

발 간 등 록 번 호

79-6500073-000255-12



인경채류 재배기술 마늘·양파

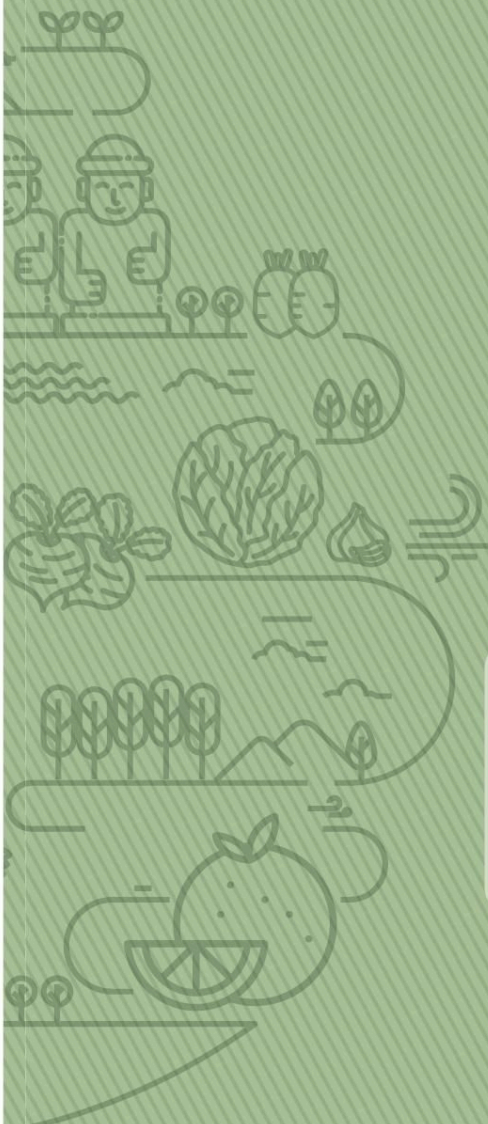




인경채류 재배기술 마늘 · 양파

펴 낸 날	2023년 12월
발 행 인	제주특별자치도농업기술원장 고상환
총괄기획	기술지원국장 서익수, 기술지원조정과장 문선희
집 필	• 마늘: 지방농촌지도사 이성돈, 임황 • 양파: 지방농촌지도사 오승진, 김정우
감 수	연구개발국 지방농업연구관 김석만, 고승찬, 기술지원국 지방농촌지도관 김승현, 허영길, 강병수
편집기획	기술지원조정과 인력교육팀장 신근명 지방농촌지도사 이상중, 김지우, 오예진
발 행 처	제주특별자치도농업기술원 기술지원조정과 064-760-7521
편집디자인	디자인늘

※ 이 책은 제주특별자치도농업기술원의 저작물로 앞표지의 공공누리유형의 조건에 따라 이용할 수 있습니다.
제주특별자치도농업기술원 e-book(<https://agri.jeu.go.kr/ebook>)에서 무료로 다운받을 수 있습니다.



인경채류 재배기술 마늘·양파

목차

1. 마늘	5
2. 양파	99







마늘

- I. 일반 현황
- II. 주요 품종
- III. 생태적 특성
- IV. 주요 재배 기술(난지형)
- V. 생리장애 발생과 대책
- VI. 병해충 발생 및 방제



I. 일반 현황

I. 일반 현황

1. 일 반

가. 재배 내력

마늘은 백합과 파속에 속하는 인경채소로 원산지는 중앙아시아인데 여름에는 덥고 건조한 사막 기후에 가까운 환경이다. 악조건이 길지 않은 기후대 지역에서 생존하기엔 덥고 건조한 기간에는 휴면하도록 적응한 것으로 추정된다. 이런 적응력으로 인해 기원전부터 매우 넓은 지역에 분포하여 인류가 식용으로 이용해온 것으로 추정된다. 우리나라에서는 마늘을 소산이라고 하였다. 오늘날 볼 수 있는 큰 마늘은 기원전 1~2세기경 진나라 장화가 쓴 박물지와 한나라의 장건의 호지에서 마늘의 큰 것을 가져왔다는 기록이 있어 호산 또는 산이라 불리고 있다.

나. 국내 재배현황

1960년에 이르러 생태형에 맞게 지역별로 한지형과 난지형으로 재배되었고 굵은 마늘이 생산되었다. 한지형은 내륙지방에 난지형은 경남 방어진의 해안지방, 남해안 연안 이남의 도서지방, 옥구군의 해안지대 및 제주도에서 재배되었다. 재래마늘 중 한지형 지역에 속하는 주산지로는 삼척, 단양, 서산, 영덕, 의성, 함양, 울릉도로 완전추대 계통과 불완전추대 계통이 있다. 난지형 재배지대의 주산지로는 고흥(고흥백마늘, 고흥적마늘), 완도, 목포, 제주, 남해(남해백마늘) 등지로 품질이 우수하고 매운맛이 강한 특색 있는 재래종이다. 이것들은 완전추대성으로 화경이 길게 신장하는 것이 대부분이었다.

1970년 중반기 이후 여러 차례의 마늘 흉작으로 인한 마늘파동을 겪는 동안 외국 품종의 도입으로 재래종의 재배가 위축되어왔는데, 특히 난지형 마늘의 재배지대와 남 중부의 일부 지방에서는 대부분 도입 마늘을 재배하고 있다. 남도마늘이 제주도와 남해안 연안지대 및 남부 내륙지대까지 석권하고 있는 실정이며, 대서마늘은 중부 이남의 일부 지방에서 재배되고 있다.

〈표 1〉 연도별 마늘 생산량

(단위: ha, 천 톤)

구분	2000	2005	2010	2015	2018	2019	2020
재배면적	44,941	31,766	22,414	20,638	28,351	27,689	25,372
난지형	35,032	25,432	17,606	15,608	22,972	22,605	20,179
한지형	9,909	6,334	4,808	4,759	5,379	5,084	5,199
생산량	474	378	272	266	322	388	350
난지형	405	324	231	224	288	344	305
한지형	69	51	40	43	44	44	45

자료: 한국농촌경제연구원(www.krei.re.kr, 2000~2020)





II. 주요 품종

II.

주요 품종

1. 품 종

우리나라에서 재배하는 마늘은 꽃이 피지 않거나 꽃이 피어도 열매를 맺지 않아 교잡에 의한 품종개량이 어렵지만 지역단위로 생태종이 분화되어 있어서 그 지역의 환경에 알맞은 품종이 수년간 재배되고 있다. 마늘은 일반적으로 재배습성상 생리·생태적 분류를 많이 하는데, 우리나라는 보통 한지형과 난지형으로 구분하며 휴면성·발아기·숙기의 차이 등이 나타난다. 한지형은 휴면이 길고 발아가 늦으며, 중만생종으로 대개 인편 수가 적다. 반면에 난지형 마늘은 휴면이 빠르며 발아도 빠르고, 대부분 조생종으로 인편 수가 많은 편이다. 구 비대에 있어서도 한지형은 난지형에 비하여 일장의 감응도가 상대적으로 긴 일장을 필요로 한다.

가. 난지형 마늘

한지형에 비해 휴면이 짧아 8월 하순부터 9월 상순에 뿌리내림이 시작되며 파종 후 곧 싹이 트고 생장이 계속되어 상당히 자란 상태에서 월동한다. 꽃차례 및 마늘쪽의 분화도 빠르고 숙기가 빨라 대부분 조생종에 속한다. 한때 조숙 다수 성인 남도마늘의 도입으로 재래종은 거의 재배되지 않고, 남도마늘이 70~80%, 대서마늘이 5%, 자봉마늘이 소량 재배되며, 재래종은 10~15% 정도였다. 그러나 최근 들어 깐마늘 판매가 늘어남으로 인해 수량성이 높은 대서마늘의 면적이 확대되고 있으며, 2005년 난지형 마늘 재배면적의 26.8%를 차지하던 것이 2020년에는 53.9%를 차지하였다.

1) 남도마늘

가) 육성경위

1976년 홍콩에서 가정백을 도입하여 1977~1980년에 남해·해남·제주 등 3개 지역에서 생산력을 검정하고, 1981~1983년 우량품종으로 선발·증식하여 1983년부터 남도마늘로 명명하여 농가에 보급되었다.

나) 특성

남도마늘은 겨울을 나기 전에 잎이 자라 올라와 겨울을 경과한 후 봄에 꽃대가 올라온다. 재배지역은 제주도, 전남 및 경남 해안의 따뜻한 지역 그리고 충남, 태안, 서산 지역에서 재배되고 있다. 지역에 따라 약간의 차이는 있으나 파종기는 9월 하순이며 수확기는 6월 상순경이다. 생구중은 30~35g 정도이며 10a당 수량은 1,450~1,600kg이다. 재배상의 유의점은 알개 심으면 열구가 많이 생기므로 적당한 깊이로 파종하고 적기에 수확하는 것이 좋다.

2) 대서마늘

가) 육성경위

1983년 경남 창녕지역의 농업인들이 재배하던 스페인 마늘을 1985~1986년에 경남 농촌진흥원에서 진행한 품종비교 시험 결과, 그 성능이 우수하여 1986년 극조생성 대서마늘로 이름 붙이고, 1987~1988년 시범사업을 거쳐 보급되었다.

나) 특성

대서마늘은 월동하기 전에 잎이 자라 올라와 겨울을 지나며 봄에 꽃대가 올라오는 극난지형이다. 생구중이 50~60g 정도로 매우 크며, 재배는 남부지역과 일부 동해안 해안지대에서 재배되고 있다. 단경기 출하용으로 재배되며 파종기는 9월 중순경이고 수확기는 5월 중순경이다. 10a당 수량은 2,200~2,300kg이며, 최근 소비자들이 깎마늘을 선호하여 재배면적이 늘고 있다. 대서마늘은 2차 생장이나 통 터짐이 전혀 발생하지 않으나 조직은 치밀하지 못하여 저장성이 떨어진다.

〈표 2〉 마늘의 주요 품종별 특성

품종명	생태형	추대성	인편 수	재배 지역	파종기	수확기	원산지
서산종	한지형	완전 추대	6~8개	중부 해안	10월 중하순	6월 하순	재래종
의성종	한지형	완전 추대	6~8개	중부 내륙	10월 중하순	6월 하순	재래종

품종명	생태형	추대성	인편 수	재배지역	파종기	수확기	원산지
단양종	한지형	완전추대	6~8개	중부내륙	10월 중하순	6월 하순~7월 상순	재래종
남도종	난지형	완전추대	7~9개	남부	9월 하순	6월 상중순	중국
대서종	극난지형	완전추대	12~14개	남부	9월 하순	5월 중순	스페인
홍산	한지/난지	완전추대	6~9개	전국	9하-10하	6월 상-하	한국

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이117 ‘마늘’, 2022

나. 한지형 마늘

한지형 마늘은 우리나라의 중부 지방에서 주로 재배되는 마늘은 말하며, 한지형 지방 재래종에는 단양종, 의성종, 서산종 등이 있다. 한지형 마늘은 휴면기간이 길고 뿌리내림이나 움트는 것도 매우 늦다. 파종 후 뿌리는 내리지만 월동 전에 싹이 트지 못하고, 해동하면서 싹이 출현한다. 난지형에 비해 숙기가 늦은 만생종 계통이며, 마늘쪽 수는 6~8개 정도이고, 마늘 특유의 풍미가 짙으며 매운맛이 강하고 저장성도 좋다. 그러나 점차 깎마늘과 같은 신선편의 제품에 대한 수요가 높아지면서 점차 생산면적이 줄어들고 있으며, 한지형 마늘의 재배면적은 2011년 전체 마늘 재배면적의 23.0%에서 2021년 15.7%로 감소하였다

다. 신품종 마늘

교잡에 의한 품종개량이 어려운 마늘의 새로운 품종을 육성하기 위해 농촌진흥청에서 1986년 최초로 꽃피는 마늘 유전자원을 수집하기 시작하였으며, 지속적인 수집 및 증식을 통해 마늘 육성 모본으로 활용하고 있다. 국내 가임마늘을 이용한 교배육종에 관한 연구는 1987년에 시작되었고 신품종 육성은 2000년대 이후 활발히 이루어져 현재 10개의 품종이 품종보호권 등록되었다. 국립원예특작과학원에서는 2006년 바이러스에 강한 ‘다산’과 향암 활성을 향상시킨 기능성 마늘 ‘화산’, 소비자들이

선호하는 6쪽 마늘 ‘천운’을 육성하였으며, 한지형 마늘로 대주아를 생성하는 ‘대주’ (2009) 및 마늘종 수량이 높고 식감이 우수한 ‘산대’ (2010)를 육성하였다. 이들은 2014년 모두 품종 보호등록 되었다. 또한 2015년과 2016년에는 한지형 대비 수량성이 우수한 ‘한산’, ‘만산’, ‘누리’를 육성하였으며, 최초 전국재배가 가능한 한지·난지 겸용 품종인 ‘홍산’을 육성하여 품종보호등록 하였다

교배육종을 통해 육성된 품종은 대부분이 한지형이며 만생종의 특징을 지니고 있어 난지형 재배지역에 적합하지 않았다. 다만 전국재배 가능 품종인 ‘홍산’은 만생종의 특성은 동일하나 난지재배 시에도 수량이 우수하며(남도 대비 15%) 한지재배의 경우 기존 한지형 품종보다 월등한 생산성(단양 대비 33%)을 보이기 때문에 중북부 지역의 기존 한지형 품종을 재배하는 농가의 호응이 높다. 4년간(2017~2020) 27개 지역에서 시범재배를 실시하였고 상시적으로 재배하여 보급을 확대하고 있다(2016~2021, 누적 10개 업체). 그 외 남도마늘에서 대주아가 많이 생성되고 조생종이며 구가 큰 변이계통인 ‘고아라’를 선발 육성하여 품종으로 등록(2014)하였다.



III. 생태적 특성

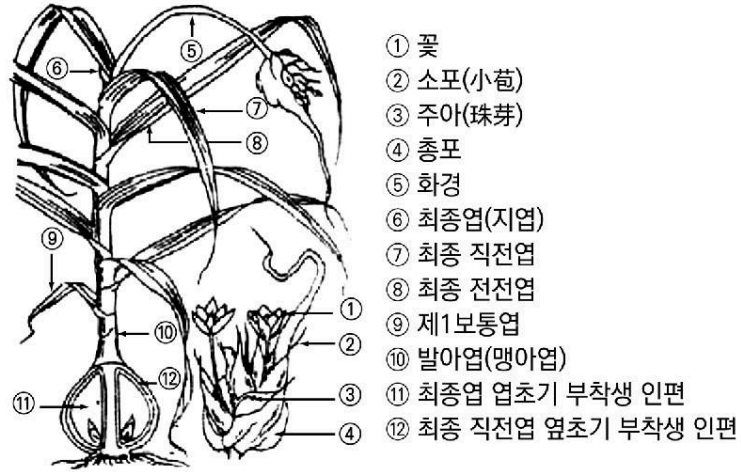
III.

생태적 특성

1. 형태적 특성

마늘은 백합과 파속의 식물로 양파, 파, 부추 등의 비늘잎 채소류와 비슷한 식물적 특성을 가지며 재배습성도 비슷하다. 일반적으로 이들 채소류는 냄새가 매우 독특하며, 인경(구)과 짧은 근경(단축경)을 가지고 있고 뿌리는 다수의 섬유근이 단축경에 붙어 있는 2년초에서 다년초 식물이다.

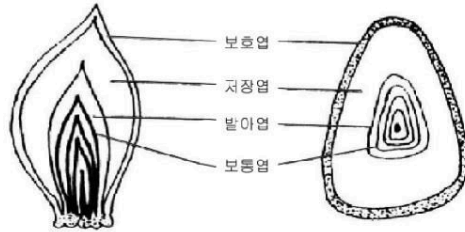
잎은 잎과 잎자루로 분화되어 있고 잎자루의 중심부가 빈 원통상이며 지하부의 단축경에 붙어 있다. 그리고 잎자루는 끝이 가늘고 길며, 중앙에 주맥과 주위에 평행맥이 있다. 엽신을 횡단한 모양은 중앙 주맥부가 밑으로 있고 양 잎 가장자리가 위로 향해 있으며, 잎의 순서는 1/2로 마주나기로 배열된다. 파종된 인편에서 잎이 분화할 때 잎자루가 발달되지 않은 1매의 발아엽이 가장 먼저 자라고, 이어서 보통엽이 8~10매 정도로 분화된다. 마늘의 인경은 일정한 영양생장기를 거쳐 적합한 환경에 처하면 화아분화와 동시에 인편분화가 되면서 지하부의 엽초기부에 발달된다. 인경은 인편이 다수 모여서 형성되는데 인편의 착생 위치나 수는 품종에 따라서 다르다. 대개 동양종 마늘의 인편 착생 위치는 1차적으로 꽃대를 둘러싸고 있는 보통엽의 최종엽 잎겨드랑이이며, 2차 착생은 그 하위엽의 잎자루 기부 잎겨드랑이에서 이루어지므로 인경은 2층위를 이루고 있다. 그러나 서양종의 불추대마늘은 인편의 착생 위치가 더 진전되어 3층 혹은 그 이상의 층위에서 인편이 분화 및 발달하게 된다. 인편이 발달하면 외측부터 보호엽, 저장엽, 발아엽(맹아엽) 그리고 보통엽으로 구성되고 중심에 생장점이 위치하며, 이들은 모두 단축경에 붙어 있다



(그림 1) 마늘의 형태

꽃차례와 주아의 형태와 발달을 보면 추대종 마늘의 경우 성장점으로 부터 화경이 자라 나와(일명 ‘추대’라고 함) 정단부에 총포가 발달한다. 이 총포 내에 꽃과 주아가 함께 있다. 꽃은 여러 개의 작은 꽃(소화)으로 구성되며 한 개의 꽃은 외화피, 내화피, 수술 그리고 암수로 구성되어 있다. 그리고 주아는 지하에 착생되는 인편과 같은 구조를 가지나 크기가 인편보다 작으며 소포가 주아를 둘러싸고 있다. 때로는 한 개의 꽃대에 2차적으로 총포가 발달되기도 한다. 그러나 불완전 추대종 마늘의 경우는 꽃대가 엽초 안에 위치하면서 꽃을 가지는 총포가 발달하지 못하고 비교적 큰 주아만 형성되는 특성이 있다. 우리나라 지방종은 대부분 추대종인데 그 중 꽃대가 길게 신장하는 것은 꽃의 수나 주아 수가 많으며, 꽃대가 짧거나 불완전 추대종은 꽃의 수나 주아 수가 적은 편이다.

마늘의 염색체 수는 $2n$ 이 16개이며 염색체의 이상 또는 화기의 비정상적 발달로 인해 불임이 되어 진정한 씨앗이 생기지 않는다. 그러나 일부 가임계통의 마늘이 있어 마늘의 육종재료로 중요한 의미를 가지고 있다. 재배를 위한 번식 재료로는 지하에 착생하는 마늘쪽과 꽃대에 생기는 주아를 이용하게 된다.



(그림 2) 마늘의 단면도

2. 생리적 특성

마늘의 생육적온은 18~20℃로 내한성이나 내서성이 아주 높은 편은 아니다. 가을에 씨마늘 또는 주아를 심으면 한지형 마늘은 발근하였다가 월동 후 싹이 트고 난지형 마늘은 발근과 함께 싹이 나와 겨울의 저온으로 생육이 정지할 때까지 4~5매의 잎이 나며 초장이 20~40cm에서 월동한다. 겨울에는 외관상 생육이 정지하고 있으나 겨울부터 이른 봄에 걸쳐서 생장점이 화방에서 분화하여 그 주위에 쪽으로 발육하는 쪽눈이 분화한다. 따라서 자연조건하에서 겨울의 저온은 인경 형성에 꼭 필요한 조건이다.

봄에 온도가 상승하면 다시 활발한 생장을 시작하여 엽수, 초장이 증가하며 마침내 추대와 동시에 구의 비대도 현저하여 꽃대의 밑부분 주위에 여러 개의 쪽이 가지런히 형성되게 된다. 즉, 마늘은 0~5℃의 저온에서 1개월 이상 지나면 측구가 되는 쪽눈을 분화할 수 있는 생리적 상태가 되고 저온기간이 2~3개월에 이르게 되면 한층 더 구를 형성하기 쉬운 상태가 된다. 묘가 적고 엽수가 적은 상태에서 구가 형성될 때 구는 작은 상태로 머물며 엽수가 증가하고 뿌리가 충분히 뻗은 다음에 측아구가 발육한다. 즉, 쪽의 비대는 장일 조건에서 촉진되며 구의 비대가 끝나기 전 30℃ 전후의 고온이 되거나 병이 생겨 잎이 마르면 큰 구가 형성되지 않는다.

저온 요구도는 품종에 따라서 다른데 일반적으로 난지형 품종은 저온 요구도가 낮고, 반대로 한지형 품종은 저온 요구도가 높다. 또 마늘은 전혀 추대되지 않은 품종부터 추대가 불완전해서 도중에 중지해 버리는 것, 화경이 1m 이상이 되어 많은 꽃과 주아를 맺는 것 등 여러 품종이

있다. 그러나 추대한 꽃대를 방치하여 꽃이나 주아를 달아 두면 주아의 발육 때문에 영양을 뺏겨 인편의 비대가 불량해지므로 재배 시에는 추대하는 꽃대를 일찍 뽑아주어야 한다.

3. 휴면과 구 비대

마늘은 고온장일 조건에서 구 비대가 시작되어 수확 후에는 일정 기간 휴면이 지속되다가 자연적으로 타파되며, 마늘에 인위적 저온 또는 변온처리를 하면 휴면이 보다 빨리 타파된다. 그리고 마늘은 일정 기간의 저온을 경과함으로써 인편의 분화나 발달이 촉진된다. 이러한 휴면과 인편 및 꽃자리의 분화에 미치는 온도의 반응은 품종이나 재배조건에 따라 달라진다. 수확 후 자연상태에서 난지형 마늘의 발근은 7월 말 내지 8월 초순경, 한지형 마늘은 8월 중하순경에 시작된다. 이 시기에 인편 내 발아 잎 생장도 시작된 것으로 보아 자발휴면의 해제시기로 추정된다. 그러나 발아 잎 생장에 미치는 두 가지 생태형 마늘의 온도 반응은 달리 나타난다. 즉 난지형 마늘은 발근 후 발아 잎의 생장이 계속되거나 한지형은 저온을 경과한 후 발아 잎의 생장이 진행되므로 발근과 인편 내 발아 잎의 생장이 진행되어 본 휴면성은 서로 다른 휴면 특성을 가진 것으로 해석된다. 마늘의 휴면에 관여하는 물질의 본체가 정확히 밝혀지지지는 않았지만, 휴면 중에 아브시스산 함량이 높고 휴면이 타파되면서 지베렐린의 함량이 증가하는 것으로 보아 인편의 휴면에는 아브시스산과 지베렐린이 관여하는 것으로 추정된다. 휴면 타파방법으로 이용되는 저온 또는 변온은 마늘 체내의 지베렐린의 활성도를 증가시킬 것이라고 추측된다.

한편 구 비대는 온도와 일장의 상호작용에 의해 이루어지는데 씨마늘에 충분한 저온이 경과되면 일장의 영향은 감소되고 또 일장이 충분히 긴 조건에서는 저온의 효과가 줄어들게 되는 것으로 알려져 있다. <표 3>은 일장처리 기간을 달리하였을 때 마늘 구 비대에 미치는 영향으로 4월과 6월의 한 달간 단일 처리는 구 비대에 큰 영향을 미치지 않았으나 5월의 단일은 육쪽마늘의 구 형성에 극히 불량한 영향을 끼친 반면, 자연일 장과 장일은 구 비대를 촉진시켰다. 구 형성의 기작은 체내의

생장조절물질과 탄수화물의 대사가 관여하는 것으로 알려져 있다. 즉 인편분화를 촉진하는 데는 지베렐린이 효과적이며, 인경의 비대 초기에는 생장촉진물질이 증가하다가 구 비대 후기에 ABA와 같은 생장억제물질이 증가하고 질소화합물이 감소된다. 이때 호흡도 줄고 상대적으로 합성된 탄수화물이 엽초를 거쳐 인편으로 이동하여 축적되면서 구가 비대한다.

〈표 3〉 일장처리 기간이 마늘의 구 형성에 미치는 영향

일장처리	구중(g)	인편 수(개)	구경(cm)	엽초경(cm)	엽초경/구경
4월	31.9	5.2	4.5	1.1	0.24
4~5월	23.0	4.3	3.7	1.4	0.36
4~6월	12.3	3.5	2.6	1.3	0.52
6월	30.8	6.7	4.4	0.9	0.21
장일(16시간)	23.8	5.6	3.4	0.8	0.24

자료: 농촌진흥청, 농업 기술길잡이 117 '마늘', 2022

이상과 같이 마늘에 있어서 온도, 습도 그리고 일장 조건 등은 마늘의 생태형 분화와 휴면, 인편 분화 및 구 비대에 영향을 크게 미치고 있으므로 이러한 특성을 이해하여 재배기술에 적용시켜야 할 것이다.

4. 재배환경

가. 온도

마늘은 더위에 견디는 힘이 약하고 추위에 견디는 힘도 그렇게 강하지 못하므로 세계적으로 주 재배지역은 온대 남부에서 아열대 북부지역에 분포되어 있다. 생육에 적합한 온도는 18~20℃ 이고, 25℃ 이상 고온에서는 생육이 정지되며 잎이 말라죽게 된다. 또한 온도가 평균 1℃ 상승하면 벌마늘 발생율이 크게 증가한다. 기온이 10℃ 이하가 되면 생육속도가 느려진다. 뿌리는 1℃ 내외의 저온에서도 자라므로 파종 후 월동 기간 중 토양수분 관리에 유의해야 한다.

〈표 4〉 기온상승에 따른 생리장해 발생 비율 (단위: %)

기온(°C)	벌마늘	열구	스펀지	계
외기	14	2	-	17
외기 + 1°C	41	7	-	47
외기 + 2°C	60	3	-	63
외기 + 3°C	67	7	-	74
외기 + 4°C	65	4	4	72
외기 + 5°C	63	18	-	81
외기 + 6°C	66	9	-	75

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이117 '마늘', 2022

나. 일장

마늘쪽은 저온에서 분화하고 온난장일 조건에서 비대한다. 마늘쪽 분화에 필요한 적온은 5~10°C이며, 0~5°C에서는 분화는 빠르나 구가 작아지고 15°C 이상에서는 분화하지 않는다. 마늘쪽 비대는 10°C 이상에서 가능하며 적온은 20°C 전후이다. 극단적인 단일(8시간)에서는 쪽이 분화되지 않거나 쪽이 2차 성장하여 전혀 구를 형성하지 못한다. 생육기에 단일처리를 하면 구 비대가 억제되고, 2차 생장이 증가된다. 이 같은 점은 품종 간의 온도에 대한 반응성, 빛에 대한 반응성의 정도에 따라 달라진다. 난지형 품종은 한지형에 비해서 저온에 민감하고 저온 요구도가 약하며 마늘쪽의 분화도 빨라 단일성을 나타낸다. 품종별로는 한지형은 난지형보다 고온장일성을 갖는다.

〈표 5〉 구 비대 시기

생육과정	제주 및 해안지역 (난지형)	중부내륙지역 (한지형)
마늘쪽 분화기	2월 중하순~3월 상중순	3월 하순~4월 중하순
마늘쪽 비대 개시	4월 상순~4월 하순	4월 중순~5월 하순
추대기	4월 중하순~5월 상중순	5월 중하순~6월 상순
마늘쪽 비대 종기	5월 하순~6월 상중순	6월 중순~6월 하순

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이117 '마늘', 2022

다. 토양

마늘은 표토가 깊고 배수가 잘되면서 부식질이 많은 점토 또는 점질양토에서 잘 자란다. 점토에서는 마늘통이 단단하고 통터짐이 적으며 품질이 좋으나, 사질토에서는 저장력이 약한 마늘이 생산되며 마늘통이 잘 갈라지고 충실하지 못하다. 그리고 배수가 불량한 토양에서는 마늘의 품질이 나빠지고 병해충의 피해도 많아지게 된다. 마늘에 알맞은 토양산도는 pH 5.5~6.5의 범위이며, 산성이 강하면 자람이 좋지 않고 뿌리끝이 둥글게 굽어진다. 마늘의 주산지는 대부분 석회함량이 높은 석회암지대나 해안가에 많이 분포하고 있는 것으로 보아 마늘은 석회의 요구도가 높다고 생각된다.

