

약 초 류

천 마



# 목 차

1. 식물의 특성
  - 1-1. 재배식물의 성장
  - 1-2 동속식물
2. 재배환경
  - 2-1. 기후
  - 2-2. 토양
3. 재배기술
  - 3-1. 유성번식 (종자발아)
  - 3-2. 종자의 생육 및 관리
  - 3-3. 발아 배지 조제
  - 3-4. 종자 발아 및 씨천마 생산
  - 3-5. 재배방법
  - 3-6. 시설재배
4. 병충해 방제
  - 4-1. 괴경(덩이줄기)썩음병
  - 4-2. 기타 병충해 방제방법
  - 4-3. 방제법
5. 수확 및 관리
  - 5-1. 활용 부위 및 활용 방법
  - 5-2. 수확시기
  - 5-3. 수확방법
  - 5-4. 수확후 처리(가공)
6. 천마의 특성 및 품질
  - 6-1. 천마의 특성
  - 6-2. 품질



## 천마

- 학 명 : *Gastrodia elata* Blume.
- 영문명 : Cheonma, Tall gastrodia
- 한 명 : 적선赤箭, 귀독우(鬼督郵), 명천마(明天麻), 수양간(水洋竿)

### 1. 식물의 특성

#### 1-1. 재배식물의 성상

천마는 전세계적으로 약 50여 종이 분포하나 우리나라에는 홍천마 등 3종 정도가 분포한다. 천마는 부식질이 많은 계곡의 숲속에서 자생하며 지상부는 대부분의 기관이 퇴화되어 있으나 지하부의 괴경(덩이줄기)은 마치 고구마가 형성되듯이 비대해진다. 이 덩이줄기는 성숙도에 따라 성숙마(mature tuber), 백마(immature tuber), 미숙마(juvenile tuber)로 분류되며, 성숙마는 약재로 이용되며 백마와 미마는 종마로 이용된다. 꽃대로 성장할 씨눈(추대아)이 있는 성숙마는 기온이 15~18℃ 정도가 되는 5~6월에 꽃대(줄기)라 불리는 지상경이 나온다. 꽃대는 원주형으로 1~1.3m 정도이나 큰 것은 2m가 넘으며, 보통 7마디로 되어 있다. 꽃은 꽃대 끝에 총상화서(총상꽃차례)로 피며 꽃잎은 외화피 3개와 내화피 2개로 되어 있으며, 외화피 3개는 합쳐져서 표면이 부풀기 때문에 꽃 주둥이가 오무라든 단지모양으로 되어 있어 수분이 잘 안되므로 종자 형성이 어렵다. 천마는 일반적으로 꽃대 1개당 30~50개의 꽃이 피어 6~7월경에 도란형(거꿀달걀모양)의 꼬투리(삭과)를 형성하며, 꼬투리 1개당 3~5만 개의 종자가 들어 있다.

천마는 자연계에서 6월 상순경 꼬투리가 익어 종자가 떨어지면 7월초 종자가 발아하며, 발아한 종자는 당해에 백마로 성장한 후, 다음해에 성숙마로 성장하는 2년의 생활 주기 식물이다. 그러나 천마 종자에는 배유가 없고 배만 있어서 자연에서의 발아율은 극히 미미하다.

## 1-2 동속식물

### 1-2-1. 천마의 특징

천마는 녹색 잎은 없고 퇴화된 소인편의 잎만 있어서 탄소 동화 능력이 없는 특이한 고등식물로 지상부의 꽃대는 1개월 이내에 사멸되며, 지하부의 괴경이 덩이줄기로 무성번식한다. 천마는 지상부에 형성된 꽃대의 색깔에 따라서 홍천마(*Gastrodia elata* Bl. f. *elata*), 청천마(*Gastrodia elata* Bl. f. *glauca*) 그리고 녹천마(*Gastrodia gracilis*)로 분류되나 지하부 덩이줄기의 색이나 형태 그리고 약효에는 큰 차이가 없다.

현재 국내에서 재배되는 천마는 홍천마, 청천마, 황천마 등이 있다. 홍천마의 덩이줄기는 타원주형이고 담황색이며 줄기대는 등홍색, 꽃은 황색, 열매는 달걀형이고 덩이줄기의 함수량이 크고 건조수율은 18~20%이다. 청천마의 덩이줄기는 거꾸로 선 원추형이며 물고기 비늘편이 발달하였으며 줄기대는 초록색, 남록색, 열매는 달걀형, 건조수율은 25%이며, 재배적 특성이 가장 우수하다. 천마 덩이줄기는 15~30℃의 온도 범위에서 생육이 가능하다. 지온이 15℃ 전후가 되면 싹이 트기 시작하여, 20~25℃에 생육 속도가 가장 빠르며, 30℃ 이상이 되면 생장이 억제되고, 35℃가 넘으면 사멸한다. 천마가 1년간 생육하는데 필요한 총 누적온도는 3800℃ 정도이다. 물은 천마 덩이줄기의 주성분으로 함수량은 약 80% 정도이다. 천마는 외계의 급격한 온도 변화에도 물이 지니는 특수성으로 인해 원형질은 상해를 받지 않는다. 천마는 토양 함수량 30~70%의 범위에서 생육이 가능하며 70%를 초과하면 천마가 부패한다. 천마의 덩이줄기가 싹트는 시기에는 약간의 토양수분만 있으면 정상 발아가 가능하지만 수분이 부족하면 뽕나무버섯균의 생장에 영향을 주어 천마의 생육이 부진해진다. 천마 덩이줄기의 생장이 왕성한 시기에는 다량의 물이 필요하다.

### 1-2-2. 뽕나무버섯균

천마의 생육은 1911년 일본의 쿠사노(Kusano)에 의해 버섯의 일종인 뽕나무버섯속 (*Amillaria* sp.)과 공생관계가 밝혀진 후 많은 연구가 이루어졌다. 특히 천마의 생육과 관련된 공생균과의 영양관계는 저자 등에 의해 균영양계(Mycotrophy)로 정의되었다. 균영양계란 빛(광)을 에너지원으로 이용하는 광합성계(phototrophy)나 화학물질을 에너지원으로 이용하는 화학합성계(chemotrophy)

와는 달리 균류의 균사를 에너지원으로 이용한다. 즉, 어린 뽕나무버섯균 균사속이 천마의 피층(Cortex, 껍질층) 세포에 침입하면, 천마는 대형세포를 형성하여 침입한 균사를 짧게 분절, 소화, 흡수하여 에너지원으로 이용하여 생육하게 된다. 그러나 뽕나무버섯균의 활력이 너무 왕성하면 천마의 영양분이 뽕나무버섯균으로 역이동하는 현상이 발생하기도 한다.

