

브로콜리(Broccoli) 재배기술

발간사

제주특별자치도는 세계적으로 유일하게 “생물권보전지역” (’02), “세계자연유산” (’07), “세계지질공원” (’10)이라는 유네스코 자연과학분야 3관왕을 획득하고, 2011년에는 “세계7대 자연경관” 선정이라는 쾌거를 이룩하여 우리 도가 지향하는 국제자유도시에 한걸음 더 나아가고 있습니다.



소득수준의 향상으로 신선채소류의 소비욕구는 식생활의 변화를 가져오고 양채류에 대한 수요는 국제화시대를 맞아 더욱 증가할 것으로 예상되고 있습니다. 특히 브로콜리는 지난 10년 동안 급격한 소비증가와 더불어 재배면적이 60배나 증가하였으며, 전국 생산량의 66% 이상을 제주지역에서 생산하고 있어서 월동채소 작물로서 확고하게 자리를 잡고 있습니다.

그러나 브로콜리는 재배역사가 짧아 제주지역에 맞는 우량품종의 육성과 종자생산, 고품질 안정생산을 위한 재배기술, 병해충방제와 저장, 수송, 포장 등 수확 후 관리에 대한 기술정보가 없어 생산현장에서 많은 어려움이 있습니다. 이러한 어려움을 해결하기 위하여 우리원에서 수행한 재배기술, 병해충방제, 수확 후 관리기술 등을 정리하여 수록한 책자를 발간하게 되었습니다.

이 책이 안전하고 품질 좋은 브로콜리를 생산하는데 유용하게 도움이 되기를 기대합니다. 앞으로도 저희 농업기술원은 최선을 다할 것임을 약속드립니다. 감사합니다.

2011년 월

제주특별자치도농업기술원장
농학박사 고 성 준

목 차

1. 일반현황	4
가. 재배면적 및 생산현황	5
나. 수입현황	7
다. 재배작형	8
라. 가격동향	8
마. 식품적가치	9
2. 재배생리 및 형태적특성	10
가. 영양생장	11
나. 생식생장	12
다. 형태적특성	13
3. 주요품종특성	14
4. 제주지역에서 재배되는 주요작형	21
가. 5월 생산 작형	22
나. 10월 생산작형	24
다. 11~12월 생산작형	26
라. 1~2월 생산작형	28
5. 주요 재배 기술	31
가. 파종 및 육묘	32
나. 정식	33
다. 시비	34



6. 생리장해	36
가. 붕소결핍	37
나. 조기꽃눈분화	38
다. 엽출현상	39
라. 안토시아닌에 의한 화색변화	40
마. 부정형 꽃봉오리	41
바. 소화뢰의 황화	41
사. 캣츠아이	42
아. 육묘기 비료 과다사용에 의한 잎끝마름 증상	42
자. 살균제에 의한 약해	43
 7. 병해충	 44
가. 병	45
나. 해충	57
 8. 수확 후 관리기술	 71
가. 수확 및 선별	72
나. 호흡 및 예냉	75
다. 적정저장 온습도 조건	78
라. 저장고내 브로콜리 저장방식	80
마. 저장 후 출하시 온도 관리 및 주의사항	84

1. 일반현황

가. 재배면적 및 생산현황

나. 수입현황

다. 재배작형

라. 가격동향

마. 식품적가치



1. 일반현황

가. 재배면적 및 생산현황

최근 식생활의 변화와 더불어 건강에 대한 관심이 증가하고 있어 신선채소의 소비가 점차 늘어나고 있다. 특히 건강채소로 잘 알려진 브로콜리는 웰빙의 붐을 타고 소비가 급격히 증가하고 있다.

브로콜리가 우리나라에 처음 도입된 것은 1952년경이며 ‘드시코(De Cicco)’, ‘이탈리안 그린 스프라우팅(Italian Green Sprouting)’ 품종이 시험재배 되었다는 기록이 있다. 제주지역에서는 1960년대 말 애월읍 광지리 지역의 일부농가에 의해 재배되기 시작하였으나, 수요가 없어 재배면적의 증가는 거의 없었으며, 1980년대 초반 호텔납품용으로 5ha 정도 재배가 이루어졌다. 1990년대 말까지도 13ha 정도로 재배면적의 증가가 거의 없었다. 그러나 2002년 미국 시사주간지 ‘타임’에서 브로콜리가 10대 건강식품으로 선정되었고, 브로콜리 성분 중 설포라판(Sulforaphane)이 암발생 억제에 효과가 있으며, 섬유질과 비타민이 미용에 효과가 있다는 홍보로 수요가 급증하면서 재배면적이 증가 추세를 보여 왔다.

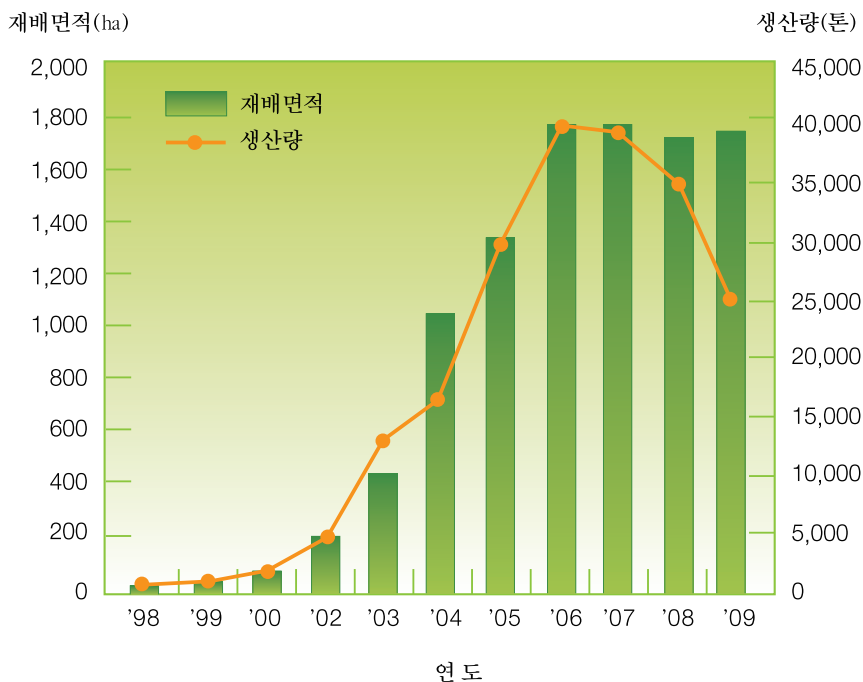


그림 1. 브로콜리 연도별 재배면적 및 생산량

그 결과 2009년 현재 국내 브로콜리 재배면적은 1,717ha로 2000년 대비 약 60배 증가하였으며, 생산량도 25,647톤에 이르고 있다.

국내 브로콜리 주요 재배지역은 제주도와 강원도, 충청북도이며, 각각 전체 재배면적의 약 73%와 9%, 8%를 차지하고 있다. 지역별 주출하시기를 살펴보면 우선 강원도인 경우 고령지인 평창지역을 중심으로 6월 하순부터 10월까지 출하하고 있으며, 충청북도는 제천과 괴산을 중심으로 봄재배인 경우 5월 하순부터 6월 상순, 가을재배는 11월 중하순부터 12월 상순까지 출하가 이루어지고 있다. 제주의 경우 10월 하순부터 3월 하순까지 생산이 되며, 특히 저온기인 1월부터 2월은 다른 지역보다 온난한 기후의 영향으로 제주지역에서만 생산이 가능하다. 2~3월 수확된 브로콜리는 저온저장을 하여 단경기인 4월 상순~5월 상순까지 출하하고 있으며, 일부농가에서는 봄재배를 하여 4월 하순부터 5월 하순까지 출하하고 있다.

