

Cycloheximide 및 보존용액 처리가 개화단계에 따른 절화 아이리스 ‘블루매직’의 수명에 미치는 영향

김영아^{1,2} · 이종석^{2*}

¹충남대학교 의약바이오인재양성센터, ²충남대학교 농업생명과학대학 원예학과

Effect of Cycloheximide and Holding Solution on Vase Life of Cut ‘Blue Magic’ Iris Flowers according to the Flower Development and Opening Stages

Young A Kim¹ and Jong Suk Lee^{2*}

¹CNU Center for Biomedical Human Resources, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Department of Horticulture, College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract. This experiment was conducted to clarify the effects of cycloheximide and holding solution on vase life of cut ‘Blue Magic’ iris. The vase life of iris flowers held in 3% sucrose (S) + 100 mg·L⁻¹ hydroxy quinoline sulfate (HQS) + 50 mg·L⁻¹ AgNO₃ + 100 mg·L⁻¹ Benzylaminopurine (BA), 3% S + 100 mg·L⁻¹ HQS + 10 μM cycloheximide (CHI), or 3% S + 100 mg·L⁻¹ HQS + 50 μM CHI were much longer than those held in distilled water. Squeeze stem phenomenon that showed at a holding solution containing 200 mg·L⁻¹ HQS disappeared at a holding solution containing 100 mg·L⁻¹ HQS. The holding solution containing 3% S + 100 mg·L⁻¹ HQS + 50 mg·L⁻¹ AgNO₃ + 100 mg·L⁻¹ BA extended the most effective treatments on vase life, fresh weight, water balance, and flowering of cut iris flowers. However, the holding solution containing 3% S + 100 mg·L⁻¹ HQS + 10 μM CHI and 3% S + 100 mg·L⁻¹ HQS + 50 μM CHI was not effective in solution uptake or transpiration, but did result in high water balance. Iris flowers treated with CHI at the half-open flower stage showed increases in ornamental value, such as full flower opening and extended vase life. To improve flower quality and prolonging vase life of cut iris flowers, a holding solution containing 50 μM CHI can be used continuously from the half-open stage.

Additional key words: BA, half-open flower stage, HQS, *Iris hollandica*, water balance

서 언

절화의 품질을 향상시키고 수명을 연장시키기 위한 절화 보존제의 주성분은 당, 살균제, 흡수촉진제, 에틸렌억제제 및 성장조절제 등이지만 절화의 종류에 따라 그 효과가 다르다.

아이리스의 절화보존제에 관한 연구에서 AgNO₃, Phyan 20, 8-HQC 등 살균제의 수명연장 효과는 거의 없거나 미미한 것으로 보고되었고(Doss, 1986; Jones와 Hill, 1993; Mayak과 Halevy, 1971), cycloheximide는 경우에 따라 수명연장 효과를 나타내는 것으로 보고(Jones 등, 1994; Song과 Harkema, 1995)되었으나 아직도 우수한 효과를 나타내는 절화보존제

가 개발되지 않았다.

절화 아이리스는 봉오리 상태에서 수확하기 때문에 소비자가 물에 꽂아 감상할 때 개화가 되지 않고 꽃잎이 말리거나 변색되어 시들어 버리는 경우가 많다(van Doorn 등, 1991). 장미, 튜립, 아이리스의 절화는 benzylaminopurine(BA)을 처리하면 노화가 지연되는 것으로 보고(Nowak과 Rudnicki, 1990)된 바 있다. 단백질합성 억제제인 cycloheximide를 sucrose와 HQC가 함유된 보존용액에 첨가하면 카네이션은 수명이 연장되고 장미는 장애가 발생하였다(Dilley와 Carpenter, 1975). 또한 cycloheximide 전처리하는 수선의 노화를 지연하고 튜립의 화경신장을 억제하며(Nichols, 1978), *Iris germanica*의 생육 및 개화를 억제한다(Paulin, 1975)고 보고되고 있다. 원추리를 CHI 용액에 전처리하거나 보존용액 처리시 개화는 진전되지 않으나 수명은 현저히 증가된다고 한다(Lukaszewski와 Reid, 1989).

*Corresponding author: joslee@cnu.ac.kr

※ Received 17 April 2010; Accepted 11 August 2010.

따라서 본 연구는 개화단계에 따라 아이리스의 품질 향상과 수명 연장을 위한 보존용액을 개발하기 위하여 실시되었다.