뽕나무버섯균은 한 번 심으면 2~3년 동안 사용되므로, 이를 잘 선택하여야 한다. 특히 뽕나무버섯균 중에는 근상 균사속이 강건하게 형성되어 외부적으로는 우량하게 보이지만, 천마와의 공생시 천마 몸체를 감아가면서 급격히 양분과 수분을 탈취하여 사멸시키는 것도 있다. 이 때문에 우량 균주의 선택이 아주 중요하다. 이를 위하여 정부에서 허가받은 민간 배양소에 주문하여 재식하는 것이 좋다.

뽕나무 버섯균의 우량 계통은, 1995년 농촌진흥청 농업과학기술원에서 개발하여 농가 보급 품종으로 지정된 ‘천마균 1호’와 임업연구원에서 육성한 ‘홍릉천마균’이 있다. 천마균 1호는 천마와의 공생력이 강하여 양질의 다수확 재배가 가능한 균주이다. 천마균 1호는 배지상에서 균사 성장력이 강하고, 원목에 접종시에도 균사 활착률이 97%로 아주 높으며, 천마와의 공생력도 강하여 98%의 높은 수량과 생존율을 얻을 수 있다.

천마균 1호는 천마와의 공생력이 강하여, 천마의 생산 개체 수가 13개/3.3m<sup>2</sup>로 많고, 개체중도 52.3g으로 품질이 양호할 뿐만 아니라, 수량도 6.8kg/3.3m<sup>2</sup>로 대조 균주보다 5.6배나 높다. 뽕나무 버섯균은 원래 수목병원균으로서 경우에 따라서는 산림병원 피해가 문제 되는 경우가 있게 된다. 그러나 천마균 1호는 각종 수목 및 천마에는 병원성이 아주 약하여 발병되지 않는 반명 천마 생육은 양호하다.

## 2. 재배환경

### 2-1. 기후

자연에서 자생하는 천마는 대부분 해발 700m 이상의 고산지대에서 성장하지만 천마의 생육환경을 조성해주면 지역에 관계없이 인공재배가 가능하다. 자연 환경 조건이 양호한 지역에서는 실외(노지) 재배를 실시하며, 자연 조건의 차가 크면 실내 (시설) 재배가 적합하다.

## 2-2. 토양

천마는 한번 심으면 3~4년간 수확이 가능하고 이후 원목만 교체해주면 계속적으로 재배가 가능하므로 재배장소의 선택이 중요하다. 재배장소 선택이 중요하다. 재배장소는 동남향의 약간 경사진 곳으로 토심이 깊고 비가 와도 물이 고이지 않고 배수가 양호한 양토~사양토가 적당하며 건조하기 쉬운 모래땅은 피해야 한다. 천마와 뽕나무버섯균의 환경조건은 근본적으로 일치한다. 서늘하고 습윤한 삼림부식토를 좋아하며 폭염을 피한다. 토양은 통기성이 좋은 함수량 15~20%사이가 적당하며, 함수량이 높으면 천마가 부패하기 쉽고 낮으면 뽕나무버섯균의 생육이 불량하다. 토양의 산도 (pH) 는 4.5~6.5가 적당하다.

## 3. 재배기술

### 3-1. 유성번식 (종자발아)

천마의 유성번식은 어미천마(모마)에서 꽃이 피어 결실된 종자를 발아시켜서 번식할 수 있는 방법으로 작은 덩이줄기(소괴경)를 씨천마로 사용하는 기존의 무성번식법에 비하여 우량한 유전형질을 보유하고 있어 퇴화가 일어나지 않고 우량한 품질의 씨천마를 대량 생산할 수 있는 장점이 있다.

유성번식법은 그림 1과 같이 모마(성마)에서 꽃이 피면 인공수분을 하여 종자를 얻고, 발아균(애주름버섯균 혹은 흰애주름버섯균)을 접종하여 원구체(protocorm)를 형성시킨 다음에 원구체에 다시 성장균(뽕나무버섯균)을 접종하여 씨천마로 발달하도록 하여 점차 성마로 성장하도록 하는 방법이다.

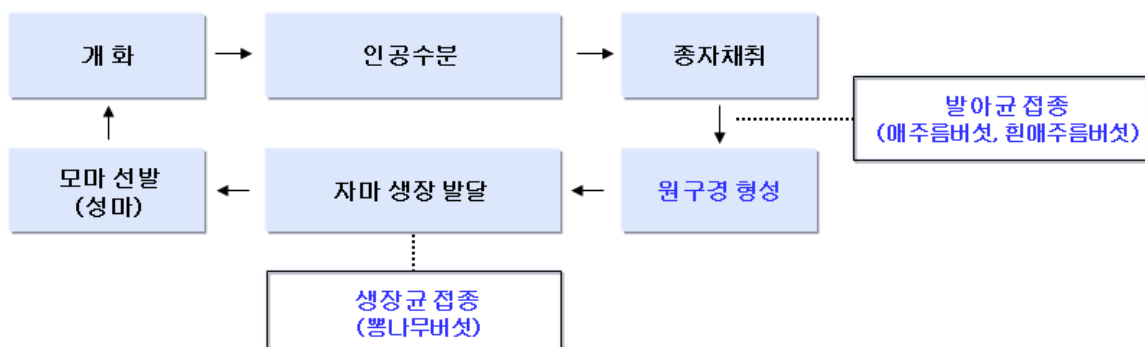


그림 1. 공생균을 이용한 천마의 유성번식 모식도



## 3-2. 종자의 생육 및 관리

### 3-2-1. 어미천마 (모마) 선발

모마란 꽃을 피울 수 있는 꽃대가 올라 올 수 있는 능력이 있는 성숙마를 말한다. 모마는 상처와 병해충의 피해가 없는 생체중 150g 이상의 건전한 성숙마 중에서 싹눈(정아) 이 충실한 성마를 선발한다(그림 2a). 꽃대 유도는 실내, 실외 모두 가능하며, 꽃대 출아에서 종자 성숙까지는 60일정도 소요된다. 꽃대 출아, 개화, 결실에 필요한 영양분은 모두 모마 자신의 영양을 소모하므로 종자가 결실되면 모마는 속이 비고 부패하기 시작한다. 따라서 모마에 뽕나무버섯균이 붙어 있으면 뽕나무버섯균이 모마의 양분을 흡수 이용하므로 종자의 결실율이 낮아진다.



a. 싹눈이 충실한 모마



b. 꽃대 발생

그림 2. 우량 모마 및 꽃대 유도

### 3-2-2. 모마의 개화 유도

선발된 모마는 공기가 통하는 상자에 싹눈이 위로 향하게 20cm 간격으로 놓고 가는 모래를 2~5cm 두께로 덮은 다음 습도가 60~70% 정도 유지되도록 관리한다. 꽃대는 기온이 12℃ 정도가 되면 올라오기 시작하고, 19℃가 되면 꽃이 피기 시작한다(그림 2b). 천마의 꽃은 총상화서로 줄기 끝에 생기며 길이는 10~30cm 정도이다. 꽃대 1개당 30~50개의 꽃이 아래부터 위로 핀다. 꽃대가 출아하면 공기 중의 상대습도를 65~80% 정도로 유지한다.

