

동절기 목이버섯 재배를 위한 수자원 절약 난방기술

오호영* / 새암농장 대표

이미영 / 새암농장 대표

연구 필요성

목이버섯은 특유의 맛과 향, 식감이 좋으며 버섯 중에서 저장성이 좋은 편이지만, 화학첨가물 없이 자체 생산한 ‘목이버섯 피클’은 유통과정에서 1~2개월 만에 물러 버린다. 그런데 늦가을에 버섯재배사의 관수 타이머를 잘못 설정하면서, 이 문제를 해결할 수 있는 실마리를 찾았다. 보통 목이버섯은 성장 적정온도인 15~25℃에 물을 주어야 하지만 한 달가량 하루 중 가장 기온이 낮은 새벽에 관수 되었는데, 목이버섯의 성장은 더뎠지만, 오히려 육질이 단단하고 귀 형태가 아닌 열매처럼 동그랗고 두텁게 자란 것을 확인했다. 동절기에 자란 목이버섯으로 피클을 만들어보니 6개월가량 물러지지 않고 식감이 유지되었다. 또한, 비타민D 함유량은 약 7배, 식이섬유 함유량은 약 3배가량 일반적인 목이버섯보다 높다는 것도 확인했다.

이에 착안하여 일반적인 목이버섯 재배 기간(3~11월)이 아닌 동절기(12~2월) 목이버섯 재배기술을 연구해 왔다. 동절기 목이버섯은 더디게 자라는 특성과 제한된 환경으로 재배 기간 대비 소량(연 300kg/3.3a(100평)) 생산되어 생산량 증대를 위

* 오호영(giftman75@hanmail.net): 경기도 용인시에서 친환경(무농약) 목이버섯을 재배하고 있다. 재배기술, 저장기술, 가공기술을 개발하고, 특허등록 및 출원하였으며 특히 국내산 목이버섯의 재배 및 소비 활성화를 위해 가공기술 개발에 노력하고 있다.

해서는 난방이 필요하다. 그러나 난방비가 농가에게는 큰 부담이기에 최소한의 난방으로 운영 가능한 기술을 개발하고자 한다.

동절기에도 별이 좋으면 비닐하우스 내부온도가 15~18℃를 유지하므로 그때 물을 주어 목이버섯 생장이 가능하나 일몰 후 기온이 영하로 떨어지면 목이버섯 조직 사이의 수분이 팽창하여 조직이 찢어져 사멸하거나 상태가 현저하게 나빠진다. 이를 방지하기 위해서는 최소 0℃의 온도를 유지해야 한다.

난방비 지출은 줄이면서 영상의 온도로 유지할 방법으로는 수막 재배가 대표적이다. 그러나 수막 재배는 수량 부족 및 지하수 자원고갈, 과습한 환경, 수압 등의 문제로 인한 결빙 등의 문제가 있다(농촌진흥청 원예연구소, 2007). 또한, 도입을 위한 설치비용과 지하수량 부족으로 인해 이웃 농가와 마찰도 걸림돌이 된다. 실제로 신규 농지를 취득하는 과정에서 주변 농가에게 가장 많이 들은 질문이 수막재배 여부였다. 비단 우리 지역뿐 아니라 우리나라 수막 재배 면적은 10,843ha로 전국 경지면적(1,691,000ha, 2014년 기준)의 0.64%에 불과하지만, 수막 재배 농가가 사용하는 지하수 양은 6.9억m³(2010년 기준)로 연간 농업용 지하수 사용량의 40%에 달한다(한국지질자원연구원, 2016).

수량 보전과 확보를 위한 대류순환식 수막재배도 있으나, 초기 설치 비용(추가관정 설치 또는 온도회복 시설 설치)이 200평 기준(1동)으로 3,800만 원¹⁾정도 소요되어 소농에게는 문제 해결 방안이 될 수 없다고 판단하여 영상의 온도를 유지할 새로운 방식을 연구하였다.



[그림 1] 수막 대체형 난방기술

1) 비닐하우스 설치비용 400만 원, 순환식 수막시설 설치비용 400만 원, 신규관정 설치비용 3,000만 원으로 특히 관정은 1동이나 10동이나 비용에 차이가 없다.

연구 방법 및 내용

본 연구는 비화력 난방으로 탄소 발생과 무분별한 수자원 이용을 줄이고, 비용을 절감하며, 병해 예방이 가능한 난방시스템을 구축하는 데 목적이 있다. 구체적으로 겨울에도 평균 수온이 15℃ 내외인 지하수와 냉온수 방열기(팬코일 유니트, 이하 팬코일)를 이용한 난방 방안을 구상했으며 아래와 같이 목표를 설정하였다.

