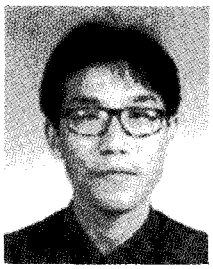
젖소의 여름나기 I



김 현 섭
축산연구소 낙농과 과장

1. 서 론

우리나라 여름철 기후는 고온 다습하여 홀스타인 젖소의 생활 적온을 넘어 고온스트레스를 받는 27℃ 이상되는 날들이 30일 이상으로 여름철 사양관리는 낙농가에게 매우 중요한 문제이다. 특히, 올 여름은 미 우주항공국(NASA)에 의하면 1880년 기상관측이 시작된 이래 사상 최고의 불볕더위가 될 가능성이 크다고 예보하였다. 젖소는 원산지가 북 유럽지역으로 추위엔 어느 정도 강하지만 더위, 특히 우리나라 여름철과 같이 습도가 높은 고온 다습한 환경에서는 매우 취약한 특성을 가지고 있음은 낙농가들께서도 이미 알고 있으리라 믿는다.

젖소에게 고온스트레스는 생산성과 번식률 저하를 일으키는 요인 중의 하나이다. 이러한 손실은 산유량 감소, 공태기간 증가, 수태당 종부회수 증가 등의 피해가 나타난다. 인간이 임의대로 기후를 조절할 수는 없다. 따라서 인간이 조절할 수 없는 약간의 고온스트레스는 피할 수 없지만 그러나 만약 적절한 관리가 따라준다면 고온스트레스에 의한 피해는 최소화 할 수 있다. 따라서 본고에서는 여름철 젖소의 고온스트레스의 징후와 고온스트레스 피해를 최소화 할 수 있는 여러 가지 방안에 대하여 살펴보고자 한다.

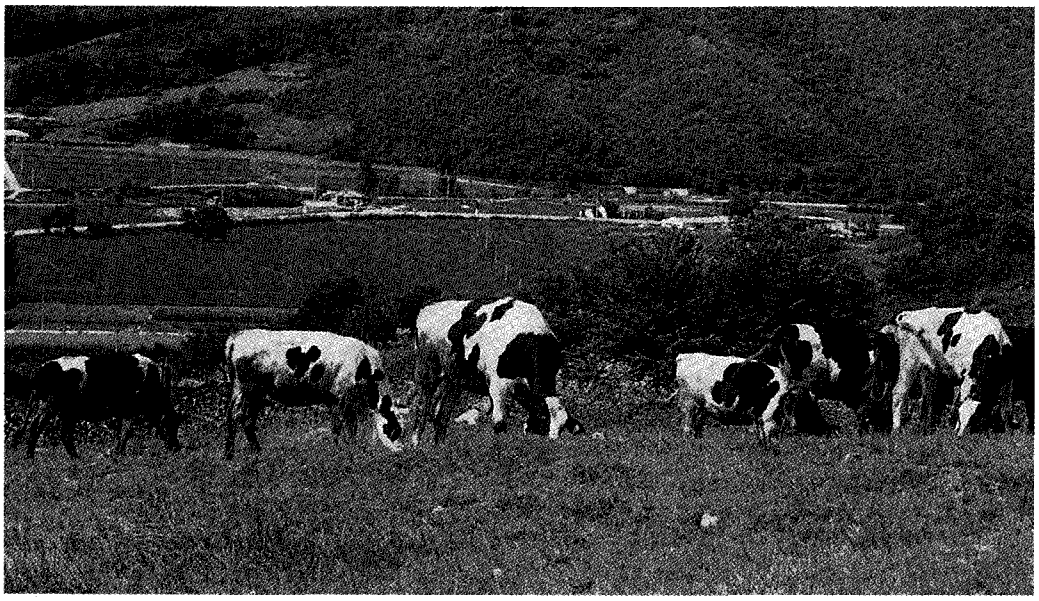
2. 고온기 젖소의 생리적 반응

젖소의 이상적인 대기온도는 5~21.6℃F이며 25℃이상의 대기온도 하에서는 젖소는 피부표면 및 호흡기관을 통하여 체내의 열을 몸 밖으로 발산하여 열을 내리기 위해서는 에너지를 반드시 필요로 한다. 대기온도가 점차 증가함에 따라 젖소는 적절하게 자기 몸의 열을 내리는 것이 더욱더 어려움에 직면하게 된다. 특히, 고능력우는 많은 사료섭취량 때문에 고온스트레스에 더 민감한 반응을 나타낸다. 이 결과로 인해 다음과 같은 역의 효과가 야기된다.