제주산 브로콜리는 저온기에 생산되기 때문에 화뢰의 밀도가 높고, 화뢰 표면이 매끈하며 단맛이 강하고 상품성이 우수한 특징이 있다.

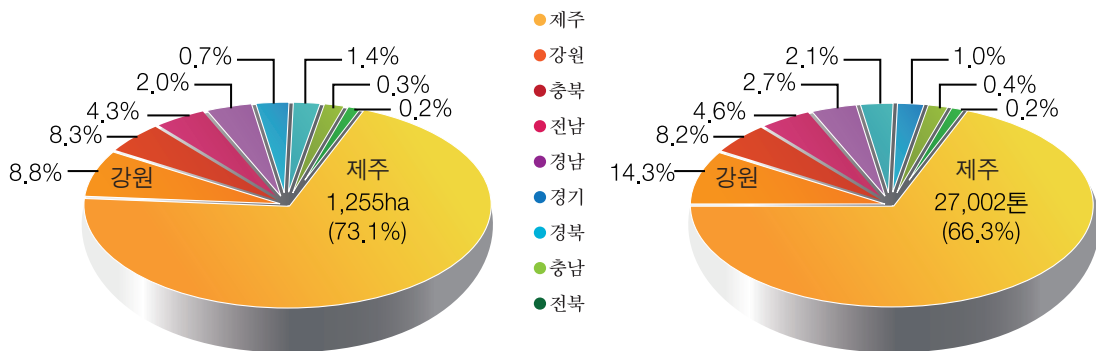


그림 2. 브로콜리 지역별 재배면적 및 생산량

나. 수입현황

브로콜리의 수입량은 1990년대 후반까지는 연간 10톤 이하로 미미하였으나 2004년 전국 생산량의 17%에 해당하는 2,743톤이 수입되면서 급속히 증가하였고, 2007년에는 11,336톤이 수입되면서 정점을 보였다. 이후 2008년부터 2009년까지 중국의 위안화 환율 상승 영향으로 수입량은 감소하는 경향을 보이고 있다.

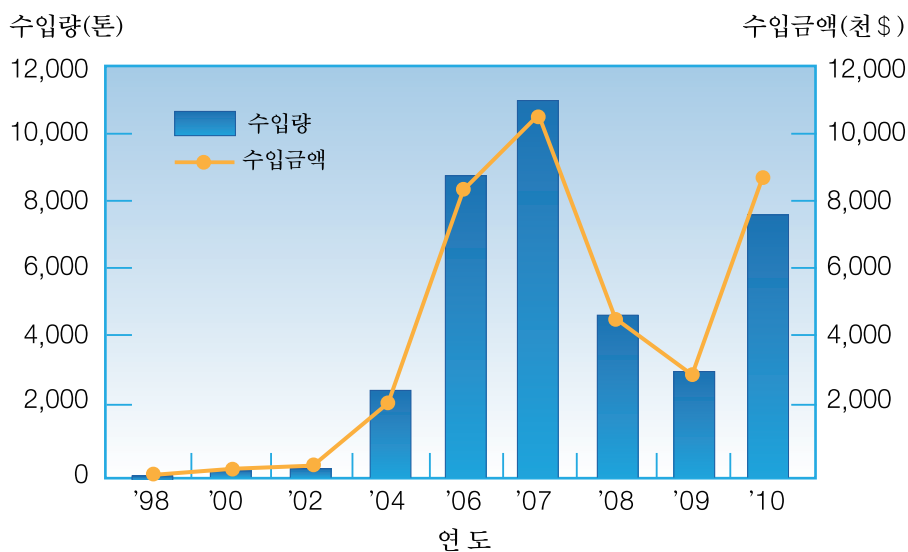


그림 3. 연도별 브로콜리 수입현황(농림수산식품부)

브로콜리의 주요 수입국은 중국이며, 전체 수입량의 99%를 점유하고 있다. 중국 이외에도 대만, 미국 등에서도 일부 수입이 이루어지고 있으나 그 양은 매우 적은 수준이다.

표 1. 2010년 브로콜리 국가별 수입현황

구 분	중 국	대 만	미 국
수입량(톤)	7,312	43	9
금액(천 \$)	8,636	34	16

※ 자료출처 : 농수산물 유통공사

다. 재배작형

국내의 브로콜리 재배작형은 재배지역의 온도조건에 따라 파종 및 출하시기가 분화되어 있다. 제주지역은 10월 하순부터 이듬해 3월까지 생산하는 겨울재배가 주를 이루고 있으며, 강원도는 7~10월까지 생산출하가 이루어지고, 충북, 충남, 전남지역은 4~6월 생산하는 봄재배와 9~11월까지 생산하는 가을재배가 주를 이루고 있다.

표 2. 브로콜리 재배작형

작 형	파 종 기	수 확 기	비 고
봄 재 배	1 ~ 3월	4 ~ 6월	난지, 가온육묘, 터널재배
여름재배	4 ~ 5월	7 ~ 8월	고랭지 재배
가을재배	6 ~ 7월 상순	9월	고랭지, 극조생종
	7월중 · 하순	10월 상순	고랭지, 극조생, 조생
	7월 하순	11월 상순	평산지, 조생종
겨울재배	9 ~ 12월	이듬해 2 ~ 3월	난지재배, 조생, 중생, 만생종

라. 가격동향

브로콜리 경매가격은 봄철 조기개화로 인하여 생산이 어려운 4월 중하순과 여름철 고온으로 강원도 고령지 지역에서만 출하가 이루어지는 8월 중하순에 높게 형성되고 있다.

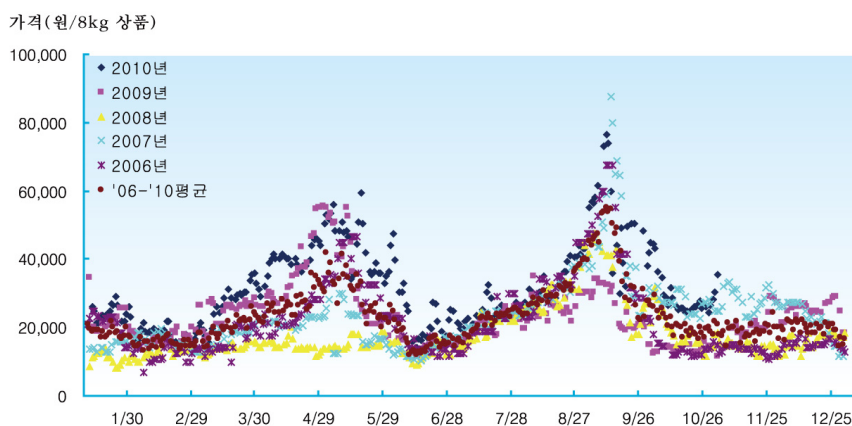


그림 4. 연도별 브로콜리 경락가격(2006~2010년)

※ 자료출처 : 서울시 농수산물공사 유통정보 데이터베이스

마. 식품적 가치

녹황색 채소 중에서도 칼슘, 철분 등 영양가가 대단히 높으며, 비타민 A(카로틴), B, C 함량이 다른 채소에 비해 월등히 높다. 또한 브로콜리는 암세포의 증식을 억제하는 설포라판(sulforaphane)이라는 물질이 함유되어 항암채소로도 널리 알려져 있다. 먹는 부위는 화퇴(꽃봉오리)이며 식품영양적 측면에서 가치가 높은 채소이다.