첫째, 지하수로 데워진 바람을 이용하여 버섯 생육에 도움을 줄 것, 둘째, 지하수 온도를 활용하여 하우스 온도를 영상으로 유지할 것, 셋째, 다수의 제한된 관수라인과 양조절 등으로 지하수 사용량을 대폭 절감할 것 등이다.

따라서 팬코일 가동 여부에 따른 실내외 온도 비교와 효과를 분석하고, 추가로 동절기 목이버섯 품질 및 영양성분을 제시한다.

팬코일은 코일이나 송풍기, 공기 거르개(에어 필터) 등을 하나로 케이싱하여 냉온풍을 불게 하는 공조(공기 조화) 장치를 말한다. 실내에 냉온수 배관과 전기 배선을 하면 공기 냉각 또는 가열할 수 있다. 설치하는 형식에 따라 바닥에 놓는 형, 천장에 매다는 형, 벽에 묻는 형 등이 있는데, 에어컨에 사용되는 냉매를 일정한 온도의 지하수로 대체한 냉각장치로 남부지방에서는 보일러와 연결하여 파프리카 재배를 위한 온실 등에 사용하고 있다.

〈표 1〉 팬코일 규격

형식	단위	사양
난방 능력	Kcal/h	10,000
온수 온도	℃	80
외형 크기	mm	495L×375H×250W
전원	AC	220V/60Hz
소비전력(송풍 모터)	w	66
팬 날개 지름	Ø(mm)	300
입출구 배관	inch	15A(주름관용&ESSEN니플)

1. 설치

2020년 4월 말, 동절기 보온효과를 극대화하기 위해 3중 다겹하우스를 시공하였다. 비닐+캐시미어+비닐의 3중으로 1중과 2중 사이에 공기층을 만들 수 있고, 차광막보다 햇빛 차단이 잘되며 자동 개폐기를 이용한 하우스 창 개폐에도 용이하다.



외부 전경(가로16m, 세로24m, 어깨2m)



내부 전경

[그림 2] 3중 다겹하우스 시공(4a/120평)

4월 말, 지하 100m 대공 지하수를 개발하여 일일 최대 50t의 지하수를 확보하였다. 이 수량으로 수막재배 하우스 4a(120평)를 일 8시간가량 가동할 수 있다.²⁾



지하수 개발 전경



지하수 개발(모터 및 계량기)

[그림 3] 지하수 관정 설비(대공 지하 100m, 일일 50t)

2) 농촌진흥청 수막재배기술 자료에 따르면 6a(180평)의 비닐온실에서 수막재배를 할 때 분당 150ℓ, 시간당 9t의 농업용수를 사용하며 일 12시간 수막 가동 시 108t의 지하수가 필요하다.

5~6월 입상작업에 쉬운 배지거치대 제작 및 팬코일 18기 설치를 마쳤다. 차가운 공기가 아래로 내려오고 따뜻한 공기가 위로 올라가므로 팬코일을 지면에 배치했다. 기존의 목이버섯 재배에 사용하던 현수식(로프 이용)은 팬코일 설치에 부적합하여 균상대(목이버섯 전용, 한 단 27×27cm)를 개발하여 설치했다. 제작한 균상대는 상부(하절기) 및 하부(동절기) 팬코일 설치 및 이동, 입상작업 및 버섯배지 거치와 설치에도 쉽게 설계하였다.



기존 5단 현수식
(높이 180cm)



개발한 6단 균상대
(높이 200cm)



