

초 고유가 시대, 기술로 이겨냅시다!!!

실용적 농업에너지 절감기술 BEST 10



농 촌 진 흥 청

RURAL DEVELOPMENT ADMINISTRATION



인사말

최근 급격한 유가상승으로 농업인 특히, 난방에너지를 많이 사용하는 시설원에 농가들의 어려움이 커져만 가고 있습니다.

우리나라의 시설원예 면적은 53천ha이고, 이중 가온면적은 전체 시설면적의 24%인 13천ha를 차지하고 있으며, 전체 면세유 공급량의 절반 이상인 135만kl 정도의 경유를 매년 시설원예 난방에 사용하고 있습니다.

유가가 큰 폭으로 오르면서 시설원예 경영비중 난방비가 차지하는 비중이 40%이상으로 높아져 농가부담이 커져만 가고 있어 난방에너지 절감이 무엇보다도 시급한 과제로 떠오르고 있습니다.

농업시설에서 난방에너지를 줄이기 위해서는 먼저 시설의 보온력을 높여 주거나 난방기계장치의 열 이용효율을 높여주는 방법과 유류 대신에 지열 등 신재생에너지를 이용하여 난방하는 기술 개발이 필요합니다.

그동안 농촌진흥청에서는 온실가스로 인한 지구온난화 문제와 석유자원의 고갈 및 고유가에 대응하여 농업에너지를 절감시킬 수 있는 기술을 지속적으로 개발 보급하여 왔으며, 이중 에너지 절감효과가 크고 실용적인 기술을 선별하여 이 책에 담았습니다.

아무쪼록 이 기술들이 농가현장에 더 많이 보급되어 고유가로 어려움을 겪고 있는 농업인들에게 조금이나마 도움이 되기를 기대하며 우리 청에서는 앞으로 농업에너지 절감과 신재생에너지의 농업적 이용기술 개발에 더 많은 관심과 지원을 다해 나갈 것을 약속드립니다.

2008. 7. 28.

농촌진흥청장 이 수 화



Contents 목 록

- 1 수평형 지열히트펌프 이용 온실 냉·난방 기술
- 2 농업용 열 회수형 환기장치
- 3 온풍난방기 배기열 회수장치
- 4 시설원예용 제습기
- 5 중앙권취식 보온터널 자동개폐장치
- 6 다겹보온커튼 이용 온실 보온력 향상기술
- 7 지하수를 이용한 순환식 수막보온커튼
- 8 일사량 감응 자동 변온관리장치
- 9 온풍난방기의 열교환기 개량
- 10 온풍난방기 버너 및 열교환기 분진제거 기술

현황 및 문제점

❖ 시설원예 면적 : ('95) 43,131ha → ('07) 53,036

• 시설 형태별 면적(ha)

| 계(A) | 비닐하우스 | 경질판온실 | 유리온실 |
|--------|--------|-------|------|
| 53,036 | 52,387 | 330 | 319 |

• 가온재배 면적 12,962ha(시설면적의 24%), 유류사용 93%

| 난방시설면적 (ha) | | | 난방시설비율 (B/A,%) |
|-------------|--------|-------|-------------------|
| 계(B) | 채소 | 화훼 | |
| 12,962 | 10,396 | 2,566 | 24.4 |

❖ 유가상승으로 인한 농업시설의 난방비 상승으로 경영 곤란

- 국제유가 : ('04.10)36\$/배럴 → ('06.10)57 → ('08.7)130
- 면세경유 가격 : ('03) 417원/L → ('06) 619 → ('08) 1,200
 - 시설원예의 경영비 중 난방비 비중 : 30~50%

❖ 농업용 면세유 공급량의 지속적 증가

- 면세유 공급량 : ('95) 147만kL → ('06) 248만
- '06년 면세유류 농민구입액 및 감면세액 : 2조9천억원
 - 농민구입액 1조6천억원, 감면세액 1조3천억원
- 시설원예 난방유류 소비량 : 135만kL(면세유공급량의 54%)