〈표 6〉 양액의 산도와 마늘의 생육 및 구 비대

산도(pH)	엽수(매)	구경(cm)	생체중(g)	생구중(g)
5.0	10.9	4.0	26.3	26.3
5.5	10.3	3.9	22.0	23.0
6.0	10.8	3.9	26.2	25.8
6.5	10.5	4.1	29.8	27.2
7.0	10.6	3.9	21.4	22.9

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이 117 '마늘', 2022

마늘의 생육 불량 재배지의 토양분석 결과는 〈표 7〉와 같고 우리나라 마늘 주산단지의 토양분석 결과를 보면 〈표 8〉과 같다. 생육불량 마늘 재배지를 〈표 7〉에서 보면 토양이 산성이고 유기물 함량은 우리나라 밭토양의 평균치인 24g/kg보다도 매우 낮다. 흙이 산성이면 낮은 pH에서 알루미늄(Al)이 많이 녹아 나와 독성을 일으킨다. 필요한 양분의 유효도는 중성 부근에서 가장 높는데, 산성에서는 각종 양분의 유효도가 떨어지고 염기 함량이 낮아져서 영양결핍이 생긴다. 마늘의 인산 적정 함량은 300~500mg인데 〈표 8〉을 보면 우리나라 주산지 토양의 대부분에서 많은 것으로 나타났다. 따라서 토양검정에 의한 인산의 적정량 시비가 필요하다. 미량요소 중에 몰리브덴(Mo)은 잘 녹지 않아서 부족한 편이다. 이와 반대로 구리, 철, 아연, 납, 망간 등은 너무 많이 나와 독으로 작용한다.

〈표 7〉 생육불량 마늘 재배지 토양의 이화학적 성질

지역	pH (1:5)	유기물함량 (g/kg)	인산함량 (mg/kg)	염류농도 (dS/m)	치환성 양이온(cmol+/kg)		
					칼륨	칼슘	마그네슘
포장1	5.1	10	431	0.17	0.86	5.42	1.95
포장2	4.7	26	787	0.25	1.73	5.10	1.66
포장3	3.5	11	656	0.16	1.42	2.19	0.67

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이117 '마늘', 2022

〈표 8〉 마늘 주산지의 토양분석 결과

지역	구분	pH (1:5)	유기물함량 (g/kg)	인산함량 (mg/kg)	염류농도 (dS/m)	치환성 양이온(cmol+/kg)		
						칼륨	칼슘	마그네슘
무안	논밭	5.7	3.2	769	0.29	1.42	10.2	3.06
		5.6	2.4	741	0.20	1.42	7.02	2.23
남해	논밭	5.9	3.6	572	0.28	1.43	11.78	3.11
		5.5	2.9	993	0.43	2.04	9.35	1.63
서산	논밭	6.0	2.6	473	0.21	0.97	9.96	2.49
		6.0	2.8	928	0.27	1.56	11.10	2.19
삼척	논밭	5.7	3.8	829	0.17	0.81	8.97	1.53
		5.7	3.8	1,015	0.39	1.31	10.00	1.77
의성	논밭	5.4	2.7	825	0.21	0.81	7.79	2.04
		5.5	2.1	966	0.27	0.97	8.09	2.14
단양	논밭	6.6	2.9	514	0.15	1.12	12.51	3.26
		6.7	2.4	576	0.17	1.39	8.84	4.00
제주	밭	5.7	28	391	0.42	1.50	5.30	1.80

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이117 '마늘', 2022

석회(石灰)는 한 번 시비할 때 pH 6.5를 목표로 살포하여 개량하면 4년 동안 그 효과가 지속되므로 매년 시비할 필요는 없다. 석회는 아주 천천히 녹아 나오므로 다시 산성으로 되기까지 3년 정도 걸린다. 석회를 뿌려 산성을 개량한 다음에는 3년쯤 지나서 산도를 측정해보는 것이 좋다. 또한 석회를 뿌릴 때는 밭 전면(全面)에 고루 뿌리고 흙과 잘 섞이도록 경운(耕運)하는 것도 중요하다. 흙과 골고루 섞일수록 산성을 개량하는 효과가 크기 때문이다. 석회는 대표적인 알칼리성 비료(肥料)이므로 황산암모늄(硫酸銨)과 인산, 축분(畜糞) 등과 접촉하면 비료의 효과가 떨어지기 때문에 살포 2주 전에는 석회시

비를 끝내야 한다. 석회질 비료 시비 적기는 가을부터 이른 봄까지다.

농업기술센터나 농협에서 토양산성도를 측정해주므로 분석할 흙을 채취하여 가져가면 석회요구량을 알 수가 있다. 석회를 시비해도 큰 효과를 얻지 못하는 경우가 있는데 그 이유는 요구량에 맞추어 석회를 주지 않았기 때문이다. 석회 100kg/10a을 시용하라는 처방이 나왔을 때 그의 반인 50kg/10a만 주었을 경우에 효과는 50%가 아니라 거의 안 나오는 수가 많다. 2알씩 복용해야 하는 약을 1알만 먹었을 때 감기가 50% 낮느냐 하면 그렇지 않은 것과 같다. 석회는 필요한 양을 다 충족시켜 주었을 때 효과가 있다.

마늘재배에 있어서 중요한 것 가운데 하나가 유기물 함량을 높이는 일이다. 대체적으로 흙에서 한 해 소모되는 유기물의 양은 논에서는 500~600kg/10a 정도이며, 밭에서는 600~2,000kg/10a 정도가 소모되는 것으로 알려져 있다. 우리나라 흙 속의 유기물 함량이 30g/kg 이하이므로 가능하면 매년 1,500~2,500kg/10a 정도 넣는 것이 좋다.



IV. 주요 재배 기술(난지형)

IV. 주요 재배 기술(난지형)

1. 씨마늘 준비

가. 선택

마늘재배에서 가장 중요한 문제는 씨마늘 선택이다. 다음 사항에 유의하여 씨마늘을 고른다. 씨마늘을 선택하기 위해서는 내 지역에 맞는 품종선택, 병해충 피해가 없는 건전한 씨마늘, 올바른 모양 및 알맞은 크기의 씨마늘을 선택하여 씨마늘을 소독하여 파종하는 것이 안정생산을 위한 기초이다.

1) 지역과 기후조건

품종을 고를 때는 가급적 그 지방의 환경조건에 맞추어 우량품종을 선택하는 것이 유리하다. 한지형 마늘을 난지에서 재배하면 저온요구도를 충족치 못하여 구 비대가 불량해지고 수량이 크게 떨어진다. 반대로 난지형 마늘을 한지에서 재배하면 겨울 동안 언 피해를 받아 하위엽이 고사되고 월동 후 생육이 지연되어 수량이 감소된다. 또한 비슷한 생태형 마늘을 가까운 지역에 심더라도 기후조건이 아주 다른 곳의 마늘을 가져와 심게 되면 생리장해가 나타나게 된다. 따라서 장기간 재배한 씨마늘을 바꾸고자 할 때는 인근지방의 우수한 씨마늘을 구입해야 한다.

실제로 난지형 마늘의 경우 전남과 경남, 전남과 제주 등 서로 다른 지역에서 씨마늘을 구입하여 재배하고 있다. 환경조건이 심하게 다른 지역에서 구입한 씨마늘을 재배할 경우 인편미분화 현상(스펀지 마늘) 발생이 잦아 민원이 발생하기도 한다. 특히 중국에서 수입되는 씨마늘은 기후조건이 많이 다른 상태에서 생산된 것은 재배하는 연도의 기상조건에 따라 인편미분화 현상이 많이 나타나기도 한다.

2) 건전한 씨마늘

마늘은 영양번식작물로 인편 번식을 하므로 전년도 재배지에서 감염되었던 병해충 등이 다음 세대로 전염된다. 특히 바이러스는 대부분 감염

되어 전염된다. 따라서 수확하기 전 본포에서 생육이 건전한 구간을 표시해 두었다가 별도로 수확하여 씨마늘로 사용해야 한다.

대개 녹병과 곰팡이에 의한 부패병 그리고 선충이나 응애가 전염되므로 인편의 외관 및 뿌리 부분이 건전한지를 확인하여야 한다. 그리고 상처 부위를 통하여 병균이 침투해 썩게 되므로 상처 유무를 확인하여 마늘이 말라서 수축되어 있거나 뿌리를 손으로 잡아당겨서 떨어지면 중구로서 충실하지 못한 것이다. 작은 것보다는 큰 것이 바이러스에 감염되었을 확률이 적은 편이다.

주아에는 바이러스 종류 및 감염 정도가 적어 주아재배를 실시할 경우 성능이 회복된다. 주아에서 생산된 씨마늘이라도 2~3년 주기로 씨마늘을 갱신하는 것이 좋다.

3) 양질의 씨마늘

마늘의 수량은 파종한 씨마늘 크기와 거의 비례하므로 한지형 마늘은 4~5g, 난지형 마늘은 5~7g이 적당하며, 너무 크면 별마늘이 되기 쉽다. 별마늘이 발생하면 수량이 감소되고, 심하면 쪽이 분화하여 인편 수가 많아져 상품성 저하 및 씨마늘로 사용이 불가능하다. 따라서 지나치게 큰 마늘은 상품으로 파는 것이 보다 경제적이다. 또한 인편 뿌리 부분이 좁은 것 그리고 한 쪽에 몇 개의 쪽이 붙어 있어서 모양이 바르지 못한 것 등은 좋은 씨마늘이 될 수 없다. 씨마늘로 사용할 마늘은 수확한 후 잎마름병, 응애 등 방제 약제를 살포해 이병을 줄일 수 있고, 건조한 마늘이라도 장마기 장기간 습한 날이 지속되면 수분함량이 높아져 불량한 씨마늘이 되는 만큼, 가끔 손으로 쥐어 보아서 푸석한 느낌이 들면 건조기로 3~5일 말려주면 좋다. 바람으로만 말려도 되지만 열풍으로 건조할 때는 온도를 38℃ 이내로 설정해야 한다. 이와 같이 파종 전까지 단단한 마늘로 관리하면 최상의 씨마늘을 유지할 수 있다. 또 파종 전에 쪽을 하나하나 완전히 분리하지 않고 파종할 때는 몇 쪽이 같이 자라서 기형마늘이 많아지므로 쪽을 완전히 분리하여 파종한다.

4) 필요량

씨마늘 필요량은 재배목적, 품종과 재배지 및 파종거리에 따라 다르나,

보통재배인 경우에는 10a당 210~260kg(55~75접) 정도 필요하므로 파종 면적에 맞도록 사전에 준비하여야 한다. 국내 품종 중에서 난지형 품종은 주로 남도, 대서와 난지한지 겸용 품종인 홍산이 있는데 각 품종별 인편수 및 크기가 다르기 때문에 품종 및 크기에 따라 준비하여야 한다. 제주, 전남, 남해 지역에서 많이 재배되고 있는 남도품종은 쪽수가 7~9개 정도이고, 대서 품종의 경우는 쪽수가 12~14개 정도이나 안쪽의 작은 인편은 씨마늘로 적당하지 않다. 홍산 품종은 인편 숫자가 6~9개로 재배지역에 따라 다소 다르고, 인편이 큰 편이므로 씨마늘 소요량이 많은 편이다. 난지형 재배지대에서 풋마늘용을 목적으로 재배할 경우는 밀식재배하고, 1개체씩 파종하는 것이 아니라 3~5개씩 파종하므로 종자 소요량이 그만큼 더 필요하다. 최근 기계파종 면적이 증가하는데 기계파종의 경우는 기계 종류에 따라 재식밀도가 각각 다르므로 기계 종류에 맞게 준비한다. 또 일부지역에서는 포전거래를 목적으로 통로는 좁게 하고 재식주수를 많이 재배하는 작형에서는 씨마늘 양을 10~30% 늘려 밀식하고 전체 수량을 높여주는 편이 유리하다.

〈표 9〉 쪽의 크기와 수량 및 벌마늘(2차 생장)과의 관계

쪽의 크기	구의 쪽수	구중	2차 생장(벌마늘) 발생수율
4.5g	3.1개	27.7g	3.3%
7.5g	4.0개	37.8g	6.7%
10.8g	4.4개	49.6g	40.6%

자료: 농촌진흥청, 농업기술잡이 117 '마늘', 2022

〈표 10〉 씨마늘 필요량

구분	한지형		난지형	
	보통재배	밀식재배	보통재배	풋마늘 재배
심는거리(cm)	20×10	15×10	20×10	150×10
씨마늘필요량(kg/10a)	70~80 210~220	80~90 220~250	60~70 210~250	80~90 260~320

자료: 농촌진흥청, 농업기술잡이 117 '마늘', 2022

5) 분리 및 선별

난지형 마늘은 휴면이 8월 상중순경이면 휴면이 끝나지만 파종 직전에 인편 분리를 하는 것이 좋다. 씨마늘 쪽분리는 너무 일찍 하면 좋지 않은데 분리 후 파종 때까지 기간이 길수록 병해충 전염을 조장하고 씨마늘이 과도하게 건조할 염려가 있다. 파종 일을 역산하여 일손이 가능한 날부터 작업을 시작하면 되는데 노동력 부족으로 인해 인편 분리가 많이 사용된다. 인편 분리는 물리적으로 인편을 분리하므로 한 번에 무리해서 작업하면 으깨지는 것이 많이 발생할 수 있다. 그러므로 처음에는 마늘이 상하지 않도록 약하게 돌린 후 인력으로 마무리하거나, 2회 정도 인편 분리기로 작업하면 마늘의 손상을 줄이고 노동력을 절감할 수 있다. 씨마늘은 파종 전 인편을 크기별로 선별하여 파종하면 좋다. 특히 기계파종할 때는 선별 작업이 필수적인데 주아 선별기와 인편 선별기를 이용하면 쉽게 작업할 수 있다.

〈표 11〉 남도마늘 인편 크기별 구중 및 수량

인편 크기	구중(g/개)	수량(kg/10a)	지수
대인편(7g)	32	1,277	117
중인편(4g)	27	1,093	100
소인편(2g)	26	853	78

자료: 농촌진흥청, 농업 기술길잡이 117 ‘마늘’, 2022

6) 소독

씨마늘은 파종하기 전에 반드시 소독을 실시하여야 한다. 마늘에서 발생하는 잎마름병, 흑색썩음균핵병, 선충, 응애 등은 씨마늘을 통해서도 감염되므로 건전한 씨마늘이라 하더라도 반드시 소독하는 것이 좋다. 특히 흑색썩음균핵병이 발생한 포장에서 생산된 마늘은 씨마늘로 사용하지 않는 것이 좋으나 부득이하게 사용할 경우에는 반드시 소독 후 사용한다. 소독은 파종 1일 전 또는 파종 당일 아침에 실시하는 것이 좋다. 씨마늘을 마늘자루 등에 담아 종구소독용 적용 약제에 1시간 담갔다가 물기가 빠진 후 또는 그늘에 말린 후 파종한다. 소독할 씨마늘이 많거나, 기계파종할 경우는 1~2일 전에 미리 소독하고 물기를 말린 다음 파종해야 한다.



(그림 3) 씨마늘 소독 방법

나. 파종 전 포장 준비

1) 토양검정

토양 샘플을 채취하여 관할 지역의 농업기술센터로 의뢰하면 무료로 가능하다. 퇴비, 비료를 넣기 전에 토양산도, 유기물함량을 미리 파악하여 마늘 재배에 적합한 토양 환경을 조성하기 위해 필요하다. 토양검정 방법은 포장에서 최소 12~15개 지점에서 시료를 채취한 후 전체 샘플을 골고루 혼합하여 500g 내외로 만든 다음 토양검정을 의뢰하면 된다. 토양 샘플은 포장의 겉흙을 걷어낸 다음 약 15cm 깊이에 있는 흙을 채취한다.

<표 12> 마늘 재배에 알맞은 토양 화학성

pH (1:5)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성 양이온(cmol+/kg)			양이온 교환용량 (cmol/kg)	전기 전도도 (ds/m)
			칼륨	칼슘	마그네슘		
6.5~7.0	25~35	300~400	0.70~0.80	6.0~7.0	2.0~2.5	10~15	2 이하

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이117 '마늘', 2022

2) 퇴비 및 석회 살포

파종 전 토양검정 결과에 따라 퇴비, 석회 비료 및 토양살충제, 토양살균제 등을 처리한다. 퇴비 및 석회는 파종 2~4주 전에 미리 처리하여야 파종 후 바로 식물체가 이용할 수 있다. 그러나 전 작물을 수확 후 마늘을 파종할 경우는 시간적으로 미리 퇴비, 석회를 살포할 수 없는 경우가 많은데 이 경우는 파종 직전에 사용할 수밖에 없다. 퇴비의 경우는 반드시

시 완전히 부숙된 것을 사용하여야 하며, 부숙되지 않은 퇴비를 이용할 경우는 고자리파리 및 병해 발생의 원인이 된다.

퇴비 살포량은 지역, 포장상태, 재배목적에 따라 다르나 토양검정에 의해 적정한 양을 살포하면 된다. 국내 환경에서 유기물은 논토양의 경우 500~600kg/10a, 밭토양의 경우 600~2,000kg/10a의 유기물이 소모되므로 재배포장 조건에 따라 퇴비 살포량을 달리하여야 한다.

석회 는 마늘 생육에 매우 중요하지만 재배농가에서는 중요성을 인지하지 못하는 실정이다. 국내 마늘 재배 토양의 경우 토양 pH가 대부분 6.0 이하가 많은데 마늘은 pH 6.5 이상으로 더 높은 pH가 요구된다. 그러기 위해서는 토양검정에 의한 석회 사용이 중요한데, 농가에서는 토양검정 없이 관행적으로 석회를 살포하고 있다. 석회 사용량은 토양 pH 수준, 토성, 석회 종류에 따라 다르므로 정확한 살포량을 산출하기 위해서는 토양검정을 실시하고 그 결과에 따라 석회를 살포하는 것이 좋다.

3) 이랑 만들기

마늘을 파종하기 전 퇴비, 석회, 토양살충제 및 토양살균제 등을 살포한 후 경운 작업을 한 후 이랑을 만든다. 경운작업을 깊게 하면 흙을 부드럽게 하여 뿌리 뺨음 현상을 좋게 한다. 그러나 뿌리 발달을 좋게 하기 위하여 심경 및 객토를 할 경우 유기물을 충분히 투입하지 않으면 첫째에는 마늘 작황이 좋지 않을 수도 있다. 심경이나 객토할 때 경작층에 유기물 함량이 낮아지는데, 이를 고려하지 않고 유기물을 평상시처럼 투입하면 유기물을 적게 투입하는 결과가 될 수 있기 때문에 유기물을 더 많이 넣어주어야 효과가 크다.

마늘 파종을 위한 줄수, 두둑폭 등 이랑 만드는 방법은 현재 지역적, 재배조건(논, 밭, 기계파종 등)에 따라 다양하다. 이는 지역적 특징 및 재배목적이 반영된 결과이기도 하다. 일반적인 방법은 두둑폭 120cm, 통로 30~50cm인데, 통로의 경우 인력으로 비닐 멀칭할 경우 30cm, 트랙터로 할 경우는 40~50cm이다. 트랙터 바퀴가 차지하는 부분이 넓기 때문에 트랙터 바퀴의 폭을 좁은 것을 사용하여 두둑폭을 좁히는 추세이다. 이랑폭과 줄수는 지역별로 매우 다르다. 지역에 따라 두둑폭을 120~400cm에 6~25줄 재배하거나 재식 방법에 따라 줄수를 더 많이 재배하기도 한다.

기계과종의 경우는 기계 종류에 의해 결정되는데 100~120cm 이랑에 6~11 줄 재배하고 있다.

일반적으로 두둑폭이 넓으면 재식주수가 많을 것으로 생각하는데 실제로는 그렇지 않다. 그러므로 재배에서는 재식거리보다는 단위면적당 재식주수(밀도)가 중요하다. 실제 지역별로 두둑폭이 다양한데 실제 재식주수를 계산해 보면 거의 차이가 없다. 두둑폭이 너무 넓으면 비닐 멀칭 후 두둑 위에 올라가서 멀칭된 두둑을 밟으면서 파종하는 경우도 있는데 이렇게 되면 경운 및 로터리한 효과가 없어지고, 특히 제초제를 살포한 상태라면 밟은 자국에는 제초 효과가 없어진다. 농업인구가 점점 줄어들어 따라 노동력이 부족하므로 기계화가 가능하고, 노동력을 절약할 수 있는 재배 방법 연구가 필요하다.

<표 13> 재식거리, 이랑(두둑)폭, 통로(고랑)폭에 따른 재식주수

재식주수	이랑(두둑)폭(cm)	통로(고랑)폭(cm)	줄간격1(두둑내)(cm)	줄간격2(통로포함)(cm)	포기사이(cm)	1포기면적(/10,000)	포기수(주/10a)	비고
6	120	50	15.0	28.3	10.0	283	35,294	
6	120	30	15.0	25.0	10.0	250	40,000	인력 멀칭
13	150	50	12.5	15.4	19.5	300	33,333	
13	150	30	12.5	13.8	19.5	270	37,037	인력 멀칭
16	180	50	11.3	14.4	19.5	280	35,674	
16	180	30	11.3	13.1	19.5	256	39,072	인력 멀칭

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이117 '마늘', 2022



(그림 4) 두둑 조성 모습: 6줄(좌), 14줄(중), 25줄(우)

4) 비닐 멀칭

가) 멀칭 목적

비닐 멀칭재배는 지온을 높이고 토양의 수분을 보존하기 때문에 가을 뿌림재배와 같이 온도가 내려가는 가을에 파종하여 겨울의 저온을 지나 다음 해 수확하는 마늘 작형에서 생육 및 수량에 미치는 효과가 매우 크다. 마늘을 재배할 때에 비닐을 멀칭하여 재배하면 파종 후 생육이 촉진되고, 월동 후 지온상승이 빨라 생육이 촉진되어 수량이 많아지는 효과가 있기 때문에 널리 보급되고 있는데 겨울에 기온이 낮거나 가뭄이 심한 해에는 그 효과가 더욱 뚜렷하다. 또한 멀칭 재배는 온도 상승뿐만 아니라 수분 유지 효과도 있어 생육을 왕성하게 하여 수량성 증대에 효과가 있다.

나) 멀칭 재료 및 종류

멀칭재배에 이용하는 재료는 투명비닐, 흑색비닐, 녹색비닐 등 다양한 종류의 비닐을 이용한다. 온도가 낮은 시기에는 모두 무멀칭에 비해 지온을 높이는 효과가 있으나 투명 비닐이 흑색비닐에 비해 효과가 높아 수량도 많아진다. 그러나 투명비닐 사용 시, 무멀칭이나 흑색멀칭에 비해 잡초의 발생과 생장도 빠르기 때문에 이른 봄에 제초 작업을 해야 하는 번거로움이 있다. 투명비닐로 멀칭한 농가에서는 잡초의 대부분이 멀칭 밑에 있어 제초제 살포가 어렵다. 잡초 방제를 위해 이른 봄에 멀칭 위에 흙을 덮으면 효과적이다. 잡초 제거에 노동력이 많이 필요하므로 일부 농가 및 친환경재배에서는 흑색멀칭을 이용하고 있다. 흑색멀칭의 경우 잡초 방제 효과는 우수하나 겨울을 거치는 국내 마늘 재배에서는 일반적으로 투명비닐에 비하여 수량이 줄어드는 경향이 있다. 그러나 5월 구 비대기 고온이 올 경우는 오히려 흑색비닐이 투명비닐보다 온도가 낮아 유리한 측면이 있으므로 농가, 지역 및 재배목적에 따라 멀칭 재료를 선택하면 된다. 녹색 비닐, 청색비닐 등은 온도 상승에서는 투명비닐보다 낮고 흑색비닐보다 높으며, 제초 효과는 흑색비닐보다 낮고, 투명비닐보다는 높은 편이므로 목적에 맞게 사용하면 된다.

〈표 14〉 마늘 멀칭 재료에 따른 수량

구 분	초장 (cm)	엽수 (개)	건구중 (g)	대구율 (%)	수량(kg/10a)		
					총계	상품	지수
무피복(대비)	74.9	8.3	40.9	70.3 b	1,514 c	1,064 c	100
흑색유공(14공)	79.5	8.4	43.8	82.1 a	1,564 c	1,290 b	121
흑색유공(16공)	80.4	8.4	43.0	75.9 b	1,751 b	1,348 b	126
투명유공(14공)	77.5	9.1	45.8	82.3 a	1,744 b	1,432 a	134
투명유공(16공)	79.5	9.0	45.0	72.9 b	1,986 a	1,448 a	136
녹색(지오놀라)	80.5	8.9	43.4	75.8 b	1,908 a	1,437 a	135

자료: 제주특별자치도농업기술원, 연구사업보고서, 2005

최근 기계파종 및 수확을 위하여 생분해 필름에 대한 관심이 높는데 생분해 필름의 경우도 투명, 흑색, 녹색 등 다양한 색깔로 판매되고 있다. 생분해 필름의 경우 제품, 기상조건, 재배조건에 따라 분해 정도가 다르므로 목적에 맞게 선택하면 된다. 마늘은 월동기를 거쳐 장기간 재배되므로 기후 및 날씨에 따라 분해 정도는 다소 다를 수 있다.

다) 멀칭 시기 및 방법

토양 수분이 충분하지 못한 상태에서 비닐을 멀칭하면 활착이 늦어지기 때문에 멀칭은 토양 수분을 유지한 후에 실시한다. 특히 밭을 경운하고 파종할 두둑을 만든 후에 오랫동안 멀칭을 하지 않고 두면 수분 증발이 빨라 건조해지기 쉬우므로 경운·정지 후에 즉시 멀칭을 하는 것이 좋다.

멀칭은 파종 전에 이랑에 비닐을 덮은 후 바람에 날리지 않도록 두둑 양쪽을 흙으로 잘 고정시킨다. 농가에 따라서는 파종 전에 멀칭을 하지 않고 묘를 심은 후 그 위에 비닐을 덮고 구멍을 뚫어 식물체의 잎을 비닐 위로 꺼내는 경우가 많다. 이는 잎을 상하게 할 뿐만 아니라 결과적으로 멀칭 시기가 늦어져 활착이 늦고 결주가 많아지게 하므로 파종 전에 하는 것이 효과적이다. 흑색비닐을 이용하여 멀칭할 경우 투명비닐보다 지온 상승 효과가 떨어져 수량이 적는데, 파종 시기가 늦을수록 수량 감소가 현저하다. 따라서 가능한 한 파종 적기에 이용하고 파종하

는 시기가 늦어지면 투명비닐로 하는 것이 좋다.

마늘 재배에서 강우 등으로 인하여 파종 시기가 2~3주 늦어질 경우 부직포를 이중으로 피복하면 결주율을 줄이고, 수량성도 어느 정도 확보된다. 겨울에 기온이 낮아 월동이 어려운 지역에서는 파종 전에 멀칭 작업을 하지 않고 파종 직후 또는 땅이 얼기 전에 투명비닐을 식물체 위에 막덮기하고 봄에 비닐 위로 식물체의 잎을 뽑아내는 지역도 있다. 이때 막덮기 시기가 늦을수록 활착이 늦고 생육도 떨어진다. 이 방법은 파종 전 멀칭을 하기 때문에 마늘이 추위에 견디는 힘이 강하여 동해 피해를 적게 입는 장점이 있다. 다만 파종 후 다시 뽑아내는 노동력은 별도로 소요되므로 유공필름에 파종한 후에 그 위에 부직포나 비닐을 덮는 방법을 이용하는 추세이다.

식물체를 뽑아내는 시기는 봄에 온도가 상승하여 외부 피해가 없을 때 실시하는데 식물체의 잎을 비닐 위로 뽑아내는 작업도 늦어질수록 높은 온도에 의한 장애로 결주가 많아진다. 따라서 막덮기 시기와 막덮기 후에 식물체의 잎을 비닐 밖으로 꺼내는 시기를 앞당기는 것이 좋다. 이 방법에서는 식물체를 뽑아낸 직후 웃거름을 준다. 그러나 웃거름을 미리 줄 경우 식물체의 잎을 뽑아내지 않고 막덮기 상태로 두면 비료에서 발생한 가스로 인해 결주가 급격히 많아지므로 주의한다. 특히 온도가 높을 때는 그 피해가 더욱 커지므로 웃거름을 주기 전에 식물체의 잎을 비닐 밖으로 뽑아내는 것이 안전하다. 외부 기온이 낮더라도 막덮기한 비닐 밑에는 햇빛에 의해 낮 동안 고온이 유지되어 식물체가 연약해진 상태이다. 따라서 잎을 뽑아낼 때는 구멍을 뚫어 식물체가 어느 정도 적응한 후에 잎을 비닐 위로 완전히 뽑아내는 것이 좋다. 잎을 바로 비닐 위로 뽑아내면 특히 밤의 낮은 온도로 손상되기 쉽다.



(그림 5) 백색PE멀칭(좌), 흑색PE멀칭(중), 무멀칭(우)

다. 파종

1) 파종 시기

재배품종 및 재배형태에 따라 다르나 보통재배를 하는 경우 난지형 품종을 재배하는 남부해안 및 도서지방에서는 8월 하순경부터 10월 중순까지 파종한다. 파종기가 늦으면 기온이 낮아 뿌리내림이 나빠져서 건조 및 추위에 피해를 입기 쉬우며 월동 후 초기생육이 불량하여 감수의 원인이 된다. 이모작 재배를 하는 곳에서는 전 작물을 수확하고 난 다음에 마늘을 파종하여야 하므로 파종기가 늦어질 수 있다. 난지형 마늘의 경우 파종기가 늦어도 마늘 재배가 안 되는 것은 아니나 월동 전 생육이 충분히 확보되지 못하므로 수량성이 떨어지는 문제가 있으므로 적기에 파종하는 것이 중요하다. 파종기가 아주 늦은 지역에서는 파종 후 월동 전까지 뿌리내림을 좋게 하기 위하여 조기에 부직포를 피복하여 활착시키는 방법도 있다. 난지형 마늘의 경우 남부 지방은 겨울철 피복재배를 할 필요가 없으나 최근 월동기 생존율 및 수량 증대를 위하여 부직포 피복을 많이 하는데 늦게 파종 시에도 활용이 가능하다.

