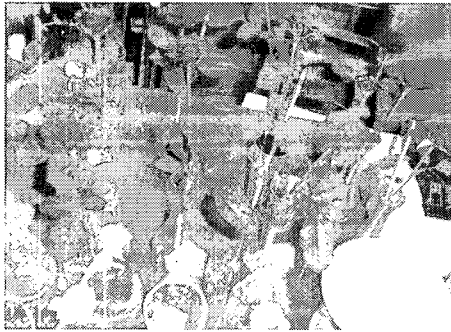
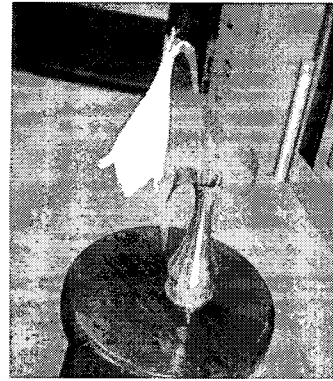


참고문헌

- 1) H.H. Uhlig : "The Corrosion Handbook", John Wiley & Sons, Inc. (1948), p. 57, 252, 323, 330, 331, 824, 837
- 2) F. Todt : "Korrosion und Korrosionsschutz", Walter de Gruyter & Co. (1961), p. 198, 334
- 3) L.L. Shreir : "Corrosion", George Newnes Ltd. (1963), p. 4-93, 4-123, 5-12, 5-65
- 4) N.D. Tomashov : "Theory of Corrosion and Protection of Metals", Macmillan Co. (1966), p/ 611, 631, 632, 634
- 5) M.G. Fontana, N.D. Greene : "Corrosion Engineering", McGraw-Hill Book Co. (1967), p. 176, 179
- 6) M. Pourbaix : "Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solutions", Pergamon Press (1966), p. 203, 256, 272, 280, 286, 322, 406, 141, 475
- 7) T. Heumann, W. Rosener : Z. Elektrochem. 59, 722 (1955)
- 8) G.L. Cox : Ind. Eng. Chem. 23, 902 (1931)
- 9) E.L. Koehler : J. Electrochem. Soc. 103, 486 (1956)
- 10) J. L. Vossen, in "Physics of Thin Films"(Georg Hass, ed.) Academic Press, New York, vol.9, pp. 1-71 (1981)
- 11) C. V. R., Vasant kumar and A. Mansingh, J. Appl. Phys. 65, pp. 1270 (1989)
- 12) S. Ishibashi, Y.Higuchi, Y. Ota and K. Nakamura, J. Vac. Sci & Fech., A8, pp. 1399(1990)
- 13) Y. H. Aliyu, D.Y. Morgan, H. Thomas and S. W. Bland, Elec Lett., 31, pp. 1691(1995)
- 14) L. J. Meng, C. H. Li and F. Z. Zhong, J. Lumon. 39, p. 11(1987)
- 15) K. L. Chopra and S. R. Pas, Thin Fil. Solar Cells, Plenum Press, New York, pp.321(1983)
- 16) F. L. Deschamps, "Recent Development Results in Color-Plasma Display", SID, pp.315-318(1994)
- 17) Daoyang Hwang, Fang C. Ho and Robart R. Parsong, Appl. Opt. 35, pp. 5080(1996)
- 18) John A. Woollam, W. A. Mc Fahan and B. Johs, Thin solid films, 241, PP.44 (1994)
- 19) T. Kamimori, J. Nagai and M. Mizuhashi, sol. Energy Master, vol.16, no. 1-3(1989)
- 20) Z. M. Jarzebski, Pergamon press, pp. 252-256 (1973)
- 21) H.Ida, N.Shiba, T.Mishuku, IEEE Electron Device 5, EDL-4, pp.157-159(1983)
- 22) 원국광, 최태규, 양극산화기술, 동화기술, pp18 (2005)
- 23) 최태규, 김광훈, 이정자, 도금액분석, 동화기술, p146 (2002)
- 24) 김광훈, 정광분석, 동화기술, p398 (1999)
- 25) K. Badeker, Ann. Phys. Leipzig 2, pp. 749 (1907)
- 26) J. B. Wedd and D. F. Williams, Appl. Phys. Lett. 39, pp. 640-642 (1981)
- 27) B. Radha Krishna, T.K> Subamanyam, B. Srinivasulu Naidu, S. Uthanna, Optical materials, 15, pp. 217-224(2000)
- 28) 부식방지협회, 금속방식 편람, 기전연구사, pp.336(2005)
- 29) 원국광, 합금도금, 동화기술, pp. 41-74 (2004)
- 30) 김남일, 장시성, 무전해도금, 동화출판사, pp. 30-38(1996)
- 31) Mihaela Girtan, G.I. Rusu, G.G. Rusu, S. Gurlui, Applied Surface Science, 162-163, pp. 492-498(2000)
- 32) Mihaela Girtan, G.I. Rusu, G.G. Rusu, Materials Science and Engineering, B76, pp. 156-160(2002)
- 33) Sang woon lee, Cheonho yoon, Bull. Korean Chem. Soc vol.20, No.9, pp.1031-1034(1999)
- 34) Chang Sup Ji, Tak Jin Moon, In Hoon Choi and Dok Yol Lee, J. Korean Chemical Society, vol.31, No.1, pp.102-109(1987)
- 35) P.Rajaram, Y.C. Goswami, S. Rajagopalan, V. K. Gupta, Materials Letters 54, pp. 158-163(2002)
- 36) 김년석, ECR 상온화학 증착법에 의해 PET 기판상에 제조된 주석산화물 투명전도막의 특성, 홍익대학교 석사논문, 2004.
- 37) 이규배, 식물형태학, 라이프사이언스, pp.231-291 (2005).



< 주석꽃병의 백합꽃 절화 실험 >



< 주석꽃병의 장미꽃 절화 실험 >