버섯배지 입상 5단 7,000개
균상대간 간격 90cm

[그림 4] 배지거치대 개발, 설치



팬코일 및 관수용 모터설치

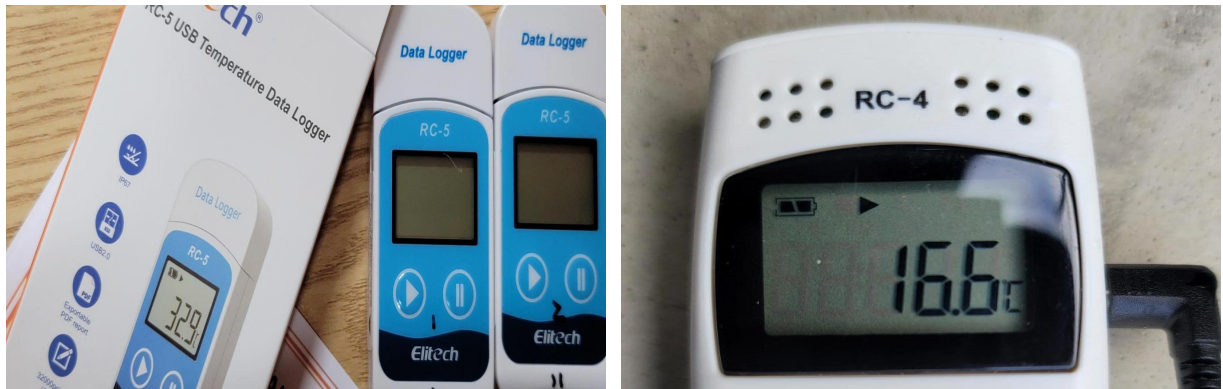


팬코일 18기 설치

[그림 5] 모터 및 팬코일 설치

또한 일정 간격 동안 측정 및 데이터 수렴을 위해 온도기록계를 설치했다. 실내 외 온도는 하우스 외벽의 중간과 하우스 내부의 높이 1m 지점에 설치하였으며, 이는 균상대 중간층으로 팬코일 바람 시작 지점과 바람이 닫는 벽 사이의 중간부위이

다. 입수퇴수 온도측정은 지하수 입수관에서 물이 배출되는 지점에 핀을 고정 설치하여 온도 데이터를 1시간마다 측정하였다.

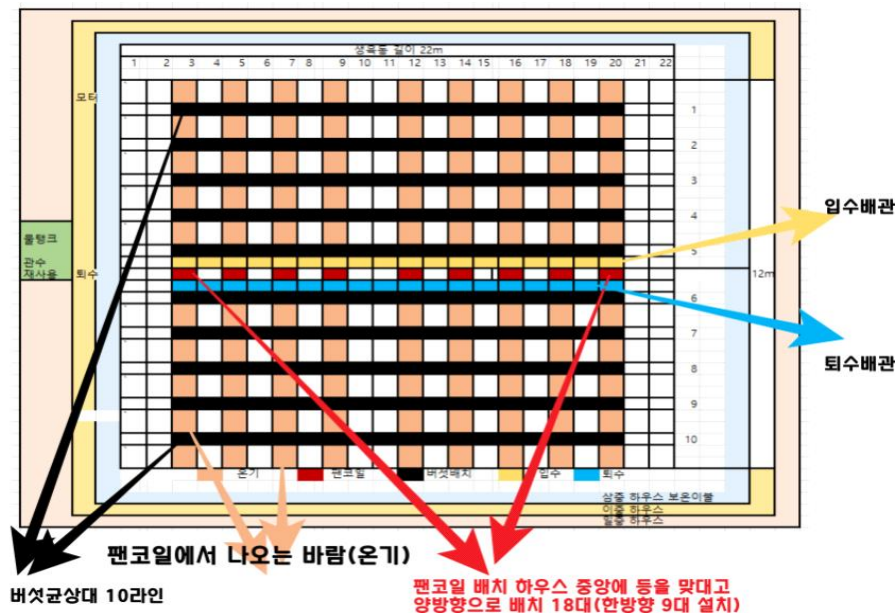


데이터 로거 실내 실외 비교용
Elitech RC-5K USB 온도기록계

데이터 로거 입수 퇴수 온도측정용
Elitech RC-4HCK 온습도기록계

[그림 6] 온도기록계 설치

설치도면 세로 중앙 부에 적색으로 표시한 9곳에 팬코일을 양방향으로 2대씩 배치하여 총 18기를 두었다. 지하수를 열 손실 없이 활용하기 위해 황색으로 표시한 입수배관에서 각각의 팬코일로 동시에 입수하고, 청색으로 표시한 퇴수배관을 통해 동시에 퇴수하였다[그림 7].