### 3-2-3. 인공수분

천마의 꽃은 자연상태에서는 꼬투리가 오무라져 있고, 향이나 맛이 없어서 곤충매개 수분율이 매우 저조하며, 또한 수분율이 일정하지 않아서 인공수분을 실시하여야 결실율을 높일 수 있다(표 1). 수분은 꽃이 핀 후 24시간을

❶ 약초류

넘기지 말고 개화당일 오전 9시~10시 사이에 하며, 수분방법은 왼손으로 꽃받침(화탁)을 잡고 오른손으로 쪽집게나 핀셋 등의 도구를 이용하여 꽃밥(화분괴)을 점액성 암술머리(주두)에 묻혀 준다. 이때 작업 중 씨방의 껍질이 파괴되지 않도록 주의해야 한다. 천마의 꽃은 첫 꽃부터 마지막 꽃까지 약 2주간에 걸쳐서 피기 때문에 꽃 하나하나씩 수분하는 데 어려움은 없다. 수분은 동주동화, 동주이화, 이주이화 모두 가능하며, 이주이화 수분은 품종 육성도 가능하다.

표 1. 수분 방법별 천마 종자 결실율 (농과원, 2001)

수분 방법	재배방법	꽃 수 (개)	수분 수(개)	결실율(%)
자연수분	노지재배	1056	568	53.7
	시설재배	981	652	66.5
	자생천마	321	175	54.5
인공수분	시설재배	4192	3943	94.1

3-2-4. 꼬투리(삭과) 수확

인공 수분 후 약 17~19일이 경과하면 씨방은 점차 팽배해지면서 성숙해진다. 꼬투리가 청회색을 띠며 육안으로 관찰하여 상하로 6가닥의 선이 돌출되고 딱딱해지기 시작하면 가위로 꼬투리를 하나씩 잘라서 봉지에 넣는다. 꼬투리 즉 삭과는 아래부터 위로 성숙하는데 꼬투리가 너무 성숙하여 터지면 종자의 손실이 크고, 또한 발아율도 급격히 저하된다. 모마 1개에서 30~50개의 꼬투리가 형성되며, 꼬투리 1개당 3~5만 개 정도의 종자가 들어 있다. 성숙한 종자는 정방추형 또는 초승달 모양으로 청회색이며, 크기는 670×12 $\mu$ m 정도의 분말상태로 종피와 배로 구성되어 있으며 배유는 없다. 배의 크기는 180×100 $\mu$ m 정도로 매우 작으며, 미성숙한 종자는 백색 또는 분백색이다.

3-3. 발아 배지 조제

천마 종자는 공생관계를 통해 발아하기 때문에 발아배지 조제에 앞서 균사체를 확보하여야 한다. 흰애주름버섯(혹은 신규 애주름버섯-KFRI 1212) 균사체는 고체배지인 Potato Dextrose Agar (PDA)로 계대배양하여 25℃에서 14일간 생육시킨 후, 작은 조각(2cm<sup>2</sup> 이내)으로 잘라 액체배지인 Potato Dextrose Broth (PDB)에서 7일간 배양하여 준비하여야 한다.

발아 배지는 참나무 낙엽과 미강(쌀겨)로 이루어진 낙엽미강배지가 사용된다. 마른 참나무 낙엽을 1일간 침수시키고 물기를 제거한 후 2cm<sup>2</sup> 크기로 잘라준다. 물과 미강을 5:1로 섞어 배양통(직경 80× 높이 120mm 이내)에 10~12ml씩 분주한다. 그 위에 낙엽을 5개씩 겹치지 않게 올리고 121℃에서 90분간 멸균한다.

멸균된 배지가 식으면 무균대로 옮겨서 준비된 흰애주름버섯(혹은 신규 애주름버섯-KFRI 1212)균을 접종시켜 주어야 한다. PDB배지에서 배양된 균주는 균질기(호모게나이저)로 분쇄한 후 4ml씩 낙엽미강배지에 고르게 올려서 25℃에서 치상 후 균사가 하얗게 올라오는 시점에 사용가능하다.

### 3-4. 종자 발아 및 씨천마 생산

#### 3-4-1. 종자 파종

종자 채취 즉시 파종을 하여야 발아율이 높으며, 바람과 비가 없는 날에 실시하여 종자가 바람에 날리는 것을 예방해야 한다. 파종 방법은 먼저 재배장소를 10~20cm 깊이로 파고 습윤한 낙엽을 한층 깔 다음, 그 위에 발아균이 성장한 낙엽 배지에 천마 종자를 파종하여 올려놓고 다시 한층의 낙엽을 덮는다. 파종은 발아균이 성장한 낙엽배지를 하나하나 분리하여 편 다음 천마종자를 2~3차례 반복하여 균일하게 파종한다(그림 3). 파종 작업이 끝나면 10cm 두께로 가는 모래나 마사를 덮고, 그 위에 다시 습윤한 낙엽이나 벗짚을 3~5cm 두께로 덮어 습도를 유지한다.



그림 3. 발아 낙엽배지에 파종한 종자

#### 3-4-2. 파종 후 관리

파종한 천마 종자는 성장 단계에서 여름철의 고온기를 거치는데, 발아 최적 온도는 20~25℃이므로 이보다 높으면 발아에 지장을 받으므로 차광막을 설치하거나 또는 파종시 응달이 지는 나무 그늘을 만들어 주어야 한다(표 2).

❶ 약초류

온도가 높으면 수분 증발량이 많아지므로, 비가 적게 오는 자연조건에서는 1주일에 한번 정도 물을 주어 복토층의 낙엽을 습윤하게 하여 습도를 50~60% 정도 유지되도록 관리한다.

표 2. 배양 온도별 천마종자의 발아정도 (농과원, 2001)

온도(℃)			
15	20	25	30
-*	++	+++	-

\* -: 미발아, +: 소, ++: 중, +++: 다

3-4-3. 천마종자 발아 및 관리

5~6월경에 파종한 천마 종자는 9~10월경이면 발아하여 원구체로 성장한다 (그림 4). 종자 파종 3~4개월 후부터는 종자 발아상태를 확인한다. 상층에 피복된 낙엽을 들어올린 후 천마 종자가 발아한 낙엽층을 하나씩 관찰하여 종자 발아율이 30~40%가 되면 공생균인 뽕나무버섯균을 접종한 다음 원상태로 복구하고 계속 관리한다. 뽕나무버섯균 접종 방법은 원구체가 형성된 낙엽 위에 뽕나무버섯균 버섯나무(골목)를 이식하여 원구체와 뽕나무버섯균을 접촉시켜서 원구체가 영양분을 공급받아서 계속 성장하도록 한다. 뽕나무버섯균이 원구체에 활착되면 생장이 촉진되어 다음해 3~4월경에는 자마로 성장한다. 즉, 천마종자는 발아균에 의해 1차적으로 발아되어 원구체가 형성되며, 원구체에 다시 뽕나무버섯균이 감염되면 2차 생육을 계속하므로 파종 다음해에는 종자가 성숙마로 성숙한다.