**초 고유가 시대!!! 국가 에너지대책 차원에서
농업용 에너지 절감을 위한 보온력 향상, 열 효율향상,
신재생 에너지 이용기술 개발 보급이 시급함**

1 수평형 지열히트펌프 이용 온실 냉·난방기술

원리 및 특징

- 지하 3m 내외의 땅속에 PE파이프를 깔아 넣고 열 매체를 순환시켜 지열을 흡수하여 온실 등 농업시설 냉·난방
- 겨울철 : 5~15℃의 지중열을 흡수, 히트펌프를 이용하여 40~50℃로 높여 난방
- 여름철 : 시설내부의 열을 흡수하여 지중으로 방출하여 온실 냉방

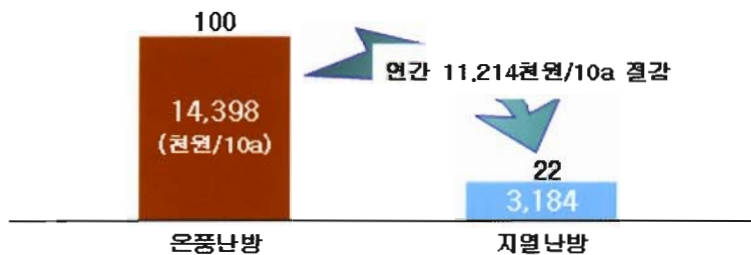
구조 및 사양



- 히트펌프: 25RT(75,600kcal/h)
- 축열탱크: 10m³
- PE파이프: 6,000m(φ28mm)
- 기타: 컨트롤러, 열교환기 등
- 전력부하 : 27.4kWh/10a

성능 및 효과

- 난방성능 : 전력사용량의 3~4배(냉방성능 : 에어컨의 1.2배)
- 시설원에 난방비 절감 효과 : 78%
 - 경유 대비 난방비용 연간 11,214천원/10a 절감(경유 820원/L 기준)
- 초기투자비용 3.5년 내 회수(난방 효과만 고려)
- 난방면적의 10%(1,300ha) 보급시 국가적으로 연간 1,458억원 절감



보 급

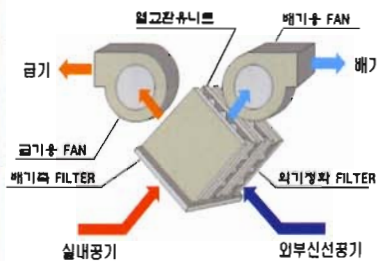
- 지식경제부 농어촌 신재생에너지 보급사업 반영(연간 150ha 규모)
 - 2008년 추경에 700억 반영(국비 60%, 지방비 20% 보조)
- 설치비용 : 55,000천원/10a(수전설비 등을 제외한 기본설비 단가임)

2 농업용 열 회수형 환기장치

원리 및 특징

- 농업시설에서 환기할 때 밖으로 빠져 나가는 열을 열교환기에서 흡수하여 외부에서 유입되는 찬 공기를 가열하여 실내에 공급
- 공기 출입구에 필터 및 자동 댐퍼 설치로 병해충 및 이물질 유입 방지
- 컨트롤러에 설정된 CO₂농도, 온습도에 따라서 환기장치 자동 작동

구조 및 사양



- 시스템구성 : 열교환기, 배기 및 급기 팬, 필터, 댐퍼 등
- 환기능력
 - 버섯재배사용 : 900m³/h, 165m²(50평)
 - 온실용 : 2,500m³/h, 1,000m²(300평)
- 전력부하 : 500Wh

성능 및 효과

- 열 회수율 : 63~80%
- 난방비 절감 : 50%
 - 작기당 984천원/165m²(50평)절감 (양송이버섯 재배)
- 생육환경 개선으로 상품성 향상
 - 소득 30% 증가
- 초기투자비용 회수기간 : 1년 이내



보 급

- 산업체(태광기계) 기술이전(2008. 1. 22.) 보급 중
 - 양송이 · 느타리버섯 재배사, 육계사(하림), 시설원에 온실 등 확대 보급
- 설치비용 : 5,000천원/대/165m²(50평)