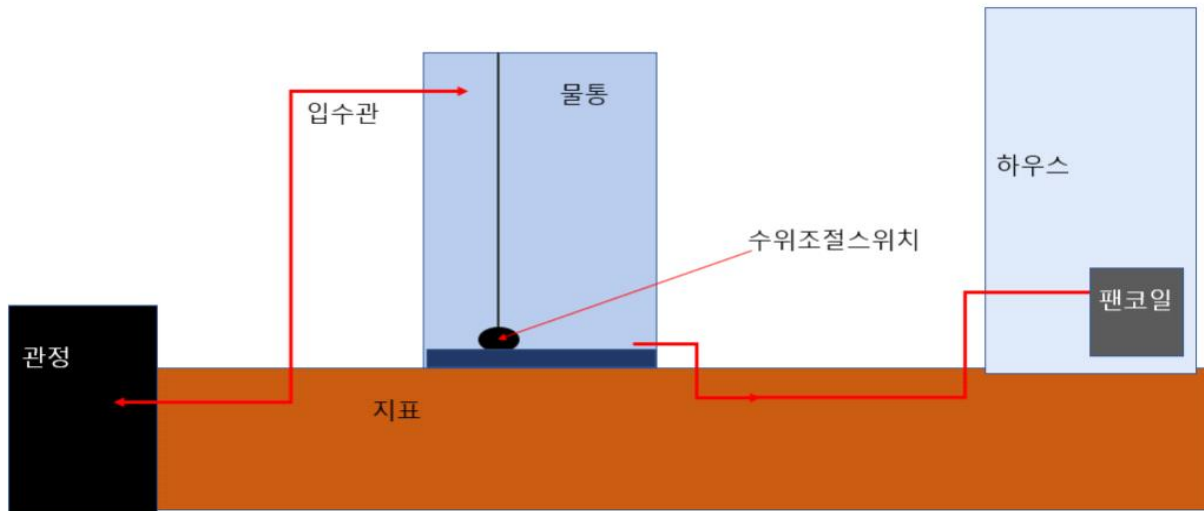


[그림 7] 설치도면



[그림 8] 입퇴수 배관연결

지하수 온도 손실의 최소화를 위해 물통 난방 덮개 설치 등의 보온 처리를 했다. 또한, 물통 바닥 바로 위에 수평 수위조절 스위치를 설치하여 공급된 지하수가 물통에 채워지는 즉시 바로 팬코일에 공급될 수 있도록 했다.



[그림 9] 관정과 물통, 하우스 내 팬코일 배관연결

2. 가동

팬코일 가동 여부에 따라 실내의 온도 비교를 해보았다. 팬코일 입수는 총길이 20m 정도의 배관을 통해 팬코일 18기에 15℃의 지하수가 동시에 입수되고 입수된

지하수는 각각 1기의 팬코일을 통과해 11℃ 이상으로 유지하며 동시 퇴수 되는 것을 확인하였다. 2021년 1월 8일 실외 기온 -22℃의 조건에서도 퇴수 온도는 평균 9.5℃를 유지했다.

가. 팬코일 미가동 온도 데이터

외부온도의 일교차가 20℃ 이상인 날임에도 온실하우스 내는 10℃ 정도의 실내외 온도 편차(최소 6.7℃, 최고 17.7℃)를 보여 3중 다겹하우스 자체의 보온력을 확인할 수 있었다.

〈표 2〉 팬코일 미가동 시 실내외 온도(11월)

구분	실측 시간	실외	실측 시간	실내	온도편차	비고
낮	20/11/03 12:07:40	12.1	20/11/03 12:08:42	12.5	0.4	3중 다겹으로 햇빛이 내부로 투과하지 못하고 겹겹 사이에 열기 정체
	20/11/03 13:37:40	20.3	20/11/03 13:38:42	17.0	-3.3	
	20/11/03 14:52:40	19.6	20/11/03 14:53:42	17.7	-1.9	
	20/11/03 16:22:40	13.5	20/11/03 16:23:42	14.2	0.7	
야간	20/11/03 18:07:40	3.8	20/11/03 18:08:42	10.9	7.1	외부온도 하락으로 3중 다겹하우스의 자체 보온력 확인
	20/11/03 20:22:40	0.9	20/11/03 20:23:42	9.9	9.0	
	20/11/03 22:37:40	-0.2	20/11/03 22:38:42	8.9	9.1	
	20/11/04 05:07:40	-2.2	20/11/04 05:08:42	6.9	9.1	외부온도가 영하로 7시간 이상 지속되자 내부온도 하강
	20/11/04 07:52:40	-1.1	20/11/04 07:53:42	6.7	7.8	
	20/11/04 08:52:40	2.5	20/11/04 08:53:42	8.1	5.6	

나. 팬코일 가동 온도 데이터

〈표 3〉은 〈표 2〉에서 측정한 팬코일 미가동 조건보다 더 낮은 실외 온도에서 팬코일을 10분 가동, 10분 미가동하는 방식으로 운영하였으며, 하우스 실내온도가 8℃ 이상으로 일정한 수준을 유지하는 것을 확인할 수 있었다.

〈표 3〉 팬코일 가동 시 실내외 온도(12월)

구분	실측 시간	실외	시간	실내	온도편차	비고
낮	20/12/05 14:17:14	8.9	20/12/05 14:15:01	21.7	12.8	실외·실내 온도 편차 10℃ 이상
	20/12/05 18:23:14	-1.1	20/12/05 18:21:01	9.5	10.6	
야간	20/12/05 19:49:14	-1.4	20/12/05 19:47:01	9.1	10.5	외부온도가 영하로 10시간 이상 지속
	20/12/05 21:03:14	-0.4	20/12/05 21:01:01	9.6	10.0	
	20/12/05 21:48:14	-0.3	20/12/05 21:46:01	9.7	10.0	
	20/12/06 02:04:14	-0.4	20/12/06 02:02:01	9.1	9.5	온도하강 후 영상 8℃ 유지
	20/12/06 04:07:14	-0.6	20/12/06 04:05:01	9.1	9.7	
20/12/06 05:33:14	-2.1	20/12/06 05:31:01	8.7	10.8	팬코일 및 지하수를 최대 사용가능량의 1/2만 사용 (10분 가동 10분 미가동)	
낮	20/12/06 08:29:14	-1.6	20/12/06 08:27:01	8.5	10.1	