재료 및 방법

대전 화훼공판장에서 12월에 착색된 꽃봉오리가 약간 빠져나온 봉오리 상태의 절화 아이리스 'Blue Magic'을 구입하여 실험에 사용하였다. 모든 실험은 처리당 3꽃씩 4반복으로 수행하였다. 개화단계는 Kim 등(2009)의 방법과 같이 1-5단계로 정하여 조사하였다. 화경장을 35cm 남기고 재절단하여 몇가지 보존용액에 계속 침지처리하였다. 증류수, 3% sucrose(S) + 100mg·L⁻¹ hydroxyquinoline sulfate(HQS), 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50mg·L⁻¹ AgNO₃, 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50mg·L⁻¹ AgNO₃ + 100mg·L⁻¹ BA(동부지베렐린 수용제, 동부하이텍, 서울), 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 10μM cycloheximide(CHI), 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50μM CHI, 50% soda pop(사이다) + 50% tap water + 40mg·L⁻¹ NaOCl(유한락스 1mL·L⁻¹ 사용, 유한양행, 서울) 및 500mg·L⁻¹ ethephon(착색왕, 동부하이텍, 서울) 용액에 꽃아 계속 21℃ 항온실에 두면서 매일 절화수명, 개화단계, 생체중, 용액흡수량, 증산량, 수분균형 등을 조사하였다. 용액흡수량은 전날의 용기와 용액을 합한 중량에서 당일의 것을 뺀 후 자연증발량을 뺀 값으로 하였고, 증산량은 용기와 용액 및 절화를 합한 중량의 일별 감량에서 자연증발량을 뺀 값으로 하였으며, 수분균형은 용액흡수량에서 증산량을 뺀 값으로 하였다. 노화는 개화단계와 관계없이 일어나는데, 꽃잎의 끝이 말리고 위조되기 시작하는 날을 수명종료일로 정하였다.

한편 봉오리 상태의 실험재료를 물에 꽃아 화피 3장이 펼쳐진 3단계로 개화가 진전된 후에 화경장을 35cm 남기고

재절단하여 증류수, 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 10μM CHI 및 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50μM CHI 용액에 꽃아 계속 21℃ 항온실에 두면서 매일 절화수명, 개화단계, 생체중, 용액흡수량, 증산량, 수분균형 등을 조사하였다.

결과 및 고찰

여러 가지 보존용액이 봉오리 상태 절화 아이리스의 수명에 미치는 영향

절화수명은 증류수구에 비해 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50mg·L⁻¹ AgNO₃ + 100mg·L⁻¹ BA 및 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 10μM CHI와 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50 μM CHI 보존용액 처리에서 현저히 길었다(Table 1). 또한 50% soda pop + 50% tap water + 40mg·L⁻¹ NaOCl 처리와 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50mg·L⁻¹ AgNO₃ 처리구도 증류수구에 비해 1일 이상의 수명연장 효과가 있었다. BA를 함유한 보존용액은 절화수명을 연장시킬 뿐만 아니라 처리 후 4일째부터는 10μM CHI를 함유한 처리구보다 2배 이상 개화단계가 진전되어 완전한 개화를 이루었다. 아이리스의 개화를 유도하기 위한 개화촉진 보존용액으로는 BA를 함유한 보존용액이 적합한 것으로 보인다. 200mg·L⁻¹ HQS를 보존용액에 첨가했을 때 아이리스 절화에 나타나는 줄기 기부의 쪼그라드는 현상은 100mg·L⁻¹ HQS 처리구에서는 완전히 없어졌다. 그러므로 절화 아이리스용 보존용액을 만들 때에는 HQS의 농도를 100mg·L⁻¹으로 하는 것이 적합하다. '블루매직' 아이리스가 외생에틸렌에 민감한지를 알기 위해 처리한 500mg·L⁻¹ ethephon 처리는 절화의 노화를 촉진하나 처리후 즉시 노화가 진행되지는 않아 에틸렌에 아주 민감하지는 않은 것으로 보였다. 단백질 합성 억제제인 CHI를 함

Table 1. Effect of holding solutions on vase life and flower opening stage of cut 'Blue Magic' iris flowers harvested at bud stage.

