

네덜란드 에너지 절감형 온실 개발 동향*

이 웅 연

1980년대 초 석유 파동이 에너지 가격의 급상승을 초래한 이래로 온실의 효율적인 에너지 사용은 지속적인 연구개발 과제였다. 최근 2008년에도 원유 가격의 상승으로 인한 에너지 위기가 또다시 발생하면서 에너지 효율성 향상에 대한 관심은 더욱 커졌다. 게다가 유럽에서 최근 새롭게 설정한 CO₂ 배출 감축 목표는 에너지 효율 향상 기술에 대한 관심을 다시금 불러 일으켰다.

온실에서의 에너지 사용 비용은 생산비의 대부분을 차지하기 때문에 에너지 비용 절감 문제는 온실 산업에서 매우 중요한 문제이다. 에너지 사용에 따른 단위당 생산성의 증가는 에너지 사용량의 감소 또는 에너지 효율성의 향상에 의해 가능하다. 실제로 생산량을 늘리는 모든 경작 방법(관개 개선, 영양 개선, 병해충 방제, 온실 사용 개선 등)은 대부분 에너지 효율성의 향상과 관련된다. 그러나 에너지의 사용량에 대한 고려 없이 효율성에만 몰두하는 것은 환경적인 측면에서 부정적인 결과를 가져올 위험이 있다. 예를 들어 조기 수확, 균일 품질, 목표 생산량 등을 달성하기 위해 온실에서 가온을 하는 것은 에너지의 효율성을 높여주지만 에너지 소비량도 늘리는 결과를 초래한다.

온실 산업계에서 이러한 두 가지 요구, 즉 에너지의 사용량 감소 및 효율 향상, 그리고 온실의 CO₂ 배출 감축을 동시에 충족하는 것은 중요한 해결 과제이다. 보통 지중해와 북유럽 지역에서 온실을 사용하는 목적은 가을과 겨울에 태양복사에너지의 양을 극대화하는 동시에 에너지 손실을 최소화하고, 봄과 여름에는 고온을

온실 산업계에서 에너지의 사용량 감소 및 효율 향상, 그리고 온실의 CO₂ 배출 감축을 동시에 충족하는 것은 중요한 해결 과제이다.

* 본 내용은 국제원예과학학회(ISHS)가 발간한 보고서와 관련 자료를 참고하여 한국농촌경제연구원 이용연 연구원이 발췌·번역하였다(coolprog@krei.re.kr, 02-3299-4391).

낮추는 것이다.

네덜란드에서는 온실의 목적이 단순한 에너지 효율 향상 그 이상이다. 2020년부터 실용화될 신형 온실은 화석 연료의 사용 없이도 가동이 가능하며 심지어는 에너지 생산에도 가담한다. 이른바 에너지중립형(energy-neutral) 또는 에너지생산형(energy-producing) 온실로 일컬어지는 이 온실은 ‘태양 복사에너지의 80% 가까이를 수집하는 태양광 수집기’라는 개념에 기반하고 있다.

유럽 서북지역의 경우 총 발광량의 합은 매년 대략 3.5 GJm^{-2} 에 달하며, 이는 천연 가스 100m^3 (100 NGE)의 연소 가치에 해당되는 양이다. 유입된 태양 복사에너지는 온실 내에서는 약 2배의 에너지로 작용하므로 이론적으로는 이러한 온실이 작물 생산과 열 생산의 두 가지 시스템으로서 사용될 수 있다는 가능성을 내포한다.

이와 관련하여 최근 네덜란드 정부는 환경에 미치는 영향을 최소화하는 동시에 온실의 에너지 사용 비용을 줄이는 것을 목표로 하는 다목적 프로그램을 수립해 운영하고 있다. 그 중 대표적인 것이 2006년에 시작된 ‘에너지 생산형 온실 개발 프로그램(Energy-Producing Greenhouse Transition Programme)’이며 2020년까지 에너지중립형 온실시스템을 구축하는 것을 목표로 삼고 있다.

네덜란드에서 2020년부터 실용화될 신형 온실은 화석 연료의 사용 없이도 가동이 가능하며 심지어는 ‘에너지 생산’에도 가담한다.