혹한기인 2021년 1월 초, 영하로 내려간 일수가 4일 이상 지속되었고, 1월 8일은 하루 중 온도가 가장 낮은 일출 시간대에 기록 기간 중 가장 낮은 영하 -22℃를 기록하였다. 비닐하우스 내 온도는 지하수 팬코일 난방을 가동하여 0.9℃가 최저를 나타내어 난방 효과를 확인할 수 있었다. 이는 최초 목표했던 최저온도 영상 유지라는 목표를 달성한 것이다.

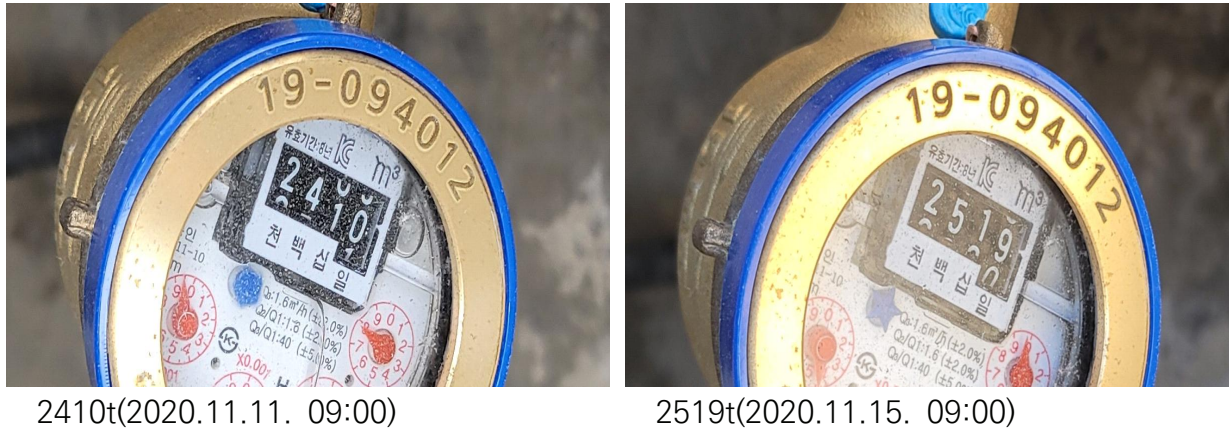
〈표 4〉 혹한기 팬코일 가동 시 실내외 온도(1월)

구분	실측 시간	실외	시간	실내	온도편차	팬코일
낮	21/01/05 08:26:08	-5.8	21/01/05 08:25:59	4.3	10.1	4일(96시간) 이상 실외온도 영하
	21/01/05 14:26:08	-2.1	21/01/05 14:25:59	15.3	17.4	
	21/01/06 07:26:08	-16.2	21/01/06 07:25:59	1.6	17.8	
	21/01/06 14:26:08	-3.1	21/01/06 14:25:59	17.7	20.8	실내온도 영상 유지
	21/01/07 09:56:08	-15.6	21/01/07 09:55:59	4.1	19.7	
	21/01/08 07:26:08	-21.6	21/01/08 07:25:59	1.0	22.6	최저 기온 영하 22.0℃에서
	21/01/08 08:26:08	-22.0	21/01/08 08:25:59	0.9	22.9	영상 0.9℃를 유지
	21/01/08 09:26:08	-21.0	21/01/08 09:25:59	1.7	22.7	온도 편차 22.9℃ 의 난방 효과 확인
	21/01/08 12:26:08	-13.9	21/01/08 12:25:59	4.5	18.4	1.7℃에서 4.5℃로 온도 상승

연구 결과

가. 수량(水量)

팬코일난방과 수막 재배의 지하수 사용량을 비교해 보았다. 수막 재배는 직접 설치하여 비교할 수 없기에 농촌진흥청 수막재배기술 자료를 활용하였다. 재배면적인 4a(120평)를 기준으로 수막재배는 시간당 6t의 용수를 사용하는 것으로 나타났고, 팬코일 난방은 시간당 1.14t을 사용하는 것을 확인할 수 있었다.



[그림 10] 수량 확인(96시간 109t)

이를 근거로 수막 재배 시 사용되는 지하수의 20% 정도를 사용해 수막재배와 비슷하거나 더 나은 난방 효과를 얻을 수 있다는 결과를 도출할 수 있었다. 즉 동절기 목이버섯 재배기간인 3개월간 온실하우스 1동(4a) 기준으로 수막재배보다 약 5,000t의 지하수를 절약할 수 있다.