〈표 1〉 소의 적정온도 범위와 생산성 임계온도

(단위 : ℃)

품 종	생활적온	생산성 임계온도	
		하한온도	상한온도
비육우			
젖먹이 어린송아지	13~25	5	30~32
육성우, 번식우	4~20	-10	32
비육우	10~20	-10	30
홀스타인	0~20	-13	29
저어지	5~24	-5	27



① 건물섭취량 감소 : 7~12%
② 산유량 감소 : 20~30%
※대기온도가 32.2℃ 일때 일일 산유량이 4.5~11.3kg이 감소

③ 분만 예정 3개월이 고온기일 경우 임신우은 생시 체중이 적은 송아지를 분만하고 분만 후 많은 대사성질병이 발생한다. 산유량 또한 12% 정도 감소하고 발정기 동안 적은 활동(운동), 난포활력 감소 및 초기 배사멸 등으로 임신율이 떨어진다.

④ 고온스트레스는 난산, 분만우의 지방간, 유방염 뿐만아니라 백신접종시 부작용을 유발하여 유산 및 사망의 원인이 되기도 한다. 고온스트레스는 산독증 및 CO3(중탄산 이온)의 과도한 배설 등으로 젖소의 부제엽 발생을 촉진하는 매개작용을 하게 된다.

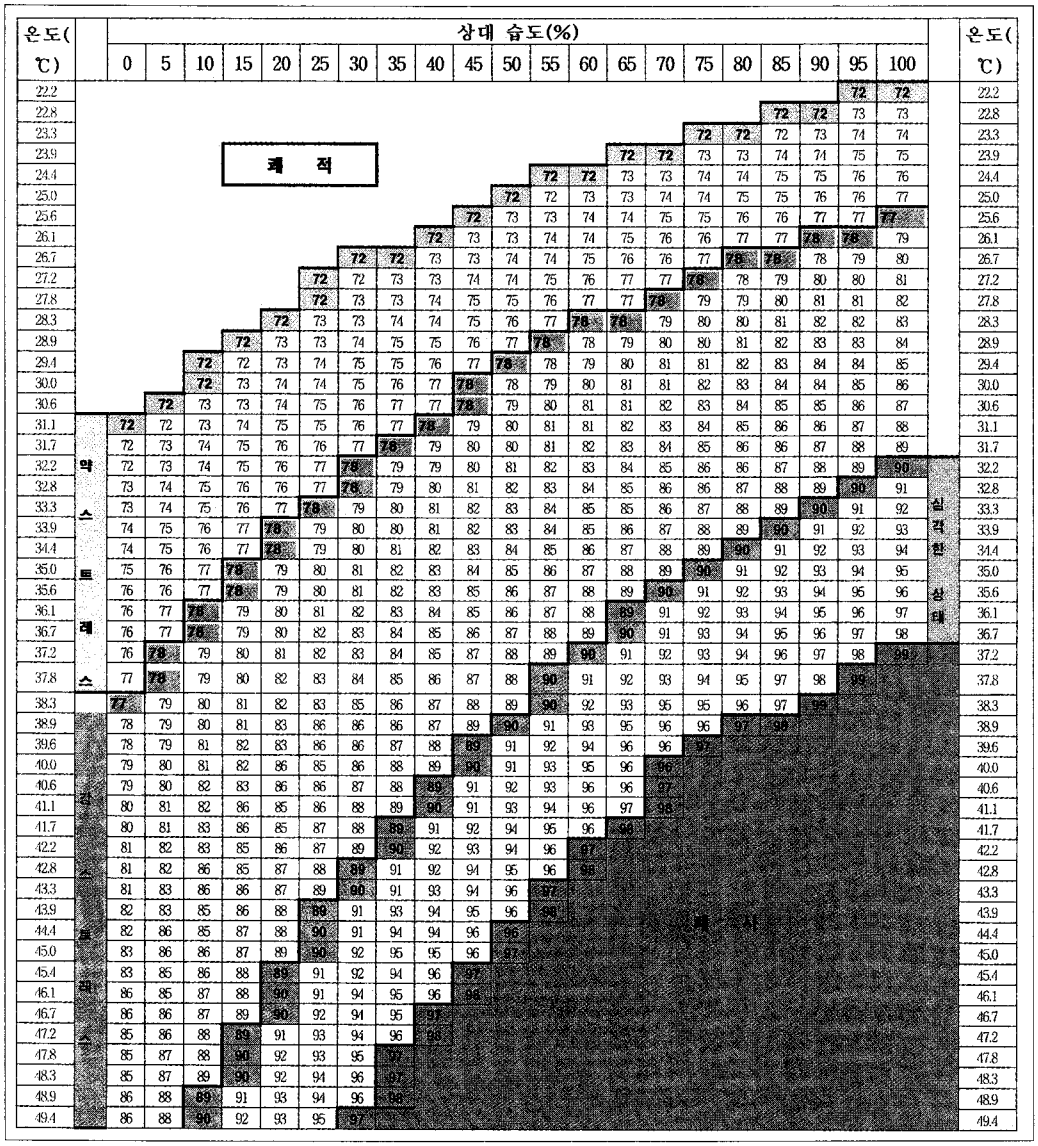
⑤ 고온스트레스를 받은 젖소는 사료 섭취 회수가 감소하고, 대기온도가 내려갈 때 사료를 갑작히 많이 섭취하여 부제엽의 주 원인인 산독증이 일어나기 쉽다.