1. 에너지 효율적인 온실 개발의 주요 단계

태양 복사에너지 활용 극대화

에너지 효율적인 온실을 위한 첫 번째 단계는 태양 복사에너지 활용을 극대화하여 가온을 위한 추가적인 연료소비를 최소화하는 것이다. 에너지 효율적인 태양광 수집기로서의 온실을 만드는 것은 온실 구조물의 광투과율을 향상시키고, 태양광의 반사 손실이 최소화되도록 온실 천창의 경사 각도를 조절함으로써 가능하다.

예를 들면, 남유럽 지역에서는 온실 천창의 경사 각도를 약 0° 에서부터 점차 높여 광투과율을 크게 향상시켰고, 강우량이 적은 지역에서는 겨울에 경사각을 30° 로 조정하여 태양광 효율을 극대화시킨다. 북유럽 지역에서는 광 투과율을 향상시키기 위해 수로면적을 축소하고, 큰 유리 패널과 빛의 흡수를 방지하는 흰색 프레임을 사용하여 온실의 규모화를 이루었다.

온실의 재료는 크게 유리, 필름, 경질판의 세 가지로 분류되며 광투과율과 관련된 파장, 단열성 등 고유 특성이 모두 다르다. 에너지 효율성을 극대화하고 태양 복사에너지를 최대한 활용하기 위해서는 가시광선(Photosynthetic Active Radiation) 투과율과 적외선 복사에너지(Infrared Radiation)가 중요하다. 예를 들어, 한랭기 동안에는 단열 효과가 높은 적외선 복사에너지를 차단하고 가시광선이 잘 전달되도록

에너지 효율적인 온실을 위한 첫 번째 단계는 태양 복사에너지 활용을 극대화하여 가온을 위한 추가적인 연료소비를 최소화하는 것이다.

하는 광선택성 물질을 사용하는 것이 좋다. 이러한 소재는 최대한 많은 양의 태양 에너지가 온실내로 유입되도록 해 작물 생산과 온도 상승을 돕는 반면에 온실로부터 적외선 복사에너지가 손실되는 것을 방지한다. 대부분의 필름 소재들은 적외선 복사에너지의 투과율이 높기 때문에 에너지 효율적 온실의 조성을 위해서는 필름 사용이 차선택이 되는 경우가 많다.

이러한 소재들의 광 투과율을 보다 더 개선하고자 지난 10년 동안 반사방지막 (antireflex) 코팅이 도입되었으며, 광 투과율이 5~6% 증가되는 효과를 경험했다. 이러한 코팅은 결로(結露) 현상에 의한 광 투과율 저하를 방지할 수 있기 때문에 플라스틱 소재들에 있어서는 특히 중요하다. 최근에는 기술 발전에 따라 유망한 소재들이 많이 개발되고 있으나 온실의 외부표면이 먼지나 이물질에 항상 노출되어 있기 때문에 온실의 광투과율 향상이라는 이론적인 효과를 경험하기는 어려운 실정이다.

온실 내 에너지 사용의 최소화

1) 칸막이와 단열재에 의한 에너지 손실 극소화

단열 개선과 통풍 방지는 온실의 에너지 보존도를 높이기 위해 중요한 부분이다.

자연 통풍을 이용하는 온실에서 에너지 손실의 주된 원인은 대류와 온실 표면으로부터 방출되는 복사에너지, 그리고 통풍에 의한 열 및 잠열(潛熱)의 이동이다. 따라서 단열 개선과 통풍 방지는 온실의 에너지 보존도를 높이기 위해 중요한 부분이다.

보온커튼(a thermal screen)은 온실과 그 주변에 추가적인 막을 형성해 대류와 통풍에 의한 열 손실을 줄여준다. 개폐가 가능한 반밀폐형 보온커튼은 고정형이나 다겹형(double covering materials)에 비해 광 투과율이 용이하다는 장점이 있다. 네덜란드 온실 면적의 약 80%, 그리고 프랑스 온실 면적의 35%가 보온커튼을 사용한다.