Holding solutionz	Vase life (days)	Flower development and opening stage							
		Day0 ^w	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	Day7
DW (Distilled water)	5.0 d ^y	0.9 a ^x	1.9 abc	2.9 a	3.1 b	3.1 b	3.1 c	-	-
Sucrose + HQS	5.4 c	0.9 a	2.3 ab	3.2 a	3.3 b	3.5 ab	4.0 b	-	-
Sucrose + HQS + AgNO ₃	6.0 b	0.9 a	2.3 ab	3.1 a	3.2 b	3.5 ab	4.1 b	4.1 b	-
Sucrose + HQS + AgNO ₃ + BA	7.9 a	0.8 a	2.4 a	3.4 a	3.9 a	3.9 a	4.9 a	5.0 a	5.0 a
Sucrose + HQS + 10 CHI	8.0 a	0.8 a	2.0 ab	2.2 b	2.3 c	2.3 c	2.3 d	2.3 c	2.3 b
Sucrose + HQS + 50 CHI	8.1 a	0.8 a	1.5 bc	1.8 b	1.9 c	2.0 c	2.0 d	2.0 c	2.0 b
Soda pop +tap water + NaOCl	6.1 b	0.7 a	2.4 a	3.2 a	3.5 ab	3.8 a	4.4 ab	4.6 ab	-
Ethephon	4.1 e	0.7 a	1.2 c	1.8 b	2.0 c	-	-	-	-

^zConcentration of holding solution: sucrose, 3%; HQS, 200 mg·L⁻¹; AgNO₃, 50 mg·L⁻¹; BA, 100 mg·L⁻¹, 10 CHI, 10μM cycloheximide; 50 CHI, 50μM cycloheximide; soda pop, 50%; tap water, 50%; NaOCl, 40 mg·L⁻¹; ethephon, 500 mg·L⁻¹

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

^wDays after treatment.

유한 보존용액 처리는 노화를 지연시켜 절화수명을 현저히 연장시키는 효과를 보였으나 개화의 진전이 매우 더디어 거의 봉오리 상태로 노화되는 경향을 보여 관상가치가 떨어졌다(Table 1, Fig. 1). 따라서 아이리스는 어느 정도 개화가 진전된 상태에서 CHI를 처리하는 것이 절화수명 연장과 관상가치 향상에 효과가 있을 것으로 판단되었다. 한편 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50mg·L⁻¹ AgNO₃ + 100mg·L⁻¹ BA와 50% soda pop + 50% tap water + 40mg·L⁻¹ NaOCl 처리는 개화가 매우 빨라 완전히 개화된 후에 노화되었다(Table 1, Fig. 2).

생체중은 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50mg·L⁻¹ AgNO₃ + 100mg·L⁻¹ BA 보존용액 처리에서 가장 크게 증가되었으며 노화 시까지 계속해서 증가되었다(Fig. 2). 또한 3% S +



DW S+HQS S+HQS+AgNO₃ S+HQS+AgNO₃+BA Sucrose+HQS+10 CHI Sucrose+HQS+50 CHI Soda pop Ethephon

Fig. 1. Effect of holding solutions on senescence of cut 'Blue Magic' iris flowers harvested at bud stage. Photographed at 7 days after treatment.

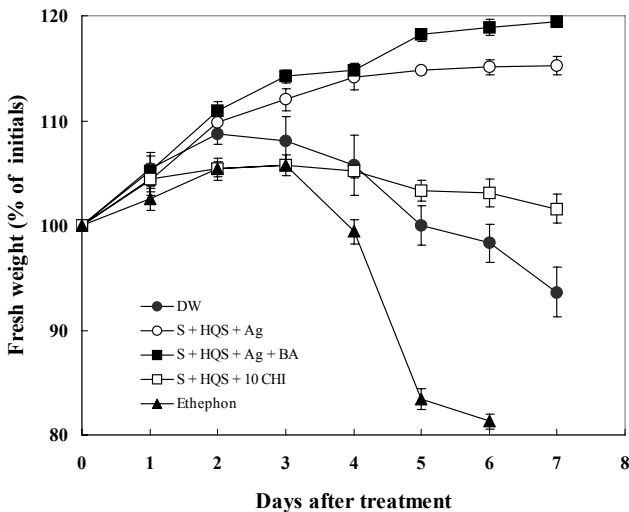


Fig. 2. Effect of holding solutions on fresh weight of cut 'Blue Magic' iris flowers harvested at bud stage. Vertical bars indicate standard errors (n = 12).