표 3. 브로콜리 일반성분 및 무기질 함량

구 분	식용부위 100g 당											
	칼로리 (kcal)	수분 (%)	단백질 (g)	지질 (g)	탄수화물(g)		회분 (g)	무기질(mg)				
					당질(g)	섬유(g)		칼슘	인	철	나트륨	칼륨
생것	28	88.6	5.0	0.3	5.0	1.4	1.1	64	195	1.5	10	307
데친것	28	88.7	4.4	0.2	5.8	1.3	0.9	47	78	1.2	8	13
삶은것	27	91.3	3.5	0.4	4.3	1.0	0.5	33	66	0.7	14	180

※ 자료출처 : '06 식품성분표(농진청 농촌자원개발연구소)

표 4. 브로콜리 비타민 함량

구 분	식용부위 100g 당									
	Retinol Equi- valent (RE)	베타카로틴 β-carotene (μg)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	나이아신 (mg)	C (mg)	B ₆ (mg)	엽산 (μg)	E (mg)	K (μg)
생것	128	766	0.12	0.26	1.1	98	0.27	210	2.5	160
데친것	80	480	0.04	0.09	0.9	64				
삶은것	130	770	0.06	0.09	0.4	54	0.12	120	1.7	150

※ 자료출처 : '06 식품성분표(농진청 농촌자원개발연구소)



2. 재배생리 및 형태적 특성

가. 영양생장

나. 생식생장

다. 형태적 특성



2. 재배생리 및 형태적 특성

가. 영양생장

1) 발아생리

종자는 종피, 떡잎, 유근 및 배축으로 이루어져 있다. 외부형태는 구형 또는 타원형이다. 무배유 종자로 발아에 필요한 양분은 떡잎에 저장되어 있다. 발아는 5~35℃의 온도 범위에서 가능하나 최적 발아온도는 25℃ 전후이며, 35℃ 이상이 되거나 5℃ 이하에서는 억제된다. 따라서 여름철 고온기 파종시에는 하우스 외부에 차광망 등을 설치하여 하우스 온도를 최대한 낮추도록 해야 한다. 파종 후 복토를 너무 많이 하거나 토양수분이 많으면 토양내 산소량이 부족하여 발아가 억제되거나 썩을 염려가 있으므로 깊게 파종하지 않도록 한다.

2) 발육생리

원산지가 서늘한 지역이기 때문에 영양생장에 가장 알맞은 온도는 주간 15~25℃, 야간 10~20℃ 정도이다. 낮 온도가 높으면 잎수가 증가하나 줄기가 웃자라기 쉽다. 또한 장일 조건은 잎자루의 신장을 좋게 하나 잎살의 신장을 억제하므로 잎이 약간 길쭉하게 되는 경향이 있다.

표 5. 브로콜리 생육단계별 생육적온

구 분	발 아	잎 및 줄기 생장	꽃봉오리 발육
적정온도(℃)	25	15 ~ 25 (주야간 온도차 3 ~ 5)	15 ~ 18

나. 생식생장

양배추와 달리 브로콜리는 화퇴를 이용하는 채소이다. 따라서 생장점이 화아분화를 일으켜 화퇴를 형성하도록 해야 한다.

브로콜리는 녹식물 저온 감응형 채소로서 영양생장(줄기, 잎의 발육)을 충분히 한 후 일정기간동안 저온조건을 만나게 되면 화아분화되어 생식생장으로 옮겨가며, 화아분화 후 화퇴를 형성하고 비대한다. 저온감응하는 시기와 온도는 품종에 따라 다르며 저온감응 기간 또한 품종마다 차이가 있다. 화아분화를 일으키는데 적당한 온도는 극조생종 및 조생종인 경우 22℃ 이하, 중생종은 17℃ 이하, 만생종은 14~15℃ 범위이다.

출퇴 후 화퇴의 발육적온은 15~18℃이며 저온에 감응하는 모종의 시기는 극조생종이 파종 후 3~5주, 조생종은 4~6주, 중생종은 5~6주이며, 15℃ 정도의 저온처리로 출퇴가 가능하다.

만생종을 제외한 대부분의 품종들은 15℃가 되면 어떤 일장조건에서도 화퇴를 형성하며, 장일 조건일수록 화퇴 형성이 촉진되어 단일조건에서 보다 1주일 정도 수확시기를 앞당길 수 있다.

표 6. 브로콜리 숙기별 꽃눈분화 특성

구 분	조 생 종	중 생 종	만 생 종
생육일수	120일 이하	120 ~ 145일	145일 이상
화아분화 감응조건	15℃, 3~4주 20℃, 6주	15℃, 6주	
감응시기	본엽 5 ~ 6매	본엽 10 ~ 12매	본엽 15매

다. 형태적 특성

브로콜리의 수확대상물인 화뢰는 꽃눈의 집합체로 생육단계로 보면 꽃눈 분화기와 개화기 사이의 줄기신장기에 해당된다. 브로콜리 화뢰는 약 7만개 이상의 꽃눈으로 이루어져 있다. 브로콜리와 비슷한 채소인 콜리플라워는 식용부위가 미숙 꽃덩어리로서 꽃눈 원기가 발달하지 않은 상태에서 비대하여 덩어리 모양으로 발달된 것이나, 브로콜리는 꽃눈 원기가 계속해서 분화 발달하여 암술과 수술까지 형성하는데 좁쌀 내지 쌀알 크기 만한 꽃눈 집합체인 화뢰가 식용부위이다.

브로콜리는 줄기의 끝부분에 화뢰를 형성하며 일단 화뢰가 분화되기 시작하면 더 이상 잎의 분화는 이루어지지 않는다. 화뢰는 원줄기와 다수의 측지들로 이루어지며 측지는 여러차례의 분지를 계속하여 무수한 꽃눈이 형성되어 화뢰를 만든다. 종자의 크기는 양배추와 비슷하며, 천립중은 3g 정도이다. 잎은 녹색으로 잎가에 톱니 모양의 결각이 많고, 잎자루가 길다.



그림 5. 브로콜리 화뢰의 형태적 특성

3. 주요 품종 특성



3. 주요 품종 특성

2011년 7월 현재 국내 브로콜리 생산·판매신고된 품종수는 국산 9품종, 수입산 177품종으로 총 186품종이 등록되어 있다. 국내에서 재배되고 있는 품종들은 대부분 수입산이며, 국내육성 품종들은 국내에서는 거의 재배되지 않고 중국, 동남아 등지로 수출되고 있다.

도내에서 재배되고 있는 품종은 20여 종이며, 네덜란드 및 일본산 수입품종이 주로 재배되고 있다. 최근 우리 원을 비롯한 국내 연구기관과 종자회사에서 브로콜리 품종육성에 대한 연구들이 진행되고 있어 머지않아 우수한 국내품종이 육성될 것이라 기대해 본다.

브로콜리는 다른 채소와는 달리 화뢰를 식용으로 하고, 화아분화 조건이 숙기에 따라 완전히 다르다. 따라서 재배하고자 하는 품종의 특성을 정확히 이해하고 알맞은 품종을 선택해야 성공적인 브로콜리 재배를 기대할 수 있다.

표 7. 브로콜리 숙기별 주요 품종

구 분	생육일수(파종~수확)	주 요 품 종
극조생종, 조생종	120일 이하	청제, 코요시, 키스나35호(유알35호) 그레이스, 나이스그린, 하이츠(빅그린), 브로드웨이(슈퍼그레이스), 벨스타, 유일2호
중생종	120 ~ 145일	베리돔, 필그림, 그랜저, 그린뷰티, 녹색, 명일96호(시끼미도리96호), 마이미도리214호
중만생종, 만생종	145일 이상	탑그린, 그린돔(엔데바), 야요이155호(마라도155호), SK3-085, 만생그린돔

브로콜리 조·중·만생 구분은 생육 일수(파종에서 수확)에 따라 분류하고 있으며, 극조생종은 90~100일, 조생종은 100~120일, 중생종은 120~145일, 만생종은 145일 이상 되는 품종으로 구분하고 있다.