파종기는 각 지방의 기상조건과 품종에 따라 다르다. 남해연안 이남의 지방에서는 9~10월에 파종하는데, 이들 지방에서 재배되는 마늘은 수확기가 빠르고 휴면도 빨리 끝나므로 발근과 발아가 빠르다. 그러나 파종기가 빠르면 2차 생장의 원인이 되고, 또 고온 시기이므로 바이러스의 피해가 많아진다. 파종기를 앞당길수록 수량은 많아지는데 난지형은 그 차이가 크고, 한지형은 차이가 두드러지지 않는다.

2) 심는 거리

심는 거리가 좁으면 구의 크기는 작아지나 전체 수량이 많아진다. 일정한 면적에 심는 거리를 좁혀 밀식하면 전체 수량은 많으나 한 개의 구 크기는 작다. 마늘은 곧게 자라므로 밀식에 견디는 힘이 강하다. 밀식재배 시 단위면적 당 수량은 증가하나, 마늘 구가 작아져 상품가치는 떨어진다. 마늘을 심는 거리는 줄 사이 15~20cm, 포기사이 10~15cm가 알맞으며, 120cm 이랑에 골폭을 30cm로 하면 10a당 40,000개의 마늘쪽, 40cm인 경우는 37,500개의 마늘쪽을 파종할 수 있다. 큰 마늘에 대한 소비자 선호가 낮아지는 추세이므로 구가 큰 마늘을 생산하려는 목적이 아

니고 기계파종이나 포전거래가 목적이라면 재식주수를 늘려 밀식하고 수량을 높여주는 편이 좋다.

일부 지역 또는 농가에서는 180~375cm의 넓은 이랑으로 재배를 하는 경우가 많다. 넓은 이랑으로 재배하면 파종시기까지 작업은 쉬울 수 있으나 이랑의 안쪽에 있는 마늘과 바깥 쪽에 있는 마늘의 생육에 차이가 생겨 마늘의 크기 또한 달라지기 때문에 균일한 마늘의 생산이 어렵다. 또한 노동력이 많이 소요되는 파종이나 수확 작업 등에서 기계화가 불가하므로 되도록 이랑폭을 표준에 맞추는 것이 유리하다.

〈표 15〉 마늘 주산단지별 재식방법

지역	재배지	파종기	재식밀도
무안	논, 밭	9월 하순~10월 상순	180cm(20×10cm), 백색유공비닐
남해	논, 밭	9월 하순~10월 상순	180cm(17~18×9~10cm)
창녕	논, 밭	9월 하순~10월 상순	120cm(15~16×9~10cm)
서산	논, 밭	10월 중순	120~130cm(25~27×8~9cm)
삼척	논, 밭	10월 중순	120cm(22×8~11cm)
의성	논, 밭	10월 중순	375cm(14~20×9~13cm)
단양	논, 밭	10월 중순	130~140cm(30×7~8cm)
제주	밭	9월 상순~10월 중순	180cm(14×10cm), 백색유공비닐
기계파종 (제주)	밭	9월 상순~10월 중순	120cm(15cm×8~12cm) 180cm(14cm×10cm)

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이117 '마늘', 2022

3) 파종 방법

파종량과 심을 거리가 준비되면 마늘쪽의 뿌리는 밑으로, 발아부는 위로 심는 것이 중요한데, 이때 특히 뿌리가 상하지 않도록 가볍게 심어야 한다. 발아부가 옆으로 비스듬하거나 아래로 향하면 발아가 늦어질 뿐 아니라 수확한 구의 모양이 좋지 않다. 심는 깊이는 마늘 인편(쪽) 길이의 2~3배(5~7cm)가 적당하다. 이보다 더 깊이 복토하면 출현이 늦어 통이 작아지기 쉽고, 얇게 심으면 겨울 동안 마늘이 솟구쳐 동해피해를 받을 수 있으며, 열구와 별마늘이 많아진다. 보통 난지형 마늘은 얇게 심고 한지형 마늘은 깊게 심는다. 그리고 복토한 다음에는 가볍게 흙을 다져서 토양수분이 오르내릴 수 있도록 해주고 파종후에는 바로 관수

하여 뿌리가 내릴 수 있도록 하여야 한다.

대부분 난지형 마늘 파종방법은 유공비닐을 멀칭한 후 1알씩 심는다. 의성·남해·제주지역에서는 파종 후 비닐 멀칭을 하고, 지상부로 발아가 되면 비닐을 뚫어 싹을 올리는 방식으로 재배하는 경우는 경운기 부착 5조식 파종기로 파종하는 경우가 많다. 이 경우는 두둑폭은 지역별로 다른데 120~375cm까지 파종한다. 이 방법은 파종작업은 쉬우나 파종 후 발아되면 줄기 유인은 인력으로 해야 하는 단점이 있어 앞으로 개선이 요구된다.

기계파종의 경우는 파종기계에 따라 다양하다. 현재 개발된 파종기계는 무멀칭 파종, 무공비닐 멀칭 후 파종, 파종과 멀칭 동시 작업, 씨마늘 종이테이프 방식 등 다양한 방향으로 기계가 개발되고 있으므로 지역 및 농가 상황에 맞는 파종기를 선택하여 파종하면 된다. 기계파종의 경우 반드시 파종 전에 인편선별기로 인편을 크기별로 선별한 후 파종하여야 결주율을 줄일 수 있다.

일부분은 거꾸로 파종하게 되는데 전체를 거꾸로 파종하면 20% 정도의 수량 감소가 발생한다. 거꾸로 파종되는 비율이 약 10%이므로 실제 수량감소는 약 2%로 생각되므로 파종 시 결주율 등을 감안하여 재식주수보다 더 많이 파종하는 것이 좋다. 거꾸로 심긴 마늘을 수확하면 마늘통 모양이 비뚤어져 있는데 이를 상품성 저해의 요인으로 오해하는 경우가 많다. 일부지역의 주대마늘로 판매할 경우는 다소 문제가 될 수 있으나 난지형 마늘은 대부분 줄기를 절단하면서 수확, 건조 및 판매되기 때문에 문제되지 않는다. 특히 난지형 마늘의 대부분은 깎마늘 형태로 유통 및 소비가 되기 때문에 거꾸로 심어도 재배상 발아가 좀 늦을 뿐 모양에서는 전혀 문제가 없다.

라. 거름주기

1) 양분 흡수

파종 후 뿌리를 내리면서부터 마늘이 양분을 흡수하는 시기가 시작된다. 처음에는 주로 씨마늘의 저장양분에 의존하나 월동 후 봄이 되어 생육이 진전됨에 따라 흡수량도 상대적으로 늘어난다. 그 후 추대기까지 각 양분이 활발히 흡수되다가 구가 비대하기 시작하면 잎의 생장이 중지되고 양분의 흡수도 멈추게 된다. 잎에서 생성된 양분은 구가 비대

할 때 지하부로 이행되어 축적되므로 마늘구의 비대를 위해서는 구가 비대하기 전까지 마늘 잎줄기의 생장량이 많고 적음에 좌우된다. 따라서 적기에 파종하고 충분히 생육할 수 있도록 추비시기 및 추비량에도 특별히 주의를 기울여야 한다. 마늘은 내비성이 비교적 강한 작물로 비료의 양을 늘리면 그에 따라 수량도 늘어나지만 질소질 비료는 식물체가 연약하게 자라 웃자라게 되어 병해충의 발생이 많고 2차 생장(벌마늘)의 발생이 많아질 우려가 있다.

비료의 흡수량은 질소가 가장 많고, 칼리, 석회, 인산, 고토의 순서인데 한지형 마늘의 경우 시기별 비료 흡수량을 보면 칼리는 4월에서 6월까지의 질소보다 많고, 6월 이후에는 감소한다. 그러므로 난지형의 경우는 이보다 약 1개월 정도 먼저 비료 흡수가 이루어진다고 생각하면 된다. 퇴비는 비료효과 이외에 통기 및 보비·보수력을 증진하는 등 토양물리성을 좋게 하는데, 미숙퇴비를 사용하면 썩을 때에 가스가 발생되어 피해를 받을 수 있고, 토양산도를 급격히 변화시켜 작물에 피해를 주며 또 냄새로 인하여 고자리파리 등 해충을 유인하여 큰 피해를 입게 된다. 마늘의 시비는 반드시 농업기술센터, 농협 등에 토양검정을 의뢰하여 그 결과에 의해서 뿌리는 것이 바람직하다.

2) 유기질 비료

퇴비는 질소, 인산, 칼리의 세 가지 요소 비료 외에 규산, 고토 등 여러 가지 성분이 들어 있어 마늘 생육에 비료로 직접적인 효과뿐 아니라 지력 유지 및 증진 같은 간접적인 효과도 준다.

일반적으로 전량 밑거름으로 주지만 추위나 건조가 심한 지역에서 보온과 습도 유지를 위해 일부를 웃거름으로 주기도 한다. 주는 퇴비의 양은 많이 줄수록 수량은 증가하지만 3,000kg 이상 주면 경영비가 많이 지출되어 소득은 오히려 낮아진다. 퇴비 대신 계분을 이용할 때는 너무 많이 주면 생육 장애가 발생하므로 가능한 한 200kg 이하로 준다. 그러나 퇴비에 비해 계분을 주어 생산한 마늘은 지대별 저장성이 떨어지므로 저장용 마늘 재배에는 가능한 한 계분을 이용하지 않는 것이 좋다. 또한 계속하여 계분을 이용하면 토양이 나빠지므로 유의한다. 논토양 마늘 재배에서 유기질비료(유박)를 200kg/10a 시용할 경우 상품수량은 차이가 없었고, 저장 중 손실량이 감소하였다.

〈표 16〉 토양유기물 함량에 따른 퇴비 사용량 (단위: kg/10a)

종 류	토양유기물 함량		
	25 이하	26~35	36 이상
퇴구비(우분)	2500	2000	-
벗짚퇴비	2500	2000	-
돈분퇴비	550	440	-
계분퇴비	420	340	-
혼합가축분퇴비	900	720	-

* 비료는 한 종류를 채택하여 사용하며, 혼합가축분 퇴비의 평균혼합비율은 우분 28%, 돈분 22%, 계분 19%임

** 토양유기물 불균형의 심화를 방지하기 위하여 작물별 유기물 적정범위 초과 시 퇴비를 추천하지 않으며 양분함량이 높은 농경지는 돈분, 계분퇴비 사용을 지양함

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이117 '마늘', 2022

3) 표준시비량

마늘은 비료를 많이 요구하는 작물 중 하나로 비료의 효과가 큰 편이다. 토양의 성질, 토양 중의 유기질 함량 등의 차이에 따라 비료시비량이 다르다. 멀칭재배는 토양 중에 있는 비료 성분이 관수나 강우 등에 의해 씻겨나가는 등의 유실이 적어 무멀칭에 비해 비료 효율이 높으나, 성분에 따라 토양에 계속 집적되거나 필요한 미량요소가 부족할 수 있으므로 재배 토양의 성분 분석을 통한 처방이 필요하다. 비료량은 표준시비량을 기준으로 토양 성분을 분석하여 필요한 만큼 조정하여 과하게 뿌리지 않도록 주의한다.

〈표 17〉 노지 마늘 재배 표준시비량

비종	밑거름	웃거름	계	사용법
질소	9.0	16.0	25.0	1차 웃거름: 2월 상순 생육재생기
인산	7.7	0	7.7	2차 웃거름: 3월 중순 질소, 칼리 웃거름
칼리	4.5	8.3	12.8	50% 해당 양
석회	200	0	200	석회는 석회석 기준

* 비료는 한 종류를 채택하여 사용하며, 혼합가축분 퇴비의 평균혼합비율은 우분 28%, 돈분 22%, 계분 19%임

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이117 '마늘', 2022

가) 밑거름

마늘도 일반작물과 밑거름 주는 법은 비슷하다. 토양검정 후 퇴비와 석회는 파종 2~4주 전에 살포하고, 경운하는 것이 좋다. 일반적으로 후작물이 있을 경우, 수확 후 바로 마늘을 파종하여야 할 경우는 불가능하지만 가급적 미리 퇴비와 석회를 살포하는 것이 좋다. 파종 직전에 석회와 질소비료를 함께 줄 경우 암모니아 가스가 발생하여 질소질 성분이 휘발할 수 있다. 마늘 밑거름은 다른 작물과 달리 밑거름 비중이 다르다. 보통 작물은 질소와 칼리의 경우 밑거름과 웃거름의 비율을 50:50으로 사용하지만, 마늘은 약 35:65 비율로 준다. 웃거름 비중이 높은 이유는 마늘은 월동 전에는 뿌리를 충실히 내리고 역할을 하고, 월동 후 생육기간이 길며 생장이 왕성하기 때문이다. 비료 사용량은 표준 시비량을 기준으로 재배지역, 재배목적, 토양 특성 등을 감안하여 적정량을 사용하는 것이 바람직하다.

나) 웃거름

웃거름은 주는 시기나 양에 따라 마늘 생육과 수량에 영향을 주는 것은 물론이고 저장성에도 크게 영향을 미친다. 웃거름 주는 시기는 품종이나 지역에 따라 다르다. 조생종은 만생종 품종보다 빨리 웃거름을 주고, 지역적으로는 해동이 빠른 남부지역일수록 웃거름 시기가 빠르다. 마지막 웃거름 주는 시기를 3월 중하순까지 끝내야 저장 중 부패가 적다. 멀칭재배 시 웃거름을 주는 것이 어려워 고품비료를 멀칭한 비닐 위에 뿌린다.

〈표 18〉 홍산마늘 웃거름 사용량에 따른 수량특성

추비 시용량	총수확량 (kg/10a)	상품구율 (%)	상품수량 (kg/10a)	수확지수
검정시비 무처리	1,116a	82.6a	1,075a	97
검정시비 0.5배	1,245a	83.3a	1,163a	105
검정시비 1배	1,173a	77.1a	1,107a	100
검정시비 2배	1,299a	77.4a	1,087a	98

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이 117 '마늘', 2022

〈표 19〉 마늘 완효성 비료 사용 효과

처리구	구 분 포 비 율 (%) z			기형 비 율 (%)	상품수량 (kg/10a)	총수량 y (kg/10a)
	대	중	소			
완효성비료	41.6	46.4	12.0	-	1069.9a	1216.4a
3중복비	21.8	55.7	22.5	-	811.2b	1046.7a
2중복비	16.2	60.0	23.9	-	756.5b	993.7a
농가관행	48.1	39.7	10.4	1.8	1026.6a	1169.6a

* z대(5cm 이상), 중(4cm 이상), 소(4cm 미만)

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이117 '마늘', 2022

다) 영양제

엽면시비는 토양에 비료를 주는 것이 아니라 생육기에 마늘 잎에 살포하는 것을 의미한다. 엽면시비는 가뭄이나 과습, 장기간 일조부족 등 뿌리로부터 양수분이 원활하게 흡수하지 못할 경우 살포한다. 엽면시비 목적은 부족한 성분의 신속한 공급, 뿌리로부터 충분한 양분 흡수가 어려울 때, 비닐 멀칭 등으로 토양에 직접 시비가 곤란할 때 주로 사용한다. 최근 농민들은 영양제를 과용하는 경향이 있는데 엽면시비는 양분 공급의 보조수단으로만 활용하는 것이 좋다. 빈번한 엽면시비는 뿌리발달을 약화시키고, 오히려 생육 후기에 노화 현상을 초래할 수 있다.

엽면시비하는 방법은 시중에 판매하는 영양제나 요소, 염화칼리 등 시판 비료를 구입하여 사용할 수 있다. 살포방법은 각 성분별 농도를 지켜야 하며 지나치게 농도가 높으면 장애가 일어날 수 있고, 농약과 함께 많이 살포한다. 엽면시비는 살포 후 효과가 빨리 나타나는데 질소성분은 살포 1~6시간이면 흡수가 가능하고, 인산·칼리 등은 수일이 소요된다.

〈표 20〉 엽면살포제와 살포 농도

구분	약제	농도 g /20L당	
질소	요소	0.3~0.5%	60~100g
인산	제1 인산칼리 or 제2 인산칼리	0.5~1.0 %	100~200g
칼리	황산칼리 or 제 1 인산칼리	0.5~1.0 %	100~200g
칼슘	염화칼슘 or 질산칼슘	0.3~0.5 %	60~100g
마그네슘	황산마그네슘	2 %정도	400g
붕소	붕사 또는 붕산	0.2~0.3 %	40~60g
철	황산철	0.1~0.3 %	20~60g
아연	황산아연	0.25~0.4 %	50~80g

0.5%는
20L에
100g을
넣는다.

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이117 '마늘', 2022

마. 일반관리

1) 잡초 방제

우리나라 마늘밭에 발생하는 잡초 수는 40여 종이 있으나 지역별로 발생 정도는 차이가 있다. 보통 밭에는 쇠비름·명아주·흰명아주·괭이밥 등이 발생하고 있으며, 논 마늘은 독새풀·별꽃·벼룩 나물 등의 발생이 많다. 겨울철 재배지의 발생 잡초를 보면 중부 이북 지방은 명아주·독새풀 등이 많이 발생하고, 중부이남 지방은 독새풀·별꽃·벼룩 나물·명아주·갈퀴덩쿨 등이 대체로 많이 발생하고 있다.

마늘은 재배기간이 길어 잡초를 적기에 제거하지 않으면 많은 노력이 소요되고 수량도 크게 감소한다. 마늘 제초제는 비닐 멀칭 후 파종 전 또는 파종 후 3일 이내에 사용하는 토양처리제(풀이 못 올라오게 함)와 잡초가 2~5엽 생겼을 때 처리하는 경엽처리제(자란 풀을 죽임)가 있으므로 사용방법과 시기를 맞추어 적기에 사용한다. 농약 혼용 가부표를 참고하여 토양처리제와 경엽처리제를 섞어 처리하면 한번으로 제초효과를 높일 수 있다. 보통 파종 후 토양처리제+경엽처리제를 처리하고 이듬해 봄에 마늘밭 위에 전면 살포하는 선택성 제초제(잡초는 고사되고 마늘은 죽지 않음)를 살포한다.

2) 물 주기

마늘 파종기인 가을과 생육기인 4~5월에 가물은 경우가 많은데, 토양이 건조하면 토양 중에 있는 양수분을 뿌리에서 흡수할 수 없다. 가을 가물은 뿌리내림이 약해서 출현이 불량해지고, 봄 가물은 생육장해가 일어나 수량이 감소하고 품질을 저하시킨다. 장기간 가물이 지속될 때에는 10일 간격으로 30mm 정도 2~3회 물대기를 하거나 이동식 스프링클러를 이용하여 관수하면 증수효과가 매우 크다. 논 재배에서 관수장치가 되지 않아 고랑에 물을 대는 방법을 이용할 경우는 고랑에 물이 잠긴 상태로 장시간 계속 두지 말고 일찍 물을 빼 준다. 일시적으로 비가 많이 오거나 며칠 동안 계속 비가 오는 경우에도 토양이 습하여 피해를 보는 경우가 많으므로 사전에 배수구 정비를 철저히 해준다. 이랑관수는 비가 오거나 스프링클러처럼 위에서 물을 주는 것이 아니라 두둑 아래부터 수분이 공급되어 뿌리 침수 현상이 나타나므로 장기간 물을 배

수하지 않고 두면 습해를 입을 수 있다. 물을 줄 때는 분수 호스나 스프링클러 등으로 이랑 위로 주는 것이 바람직하다. 이런 장치를 사용하면 물을 주는 것뿐 아니라 물 비료로 웃거름도 겸할 수 있어 노동력을 절감할 수 있다.

비닐 멀칭은 토양 수분을 유지하는 효과가 있다. 관수가 곤란한 포장에서 재배할 경우는 반드시 멀칭하여 토양 수분유지 능력을 높이는 것이 효과적이다. 기후 변화에 따라 가뭄이 지속될 위험이 있으므로 마늘 재배포장에는 반드시 관수시설을 설치하는 것을 권장한다.

마늘은 특히 마늘통의 비대기에 다량의 수분을 요구한다. 마늘통이 비대하는 4~6월은 상습적인 가뭄으로 인하여 매년 토양이 건조하므로 적기에 충분한 물을 대주어 마늘통의 비대가 정상적으로 이루어지도록 관리한다. 가뭄이 심할 경우 잎마름 현상이 심하며, 마늘종이 나오지 않아 수확 작업도 불편하고 저장성도 떨어진다. 마늘은 모든 생육기간에 충분한 토양수분을 유지하는 게 수량 증대에 유리하다. 특히, 파종 직후, 월동 전, 웃거름 시비할 때, 그리고 마늘 구비대가 진행되는 5월 이후 수확 전까지 토양이 건조하면 반드시 관수해야 한다. 우리나라는 장마 전 5~6월이 강우가 적은데 반해, 마늘처럼 여름에 수확하는 작물은 5~6월에 구(열매)가 비대하는 때 수분을 가장 많이 필요로 하는 시기이므로 철저히 관수하고, 사전에 관수시설을 갖추어 미리 대비한다.



(그림 6) 마늘 습해 피해 모습

3) 피복자재

마늘 재배 시 동해 위험이 없는 지역에 재배할 경우 보온자재를 설치할 필요는 없다. 다만 중북부 이후 지역에서 난지형 품종을 재배할 경

우는 겨울철 온도가 낮아 동해 피해가 우려되므로 부직포를 설치하여 재배하는 것이 좋다. 보온자재는 투명유공 PE, 부직포 등을 사용하는데 덮는 시기는 월동 전 땅이 얼기 전에 덮고, 이듬해 봄 온도가 높아져 동해의 염려가 없을 때 제거한다. 너무 일찍 덮거나 너무 늦게 제거할 경우 마늘이 웃자라서 추대의 염려가 있다. 마늘 재배 시 남쪽지역에서는 부직포 설치를 하지 않았으나 기후 변화로 인하여 겨울철에 극저온으로 내려가는 경향이 있어 안전한 월동을 위해 부직포 설치가 늘어나고 있다. 부직포 설치의 재배를 안정적으로 할 수 있는 장점이 있으나 겨울철 기상이 따뜻하거나 설치 시기에 따라 마늘이 추대 및 분구 등 생리장해 염려가 있으므로 유의하여야 한다.



동해 피해

동해 피해(좌), 정상(우)

(그림 7) 마늘 엽초경 고사에 의한 동해 피해



정상(좌) 동해 피해(우)

부직포(좌), 무피복(우)

(그림 8) 난지형 마늘 중북부지역 재배 부직포 무피복 동해 피해

4) 비닐 위 흙 덮기

마늘 재배 시 투명PE 멀칭재배를 할 경우 월동 전, 월동기 및 월동 후

온도가 낮은 2~3월까지의 생육이 양호하여 수량이 증수되는 경향이 있다. 그러나 백색PE는 잡초발생이 많아서 농민들이 잡초발생에 많은 노동력이 투입되고 있다. 특히 최근 농촌 노동력 부족과 노령화로 인하여 잡초제거에 투입되는 인건비로 인하여 생산비가 증가하고 있는 실정이다. 그래서 생육기 중 백색PE 위에 흙을 덮어주는 것이 잡초 발생 및 5월 이후 구 비대기 온도 상승에 대한 억제에 효과적이다.

흙 덮는 시기는 지역마다 다소 다르나, 기온이 마늘 생육 적온에 가까운 시기인 3월 하순부터 4월 상순이 좋다. 그러나 흙 덮는 시기까지는 인력으로 제초를 해야 하므로 월동 후 1~2회 제초가 필요하다. 제초 노동력을 절약하기 위하여 월동 후 바로 비닐 위에 흙을 덮는 경우가 있는데 마늘 생육 및 수량 측면에서는 바람직하지 않다. 그러나 잡초 제거에 발생하는 비용과 수량 감소를 비교하여 경영상 유리한 방향으로 하는 것이 좋다.

5) 마늘종 제거

마늘종이 올라오는 시기는 구가 비대하는 시기와 일치하는데, 적기에 종을 제거해 주지 않으면 그만큼 구의 비대가 나빠지므로 종을 빨리 제거할수록 구의 비대에 유리하다. 종은 나오는 즉시 뽑아주되, 한 번에 전부 뽑으려면 늦어지므로 2~3회에 걸쳐 뽑는 것이 효과적이다. 오전 일찍 또는 해질 무렵이 잘 뽑히므로 가급적 이때를 이용한다. 일부 지역에서 식용이나 판매를 목적으로 마늘종 수량을 많게 하고자 뽑는 경우가 있는데 이렇게 뽑을 경우 줄기 중간에 공간이 생겨 비가 오면 물이 들어가거나 줄기가 넘어져 잎이 빨리 고사하여 수확량이 오히려 줄어드는 경향이 있다. 또한 마늘종을 뽑는 과정에서 힘으로 당기면 뿌리가 뽑히는 경우도 있다. 그러므로 마늘종은 뽑는 것이 아니라 수량성 증대를 위해서는 지상부에 올라온 것을 절단해 주는 것이 좋다. 마늘종을 절단할 경우 절단된 부위가 약간 더 자라다가 생장을 멈춘다. 마늘종을 길게 뽑기 위해 주대에 침을 찌르는 경우가 있는데, 이럴 경우 끝부분의 1~2개 잎이 함께 뽑혀 나오거나 주대 부분이 잘 넘어지는 등 구의 비대에 불리하므로 주의한다. 난지형 마늘은 마늘종도 농가 소득의 큰 몫을 차지하고 있는 만큼 무조건 제거하는 것보다 가격 추이를 보아가며 뽑는 시기나 방법을

결정하는 지해도 필요하다.

마늘 생육이 과도하여 별마늘 발생의 우려가 있을 때는 종을 약간 늦게 뽑아준다. 주아재배용 마늘은 종을 남겨 놓아야 하는데 품종에 따라 다르지만 전체 면적의 1/6~1/10 정도 남기고 나머지는 정상적으로 제거해야 수량성이 높아진다. 마늘종 굵기가 굵은 것을 남겨야 큰 주아를 생산할 수 있어 좋다.



(그림 9) 마늘종 절단 전(좌), 절단 후(중), 전체 제거(우)

2. 기계화 생산

마늘파종기는 관리기, 동력경운기 또는 트랙터에 부착하여 마늘을 한 개씩 버킷으로 퍼 올려서 일정한 간격으로 떨어뜨려 심는다. 이때 파종과 동시에 복토, 진압작업이 연속적으로 이루어진다. 구조는 종자통, 로터리 날부, 체인버킷조합, 진압롤러 등으로 구성되어 있다. 한지형 및 난지형 마늘의 재배양식과 작업방법이 지역에 따라 각기 달라서 기계화하는 데 어려움이 있다. 따라서 농촌진흥청에서는 마늘재배 생력기계화를 촉진하기 위하여 이랑 폭 120cm, 조간 15~20cm, 주간 10~15cm, 두둑의 종방향 파종방식으로 기계화 표준재배양식을 설정하였다.

가. 경운기 부착형 마늘 파종기

경운기용 마늘파종기는 체인에 부착된 버킷에 종자통의 마늘이 담겨 올려지면 진동으로 하나의 버킷에 한쪽의 마늘만이 남아 파종골에 자유낙하 후 파종·복토 및 진압되도록 되어 있다. 파종성능은 1.9시간/10a이다. 경운기용 마늘파종기는 2012년 기준 3,000대가 보급되었으며, 한

지형 마늘 파종에 많이 사용되고 있다. 경북 의성 등에서는 마늘 파종 기계화율이 거의 100%에 가까우며 다른 지역에서도 보급이 늘어나는 추세에 있다.



(그림 10) 경운기 부착형 마늘 파종기

1) 작업방법

적당한 양의 마늘종자를 파종기의 종자 통에 담은 후 경운기의 변속레버를 중립에 넣고 주 클러치레버를 연결하여 마늘이 파종관에서 한두 개 떨어지는 것을 확인한 후 주 클러치레버를 끊는다. 경운기의 변속레버를 저속 1단, 부변속레버를 저속에 넣고 주 클러치를 연결하여 조금 전진하여 작업 상태를 관찰하고 작업상태가 양호하면 작업을 실시한다. 마늘파종기는 한번에 5줄 또는 6, 7줄씩 파종하므로 포장 끝까지 작업한 후 회행하고 연속하여 파종하고자 할 때는 기종에 따라 경운기의 바퀴 끝을 파종한 진압롤러자국이나 바퀴자국을 따라가면서 연속작업을 한다.

2) 각부 조절방법

파종 폭을 맞추기 위하여 경운기 바퀴의 하부볼트를 풀어 바퀴를 뒤집어 달아 양쪽 바퀴의 폭이 좁아지도록 조절한다(5조식). 경운기에 파종기를 장착하기 위하여 파종기 히치판의 높이를 경운기 히치 높이에 맞추어 경운기를 후진하여 핀을 구멍에 넣고 가볍게 흔들어 결합한 후 볼트(좌, 우)로 고정한다. 동력 연결 체인케이스나 스프로킷으로 경운기와 파종기의 동력을 연결한 후에 파종기 후방의 진압롤러나 미륵의 높낮이로 파종 깊이를 조절한다. 6조식의 경우 브라켓의 교환으로 소형트랙터에

부착하여 사용이 가능하다. 6조식 마늘파종기의 경우 마늘이 2개 이상 파종되거나 결주가 발생하면 버킷을 적당한 것으로 교환함으로써 파종량을 조절한다.