이론적으로는 현재 갖추어져 있는 보온커튼이 총 35~40% 이상의 에너지 사용량을 감소시킨다고 볼 수 있다. 그러나 실용적 측면에서 실제 에너지 절감 효과는 약 20%이며, 광투과율 감소를 감안하면 에너지 효율 측면에서의 총 효과는 이보다 약간 더 낮다고 볼 수 있다.

광 투과율과 단열성을 동시에 효과적으로 구현할 수 있는 물질을 개발하는 것이 가장 핵심적인 과제 중 하나라고 볼 수 있다.

온실 표면의 단열성을 높이는 것은 온실의 에너지 소비에 큰 영향을 주지만, 대부분의 고정 단열재는 광 투과율을 낮추고 습도를 높이는 단점이 있다. 따라서 광 투과율과 단열성을 동시에 효과적으로 구현할 수 있는 물질을 개발하는 것이 가장 핵심적인 과제 중 하나라고 볼 수 있다. 광투과율과 단열성의 효율을 높이는 일부 소재들은 이미 개발되어 사용이 가능하지만 설치비용, 온실 구조의 개조 비용 등 경제적 측면에서 현실적용에는 아직 한계가 있다. 다른 대안으로 양면코팅 반사방지 유리(Double-side coated Anti Reflex glass)가 있는데, 이것은 현재의 온실 구조에서

적용이 용이하며 26%의 에너지 사용량 감소와 높은 산란광 투과율(82~86%)이 구현 가능해 전체적인 에너지 효율을 약 40% 향상 가능할 것으로 전망된다.

2) 통풍과 잠재열에 의한 에너지 손실 최소화

온실 내 에너지가 주변으로 빠져나가는 주된 경로는 자연적인 통풍에 의해 발생한다. 그래서 많은 농가들이 온실 내 에너지 투입을 감소시키고자 노력하며, 통풍 과정과 그 과정에서의 열 이동에 관심을 갖는다. 상대적으로 복사에너지가 적고 온화한 기간 중에는 습도가 높아지는 것을 방지하고자 자연 통풍이나 인위적 통풍을 활용하는데, 이때 손실되는 열은 에너지 소비량의 5~20%를 차지한다.

온실 내 습도 조절과 관련된 에너지 낭비를 줄이기 위해서는 다음과 같은 방법들을 사용할 수 있다. 첫째, 습도를 높여 에너지 효율을 증가시키는 방법이다. 비록 높은 습도 수준이 일반적으로 균상중(fungal disease)의 위험을 높이고 작물의 품질을 저하시키지만, 온대 기후에서나 아열대 기후에서는 습도를 높이는 것이 작물 생산과 품질에 더 효과적일 수 있다. 둘째, 증산량 감소를 통한 에너지 소요량 절감이다. 증산량을 억제하면 작물이 공기 중으로 방출하는 수분의 양이 적어진다. 따라서 일조량이 높지 않을 때는 습도조절을 위한 에너지 소요량이 감소한다.

이 두 가지 방법의 사용은 긍정적인 결과를 가져다준다. 높은 CO₂ 수준 여건에서 증산방지와 엽면적(leaf area)을 제거하는 방법은 광합성과 성장에 영향을 주지 않고도 에너지 효율성을 5~10% 정도 높여줄 수 있다. 또한 피망과 같이 많은 잎을 가진 작물의 경우 엽면적 제거는 생산성에 영향을 주지 않고도 에너지 사용을 줄일 수 있는 방법이다. 토마토의 경우, 오래된 잎을 제거하여 잎의 수를 반감시키면 생산성에 악영향을 주지 않고 30%의 증산 억제 효과를 가져다주는 것으로 나타났다.

잠재열에 의한 에너지 손실을 최소화하기 위해 통풍 비율을 줄이거나 자연 통풍 없이 온실을 완전히 폐쇄적으로 사용하는 경우에는 고온과 다습을 방지해야 한다는 문제가 발생한다. 온대 및 반건조 기후 지역에서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 별도의 냉각시스템과 히트펌프 없이 열교환기와 열회수기만을 이용한 감습 시스템을 사용할 수 있다. 그러나 아직은 작물 생산과 에너지 절감을 통한 편익이 감습 시스템 설치비용을 상쇄할 만한 경제성을 갖지 못해 현실 적용은 어렵다.