◎ 청제

- 파종 90일 전후 수확 가능한 극조생종
- 화뢰입자가 작고 균일하며, 진녹색으로 상품성이 높음.
- 생육이 균일하여 일시 수확이 가능함.
- 저온에 민감하여 봄 재배시 너무 일찍 정식하면 상품성이 없는 조기출뢰 현상이 발생하므로 주의하여야 함.



◎ 코요시

- 파종 90~95일 후 수확이 가능한 극조생종
- 화뢰입자가 작고 균일하며 송이가 단단함.
- 화뢰는 돔형이며 안토시아닌 발생이 적으나 12월 하순 이후 온도가 낮아지면 안토시아닌 발생이 다소 있음.
- 줄기가 굵어 무게가 무거운 장점이 있으나 고온기에는 붕소결핍 증상이 쉽게 나타남.
- 제주지역에서는 10월 하순부터 12월 수확용으로 적합함.



◎ 유일 2호

- 파종 95일 후 수확 가능한 극조생종
- 초세는 중간정도이고 직립성임.
- 화뢰입자가 작고 균일하며, 송이가 단단하고 청록색으로 상품성이 높음.
- 화뢰는 돔형으로 화뢰고가 높은 편이며, 안토시아닌 발생이 없음.
- 제주지역에서는 10월 하순부터 12월 수확용으로 적합함.



◎ 그레이스

- 파종 100~105일 후 수확 가능한 조생종
- 화뢰 입자가 작고 균일하며 송이가 단단하여 상품성이 높으나 여름파종재배에서 너무 일찍 파종하면 화뢰입자가 굵어지는 경향이 있음.
- 이형주가 없고 품질이 고른 우량품종이며 봄, 가을재배 가능함.
- 저온시 안토시아닌 색소에 의해 화뢰색이 붉게 변하므로 12월 중순 이후 수확시에는 주의하여야 함.



◎ 브로드웨이(슈퍼그레이스)

- 파종 100~105일 후 수확 가능한 조생종
- 이형주가 없고 품질이 고른 우량 품종이며 봄재배시 상품성이 높음.
- 화뢰는 돔형으로 화뢰고가 높은 편이며, 화뢰색은 진녹색임.
- 초세는 강한 편이며, 저온시에는 안토시아닌 색소에 의해 화색변화가 있으므로 12월 중순 이후 수확시에는 주의하여야 함.



◎ 명일96호(시끼미도리96호)

- 파종 120일 후 수확 가능한 중생종
- 화뢰 입자가 작고 균일하며 녹색으로 송이가 단단하여 상품성이 높음.
- 저온에서도 안토시아닌 색소 발생이 없으며, 식물체의 크기가 작고 잎이 직립성으로 밀식 재배 가능함.
- 측지발생이 없어 상품성이 높으나 노균병 등 병해에는 약한 편으로 방제약제 살포가 필요함.



◎ 베리덤

- 파종 120일 후 수확 가능한 중생종
- 화퇴는 안토시아닌 색소발생이 거의 없으며 녹색임. 소화퇴의 크기는 다소 굵은 편이나 입자가 균일함.
- 줄기부분이 굵어 전체적인 무게감이 있으나 노균병에는 다소 약한 편임.



◎ 마이미도리 214호

- 파종 120일 후 수확 가능한 중생종
- 화퇴 입자가 아주 작고 균일하며 연녹색으로 송이가 단단하여 상품성이 높음.
- 저온에서도 안토시아닌 색소 발생이 없으며, 식물 체의 크기가 작고 잎모양이 직립성으로 밀식재배 가능함.
- 명일96호(시끼미도리96호)와 특성이 비슷하나, 화퇴 입자가 보다 가늘며, 색은 다소 연한 녹색임.
- 노균병 등 병해에는 약한 편으로 방제약제 살포가 필요함.



◎ 녹 제

- 파종 120일 후 수확 가능한 중생종
- 화퇴 입자는 다소 굵은 편이며, 저온조건에서 안토시아닌 색소 발현으로 화색이 붉게 변하는 경향이 있음.
- 노균병 등 병해에는 강한 편임.
- 최근에는 재배가 거의 이루어지고 있지 않는 품종임.



◎ 탐그린

- 파종 120~130일 후 수확 가능한 중만생종
- 화뢰 입자가 작고 균일하며 연녹색으로 송이가 단단하여 상품성이 높음.
- 저온에서도 안토시아닌 색소 발생이 없으며, 줄기길이가 짧고 굵은 경향임.
- 측지발생이 없고 상품성이 높으나 노균병 등 병해에는 다소 약한 편임.



◎ 그린돔

- 파종 150일 후 수확 가능한 만생종
- 내한성과 저온비대성이 뛰어난 겨울 수확용 만생종임.
- 화뢰색은 녹색이며, 돔형이고 화뢰 입자는 다소 굵은 경향임.
- 저온에서는 안토시아닌 발생으로 화색변화가 조금 있으며, 노균병에는 강함.



◎ SK3-085

- 파종 160일 전후에 수확 가능한 만생종
- 초세는 중간 정도이고 직립성으로 밀식 재배가 가능하며 내한성이 강한 편임.
- 화뢰색은 진녹색이며, 돔형으로 화뢰고가 높은 편임.
- 화뢰입자가 작고, 밀도가 높은 경향이며 안토시아닌 발생이 거의 없음.
- 노균병에는 다소 약한 편이며, 너무 늦게 정식하면 상품성이 낮아지므로 9월 하순까지 정식해야 함.



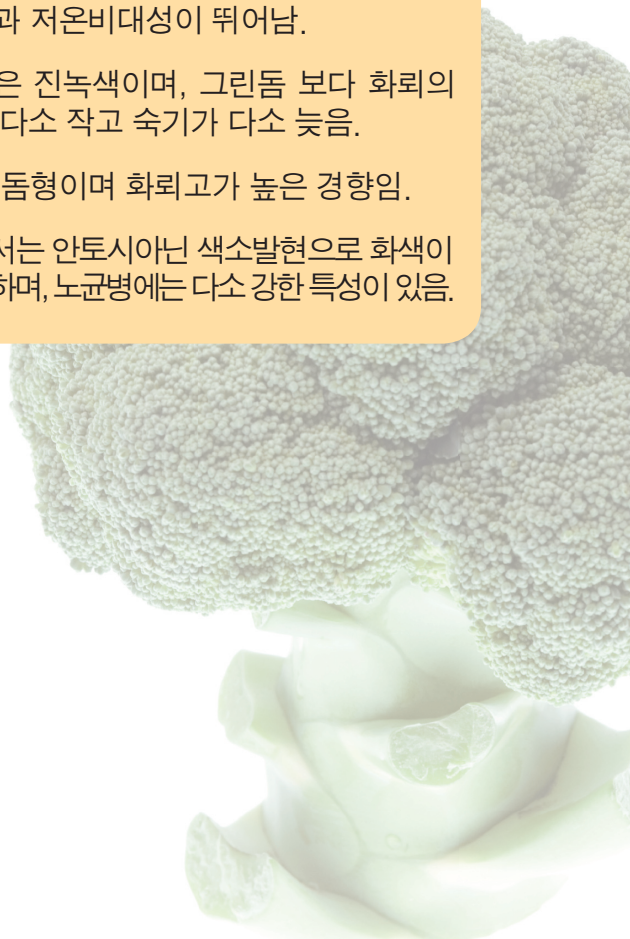
◎ 야요이 155호(마라도155호)

- 파종 150일 전후에 수확 가능한 만생종임.
- 초세는 중간 정도이고 잎은 개장형이며, 측지 발생이 많은 경향임.
- 화퇴색은 청녹색이며, 돔형임. 화퇴입자가 작으며, 밀도가 높은 경향이며 안토시아닌 발생이 거의 없음.
- 노균병에는 아주 약한 편임.