3 온풍난방기 배기열 회수장치

원리 및 특징

- 온풍난방기를 가동할 때 배기가스와 함께 버려지는 폐열을 회수하여 온실 난방에 다시 이용하는 장치
- 온풍난방기 연통에 부착하며, 250~300℃의 배기가스가 열회수장치를 통과 하면서 열은 흡수되고 배기가스는 150℃로 낮아져 밖으로 배출
- 회수된 따뜻한 공기(50~55℃)는 다시 온실 난방에 활용

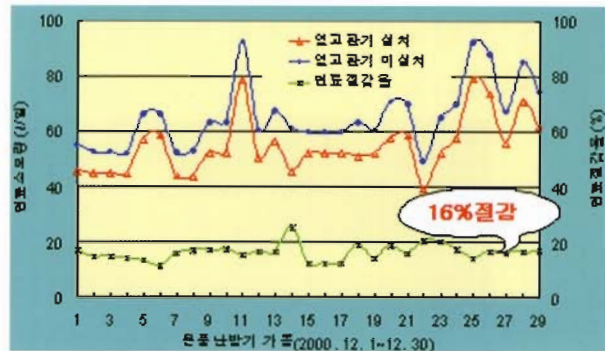
구조 및 사양



- 온풍기와 연통사이에 부착
- 흡열부와 방열부로 구성
- 초전도 열매체 히트파이프 사용
- 열회수 송풍온도 : 50~55℃
- 대당 적용면적 : 10a

성능 및 효과

- 열 회수율 : 61~85%
 - 외부 흡입공기 온도가 낮을수록 효과가 큼
- 난방비 절감 : 16% 내외
 - 이 장치 6대를 설치하면 난방기 1대분 기름값 절약



보 급

- 산업체(그린테코) 기술이전 보급 중(6,000여대 보급)
- 설치비용 : 2,500천원/대/10a

4 시설원예용 제습기

원리 및 특징

- 히트펌프 원리를 이용하여 시설내의 과도한 습기를 제거
- 겨울철 저온(15℃ 내외)에서도 제습성능이 우수하도록 냉매의 증발 및 응축 열교환기 분리배치
- 제습된 찬 공기와 더운 공기를 혼합하여 온풍으로 배출
- 온실내 공기의 원활한 배출 및 환산을 위해 3방향으로 덕트 연결이 가능한 공기 배출관 부착

구조 및 사양



- 압축기, 응축기, 증발기, 송풍팬, 공기필터, 컨트롤 패널 등으로 구성
- 희망 습도를 설정해 주면 자동으로 ON, OFF 운전
- 적용면적 : 형식별 600~2,000㎡(200~600평)용

성능 및 효과

- 제습량 : 4~7kg/h (공기온도 20~30℃, 상대습도 60~90%)
- 실내온도 15℃, 상대습도 70% 설정시 습도를 약 10% 낮춤
- 잿빛곰팡이병 억제 및 상품성 향상으로 소득증대
- 제습기 가동시 30℃이상의 온풍공급으로 난방비 절감 10%(연간 2,460천원/10a)



과습온실에서 병해발생



제습기 설치온실

보 급

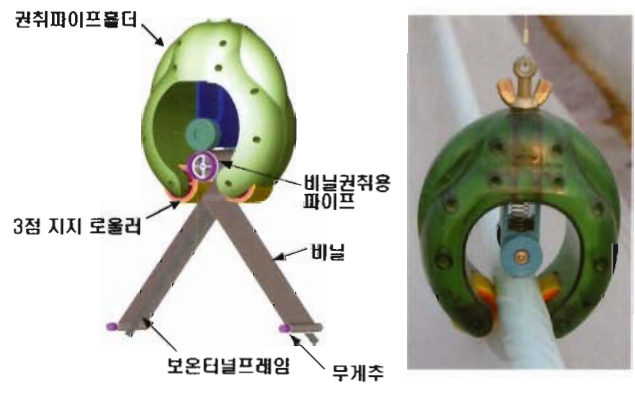
- 산업체(티이엔) 기술이전 보급 중(210여대 30ha 보급)
- 설치비용 : 5,000천원/대/10a