⑥ 대기온도가 올라감에 따라 입을 열고 호흡을 하는 헐떡임으로 호흡율이 증가한다. 이로인하여 젖소는 몸밖으로 이산화탄소를 빨리 배출하므로서 호흡 알카리증(respiratory alkalosis) 상태가 된다. 체내 균형을 유지하기 위해서 오줌으로 중탄산이온의 배설량이 증가되며 이 결과로 타액 내 중탄산염 총량이 감소하여 반추위의 완충능력이 저하 된다. 이로 인하여, 발굽 기저부에 궤양(sole ulcers) 있는 부제엽(lameness)이 젖소가 고온스트레스를 받은 후 몇 주에서 몇 개월 이내 증상이 나타날 수 있다.

3. 왜 젖소에게 여름철 고온이 문제인가?

우리나라 여름철인 6~8월의 고온기 때에는 더위로 인한 스트레스로 젖소의 사료 섭취량이 감소하여 생산성이 저하되는데 이를 보완해줄 종합적인 영양조절급여 기술이 미흡한 실정이다. 앞서 언급한 바와

〈그림 1〉 온습도지수(THI)에 따른 스트레스 정도



같이 일반적으로 알려진 바로는 여름철 기온이 27℃ 이상되는 고온기에는 사료섭취량이 7~12% 감소하고, 산유량도 20~30% 정도 감소한다. 특히, 고온기 때는 땀과 호흡으로 배출되는 광물질(Na, K)의 양이 많기 때문에 별도의 양이온 광물질 급여가 필수적이라고 알려져 있다. 또한, 고온 스트레스시 저하되는 면역 및 대사작용를 증진시켜 줄 수 있는 사료급여가 요구된다. 이러한 이유로 젖소에게 여름철 고온환경을 잘 극복해 주지 않으면 심각한 생산성 저하로 낙농가의 경제적 손실을 초래하게 된다.

4. 고온스트레스 지수 계산

가. 온습도지수(Temperature-Humidity Index, THI)

온습도지수는 불쾌지수라고 표현되기도

〈표 2〉 젖소의 음수 요구량

품종 및 성장단계별	월령 또는 유생산량	리터/일[2]
홀스타인 송아지	1개월령	4.9~7.6
	2개월령	5.7~9.1
	3개월령	7.9~10.6
	4개월령	11.3~13.2
홀스타인 육성우	5개월령	14.4~17.4
	15~18개월령	22.3~26.8
	18~24개월령	27.6~36.3
홀스타인 착유우	13.6kg/일	54.9~64.4
	27.2kg/일	90.7~102.1
	36.2kg/일	143.6~158.8
	45.3kg/일	181.4~196.6
건유우	임신, 6~9개월	34.0~49.1

※ [1] Adams, R.S. 1986. Water Quality for Dairy Cattle. Pennsylvania State University
[2] 물 섭취량의 고 수준은 모든 건초사료(건물함량이 80% 또는 그 이상)에 적용된다

한다. 즉 온도와 습도의 상관관계를 이용하여 지수식에 의한 계산을 통해 수치로 나타낸 것으로 외국에서는 가축의 고온스트레스를 추정하는 지표로서 널리 이용되고 있다. 온습도지수를 구하는 식은 다음과 같다.