◎ 만생 그린돔

- 파종 160일 전후에 수확 가능한 만생종
- 내한성과 저온비대성이 뛰어남.
- 화퇴색은 진녹색이며, 그린돔 보다 화퇴의 입자가 다소 작고 숙기가 다소 늦음.
- 화퇴는 돔형이며 화퇴고가 높은 경향임.
- 저온에서는 안토시아닌 색소발현으로 화색이 붉게 변하며, 노균병에는 다소 강한 특성이 있음.



4. 제주지역에서 재배되는 주요 작형

가. 5월 생산작형

나. 10월 생산작형

다. 11~12월 생산작형

라. 1~2월 생산작형



4. 제주지역에서 재배되는 주요작형

제주지역에서는 겨울에 종자를 파종하여 봄에 수확하는 봄재배와 여름에 종자를 파종하여 가을부터 겨울까지 수확하는 작형으로 구분되어 재배되고 있다

가. 5월 생산작형

12~1월에 육묘하여, 2월 정식 후 4월 하순부터 5월까지 수확하는 작형이다. 주로 ‘그레이스’, ‘브로드웨이(슈퍼그레이스)’ 품종 등 조생계통의 품종이 재배되고 있다. 보통 12월 하순부터 1월 상순 사이에 종자를 파종하여 가온 육묘를 할 경우 육묘일수는 50일 정도가 소요된다.

4월 하순 수확을 목표로 하였을 때는 2월 상순 정식하여 터널재배를 한다. 노지재배인 경우 2월 중·하순 정식하면 5월 중순경 수확이 가능하다.

저온기에 육묘되므로 파종에서 정식 사이에 모종이 저온장해를 받지 않도록 야간 온도를 10℃ 이상 유지해 주어야 한다. 이 보다 낮을 경우에는 생장점 부위에서 화아분화가 이루어져 조기출퇴(Buttoning) 현상이 생기기 쉽다.

정식 후에도 온도가 너무 낮을 경우에는 조기출퇴 현상이 발생하기 쉬우므로 2월 상순 이후 정식해야 한다. ‘코요시’, ‘청제’ 등 극조생 품종인 경우 너무 일찍 정식하면 조기출퇴현상이 발생하기 쉬우며, 중만생 품종인 경우 소화퇴의 크기가 크고 화퇴의 조밀도가 낮아져 쉽게 물렁물렁해지는 등 상품성이 낮아지므로 품종선택에 주의를 기한다.

봄 재배시 브로콜리 수확은 외기온도가 높은 4월 이후에 이루어지기 때문에 반드시 0℃ 내외의 저온저장고에서 24시간 이상 예냉처리를 한 후 출하하여야 화퇴가 황화되는 것을 방지할 수 있다.



표 8. 5월 생산용 브로콜리 수확시 품종별 화뢰특성(제주도원, 2009)

품 종 명	수 확 기 (월, 일)	화 려 특 성				소화 크기	조기 출뢰율 (%)	상품율 (%)	상품 수량 (kg/10a)	화뢰특징
		무게 (g)	높이 (mm)	색	밀도					
그레이스	5.16~5.29	288.3	73.8	진녹	강	3	0	78.7	1,001	정상화뢰
나이스그린	5.16~5.29	252.6	65.1	연녹	중	4	0	81.1	903	정상화뢰
하이츠	5.16~5.29	227.8	64.7	연녹	중	3	0	62.8	635	정상화뢰
벨스타	5.19~5.25	316.8	75.9	적녹	강	2.5	0	84.6	1,183	정상화뢰
필그림	5. 7~5.18	190.5	64.4	진녹	중	3	0	61.9	523	정상화뢰
TS2319	5.22~5.29	215.3	65.2	녹	중	3	0	73.7	698	정상화뢰
그린풋트	4.30~5.14	123.2	55.8	녹	약	4	70.4	7.8	34	조기출뢰
하마미도리11호	5.12~5.22	178.0	61.9	진녹	약	4	0	0	0	소화대립
하마미도리 2호	5. 7~5.14	178.1	56.9	녹	약	4	0	14.4	128	소화대립
그린하트	5.17~5.23	209.1	71.8	연녹	중	3	0	65.2	601	정상화뢰
산타페	5. 7~5.18	161.4	67.2	진녹	약	2.5	7.6	31.5	213	부정형
브로드웨이	5.18~5.23	296.9	69.8	진녹	강	2.5	0	81.3	1,066	정상화뢰
청제	4.30~5. 8	121.2	59.1	진녹	약	4	86.6	6.3	32	조기출뢰
스피드돔	5.11~5.18	291.6	72.8	녹	강	2.5	0	20.8	282	부정형

※ 화뢰밀도 : 꽃봉오리의 단단한 정도(3단계 : 강, 중, 약)

소화크기 : 작은 화뢰입자의 크기 5-큼, 3-중간, 1-아주작음

파종일 : 1월 3일, 정식일 : 2월 3일(2006, 2007년 평균성적임)



나. 10월 생산작형

7월 20일을 전후하여 파종하고, 8월 하순에 정식한 후 10월 중순부터 하순까지 수확하는 작형이다. 주로 ‘청제’, ‘코요시’ 등 극조생 품종과 ‘브로드웨이(슈퍼그레이스)’ 등 조생 품종이 재배되고 있다.

10월에 생산하기 위하여 너무 일찍 정식을 하면 꽃봉오리 표면이 울퉁불퉁한 부정형의 꽃봉오리가 발생하기 쉽고, 꽃과 잎이 혼재하는 엽출현상이 많이 발생할 수 있으므로 너무 일찍 정식하지 않도록 하며, 8월 20일 이후 정식하는 것이 바람직하다.

이 시기에 생산되는 브로콜리는 화퇴의 밀도가 낮고 화퇴입자가 굵으며 봉소결핍 증상이 많이 발생하므로 밀거름으로 반드시 봉소비료를 살포하도록 하고, 재배 기간이 짧기 때문에 밀거름 위주의 시비를 하도록 한다.

10월 수확시 외기온도가 15℃ 이상 되기 때문에 화퇴가 황화되는 것을 방지하기 위해서는 예냉처리가 필요하다.

정식 후 벼룩잎벌레, 배추좀나방, 파밤나방, 도둑나방 등의 발생이 많으며, 특히 수확 기에는 도둑나방의 피해가 발생하기 때문에 병해충 방제에 주의를 기울이도록 한다.



표 9. 10월 생산용 브로콜리 수확시 화뢰 특성 (제주도원, 2009)

품 종 명	수 확 기 (월, 일)	화 례 특 성				소화 크기	상품율 (%)	상품 수량 (kg/10a)	화뢰표면 균일도
		무게 (g)	높이 (mm)	색	밀도				
청 제	10.13~10.23	246.9	70.4	진녹	중	3.5	70.7	1,104	다소 불균일, 엽출현상
업웰빙	10.13~10.23	259.5	73.1	녹	약	4	48.0	1,162	다소 불균일, 소화뢰황화
유알 35호	10.20~10.27	292.5	72.9	연녹	강	2.5	77.4	1,308	불균일
하마미도리 2호	10.15~10.30	293.9	69.1	연녹	강	2.5	47.5	1,308	불균일
코요시	10.13~10.17	305.0	72.6	녹	강	2.5	80.0	1,355	다소 균일
TS2327	10.15~10.27	294.3	69.2	녹	강	3.5	58.7	1,312	다소 균일, 소화뢰황화
브로드웨이	10.20~10.30	280.6	70.1	진녹	강	3	74.4	1,255	다소 균일
파트너	10.20~10.30	260.1	71.3	녹	약	4	47.9	1,167	불균일, 엽출현상
그레이스	10.20~10.30	274.9	74.3	진녹	강	3.5	60.2	1,231	다소 균일
필그림	10.23~10.30	280.6	73.5	진녹	중	4	57.9	1,257	불균일
그린포트	10.20~10.30	278.4	74.5	녹	중	4	67.0	1,248	불균일
하루야마	10.13~10.20	288.8	72.4	녹	중	3.5	69.6	1,375	다소 균일
SK3-084	10.13~10.23	289.7	70.5	녹	중	3	72.9	1,379	다소 균일

※ 화뢰밀도 : 꽃봉오리의 단단한 정도(3단계 : 강, 중, 약)

소화크기 : 작은 화뢰입자의 크기 5-큼, 3-중간, 1-아주작음

과 중 일 : 7월 18, 정식일 : 8월 18일(2006, 2008년 평균성적임)



다. 11~12월 생산작형

8월 5일부터 15일 사이에 종자를 파종하고, 9월 5일부터 15일사이에 정식한 후 11월부터 12월까지 수확하는 작형이다.