5 중앙권취식 보온터널 자동개폐장치

원리 및 특징

- 온실 내에 소형 보온터널을 설치하면 난방비 절감효과가 크지만 열고 닫는 노력이 많이 들어 자동화 필요
- 중앙 권취축에 비닐을 감고 펴서 보온터널의 개폐 자동화 및 난방 공간 축소로 에너지 절감

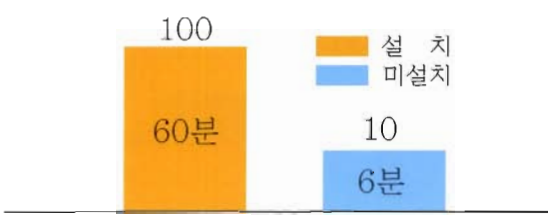
구조 및 사양



- 구성 : 권취파이프홀더, 비닐권취용 파이프, 3점지지로울러, 비닐, 무게추, 개폐모터 등
- 비닐권취용 파이프에 2겹의 비닐을 클립으로 고정하여 설치
- 작물에 따라 소형 및 중형터널
 - 소형 : 폭 120cm, 높이 70cm
 - 중형 : 폭 120cm, 높이 180cm

성능 및 효과

- 난방비 절감 : 60%
- 터널 개폐노력 절감 : 90%



보 급

- 산업체(성창ESC) 기술이전 보급 중(60ha 보급)
- 설치비용 : 2,000천원/10a

6 다겹보온커튼 이용 온실 보온력 향상기술

원리 및 특징

- 기존의 두께가 얇은 보온커튼을 개선해 부직포, 폴리폼 등을 여러 겹으로 누빈 솜이불 형태의 다겹 보온자재 활용, 보온력 극대화
- 온실 상부, 전후면 등 사방을 완전히 밀폐하여 보온력 향상
- 고장이 적고 작동이 간편한 자동화 보온커튼 시스템

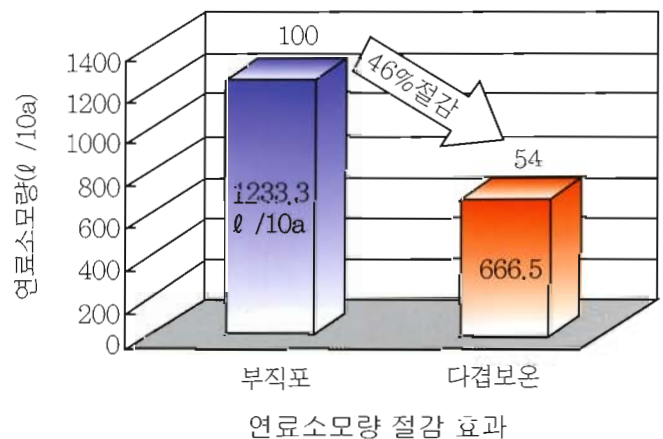
구조 및 사양



- 개폐방식 : 보온자재를 롤 형태로 감고 펴는 방식
- 시스템 구성
 - 보온자재 : 부직포, 폴리폼, 화학솜 등을 5겹으로 누빈 이불형태
 - 예인 및 권취모터 : 1HP, 1.5HP
 - 와이어 드럼 : 장력 균형 조절
 - 클러치 : 한방향 회전 동력 전달

성능 및 효과

- 기존의 부직포 커튼 대비 46%의 난방에너지 절감
 - 연간 6,941천원/10a의 난방비 절감
 - 초기투자비용 회수기간 2년
- 전체 난방면적의 10%(1,300ha) 보급시 연간 900억원 절감 효과