☞ **온습도지수=(0.8×온도)+[상대 습도×(온도-14.4)]+46.4**

상기 식에 의해 계산한 값이 72이상부터 젖소는 고온스트레스를 받기 시작하며, 76 이상이면 산유량이 현저하게 감소한다.

특히 〈그림 1〉에서 보듯이 가축에게 3종류의 온도-습도대가 관심의 대상이다.

○예를 들면, 대기온도가 23.9℃, 26.7℃ 및 29.4℃이고 이때 상대습도가 각각 80℃, 65℃ 및 40%이면 THI가 72이상이 되어 젖소는 고온스트레스를 받기 시작한다.

○그리고 만약 대기온도가 26.7℃이고 상대습도가 100%일때, 대기온도가 32.2℃ 이고 상대습도가 50%이면 심한 고온 스트레스를 받아 호흡이 약해지고 땀을 많이 흘리게 되며 산유량이 10%이상 감소한다.

○그리고 대기온도가 32.2℃이고 상대습도가 100%, 대기온도가 37.8℃이고 상대습도가 60%이상이 되면 젖소는 매우 심한 고온스트레스를 받게 된다. 이러한 환경하에서는 젖소는 입을 열어 놓고 헐떡이고 체온이 상승하고 산유량이 25%감소하게 된다.

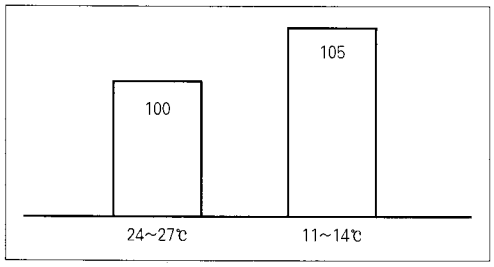
○ 그리고 소에게 치명적인 범위는 온도 37.8℃와 80%의 습도이다.

◇ 고온스트레스를 받은 젖소는 다음과 같은 증상을 보인다.

①그늘을 찾으며 물을 마시거나 사료을 섭취하기위해 그 장소를 떠나지 않는다.
②물 섭취량이 증가 한다.
③누워 있기보다는 서서 있다.
④사료섭취량이 감소한다.
⑤호흡율이 증가 한다.
⑥체온이 증가 한다.
⑦타액 생산이 증가 한다.

○ 고온 스트레스를 줄일 수 있는 가장 실질적인 방법은 그늘, 환기 및 쿨링으로

〈그림 2〉 가축에 급여하는 물의 온도와 산유량



젖소가 모여 있고 열노출(heat exposure)에서 줄일 수 있는 장소는 계류장, 사료조 및 휴식장이다. 그러나 우리는 우선 고온 스트레스를 줄일 가장 중요한 일은 적합한 물을 마실 수 있도록 하는 것이다.

○ 고온기 때 젖소를 서늘하게 해주므로써 최고 비유기의 일일 산유량을 약 4kg 더 많이 생산하게 된다. 일반적으로 젖소의 최고 비유기동안 0.45kg 우유를 더 많이 생산하게 되면 비유기 전기간 동안 100~110kg의 유량이 더 많게 된다.

○ 따라서 고온기 동안 젖소를 휀이나 분무장치 등을 설치하여 서늘하게 해주면 전 비유기 동안 유량이 약 900kg 더 많이 생산할 수 있다.

5. 물

젖소에 대한 더위의 영향을 감소시키는 많은 방법들이 소개되고 있다. 젖소가 고온 스트레스동안 호흡 및 땀으로 열을 발산하기 위해서는 물 섭취량이 증가 되어야 한다. 물 섭취량은 거의 50% 정도 증가된다. 따라서 만약 물 공급이 충분하지 못하거나 고온 스트레스가 심할 경우 우유 합성에 사용될 물이 열 발산을 위한 대사과정에 사용된다. 이로 인해 산유량이 감소하게 된다.