‘코요시’, ‘브로드웨이(슈퍼그레이스)’ 등 조생계 품종인 경우에는 11월에 수확이 가능하고, 중생품종인 ‘베리덤’, ‘명일96호’는 12월에 수확이 가능하다. 중생계 품종은 8월 10일 이전 파종했을 때 화퇴의 밀도가 낮아지고 소화의 크기가 커져 상품성이 낮아지는 경향이 있으므로 너무 일찍 파종하지 않도록 한다.

12월 하순에 접어들게 되면 저온으로 인한 안토시아닌 발현으로 화색이 붉게 변하므로 ‘코요시’, ‘브로드웨이(슈퍼그레이스)’ 등과 같이 안토시아닌 발현이 있는 품종은 12월 중순 이전까지 수확을 마칠 수 있도록 파종기를 조절한다.



그림 6. 브로콜리 품종비교 시험포장 전경

표 10. 11~12월 생산용 브로콜리 수확시 품종별 화뢰특성(제주도원, 2009)

품 종 명	수 확 기 (월, 일)	화 려 특 성				소화 크기	안토시 아닌 발생	상품율 (%)	상품 수량 (kg/10a)
		무게 (g)	높이 (mm)	색	밀도				
녹 제	11.20~12.22	337.9	76.6	녹	중	3.5	없음	76.5	1,233
그레이스	11. 6~12. 4	337.4	72.5	적녹	강	3.0	소	76.7	1,227
청 제	11. 6~11.16	319.9	76.2	진녹	중	3.5	없음	79.2	1,198
업웰빙	11. 3~11.22	298.9	77.0	녹	약	3.5	없음	69.0	957
스피드돔	11.10~11.22	329.6	76.6	녹	중	3.0	없음	68.6	1,059
유알35호	11. 9~11.22	328.2	75.3	연녹	중	2.0	없음	81.6	1,266
하마미도리2호	11.14~12.14	342.9	72.3	연녹	강	2.0	없음	67.1	1,094
브로드웨이	11. 9~12. 4	349.1	73.0	진녹	강	3.0	없음	78.7	1,306
얼리유	11. 9~11.22	313.5	76.3	녹	강	4.0	없음	61.6	907
명일96호	11.17~12.22	332.7	71.8	연녹	강	2.0	중	77.5	1,226
코요시	11. 9~11.22	357.0	77.0	연녹	강	2.0	없음	76.9	1,305
나이스그린	11.10~11.24	336.7	73.1	연녹	강	3.5	없음	76.4	1,224
필그림	11.10~11.28	309.2	77.0	진녹	중	3.5	없음	70.6	1,031
베리돔	11.16~12.22	358.5	70.7	연녹	강	2.5	없음	79.0	1,357

※ 화뢰밀도 : 꽃봉오리의 단단한 정도(3단계 : 강, 중, 약)
 소화크기 : 작은 화뢰입자의 크기 5-큼, 3-중간, 1-아주작음
 파 종 일 : 8월 7, 정식일 : 9월 7일(2007, 2008년 평균성적임)



라. 1~2월 생산작형

8월 15일부터 25일 사이에 종자를 파종하고, 9월 15일부터 25일 사이에 정식한 후 1월부터 3월 상순까지 수확하는 작형이다.

‘명일 96호’, ‘베리돔’ 등 중생품종은 12월부터 1월까지 수확이 가능하고 ‘마이미도리 214호’, ‘탑그린’ 등은 1월부터 2월까지 수확이 가능하며, ‘SK3-085’, ‘만생그린돔’ 등 만생품종은 3월 상순까지 수확이 가능하다.

1월 이후 저온조건에서 비가 많은 해에는 꽃봉오리 내부가 검게 변하는 노균병 발생이 많아지므로 생육중기에 약제를 살포하여야 한다.

저온으로 인한 안토시아닌 색소의 발현으로 꽃봉오리 색이 붉게 변하므로, 최근에는 안토시아닌 발생이 없는 품종을 선호하는 경향이다.

9월 25일 이후 너무 늦게 정식하면 식물체가 충분히 성장하지 못하여 화뢰의 크기가 작아지거나, 3월 중순 이후 외기 온도가 상승하면 화뢰의 밀도가 낮아져 상품성이 낮아지므로 정식시기를 너무 늦추지 않도록 한다.



표 11. 1~2월 생산용 브로콜리 수확시 품종별 화뢰특성(제주도원, 2009)

품 종 명	수 확 기 (월, 일)	화 려 특 성				소화 크기	안토시 아닌 발생	상품율 (%)	상품 수량 (kg/10a)
		무게 (g)	높이 (mm)	색	밀도				
그린돔	1.30~3.12	409.5	72.2	회록	강	3.5	중	84.5	1,646
브로드웨이	12.13~1. 7	340.7	71.5	적녹	강	3.0	다	88.9	1,440
베리돔	12.13~1.15	375.3	72.1	연녹	강	2.0	없음	88.5	1,583
녹 제	12.26~1.11	315.9	76.0	적녹	강	3.5	다	88.9	1,337
그랜저	12.26~1.11	329.9	79.5	적녹	강	1.5	다	86.9	1,364
노조미424호	1.24~2.28	432.6	73.5	회록	강	1.5	없음	59.3	1,154
명일96호	12.24~1.30	376.6	69.9	회록	강	2.0	없음	90.1	1,614
시끼미도리 에스268호	12.26~1.30	388.2	77.0	연녹	강	2.0	없음	71.9	1,332
유메이624호	12.24~2.14	419.2	76.3	녹	강	2.5	없음	82.2	1,634
야요이155호	1.30~3.12	359.0	77.5	녹	강	2.5	없음	58.4	984
만생 그린돔	1.24~3. 6	442.1	85.3	적녹	강	2.0	다	88.0	1,854
탑그린	1.11~2.28	421.7	79.6	연녹	강	2.0	없음	85.9	1,714
마이미도리 214호	1. 3~2.14	389.9	78.8	연녹	강	1.5	없음	88.6	1,644
SK3-085	1.24~3. 6	400.5	88.4	진녹	강	2.0	없음	91.9	1,752

※ 화뢰밀도 : 꽃봉오리의 단단한 정도(3단계 : 강, 중, 약)

소화크기 : 작은 화뢰입자의 크기 5-큼, 3-중간, 1-아주작음

과 중 일 : 8월 21, 정식일 : 9월 20일(2007, 2008년 평균성적임)



표 12. 제주지역 브로콜리 품종별 재배순기표(제주도원, 2009)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
그레이스	● — ▲	—	—	—	■							
코요시							●	● ▲	▲ —	—	—	—
브로드웨이	● — ▲	—	—	—	■		●	● ▲	▲ —	—	—	—
베리돔	■							● ●	▲ ▲	—	—	■
명일96호	■							● ●	▲ ▲	—	—	
마이미도리 214호	—	—						●	▲	—	—	—
탑그린	—	—						●	▲	—	—	—
SK3-085	—	—	—					●	▲	—	—	—
만생 그린돔	—	—	—					●	▲	—	—	—