종자 발아



원구경 형성

그림 4. 천마종자의 원구경 형성

### 3-4-4. 기내배양기술을 이용한 유성씨천마 생산

기내배양기술을 이용하여 유성씨천마를 생산하면 병원균의 침입 우려가 적은 무균환경에서 연중생산이 가능한 장점이 있다.

유성씨천마 생산과정은 종자의 발아, 원구경 증식과 비대의 3단계를 거쳐서 이루어진다(그림 5). 종자의 발아를 위해서는 준비된 발아배지(3-2. 발아 배지 조제)에서 낙엽 위로 균사가 하얗게 올라오는 시점에 낙엽을 잘라내어 물-한천배지에 위에 올린 후 낙엽 주변으로 종자를 흩뿌려 파종한다. 발아한 종자는 원구경(protocorm) 형태로 발달하게 된다(그림 6).

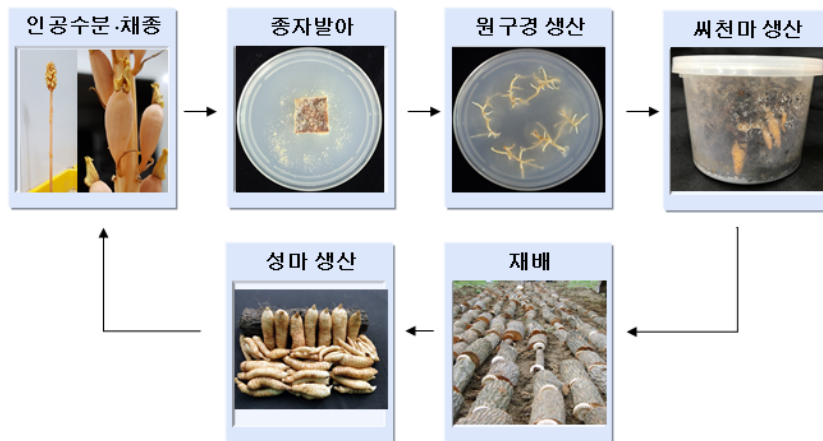


그림 5. 기내배양기술을 이용한 유성씨천마 생산

발아된 원구경을 하이포넥스가 포함된 배지(2g/L hyponex powder + 1g/L pepton + 20g/L sucrose + 12g/L agar)로 계대배양하여 20~30일간 생장을 유도한다(그림 6).

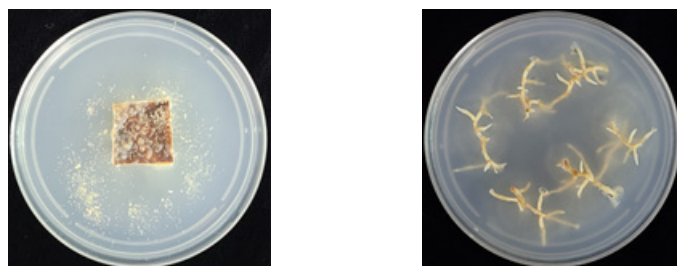


그림 6. 한천배지 위에 파종한 천마종자(좌) 및 발아한 원구경(우)

다음으로는 원구경 비대생장을 통해 씨천마를 생산하는 과정이 필요하다. 원구경 비대생장을 위해서는 필요한 뽕나무버섯균과 배지를 준비하여야 한다.

## ㉠ 약초류

뽕나무버섯균은 PDA 배지에서 7일간 배양하여 사용한다. 배지조제 첫 번째로는 25g/L 미강과 19.5g/L PDA 배지를 섞어 배양통(약 직경 80 × 높이 120 mm)에 얇게(10~15ml) 분주하여 121℃에서 40분간 멸균한다. 두 번째로는 멸균된 배지가 식으면 PDA 배지에서 배양된 뽕나무버섯의 균사체를 무균대에서 1cm<sup>2</sup> 크기로 잘라 올려 균사의 증식을 유도한다. 배양 5일 후 뽕나무버섯균이 증식된 것으로 확인되면 멸균(121℃, 90분, 4회)된 톱밥(참나무:포플러 = 7:3)을 배양통의 절반정도를 채워 뽕나무버섯균이 증식되도록 2달 정도 배양한다. 이 후 뽕나무버섯균의 균사가 발달하는 것을 확인하고 하이포넥스 배지에서 생장한 원구경을 톱밥 위에 올린 후 멸균하지 않은 톱밥으로 덮어준다. 원구경을 톱밥 위에 치상하고 2달 정도가 지나면 씨천마로 발달한다(그림 7).

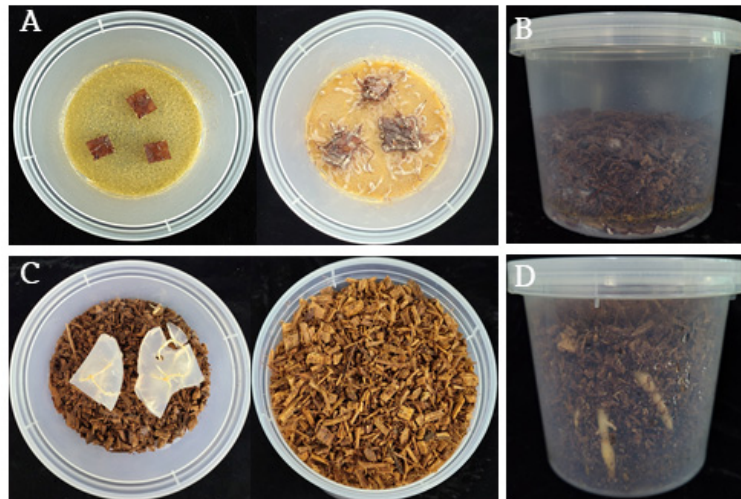


그림 7. 톱밥배지를 이용한 씨천마 생산과정(A : 미강+PDA 배지 조제 및 뽕나무버섯균 접종, B : 톱밥배지에서 뽕나무버섯균의 증식, C : 원구경 치상, D : 씨천마 생산)

### 3-5. 재배방법

종자가 발아하여 형성된 원구경에 뽕나무버섯균 접종 후의 관리는 기존의 무성번식 증식법과 동일하다.

#### 3-5-1. 노지재배

##### 3-5-1-1. 원목 수종 선택

천마 재배용 원목 수종은 활엽수는 모두 가능하지만 상수리나무, 떡갈나무, 졸참나무, 굴참나무 등 수피가 두꺼운 참나무류가 좋으며 수피가 부착되어 있어야 한다. 참나무류 중에서도 상수리나무와 졸참나무가 천마 재배에 가장

적합하며, 굴참나무는 표피층이 두꺼워 원목 건조기간이 길고 뽕나무버섯 균사속 형성이 늦으며, 물참나무는 뽕나무버섯균 균사생육은 빠르나 재질이 연하여 수명이 짧은 단점이 있다. 침엽수류는 수피가 얇아 균사가 쉽게 사멸되며, 또한 생산성이 낮아 부적합하다. 원목의 굵기는 직경 7cm 이상이면 사용 가능하나 10~15cm가 가장 적합하다.