보 급

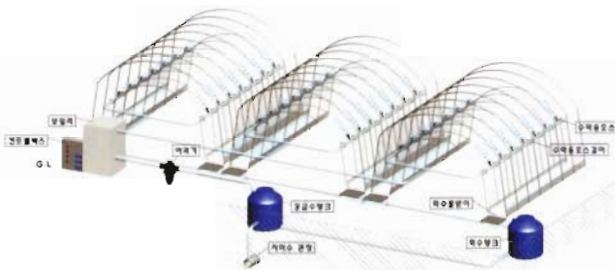
- 산업체(탑ENG) 기술이전 및 농진청 시범사업 등으로 농가 보급 중
 - 300농가 80ha 보급
- 설치비용 : 15,000천원/10a

7 지하수를 이용한 순환식 수막보온커튼

원리 및 특징

- 비닐하우스 지붕에 15℃ 정도의 지하수를 뿌려 비닐위에 물커튼을 형성, 보온 커튼 역할을 하는 기술로 전국에 10,700ha의 수막 보급
- 유류를 사용하지 않아 에너지절감 효과가 크나 최근 지하수 부족현상으로 인해 수막 보온 재배가 어려움
- 사용한 지하수를 재순환하여 수막에 활용함으로써 지하수 부족 지역에서도 수막재배 가능한 친환경 순환식 수막보온 기술

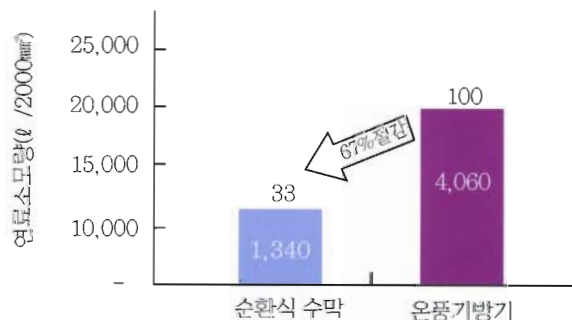
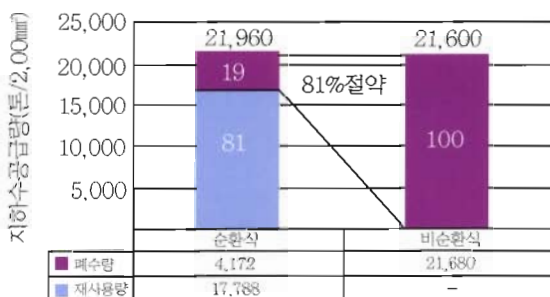
구조 및 사양



- 구성 : 온수보일러, 공급수탱크, 회수탱크, 여과기, 컨트롤러, 배관 등
- 온도를 설정해 놓으면 컨트롤러에 의해 자동으로 작동/정지
- 1대당 적용면적 20a
- 단동하우스 3~4동 사용
- 지하수 여건에 따라 회수된 물 재활용 비율 조절 (0~80%) 가능

성능 및 효과

- 지하수 절약 : 기존 수막보온커튼 대비 81% 절약(17,788톤/년/20a)
- 난방비 절감 : 67%(온풍난방 대비), ha당 20,000천원 절감 효과
- 전체 수막면적의 20%(2,100ha) 보급시 연간 약 420억원 절감



보 급

- 산업체(신진에너지) 기술이전 보급 중(500개소 100ha 보급)
- 설치비용 : 12,000천원/대/20a

8 일사량 감응 자동 변온관리장치

원리 및 특징

- 주간에 일사량이 많은 날은 앞에 축적되는 양분이 많기 때문에 양분의 전류를 촉진시키기 위하여 야간 온도를 높게 관리
- 일사량이 적은 날은 앞에 축적된 양분이 많지 않기 때문에 야간 온도를 낮게 관리
- 주간 일사량에 따라 야간의 온도관리를 달리하여 관리하며, 4단으로 변온 관리가능

구조 및 사양



- 구성 : 온도센서, 일사센서, 컨트롤러 등
 - 온도센서 : 온실내 2개점에 설치
 - 일사센서 : 온실 외부에 1개 설치
 - 컨트롤러 : 난방기에 부착하며 온도, 일사량 등 측정값을 이용 온도 변온제어
- 온도관리 : 시간대별 4단 변온관리
- 1대로 난방기 2대(10~20a)제어 가능