여름철 목장에서 고려해야할 중요한 한 가지 요점은 소들이 이용할 수 있는 물의 양을 증가시키는 것이다. 전문가들은 소 20두당 하나의 급수기를 가지도록 추천하고 있다. 그러나 이것도 극심한 더위 스트레스하에 있을 때는 충분하지 않다. 기온이 30℃ 이상 올라가게 되면, 채식장 가까이에 추가적으로 물을 먹을 수 있는 급수원을 설치해 주는 것이 바람직하다. 물 소비량을 증가시킬 다른 방법은 물을 시원하게 해서 급여하는 것이다. 한 실험 결과에 의하면 소들에게 급여하는 물 온도가 27.8℃에서 보다 10℃일 때 물 소비량이 증가하였다고 하였다. 그러나, 추가 생산되는 우유의 수익과 물을 냉각시키는 비용이 같거나 많아야 한다. 매일 급수조를 정기적으로 깨끗하게 하여 소들의 입에서 떨어지는 사료 부스러기 등으로 인한 부패가 일어나지 않도록 해야 한다. 만약 목표가 최대 섭취량이라면, 시원한 지역에서 물과 사료를 이용할 수 있도록 주변 환경을 만들어 주어야 한다. 〈표 2〉은 젖소의 성장단계별로 필요한 음수 요구량을 표시한 것이다.

고온스트레스를 줄이기 위해서는 물 섭취량이 매우 중요한데 다음은 물 섭취량을 높이기 위한 조치 사항이다.

① 그늘 밑에 급수장치를 설치 할 것
② 착유 후 즉시 젖소가 물을 마실 수 있도록 한다
③ 충분한 급수 면적을 제공 :
- 1개 우군(20두)마다 2개 급수기 설치
- 분당 적어도 11~19 리터의 물이 공급되는 급수기 설치 : 젖소는 1시간당 약23 리트의 물을 섭취
- 수조의 깊이는 적어도 약 7.6cm 유지
- 수조는 두당 최소한 600㎠의 면적이 필요
④ 수조를 깨끗이 유지 : 수조를 1주일마다 1회 소독 및 수초(algae)를 제거하기 위해 염소액으로 소독

〈표 3〉 환풍기별 환경비교(오후2시 기준)

구 분	우사 외	처 리 별		
		무 송 풍	사각(45°)송풍	수직(90°)송풍
기온(℃)	27.9	27.8±0.1	27.0±0.2	26.8±0.2
상대습도(%)	66.0	68.8±1.0	68.5±1.1	68.3±1.4
풍속(m/sec) 1.5m	0.63	0.54±0.1	0.68±0.3	0.76±0.3
상면	-	0.43±0.2	0.79±0.4	1.02±0.3
깔짚상 온도(℃)	-	28.5±0.8	28.2±1.1	27.7±1.8
조도(1000Lux)	60.5	19.9±8.5	19.6±9.2	19.7±9.6
소음(db)	54.8	56.9±1.4	62.0±4.6	65.8±4.4
분진량(cpm)	38.2	35.5±0.8	35.8±0.5	37.3±2.2
유해가스(ppm)				
CO2	미조사	425±117	367±68	375±69
nh3	〃	0	0	0

※환경조사는 4회 조사(시험 개시시, 시험개시 30일, 60일, 90일) 평균치임. Mean±S.D

〈표 4〉 송풍시 젖소의 생리 변화 및 생산성 변화

구 분	무 송 풍	송 풍
호흡수(회/분)	99.7	85.9
직장온도(℃)	39.4	39.1
Cortisol 농도(㎍/d *l*)	0.27763	0.01541
일 평균 산유량(kg/두)	20.47	23.56
총 산유량(kg/en/92일)	1,883(100)	2,167(115)