### 3-5-1-2. 원목 벌채시기

원목의 벌채는 수액의 이동이 정지된 휴면기인 초겨울부터 이듬해 2월경까지가 가장 적합하다. 이 시기에는 원목에 영양원이 가장 풍부하게 함유되어 있으며, 기후가 건조하여 휘발성 물질이 제거되기 쉬우며, 또한 수피도 목질부에 단단하게 밀착되어 있다. 또한 온도가 낮아 각종 병원균의 포자 활동이 적을 뿐만 아니라 유휴 노동력을 이용하기가 용이하다. 잎이 달려 있는 가을철 벌채는 단풍이 먼저 들기 시작하는 북향, 서향, 동향, 남향의 순서로 산의 위부터 아래로 벌채를 한다. 원목 벌채 후 원목 내의 수분이 자연 증발되도록 잔가지는 자르지 않는다.

### 3-5-1-3. 원목건조

뽕나무버섯균은 원목의 조직이 살아 있을 때보다 사멸된 상태에서 활착이 양호하므로 절단된 원목을 통풍이 잘되는 장소에 우물정(井)자 모양으로 쌓아서 1~2개월 건조시킨다. 원목 벌채시의 수분 함량이 45~48%로 높았던 것을 38~40%로 낮추는데, 이때 벌채한 원목 위에는 차광막이나 나무가지 등을 덮어서 직사광선을 피하여 음건시킨다. 원목의 수분은 연필 굵기의 작은 가지를 손으로 꺾으면 쉽게 부러지거나 또는 원목의 절단면에 가는 금이 가는 것을 기준으로 삼는다.

### 3-5-1-4. 원목조제

원목을 자연 건조시켜 수분 함량이 38~40% 정도가 되는 3~4월경(균 접종 시기에 직경이 20cm 이상 되는 것은 영지 재배목, 16~20cm 정도의 것은 표고 원목, 나머지 7~15cm 전후의 것은 천마 재배용 원목으로 선별한다. 선별된 나무는 원목의 굵기와 재배방법에 따라 20~30cm의 단목 또는 60cm, 90cm, 120cm 등 장목으로 절단하여 접종 작업이 용이하도록 준비한다. 원목의 굵기가 다르면 작업이 느리고, 천마 재배시 수분 관리가 어렵다.

### 3-5-1-5. 재배시기

천마 재배는 늦가을(초겨울)이나 초봄 모두 가능하나 늦가을 재배가 생산량도 높고, 품질이 우수하다. 늦가을에 천마를 식재하면 겨울에 들어서기 전에 천마가 뿌나무버섯균과 연결되어 활착율도 높고 수량도 많으나 우리나라에서는 가을이 짧아서 너무 늦게 식재하면 종마가 겨울에 동사한다. 반면에 종마를 4~5월경에 식재하면 건전한 종마는 정상적으로 싹이 트나 상처가 있는 종마는 부패하여 싹트기가 어렵다.

토양 온도가 6℃가 되면 천마는 아직 휴면상태이나 뿌나무버섯균은 생장을 시작하고, 온도가 10℃로 상승하면 천마는 발아하기 시작하며, 뿌나무버섯균은 이미 균사속이 형성되어 천마와 결합한다. 기온이 상승하여 20~25℃가 되면 천마와 뿌나무버섯균 양자 모두 생장 단계에 진입하며, 토양온도가 30℃를 초과하면 양자간 모두 생장이 억제된다. 천마의 무성번식 과정은 모두 땅속에서 이루어지므로 광과 공기습도는 요구되지 않는다.

### 3-5-1-6. 종마선발

생육 단계에 있는 어린 천마를 자마 또는 종마라 하며 영양번식용 천마 종자로 사용하며, 백마와 미숙마가 여기에 속한다. 종마의 품질은 천마의 수량에 직접적으로 영향을 미친다. 품질이 양호한 종마란 병무늬와 상처, 동상이 없고 부패되지 아니하고 방추형의 씨눈이 명확한 자마를 말한다.

종마를 장거리 운반할 때는 상자에 가는 모래를 채워 종마의 표피층이 상처를 받지 않도록 주의해야 한다.

## 3-5-2. 뿌나무버섯균의 접종

### 3-5-2-1. 종균접착법(샌드위치 접종법)

원목의 양쪽 절단면에 원판형 종균을 부착시켜 매몰하는 방법으로 실용성이 높고, 재배방법이 쉬워서 많이 이용하는 방법이다. 원목을 매몰할 장소를 땅을 갈고 경운하여 흙을 부드럽게 하여 재배지를 만든 다음 원목 묻을 자리를 5~10cm 깊이로 종으로 길게 파고 그 위에 접종할 원목을 올려놓는다. 원목은 한 두둑에 2~3 줄을 심을 수 있으며, 줄과 줄사이의 간격은 20~30cm를 유지한다. 같은 줄에는 동일한 굵기의 원목을 배열해야 접종 및 관리가 용이하다. 접종은 원목의 양쪽 절단면, 즉 원목과 원목사이에 1~2cm 두께로 절단된 원판형의 종균을 밀착되게 끼워 넣는다.



뽕나무버섯균의 종균병은 1회용 플라스틱(polyethylene)병을 사용하므로 외부 껍질을 제거시키고 원통형 상태로 꺼내서 1~2cm 두께로 원판형이 되도록 종균을 절단하여 직사광선이 직접 닿지 않고 바람에 마르지 않도록 보존한다. 원목의 양단면에 종균 접종이 끝나면 즉시 흙으로 원목의 절반쯤 채우고 종마를 심는다. 종마는 크고 작은 것을 골고루 섞어서 접종된 종균 양쪽에 옆으로 뉘어 심는다. 종마 심기가 끝나면 도랑을 60cm 폭으로 만드는데 이때 생기는 흙을 원목 위에 8~10cm 두께로 일정하게 덮으면 자연스럽게 두둑이 만들어 진다. 두둑은 120~150cm의 폭으로 만들며, 두둑과 두둑 사이의 간격은 60cm 정도가 좋다. 도랑은 원목보다 3~5cm 이상 깊이로 파고 재배지 끝까지 배수로를 만들어 비가 많이 와도 도랑에 물이 고이는 일이 없도록 한다. 즉, 원목의 밑면이 배수로 보다 높아야 비가 많이 와도 물이 고이지 않는다. 두둑 위에 벚짚이나 낙엽 등으로 10cm 이상 피복해야 보온, 보습의 효과가 있으며, 그 위에 다시 차광막을 덮으면 폭염의 피해를 줄일 수 있다.