100mg·L⁻¹ HQS + 50mg·L⁻¹ AgNO₃ 보존용액에서도 노화 될 때까지 생체중이 계속 증가하였다. CHI를 함유한 보존용액 처리는 꽃의 발육이 거의 진전되지 않았기(Table 1) 때문인지 생체중의 증감이 거의 없었다. 용액흡수량은 증류수와 500mg·L⁻¹ ethephon 처리구가 다른 처리구에 비해 월등히 높았다(Fig. 3). 보존용액 중에서는 절화의 수명이 가장 길었던 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50mg·L⁻¹ AgNO₃ + 100mg·L⁻¹ BA 처리구에서 생체중이 가장 높은 편이었으며, 처리 후 날짜가 경과됨에 따라 점차로 감소하는 경향을 보였다.

증산량은 증류수와 500mg·L⁻¹ ethephon 처리구에서 다른

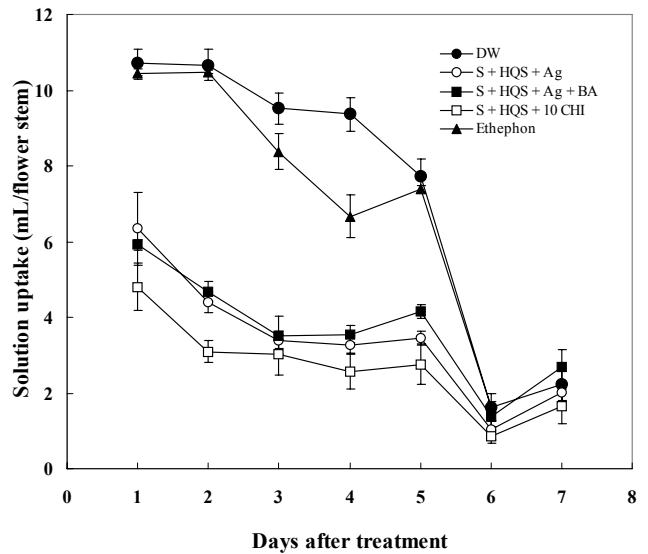


Fig. 3. Effect of holding solutions on solution uptake of cut 'Blue Magic' iris flowers harvested at bud stage. Vertical bars indicate standard errors (n = 12).

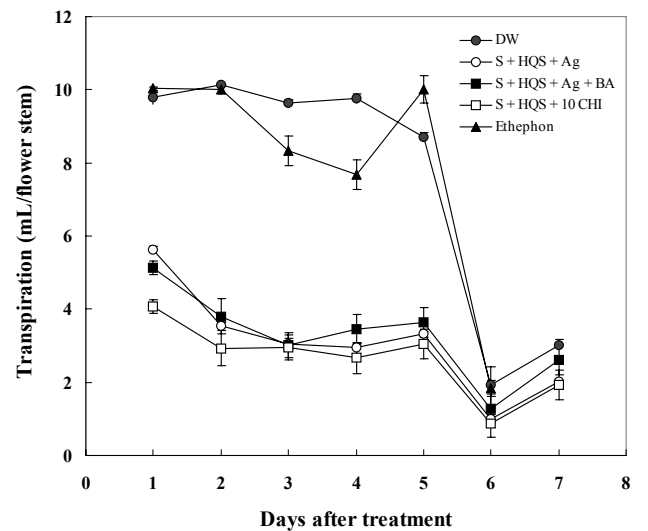


Fig. 4. Effect of holding solutions on transpiration of cut 'Blue Magic' iris flowers harvested at bud stage. Vertical bars indicate standard errors (n = 12).

보존용액 처리구에 비해 높았다(Fig. 4). 보존용액 처리구는 증산량이 현저히 낮았으며 노화 시까지 계속 감소되는 경향을 보였다.