● 파종기, ▲ 정식기, — 생육기, ■ 수확기

표 13. 브로콜리 수확시기별 수량특성(제주도원, 2009)

수확기	품 종	상품수량 (kg/10a)	화퇴중(g)	상품율(%)	화퇴 밀도	소화크기	화퇴색
5월	그레이스	1,001	288	79	강	3	진녹
	브로드웨이	1,066	267	81	강	2.5	진녹
10월	코요시	1,074	305	80	강	2.5	연녹
	브로드웨이	928	281	74	강	3	진녹
11월	코요시	1,305	357	77	강	2.0	연녹
	브로드웨이	1,306	349	79	강	3.0	진녹
12월	명일96호	1,226	333	78	강	2.0	연녹
	베리돔	1,357	359	79	강	2.5	연녹
1월	마이미도리214호	1,644	390	89	강	1.5	연녹
	탑그린	1,714	422	86	강	2.0	연녹
2월	SK3-085	1,752	401	92	강	2.0	진녹
	만생그린돔	1,854	442	88	강	2.0	적녹

※ 화퇴밀도 : 꽃봉오리의 단단한 정도(3단계 : 강, 중, 약)

소화크기 : 작은 화퇴입자의 크기 5-㎝, 3-중간, 1-아주작음

5. 주요재배기술

가. 파종 및 육묘

나. 정식

다. 시비



5. 주요재배기술

가. 파종 및 육묘

수확할 때의 화뢰 크기는 생육정도에 따라 결정되는데 화아분화가 이루어진 이후에는 잎 수의 증가가 없으므로 출퇴 이전에 생육을 충분히 시켜야 상품성 있는 화뢰를 생산할 수 있다. 따라서 육묘기의 관리가 매우 중요하다. 최근에는 재배의 생력화가 요구되면서 플러그 트레이를 이용한 육묘가 이루어지고 있다. 플러그 트레이 육묘시에는 상토의 양이 제한되기 때문에 비료성분이 있는 원예용 전용상토를 이용하도록 하고, 플러그 묘가 노화되거나 뿌리부분이 지나치게 감졌을 때에는 정식 후 활착이 나빠질 우려가 있기 때문에 적기에 정식하도록 한다. 플러그 트레이에 한 방울씩 종자를 파종하고 복토는 씨앗이 보이지 않을 정도로 한다.

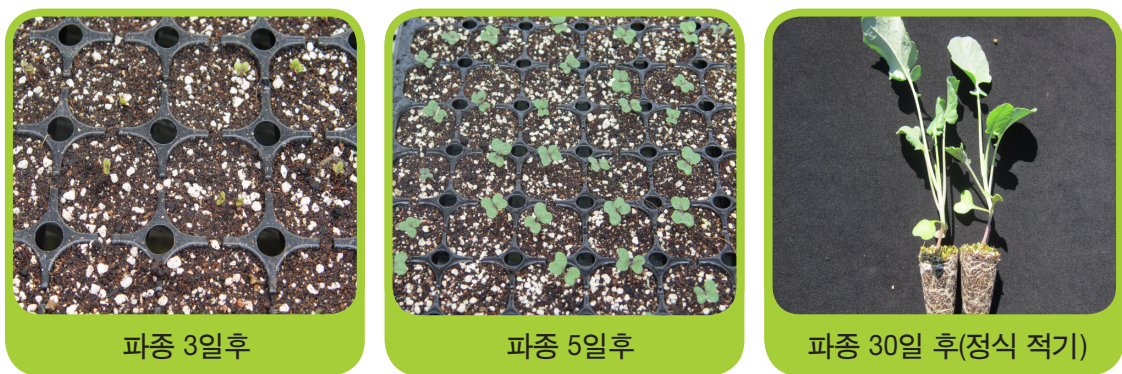


그림 7. 여름 파종기 육묘 일수에 따른 생육상황

- 육묘온도
 - 겨울파종 : 파종후 25~28℃ → 싹튼 후 20~25℃ → 본엽 3~4매부터 13~15℃
 - 여름파종 : 차광망 등을 설치하여 온도를 최대한 낮춤
- 파종방법
 - 128공 트레이 육묘(시판상토 이용), 10a당 필요량 45트레이
- 육묘기간
 - 겨울파종 : 50일 내외
 - 여름파종 : 30~35일 (본엽 3~4매)

육묘기간동안 물주기는 매우 중요하다. 겨울과 봄 파종의 경우 상토 표면이 건조할 때 관수를 한다. 여름파종의 경우 1일 1회를 기준으로 오전에 관수를 하도록 하고, 만약 낮에 온도가 상승하고 건조하여 잎이 시들 경우에는 오후에도 관수를 하도록 한다. 오전에 관수를 하는 것이 오후에 관수를 하는 것 보다 과습으로 인한 병해의 발생을 줄일 수 있다. 브로콜리 배추가 신장하기 쉬우므로 약간 건조하게 관리하여 웃자라지 않도록 관리에 주의를 한다.

육묘시 발생하기 쉬운 병해는 모잘록병과 노균병 등이다. 모잘록병 방제를 위해서는 살균된 상토를 사용하도록 하며 노균병 방제를 위해서는 통풍을 좋게 하고, 과습하지 않도록 하고, 영양결핍이 없도록 관리하며, 주기적으로 약제방제를 실시한다. 플러그 트레이를 이용한 육묘인 경우 일반 육묘보다 약해 발생이 우려되므로 농약을 사용할 때는 보통보다 농도를 열게 살포하도록 한다.

나. 정 식

브로콜리는 파종 후 30~35일, 본잎 4~5매 정도의 모종을 정식한다. 정식 3~4일 전부터 바깥 기온에 순화시키고 관수량을 줄여 모종을 굳힌다. 모종이 노화되면 활착이 불량해지므로 적기에 정식을 하도록 하고, 정식 전과 후에 관수를 충분히 하여 활착을 촉진시킨다. 조생종보다 만생종이 초세가 왕성하므로 조생종은 재식거리를 좁게 하고 만생종은 재식거리를 넓게 한다.

표 14. 브로콜리 재배양식에 따른 재식밀도

재식주수(주/10a)	재 식 거 리(cm)	
	이 랑 폭	포 기 사 이
4,100 ~ 6,600(1조식)	60	25 ~ 40
4,100(2조식)	120	40
4,500(2조식)	120	35



가을 노지재배(1조식)



봄파종 터널재배(2조식)

그림 8. 제주지역 브로콜리 재배양식



다. 시 비

브로콜리는 양배추와 마찬가지로 채소 중에서 비교적 많은 비료를 필요로 하는 작물로 유기질이 풍부하고 배수가 좋은 토양에서 잘 자란다. 생육초기에는 질소와 인산을, 꽃봉오리 비대기에는 질소와 칼리질 비료를 다량으로 필요로 한다. 브로콜리는 다비성 작물로 비료의 양을 늘리면 그에 따라 수량도 늘어나지만 질소비료를 너무 많이 주면 오히려 수량이 감소한다.

표 15. 브로콜리 질소시비량에 따른 뿌리 무게(제주도원, 2010)

질소시비량 (kg/10a)	비화산회토양		화산회토양	
	pH (1 : 5)	뿌리무게 (g/주)	pH (1 : 5)	뿌리무게 (g/주)
0	5.2	58.2	6.1	68.3
10	5.1	79.7	6.0	83.4
20	5.1	71.4	5.9	89.0
40	5.0	64.2	5.8	82.0

인산과 칼리비료는 질소비료에 비해 시비반응이 크게 나타나지 않았는데 이것은 최근 계속된 원예 작물재배와 이에 따른 과다시비로 인하여 토양비옥도가 높아져 인산과 칼리 함량이 과다하거나 적정수준이기 때문인 것으로 추정되었다.