나. 비닐 멀칭형 마늘 파종기

경운기 부착형 마늘파종기는 경북 의성을 중심으로 한 한지형 마늘 재배지역에 많이 보급되고 있으나 난지형 마늘 재배지역에서는 보급이 미흡한 실정이다. 난지형 마늘 재배지역에 많은 유공비닐재배는 유공비닐을 멀칭한 후 사람이 일일이 비닐 구멍에 마늘을 한 개씩 파종하는 방식이다. 난지형 마늘 파종의 기계화를 위하여 농촌진흥청에서 개발하여 보급되고 있는 비닐멀칭형 마늘파종기는 무공비닐 멀칭과 동시에 구멍을 뚫고 마늘을 파종할 수 있다. 마늘을 정밀하게 한 개씩 분리하고자 픽업식으로 설계하였으며, 파종장치는 토양과 비닐을 뚫으면서 파종할 수 있도록 버킷식으로 제작하였다. 파종장치는 비닐과 토양을 뚫고 마늘을 효과적으로 파종하기 위하여 호퍼식으로 제작하였다. 픽업식 배종장치와의 동기화를 위하여 파종 디스크의 직경을 400mm, 호퍼 개수 8개, 호퍼 간 간격을 140mm로 제작하였다. 비닐멀칭형 마늘파종기는 12조식으로 무피복 포장의 마늘 파종은 물론 비닐피복 포장에서도 비닐을 절개하면서 마늘을 파종할 수 있다. 한지형과 난지형 마늘의 파종기계화에 모두 적합하며 두둑폭이 150cm 정도로 관행과 비교했을 때 주수확보가 유리하다. 마늘파종기의 작업 성능은 0.9시간/10a로 인력작업과 비교 시 96.3%의 노동력 절감 효과가 있다.



(그림 11) 비닐멀칭형 마늘파종기

1) 작업 시 유의사항

파종상태는 포장상태에 따라 불량할 수 있으므로 포장준비 시 쟁, 퇴비 등은 제거하고 가능한 작게 하여 로터리 작업을 평탄하게 한다. 토양에 수분이 많으면 경운기의 주행이 곤란하여 파종상태가 불량해지기 때문에 되도록이면 건조한 상태에서 파종하도록 한다. 마늘 종자에 혼합된 마늘껍질과 같은 이물질은 버킷이 마늘을 이송하는 데 방해되니 풍구 등을 이용하여 정선하여 준비한다. 파종 전 파종기를 공회전하여 기계의 이상 소음 등으로 고장여부를 확인하고 각 부위의 볼트 및 너트의 풀림 및 동력 전달부위 탈선 등의 이상 유무를 육안으로 확인한 후 작업을 실시한다. 버킷의 덮개에는 스프링이 부착되어 있으므로 작업 전에 공회전하여 버킷 덮개의 작동이 원활한지를 확인한다(6조 점파파종기).

파종작업을 시작하기 전에 제자리에서 반드시 마늘이 한두 개 떨어지는 것을 확인하고 파종작업을 시작한다. 선회 시에는 파종기를 들어 올린 후 이동하여야 한다. 파종호퍼에 담겨있는 종자량이 적을 때에는 결주 발생이 높으므로 작업 중에 종자량을 수시로 확인하고 종자량이 종자통에 표시된 하한선까지 떨어지면 종자를 공급해 주어야 한다.

다. 경운기 부착형 마늘 수확기

경운기부착형 마늘수확기는 8~10마력 동력경운기의 후방 또는 전방에 부착하여 이용한다. 수확기의 굴취동력은 경운기 PTO축에 연결하여 사용한다. 현재 마늘 수확용으로 보급되고 있는 기종의 굴취방식은 회전날식, 진동날식이 있다. 회전날식 수확기는 작업폭 90cm, 작업 깊이 13~18cm이다. 먼저 마늘 포장의 비닐을 제거한 후 경운날이 땅속에서 회전과 동시에 전진하면서 마늘 뿌리를 절단하고 뿌리 주변의 흙을 파쇄하는 방식으로, 인력으로 마늘 뽑는 작업과 잔뿌리에 붙은 흙을 떨어내는 것보다 수월하다. 진동날식 수확기는 주로 감자수확에 이용되었으나 마늘에 적용할 수 있도록 개량한 것으로 진동날로 토양을 파고 동시에 흙을 분리하는 방식으로 굴취 폭은 90cm이며 경운기 전방부착형과 후방부착형이 있다. 경운기 부착형 마늘수확기의 작업능률은 토양조건, 작업기 형식, 작업자의 숙련도 등에 따라 차이가 크다. 작업능률은 회전

날식의 경우 작업 폭은 90cm로 70분/10a 정도이며, 진동날식의 경우는 60~70분/10a 정도이다.

1) 작업방법

능률적인 작업을 위하여 작업에 들어가기 전에 4곳 모통이의 선회부를 인력으로 수확하고, 비닐을 제거 후 오래 경과되면 토양이 건조되어 굴취 시 흙 분리가 어렵게 되므로 비닐제거는 당일 수확할 만큼만 수확 직전에 인력으로 제거한다.



회전날식



진동굴취날식(전방부착)



진동굴취날식(후방부착)

(그림 12) 경운기 부착형 마늘수확기 종류

작업을 조금 해본 후 수확할 작물에 손상이 없는지를 확인하고 깊이를 조정한다. 단, 경운기 부착형 회전날식 마늘수확기의 굴취깊이 조절은 중앙부 조절봉 손잡이를 좌우로 돌려 회전날을 땅속에 진입시켜 적정 깊이를 맞춘 후 미륵(뒷바퀴) 조절 손잡이를 돌려서 미륵을 고정시킨다.

토양조건과 작황에 따라 진동굴취날식 마늘수확기의 굴취날 각도조절은 중앙부 조절봉손잡이를 돌려 조정한다. 흙 분리가 미흡하면 각도를 높이고, 작물의 후방 배출이 잘 안되거나 작물손상이 많이 발생하면 각도를 낮춘다.

라. 트랙터 부착형 마늘 수확기

보급되고 있는 마늘수확기의 굴취폭도 136~196cm로 다양하다. 굴취 및 흙분리 방식은 진동봉식으로 비닐감김이 적어 비닐피복된 상태에서도 토양절삭날에 의해 12cm 깊이 내외로 토양을 절삭하고 봉 진동에 의해 마늘뿌리에 붙은 흙을 털고 후방으로 배출되도록 되어 있다. 일부 키작은 묘목 굴취작업 등에도 이용되고 있다. 한편, 마늘산업의 안정화를

위하여 생산비 절감은 필수적으로 31%를 점유하는 종구비 절감과 마늘의 상품성 향상을 위한 주아재배가 증가하고 있다. 주아재배용 씨마늘 수확은 줄기가 연약하고 씨마늘의 크기도 작아 인력 수확작업은 힘들고 노력이 많이 드는 작업이므로 이를 해결하고자 주아 씨마늘 수확기가 개발되었다. 주아 씨마늘 수확기는 비닐피복상태에서 작업이 가능하다. 굴취날로 10~15cm 깊이로 굴취 후 회전하는 체인컨베이어와 상하진동판의 상호작용에 의해 씨마늘의 뿌리에 붙은 흙을 파쇄하므로 토양파쇄가 잘되고 씨마늘을 호트러짐 없이 한쪽 방향으로 가지런히 배출한다. 굴취폭은 165cm, 180cm 두 가지 형식이 있으며, 주아 씨마늘은 물론 일반 마늘 수확작업도 가능하다. 수확기의 작업능률은 포장 조건, 작업기 형식, 작업자의 숙련도 등에 따라 차이가 있다. 작업능률은 일반적으로 가장 많이 보급된 굴취폭 180cm의 경우, 10a당 20분 내외로 적용가능한 트랙터는 형식에 따라 25.7~33kW(35~45PS) 이상이 필요 하다.



체인컨베이어식



진동스크린식



진동봉식



회전날식

(그림 13) 트랙터 부착형 마늘수확기 종류

〈표 21〉 주아 씨마늘 수확 작업성능

구분	작업능률(시간/10a)			작업 정도(%)				
	굴취	수집	계	굴취율	손상률	뿌리 흠털림		
						30g이하	31~60	61이상
수확기	0.4	26.2	26.6	95	1	79	13	8
인력	146.2		146.2	98	1	100	0	0

자료: 농촌진흥청, 농업 기술길잡이 117 '마늘', 2022

〈표 22〉 일반 마늘 수확 작업성능

구분	작업능률(시간/10a)			작업 정도(%)				
	굴취	수집	계	굴취율	손상률	뿌리 흠털림		
						30g이하	31~60	61이상
수확기	0.6	8.6	8.9	99	3	73	18	9
인력	24.0		24.0	100	1	100	0	0

자료: 농촌진흥청, 농업 기술길잡이 117 '마늘', 2022



(그림 14) 일반 마늘 수확작업 광경과 흠털림 상태

1) 작업방법

굴취깊이 조절은 작물과 토양조건에 따라 달라지며, 작업을 조금씩 해 보면서 굴취날 각도조절과 굴취깊이 조절로 작물에 손상이 없는 것을 확인 후 실시한다. 미륵 또는 스킵을 올리면 굴취 깊이가 깊고, 내리면 얕아진다. 작물의 종류, 토양상태, 작업깊이 등에 따라 상하 진동봉의 진폭 및 진동수를 알맞게 조절한다. 진동 폭은 진동조절판의 구멍위

치 변환에 따라 3단으로 조절되고, 진동수는 PTO 회전속도의 변화에 따라 조절된다. 진동수가 빨라지면 흙 털림이 좋아지고, 느리면 덜 털리게 된다. 토양수분함량이 높거나 깊게 심겨진 작물의 흙 털림을 좋게 하기 위해서 진폭을 크게 하고, 진동수를 높게 하면 좋아지나 작물에 손상이 발생할 수 있으므로 각별히 주의해야 한다.

마. 트랙터 부착형 수집형 마늘 수확기

굴취형 마늘수확기는 마늘을 굴취하여 포장에서 예건작업 후 인력으로 망에 포장하여 포장 밖으로 운반하기 때문에 노동력이 많이 소요된다. 줄기가 절단된 마늘을 굴취하여 흙을 분리하고 톤백(500kg)에 담아주는 수집형 마늘수확기를 개발하였다. 작업 성능은 2.1시간/10a, 손상률은 2.2%, 이물질 혼입률은 4.4%로 나타났으며, 난지형 마늘의 관행 인력 수확 대비 노력 88.0%, 비용 8.2%를 절감할 수 있는 것으로 나타났다.



작업광경



수확



흙털림 정도

(그림 15) 수집형 마늘수확기 작업 광경과 흙털림 상태

1) 작업방법

마늘 수확 전 마늘 줄기를 5~10cm를 남겨놓고 절단 후 비닐을 걷는다. 굴취깊이 조절은 작물과 토양조건에 따라 상부링크 조정에 따른 굴취날 각도조절과 굴취깊이 조절은 미륵으로 조절하며, 작업을 조금만 해보고 수확할 작물에 손상이 없는지를 확인 후 작업깊이를 조절한다. 인원 2명이 수확기에 탑승하여 마늘 수확 시 기계로 올라오는 흙덩이 등 이물질을 선별한다. 톤백이 차면 톤백을 교체한다. 톤백을 옮겨 바람을 불어 주거나 빼줄 수 있는 예건장치로 예건한 후 저온저장한다.

3. 수확 및 저장

가. 수확시기

마늘 수확시기는 품종, 재배형태 및 재배지역에 따라 다르나 잎이 1/2~2/3 정도 말랐을 때 수확한다. 이때 구의 비대가 완료되는데, 일찍 수확하면 구의 발달이 덜 되어 미숙 인편 및 잎의 수분함량이 많아 부패하기 쉽고 너무 늦게 수확하게 되면 줄기가 쉽게 끊어지며, 마늘통이 갈라지는 열구현상이 나타나 상품성이 저하된다.

나. 수확방법

마늘 수확은 날씨가 매우 중요하여 맑은 날을 택하고, 수확할 때 상처가 나지 않도록 주의하며 밭에서 2~3일간 말리는 것이 저장, 유통 중에 부패 미생물 증식을 억제하는데 도움이 된다. 그리고 수확작업 시 마늘 뿌리에 붙은 흙을 털기 위해 호미 등으로 마늘을 두드리는데 이는 마늘에 상처를 입혀 부패하기 쉬우므로 삼가야 한다. 수확 후 밭에서 건조한 마늘은 줄기를 자른 다음 그물망 또는 플라스틱 상자에 담는데 최근에는 노동력 부족으로 기계수확이 늘어나면서 네트형 톤백을 사용하기도 한다.

주요 재배 기술(난지형)



(그림 16) 수확 적기 모습(좌), 톤백 수확 모습(우)

다. 큐어링 효과

수확 시 받은 상처를 온·습도를 이용 치유하여 품질을 향상시키고, 저장유통 중에 부패를 방지하여 신선도 향상 및 저장기간 연장에 도움

이 되는 매우 중요한 과정이다. 마늘을 건조하면 외피·화경(내부줄기)·인편의 수분함량이 감소하는데, 일시에 대량 수확하여 모두 건조하기가 어려우면 일부 마늘만 건조하고 나머지는 저장한 다음 건조하는 경우도 발생한다. 그러나 장기저장을 위해서는 저장 전에 충분한 건조가 필요하다.

라. 큐어링 특성

밭에서 바로 수확한 마늘은 품종에 따라 다르기는 하나 인편의 수분함량이 약 70% 이상이 되는데 이를 바로 저장하게 되면 마늘의 부패 및 변질을 촉진시키게 된다. 마늘 건조는 껍질 14%, 내부줄기 21%, 인편 65% 정도로 건조하는데, 수확시기가 장마기와 겹칠 수 있으므로 2~3주간의 자연건조보다는 건조장치를 사용하는 인공건조를 하는 것이 균일한 건조 및 기간을 단축시킬 수 있다. 건조 정도는 인편을 분리했을 경우 마늘 내의 줄기부분이 습기 없이 마른 경우가 적합하며, 열풍건조 시 40℃ 이상으로 일정시간 이상 처리하면 변질될 우려가 있다. 그리고 마늘 건조는 품종에 따라서 차이가 큰데, 줄기가 단단한 마늘(hard neck 종류)은 건조가 비교적 오래 걸려 대서마늘에 비해 홍산 마늘은 내부줄기가 단단하여 건조에 시간이 걸린다. 남도마늘도 내부줄기가 다소 단단하지만 내부줄기와 인편이 쉽게 떨어져 건조가 빠른 편이다.

마. 큐어링 방법

수확 후 밭에서 건조한 마늘은 통풍이 잘되고 그늘지며, 비를 맞지 않는 곳 또는 건조 시설로 옮겨 건조시킨다. 마늘 건조는 주대마늘을 유통할 경우 크기별로 구분하여 100개씩 묶거나 엮어 건조하기도 하나 최근에는 그물망 또는 플라스틱 상자에 담아 건조장치를 활용하여 건조한다.

마늘 건조는 크게 자연건조와 인공건조로 구분하는데 자연건조는 통풍이 잘되는 곳에서 3~4주 이상 실시한다. 건조 과정에서 기상이 안 좋은 경우 건조가 오래 걸리고 부패할 수도 있어 가능한 건조시설을 이용하는 것이 좋다. 인공건조 방법은 송풍식·흡입식·열풍건조방법 등으로 구분하는데, 열풍건조는 35~38℃에서 3~6일, 송풍식은 2~4주 소요된다.

열풍식은 건조기간은 짧지만 많은 양을 건조하기에는 어려울 수 있다. 흡입식 건조시설을 활용한 건조방법도 늘어나고 있는데 용도에 따라 건조기간이 1~3주 소요된다.



(그림 17) 상자포장 차압식 건조(좌) 및 그물망 포장 열풍건조(우)

바. 큐어링 주의사항

마늘 수확 후 밭에서 건조할 때에는 지나친 고온과 강한 햇빛은 피하는데 그동안 마늘 수확시기가 아주 높은 온도는 아니었지만 최근에 6월 중에 고온일수가 늘고 있어 주의하도록 한다, 마늘 건조장소는 건조하고 통풍이 잘되는 곳으로 습하고 통풍이 안되는 곳은 마늘 건조에 매우 취약하다.

마늘 저장에서 가장 중요한 요인은 수분이다. 수확 당시의 마늘 수분함량은 70% 이상인데 장기저장을 위해서는 수분함량이 65% 정도가 되도록 건조시켜야 한다. 빠른 건조를 위하여 열풍건조기를 이용하여 건조할 때 40~50℃ 이상이면 인편이 상할 수 있으므로 적정온도를 반드시 지키도록 한다.

사. 저장고 소독

마늘 저장 전 저장고 소독을 하면 저장 중 부패균 발생을 억제하는 데 도움이 되며 플라스틱 상자에 담아 저장할 경우 상자를 깨끗하게 소독한 다음 말려서 사용하는 것이 좋다. 소독방법은 염소수와 같은 살균소독제를 이용한 세척 및 소독, 유황훈증을 이용한 곰팡이균 억제 또는 인화수소(Aluminium phosphide) 훈증처리(4일, 3g/m³)로 외피나 뿌리에

기생하는 선충과 응애를 살충시켜 부패를 효과적으로 억제하는 방법을 사용할 수 있다.

아. 저장 특성

1) 저장용 마늘

장기 저장용 마늘은 손으로 껍질이 벗겨질 수 있을 건조가 충분하게 된 것을 사용하는 것이 좋으며, 생산과정에서 물빠짐이 양호하고 보수력이 좋은 토양에서 재배한 마늘이 좋다. 그리고 수확은 적기에 수확한 것, 구가 너무 크지 않고 중간 정도인 마늘로서 병해가 없는 건전한 마늘을 저장하도록 한다.

2) 저장 특성

마늘의 저장력은 품종에 따라 차이가 있는데 비교적 휴면이 짧은 난지형 마늘은 맹아(萌芽)가 빨라서 저장기간이 길어지면 감모율이 높아지므로 저온저장이 아닌 경우 빨리 출하하는 것이 바람직하다. 한지형 마늘인 단양, 의성, 서산종 등은 맹아가 늦기 때문에 잘 건조되었을 때 이듬해 봄까지 저장이 가능하며, 비교적 구가 단단하여 저장력이 난지형에 비하여 높다.

마늘은 수확 후 3개월간 휴면기간을 거치므로 곧바로 맹아신장으로 인한 품질 변화는 없지만 부패 등 기타 품질 변화가 발생할 수 있으므로 장기저장을 위해서는 적절한 건조 후 저온저장을 한다.

자. 저장 방법

1) 저장 환경

마늘 저장은 단기일 경우 상온 저장을 사용할 수 있으나 다음해까지 장기적으로 저장할 경우 저온저장이 필요하다. 마늘 저장은 건조된 상태에서 0℃까지 내려주고 장기저장용은 -2℃ 내외에서 상대습도 65~70%로 유지시켜 저장한다. 장기저장 시 온도를 -3~-3.5℃로 더 내리는 경우도 있는데 이때에는 마늘이 충분히 건조된 것이어야 하며, 5-10℃의 온도는 휴면이 잘 타파되는 온도이므로 이 온도에 장기간 노출되는 것은 좋지 않다. 그리고 저장고 내 습도 유지는 여름철 습도가 높을

경우 제습기를 사용하고, 겨울철 습도가 낮을 경우에는 적절한 환기를 한다. 또한 완전한 건조(인편수분 함량 65%)가 이뤄지지 않은 상태에서 저장온도를 -2~-4℃ 까지 낮추면 동해를 입게 되므로 주의하도록 한다.

2) 저장 중 마늘 포장

마늘 저장할 때 가장 많이 사용하는 포장방법은 아직 그물망으로 주대와 뿌리를 1~2cm 정도 남기고 잘라 통 크기별로 선별한 다음 그물망에 담아 저장한다. 그리고 플라스틱 상자에 저장할 경우 구멍이 뚫린 상자로서 가능하면 높이 18~19cm 정도의 높이가 낮은 상자에 5~10kg 정도씩 담으면 좋다. 그러나 마늘 작업 효율성을 고려하여 높이 30~33cm 정도의 상자를 사용하여 15~20kg 담아 저장하기도 하는데, 이때 마늘은 건조가 잘 된 것으로 저장하고, 저장환경이 잘 유지되도록 한다.



(그림 18) 그물망 저장(좌) 상자 저장(우)

3) 선별 및 소포장

저장 마늘을 출하할 때 선별하여 병해충 피해가 있는 것이나 상처가 있는 것은 제거하도록 한다. 그리고 선별은 구의 직경이 5cm 이상인 것은 대(大)로 구별하고 4~5cm인 것은 중(中)으로 3cm 이하인 것은 소(小)로 구분한다. 선별한 마늘은 소포장하는데 주로 그물망을 사용하며, 일부 종이박스에도 포장하여 유통되고 있다. 소포장 단위는 그물망은 1, 1.5, 3, 5kg 정도, 종이상자는 1.5, 2, 5kg이 많이 사용되고 있다. 그리고 장기간 저온저장된 피마늘은 저장 후 유통 전에 열처리(40℃, 1일)를 하기도 하는데 이는 유통 중에 마늘 녹변 발생 억제에 도움이 된다.

4) 저장 중 주의사항

마늘의 저장지표로는 마늘의 인편을 세로로 잘라 맹아가 인편내부에서 자라는 것을 관찰하게 되면 주의해야 하는데, 만약 저장 중 인편 내부의 맹아가 신장될 조짐이 보이면 온도를 -3°C 로 낮추어야 한다. 장기저장을 위한 저장 조건은 $-2\sim-3^{\circ}\text{C}$, 65~70% 상대습도일 때 최상의 효과를 기대할 수 있다. 그리고 저장고 내 통기가 양호해야 하며 저장 3개월 후 안쪽과 바깥쪽 마늘의 위치를 바꿔주면 보다 균일한 온도 처리가 가능하고 부패구도 제거할 수 있어 부패구에 의한 추가 피해를 막을 수 있다. 또한 마늘을 저온저장할 수 없는 경우 상온에서는 맹아 발생이 빨라질 수 있고, 겨울에는 온도가 지나치게 내려가 피해를 받을 수 있으므로 적정온도 이하로 내려가지 않도록 관리한다.



V. 생리장애 발생과 대책

V.

생리장애 발생과 대책

1. 별마늘(2차생장)

2차 생장이라고도 하는데, 잎 생장이 활발한 4월부터 눈에 띄는 현상으로 잎 사이에 새로운 잎이 자라나 옆줄기가 터지고 심하면 꽃줄기(장다리)가 생긴다. 별마늘의 유형으로는 보호엽만 생장하는 경우, 보호엽과 함께 저장엽·맹아엽·보통엽이 모두 계속적으로 자라는 경우, 생장이 더욱 진전되어 손자 인편이 착생되는 경우, 불완전 추대하면서 총포 안에서 주아가 재생장하는 경우 등으로 구분되는데 발생이 심할 경우 인편이 많이 생기고 작아서 상품가치를 상실한다.

가. 발생조건

여러 가지 기상조건 즉 온도·광·수분 등이 마늘의 생육에 큰 영향을 끼치는데, 특히 지나친 고온, 인편분화기를 전후하여 다량의 강우 시, 마늘에 대하여 인위적 저온처리를 하는 경우, 생육기간에 단일 조건 부여 시에 별마늘이 발생한다.

나. 발생환경

- 질소질 비료 또는 웃거름을 늦게까지 계속해서 주는 경우
- 사질토양에서 재배하거나 파종 적기보다 일찍 파종했을 때
- 지나치게 큰 인편을 파종하거나 관수를 지나치게 자주 했을 때
- 씨마늘을 저온저장 하거나 주아를 일찍 제거했을 때



(그림 19) 별마늘 피해 모습

2. 잎끝마름현상(엽선단 고사)

생육 초기인 봄과 생육 중기 이후 기온이 25℃ 이상 올라갈 때 생육이 정지되고 잎이 누렇게 변색되는 현상을 말한다. 원인은 땅이 너무 습하거나 건조하여 칼리 흡수장애가 일어나고 또한 생육 후기의 가뭄에 의한 석회 흡수장애로 알려지고있다. 대책으로는 장기간 가뭄 때는 1~2회 관수를 실시하여 뿌리에 있는 영양공급을 원활히 해주고 퇴비를 매년 1,500~2,500kg 정도 시용한다. 산성 지역은 석회 120~150kg/10a를 주어 산도를 교정하고 균형시비하며 웃거름을 알맞게 나누어 준다. 특히 칼리가 부족하지 않도록 한다.



(그림 20) 잎마름증 및 잎마름병(A: 잎마름증, B: 잎마름병)

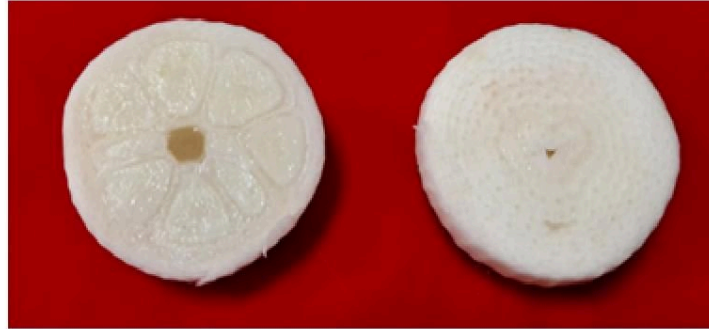
3. 통 터짐(열구)

주로 난지형 재배지역에서 많이 발생하며 종구를 얇게 심거나 모래땅에서 재배 또는 수확기가 늦을 때에 많이 발생한다. 대책으로는 구 비대기에 영양분이 과도하게 흡수되지 않도록 하고 매년 많이 발생하는 지역에서는 파종할 때 종구가 일정한 지표면의 토압을 받도록 약간 깊게 심는다. 아울러 생육 후기에는 비닐을 걷거나 흙으로 덮어 지온상승을 막고 제때 수확한다.

4. 중심구(통마늘)

지나친 저온이나 고온에 의해 마늘쪽이 분화하지 못하고 화서(꽃차례)

나 보통엽으로 분화될 내부 생장점이 한 개의 인편으로 비대 발육한 경우이다. 주아 재배, 봄 파종, 종구가 2g 이하로 지나치게 작을 때, 저온 처리 기간이 짧고 약할 때 주로 발생한다.



인편분화 마늘

인편미분화 통마늘

(그림 21) 중심구(통마늘) 증상

5. 염류장해

엽신이 구부러진 채 얇은 피막으로 싸여서 전개되지 못하고 엽 초의 내부는 쭈글쭈글한 증상의 기현상으로 나타난다. 이 증상은 1978년 한 발이 심할 때 충남 서산 농가포장에서 나타났는데, 토양과 식물체를 분석한 결과 염류장해로 밝혀졌다. 염류장해를 받은 토양은 받지 않은 토양과 비교했을 때 pH와 수분함량 차이는 없으나 염류농도(EC)가 1.01ds/m로 높았고, 무기성분 함량도 건전주에 비하여 부위별로 보면 엽신보다 엽초에서 높았다. 따라서 장해를 받은 마늘은 엽초에서 엽신으로 양분의 이동이 안 된 채 축적되고 있음을 알 수 있다. 일반적으로 염류장해가 나타나기 쉬운 작물은 양파, 상추, 딸기 등이며 양파의 경우에는 염류농도가 0.5ds/m 이상일 때 장해가 나타났다. 염류의 집적은 비료를 다량 시용했을 때 토양수가 아래에서 위로 이동하여 하층의 Ca, Mg 등이 경토에 집적되고 초산이 Ca, Mg 및 K와 결합하여 CaNO_3 또는 KNO_3 형태로 되어 장해를 발생시킨다는 보고 등이 있다. 염류장해의 방지책인 심경, 유기물 시용, 또는 피복방법 등에 의하여 장해를 경감할 수 있으나 기본적으로는 비료를 1회에 다량 시용하지 말고 가급적

분시해야 한다. 표면에 집적한 염류를 제거하기 위해서는 냇짚을 피복하거나 충분한 관수로 염류가 유실되도록 하는 것이 좋을 것이다.

6. 인편미분화

상위 5~6엽이 아주 밀생해 있고, 주아(종대)의 생성과 출현이 안 될 뿐만 아니라 주대가 막혀 있으며, 인편분화와 결구가 되지 않는다. 발생 원인은 겨울 이상난동과 종구 자체의 생리적인 요인 등이 복합적으로 상호작용하여 발생하는 것으로 추정하고 있으나 정확한 원인은 알려지지 않고 있다. 이러한 마늘은 구가 형성되지 않아 일부 보통 마늘 인편 2개 크기의 구가 생기는 것도 있으나 질감이 양파와 비슷하고 약간 쓴 맛이 나기 때문에 상품성이 전혀 없으므로 발견 즉시 뽑아 없애야 한다. 수입된 중국산 씨마늘은 재배연차 및 기상상황에 따라 스펀지 마늘이 많이 발생하여 문제가 되기도 한다.