절화의 수분보유력을 나타내는 수분균형은 보존용액 처리 후 3-4일까지는 +값을 보였으나 그 후에는 -값으로 나타났으나(Fig. 5), 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50mg·L⁻¹ AgNO₃ + 100mg·L⁻¹ BA와 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 10μM CHI 처리구는 비교적 늦게까지 수분균형이 다른 처리구보다 높은 편이었으며, 500mg·L⁻¹ ethephon 처리구는 3일후부터 현저히 낮은 -값을 보였다. 이렇게 -값으로 떨어지는 것은 증산량이 용액흡수량보다 높아 꽃이 시들기 시작하는 시점이라 할 수 있다. 수분균형이 -값을 보이는 시점과 생체중이 감소하는 시점은 거의 일치하며 수분균형이 -값으로 계속 감소되다가 다시 약간 증가하는 경향을 보였다. 이는 절화의 점차적인 노화로 인하여 생리적 활성이 감퇴되어 화판의 호흡이나 잎의 광합성으로 인한 증산량이 급격히 줄어들기 때문인 것으로 판단되었다(Marousky, 1972).

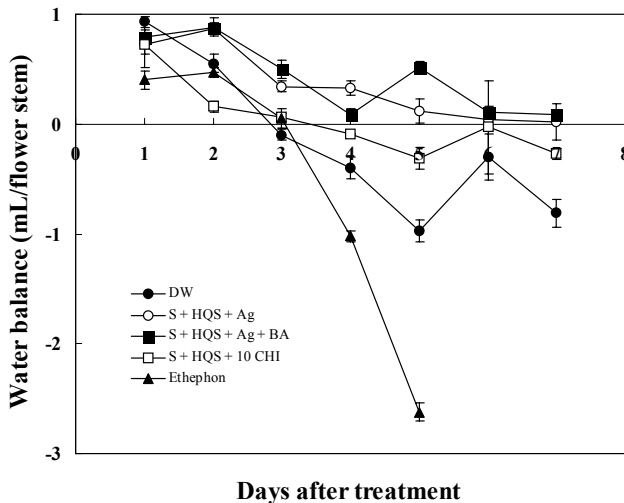


Fig. 5. Effect of holding solutions on water balance of cut 'Blue Magic' iris flowers harvested at bud stage. Vertical bars indicate standard errors (n = 12).

CHI가 함유된 보존용액이 반 개화된 절화 아이리스의 수명에 미치는 영향

앞에서 본 바와 같이 아이리스의 절화수명은 꽃봉오리 상태에서 수확하여 즉시 CHI에 처리하였을 때 증가되었으나 (Table 1) 노화 시까지 제대로 개화가 진전되지 않아 관상 가치가 낮은 단점이 있었다. 따라서 어느 정도 개화된 상태에서 CHI를 처리하면 개화도 잘되고 절화수명도 길어질 것으로 판단되어 개화단계 3단계의 것을 선택하여 CHI를 처리하였다. 꽃잎이 3개 벌어진 상태인 3단계에서 CHI를 함유한 보존용액에 계속 침지한 것은 증류수구에 비해 수명이 현저히 길었고(Table 2), 대부분 완전하게 개화된 후에 노화되었다(Table 2). 그러므로 절화 아이리스의 완전한 개화를 유도하고 수명을 연장하기 위한 CHI 처리는 개화가 어느 정도 진전된 상태에서 하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다. CHI의 농도는 50μM이 10μM보다 아이리스의 노화 지연에 더 효과적이었다(Table 2, Fig. 6). 또한 CHI를 함유한 보존용액 처리구에서는 아이리스의 화색이 변하면서 꽃잎 가장자리가 말리는 일반적인 아이리스의 노화현상이 훨씬 약하고 천천히 나타났으며, 노화되어 꽃잎이 마를 때까지 원래

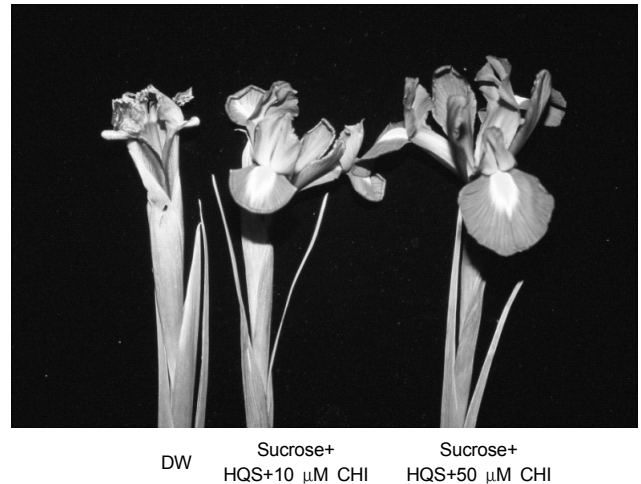


Fig. 6. Effect of cycloheximide on senescence appearance of cut 'Blue Magic' iris flowers treated at half-open stage. Photographed at 6 days after treatment.