3) 에너지 효율적인 냉각 시스템

전 세계적으로도 그렇지만 특히 남부지역에서는 연중 태양에너지가 과잉 상태이기 때문에 온실의 온도를 적정 수준으로 낮추기 위한 효율적인 냉각 시스템이 필요하다.

상대적으로 복사에너지가 적고 온화한 기간 중에는 습도가 높아지는 것을 방지하고자 자연 통풍이나 인위적 통풍을 활용하는데, 이때 손실되는 열은 에너지 소비량의 5~20%를 차지한다.

자연 통풍은 온실 냉각에 가장 공통적인 수단이며, 온실 구조를 최적화함으로써 자연 통풍 능력을 향상시킬 수 있다. 그 대표적인 예로 온실 천창의 경사를 조절하는 방법이 있는데, 온실 천창의 경사를 30°로 높이면 통풍 효율이 상당히 좋아진다. 이 때문에 전통적인 수평 모양의 천창은 점차 대칭형 또는 비대칭형 모양의 온실로 대체되고 있다.

차광은 대표적인 수동 냉각 방식이며, 이 중에서 이동차광시스템은 온실 내외부에 설치되어 에너지 효율성을 개선시켜주는 독특한 냉각 시스템이다. 여기에 빛의 파장을 흡수 또는 반사시키는 소재나 일정 색소가 가미된 특정 소재들은 온실 내부의 열을 낮추기 위해 사용되는데, 보통 이러한 물질들은 태양광의 유입량을 감소시킨다는 단점이 있다. 한편, 이와 같은 차광 물질들은 작물 생장에 필요치 않은 근적외선(the near-infrared radiation)을 반사시키기 때문에 온실 외부 재료나 칸막이로도 사용할 수 있다.

4) 에너지 효율적인 온실 환경 관리

효율적인 온실 환경 관리는 에너지 절감형 온실의 생산성을 높일 수 있고, 작물의 생리학적 지식 및 환경과의 상호작용에 대한 정보를 얻는데 도움이 된다.

효율적인 온실 환경 관리는 에너지 절감형 온실의 생산성을 높일 수 있고, 작물의 생리학적 지식 및 환경과의 상호작용에 대한 정보를 얻는데 도움이 된다. 온실의 환경관리 측면에서 지속적인 에너지 사용 절감을 위해서는 다음과 같은 방법들을 실천해 볼 수 있다.

첫째, 온실의 지속적인 에너지 사용 절감을 위해서 사용되는 대표적인 방식으로 적산온도관리(Temperature Integration)가 있다. 이 방법은 통풍과 외부온도를 적절히 이용하여 목표로 하는 온실 내부의 온도를 조성하는 방식이다¹⁾. 작물과 온도에 따라 달라지겠지만 연중 16% 정도까지 에너지 절약이 가능하다.

둘째, 습도 관리는 적산온도관리를 통한 에너지 절감 정도에 큰 영향을 주게 된다. 예를 들어, 온도가 떨어질 때 통풍과 가열을 줄이면 상대습도는 증가하게 된다. 그러나 무리한 습도 조절은 적산온도관리를 통해 얻을 수 있는 에너지 절감량을 무효화할 수도 있으므로 주의해야 한다.

셋째, 에너지 효율성 측면에서 온실 환경 관리의 이점을 극대화시키기 위해서는 가열, 통풍, CO₂ 공급과 같은 환경적인 요소뿐만 아니라 에너지 효율을 높일 수 있는 작물의 생산과 품질 관리에도 목적을 두어야 한다. 즉, 작물의 생산과 에너지 소비의 양 측면을 모두 고려한 관리 시스템을 조성하는 것이 필요하다는 의미이다. 이러한 온실 환경 관리 방법은 1980년대 초 이후로 꾸준히 연구되어 왔지만 현존하는 관리 모델은 현실에 적용되는 사례가 많지 않은 편이다. 그 이유는 획기적인

1) 일반적으로 맑은 날이나 낮에는 태양광의 이용을 통해 온실의 온도를 높게 조성하고, 밤이나 흐린 날에는 온실의 온도를 낮게 조성하여 총 온도의 평균이 목표온도가 되도록 유지하는 방법이다. 다른 조건이 일정함을 가정할 때 대부분의 작물들은 온도의 일변화(diurnal variation)보다는 적산온도에 반응한다.