성능 및 효과

- 오이, 토마토, 고추, 수박, 장미, 국화 등 과채류 및 절화류 변온관리 재배에 효과
- 야간 항온관리(13℃)에 비해 난방비 25~35% 절감(시설오이)
- 항온관리에 비해 상품성 8~35% 향상, 난방비 14% 절감(장미)

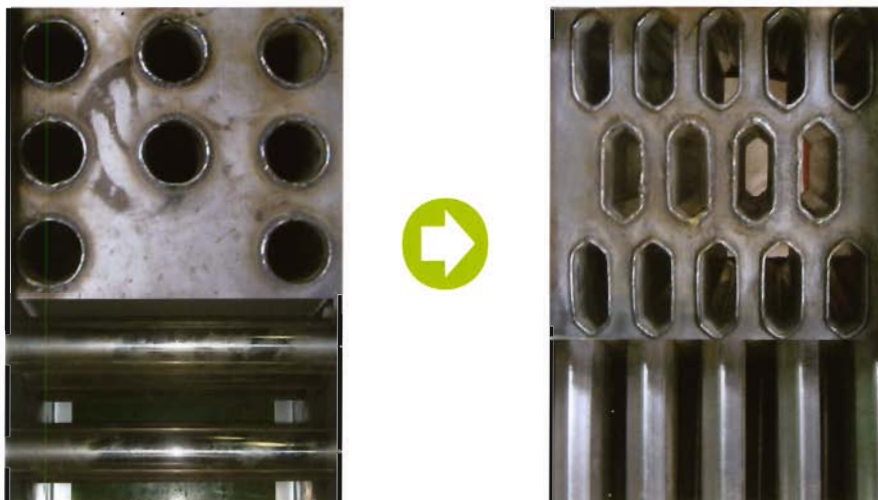
보 급

- 산업체에 기술이전 보급 중(500개소 100ha 보급)
- 설치비용 : 1,200천원/대

9 온풍난방기의 열교환기 개량

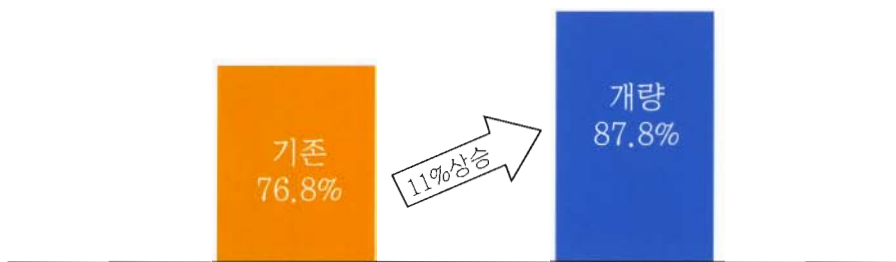
원리 및 특징

- 기존 농업용 온풍난방기의 열교환기 파이프의 단면 형상은 원형으로 일렬로 배치되어 있음
- 열교환기를 통과하는 바람의 송풍저항을 낮추어 열이용 효율을 향상시키기 위해 온풍난방기 열교환기 파이프의 단면 형상을 육각으로 하고, 이를 교차로 배열한 형태로 온풍난방기의 열교환기를 개량



성능 및 효과

- 열 교환기 개량으로 기존 난방기 대비 열이용 효율 11% 상승



- 기 보급 온풍난방기 10%(약 2만대) 대체시 연간 70~100억원 절감

보 급

- 산업재산권 출원 및 등록(특허 제 20-07-19879호, '07. 12. 11.)
- 산업체(태광기계) 기술이전(2008. 1. 22.) 보급 중