인편분화

인편미분화



인편미분화

인편분화

(그림 22) 마늘 인편미분화 증상

7. 대서마늘 이상증상

수확기 무렵 인편에 투명한 젤리화 현상이 나타나고, 인편 비대기에 이상증상 부분이 비대하지 못하여 나중에는 약간 움푹 파인 형상이 된다. 수확하기까지 외관상으로 나타나지 않아 조기에 발견이 어렵고, 유통 후 깎마늘 단계나 저장 후 씨마늘 분리 시에 알 수 있다. 씨마늘 분

리 시에는 젤리화된 부분이 부패하기 시작하므로 외관상 또는 손으로 만져보면 알 수 있다. 국내에서는 대서품종에서만 나타나고 다른 품종에서는 거의 나타나지 않고 있다.



수확 시 증상

저장 중 부패

(그림 23) 대서마늘 이상증상

8. 녹변현상

저장 중, 절단 또는 다진 후 녹색을 띠는 경우가 있는데 이는 외관상 품질은 떨어지나 인체에 유해하지는 않아 식용으로는 문제가 전혀 없다. 녹변현상은 마늘에 들어 있는 성분간의 효소 작용에 의한 것으로 알려졌다. 마늘을 0~3℃ 정도의 저온에서 장기간 저장할 경우, 휴면기에 들어갔던 효소가 밖으로 나오면서 활성화 되어 마늘 색깔이 변하는 것이다. 마늘의 Alliin에 Alliinase가 작용하여 색소전구물질이 마늘에 함유된 성분과 작용하여 녹변현상을 일으키는 것으로 마늘 조직내의 효소작용 때문으로 모두 자연스러운 현상이다. 녹변현상은 수확 후 1개월 이내에는 거의 나타나지 않으나, 장기 저온저장 후 발생이 많다.

녹변을 방지하기 위해서는 단기간 보관할 때는 통풍이 잘 되는 자루에 넣어 건조한 곳에 두고, 장기간 보관할 때는 마늘을 깬 상태에서 다진 다음 위생비닐에 넣어 공기를 뺀 후 잘 묶어 냉동실에 보관하는 것이 좋다. 마늘을 다질 때는 구연산, 식초를 첨가하여 pH를 낮추면 효과가 있다. 장기간 저온 저장된 마늘에서 녹변현상이 많으므로 저온저장고에서 나온 후 바로 식용하지 말고, 고온에 일정기간 보관하면 녹변현상이 발생하지 않는다.



(그림 24) 마늘 녹변 모습

9. 저온피해

저온피해는 마늘 월동 전, 월동 후 일어날 수 있으며 생육이 지연된다. 그러나 남도종이나 재래종의 경우 뚜렷한 현상이 나타나지 않으나 대서종의 경우는 민감하게 나타난다. 대서종은 월동 전, 월동 후 이른봄에 갑작스럽게 저온이 되면 잎끝부터 분홍색으로 변하고 심하면 잎끝이 고사한다.

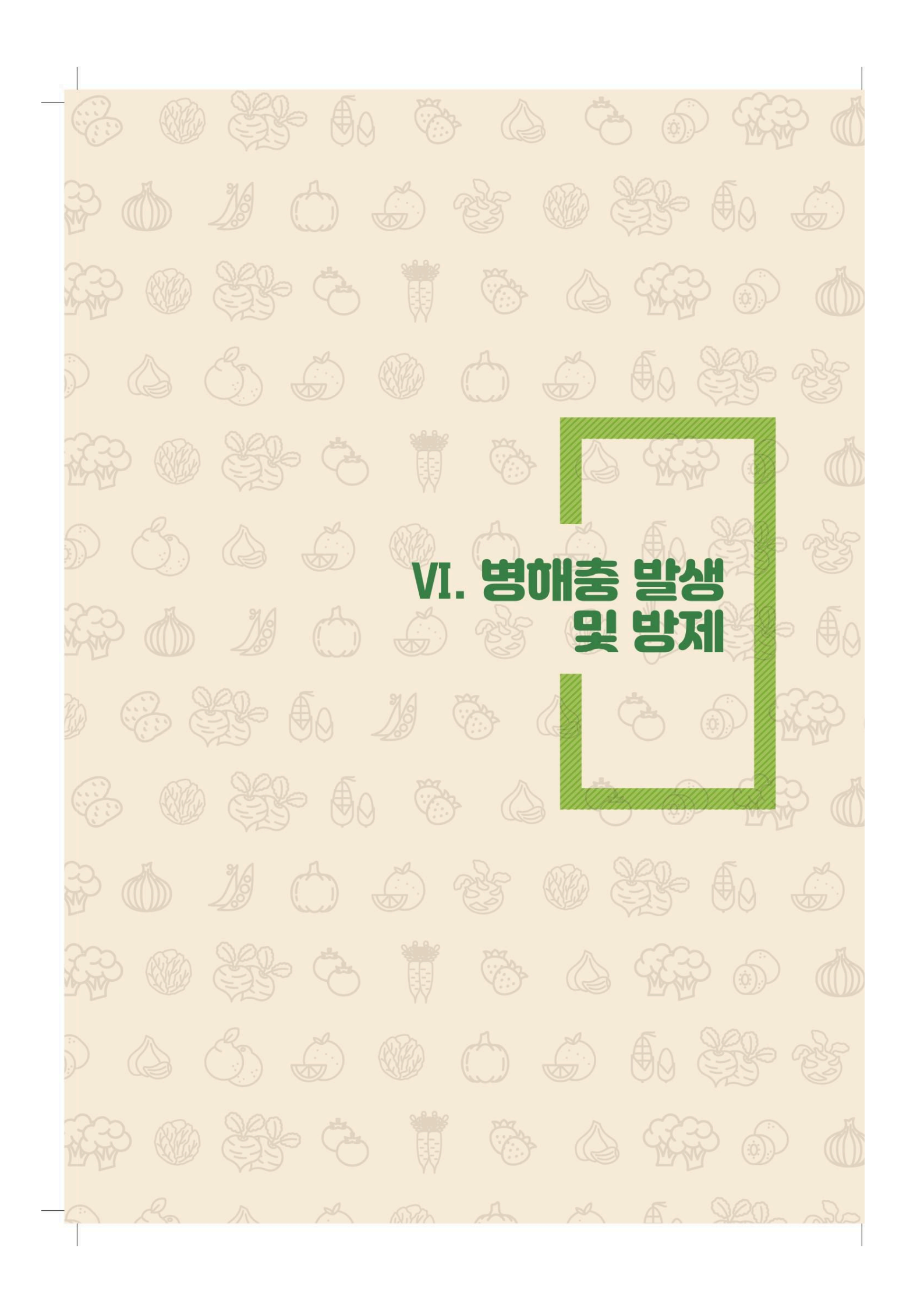
이 증상을 처음 경험하면 병으로 오인하는 경우가 많은데 대서 품종에서만 나타나는 생리장해이다. 월동 전에 이 증상이 나타나면 뚜렷한 해결책이 없으나 월동 후 생육재생기에 갑작스런 저온으로 인하여 증상이 나타나면 영양제 살포가 회복에 도움이 된다.

생리장해 발생과 대책



(그림 25) 마늘 저온피해 모습





VI. 병해충 발생 및 방제

VI. 병해충 발생 및 방제

1. 바이러스(모자이크병)

국산 마늘에서 분리된 바이러스 7종 가운데 응애 전염 모자이크바이러스(GMbMV)는 국내에서, 그리고 나머지 6종은 외국에서 진딧물에 의하여 전염된다는 것이 확인되었다. 마늘 바이러스병에 의한 피해 정도는 매우 심각하다. 조직배양으로 생산한 종구마늘이나 주아재배로 생산된 종구는 기존 마늘보다 15~56%가 증수된다.

가. 병징과 발생경과

황록색 모자이크 증상이 잎 전면에 나타나며, 증상이 심하지 않을 경우에는 식물체의 크기가 건전주와 차이가 없으므로, 외관상으로는 구분이 힘들다. 심한 경우에는 생육이 불량하며, 여러 가지 바이러스가 중복 감염되면 더욱 위축되고 인경의 비대가 빈약해진다.

마늘 모자이크바이러스(GMV)의 병징은 뚜렷하나 잠복 바이러스(칼라 바이러스, Garlic Latent Virus: GLV)는 병징이 뚜렷하지 않다. 잠복 바이러스는 기주식물에 피해를 가해하지 않지만 다른 바이러스와 복합감염 시 심각한 피해를 주는 것으로 알려져 있다.



(그림 26) 바이러스 병징 모습

나. 병원균

국산 마늘에서 분리된 바이러스 가운데 6종(GMV, GLV, LYSV, OYDV,

OYDV-G, WoYSV)은 진딧물에 의하여 전파된다는 사실이 외국에서 확인되었고, 응애 전염 모자이크바이러스(GMbMV)는 마늘혹응애(*Aceria tulipae*)에 의하여 전파된다. 이 응애는 마늘의 종구에서 월동하여 대기 온도가 20℃ 이상이 되면 마늘 식물체의 지상부로 이동하고 잎을 가해하여 특이한 증상인 잎의 말림과 황색 큰 무늬를 동반한 생육 불량이나 타난다. 잎의 주엽맥을 따라 이동하면서 번식을 되풀이하여 밀도가 급속히 커지며 이웃 마늘로도 이동하여 응애 전염 모자이크 바이러스(GMbMV)의 전파가 확인되었다. 마늘은 영양번식에 의하여 재배되므로 종구전염이 가장 큰 문제이다. 바이러스 입자 크기가 일정치 않아 500nm 미만에서 700nm 내외이다. GMV와 GLV 모두 불활성화 온도는 55~60℃에서 10분 정도이며, 내희석성은 10-2~10-3배, 내보존성은 2일이다.

다. 방제법

바이러스는 일단 감염되면 완전한 치료는 불가능하므로 가능한 피하는 것이 중요하다. 바이러스 감염이 적은 조직배양 종구나 고랭지 생산종구를 사용하거나 내병성 품종을 재배한다. 진딧물 등 매개충의 방제를 철저히 한다. 종구를 사용할 때 가급적 큰 우량종구를 사용한다.

2. 탄저병

가. 병징과 발생경과

발병 부위는 잎 또는 마늘통에서 발생한다. 처음 외측의 잎이나 엽초의 하측 가까이에 여러 가지 모양의 암녹색 또는 흑색의 반점이 생긴다. 잎에 발생하면 끝부분부터 회갈색으로 되어 마르고 그 부분에 작은 반점이 많이 생긴다.

나. 병원균

콜레토티리쿰 코코데스(*Colletotrichum coccodes*)라는 곰팡이의 침입으로 일어나며 병반 위에 담황색 내지 담홍색의 포자층이 형성된다. 분생 포자는 무색단포, 타원형 또는 방추형으로 만곡하고 크기가 18~28×3~4 μm이다. 강모는 포자층에 존재하고, 암갈색으로 0~4개의 격막을 가지며,

크기는 $80\sim315\times3.7\sim5.6\mu$ 정도이다. 이 병균의 발아 최적온도는 20°C 로 최저온도 4°C , 최고온도 34°C , pH는 최적 5.7이고, 2.4~9.2에서 번식한다. 병원균은 병든 조직에서 오랫동안 생존하므로 토양전염을 한다. 또한 종자에 붙은 병균이 제1차 전원염이 된다.

다. 방제법

발병이 심한 땅에서는 가급적 연작을 피하고 발병 초기부터 살균제를 살포한다.

3. 잎마름병

마늘에서는 중부지방에서 5월경에 많이 발생하고, 파에서도 5월에서 11월 초까지 발생하며, 기주식물은 마늘·파·양파이다. 봄에 비가 자주 오는 해에는 5월 중하순경부터 잎에 발생이 심하고 피해가 크다.



발생지



병징

(그림 27) 잎마름병 발생지 및 병징

가. 병징과 발생경과

주로 잎에 발생하나 심하면 잎집과 인편에도 발생한다. 잎에서는 처음 회백색의 작은 반점이 형성되고, 진전되면 병반 주위가 담갈색을 띠며 중앙부 위는 적갈색으로 변한다. 간혹 적갈색의 병반이나 흑갈색의 병반만 형성될 때도 있다. 병반이 상하로 길게 확대되고 심하면 잎끝까지 엽맥을 따라 변색된다. 후에 병반상에는 검은 곰팡이(분생포자)가 밀생한다. 이 검은 곰팡이는 균사 또는 분생포자로 병든 식물체의 잔재물에

서 자낭각의 형태로 월동하며, 이들이 발아하여 생긴 분생포자나 자낭포자가 비산하여 공기 전염한다. 또한 종자 내부에서 균사의 형태로 종자 전염하기도 한다. 주로 비가 자주 와서 다습해지면 발생이 많아지며 마늘 생육 후기에 쇠약할 때 많이 발생된다. 최근 수확기 잦은 비로 건조하는 기간 중이나 저장 중에 마늘 종구에 작은 갈색반점이 생기는 증상이 발생하는데 이것도 종구에 발생하는 잎마름병의 병징이다.

나. 병원균

병균은 진균(곰팡이)의 일종으로 자낭균에 속하며 분생포자를 형성한다. 병원균은 3~32℃ 온도 범위 내에서 생육하고 비교적 고온을 좋아하나 분생포자의 발육적온은 20~25℃ 이고, 약산성에서 잘 발육한다. 단자경은 담갈색 내지 갈색이고, 격막 2~3개, 크기는 40~60×5.7~6.3 μ 으로 총생 또는 단생한다. 분생포자는 토양에서 월동하여 1차 전염원이 되는 것으로 추정되며 종구에 붙어 있는 병원균이 1차 전염원이 될 수도 있다. 2차 전염원은 1차 전염원에 의하여 형성된 병반에서 분생포자가 주위 포자에 만연한다. 강우가 많고 온도가 높은 연도에는 발생이 많으며, 질소질 비료의 과용으로 식물체가 도장하거나 질소비료가 부족하여 식물체가 연약하면 병발생이 많아진다. 하우스재배나 연작하는 포장에는 병 발생이 증가한다. 토양산도는 pH 5.5~6.0 정도가 적당하며, 배수가 양호하고 부식이 충분한 토양에서 병의 피해가 적다.

다. 방제법

- 종자 소독을 실시한다.
- 수확 후 병든 식물체는 일찍 제거하고, 이병 잔재물이 포장에 남아 있지 않도록 땅속에 깊이 묻는다.
- 발병이 많은 곳은 2~3년 간격으로 돌려짓기를 한다.
- 발병 직전 또는 발병 초기부터 공시약제를 살포한다. 마늘이나 파속 식물은 약제가 부착하기 어려우므로 전착제를 소정량의 2~3배 사용한다.
- 재배적인 방법으로 건전종구를 사용하고, 퇴비를 충분히 사용하며, 균형시비를 하여 식물체가 강건하게 자라도록 한다.

라. 종구에 발생하는 병해 비교

마늘 종구에 발생하는 병해충 피해 중 잎마름병과 가장 유사한 증상은 ‘마른썩음병’으로 병에 감염된 부위가 갈색으로 썩으면서 흰색의 균사를 형성한다. 해충은 총채벌레에 의한 종구 피해로 마늘 표면이 울퉁불퉁해지고 작은 갈색 반점이 형성되는 것이 있다.

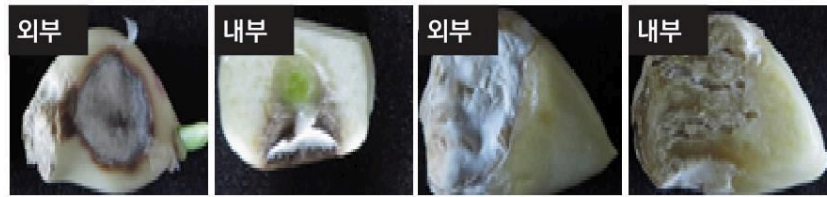
〈표 23〉 마늘 종구에 발생하는 병해충 피해증상 비교

구분	잎마름병	마른썩음병	해충
원인	곰팡이	곰팡이	총채벌레류
병징	마늘 종구에 작은 갈색 반점이 형성되고, 병이 진전될수록 보라색 병반을 형성하며 여러 병반이 융합됨. 마늘 종구 내부로 들어가지 않지만 일부 함몰 증상이 나타남.	마늘 밑등부터 엷은 갈색으로 썩으면서 흰색 균사를 형성함. 마늘이 무르면서 내부가 스펀 지화 됨.	마늘 종구 표면이 울퉁불퉁해 지면서 총채벌레가 흡즙한 부위가 엷은 갈색으로 변색됨. 시간이 지나도 변색된 부위는 커지지 않음.
사진			

자료: 농촌진흥청, 농업 기술길잡이 117 ‘마늘’, 2022



(그림 28) 마늘품종별 종구 잎마름병의 병원성 검정 결과



앞마름병 마름썩음병
(그림 29) 앞마름병과 마름썩음병 종구 피해증상 비교



(그림 30) 앞마름병과 마름썩음병의 피해증상 비교

4. 무름병

무름병의 원인은 세균(Bacteria)의 침입으로 발생하는데 생육 초기에 지제부에서 발병해서 부패하고 냄새가 나며 잎이 마르고 넘어진다. 마늘의 인편이 무르고 부패할 때도 있고, 비가 올 때 수확하면 저장 중에도 발병한다.

가. 병원균

토양에 서식하는 세균의 일종으로 32~35℃의 고온에서 잘 번식하며, pH 6 이상의 중성이나 약알칼리 토양에서 잘 자란다. 병원균은 기주식물이나 잡초의 뿌리 근처에서 생존하며, 대개 표토로부터 15cm 이내에

분포하나 25cm 이상의 깊이에서 생존하는 것도 있다. 세균의 번식에는 토양 내의 다습조건이 필수적이며, 건조에 대한 저항력이 매우 약하다. 병원균은 식물의 표피를 뚫고 직접 침입하는 일은 없으며, 주로 관개수·빗물·토양곤충 등을 통하여 식물체의 상처 부위로 침입한다.

나. 방제법

- 피해주는 발견 즉시 제거하고, 연작을 피하며, 2~3년간 벧과작물을 재배하는 것이 좋다. 이 병원균은 무, 양배추, 토마토, 감자, 강낭콩, 오이, 토란 등에도 발생되므로 이들의 작물이 부패했을 때는 그 토양에 마늘을 재배하지 않는 것이 좋다.
- 이 병은 석회 부족 시 발병이 많으므로 석회를 기준량을 준다.
- 질소비료를 너무 많이 주면 병 발생이 많아지므로 3요소의 균형시비를 한다.
- 세균성이면서 토양병해이므로 약제의 살포효과는 대단히 낮다. 따라서 예방적 살포를 하지 않으면 안 된다.
- 발병이 우려되거나 발병 초기에 공시약제를 살포한다.



(그림 31) 마늘 무름병 피해 증상

5. 잎집썩음병

3~4월, 10℃ 전후의 다습한 환경에서 발생하기 시작하여 수확기까지 계속 발병하나 봄에 많이 발생한다. 국내 마늘밭에서 발생되고 있으나 정확한 피해면적이나 기초연구가 이루어지지 않았다.

가. 병징과 발생경과

생육 중기에 마늘의 잎집이 담갈색으로 변해 썩어 들어가고 진전되면 줄기 전부와 구까지도 부패한다. 지상부는 하엽부터 황화되기 시작하고 심한 포기는 전체가 부패 및 고사한다. 초기에는 잎의 엽맥을 따라 담갈색 줄무늬 모양으로 길게 변색되기도 한다.

나. 병원균

음성 간상세균으로 1~4개의 편모를 가지고 있으며 생육온도 범위는 2~38℃ 이고, 생육적온은 27~29℃ 이다. 병원균은 운동성이 있어 배수가 불량한 토양에서 스스로 이동하여 전파될 수 있다.



(그림 32) 마늘 잎집썩음병 피해 증상

다. 방제법

- 수확 후 이병주는 제거하여 소각하고 생육기 중 발병주는 발견 즉시 제거한다.
- 배수가 잘되도록 하고 시설재배는 과습하지 않도록 관리한다.
- 마늘 잎집썩음병(구썩음병) 적용약제를 살포한다.

6. 오갈병

이 병은 빠를 때는 4월부터 발생하나 대부분 5~6월경 많이 발생한다. 마늘 외에 파, 양파에도 발생한다.

가. 병징과 발생경과

병징을 자세히 관찰하면 몇 가지 유형이 있다. 첫째로 한 포기 전체가 황변하고 현저히 작아지는 것이 있다. 둘째, 잎에 황색 또는 담황색의 모자이크 현상이 나타나고 잎이 구부러지며 위축되고 생육이 불량하다. 셋째, 잎은 보통색이나 반입은 없고 요철이 되어 파상을 나타내며, 기형이 되어 포기 전체가 위축되고 구부러져서 생육이 불량하다. 넷째, 잎에는 황색의 반입이 있으나 구부러지지 않으면서 생육이 불량한 것이 있다. 다섯째, 잎은 황변하고 구부러지나 병반은 없다. 이상과 같이 이 병에 걸리면 생육이 현저히 저해될 뿐만 아니라 잎이 일찍 마르므로 쉽게 발견할 수 있다. 오갈병은 마늘 종구(종자)와 진딧물, 총채벌레 등에 의하여 전염된다. 특히 마늘은 영양번식하므로 인편에 감염되었던 것을 파종하면 나타난다.

나. 병원균

우리나라에서 재배되고 있는 마늘은 거의 바이러스에 감염되어 있으며 감염된 바이러스의 종류는 대개 모자이크 바이러스(Garlic Mosaic Virus)와 잠재 바이러스 (Garlic Latent Virus)로 알려져 있다. 바이러스에 걸리면 마늘은 수량과 품질이 급격히 떨어진다.

다. 방제법

- 종자 마늘은 반드시 건전한 것을 선택하여 파종한다.
- 마늘은 채종포를 설치해서 이병주는 발견 즉시 제거한다.
- 이 병의 전염을 막기 위해 진딧물, 총채벌레 등을 철저히 구제한다.

7. 흑색썩음균핵병

파에서 발생되었으나 마늘에는 1988년 전남 고흥군에서 발견된 후 전국적으로 발생되고 있으며 난지형 마늘에서 가장 치명적인 피해를 주는 병이다. 현재 전남, 경남, 제주, 충남 일부 지역의 주산단지에서 발생되어 피해를 주고 있고 양파, 쪽파에도 발생 되고 있다. 이 병은 토양전염성 병해로 일단 발병된 재배지는 매년 되풀이하여 발생되고 특별한 방제법이 없기 때문에 항상 경계해야 한다.

가. 병징과 발생경과

균핵상태로 토양에 잠복해 있다가 마늘 파종 후 뿌리에서 나오는 분비물에 유인되어 발아하여 뿌리, 인경, 잎으로 발생한다. 인경에는 처음 흰 군사가 표면에 나타나고, 진전되면 인경 전체가 흑색으로 변해 썩는다. 후에 인경과 뿌리가 변색되어 썩고, 심하면 지상부 줄기까지 물러 썩는다. 지상부의 잎은 아래쪽부터 누렇게 변하고, 심해지면 포기 전체가 갈색으로 변해 말라 죽는다. 파종 후 2개월째부터 수침상으로 뿌리가 부패하는 증상으로 나타나기도 하지만 월동 후 많이 발생한다. 피해주의 줄기나 잎은 시들거나 황변되지만 반점 등의 증상이 없어 생리장해처럼 보인다. 그러나 뽑아 보면 인경 표피에 깨알 모양 또는 부스럼 형태의 흑색균핵이 다수 형성되어 벼멸구 피해처럼 군데군데 괴멸·고사한다. 논마늘에서는 거의 찾아볼 수 없으나 밭마늘에 주로 발생되고 처음에는 재배지에 농기계가 들어가는 입구나 가장자리에 발생되다가 매년 피해면적이 확대되고 있다.

〈표 24〉 마늘 흑색썩음균핵병 피해주의 뿌리 고사율

구분	2월 중순(2/16)				3월 상순(3/7)			
	조사 근수 (개/주)	고사 근수 (개/주)	뿌리고사율(%)		조사 근수 (개/주)	고사 근수 (개/주)	뿌리고사율(%)	
			평균	범위			평균	범위
피해주	37.9	21.2	55.9	0~100	26.7	24.2	90.6	16.0~100
건전주	32.2	0	-	-	34.6	4.5	13.0	7.1~25.0

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이 117 '마늘', 2022

나. 방제법

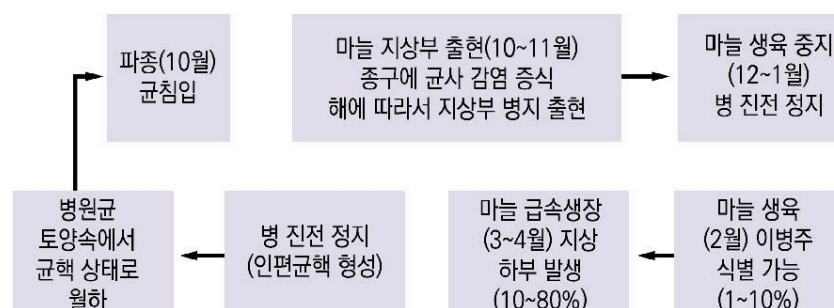
지금까지 발표된 방제법으로는 완전 방제가 어려운 것으로 알려지고 있다. 다만 병원균의 병원원을 사전에 차단하는 것이 효과적이라 생각되며 일단 지상부에 피해가 나타나면 방제가 어렵다.

- 오염지역에서는 농기계 공동사용을 하지 않는 것이 좋으며, 사용 후 반드시 농기계를 소독세척 후 사용한다.
- 병든 포기는 일찍 제거하여 잔사물을 없애고, 피해를 받았던 식물체

- 는 퇴비로 사용하지 않는다.
- 영양번식 파속 작물 종구 구입 시 균핵병의 감염 여부를 확인 후 건전종구를 구입한다.
 - 발생이 심한 포장은 4~5년 파속 식물 외의 작물로 돌려짓기한다.
 - 종구소독법: 종구 1kg 당 베노밀 · 티람 수화제 4g을 분의처리한다.
 - 토양소독법: 가스훈증에 의한 방법으로 땅이 건조할 경우 멀칭 직전에 물을 살포하여 실시하며 소독방법은 마늘 파종 2~3일 전에 다조맷 입제 30kg/10a 살포 → 경운 → 비닐멀칭 → 경운 → 발아검사 → 파종 순으로 처리한다. 비닐 밀폐 소독 후 다시 경운 파종하므로 이 방법은 토양 미생물까지도 전멸시켜 작물생육에 더 큰 부작용도 우려되고 있다.
 - 생육기 방제법: 마늘 흑색썩음균핵병 적용약제를 살포한다. 이 병의 균핵 대부분은 마늘 수확 후 종구에 붙어 있거나 마늘 주변 흙에 잔류되어 후작물 재배를 위한 경운 정지작업을 할 때 토양과 혼합되어 잠복해 있다



(그림 33) 흑색썩음균핵병 피해 증상



(그림 34) 흑색썩음균핵병의 발생경로

〈표 25〉 수확기 흑색썩음균핵병의 균핵 분포

구분		균핵수(개/30g 토양)	분포비율(%)
마늘		1,324	78.4
표토 깊이	0~5cm	289	17.1
	5~10cm	55	3.3
	10~15cm	12.7	0.7
	15~20cm	7	0.4
주간사이		0.3	0.02
계		1,688	100

자료: 농촌진흥청, 농업기술길잡이117 '마늘', 2022

8. 녹병

가. 병징과 발생경과

병 증상은 잎에 융기된 등황색 병반이 생기고 심하면 잎이 황백색으로 고사한다. 철판(쇠)에 녹이 발생하는 모양과 같다고 하여 녹병이라 이름이 붙었다.

주로 주로 봄, 가을 비가 잦고(저온다습), 비료가 부족할 때 많이 발생하며 품종으로는 대서마늘이 녹병에 약하며, 특히 수확기 무렵 발생한다. 종자전염 및 공기전염을 통해 확산된다.

친환경재배농가에서 가장 문제시되는 병이나 화학적 방제를 철저히 할 경우는 별로 문제가 되지 않는다.

나. 병원균

전염원은 병든 부위에서 하포자와 동포자 형태로 월동하며 곰팡이병, 순환물기생균(인공배양 어려움)을 발생시킨다.

다. 방제법

- 우량종구 사용(병든 씨마늘 사용금지)
- 초세가 쇠약해지면 발생하므로 퇴비를 충분하게 시용
- 토양검정으로 과잉과 부족이 없도록 함
- 저항성 품종 선택: 저항성 정도는 재래종=남도>홍산>대서

- 방제 약제: 등록된 방제 약제 사용
- 녹병 방제 농약: 마늘에 다양한 약제 등록



(그림 35) 녹병 지상부 병징

9. 파리류

가. 피해증상

토양 속 알에서 부화한 유충이 마늘 뿌리와 비늘줄기를 파먹으며 발생 밀도가 높을 경우 속 줄기 속도 가해한다. 피해를 받은 포기는 아래 줄기부터 노랗게 색이 변하며 포기 전체가 말라 죽는다. 특히 3월에 인경이 형성되기 전 자구가 피해를 받으면 시들어 죽고 땅속 유충이 각종 병원균을 매개하여 썩고 물러지는 2차 피해를 유발한다. 피해 마늘은 뿌리가 잘려져 쉽게 뽑히고 생장점 부근 뿌리나 비늘줄기에서 유충을 관찰할 수 있으며 색이 바래진 포기 주위의 흙을 파보면 번데기를 찾을 수 있다.