환경 관리 기술을 통해 에너지 효율의 향상이 가능하더라도 적용 비용이 과다하게 소요되거나 작물, 기후 등의 여건에 따라 적용 방식이 달라 실용화가 쉽지 않기 때문이다. 현재로서는 가온, 통풍 등과 관계된 온실 구조의 설계 개선, 센서 망(sensor network)의 정확성 향상, 조정점(setpoint)에 대한 규칙적인 점검 등을 통해 온실의 에너지 효율성을 높이는 것이 가장 합리적인 온실 환경 관리 방법이다.

지속가능 자원에 의한 화석연료의 대체

CO₂ 배출은 온실의 냉·난방을 가동하는데 필요한 화석연료의 사용과 직접적으로 관련이 있다. 따라서 태양 및 지열에너지, 바이오매스, 폐열 등의 대체 에너지는 CO₂ 배출 감축 목표를 달성하는 데 상당한 기여를 할 수 있다.

1) 열병합발전(Combined Heat and Power generators)

네덜란드에서는 열병합 발전을 이용한 폐열 사용과 CO₂ 공급을 통해 온실 산업에서만 천연가스 약 10억m³에 해당되는 에너지를 절감하고 있으며, 심지어 이러한 ‘그린에너지’의 잉여생산분을 국가 전력망에 공급한다.

열병합 발전은 비록 온실 차원에서 직접 에너지를 절감하는 것은 아니지만 중앙 발전 시설의 CO₂ 배출을 감소시킴으로써 국가적 차원에서 CO₂ 배출을 줄이는 효과를 가져다준다. 네덜란드를 제외한 다른 국가들의 경우 열병합 발전과 관련된 상황은 각기 다르며, 이 점은 열병합 발전의 경제성과 관련되어 있다.

2) 바이오매스

바이오매스와 혐기성분해²⁾(anaerobic digestion)는 화석연료의 좋은 대안이지만 대규모 적용 시 초기투자비용이 너무 높아 이용가능성이 낮고, 또 에너지 생산에 사용되는 유기질 자원의 소모량이 너무 많다는 것이 단점이다³⁾.

3) 지열에너지

터키, 독일 등의 지역에서는 지질에 따라 60℃이상의 수온을 이용한 지열에너지가 유망한 대체자원이 될 수 있다. 세계적으로 이러한 지열에너지는 온실 가온을 위한 에너지 자원으로서 경제성이 충분하다고 인정받고 있으며, 네덜란드에서는 2007년에 최초로 지열에너지를 이용한 온실 가온에 성공했다⁴⁾. 현재 네덜란드에서

네덜란드에서는 열병합 발전을 이용한 폐열 사용과 CO₂ 공급을 통해 온실 산업에서만 천연가스 약 10억m³에 해당되는 에너지를 절감하고 있으며, 심지어 이러한 ‘그린에너지’의 잉여생산분을 국가 전력망에 공급한다.

2) 혐기 상태에서 미생물을 이용하여 폐수를 처리하는 방법

3) 1 MW의 바이오매스 자원을 생산하기 위해서 1년에 약 2,500 톤의 건조물이 필요하다.

4) 7.25 ha 규모의 토마토 온실에 지하 1,700m의 65℃ 물을 이용해 5 MW의 지열에너지를 생산하여 온실 가온에 이용하였다.

는 지열에너지의 이용 가능성과 관련하여 25개의 연구 과제가 진행 중이다.

2. 새롭게 고안된 에너지 절감형 온실

개별 기술들이 통합된 형태의 에너지 보존형 온실 개발

CO₂ 배출 감축의 목표 달성과 에너지 생산형 온실의 실현을 위해서는 피복재, 난방, 통풍 및 감습, 온실 환경 관리, 에너지 변환 시스템 등을 모두 포함하는 통합된 형태의 에너지 보존형 온실 모델을 개발해야 한다.