10 온풍난방기 버너 및 열교환기 분진제거 기술

개 요

- 온풍난방기는 사용년수가 오래됨에 따라 내부의 버너와 열교환기 등에 분진이 쌓이면 열 이용 효율이 떨어짐
 - 열이용 효율은 초기 80% 이상에서 점차로 줄어들어 크게는 60%까지 감소
- 사용년수가 오래된 온풍난방기의 버너와 열교환기 내부에 쌓여 있는 분진을 제거함으로써 열 교환 효율을 높여 난방비 절약

분진제거 순서



효 과

- 연소효율 : 약 4% 상승(청소 전 79% → 청소 후 83%)
- 난방비 절감 : 약 18%(열이용효율 : 청소 전 62.9% → 청소 후 80.8%)
 - 기 보급 난방기의 20%(약 4만대) 적용시 연간 250억원 이상 절감



분진제거 전



분진제거 후

보 급

- 분진제거 요령을 습득하면 농가 자체적으로 해결 가능
- 언론매체, 농업기술지, 리플릿, 현장교육 등을 통하여 농가 보급

시설원에 관련 주요통계

❖ 시설원에 면적 및 난방면적

| 년 도 | 시설면적 (ha) | | | 난방면적 (ha) | | | 난방비율 (B/A,%) |
|-----|-----------|--------|-------|-----------|--------|-------|-----------------|
| | 계(A) | 채소 | 화훼 | 계(B) | 채소 | 화훼 | |
| '00 | 52,189 | 48,853 | 3,336 | 12,398 | 10,952 | 1,446 | 23.8 |
| '07 | 53,036 | 49,828 | 3,208 | 12,962 | 10,396 | 2,566 | 24.4 |

- (주) 1. 채소생산실적및 화훼재배현황(2007, 농식품부)에서 발췌하여 재구성
 2. 화훼 난방면적 : 화훼 시설면적의 80% 적용

❖ 시도별 원예시설 면적(2007)

| 시도 | 계 (ha) | 채 소 | | | 화 훼 | | |
|-----|-----------|--------|--------|------|---------|---------|-------|
| | | 소계 | 비닐하우스 | 철골온실 | 소계 | 비닐하우스 | 철골온실 |
| 전 국 | 53,036 | 49,828 | 49,499 | 329 | 3,208 | 2,888 | 320 |
| 서 울 | 393 | 327 | 327 | 0 | 65.9 | 65.4 | 0.4 |
| 부 산 | 1,097 | 865 | 865 | 0 | 232.4 | 99.4 | 133.0 |
| 대 구 | 977 | 947 | 946 | 1 | 30.1 | 30.0 | 0.1 |
| 인 천 | 347 | 310 | 309 | 1 | 36.7 | 35.2 | 1.5 |
| 광 주 | 1,086 | 1,046 | 1,044 | 2 | 39.5 | 38.6 | 1.0 |
| 대 전 | 193 | 173 | 173 | 0 | 19.5 | 15.2 | 4.4 |
| 울 산 | 299 | 281 | 279 | 2 | 17.8 | 16.0 | 1.8 |
| 경 기 | 7,219 | 6,048 | 5,992 | 56 | 1,171.4 | 1,117.4 | 54 |
| 강 원 | 2,236 | 2,114 | 2,089 | 25 | 122.3 | 118.0 | 4.4 |
| 충 북 | 2,018 | 1,933 | 1,922 | 11 | 84.6 | 76.4 | 8.1 |
| 충 남 | 7,838 | 7,575 | 7,535 | 40 | 263.3 | 241.9 | 21.4 |
| 전 북 | 4,027 | 3,851 | 3,821 | 30 | 176.0 | 148.4 | 27.6 |
| 전 남 | 4,840 | 4,633 | 4,585 | 47 | 206.8 | 197.9 | 8.9 |
| 경 북 | 9,909 | 9,814 | 9,794 | 20 | 94.9 | 70.4 | 24.4 |
| 경 남 | 10,281 | 9,784 | 9,707 | 77 | 497.4 | 482.2 | 15.3 |
| 제 주 | 276 | 127 | 110 | 17 | 149.4 | 135.6 | 13.8 |

(주) 철골온실 : 유리온실, 경질판(PC, PET) 온실