Table 2. Effect of cycloheximide on vase life and flower opening stages of cut 'Blue Magic' iris flowers treated at half-open stage.

Holding solution ^z	Vase life (days)	Flower development and opening stage					
		Day0 ^w	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5
DW (Distilled water)	4.8 b ^y	2.7 b ^x	3.2 a	3.4 a	3.6 a	3.6 b	2.7 b
Sucrose + HQS + 10μM CHI	6.0 a	3.0 a	3.6 a	3.9 a	4.2 a	4.5 a	4.9 a
Sucrose + HQS + 50μM CHI	6.6 a	3.0 a	3.7 a	3.9 a	3.9 a	4.3 ab	4.8 ab

^zConcentration of holding solution: sucrose, 3%; HQS, 100 mg·L⁻¹; 10 CHI, 10μM cycloheximide; 50 CHI, 50μM cycloheximide.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

^wDays after treatment.

의 화색을 유지하였다.

생체중은 증류수 처리구가 1일 이후 급속히 감소되는데 비하여 CHI를 함유한 처리구는 2일 이후에 감소되었고 감소 속도도 완만하였다(Fig. 7).

처리 후 1일째 용액흡수량은 증류수구에서 CHI를 함유한 처리구보다 2.2배 정도 높았다. 50 μ M CHI를 함유한 처리구에서 10 μ M CHI를 함유한 처리구보다 흡수량이 더 적었다(Fig. 7). 따라서 CHI 농도가 높아질수록 흡수량이 적어진다 것을 알 수 있었다.

증산량은 흡수량과 거의 비슷하게 CHI를 함유한 처리구에서 증류수구에 비해 월등히 적었으며, 50 μ M CHI 처리구에서 더욱 낮은 편이었다(Fig. 8). CHI를 함유한 보존용액에서는 기공을 통한 증산량이 현저히 줄어들어 체내 저장 양분의 소모가 적어지고 생체중 역시 수확 시보다 무겁거나 같게 유지됨으로써 노화가 지연되는 경향이 있다는 Yamane와

Ogata (1995)의 보고와 일치하였다.

절화의 수분균형은 CHI를 함유한 보존용액 처리구에서는 감소 속도가 완만해져서 무처리구에 비해 높게 유지되는 경향이었다(Fig. 8). 특히 50 μ M CHI를 함유한 보존용액 처리구에서는 수분균형이 10 μ M CHI에 비해 더 늦게 -값으로 떨어졌다. 따라서 CHI 농도가 높을수록 수분균형이 +값을 유지하는 것을 알 수 있었다.

CHI는 단백질합성억제제로서 원추리(Bieleski와 Reid, 1991; Lay-Yee 등, 1992), 글라디올러스, 수선, 아이리스 등의 개화와 노화를 억제하는 것으로 보고되었는데(Jones 등, 1994), 본 실험에서도 동일한 결과를 나타냈다. CHI는 de novo protein 합성을 억제하므로써 봉오리의 발육 및 개화, 꽃잎 위조 및 노화 등을 지연시키는 것으로 알려지고 있다(Jones 등, 1994). 또한 본 실험에서 CHI 처리는 절화의 수분균형을 좋게 함으로써 노화억제와 수명연장에 기여한다. 그러나