환경조건이 양호하면 접종 2~3개월 후부터 종균에서 균사속이 형성되기 시작한다. 균사속(rhizomorph)이란 뽕나무버섯균의 균사가 외부로 뻗어나가면서 다발 모양의 보호막을 형성하는 것으로 처음에는 흰색이던 생장점이 점차 자라면서 갈색, 흑갈색으로 변하고 소나무 뿌리와 같이 자란다. 균사속은 원목의 목질부에 침투하여 목질을 부후시키며, 또한 종마를 만난 균사속은 종마의 피층세포에 침입한다. 이때 종마는 피층세포에 침입한 균사속을 소화 흡수하여 영양분으로 이용하여 증식하게 된다. 1년생의 어린 유백색 또는 홍색의 균사속은 종마에 침입하여 생장함에 따라 굵어진다.

### 3-5-2-2. 구멍접종법

구멍 접종방법은 표고 재배시 원목에 접종하는 방법과 비슷한 원리로서 원목에 작은 구멍을 뚫고 종균을 채운 다음 마개를 막아서 원목 속에 균사가 활착되도록 하는 방법이다. 접종 방법은 원목에 전기드릴 또는 천공기로 직경 12~13mm, 깊이 25mm의 구멍을 15~20cm 간격으로 뚫고 톱밥 종균을 2~3g씩 덩이로 채워서 접종한 다음 스티로폼 마개로 막아 외부로부터 잡균의 침입을 방지한다. 접종한 원목은 건조를 방지하고, 균사 활착을 위해 접종 즉시 매몰하여 배양한다. 이 방법은 원목에 구멍이 많아서 안정적이며, 굴곡이 많은

## ① 약초류

원목도 이용 가능하여 천마 재배 초기에는 많이 이용하였으나 작업시 인력이 많이 들고, 군사 활력이 약하며, 또한 접종 당해에는 군사만 생육시키므로 종마 식재까지 6 개월이 소요되는 단점이 있어 현재에는 잘 사용하지 않는다.

원목 매몰 방법은 종균 접종법과 동일한 방법으로 두둑재배를 한다. 재배지 토양을 5~10cm 깊이로 판 다음 그 위에 접종한 원목을 올려놓고 흙을 8~10cm 두께로 일정하게 덮은 다음 도랑을 만들고 벚짚이나 낙엽 등으로 피복한다.

뽕나무버섯균은 군사 생육 속도가 매우 느리며 또한 외부 환경에 민감하다. 뽕나무버섯균의 군사 생육 및 군사속 형성은 토양 온도가 25℃ 정도로 높을 때 빠르나 온도가 높으면 잡균 발생율이 증가하므로 20℃ 정도가 되도록 관리한다. 또한 재배지의 토양이 과습하면 뽕나무버섯균은 사멸하고 건조하면 군사가 말라죽게 된다. 뽕나무버섯균의 군사생육 및 군사속 형성에 적합한 토양의 수분함량(용수량)은 45~50% 정도이며, 30% 이하가 되면 군사속 생장이 정지되고, 20% 이하이면 군사속은 사멸하며, 70% 이상이 되어 과습하면 군사속은 쉽게 질식사한다. 따라서 토양이 건조하면 관수하여야 하며, 과습하면 피복을 하고 배수로를 정비하여 적습이 유지되도록 관리해야 한다. 환경조건이 양호하면 접종 후 2~3개월부터는 군사속이 외부에 나타나기 시작한다.

원목을 매몰한 후 6개월~1년이 경과하여 원목에서 뽕나무버섯균 군사속이 자라면 종마 식재가 가능하다. 종마의 식재시기는 봄에 뽕나무버섯균을 접종하였으면 늦가을에 종마 재식이 가능하며, 가을에 접종하였으면 이듬해 초봄에 종마 심기가 가능하나 군사속 형성이 불량한 경우에는 군사속이 3~5cm 정도 자란 후에 식재해야 품질이 좋은 천마를 수확할 수 있다.

종마 식재 방법은 두둑 위의 피복물을 한쪽부터 걷어내고 군사속이 발달한 원목 사이의 흙을 1/2 정도 파내는데, 이 때 군사속이 끊어지지 않도록 조심해야 한다. 종마는 표피가 상하거나 햇빛을 직접 받지 않게 주의하면서 운반하여 크고 작은 것을 골고루 섞어서 10~15cm 간격으로 양쪽 옆으로 누어 심으며, 종마로 미숙마 또는 크기가 작은 백마를 사용할 경우에는 4~5cm 간격으로 심는다. 종마심기가 끝나면 원상태대로 매몰하고 배수로를 정비한 후 벚짚이나 낙엽 등으로 피복하고 그 위에 다시 차광막을 덮는다.

종마를 너무 밀식하여 심으면 종마 구입비가 많이 들고, 또한 천마가 소형으로 형성되며 수량도 증수되지 않는다.

### 3-5-2-3. 골목이용방법

군사속이 형성된 원목(골목)을 접종목으로 이용하는 방법으로 종균이 필요 없어 생산 경비를 줄일 수는 있으나 인력이 많이 소요되는 단점이 있다. 이용방법으로는 첫째는 원목을 대량으로 속성 골목화시키는 방법으로 골목과 원목을 1 : 5~6의 비율로 섞어 쌓아서 배양하면 6개월 후에는 군사속이 만연하여 천마 재배용 골목으로 이용할 수 있다. 이후의 종마 식재 및 재배 방법은 구멍접종방법과 동일하다. 둘째는 천마를 수확하면서 골목을 건너뛰기 식으로 하나 건너 하나씩 새 원목으로 교체하여 계속 재배하는 방법으로 작업 중에 골목에 부착된 군사속이 끊어지지 않도록 주의해야 한다. 새 원목으로 교체한 골목도 동일한 방법으로 종균 대신에 접종목으로 이용할 수 있다. 접종 방법은 종균 접착방법과 비슷하여 원목과 원목사이에 종균대신에 골목을 접종원으로 이용한다.

한 두둑에 2줄을 재배할 경우에는 첫 번째 줄의 배열을 원목부터 시작 하였으면 다음 줄은 골목부터 시작하여 원목과 골목을 지그재그로 배열해야 활착율을 높일 수 있다. 접종이 끝나면 즉시 흙으로 원목을 절반쯤 채우고 종마를 15~20cm 간격으로 양쪽 옆으로 누어 심고 도랑을 만든 흙으로 8~10cm 두께의 복토를 한다. 이 후의 재배과정은 종균접착방법과 동일하게 관리하면 된다.