6. 공기의 흐름

우사내 공기 흐름을 증가시켜주는 것도 고온스트레스를 줄일 수 있는 중요한 요소이다. 우사내 모든 부분에서 자유롭게 공기의 흐름이 가능하도록 만들어 주어야 한다. 공기의 흐름을 증가시키기 위해서는 두가지 방법이 있다. 하나는 송풍기를 설치하여 강제적으로 공기 흐름을 증가시키는 것이고, 다른 하나는 우사내 모든 면을 개방하여 자연적인 공기흐름을 원활히 하는 것이다. 아직까지 많은 우사가 벽면이 있는 계류식 우사이고, 개방식 우사라고 하더라도 사료포대나 건초 등을 쌓아 놓은 곳도 많아 공기의 흐름을 막는 경우도 많다. 이 경우, 공기의 흐름을 증가시키기 위하여 사료포대나 건초 등을 치워 주고, 송풍기를 설치하는 것이 필요하다. 바람은 여름철에는 체온의 열을 발산시켜 시원하게 해주고 겨울철에는 찬 느낌을 주지만 축사 안의 먼지나 불결해진 공기를 환기시켜 신선한 공기로 바꿔주는 중요한 역할을 한다. 특히 여름철 고온기의 바람은 소의 체열을 방산시켜 체온의 상승을 억제해 주는 효과가 있기 때문에 축사 안에 약간의 바람을 송풍시켜도 체감온도 저하에 효과가 있다. 고온시 온도와 송풍에 의한 온도변화를 보면 외기 온도가 34℃이고 바람이 전혀 불지 않을 때는 소의 체온이 31.8℃이나 바람이 초당 1.5m로 불때는 30℃로 낮아졌다는 시험결과도 있다.

또한, 축산기술연구소에서 시험한 〈표 4〉의 결과에 따르면, 오후 2시 기준으로 측정

〈표 5〉 그늘막 설치가 젖소의 번식능력에 미치는 효과

항 목	그늘막 설치	그늘막 없을 때
종부회수	54	75
임신율(%)	44.4	25.3
태아사망수	0	2

〈표 6〉 여름철 더위 방지시설 이용효과

구 분	운 동 장	그늘막 설치	단열 지붕
사료섭취량 (DM, kg/일/두)	14.4	15.9	17.3
산유량 (FCM, kg/일/두)	16.3	18.7	19.4

* 외기온도 : 27.4 ℃.

한 젖소의 호흡수, 직장온도 및 스트레스 지표로 활용할 수있는 호르몬인 코티졸(Cortisol) 농도가 무송풍구에 비해 송풍구가 낮았음을 보여주고 있으며, 총 산유량도 무송풍구에 비해 송풍구가 15% 높았음을 보여주고 있다.

7. 그늘막 설치

피서림이 고온 스트레스를 줄이기 위한 가장 좋은 방법이지만 집약적인 사육형태에서는 그리 쉽지 않다. 만약 자연적인 그늘이 불가능하다면 인공 그늘막이 필요하다. 만약 젖소가 인공 피서 구조물하에 있다면 구조물의 개방 옆면 벽은 남동방향이 바람직하다. 프리스톨 우사의 벽은 공기의 이동을 최대로 하기 위하여 개방형이 바람직하며, 공기의 흐름을 막는 장애물이 벽으로부터 최소한 약 15m 이내엔 없어야 한다. 젖소 두당 그늘 면적은 5.6m^{2}이 적당하며 만약 소들이 여름동안 바깥 운동장에 있다면, 낮 동안 직접적인 햇빛을 받지 않도록 그늘을 제공해야 한다. 가능하다면 나무 그늘이 우수하다. 그러나 자연적인 그늘을 이용할 수 없다면 그늘막을 만들어 주는 것도 좋은 방법이다. 채식장 지역에 그늘을 만들어 주는 것은 사료섭취량을 증가시킬 것이다.

〈표 4, 5〉은 여름철 더위방지 시설에 대한 효과를 비교 시험한 결과이다. 그늘막 없이 운동장에 있는 소들에 비해 그늘막을 설치하였거나 단열 지붕이 있는 경우, 번식효율, 사료 섭취량 및 산유량이 증가 하였음을 알 수 있다.

젖소는 매 착유시 1시간 이상 계류장에 머물어 있지 않토록 해야 한다. 차광막 천(shade cloth)은 햇빛 차광을 30~90% 가능하며 천 재질은 다양하지만 가장 일반적인 재질은 80% 빛을 차광하는 폴리프로필렌으로 만든 것이다. 천으로 만든 차광막은 단단한 지붕 재질보다는 가격은 저렴하지만 태양 복사열을 차단하는 효과가 떨어진다. 하지만, 잘 시공하면 최소한 5년이상은 사용이 가능하다. 여하튼, 농가에서 차광 구조물로부터 최대 효과를 얻기 위해서는 사조 및 음수조 위에 차광막을 설치하는 것이 좋다.

〈필자연락처 : ☎ 041-580-3380〉