(그림 36) 고자리파리 피해 증상

나. 형태

씨고자리파리와 고자리파리의 형태가 서로 비슷하여 구분이 어렵다. 고자리파리의 알 길이는 1.2mm 내외로 백색 타원형이며 한쪽은 오목하고 다른 한쪽은 볼록하다. 유충은 유백색으로 앞쪽 숨구멍이 11~12개이며 노숙 유충의 몸길이는 8~10mm, 몸 폭은 2mm 정도이다. 번데기는 6~7mm의 긴 타원형으로 적갈색이다. 수컷 성충 몸길이는 5~7mm로 집파리보다 약간 작으며 전체적으로 연한 회색을 띤다. 겹눈 주위는 백색, 촉각은 검은색, 가슴은 담갈색 또는 회황색, 배면은 회황색이며 중앙에 암갈색 종선이 있다. 암수는 배 끝에 있는 외부생식기의 모양으로 구별되고, 양쪽 겹눈의 간격으로도 구별할 수 있다. 수컷은 겹눈이 서로 밀접해 있고, 암컷은 서로 떨어져 있다. 씨고자리파리는 일반적으로 고자리파리보다 작으나 색깔은 거의 같다. 알의 형태는 고자리파리와 비슷하나 길이가 1mm를 넘지 않으며 유충의 앞쪽 숨구멍이 6~8개이며 노숙 유충의 몸길이는 4.6~5.4mm이고 번데기는 4.3~5.0mm 정도이다. 씨고자리파리 성충 몸길이는 4.5~5.7mm로 고자리파리보다 작으나 고자리파리와 비슷하게 전체적으로 연한 회색을 띤다. 암컷의 배는 회색이고 등쪽 중앙에 선명한 검은 선이 있지만 고자리파리는 없고 그 부분이 약간 짙은색이다. 씨고자리파리 암컷 겹눈과 입 사이는 각 제3절보다는 좁지만 고자리파리는 같거나 더 넓다. 씨고자리파리 수컷의 뒷다리 마디에는 전체에 걸쳐 빗살모양의 작은 털이 고르게 있으나 고자리파리는 일부에만 작은 털이 있다. 암수 구별은 고자리파리와 같이 외부생식기의 모양으로 구별되고 양쪽 겹눈의 간격으로도 구별할 수 있다.

다. 생태

연 3회 발생하고 남부지방에서의 유충은 3월 상순부터 활발해져 성충 발생 최성기는 3월 하순, 5월 중순, 9월 하순~10월 상순이며 중부지방에서는 1주일 정도 늦다. 일반적으로 성충은 아침 이슬이 마른 후 활동을 시작하여 오후 2~4시 사이에 가장 활발히 활동(산란활동 포함)하는 것으로 알려져 있다. 알, 유충, 번데기, 성충 모두 월동이 가능하다. 1세대 번데기에서 나온 성충은 기주식물 잎 틈새나 주위 흙 속에 50~200개의 알을 산란하며 알 기간은 3~4일, 유충 기간은 14일 정도이다. 1세대 성

충은 한 세대를 더 지난 후 여름잠(7~8월 고온기)에 들어가거나 그대로 땅속에서 번데기 상태로 여름잠에 들어간다. 여름잠에 들어간 번데기는 7~8월의 고온기에는 날개가 돋아나지 않고 그대로 여름을 보낸 후 가을에 온도가 낮아지면 성충이 되어 쪽파나 양파의 모판, 마늘 본밭 등에 알을 낳는다. 각 태별 기간은 23℃에서 실내사육의 경우 알 1.8일, 유충 1.4일, 번데기 1.6일, 성충(암/수) 49.8일/36.1일이다.

라. 방제

잘 썩지 않은 퇴비나 가축분이 토양속에서 부숙될 때 발생하는 냄새에 성충이 유인되어 발생밀도가 높아지므로 완전히 부숙된 퇴비를 사용하는 것이 중요하다. 연작재배지에서 피해가 많으며 매년 발생하는 포장운 파종 전 밭갈이 작업을 할 때 토양 약제(입상)를 처리한 후 흙과 잘 섞어준다. 파종 후 월동 전에도 부화한 유충이 토양 속에서 계속적으로 피해를 주기 때문에 등록 약제(액상)의 토양 처리가 필요하다. 월동 후 3월 중순부터 피해가 증가하므로 3월 초부터 점착트랩(끈끈이)을 설치하여 성충 발생밀도를 예찰하고 3월 하순경에는 고자리파리의 산란 억제제를 위하여 등록 살충제(액상)를 7~10일 간격으로 2~3회 마늘 지상부에 처리하고 이때 토양 속 유충은 계속해서 마늘생장점 부근 뿌리나 비늘줄기에서 서식, 가해하기 때문에 약대 등을 이용하여 토양에도 직접 포기 관주처리하여 약제물이 흙 또는 멀칭필름 밖으로 넘쳐 나올 정도로 흠뻑 처리하는 것이 효과적이다.

10. 뿌리응애

가. 피해증상

주로 파속 작물인 양파, 파, 마늘, 부추 등의 뿌리와 백합, 튤립, 글라디올러스, 프리지어 등의 화훼류 구근을 가해하고 부패를 유발하는 토양해충으로 성충과 약충이 토양 속에서 군생하면서 마늘 뿌리를 끊어 먹고 구근에 구멍을 내어 파먹으며 들어가는 형태로 가해하므로 지상부 줄기에는 초기 피해증상이 나타나지 않아 피해 포기를 뽑아서 뿌리 부위의 뿌리응애나 가해 흔적을 발견하기 전까지는 발생과 피해를 알지 못한다.



(그림 37) 뿌리응애 피해 모습

나. 형태

유백색의 반투명한 타원형으로 입(입틀과 구침)과 다리는 암갈색이며 성충의 크기가 0.6~0.7mm로 매우 작고 토양 속에서 서식하므로 눈에 잘 띄지 않는다.

다. 생태

미숙퇴비 등 부식질이 많거나 유기질이 풍부한 산성의 사질토양에 발생이 많으며 작물 뿌리뿐만 아니라 토양 유기물, 곰팡이도 먹는 잡식성으로 먹이가 부족할 경우 서로 잡아먹기도 한다. 성충은 하루 약 10개 정도의 알을 낳으며, 알 → 부화 약충 → 제1약충 → 제2약충 → 성충의 발육단계를 거쳐 연간 10여 세대 발생하여 온도에 따라 차이는 있으나 보통 20~30일에 1세대를 경과하며 알 기간은 4~20일, 제1약충 1~11일, 제2약충 2~11일 정도 걸린다. 발육 적온은 20~25℃ 이고 장마철 같은 고온 다습한 환경을 좋아하며 봄에 지온이 상승하면 급격히 증식하여 6~7월에 최고 발생밀도에 달한다. 겨울에는 약충과 성충으로 월동하며 발육에 부적합한 환경에서는 제1약충과 제2약충 사이에 두꺼운 키틴질의 피부를 가진 약충이 휴면에 들어가기기도 한다.

라. 방제

뿌리응애가 발생하지 않은 밭의 마늘 종구를 사용하며 종구소독을 권장한다. 매년 발생하는 재배지는 등록 입제를 뿌리고 밭을 경운하거나

병과 고자리파리 방제를 겸한 정식 전 토양소독 후 습하지 않는 상태를 유지한다. 월동 후 부분 피해가 확인되면 플루사메타마이드, 카바릴 등이 함유된 등록 약제를 피해 포기 주위에 국소적으로 처리한다. 뿌리응애는 마늘 성장점 부근 뿌리나 비늘줄기에서 서식, 가해하기 때문에 관주처리보다 약대 등을 이용하여 직접 포기관주 처리하여 약제물이 흙 또는 멀칭필름 밖으로 넘쳐 나올 정도로 흠뻑 처리하는 것이 효과적이다. 뿌리응애는 35℃ 이상이면 죽기 때문에 가장 뜨거운 7~8월에 멀칭 필름+약제 등을 이용한 토양소독을 길게 할수록 효과적이다.

11. 구근 선충

가. 피해증상

기주에 따라 다르나 마늘의 경우 유충과 성충이 껍질과 껍질 사이에 침입하여 즙액을 빨아먹어 영양결핍을 일으키고 심하면 말라 죽는다. 지상부 생육은 물론 쪽의 생육이 극히 불량하게 되며 저장 중에도 계속 가해하여 저장 중에 많은 피해를 가져온다. 선충이 마늘에 기생하면 바이러스의 전염 확률이 높아져 결국 마늘의 퇴화를 촉진하고 수량은 격감하게 된다.



(그림 38) 마늘 선충 피해(왼쪽)와 현미경으로 본 선충(오른쪽)

나. 형태

암컷의 크기는 1.4~1.5mm로 교접낭을 갖고 있다. 애벌레의 크기는 0.3~0.5mm이다.

다. 생태

수분이 많은 토양에서 잘 번식하고 비가 올 때 활동성이 커져 피해도 이때가 심하다. 마늘의 경우 유충 상태로 껍질 내에서 겨울나기를 하여 주 전염원이 된다. 암컷 성충은 반드시 교미해야만 알을 낳으며 한 마리가 207~498개의 알을 약 1개월 동안에 낳는다. 알 기간은 5~6일, 유충 기간은 7~11일, 성충 기간은 40일 정도이다. 1세대 경과 기간은 15℃에서 20~25일이며, 마늘 생육기간 동안 3회 정도 발생할 수 있다.

12. 파밤나방

가. 피해증상

4~10월에 발생하여 양파, 마늘 등의 채소류뿐만 아니라 과수, 화훼, 약용작물 등 전작물의 거의 모든 작물을 가해하며 담배거세미나방과 함께 피해를 준다. 알 덩어리(난괴)에서 부화한 1~2령 유충이 집단으로 잎 표면을 갉아먹다 3~4령 몸체가 커진 유충이 분산하면서 양파 잎 속으로 들어가 안쪽에서 표피만 남기고 가해하므로 녹색부에 줄무늬 모양의 투명한 곳이 불규칙하게 생긴다. 다 자란 노숙한 유충은 땅속에서 번데기 과정을 거치나 양파 잎 속에서 거치는 경우도 있다.



(그림 39) 파밤나방 유충(좌)과 성충(우)

나. 형태

직접 피해를 주는 유충은 다 자라면 35mm 정도이며 황녹색~흑갈색으로 체색변이가 심하지만 보통은 녹색을 띤다.

다. 생태

성충은 주간에 작물의 잎 뒷면에 붙어 있다가 밤이 되면 활동을 개시하여 활발하게 날아다니며 교미, 산란활동을 한다. 알 기간은 2~5일, 유충은 9~23일, 번데기는 7~14일 정도 소요되고 암컷 성충의 산란기간은 5~8일, 20~30개의 알 덩어리(난괴)로 평균 700~1,000개 산란한다. 연간 발생 횟수는 4~5회이며 남부지방에서는 3~11월 발생하여 9월이 발생 최성기이다. 작물을 재배하는 시설 내에서 연중 발생하기도 한다.

라. 방제법

파밤나방은 잡식성으로 잡초도 잘 먹고 자라므로 양파 주변의 잡초, 작물 잔재물 등을 항상 제거한다. 3령 이후 유충은 약제 내성이 강해지고 양파 속으로 파먹고 들어가므로 약제가 몸체에 직접 맞지 않아 방제가 어려워진다. 약제 방제 효과를 높이기 위해선 4월 초 양파로 들어가기 전 1~2령 유충기에 등록 약제를 양파 전체와 주변 잡초에 면밀히 살포하고 시간이 경과되면서 유충 발생양상이 다양해지므로 살충 유효성분이 다른 계통 2~3종을 5~7일 간격으로 주기적이고 체계적으로 교호살포하는 것이 효과적이다. 페로몬 트랩을 이용한 예찰법과 재배포장 내 나방 침입 억제제를 위해 간이 구조물을 이용하여 눈 크기 5mm 이하의 방충망을 설치하는 방법도 있으나 비용이 많이 드는 단점이 있다. 유아등을 사용할 경우 나방이 침입할 수 없을 만큼의 방충망이 설치되어 있다면 포장 안쪽에 설치하고 방충망이 설치되어 있지 않다면 포장에서 2~3m 바깥에 설치하면 되나 이때 주변의 많은 나방류가 유인되어 포충망 안에서 교미, 산란, 부화 과정을 거친 유충이 포장 내로 유입되니 지속적인 제거, 약제 살포, 청소 등의 관리가 필요하다.

13. 담배거세미나방

가. 피해증상

5~10월에 발생하여 양파, 마늘, 고추, 가지, 토마토, 오이, 배추, 무, 감자, 콩 뿐만 아니라 과수, 화훼, 약용작물 등 전작물의 거의 모든 작물을 가해하는 기주 범위가 대단히 넓은 잡식성 해충이다. 알 덩어리(난

괴)에서 부화한 1~2령 유충이 잎 뒷면에 군집을 이루면서 잎맥만 남기고 갉아먹고 3령 이후 몸체가 커진 유충은 분산 이동하며 잎 뒷면, 줄기, 흙 사이에 몸을 숨기며 산발적으로 갉아먹는다. 발생밀도가 높으면 식물체 줄기만 남기고 다 갉아먹는 경우도 있다.

나. 형태

성충은 15~20mm의 크기로 회갈색, 앞날개에 비스듬한 흰색 무늬가 있고 유충의 몸 색깔은 흑갈색~회색으로 다양하며 몸통 각 마디 등면에 삼각형의 검은 무늬, 가슴 둘째 마디 등면에 두 개의 노란 점이 있다.

다. 생태

성충은 주간에 작물의 잎 뒷면에 붙어 있다가 밤이 되면 활동을 개시하여 활발하게 날아다니며 교미, 산란활동을 한다. 암컷 성충은 2~5일 동안 100~300개의 알을 덩어리(난괴)로 산란하고 1세대 5월, 2세대 6월 중순, 3세대 7월 하순, 4세대 8월 하순, 5세대 9월(발생 최성기)로 연 5세대 발생한다. 다 자란 노숙한 유충은 땅속에서 번데기 과정을 거친다.

라. 방제법

3령 이후 유충은 약제 내성이 강해지므로 약제 방제 효과를 높이기 위해 선 1~2령 유충기(5월 중순경)에 등록 약제를 양파 전체와 주변 잡초에 면밀히 살포하고 시간이 경과되면서 유충 발생양상이 다양해지므로 살충 유효성분이 다른 계통 2~3종을 5~7일 간격으로 주기적이고 체계적으로 교호 살포하는 것이 효과적이다. 페로몬 트랩을 이용한 예찰법과 재배포장 내 나방 침입 억제제를 위해 간이 구조물을 이용하여 눈 크기 5mm 이하의 방충망을 설치하는 방법도 있으나 비용이 많이 드는 단점이 있다. 유아등을 사용할 경우 나방이 침입할 수 없을 만큼의 방충망이 설치되어 있다면 포장 안쪽에 설치하고 방충망이 설치되어 있지 않다면 포장에서 2~3m 바깥에 설치하면 되나 이때 주변의 많은 나방류가 유인되어 포충망 안에서 교미, 산란, 부화 과정을 거친 유충이 포장 내로 유입되니 지속적인 제거, 약제 살포, 청소 등의 관리가 필요하다.

14. 총채벌레

가. 피해증상

성충과 유충이 마늘 줄기의 즙액을 흡즙하여 황백색 또는 은백색 반점과 같은 흔적을 남기고 발생 밀도가 높을 경우 작물 전체가 노랗게 변색되고 말라 죽는다. 꽃이 필 때 그 속에 들어가 가해하여 채종량이 감소하고 인편 속에 잠복하여 저장 중에도 피해를 준다.



(그림 40) 총채벌레 피해 마늘

나. 형태

몸통은 담황색 또는 연한 갈색을 띠며 길이가 보통 1~2mm로 크기가 매우 작다. 머리, 가슴, 배의 세 부분으로 나누어져 있으며, 머리에는 1쌍의 더듬이, 가슴에는 3쌍의 다리와 2쌍의 날개가 있다. 약충은 유백색 또는 황색으로 날개가 없으며 번데기는 약충과 매우 유사하나 거의 움직임이 없으며 날개가 생기는 단계이다. 알은 0.3mm 정도로 아주 작고 길쭉하며 식물체 부드러운 조직 속에 있어 눈에 보이지 않는다.

다. 생태

암컷이 식물 조직 속에 산란하면 조직 속에서 부화한 약충(1~2령)이 마늘을 가해한다. 땅속에서 번데기 기간을 거친 후 성충이 되어 다시 가해한다. 총채벌레는 노린재나 진딧물과 같이 단순히 구침을 먹이에 찔러 흡즙하는 것이 아니라 먹이의 표면을 입틀로 파괴한 다음 흡즙하는 습성을 갖는다. 총채벌레는 움직임이 매우 빠르고 막대기 모양의 긴 시맥에 긴 털이 규칙적으로 붙어있는 날개가 있어 툭툭 튀거나 바람을

타고 이동하기도 한다. 알~성충까지 약 10일(25℃) 소요되고 시설 내에서 연 10회 이상 발생한다.

4) 방제

건전한 묘를 사용하고 항상 작물 잔존물, 잡초 등을 제거한다. 점착트랩(끈끈이)을 설치하여 발생밀도를 예찰하고 약제 내성, 저항성이 발달된 개체가 출현하고 있으니 계통이 다른 등록 살충제 3~4종을 교호 처리한다. 해충 몸에 약제가 맞지 않으면 살충효과가 저하되므로 3~4일간격으로 3회 이상 꽃 속, 잎 뒷면 등의 지상부와 지하부, 마늘 전체에 면밀히 살포한다. 총채벌레는 짧은 시간에 높은 밀도를 형성하기 때문에 체계적이고 지속적인 방제가 필요하다.

15. 마른썩음병

수확 후 고온기가 지속되는 여름부터 가을까지 발생한다. 병징은 처음에 담갈색의 움푹 들어간 부정형 병반을 형성하고 진전되면 인편 전체가 마른 상태로 부패하며 병반 상에는 흰색의 균사 및 포자가 밀생한다. 발생 원인으로는 토양 중의 병균이 수확 시 종 구에 묻어 저장 중에 병이 발생하고 특히 다습하고 고온기인 여름철에 피해가 크며 상처가 있는 인편부터 발생한다.



(그림 41) 마늘 썩음병 피해 모습

16. 푸른곰팡이병

병징은 마늘쪽 아랫부분이나 상처 부위부터 회색 내지 다갈색으로 부패되며 심하면 인편 전체가 푸른곰팡이로 뒤덮인다. 발생 원인은 생육 중 작업이나 수확 시 상처로 인한 인편을 통하여 병원균이 감염되어 있다가 저장 중 발생하는데, 비교적 넓은 온도범위에서 생존하므로 겨울이나 이른 봄 또는 저온저장고에서도 피해가 크다.

17. 자주점무늬병

병징은 마늘쪽에 자색의 소형 반점이 형성되고 점차 심해지면 흑갈색으로 변한다. 마늘쪽 전체가 부패하는 일은 적고, 작은 적갈색 반점이 형성되어 상품가치를 저하시킨다. 발생 원인은 생육 중 마늘잎이나 줄기에 자색의 반점을 형성하고 심하면 잎 전체가 고사하는 경우가 생긴다. 이때 병반 사이에 형성된 분생포자가 빗물을 타고 인편 부위로 내려와 감염되는데 저장 중 알맞은 환경이 주어지면 발생한다.

18. 잿빛곰팡이병

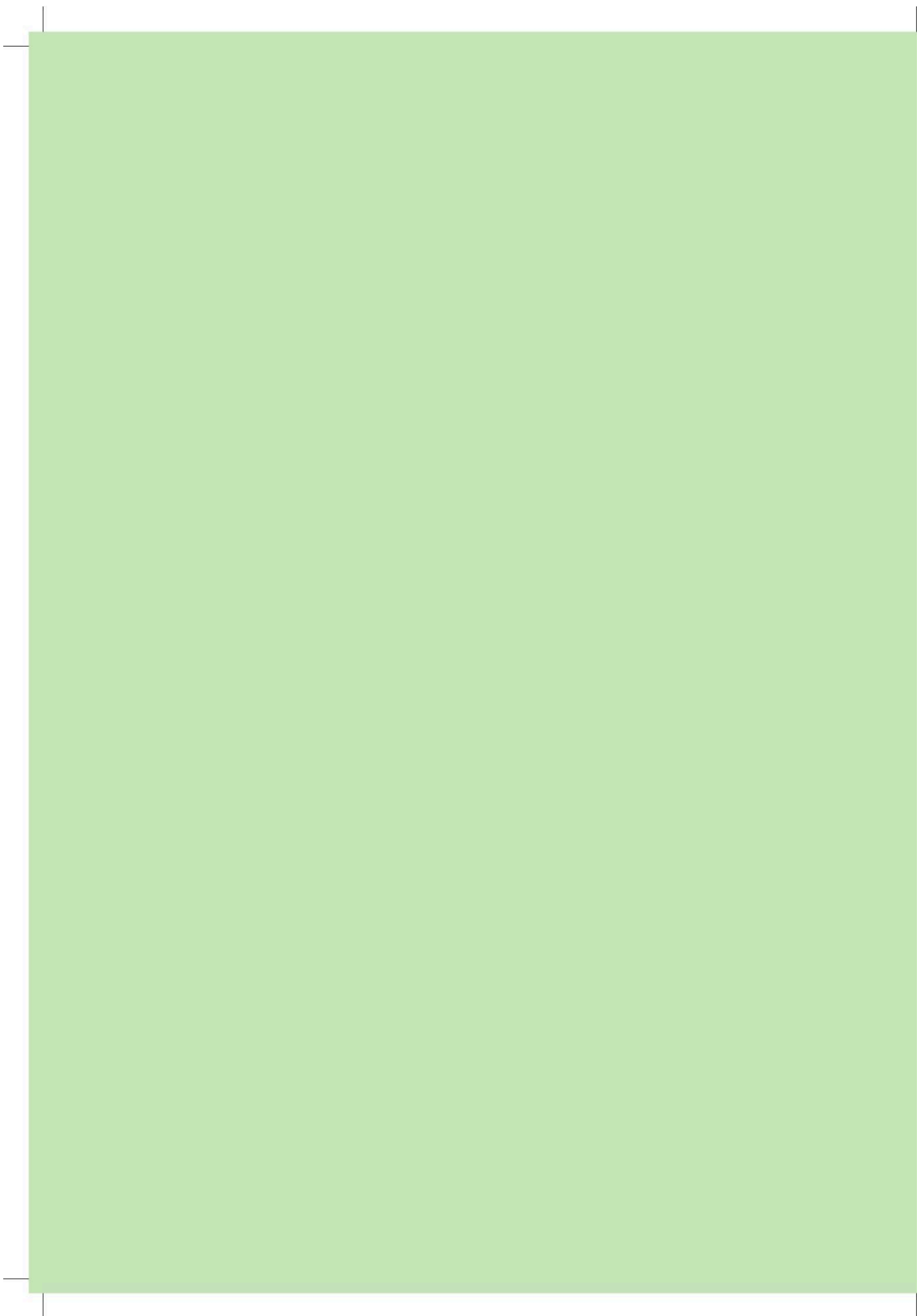
병징은 마늘쪽을 담갈색으로 부패시키며, 진전되면 인편에 균핵을 형성하고 인편 껍질부에 검은 분생포자가 무수히 형성되나 큰 피해는 없다. 발병 원인은 푸른곰팡이병 발생 원인과 비슷하다.

古今

[illegible]

MEMO

MEMO





양파

- I. 일반 현황
- II. 도내 재배 주요 품종
- III. 생태적 특성
- IV. 주요 재배 기술
- V. 생리장해 및 병해충 발생과 대책





I. 일반 현황

I.

일반 현황

1. 일 반

가. 재배 내력

양파는 백합과 파속에 속하는 식물로서 학명이 *Allium cepa* L. 이다. 이 같은 학명의 유래를 살펴보면 양파의 특성을 알 수 있는데 속명인 알리움(*Allium*)의 알(*All*)은 켈트어의 ‘태운다’ 또는 ‘뜨겁다’는 뜻으로 양파향이 눈을 강하게 자극한다는 것을 의미하며 종명인 세파(*cepa*)는 켈트어의 *cep* 또는 *cap* 즉 머리의 뜻으로 인경의 모양에서 나온 것이다. 영어의 *onion*은 라틴어의 *unio* 즉 단일이라는 뜻으로 인경이 분리되지 않고 하나의 둥근 구슬 모양을 하고 있다는 데서 나온 것이다.

양파는 기원전 4천 년에 고대 이집트의 분묘 벽화 및 미이라에서 발견되었다. 그리스에서는 기원전 7~8세기부터 재배되었으며, 인도에서는 기원전 6세기 의학서에 기록되어 있기도 하다. 1세기 그리스에서는 올림픽 게임 중 운동선수들의 기력 향상을 위해 양파를 활용하였다. 중세에 들어 유럽 전역에 널리 전파되었으며 아시아의 경우 중동과 교육이 빈번했던 시기인 당나라에 중동이나 인도에서 전파된 것으로 추정되고 있다. 일본의 경우 19세기부터 미국에서 들어온 황색종이 재배되었고, 국내에는 개화기 때에 미국과 일본을 통해 들어온 것으로 추정하고 있다.

나. 재배현황

국내 재배면적 및 생산량은 2022년 기준 17.7천ha · 1,195천톤으로 제주지역의 경우 전국 재배면적 및 생산량은 각각 5.4%인 946ha와 5.6%인 67천톤을 차지하고 있다. 국내 재배면적 및 생산량이 1975년 4.2천ha · 95천톤, 2015년에는 18천ha · 1,093천톤으로 재배면적 및 생산량에 따라 가격 차이가 심한 경향을 보인다.

제주도는 전국에서 양파가 가장 일찍 출하되는 곳으로 주요 생산 지역은 한림읍 · 대정읍 · 한경면(조생양파)과 구좌읍(중만생양파)이다.

2022년 양파 재배면적은 2021년산 양파 가격 하락으로 전년 대비 4.7% 감소한 17,655ha로 조사되었다. 품종별로는 조생종양파가 0.6% 감소하고, 중만생종 양파 5.5% 감소한 것으로 조사되었으나, 2022년산 만생양파 물량감소로 가격이 상승하고 있어 재배면적이 변동될 수 있다.

〈표 26〉 전국 양파 재배면적 및 생산량 현황

구분	2020년			2021년			2022년		
	면적 (ha)	10a당 생산량 (kg)	생산량 (천톤)	면적 (ha)	10a당 생산량 (kg)	생산량 (천톤)	면적 (ha)	10a당 생산량 (kg)	생산량 (천톤)
전국	14,673	7,962	1,168	18,461	8,541	1,576	17,661	6,770	1,195
제주	955	7,594	72	906	8,265	74	946	7,135	67
전국 대비	6.5%	95.3%	6.1%	4.9%	96.7%	4.6%	5.4%	105.3%	5.6%

자료: 2023년 보리, 마늘, 양파 생산량조사 결과 (통계청, 2023)

〈표 27〉 제주지역 양파 재배면적 현황

구 분	조생			중·만생		
	도	제주시	서귀포시	도	제주시	서귀포시
'18~'19년	653	352	150	157	150	7
'19~'20년	484	256	228	102	78	24
'20~'21년	524	251	273	110	100	10

자료: 2023년 농축산식품현황 노지채소 생산현황 (제주특별자치도, 2023)

다. 소비 및 수입동향

2022년산 1인당 양파 소비량은 전년(27.5kg) 및 평년(28.7kg) 대비 각각 10.9%, 14.4% 감소한 24.5kg이다. 소비자가 구매 시 가장 고려하는 요소는 신선도, 가격, 크기 순으로 나타난다.

2022년산 양파 수출량은 282톤으로 전년(2021년산 10,121톤)과 평년 동기 대비 크게 적은 수준이다. 양파수출이 크게 적은 것은 2022년산 양파 생산량 감소로 수출 가능한 물량이 크게 줄었기 때문이다. 2022년산

누적 수입량은 9만 9,506톤으로 국내산 양파 가격 강세로 전년과 평년 대비 각각 101.8%, 86.3% 증가하였다. 과거 양파 수입량은 국내 가격에 따라 증감을 반복하고 있으며, 전체 공급량에서 차지하는 비중도 크지 않다. 수입 형태별로는 신선양파가 7만 645톤으로 가장 많고, 건조양파 1만 5,923톤, 냉동양파 1만 2,928톤으로 집계되었다. 2022년 신선양파의 수입 비중이 가장 높은 것은 양파 수급안정을 위한 대책 시행으로 정부의 TRQ(저율관세할당량) 및 할당관세물량 수입이 크게 증가하였기 때문이며, 각각 4,000여 톤, 7만여 톤이 수입 및 통관되었다. 신선양파(관세율 135%) 수입은 주로 TRQ 형태로 수입되며 해마다 차이가 있다. 최근에는 2015년산 17만 6천톤, 2017년산 1만 9천 톤의 신선양파가 TRQ로 도입되었다. 건조양파는 전년보다 수입이 감소하였는데, 음식점 및 가공업체 등과 같은 대량수요처에서의 수요가 할당관세로 들어오는 신선양파로 전환되었기 때문이다.