## 3-6. 시설재배

천마재배는 임간재배법이나 두둑(경지)재배법과 같이 노지에서 자연의 기후에 의존하여 재배하는 자연재배법이 주로 이용되었으나 최근에는 인위적으로 온도, 습도 등의 환경을 조절하여 천마를 단기간에 다수확 할 수 있는 속성 재배인 시설재배법을 선호한다. 시설재배는 비가림재배, 해가림재배, 균상재배 등으로 분류되며, 비가림재배는 비닐하우스위에 차광막을 한·두겹 덮어서 만든 재배사내에서 천마를 재배하는 방법으로 관수시설을 이용하여 수분을 조절할 수 있으며, 온도 관리를 원활히 할 수 있는 가장 안전한 재배방법이다. 시설재배는 관리만 잘하면 노지재배보다 우수한 장점이 있지만 적절한 관리를 하지 않고 방치하면 수확량이 노지재배만 못하다. 재배사 내의 온도 관리를 잘못하면 고온 장애로 천마가 사멸하며, 관수를 하지 않아 두둑이 건조해지면 군사속이 생육이 정지되어 수량이 감소하고, 너무 과습하면 천마와 군사속 모두 사멸하거나 부패된다.

### 3-6-1. 장소 선택

천마는 한번 심으면 수확할 때까지 한 장소에서 계속 재배해야 하므로 재배장소의 선택이 중요하며, 특히 시설재배의 경우 연작피해가 발생하지 않으면 원목만 새 것으로 교체하여 계속 재배가 가능하므로 적합한 재배장소의 선택이 더욱 중요하다. 시설재배에 적합한 재배장소는 주변에 전기와 수원이 있으며, 통풍이 잘되는 평평한 장소가 좋고 물이 나거나 장마 때 침수 위험이 있는 장소는 피해야 한다. 토질은 통기성·보수성이 양호한 pH 5.5~6.0 정도의 산성토로 마사토나 사질토가 좋으며, 오염되지 않고 작물을 재배하지 않았던 장소가 좋다. 작물을 재배했던 장소는 뽕나무버섯균 균사속 발육을 억제하므로 천마 재배지로 이용하려면 30cm 이상 객토를 해야 한다.

### 3-6-2. 재배사

천마 재배사는 일반적으로 버섯 재배사에 준하여 시설하면 된다. 재배사는 가능하면 한 장소에 한 동씩 짓고, 여러 동을 지을 경우에는 재배사와 재배사의 거리는 2m 이상 띄워서 지어야 통풍 관리가 용이하다. 재배사의 크기는 100~165m<sup>2</sup> 정도가 편리하며, 330m<sup>2</sup> 이상 되면 관리하기 어렵다. 재배사는 통풍이 잘 되도록 방향을 고려해서 설치하며, 양옆을 말아 올릴 수 있도록 하고, 위쪽에 여러 개의 환기창을 만들어야 고온 피해를 줄일 수 있다. 하우스 재배사의 높이는 3m 이상으로 하며, 직경 25mm, 두께 1.5T, 길이 10m의 파이프를 사용하여 재배사의 폭을 5.5m 정도의 크기로 한다. 파이프와 파이프 사이의 간격은 70~80cm 유지하고 40~50cm 정도 땅에 고정시킨다. 문은 앞, 뒤 양쪽에 폭 2m, 높이 2.5m 크기로 만든다. 골조 작업이 끝나면 두께 0.06mm, 폭 10m의 비닐을 덮고, 그 위에 차광율 90% 이상의 차광막을 1~2겹 덮는다. 재배사에는 관수를 위해 분수호스나 스프링클러 시설을 한다.

### 3-6-3. 재배방법

시설 재배는 종균 접착법과 구멍접종법 모두 이용 가능하며, 원목매물, 종마심기, 두둑만들기, 피복 방법 등도 동일하다.

재배사 내의 토양의 온도는 20~25℃로 유지해야 종균과 종마의 생육이 촉진된다. 종마 식재 후에는 문을 닫아 지온을 상승시키고, 지온이 25℃ 이상 올라가면 차광막을 씌우고 문을 열어 온도를 관리한다. 급격한 온도 변화는 종마와 종균의 생육을 억제한다.

토양의 습도는 45~50%가 적당하며, 봄, 여름, 가을, 겨울로 구분하여 계절별로 수분 관리를 해야 한다. 종균 접종 1주일 후에 피복이 젖을 정도로 관수를 하며, 봄철에 기온이 상승하면 천마와 뽕나무버섯 균사속의 성장속도가 빨라지므로 소량씩 여러 번 물을 주어야 균사속에서 천마로 영양분이 공급된다. 여름철에는 더위를 방지하기 위해 관수량을 증가시켜서 온도를 조절한다. 단 천마의 개체 생육시기인 7~9월 3개월간은 수분이 너무 많으면 천마를 부패시킬 뿐만 아니라 뽕나무버섯균의 생장이 너무 왕성하여 도리어 천마의 양분이 뽕나무버섯균으로 역이행된다. 가을철에는 기온이 서늘해지고 증식한 천마 개체가 비대 성장을 시작하므로 관수량을 줄여 천마가 부패되는 것을 방지하고, 폭우와 같은 큰비가 올 경우 도랑이 막히지 않도록 배수로를 관리해야 한다. 겨울철에는 증발량이 거의 없어 관수를 하지 않으므로 재배사가 건조되지 않도록 주의해야 한다.

## 4. 병충해 방제

### 4-1. 괴경(덩이줄기)썩음병

이 병은 *Fusarium oxysporum*와 *F. solani*이라는 균에 의해 발병한다. 천마의 덩이줄기에 검은 반점과 토양 표면에 흰색의 균사가 발견되고, 수확 후 저장 중인 천마의 괴경에서도 검은 병반을 띠고 수침상으로 썩는다. 뽕나무버섯균에 의한 것이 크기 때문에 살균제 처방이 어려워 본포 선정 및 예정지 관리가 중요하다.

예방대책으로 토양 이화학성 분석을 통해 배수·통기가 잘되는 사양토·양토가 적정 토성으로 유기물함량이 2~3%가 좋다. 또한, 전 작물로 다비성 작물(고추, 배추, 무 등)은 피하고, 수단그라스나 옥수수를 심어 예정지 관리를 해주는 것이 좋다. 방제를 위한 농약잔류허용기준이 아직 마련되어 있지 않다.

미등록된 농약은 일률기준(0.01ppm)을 적용하고, 앞으로 추가되는 농약잔류허용기준은 추후 농약정보서비스(<http://pis.rda.go.kr>) 또는 농사로(<http://www.nongsaro.go.kr>)에서 확인이 가능하다.

### 4-2. 기타 병충해 방제방법

병해로 탄저병이 있으며, 해충으로는 목화진딧물과 담배거세미나방이 있다. 방제를 위한 적용약제는 표와 같다.

표 3. 병해충 및 적용약제

병해충명	적용약제
탄저병	피라클로스트로빈 입상수화제
담배거세미나방	에마멕틴벤조에이트 유제, 클로란트라닐리프롤 입상수화제, 클로르페나피르 유제, 클로르플루아주론 액상수화제
목화진딧물	아세타미프리드 입상수화제, 티아클로프리드 액상수화제, 플로니카미드.설폭사플로르 입상수화제, 피메트로진 입상수화제

세부적인 “농약안전사용기준”은 농약정보서비스(<http://pis.rda.go.kr>) 또는 농사로(<http://www.nongsaro.go.kr>)에서 확인이 가능하다.