비록 온실의 에너지 절감과 관련된 다양한 개별기술의 개발 및 실용화가 성공한다고 해도, CO₂ 배출 감축의 목표 달성과 에너지 생산형 온실의 실현을 위해서는 피복재, 난방, 통풍 및 감습, 온실 환경 관리, 에너지 변환시스템 등을 모두 포함하는 통합된 형태의 에너지 보존형 온실 모델을 개발해야 한다. 이론적으로 태양에너지를 이용한 온실은 에너지 변환기술이나 최적 환경 관리 등과 같은 모든 구성요소들이 통합된 온실의 대표적인 사례다. 태양광 이용 온실 개발의 목적은 화석연료의 사용 없이도 고품질 작물 생산이 가능한 온실 시스템을 구현하는 것이다.

즉, 여름에는 열의 이용을 극대화하고 겨울에는 에너지 소비량을 최소화한다는 개념이다. 이러한 시스템은 동적 관리 방식을 통해 총 60% 이상의 에너지 절감이 가능하게 해 온실 1ha당 600kW의 전력을 지속적으로 공급하는 것과 같은 효과를 얻을 수 있다. 이 정도의 전력 생산은 풍력 발전 또는 태양광전판(Photo Voltaic Panels)에 의해서도 가능한 수준이다.

잉여에너지의 저장을 통한 가온 공급

온실에서 인근 도시로 열을 공급하는 이러한 시스템은 실제로 호응이 좋아 긍정적인 평가를 받고 있다.

에너지 절감형 온실 설계의 두 번째 단계는 잉여 에너지를 저장하는 것에 있다. 즉, 여름 동안 초과 열을 추출하여 장기 저장에 적합하도록 25~30℃의 미온수 형태로 대수층(aquifer)에 저장하는 것이다. 겨울에 저장된 미온수는 히트 펌프에 의해 대수층으로부터 추출되고 다시 온실 가온이나 건물의 난방에 사용되는데, 이 때문에 ‘에너지 생산형 온실(energy producing greenhouse)’로 칭해진다. 이러한 과정에서 온실이 태양광 수집기로서의 능력을 최대로 발휘하기 위해서는 열 손실은 극소화하고 열 수집 능력을 극대화하는 것이 중요하다.

이러한 방식의 열 생산 시스템은 약 40℃의 미온수를 에너지로 활용해야 하므로 기존 가온 시스템의 변경이 불가피하며, 근처의 온실이나 건물에 직접 전달하여 사용해야 한다는 단점이 있다. 그럼에도 불구하고 Westland 지역의 경우, 온실에서 인근 도시로 열을 공급하는 이러한 시스템은 실제로 호응이 좋아 긍정적인 평가를 받고 있다. 네덜란드에서는 현재 이러한 열 생산 온실에 관련하여 현재 상업화 단계의 연구가 진행 중이며, 일부 열 생산 온실 모델의 개선 방안이 와게닝겐 UR의

에너지 생산 온실을 위한 기술혁신·실험센터(Innovation and Demonstration Centre for energy producing Greenhouses)에서 실험 중에 있다.

전력 생산 온실의 개발

네덜란드는 태양에너지를 활용하기 위한 연구 프로젝트 중 하나인 Elkas (Electricity-producing greenhouse) 프로젝트를 통해서 태양광에 기반한 세계 최초의 전력 생산 온실을 개발하고 있다. 이러한 전력 생산온실은 수년 내로 경제적 수익성이 있을 것으로 전망되고 있을 정도로 발전 가능성에 대해 긍정적인 평가를 받고 있다. 이 온실 개발의 주요 핵심은 적외선을 분리시켜주는 통합필터시스템과 태양 에너지를 집중시켜 저수준의 에너지를 고수준으로 전환해주는 태양광 전달시스템으로 구분된다. 실험 결과에 따르면 실제로 100 m² 규모 온실에서 이 시스템을 통해 약 15 kWh/m²의 전력과 50 kWh/m²의 열에너지가 생산 가능한 것으로 나타났다. 그러나 현재로서는 열에너지의 생산 단가가 높고 설치비용도 높아 정부의 지원 없이는 현실화될 수 없는 실정이다.

네덜란드의 온실 산업계는 CO₂ 배출을 줄이기 위해서 온실의 에너지 사용 감축뿐만 아니라 온실의 기초 시스템을 재설계하거나 재사용이 가능한 소재를 도입하는 것에도 초점을 두고 있다.