II. 도내 재배 주요 품종

II. 도내 재배 주요 품종

1. 품종 선택

품종에 따라 일정과 온도에 대한 감응도가 다르므로 재배지역과 재배작형에 적합한 품종을 신중히 선택한다. 숙기와 추대반응이 재배지역의 기후에 맞고 균일한 도복성을 보이는 품종 선택하는데, 인편조각이 치밀하여 저장성이 좋고 모양, 크기, 무게의 균일성이 높은 품종 선택한다.

수확시기의 빠름과 늦음의 차이는 구 비대에 요구되는 해의 길이와 온도에 따라 결정되는데, 해의 길이가 길지 않고 어느 정도 낮은 온도에서 구가 비대되는 것을 조생종, 그보다 긴 해 길이와 높은 온도에서 구가 비대되는 것을 만생종으로 구분한다.

재배목적에 따라 잎 양파와 조기 출하재배는 초극조생, 극조생 품종, 다수확 재배 품종은 중생종 및 중·만생종 품종을 선택하고, 저장 출하재배는 저장용 품종을 선택한다.

〈표 28〉 구 비대 한계일장에 따른 품종군 분류

품종군	구 비대 한계일장(시간)	구 비대 한계온도(°C)	재배가능지역
초극조생종	10.0 ~ 11.5	10 ~ 11	제주
극조생종	11.5 ~ 12.0	12 ~ 13	제주, 남해도서
조생종	12.0 ~ 12.5	14 ~ 15	남부 해안지역
중생종	12.5 ~ 13.0	16 ~ 18	남부~중남부내륙
중·만생종	13.0 ~ 13.5	20내외	남부~중남부내륙

자료: 농업기술길잡이(양파) (농촌진흥청, 2022)

2. 도내 재배 주요 품종

도내에서 재배되는 양파 주요 품종으로는 초극조생종(마루시노 310), 극조생종(귀금, 싱싱볼플러스 등), 조생종(마루시노 330), 중·만생종(터보, e-조은 등)이 주로 재배되고 있다

가. 마루시노 310

1) 특징

일본(가네꼬 종묘)에서 육성한 품종으로 초극조생종이다. 마루시노 330보다 10~15일 수확이 빠르며, 초세가 개장성으로 엽이 퍼지는 것이 적다.

2) 재배요점

내한성이 강하며 온난하고 서리 없는 지역에서 재배가 가능하다. 파종은 8월 25일 ~ 8월 말 경이 최적이고 육묘기간은 45~55일 정도 소요된다. 노화묘, 큰묘는 분구하거나 추대하는 경향이 있다

나. 귀금

1) 특징

일본(가네꼬 종묘)에서 육성한 품종으로 일본어로 ‘다까니시끼’로 불린다. 수확기는 4월 상순이며, 구형은 구형비(比)가 85%의 갑고(甲高)형으로 광택이 있는 농황색을 띤다. 인편은 두껍고 연하여 감미가 있다. 작형은 난지(暖地)의 노지 또는 멀칭재배이지만 터널재배도 가능하다.

2) 재배요점

파종기는 9월 5일부터 9월 10일이 최적이나 멀칭의 유무 및 기상조건을 고려하여 조정한다. 내한성이 약하여 재배지는 온난지 최적이며 토질은 사양토가 적당하다. 1~3월에 비온 후 백색 역병 방제에 주의하여야 한다.

다. 싱싱볼플러스

1) 특징

제주특별자치도농업기술원에서 개발한 품종으로 극조생종이며 내한성 강하며, 구중은 평균 230~270g 내외로 마루시노 310과 유사하다. 추대·분구 극히 적으며, 숙기가 빠르고, 수량은 마루시노 310보다는 상품율, 수량이 높으며, 구 크기가 균일하다. 노균병 및 흑색썩음균핵병에 강하고 초세가 직립개장형이며, 잎색이 진한 녹색을 띤다.

2) 재배요점

정식기는 10월 중순경이며, 정식이 빠르면 월동 전 생육이 너무 커 월동 중 동상해나 건조 피해 발생위험 증가한다. 수확시기는 3월 하순 ~ 4월 상순으로 시비는 1월 하순 이전 마감한다.

〈표 29〉 제주 고산지역 싱싱볼플러스 실증 결과

품종	초장 (cm)	구형지수	구중 (g)	수량 (kg/10a)	분구율 (%)
싱싱볼플러스	74.2	1.02	235.5	6,436	0.0
마루시노310	67.9	0.99	239.8	6,331	1.4

자료: '싱싱볼플러스' 이렇게 재배하십시오 (제주특별자치도농업기술원, 2020)

라. 마루시노 330

1) 특징

일본(가네꼬 종묘)에서 육성한 품종으로 갑고형의 극조생종이다. 마루시노 310보다 수확 10일 늦고 열구가 적다.

〈표 30〉 제주지역 마루시노 330 및 310 실증 결과

품종명	초장 (cm)	구중 (g)	도복일 (월, 일)	총수량 (kg/10a)	상품율 (%)	수입여부
마루시노330	67	187	4.9	4,650	73	수입
마루시노310	63	212	4.4	6,227	80	수입

자료: 시험연구보고서 (제주특별자치도농업기술원, 2007년)

마. 터보(썬파워, 파워볼)

1) 특징

구가 단단하여 풋양파와 저장용으로 적합하다. 정식 후 저온기에서도 생육이 왕성하고 활착이 순조로우며 흑반병, 회색곰팡이병 등 병해에 강하다.

2) 재배요점

남부지역 파종 적기는 9월 중순경으로 시비는 기비 중심으로 하여 초봄부터 비효를 높여준다. 특히 1~2월에 시비량이 떨어지면 수량 및 추대에 영향을 준다. 3월 상순 이후에 비료 살포하면 기형구, 열구 등을 초래하여 저장성이 떨어지므로 주의한다.

바. e-조은

1) 특징

초형이 입성으로 엽색이 진하고 구 비대가 빠르다. 구는 원형에 가깝고 추대 및 분구가 안정되어 장기저장이 가능하다. 일시적인 도복으로 수확 작업이 용이하고 숙기가 빠르다.

〈표 31〉 제주지역 중·만생양파 품종 농가 실증 결과

품종별	도복기 (월.일)	추대율 (%)	분구율 (%)	이병율 (0~9)	구중 (g)	구형 지수	총수량 (kg/10a)	상품	
								수량 (kg/10a)	비율 (%)
터보	5. 28	2.1	0	0	359	104	9,764	9,275	95
파브	5. 28	2.6	0	1	346	99	9,510	9,034	95
X-볼	5. 28	5.9	0	1	379	101	9,163	8,429	92
히트볼	5. 26	0	0	1	321	105	8,647	8,214	95
e-조은	5. 25	2.0	0	1	350	99	9,913	9,417	95
씨앗R	5. 30	9.0	1	2	292	75	8,516	7,664	90
JM28	5. 30	0	0	0	307	88	9,619	9,138	95
JM29	6. 2	0	0	1	296	90	7,548	7,170	95

자료: 시험연구보고서 (제주특별자치도농업기술원, 2008년)





III. 생태적 특성

Ⅲ.

생태적 특성

1. 온도

가. 발아온도

파종한 후 발아하는 데 걸리는 시간이나 발아율은 온도에 따라 달라진다. 종자 발아에 적당한 온도는 15~25℃ 이나 25℃ 를 기준으로 하여 이보다 온도가 높거나 낮으면 오래 걸린다. 25℃ 이상 되면 종자활력이 좋은 것은 빨리 발아하나, 활력이 떨어지는 것은 발아하는 데 오래 걸리거나 발아가 되지 않기 때문에 평균 발아 일수가 길어지고 발아율도 떨어진다. 일반적으로 최고온도는 33℃, 최저온도는 4℃로 본다. 따라서 고온기에 파종하는 가을재배 작형은 파종 후에 고온이 지속되지 않도록 관수 또는 복토 재료 등을 활용하여 온도를 낮추는 관리를 해야 한다.

〈표 32〉 양파 종자의 발아와 온도와의 관계(암흑조건)

구 분	20℃	25℃	28℃	30℃	33℃	변온처리	
						33~25℃	33~28℃
발 아 율(%)	74.4	74.1	69.7	41.7	16.9	72.2	59.4
평균 발아일수	4.55	4.10	4.58	5.06	5.28	4.86	5.06

자료: 농업기술길잡이(양파) (농촌진흥청, 2021)

나. 생육과 비대

어린 눈과 어린뿌리의 생육적온은 30℃ 이고 생육 최고온도는 38℃로 비교적 높지만 생육할 수 있는 최저온도는 어린 눈의 경우는 6℃, 어린 뿌리는 4℃이다.

본포에 정식할 때는 활착이 완전히 이루어질 때까지 최저온도 이상이 유지될 수 있도록 정식시기를 조정해야 한다.

양파는 저온에는 비교적 강하나, 고온에는 약한 작물로서 경엽 생육 시 온도가 높을수록 생장도 빠르지만 노화도 빠르다. 생장과 노화를 감안한 경엽의 생육에 적당한 온도는 17℃ 전후이다.

토양온도는 뿌리의 생육과 수명을 좌우하는데 29℃까지는 토양온도가 높을수록 지상부 생육과 구 비대가 빠르나, 잎의 생육과 마찬가지로 뿌리의 수명이 단축되고 구 비대가 급속히 진행되어 구의 크기가 작아진다. 수량을 최대로 올릴 수 있는 토양온도는 18~24℃이다.

1998년 고온에 의한 장애가 발생하여 문제가 되었는데, 생육이 둔해지는 온도인 25℃ 이상으로 상승한 시기가 4월 하순이었는데, 1997년 5월 상순, 1996년 5월 중순에 비해 빨랐다. 양파 수확기의 지표로 삼고 있는 도복기가 1996년에 비해 16일, 조기에 고온이 왔던 1997년에 비해서도 6일이 빨라졌다. 따라서 구가 비대할 수 있는 기간이 현저히 짧아져 수량 감소는 물론 구 모양도 충분히 비대되지 않아 상품률은 적었다.

양파의 구가 비대하는 온도는 품종에 따라 차이가 있다. 조생종 품종은 15℃, 중만생종 품종은 20℃ 전후가 적당하며, 온도가 높을수록 구 비대 성숙은 빠르나 구 크기는 작아진다. 25℃ 이상의 고온에서는 생육이 둔해지고 고온이 계속되면 생육이 정지하고 휴면으로 들어간다.

〈표 33〉 양파 생육온도

(단위 :℃)

뿌리의 생육온도		생육온도			언피해 온도	구 비대온도	
적온	최저	적온	최고	최저		조생종	중·만생종
12~20	4	15	25	4	-9 ~ -10	15 전후	20 전후

자료: 농업기술길잡이(양파) (농촌진흥청, 2021)

2. 일조

빛이 없는 어두운 조건에서 잘 발아되는 암발아 종자로 파종 후 종자가 노출되지 않도록 복토를 해주어야 하며, 차광망 등으로 덮어주면 발아율 향상에 효과적이다. 그러나 생육에는 햇빛의 세기가 약하면 엽면적의 증가가 적어 구 비대가 지연되므로 발아 후에는 충분한 빛을 받을 수 있는 장소를 선택할 필요가 있다.

일장 또한 생육 및 구 비대에 큰 영향을 미치는데 짧은 해 길이보다 긴 해 길이에서 뿌리의 증가가 왕성하고 지상부 발육도 잘 되며 구 비대도 촉진된다.

〈표 34〉 구의 비대에 미치는 해 길이의 영향

일장시간	24시간	20시간	16시간	자연일장(12~13시간)
평균 구중(g)	60.6	73.2	85.5	109.0

자료: 농업기술길잡이(양파) (농촌진흥청, 2021)

구 비대에 요구되는 일장은 조생종의 경우 짧고(11.5 ~ 12.5시간) 중·만생종의 경우 긴(13.5 ~ 14.5시간) 일장을 요구한다. 온도와 일장은 상호 보조적인 역할을 하여 해 길이가 충분히 길면 더 낮은 온도에서 비대하고, 해 길이가 짧으면 더 높은 온도에서 구가 비대하게 된다.

온도나 해 길이 어느 한 가지 조건이 불충분하여 생장이 원활하게 이뤄지지 못하면 결국 구의 비대가 정상적으로 되지 못한다.

3. 토양 및 수분

가. 토성

토양은 사양토부터 식토에 이르기까지 광범위하지만 토양의 종류에 따라 수분이나 양분을 보존할 수 있는 능력이 다르고 환경 적응성에 차이가 있어 생육이나 수량뿐만 아니라 저장성에 차이가 있다.

조생종 품종을 재배할 때는 짧은 해 길이에서 단기간에 구를 비대 시켜야 하므로 지온 상승이 빠른 적습 사양토에서 재배하는 것이 유리하다. 저장을 목적으로 할 때는 장기간 동안 토양수분을 흡수하여 당을 많이 축적하여야 하므로 상대적으로 보수 및 보비력이 뛰어난 점질토양에서 서서히 비대시켜 조직이 좀 더 치밀하고 단단한 구를 키우는 것이 좋다.

양파는 산성토양에서 생육 및 구 비대가 매우 불량한 작물이므로 토양 산도를 pH 6.3~7.3이 되도록 조정하여 준다.

나. 토양수분

양파의 발아에는 토양수분이 10% 이상만 되면 발아는 잘 이루어진다. 육묘기에는 뿌리가 호흡할 수 없을 정도로 다습하거나 과도하게 건조한

상태가 아니면 큰 피해는 없으나, 월동 후 생육이 재생된 후의 건조 및 과습은 생육 및 구 비대에 피해가 크다.

건조피해는 건조한 기간이 길수록 피해가 심하며 토성에 따라서는 식양토에 비해 사양토에서 피해가 크고, 시기별로는 생육이 왕성하고 구 비대가 진행되는 시점에서 피해가 가장 크다.

〈표 35〉 시기별 가뭄 정도가 수량에 미치는 영향

기 간	가뭄시기	구중(g)	상품수량(kg/10a)
정 상		155.5	4,715
10일	3월	146.0	4,116
	5월	119.3	3,360
30일	3월	110.6	2,755
	5월	79.4	2,166

자료: 농업기술길잡이(양파) (농촌진흥청, 2000)

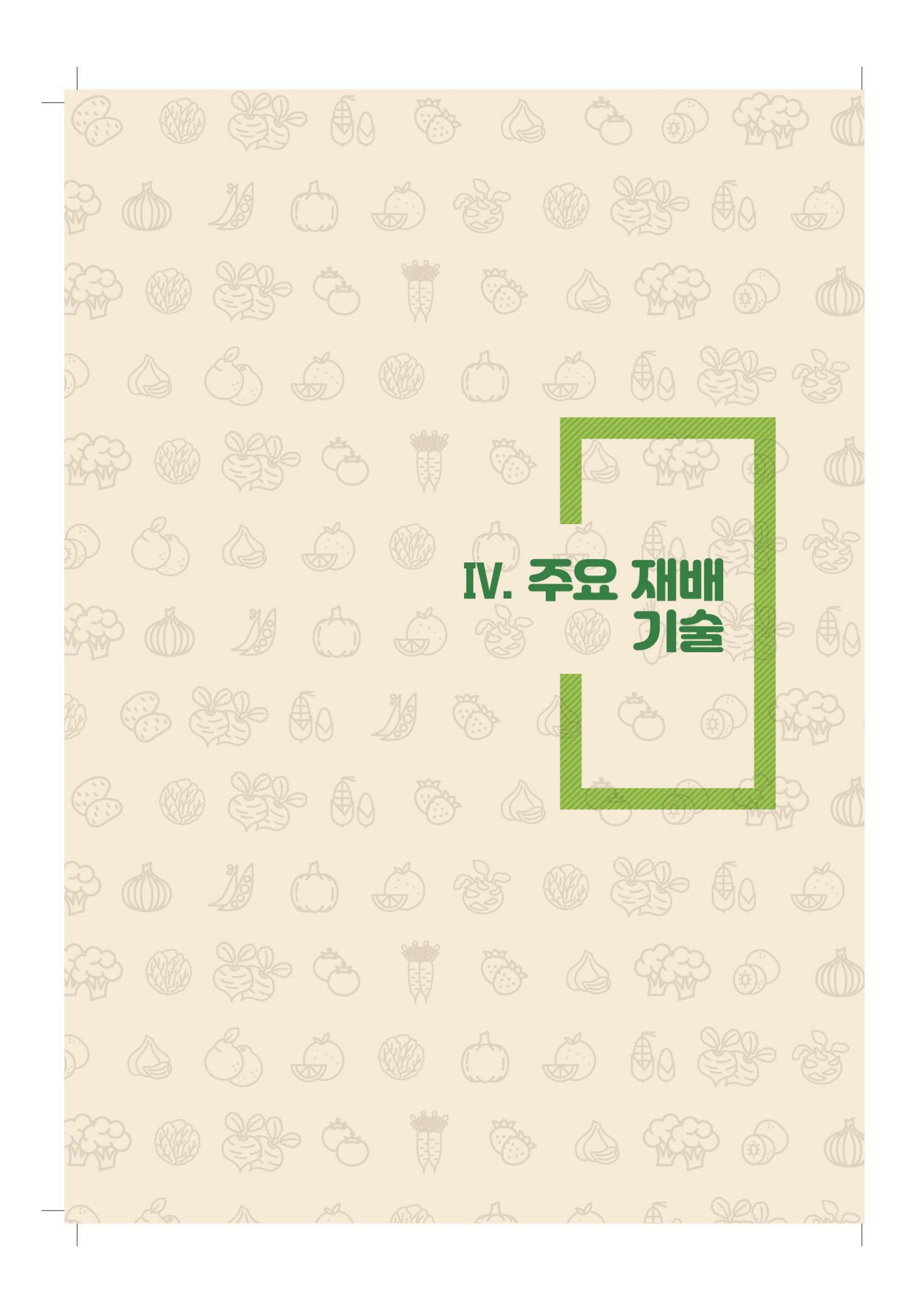
재배 중 건조하게 되면 잎이 마르고 구 비대가 불량할 뿐만 아니라 도복도 잘 이루어지지 않아 수확기가 늦어지고 수량이 현저히 떨어진다.

구 비대기의 관수는 수량 증대의 효과가 매우 크나, 토양 수분이 적을 때와 마찬가지로 과도한 토양수분 또한 뿌리 호흡이 저해되어 생육 및 구 비대를 억제한다.

습해는 수량 감소에 영향을 끼치는데, 조기에 습해를 받아 피해가 심한 경우는 그렇지 않은 것에 비해 수량이 56% 감소할 정도로 해가 크다.

배수가 불량한 포장에서는 생육 중 습해에 의해 뿌리가 죽고 지상부에는 잎 끝부터 마르며 죽는다. 수확해도 저장 초기에 부패되므로 배수구 정비를 잘 해야 한다.





IV. 주요 재배 기술

IV. 주요 재배 기술

1. 작부체계

양파의 작형은 춘파재배(보완재배)와 추파재배(보통재배)로 나뉘며 춘파재배의 경우 여름재배와 가을재배로 구분되고, 추파재배의 경우 품종 특성에 따라 조생종, 중생종, 만생종으로 작형별 파종·정식·수확·성출하기가 다르다.

〈표 36〉 양파재배 작부체계

작형별		파종기	정식기	수확기	성출하기	재배지역
춘파재배	여름재배	1월 중순 ~ 2월 중순	3월 중순 ~ 4월 중순	7월 상순 ~ 7월 중순	7월 상순	제주, 남해안 *해발 600m이상
	가을재배	3월 중순 ~ 3월 하순	5월 중순 ~ 5월 하순	9월 상순 ~ 9월 중순	9월 상순	
추파재배	조생종	8월 하순 ~ 9월 상순	10월 중순 ~ 10월 하순	4월 상순 ~ 4월 중순	4월 상중순	제주, 남해안
	중생종	9월 상순 ~ 9월 중순	10월 하순	5월 중순 ~ 5월 하순	5월 중하순	
	만생종	9월 상순 ~ 9월 중순	11월 상순 ~ 11월 중순	6월 상순 ~ 6월 하순	6월 상중순	

자료: 농업기술길잡이(양파) (농촌진흥청, 2022)

2. 태양열 토양소독

포장 준비 시 노지육묘상 또는 본포의 토양 내 입고병이나 흑색썩음균핵병 등을 작물생육에 유해한 균을 억제하기 위해 7월 ~ 8월경에 1개월간 토양소독을 실시한다. 토양소독 방법은 10a당 생석회 120~160kg를 살포하고 경운한다. 이때 수분이 부족할 경우 관수를 실시한다. 이후 최종 1개월간 비닐멀칭 하여 토양 내 고온 상태를 만든다.



생석회 살포

비닐피복

태양열 소독

(그림 42) 태양열 소독 모습

3. 노지육묘

가. 종자 준비

파종량은 본포 10a(300평)당 6~8dl(3~4홉)정도로 본다. 2dl의 종자 수가 22,000립 정도이므로 발아율 및 정식할 주수에 따라 파종량을 결정한다. 베노밀·티람수화제(큰나락, 삼공베노람) 400배액(물 2l 당 5g)에 30분간 담갔다가 건져 그늘에서 물기를 말린 후 파종

나. 파종기

육묘기간 45~55일을 거꾸로 계산하여 극조생종(싱싱볼, 귀금, 마루시노 310 등)은 8월 중·하순, 조생종(마루시노330, 조생소닉 등)은 8월 하순~9월 상순, 중만생종(썬파워, e-조은 등)은 9월 상·중순

다. 모판 장소 및 면적

묘상은 비옥하고 배수가 잘 되고, 관수가 편리하며 통풍이 잘 되고 햇볕이 잘 드는 곳이 좋다. 주변에 병충해 발생이 적어야 한다.

모판면적은 10a당 40~50㎡(12~15평)로 기준을 잡으며, 포장 50㎡ 기준으로 배수가 좋은 포장은 모판의 크기를 1.2m×42m, 배수가 나쁜 포장은 모판의 크기를 0.9m × 길이 46m로 사용한다.

<표 37> 묘상 시비량(50㎡ 기준)

(단위: kg)

구 분	완숙퇴비	석회	요소	용성인비	염화加里
거름주는량	120	6	1.3	3	1
거름주는 방법	씨뿌리기 10~5일		씨뿌리기 전날 및 당일		

자료: 양파기계정식용 플러그 육묘 매뉴얼(농촌진흥청, 2023)

라. 파종방법

고자리파리 및 뿌리응애 방제를 위해 토양살충제를 살포한 후, 3.3㎡당 0.4dl 정도를 파종하고 모래와 톱밥을 같은 양으로 혼합하여 흙이 보이질 않을 정도(5~6mm)로 덮은 다음 차광망(55%)을 피복하여 3.3㎡당 물을 40ℓ 정도로 충분히 준다.

차광망을 덮기 전에 물을 주면 종자가 노출되거나 한쪽으로 몰려서 균일한 묘를 키우는 데 지장을 초래한다. 모래와 톱밥을 혼합하여 사용할 경우 입고병 과 잡초 발생을 억제하고 발아율을 높이는데 이때, 염분이 있는 바닷모래 또는 수입 원목 톱밥을 사용해서는 안 된다.

〈표 38〉 양파 육묘상 복토 재료별 특성

구 분	발아율(%)	입고병 발생율(%)	잡초발생(본/㎡)
표토(흙)	64.8	17.4	4,507
모 래	74.3	9.2	5,102
톱 밥	80.5	10.2	3,170
모래+톱밥	82.9	9.2	2,623

자료: 135 주요작물 핵심재배기술지도요강 (제주특별자치도농업기술원, 2007)



톱밥피복 + 관수시설 육묘



톱밥피복 + 관수시설 +
철사이용 터널 육묘



방풍망 + 관수시설 육묘

(그림 43) 양파 육묘 모습

사. 차광막 걷기

파종 후 5~7일이 지나면 떡잎이 꼬부라진 상태로 올라오고, 시간이 지남에 따라 차츰 고개를 들어 잎 끝이 지표면으로 올라와 차광막을 뚫고 나온다. 차광막을 빨리 걷으면 토양수분 조절이 어렵고 늦어지면 묘가

연약하여 웃자라기 때문에 차광막 걷기는 꼬부라진 상태가 1cm 전후일 때 실시한다. 낮 온도가 높을 경우 될 수 있는 한 전날 오후에 차광막을 걷어주는 것이 좋다.

아. 관리

육묘상이 건조하지 않도록 1~2일에 1회 이상 물을 주며, 본잎 2~3매 시 1~2cm 간격으로 솎아 준다. 웃거름은 발아 20~30일 후 요소 0.1%액 (물 20 l 당 20g)으로 주고 육묘 중 잘록병, 노균병, 고자리파리 등 병해충 방제에 신경써야 한다. 노지 육묘시 양파 우량묘의 기준은 키 30cm, 줄기 지름 6~8mm, 1본 무게 4~6g, 잎수 4매의 것이 좋다.

4. 플러그묘 생산

태풍이나 집중호우 등에 의하여 모가 손실되거나 잘록병 등에 의한 피해를 줄일 수 있고, 균일 묘의 생산을 꾀할 수 있다. 플러그묘 육묘상자(트레이)은 406공으로 크기는 54×27cm 이다. 10a당 파종량은 4dl(2홉)으로 노지 육묘 대비 33%내외 절감 효과가 있다.

일찍 파종하면 모가 너무 커서 추대 발생과 분구가 많아지고, 늦게 파종하면 모가 작아 추대 발생은 적으나 수량 적어질 수 있다. 파종 시기는 평균 기온이 15℃(보리 파종기)가 되는 날에서 육묘기간을 거꾸로 계산하여 노지 묘일 경우 45~55일, 플러그묘일 경우 30~40일 정도면 적당하다. 시판종자의 발아율은 75% 전후를 나타낸다. 플러그묘 파종기계의 경우 수종파종기와 자동광폭파종기가 주로 이용된다.

가. 복토 및 트레이 관리

복토는 씨뿌림 한 종자가 보이지 않도록 질석으로 덮고 물을 주고, 싹이 틀 때까지 신문지, 비닐 또는 부직포, 차광망 등을 덮어 주어 균일하게 싹이 나오도록 한다.

나. 파종 후 관리요령

파종 후 20일경부터는 상토에 양분이 떨어지는 시기이므로 제4종 복

비 또는 요소 0.1~20리터 당 20~40g으로 5~7일 간격으로 엽면시비한다. 싹이 나와서 본잎 2매까지는 뿌리의 발달이 빈약하고 온도가 높은 시기이므로 증산량이 많아 수분관리에 유의해야 한다.

육묘 베드에서 묘 기르기를 할 경우, 쉽게 상토가 건조해지므로 고온기에는 오전과 오후에 2회 물을 주고 묘판의 수분 상태를 수시로 확인하며 관수처리를 한다.

다. 육묘 일수

조생종은 육묘 일수 30~35일, 중만생종 40일경이 적기이고 45일 이상 묘를 기르면 묘의 노화가 진행되어 분구 등의 원인이 되므로 노화묘가 되지 않도록 기르기 일수를 조정한다.

상품수량 (kg/10a)	100			
	6,912	96	86	86
		6,606	5,959	5,918
처 리	노지육묘	30일 육묘	40일 육묘	50일 육묘
분구율(%)	28	13	18	21
상품율(%)	63	74	71	67

자료: 양파 공정육묘 확립을 위한 플러그 육묘일수 구명시험 (제주특별자치도농업기술원, 2002)

(그림 44) 마루시노 310 육묘 일수에 따른 수량성

상품수량 (kg/10a)	100			
	5,885	93	95	88
		5,480	5,572	5,202
처 리	노지육묘	30일 육묘	40일 육묘	50일 육묘
분구율(%)	16	10	10	14
상품율(%)	89	93	94	92

자료: 양파 공정육묘 확립을 위한 플러그 육묘일수 구명시험 (제주특별자치도농업기술원, 2002)

(그림 45) 중만생 양파 육묘 일수에 따른 수량성



자동광파종기 이용 양파 파종



플러그묘 양파 전용 수동파종기



하우스 내 베드 이용 육묘



플러그묘 트레이(406공)

(그림 46) 양파 육묘 모습

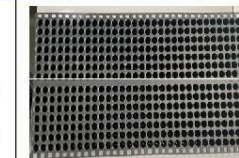
5. 기계 정식묘 생산

기계 정식묘 생산은 플러그묘 재배 효과와 더불어 정식 시 노동력 절감 효과가 있는데 기계 정식 재배 순서는 아래와 같다.