〈표 5〉 수막 난방과 팬코일 난방 지하수 사용량 비교

구분	시간당 사용량	일 사용량 ¹	(단위: t)
			총 사용량 ²
수막난방	6	72	6,480
팬코일난방	1.14	13.7	1,231

주1: 4a(120평), 일일 12시간 가동 기준

주2: 동절기 목이버섯 재배기간 3개월간 하루 12시간 가동 기준

자료: 농촌진흥청(2007), 재가공

나. 전력

전력은 팬코일 난방과 수막 난방, 그리고 수자원이 없을 때 활용하는 관행(전기온풍)을 같이 비교해보았다. 팬코일은 1기의 용량, 온풍기는 9kW급³⁾으로 산출된 데이터를 바탕으로 산출하였으며, 수막 난방은 대수층 순환식으로 계산하였다. 전기료는

3) 일반적으로 비닐하우스 1동(120평) 온실 내 동결 방지를 위한 난방의 경우 9kW급 온풍기를 2기를 사용 실내온도 15℃ 정도를 유지한다는 조사 결과를 바탕으로 온풍기 1/2기 사용 및 일몰 후 12시간 가동한다는 조건 아래의 비교 수치이다.

농업용(을)전기료의 기본요금을 제외하고 사용량에 따른 kW×가격으로 단순 계산했다. 120평 하우스의 경우 일반작물 재배를 위해 온풍기 용량 9kW/h 2기 설치를 권고하지만 최소한의 난방(영상유지)가 목표이므로 온풍기 2기가 아닌 1기를 비교대상으로 삼아 비교했다.

단순 비교로 팬코일 난방은 1일 372원, 수막 난방은 800원, 온풍기는 2,840원을 사용한다. 이를 동절기 목이버섯 재배 기간, 90일 전기료로 계산하면 수막 난방보다 약 4만 원, 온풍기보다 약 22만 원의 난방비를 절약할 수 있을 것으로 판단했다.

〈표 6〉 팬코일 난방 데이터와 전기 온풍기를 통한 난방비 비교

(단위: kW, 원)

가동시간	팬코일 ¹		수막난방 ²	전기 온풍기(9kW/h)	
	전력량	전기료 ²	전기료	전력량	전기료 ²
1일(12h)	14.1	372	800	108	2,840
90일(1080h)	1,274.4	33,516	72,000	9,720	255,636

주1: 팬코일 규격(66w×18기=1.18kW/h)

주2: 농업용(을) 기준 26.3원

주3: 대수층 순환식 수막재배, 지질자원연구원 재가공

다. 목이버섯 생산량 및 품질

2019년 동절기에 팬코일 난방 없이 400kg의 목이버섯을 생산하였다. 이번 연구에서 팬코일 난방을 통해 869kg을 수확하여 두 배 이상의 생산량 증가를 이루었다. 또한, 동절기에도 조직의 찢어짐이 없이 봄, 가을처럼 버섯을 재배할 수 있으며 비교적 관수량이 적어 크기가 기대만큼 커지지 않는 않았지만 오랜 시간 성장하면서도 버섯이 물러지는 등 병이나 곰팡이의 피해 없이 성장하는 것을 확인할 수 있었다. 목이버섯의 크기가 조금 작고 성장이 더뎠다. 비교적 생산성이 떨어지기는 하지만 정상 성장을 하며 보다 많은 비타민D와 식이섬유를 함유하여 품질이 좋은 목이버섯을 재배할 수 있었다.

이는 사실 단순한 결과로 봄, 가을 재배 시기보다 오랜 시간 햇빛에 노출하여 성장하는 만큼 목이버섯에 풍부한 비타민D 전구물질인 에스코스테롤이 비타민D로 전환된 당연한 결과이기도 하다. 본 기술 및 동절기 목이버섯 재배기술⁴⁾을 적용하는

농가가 늘어나게 된다면 농한기에도 버섯 생산량을 늘릴 수 있을 것이다.

〈표 7〉 영양성분 검사 결과¹

구분	동절기 생목이버섯 ²	일반 목이버섯 햇빛건조
비타민D(ug/100g)	466.21~917	134
식이섬유(%)	7.22~11.75	4

주1: 한국기능식품연구원 의뢰 시험성적서

주2: 12월 수확한 1차 성적과 2월 말에 수확한 2차 성적의 범위

생산 농가가 늘어나게 된다면 일반 목이버섯보다 뛰어난 기능 영양성분(비타민D, 식이섬유)과 뛰어난 식감을 보유한 만큼 기능성 목이버섯으로 상품화될 것이라고 기대한다.