### 4-3. 방제법

뽕나무 버섯균사속의 잠균과 천마 덩이줄기 썩음을 철저히 방지하고 배수 철저, 습기유지, 지온 25℃ 이하 유지, 피복물 설치하여 병해 발생을 억제한다.

## 5. 수확 및 관리

### 5-1. 활용 부위 및 활용 방법

천마는 한약재로 덩이줄기를 이용하며, 민간에서는 정풍초라 하여 줄기도 이용한다.

### 5-2. 수확시기

천마는 가을(11~12월) 이나 이듬해 봄(3~4월) 에 수확할 수 있다. 가을에 수확하는 천마는 건조수율이 20~25% 정도로 높으나 봄에 꽃대가 나온 후에 수확하면 건조수율이 10~15%로 크게 떨어지고 상품성도 낮아 부득이한 경우가 아니면 가을에 수확하여야 한다. 봄에 늦게 수확하면 꽃대가 성장하면서 성숙마의 영양이 소모되어 무게가 감소하고 품질이 저하되므로 꽃대가 생육하기 전에 수확한다.

### 5-3. 수확방법

천마는 덩이줄기 번식을 하므로 2~3년에 걸쳐서 단계적으로 실시한다. 즉, 천마의 생육 정도에 따라 전체 수확을 할 것인지 아니면 부분 수확을 할

것인지를 결정한다. 부분 수확은 종마 재식 1년 후인 이듬해 봄에 지상으로 솟아 오른 꽃대가 있는 성숙한 천마(성숙마)만 수확한다. 2년차부터는 가을에 가능한 한 어린 자마 (미숙마와 백마)는 그대로 두고 생장점이 위로 향한 성숙한 천마만 수확한다. 수확방법은 두둑의 피복물을 걷어내고 흙을 호미 등으로 조심스럽게 걷어 내면서 골목 위나 골목 사이에서 성장한 성숙마만 골라서 수확을 한다. 수확시 천마가 부러지거나 호미에 찍히지 않게 주의해야 하며, 또한 골목과 자마 사이에 연결된 균사속이 끊어지면 자마의 활착이 늦어지고 수량이 감소하므로 조심해서 수확해야 한다. 가을 수확이 끝나면 처음과 같이 두둑을 만들고 피복을 10cm 이상해야 자마가 월동 중에 동해를 입지 않는다. 이 후에 2~3년간은 동일한 방법으로 수확하고 3년 후에는 골목의 영양분이 거의 고갈되고 천마의 수량이 많아지므로 골목을 다 파내는 전체 수확을 한다. 전체 수확시에는 수확과 동시에 골목을 접종목으로 이용하며, 수확한 천마는 성숙도에 따라 성숙마, 백마, 미숙마로 구분하여 성숙마는 가공 또는 약용으로 이용하며, 백마와 미숙마는 종마로 사용한다.

#### 5-4. 수확후 처리(가공)

수확한 천마는 오래 두면 중량이 감소하고 품질도 저하되며, 또한 천마 표면에 붙어 있는 뽕나무버섯균이 체내로 침투하여 부패를 일으키므로 바로 건조해야 한다. 천마의 가공 순서는 다음과 같다.

##### 5-4-1. 물로 씻음(수세)

천마는 가공 후에는 성숙도를 파악하기 어려우므로 수확 후 천마에 묻은 흙을 물로 깨끗이 씻어 낸 후 가공하기 전에 크기에 따라 등급별로 분류한다.

##### 5-4-2. 삶는 작업

천마 가공의 중요한 과정으로 깨끗이 씻은 천마를 가마솥이나 시루에 넣고 증기로 찐다. 찌는 시간은 등급에 따라 약간의 차이는 있으나 약 10~20분이면 충분하다. 생중량 150g 이상은 10~15분, 생중량 100~150g은 7~10분, 100g 이하는 5~8분, 등외는 5분 정도 익혀야 하며, 천마 속의 검은색이 없어질 때까지 찐다. 잘 익은 천마는 젓가락으로 찢어보면 잘 들어가며 햇빛에 비추어 보면 투명하다. 잘 익지 않으면 색깔이나 투명도가 좋지 않아 상품성이 떨어진다.

## ❶ 약초류

### 5-4-3. 건조

완전히 익힌 천마는 식힌 다음 채반에 담아 햇빛에 양건하거나 열풍건조기를 이용하여 건조시킨다. 건조기 내의 온도는 처음에는 30~40℃에서 시작하여 온도를 천천히 상승시켜 70~80℃에서 3~4일간 건조시킨 다음 온도를 약간 내려 60℃ 내외에서 1~2일간 더 건조시킨다. 건조는 6~7일 정도 천천히 건조시켜야 천마가 투명해진다. 건조가 잘 된 천마는 손으로 꺾으면 딱소리가 나며 부러진다. 건조가 끝난 천마는 즉시 약재로 이용이 가능하며 자연 상태로 방치하게 되면 수분을 흡수하여 곰팡이가 발생할 우려가 있으므로 등급별로 밀봉 포장하여 건조한 곳에 보관한다.

### 5-4-4. 생천마 저장

최근에는 생천마를 찾는 사람이 많으므로 건조하지 않고 생천마로 보존한다. 생천마로 저장시에는 얼면 안되고, 15℃ 이상에서 장기간 보존하면 부패되므로 저온 저장고를 이용한다.

천마를 저온 저장고에서 보관할 때는 천마를 상자에 포장하여 찬바람이 직접 닿지 않도록 하면 장기간 저장이 가능하다. 또한 땅굴을 파서 저장하는 재래식 방법은 이듬해 봄까지 저장이 가능하다.

## 6. 천마의 특성 및 품질

### 6-1. 천마의 특성

천마의 구근은 성숙도에 따라 성숙마(mature tuber), 백마(immature tuber), 미숙마(juvenile tuber)로 분류되며, 성숙마는 약재로 이용되며 백마와 미마는 종마로 이용된다. 꽃대로 자랄 씨눈(추대아)이 있는 성숙마는 기온이 15~18℃ 정도가 되는 5~6월에 꽃대(줄기)라 불리는 지상경이 나온다. 천마는 지상부에 형성된 꽃대의 색깔에 따라서 홍천마 (*Gastrodia elata* Bl. f. *elata*), 청천마(*Gastrodia elata* Bl. f. *glauca*) 그리고 녹천마(*Gastrodia gracilis*)로 분류되나 지하부 덩이줄기의 색이나 형태 그리고 약효에는 큰 차이가 없다

### 6-2. 품질

천마는 일반적으로 3등급으로 구분한다. 즉, 생중량 150g 이상은 1등급, 75~150g은 2등급, 75g 이하와 상처가 있는 천마는 3등급으로 나눈다.