<표 39> 양파 기계 정식 재배순서

순서	내 용	
1	파 종	• 종자코팅 (사전준비) • 전용트레이 • 전용파종기
2	육묘관리	• 토경 또는 베드육묘 • 전엽작업(1~2회) * 스프링클러 관수 지양
3	포장준비	• 제초작업, 비료살포 • 이랑만들기 • 무공 비닐멀칭
4	정 식	• 기계정식기 이용 (8조 혹은 4조)
5	수 확	• 수작업 또는 굴취형 수확기 이용
6	운 송	• 톤백작업 (*최종 목표)

자료: 농업기술길잡이(양파) (농촌진흥청, 2022)

파종기	전엽기	기계정식기	트레이
			
• 사용순서: 기계정식용 트레이 공급 → 상토채움 → 모판진동 → 상토채움 → 파종 → 복토	• 예취폭: 1,030mm • 적용 예취높이 : 100~460mm • 예취한 잎은 송풍기로 회수	• 이랑 당 4조(8조) 동시 정식 가능	• 규격: 62*31cm, 448공

(그림 47) 양파 기계 정식묘 주요 장비

가. 파종

- 10a당 종자량: 3dl(1.5홉) (*코팅종자 기준)
 - 8조 33천립 내외, 4조 24천립 내외 소요
- 파종시기는 평균기온이 15℃(보리 파종기)가 되는 날에서 육묘기간을 거꾸로 계산
 - 육묘기간: 만생 55~60일 조생 40~45일
 - (* 기계정식위한 뿌리돌림을 위해 플러그묘보다 10일내외 추가 소요)
- 파종기계
 - 기계정식묘: 기계정식용 코팅종자 파종기, 확대 자동광폭파종기
 - * 기계정식용 광폭파종기는 특수 주문 필요

나. 육묘 재배관리

육묘는 노지 육묘 또는 베드육묘를 사용하는데, 전엽작업 및 비배관리 관련은 노지육묘가 유리하다. 노지육묘 시 사전에 소나기, 태풍을 막을 수 있는 망 피복 시설설치등 준비사항이 필요하다.

다. 비료 시비 요령

베드육묘를 할 경우는 파종 후 20일경 부터는 상토에 양분이 떨어지는 시기이므로 제4종 복비 또는 요소 0.1~20리터 당 20~40g으로 5~7일 간격으로 엽면시비한다.

라. 묘 기르기 일수

조생종은 육묘일수 30~35일, 중만생종 40일경이 적기이고 45일 이상 묘를 기르면 묘의 노화가 진행되어 분구 등의 원인이 되므로 노화묘가 되지 않도록 기르기 일수를 조정한다.

6. 본포 재배기술

가. 정 식

극조생종인 경우 정식시기는 10월 중순을 기준으로 정식하고 중·만생종인 경우 11월 중순을 기준으로 정식한다.

정식이 빠르면 월동 전 식물체가 너무 크게 자라 분구 및 추대의 위험성이 있고 너무 늦어지면 뿌리의 발육이 충분치 못하여 월동 중에 동상해나 건조 피해가 우려된다.

정식 본수는 일반적으로 10a당 33,000주 내외가 정식되며, 이랑 120cm, 줄 사이 20~24cm, 포기 10cm정도를 권장한다. 특히 제주지역의 경우 대부분 멀칭비닐 180cm를 주로 사용하며, 11공으로 구멍 간격은 15×15cm, 15×16cm, 15.5×15cm을 주로 이용된다. 심는 깊이는 3cm정도가 적당하다.

양파재배에서 전 작업의 41%를 점하는 수확과 정식작업은 대체로 인력에 의존하는데 농촌 노동력이 점차 고령화 됨에 따라 인력 수급난이 극심해지고 있다. 제주 동부지역의 경우 2014년부터 기계정식 보급이 15ha 정도 추진되어 오고 있다.



(그림 48) 양파 인력 정식(좌), 기계정식(중, 우) 모습

나. 시비관리

조생종은 수확시기가 늦어지므로 2월 중순 이전에, 중·만생종은 저장성이 떨어지므로 3월 중순 이전에 끝내도록 한다. 밑거름을 복합비료로 줄 때는 부족량은 단비로 보충한다. 웃거름은 가급적 비오기 직전 잎과 줄기에 물기가 없을 때 살포한다. 비료 효율을 증진시키기 위해 비가 올 때를 기다렸다가 웃거름을 4~5회 주는 경우가 많다.

<표 40> 양과 시비량

(단위 : kg/10a)

거름명		총량	밑거름	웃거름	
				1회	2회
퇴비	비	2,000	2,000	-	-
석회	회	80~120	80~120	-	-
요소	소	52	17	17	18
용성인비(용과린)		40	40	-	-
염화가리(황산가리)		26(31)	10(12)	8(9)	8(10)
주는 시기	극조생종	-	-	12월 중하순	1월 중하순
	조생종	-	-	1월 상중순	1월 하순~2월 상순
	중·만생종	-	-	2월 중하순	3월 중하순

자료: '싱싱볼플러스' 이렇게 재배하십시오 (제주특별자치도농업기술원, 2020)

다. 물관리

정식하고 나서 물을 주어 뿌리 내림을 좋게 한다. 정식 후 비가 많이 올 때 습해 방지 위해 사전에 배수구를 설치해야 좋으며, 4~5월 구 비대기에 건조한 상황이 지속되면 7~10일 간격으로 충분히 관수를 실시한다. 물주는 양 20mm이면 10a당 물을 20톤 주어야 하는데, 3월 중순 이후 구 비대기에는 습해에 약하므로 특히 배수에 유의해야 한다. 저장을 목적으로 할 때는 수확기 이전에 관수를 하지 않는다.

<표 41> 양과 구비대기 관수효과

물 주는 양	20mm	30mm	40mm	자연강우
수량지수(%)	85	141	151	100

자료: 135 주요작물 핵심재배기술지도요강 (제주특별자치도농업기술원, 2007)

〈표 42〉 양파 작형별 구 비대 개시기

작 형	품종의 숙기	구 비대 개시기
추파 재배	극조생종	2월 하순
	조 생 종	3월 상순
	중만생종	4월 하순

자료: 농업기술길잡이(양파) (농촌진흥청, 2022)

라. 제초제의 사용 요령

대부분의 제초제는 살포 후 3~4일간은 가스가 발생한다.

7. 수확

가. 도복

인엽이 형성되어 새잎이 내부로 나오지 않기 때문에 엽초부분의 조직이 약해져서 스스로 넘어지는 것으로 목적에 따라 수확적기 결정한다.

나. 수확적기

수확하는 목적에 따라 수확시기가 차이가 난다. 중장기 저장 목적일 경우 70~80% 도복 때 수확하는 것이 적당하다. 늦게 수확하면 수량은 많아지나 저장력이 떨어진다.

다. 수확요령

수확은 맑은 날을 택하고 저장용의 경우는 3~5일 이상 포장에서 건조 시킨 후 저장한다. 5월 중순 이후에는 조생종이면 잎을 절단하여 출하한다.

8. 저장기술

가. 재배토양과 저장성

사양토보다 식질토에서 재배한 양파가 조직이 단단하여 저장성이 좋으며, 저장 목적일 때는 식양토로서 지하수위가 낮고 배수관리가 쉬운 곳에서 재배한다. 병해충이 많이 발생된 포장은 돌려짓기 한다.

나. 품종과 저장성

수확 후 보통 1~2개월 휴면기간 있고, 이 기간이 지나면 맵아된다. 만생종은 휴면기간이 길고 조생종은 짧은데, 조생종은 만생종에 비해 육질이 연하고 수분함량도 많아 저장성이 약하다. 저장 후 출하가 목적일 때는 이러한 특성을 사전에 파악하여 품종을 선택하는 것이 좋다.

다. 비료와 저장성

수확 후 저장 중에 발생하는 부패 양파는 비료성분의 양에 따라 차이가 있다. 겉부분과 속부분이 썩는 것은 질소질비료를 늦게 주거나, 인산질비료를 너무 많이 주었을 때, 수용성 질소질 성분이 축적되고 석회 성분이 부족한 상태에서 많이 나타난다. 밑부분이 썩는 것은 인산질비료를 너무 많이 주어 그 부분에 많이 집적되어 고토가 결핍되었을 때 주로 발생한다. 질소질이나 인산질은 기준량보다 많이 주지 않는다.

칼리질비료는 많이 주면 부패를 줄여주므로 저장 목적일 경우는 칼리질비료를 늘려주는 것이 좋다. 웃거름을 줄 때는 질소질과 칼리질비료를 항상 함께 주고 미량요소가 모자라지 않도록 알맞은 산도(pH 6.3~7.3)를 유지한다.

라. 토양수분과 저장성

수확기 가까울 때 토양습도가 높은 상태이거나, 수확기에 강우 등으로 습한 토양에서 수확한 것은 저장성이 떨어진다. 구 비대가 시작한 후 계속 물주기를 하면 저장성이 떨어진다. 수확시기에 물을 주지 말아야 하며 습하지 않도록 배수구를 정비한다.

마. 병충해와 잎 손상과 저장성

각종 병해 등이 재배 중에 옮겨지면 저장 중 부패 뚜렷이 증가한다. 고자리파리, 선충, 응애 등 각종 해충 피해를 받은 양파도 저장 중 부패가 생기므로 저장하지 말고 병해충 방제 철저히 한다. 각종 장해나 재배 중 또는 수확 작업에 의해 식물체 또는 양파 구의 상처도 저장성을 떨어뜨리므로 관리에 주의하고 저장하지 않는다.

바. 수확시기와 저장성

도복이 진행될수록 수량은 증가하나 저장 중 부패가 많아지고 멍아도 빨라지므로 오래 두지 말고 일찍 수확한다.

사. 수확 후 건조와 저장성

수확 시 잎줄기를 절단하면, 이 부분에 즙액이 있어 신속히 말리지 않게 되면 부패 병원균이 쉽게 침입하여 번식한다. 수확 시 밭에서 3~5일 이상 말린 후 저장해야 부패율을 줄일 수 있다.

〈표 43〉 양파 수확 시 줄기절단길이와 저장성

수확시기 상태	줄기 절단길이	부패율(%)	
		8월	익년 1월
90%	엽초 길이(1cm)	2.8	13.3
	엽초 길이(4cm)	0.4	6.1
	엽초 길이(7cm)	0.6	5.8
	엽초 길이(10cm)	0.4	4.4
100% 도복 10일후	엽초 길이(1cm)	1.4	7.8
	엽초 길이(4cm)	1.1	5.4
	엽초 길이(7cm)	0.2	2.8
	엽초 길이(10cm)	0.4	3.8

자료: 양파 생산·수확후관리 및 가공 기술 심포지엄 (농촌진흥청, 2016년)

〈표 44〉 수확기 엽 건조와 부패병반 발생부위 (단위 : %)

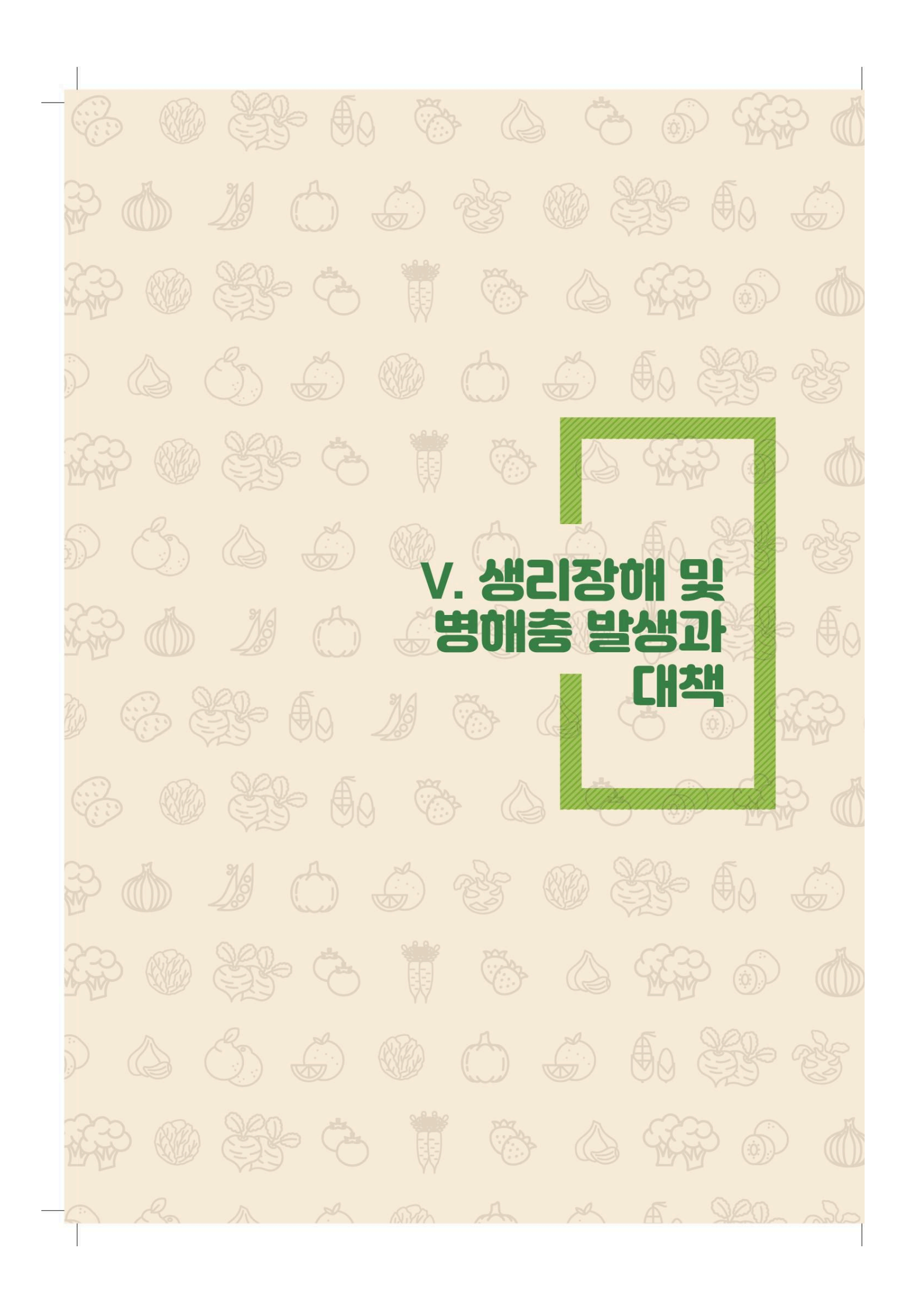
잎 마름	위	아래	구표면
0	65.6	17.3	17.1
30	29.4	28.9	41.7
50	18.6	16.4	65.0
100	12.0	19.1	68.9

자료: 양파 생산·수확후관리 및 가공 기술 심포지엄 (농촌진흥청, 2016년)

아. 구의 크기와 저장성

구의 크기는 작을수록 단단하여 저장성이 높으므로 저장 목적일 때에는 표준(33,000/10a) 보다 많이 정식하면 중간구가 많이 생산되어 저장성이 높아진다.





V. 생리장해 및 병해충 발생과 대책

V. 생리장애 및 병해충 발생과 대책

1. 잘록병

가. 발병환경과 증상

묘판에서 씨를 뿌려 본잎이 2매 정도 나올 때까지 발생하는 병으로 병원균의 생육적온은 22~30℃이다. 어린 묘가 땅부분과 맞닿는 부분이 연하게 변하여 잘록하게 마른증상을 나타낸다.

나. 방제방법

질소질(요소 등) 비료를 많이 주어 웃자라지 않게 관리하며, 토양표면 0~5cm전후에 가장 많이 분포하고 상처로 쉽게 감염된다. 약제 방제는 땅속에서 발아할 때 감염되므로 파종 직후 살포해야 효과 크며 파종 시 육묘상과 발아 시(본엽 2매 전) 처리하면 좋다.

<표 45> 파종 전 태양열 소독기간에 따른 육묘기 입고병 경감효과

구 분	무처리	20일간	10일간	5일간
균밀도(균수/토양0.1g)	733	227	560	527
입고병 발생지수	100	45	77	85

자료: 135 주요작물 핵심재배기술지도요강 (제주특별자치도농업기술원, 2007)

2. 노균병

가. 발병환경과 증상

양과 재배에 가장 많이 발생하는 곰팡이병으로 가을 묘판부터 발병하고, 본밭은 4월 중순경 평균기온 15℃일 때 가장 심하게 나타난다.

병원균은 식물체 표면에 물기가 2시간 이상 유지될 때 기공을 통해 침입하고 침입가능 온도 범위는 4~25℃이다. 전신 감염주는 가을에 감염하여 겨울철에 포기 전체에 균사가 퍼져 2~3월이 되어 다시 발병하고, 2차 감염주는 봄에 발생한다.



(그림 49) 노균병(좌)과 갯빛곰팡이병(우) 피해 모습

나. 방제방법

묘판에서 병에 감염된 포기는 뽑아 버리고 건전한 묘를 골라 정식하는데, 병든 잎은 난포자가 형성되어 다음 발병의 전염원이 되므로 수확 후 줄기나 잎은 포장에서 제거한다.

약제 방제는 묘판에서 철저히 하고 본밭은 2월 하순부터 전용 약제(디메토모르프 수화제, 만코제브 수화제 등)를 사용하여 방제를 철저히 한다.

3. 백색역병

가. 발병환경과 증상

잎에 발생하며 초기에 줄기 일부에 수침상의 병반을 형성하고 비가 많은 경우는 급속하게 퍼져서 대형 병반으로 된다. 비가 그치고 건조하면 병반도 건조해지고 백색으로 변한다. 잎의 경우는 병반부를 중심으로 해서 구부러지게 되는데, 잎끝에 병반을 형성한 경우는 잎 끝이 구부러지고 마르게 된다. 심하게 발병한 경우는 주 전체가 고사하는 것도 있다.

병원균은 조균류의 일종으로서 유주자낭, 후막포자와 난 포자를 형성하는데, 병 조직에 만들어진 병포자가 토양 중에 생존해서 전염원으로 된다. 발생은 늦가을부터 봄까지 계속되지만 3~4월경에 발생이 가장 많다. 병원균은 5~28℃에서 생육하고 발육 최적온도는 15~20℃이다. 발

생은 물과 관련이 깊고 저습지 등에 발생이 많다. 또한 1~2월이 따뜻하고 4월이 냉랭한 시기, 비가 많은 해에 발생이 많다.

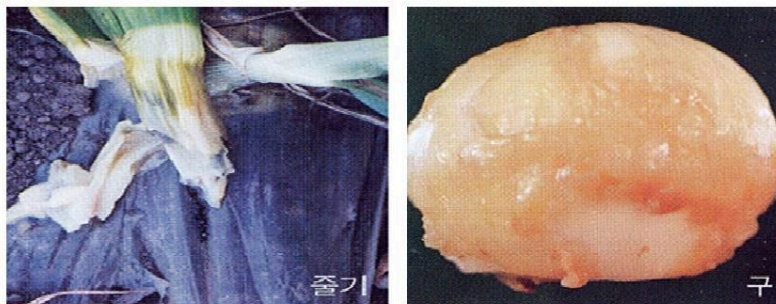
나. 방제방법(감자 역병에 준함)

비가 오기 전 예방위주의 전용 약제(포룸수화제, 포룸만수화제, 포룸디수화제, 미리카트액상수화제, 리도밀엠지수화제 등)를 살포한다.

4. 무름병

가. 발병환경과 증상

땅속에 묻힌 비늘줄기와 토양부근 상처에 세균이 침입하여 속을 썩게 한다. 질소질 비료를 과도하게 주었을 때 발병되는데 최적 생육온도는 32~35℃로 약알칼리성에서 잘 번식한다. 엽맥을 따라 적은 방추형 점 무늬가 생겨서 뭉크러져 고약한 냄새가 난다. 지하부 종구도 부패하여 악취가 나며, 썩은 부분이 수침상으로 누른색, 갈색 또는 흑갈색 등 여러 가지 형태로 나타낸다. 생육기에 감염되면 지상부가 시들고, 저장 중 많이 발생한다.



(그림 50) 양파 무름병 줄기(좌), 구(우) 피해 증상

나. 방제방법

병 없는 곳에 묘상 설치하며, 발병이 심한 곳은 3~4년간 돌려짓기를 하고, 병든 식물과 수확 후 이병 잔재물을 제거한다. 무, 배추 등에서 발생하기 때문에 파류 뿐만 아니라 이들 작물의 뒷그루작물로 재배할 때는 발병했던 포장은 피하는 것이 좋은데 수확할 때는 날씨가 맑은

날을 택해야 하며 비늘줄기를 잘 말려 저장한다.

정식 20일 전 토양 훈증제 소독을 하고 전용약제(스트렙토마이신 수화제, 옥솔린산 수화제 등)을 살포해주면 좋다.

5. 잎마름병

가. 발병환경과 증상

잎과 입집, 꽃대에 발생한다. 처음에는 적자색의 작은 병반이 형성되고, 진전되면 병반 내에 암갈색 병반상에 검은 곰팡이가 무수히 형성된다. 병반부의 상하는 길게 타원형의 황백색으로 변하고, 심하게 진전되면 잎이 마르고 고사하는데, 오래된 병반 위에는 검은 곰팡이가 밀생한다. 또한 종구 껍질을 벗겨보면 붉은색을 띠는 원형의 병징이 보일 때가 있다. 병원균은 병든 부위에서 균사, 분생포자, 자낭각의 형태로 월동하여 1차 전염원이 된다.

나. 방제방법

병에 잘 걸리지 않는 품종을 선택하여 재배하고, 작물 생육 중에 비료가 부족하지 않도록 하고, 균형시비를 한다. 방제약제로는 플룩사피록사드 액상수화제 등이 있다.



(그림 51) 양파 잎마름병 피해 모습

6. 흑색썩음균핵병

가. 발병환경과 증상

뿌리에 회백색 균사가 밀생 조직이 물러지고 진전되면, 비늘줄기 전체에 회백색 소립균핵이 형성되어 더듬이 증상처럼 나타난 후 비늘줄기와 뿌리가 모두 썩는다. 병원균은 균핵상태로 토양 속에서 여름 휴면한 후 9~10월 기주에 침입한다. 추운 12~1월에 잠시 멈추었다가 2월 초·중순경 발생하기 시작한다. 토양병해이므로 대부분 군데군데 집단으로 발생하여 큰 피해를 준다.

나. 방제방법

병 발생이 심한 포장은 4~5년 파속작물 이외의 다른 작물로 돌려짓기 하며, 파·마늘 등에 흑색썩음균핵병이 발생한 포장은 양파 재배를 삼가한다. 대표적인 토양 전염성 병해로 이병포장 작업 시 농기계(트랙터), 농기구(삽, 괭이, 호미) 등을 반드시 깨끗이 세척하며, 헥사코나졸 유제, 테부코나졸 입제 등의 전용약제를 사용한다.



(그림 52) 양파 흑색썩음균핵병 발생 초기(좌), 후기(우) 피해 모습

7. 고자리 파리

가. 발병환경과 증상

애벌레는 유백색의 구더기로 양파, 파, 마늘, 쪽파 등에서 피해가 심하고, 유충(구더기)이 마늘 양파 등의 뿌리 인경을 가해하고, 밀도가 높을 때에는 줄기 속을 가해한다. 유충은 부패균, 세균 매개 기주식물을 부패하게 만들고, 뿌리를 가해하여 지상부가 완전히 고사한다. 성충은 한 포기에 수마리~수십마리 기생하여 피해 심하다.

나. 방제방법

충분히 부숙된 퇴비를 뿌려주고 토양 살충제를 파종 또는 정식 전에 미리 뿌려서 방제한다. 일반적으로 성충은 아침 이슬이 마른 후에 활동을 시작하여 오후 2~4시가 활동이 왕성하므로 적용약제 살포가 성충 방제에 효과적이다. 비가 오기 전 방제약제(카보선판 수화제, 클로르피리포스 입제 등)를 살포한다.

8. 뿌리응애

가. 발병환경과 증상

마늘 속 식물과 구근 화훼류에 많이 발생한다. 지상부 생육이 부진하며, 뽑아 보면 뿌리가 거의 없이 부패하고, 구근 내에 불규칙한 갱도를 뚫고 살며 피해를 준다. 자세히 보면 좁쌀 모양의 흰 응애가 많이 발생한 것을 볼 수 있는데, 보통 후사리움균 등이 상처부로 침입하여 부패하며, 저장 중에도 뿌리 부분에 잘 번식한다.

나. 방제방법

연작을 피하고 응애가 없는 건전한 종자를 사용하며, 석회를 사용하여 토양의 산성화를 막는다. 카바릴 수화제 등 전용약제를 사용한다.



(그림 53) 양파 뿌리응애 모습

9. 분구 및 추대

분구와 추대는 큰묘(지름이 9mm이상)를 심을 경우, 겨울이 따뜻한 해에 많이 발생한다. 분구는 월동 전에 1~2개 분지로 나누어진 것이 수확 시 2~3개의 구로 갈라져서 상품가치를 떨어뜨린다.

추대는 큰 묘를 심을 경우 일정기간 저온을 경과하면 꽃눈이 분화하여 추대가 되는데, 꽃눈 분화는 12℃ 전·후의 온도에서 가장 민감하게 반응한다. 대책으로는 적정묘(6~8mm: 노지묘 기준)를 적기에 정식하고 질소 과용을 삼가한다.

10. 통터짐

수확 시에 뿌리 부분이 갈라지는 현상으로 토양이 건조하다가 강우로 토양수분이 많아질 때 많이 발생한다. 수확기에 도복 된 양파보다 도복 되지 않은 양파의 뿌리가 흡수력이 왕성하여 발생한다. 대책으로는 적당한 토양수분 관리와 늦게까지 비료를 주지 않도록 하고 적기에 수확해야 한다.

自
語

[illegible]

MEMO

MEMO

농약허용물질 목록 관리제도(PLS)

작물별로 등록된 농약만 사용하여 농산물의 안전성을 높이고자 2019년부터 시행되는 제도

□ 작물에 등록된 농약만 구입 · 사용하세요

- ☞ 등록되지 않은 농약을 사용할 경우 잔류허용기준(0.01ppm) 초과시 부적합 판정을 받을 수 있습니다.
- ※ 잔류농약 분석성분 확대(320종 → 511종)로 관행적 농약 사용시 부적합 발생이 될 수 있음
- ★ 관련법에 따라 부적합 농산물은 폐기 · 회수되고 공익직불금 감액 및 과태료 부과

□ 농약 포장지 표기사항 확인 필수

- ☞ 농약 포장지에 적힌 상표명, 품목명, 작용기작, 안전사용기준, 주의사항 확인을 잊지 마세요

□ 농약 희석배수, 살포일 · 횟수를 꼭 지켜주세요

- ☞ 희석배수를 지키지 않거나 수확 직전 고농도의 농약을 사용하면 잔류량이 초과되어 안전성 검사에서 부적합 판정을 받게 됩니다.

□ 농약 살포시 주의해주세요

- ☞ 드론, SS기, 광역방제기 등 방제 시 사전에 이웃 농가에게 알려주세요
- ★ 농약 살포 예정일 이전에 살포 예정지 이웃농가에 방제계획을 알려야 합니다.

작물별로 **사용 가능한 농약인지 한 번 더 확인하신 후 사용**해야 합니다.

- ☞ 클로르피리포스(메틸)성분 농약이 등록 취소되어 농작물에 사용금지 됐습니다.
- ☞ 농약 안전사용 정보는 농업기술센터, 농약구입처, 농약안전정보시스템(<http://psis.rda.go.kr>)에서 확인 가능합니다.
- ※ 등록된 농약이 부재·부족한 작물은 농약안전정보시스템에 가입 후 농약직권시험 신청가능

농약 안전사용 상담 및 문의전화

기술지원조정과 ☎ 760-7581 제주농업기술센터 ☎ 760-7751 서귀포농업기술센터 ☎ 760-7841
동부농업기술센터 ☎ 760-7631 서부농업기술센터 ☎ 760-7941

참 고 문 헌

- 이성돈, 양주혁, 오승진, 김정우. 2022. 2023년 소득작목 재배기술. 제주특별자치도농업기술원.
- 최학순, 권영석, 한지원, 최민선. 2021. 마늘 재배기술 - 농업기술길잡이 117. 농촌진흥청.
- 김천환, 박정운, 김단혜, 강수현, 최민선, 권영석, 정재현, 최승렬, 김지강, 백창기, 윤정범. 2022. 마늘 - 농업기술길잡이 117. 농촌진흥청.
- 한지원, 박정운, 김단혜, 강수현, 문진성, 민병규, 권영석, 김철우, 최승렬, 김지강, 백창기, 윤정범, 하인종. 2022. 양파 - 농업기술길잡이 96. 농촌진흥청.
- 농업관측센터. 2021~2022. 양념채소 농업관측정보. 한국농촌경제연구원.
- 김성배, 고순보, 이광주, 김정선, 최인후. 2013. 마늘재배기술. 제주특별자치도농업기술원.
- 김성배, 고태신, 고순보, 한원탁, 김기택, 장세홍. 2006. 마늘 멀칭 종류가 상품마늘 생산에 미치는 영향/ 마늘 주아재배 및 종구갱신 신기술 개발. 제주특별자치도농업기술원.
- 제주특별자치도. 2022. 농축산식품현황. 농축산식품국 pp. 69-92
- 박재홍, 김석만, 이성돈. 2020. 신품종 양파 ‘싱싱볼플러스’, 이렇게 재배하십시오. 제주특별자치도농업기술원.
- 민병규, 이선영, 하인종, 황해준, 신현열. 2014. 기후변화에 따른 양파 육묘방법 개선 연구/ 양파 친환경 재배 및 재해경감 연구. 경상남도농업기술원.