2019년 2월(2cm 내외)



2019년 12월(2cm 이상)



2020년 2월(3~4cm)

[그림 11] 동절기 목이버섯 생장 변화

결론

기존 수막재배의 지하수 부족과 습도로 인한 곰팡이병 문제 등을 해결하고 동절기 목이버섯 재배를 위해 본 연구를 실행하며 기대한 영상 기온 유지와 수자원 절약의 활용 가치를 확인할 수 있었다. 혹한기에는 해가 있는 낮 시간대에도 영하의 기온이 지속되었다. -22~ -2℃의 외부 기온에도 내부온도는 영상을 유지하였으며,

4) 동절기 목이버섯 재배방법은 부록에 수록하였다.

최고 22.9℃의 온도 차이를 보인 것은 기대 이상의 성과였다. 연구를 통해 버섯류의 성장 또는 생존 최소 온도를 확보할 수 있다는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 현재 수막 재배를 하고 있거나 계획 중이지만 지하수량 부족 또는 이웃과의 마찰 등으로 어려움을 겪는 농가에서 필요한 기술이라 여겨진다.

지하수자원 부족은 현실이다. 현장에서 이웃 농가와 마찰이 빚어지는 일이 지금도 발생하고 있고 실제로도 지하수 문제로 농장 이전에 큰 어려움을 겪기도 했다. 지하수가 부족해 보유한 지하수량으로는 안정적인 수막 재배를 담보할 수도 없는 상황이었지만 본 연구를 통해 120평 하우스에서 동절기 목이버섯을 재배하며 수막 대체보다 약 5,000t의 수자원, 4만 원의 전기료를 절감할 수 있었다. 수자원 없는 관행 전기난방보다는 8,500kW(약 20만 원)의 전기를 절감할 수 있었다.

팬코일을 활용한 난방은 소규모 농가에서 할 수 있는 효과적인 방법이며, 수자원과 전기료를 절감할 수 있다. 농업 현장에서 자연을 바탕으로 살아가는 우리 농업인들이 당면한 기후위기와 지하수 부족 문제를 누군가가 아닌 우리가 함께 고민하고 해결해 나가야 하는 사안이라는 것을 생각하게 해줄 수 있는 시발점이 될 수 있기를 기대한다. 또한, 버섯류뿐 아니라 다른 작물에도 확장 적용될 수 있을 것으로 생각한다.

본 연구의 한계로는 팬코일을 통한 난방이 영하의 기온에서도 평균 9℃를 유지했으나 목이버섯 성장 적정온도인 15~25℃ 전후에는 미치지 못하였다는 점으로 추후 히팅 파이프를 활용한 순환 가동 등 후속 연구가 필요하다.

참고문헌

농촌진흥청 원예연구소. 2007. 『비닐하우스 수막재배 기술』.

네이버 지식백과. terms.naver.com.

서옥수. 2019. “국가 수자원 신기술 도입의 경제성 분석 : 수막재배 기술을 중심으로”. 대전대학교. 박사학위논문.

한국지질자원연구원. 2016. “시설농가 물 걱정 덜어주는 대수층 순환식 수막재배 전국 보급 코앞”. 보도자료 1월 21일.