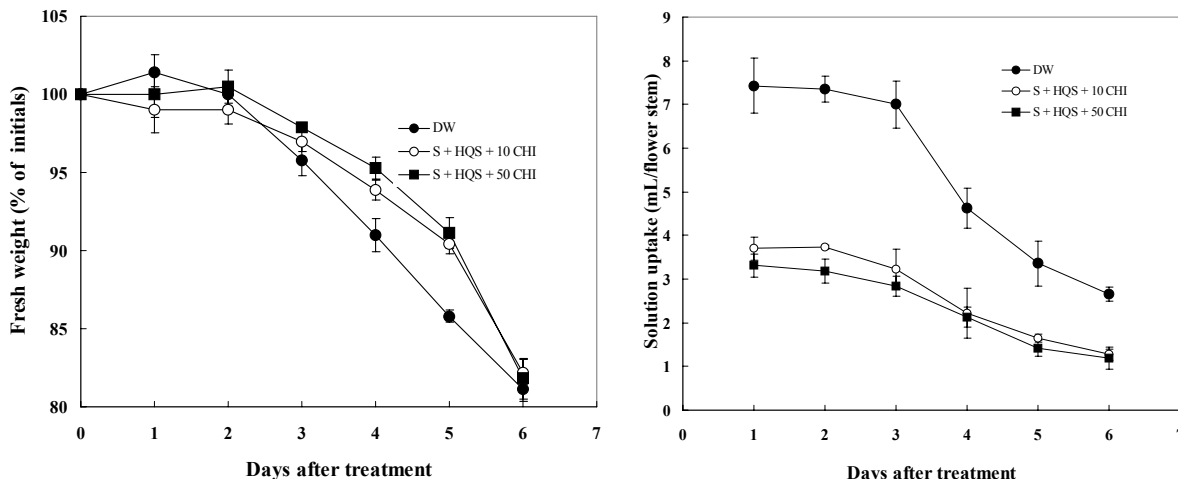


Fig. 7. Effect of cycloheximide on fresh weight and solution uptake of cut 'Blue Magic' iris flowers treated at half-open stage. Vertical bars indicate standard errors (n = 12).

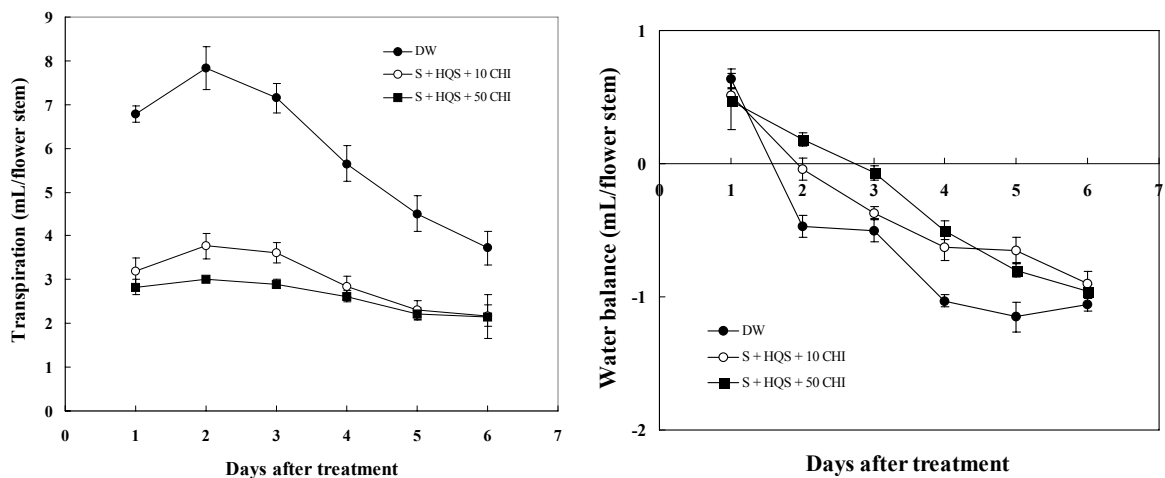


Fig. 8. Effect of cycloheximide on transpiration and water balance of cut 'Blue Magic' iris flowers treated at half-open stage. Vertical bars indicate standard errors (n = 12).

CHI는 봉오리의 발육과 개화를 현저히 억제하므로 봉오리 상태의 아이리스에 처리하면 개화가 진전되지 않아 설사 노화가 매우 늦어진다 해도 관상가치가 낮아서 바람직스럽지 못하였다.

그러므로 CHI 처리는 어느 정도 개화가 진전된 꽃에 처리하는 것이 좋을 것으로 판명되었으며, 본 실험의 결과, 50 μ i 절화 아이리스의 정상적인 개화 및 노화지연과 수명연장에 적당한 CHI의 농도인 것으로 판단되었다. 한편 절화보존제의 살균제로 많이 사용되는 HQS의 농도가 200mg·L⁻¹ 정도가 되면 이 용액에 침지된 절화 아이리스의 줄기가 쪼그라들고 가늘어지는 현상이 나타나 문제점으로 보고되었으나 100mg·L⁻¹에서는 그런 현상이 나타나지 않아서 HQS의 농도는 100mg·L⁻¹ 정도가 적당한 것으로 판단되었다.