그림 1. Elkas(네덜란드의 전력생산형 온실)



미래지향적 온실 개발

온실의 가온이 필수가 아니라 선택 사항인 지역에서는 에너지 효율적 온실시스템의 개발은 여전히 밀폐형 온실에 기반하고 있다. 기후 여건에 따라 다르지만 보통 밀폐형 온실에 투입되는 에너지 소모량은 매우 적으며, 온실 구조물과 관개 파이프, 멀칭 플라스틱 등의 보조 장비 사용으로 인한 온실가스 배출량이 총 배출량의 절반 이상을 차지한다. 따라서 네덜란드의 온실 산업계는 CO₂ 배출을 줄이기

네덜란드는 태양에너지를 활용하기 위한 연구 프로젝트 중 하나인 Elkas 프로젝트를 통해서 태양광에 기반한 세계 최초의 전력 생산 온실을 개발하고 있다.

위해서 온실의 에너지 사용 감축뿐만 아니라 온실의 기초 시스템을 재설계하거나 재사용이 가능한 소재를 도입하는 것에도 초점을 두고 있다.

심지어는 기후 변화와 같은 시설원에 농업의 변화 여건에 적응하기 위해 이동 온실을 개발하여 온실 설치 지역의 토지 제한성과 물 공급 등의 문제를 독창적으로 해결하려는 방안을 찾고 있다.

3. 결론

에너지 절약형 온실의 요건은 태양광 수집의 에너지 효율을 극대화하고, 생육환경 관리 개선을 통해 생산성을 향상시키는 것으로 요약된다. 특히 온대기후 지역에서는 밀폐형 온실의 냉각시스템, 열회수시스템, 그리고 최적화된 환경 관리가 중요하며, 반건조기후 지역에서는 자연통풍, 냉각시스템, 그리고 여름 동안의 태양광 에너지 손실 극소화 원칙을 기본으로 한다.

화석연료를 사용하지 않는 밀폐형 온실에서는 온실 구조와 관개, 보조 장비, 농기자재 등의 에너지 투입을 줄이는 것이 에너지 절약형 온실로의 이행 요건이다. 한편 에너지 사용 절감과는 별도로 폐열, 지열자원, 바이오매스 등과 같은 다양한 화석연료 대체 자원의 사용은 에너지 생산형 온실의 CO₂ 배출 감축이라는 목표를 달성하기 위한 중요한 요건이다. 이러한 온실의 현실 적용은 경제적 가능성과 기후, 자연환경 등의 지역 여건에 따라 각기 다른 형태로 도입될 수 있다.

네덜란드는 새로운 형태의 에너지 절감형 온실 개발을 통해 경제, 환경적 측면뿐만 아니라 고용의 관점에서도 지속가능한 온실 시스템을 구축하고자 한다. 2020년까지 에너지 중립형 온실을 개발하고, 온실로부터 생산되는 잉여에너지를 자원으로써 활용하겠다는 네덜란드의 계획은 목표 설정 수준이 다소 높긴 하지만 개발과정상에서 획득 가능한 결과들로 인해 기존의 온실을 한 단계 더 발전시킬 수 있다는 가능성을 시사한다.

최근의 유가 상승은 우리나라 시설원에 산업에서도 마찬가지로 에너지 비용 부담을 증대시켜 시설원에 농가의 소득에 큰 영향을 미치고 있다. 우리나라도 고부가가치 산업으로서의 시설원에 산업을 유지 및 발전시켜 나가기 위해서는 국내 실정에 맞는 첨단기술 개발과 함께 미래지향적인 정책 개발로 대비하는 것이 중요할 것이다.

2020년까지 에너지 중립형 온실을 개발하고, 온실로부터 생산되는 잉여에너지를 자원으로써 활용하겠다는 네덜란드의 계획은 목표 설정 수준이 다소 높긴 하지만 개발과정상에서 획득 가능한 결과들로 인해 기존의 온실을 한 단계 더 발전시킬 수 있다는 가능성을 시사한다.

참고자료

J.C. Bakker, *Energy Saving Greenhouses*, Chronica Horticultrae Vol 49. ISHS. 2009. 9.