[부록] 동절기 목이버섯 재배 방법

기존 목이버섯 재배기술		개발 동절기 재배기술																							
<p>[관수 및 수분관리] 1. 배지 타공 부분의 색깔이 흰색에서 갈색 또는 검은색으로 변하는 시점부터 관수함 2. 수분 공급 시기: 오전 5~9시, 오후 6~12시 관수</p>		<p>[관수 및 수분관리] 1. 이미 1차 수확한 배지에 버섯을 재발이 시키거나 충분히 성장하지 못한 버섯을 성장시키기 위해 온도 조건이 맞을 때를 놓치지 말고 관수해야 함 2 수분 공급 시기 : 온도가 높아진 2~3시 (온도 체크 필수, 18℃ 유지 가능한 일예 관수)</p>																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>단계</th> <th>크기 (cm)</th> <th>관수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>초기</td> <td>0.1~0.3</td> <td>습도 85%, 3분 살포 30분 휴식 반복 2~3회</td> </tr> <tr> <td>중기</td> <td>1~2</td> <td>습도 85~95%, 3분 살포 30분 휴식 반복 5~6회</td> </tr> <tr> <td>후기</td> <td>2~5</td> <td>습도 80%, 3분 살포 30분 휴식 반복 6~7회</td> </tr> </tbody> </table>	단계	크기 (cm)	관수	초기	0.1~0.3	습도 85%, 3분 살포 30분 휴식 반복 2~3회	중기	1~2	습도 85~95%, 3분 살포 30분 휴식 반복 5~6회	후기	2~5	습도 80%, 3분 살포 30분 휴식 반복 6~7회	<table border="1"> <thead> <tr> <th>단계</th> <th>크기 (cm)</th> <th>관수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>초기</td> <td>0.1~0.3</td> <td>습도 85%, 1분 살포 30분 휴식 반복 2~4회</td> </tr> <tr> <td>중기</td> <td>0.7~1.5</td> <td>습도 85%, 1분 살포 30분 휴식 반복 2~4회</td> </tr> <tr> <td>후기</td> <td>2.5 이상</td> <td>습도 85%, 1분 살포 30분 휴식 반복 1~2회</td> </tr> </tbody> </table>	단계	크기 (cm)	관수	초기	0.1~0.3	습도 85%, 1분 살포 30분 휴식 반복 2~4회	중기	0.7~1.5	습도 85%, 1분 살포 30분 휴식 반복 2~4회	후기	2.5 이상	습도 85%, 1분 살포 30분 휴식 반복 1~2회
단계	크기 (cm)	관수																							
초기	0.1~0.3	습도 85%, 3분 살포 30분 휴식 반복 2~3회																							
중기	1~2	습도 85~95%, 3분 살포 30분 휴식 반복 5~6회																							
후기	2~5	습도 80%, 3분 살포 30분 휴식 반복 6~7회																							
단계	크기 (cm)	관수																							
초기	0.1~0.3	습도 85%, 1분 살포 30분 휴식 반복 2~4회																							
중기	0.7~1.5	습도 85%, 1분 살포 30분 휴식 반복 2~4회																							
후기	2.5 이상	습도 85%, 1분 살포 30분 휴식 반복 1~2회																							
<p>* 초기 15~20일, 중기 20~30일, 후기(수확기) 30일 이상</p>		<p>* 초기 15~20일, 중기 20~30일, 후기(수확기) 30일 이상</p>																							
<p>가. 초기 - 균사체가 배지내부의 양분과 수분을 섭취하며 성장함. 물을 가볍게 뿌려 주고 습도로 인한 곰팡이와 급속한 성장으로 모양의 기형을 주의해야함 나. 중기 - 양분과 수분을 흡수하며, 균사체는 빠르게 물질을 분해하여 형태가 만들어지는 시기. 자실체 호흡이 증가하고 상대 습도와 산소 요구량 또한 증가함 / 물을 뿌리는 양을 늘리며 반드시 통풍 다. 후기(수확기) - 자실체는 귀모양이 완전히 펼쳐지며 이때부터 수분 공급을 멈추고 수확함(수분 공급 후 12시간 후 버섯 수확) 늦어지면 습도가 과해져 호흡거리거나 썩어버림</p>		<p>가. 초기 - 중기 - 후기(수확기) 재배에서 18℃ 이상의 온도 4시간 이상 유지일 및 관수 후 12시간 안에 하우스 내부온도가 영상 유지 가능일 관수함 나. 물주기전 환기 필수 외부 저온으로 인해 하우스 내부온도 급하강에 주의하며 환기(10~20분 내외)</p>																							

[온도]

최적온도 - 15~25℃
25℃ 초과 시 잡균번식

[습도관리]

목이버섯 재배 시 습도가 가장 중요함
건조하면 균사가, 습하면 버섯이 자람
- 문제 발생 시 하우스 천창 및 측창을
완전 개방하고, 물주기를 멈춘 후 햇빛을
2~3일 정도 쬐어 건조함

[빛관리]

1. 차광막 설치 : 초기에는 하우스에 50%~80% 차광막을 설치 배지가 햇빛을 직접 받지 않도록 함
2. 생육환경 : 목이버섯은 수분 및 공기를 많이 필요로 하는 버섯으로 하우스는 전면 개방 환기가 가능하면 가장 좋으며 강제 환기 장치 등으로 환기 대책을 세움

[통풍관리]

1. 통풍 및 환기가 안 되면 버섯성장이 느리고 버섯모양이 갈때기 형태가 될 수 있음
2. 통풍으로 발생하는 문제:
버섯기형, 잡균발생, 부리비대 등

[온도]

최적온도 - 15~25℃ 도달 시 관수.
관수 후 온도 주의(12시간 이내 영하로 떨어져 버섯이 동결되지 않도록 주의 필요함)
관수 후 영하로 떨어지는 경우 버섯조직이 찢어지게 되며 이후 성장이 이루어지지 않아 상품성이 없음

[습도관리]

동절기 건조한 관리로 하우스 내부는 건조한 상태가 유지되므로 기상이 맑고 좋은 날 하우스를 짧게 개방하여 환기함

[빛관리]

차광막은 제거하고 낮에는 배지가 햇빛을 직접 맞게 해 배지 내부온도를 높여 균사체가 성장하도록 함

[통풍관리]

관수 전후 짧게 통풍