초 록

본 연구는 절화 아이리스 ‘블루매직’의 수명에 미치는 cycloheximide(CHI)와 보존용액의 효과를 알기 위해 실시하였다. 아이리스의 절화수명은 증류수에 비해 3% sucrose (S) + 100mg·L⁻¹ HQS + 50mg·L⁻¹ AgNO₃ + 100mg·L⁻¹ BA 또는 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 10 μ M CHI, 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50 μ M CHI 처리구에서 현저히 길었다. 200mg·L⁻¹ HQS를 보존용액에 첨가했을 때 나타나는 줄기 기부의 쪼그라들 현상은 100mg·L⁻¹ HQS 처리 시 완전히 없어졌다. 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50mg·L⁻¹ AgNO₃ + 100mg·L⁻¹ BA 처리는 절화수명, 생체중, 수분균형, 개화에 가장 효과적이었다. 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 10 μ M CHI, 3% S + 100mg·L⁻¹ HQS + 50 μ M CHI 보존용액 처리시 용액흡수량과 증산량은 낮았으나 수분균형은 높았다. 반개화 상태에서 수확한 아이리스에 CHI 처리는 노화를 지연시켰고 절화수명도 현저히 증가시켰다. 봉오리 단계의 아이리스에 CHI를 함유한 보존용액을 처리하면 개화가 잘 이루어지지 않으나, 꽃잎이 벌어진 상태에서 CHI를 함유한 보존용액 처리를 하면 개화가 완전하게 이루어졌다.

추가 주요어 : BA, 반개화, HQS, *Iris hollandica*, 수분균형

- Bieleski, R.L. and M.S. Reid. 1991. Physiological changes accompanying senescence in the ephemeral daylily flower. *Plant Physiol.* 98:1042-1049.
- Dilley, D.R. and W.J. Carpenter. 1975. The role of chemical adjuvants and ethylene synthesis on cut flower longevity. *Acta Hort.* 41:117-132.
- Doss, R.P. 1986. Preliminary examination of some factors that influence the vase life of cut bulb flowers. *Acta Hort.* 177: 655-662.
- Jones, R.B. and M. Hill. 1993. The effect of germicide on the longevity of cut flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:350-354.
- Jones, R.B., M. Serek, C.-L. Kuo, and M.S. Reid. 1994. The effect of protein synthesis inhibition on petal senescence in cut bulb flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:1243-1247.
- Kim, Y.A., J.S. Lee, and J.H. Lee. 2009. Effect of silver thiosulfate pretreatment and holding solution on vase life of cut ‘Blue Magic’ iris flowers. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:420-425.
- Paulin, A. 1975. Action exercée sur le métabolisme azoté de la fleur coupée d’*Iris germanica* L. par l’apport exagéré de glucose ou le cycloheximide. *Physiol. Vég.* 13:501-515. Quoted from Halevy A.H. and S. Mayak. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers-Part2. *Hort. Rev.* 3:59-143.
- Lay-Yee, M., A.D. Stead, and M.S. Reid. 1992. Flower senescence in daylily (*Hemerocallis*). *Physiol. Plant.* 86:308-314.
- Lukaszewski, T.A. and M.S. Reid. 1989. Bulb-type flower senescence. *Acta Hort.* 261:59-62.
- Marousky, F.J. 1972. Water relation, effects of floral preservative on bud opening and keeping quality of cut flowers. *HortScience* 7:114-116.
- Mayak, S. and A.H. Halevy. 1971. Water stress as the cause for failure of flower bud opening in iris. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96:482-483.
- Nichols, R. 1978. Cycloheximide and senescence of bulb flowers. *Annu. Rpt. GCRI Littlehampton* 1977. p. 60-61. Littlehampton, U.K.
- Nowak, J. and R.M. Rudnicki. 1990. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants. Timber Press, Portland, Oregon.
- Song, J.S. and H. Harkema. 1995. Water balance and vase life of cut iris flowers as influenced by cycloheximide and some plant growth regulators. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36:900-906.
- Van Doorn, W.G., D. Zagory, Y. DE Witte, and H. Harkema. 1991. Effects of vase-water bacteria on the senescence of cut carnation flowers. *Postharvest Biol. Technol.* 1:161-168.
- Yamane, K. and R. Ogata. 1995. Effects of cycloheximide on physiological parameters of gladiolus florets during growth and senescence. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 64:411-416.