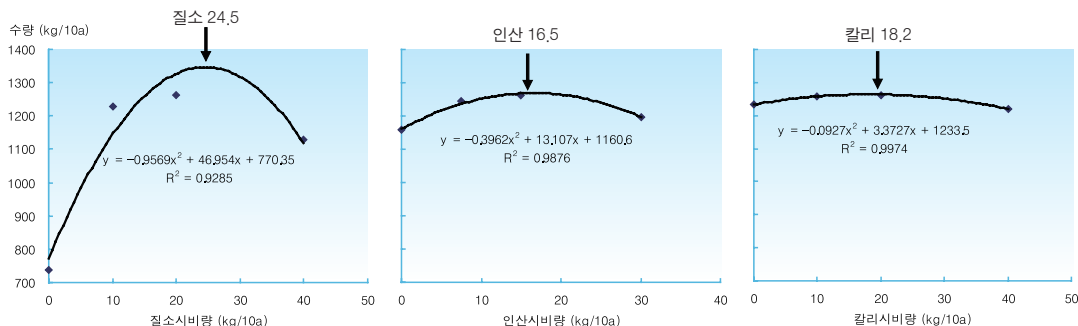


그림 9. 3요소 시비수준별 브로콜리 수량반응(비화산회토양)

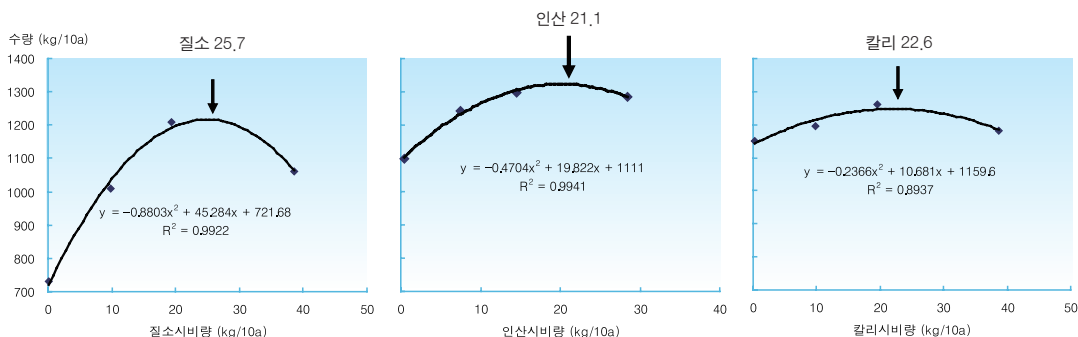


그림 10. 3요소 시비수준별 브로콜리 수량반응(화산회토양)

브로콜리를 정식하기 1개월 전까지 고토석회와 완숙퇴비를 포장전면에 시용한 후 충분이 경운하고 흙과 잘 섞이도록 한다. 인산질 비료는 밑거름으로 전량 시비하고 질소와 칼리비료는 1~2회 나누어 시비하도록 한다. 질소와 칼리비료는 밑거름 2/3, 웃거름 1/3 비율로 나누어 주도록 하며 웃거름은 정식 후 30일경에 1차로 시용하고, 2차는 1차 웃거름 시용 후 15일경부터 출퇴 전까지 생육을 고려하여 시비하도록 한다. 비닐멀칭 재배 시에는 웃거름을 줄 수 없으므로 전량 밑거름으로 준다. 재배기간이 긴 월동작형에서 질소와 칼리의 시비량은 전체시비량의 반량을 밑거름으로 주고, 나머지는 두 차례에 걸쳐 나누어 주어 비료효과가 오래 지속되도록 한다. 비료 주는 양은 토양조건, 재배작형이나 품종에 따라 다르나 10a당 성분량으로 질소 20~25kg(요소 43~54kg), 인산 15kg(용성 인비 75kg), 칼리 20~25kg(염화칼리 33~42kg) 정도를 주도록 하되 재배토양의 토양검정을 통하여 시비량을 결정하는 것이 바람직하다.

표 16. 브로콜리 적정 시비량

(단위 : kg/10a)

토 양	밑 거 림			웃 거 림			계		
	질소	인산	칼리	질소	인산	칼리	질소	인산	칼리
비화산회토양	14	15	11	8	-	6	22	15	17
화산회토양	14	18	13	8	-	8	22	18	21

※ 웃거름 : 2회(1차 : 정식 30일 후, 2차 : 1차 시비 15일 후)

퇴구비(2톤/10a) 대신 가축분 퇴비를 시용할 때 돈분 톱밥퇴비는 330kg/10a

석회 : 200kg/10a, 붓사 0.8~1kg/10a



그림 11. 수동식 비료살포기를 이용한 웃거름 시용

6. 생리장해

가. 붕소결핍

나. 조기꽃눈분화

다. 엽출현상

라. 안토시아닌에 의한 화색변화

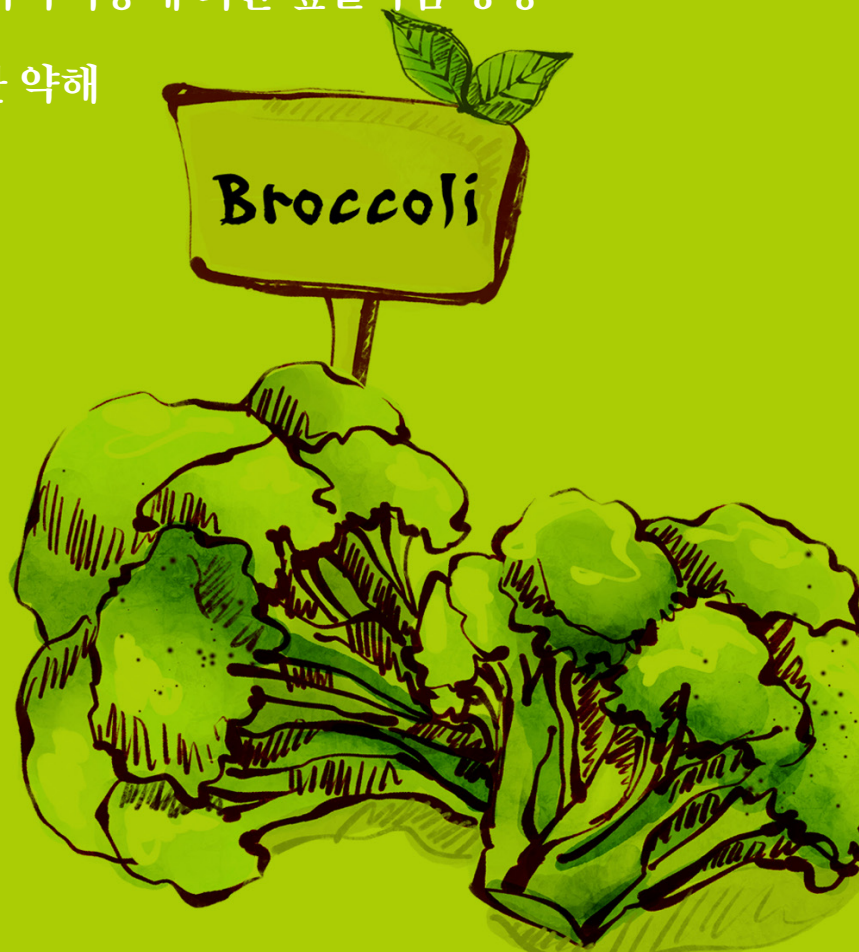
마. 부정형 꽃봉오리

바. 소화퇴의 황화

사. 켓츠아이

아. 육묘기 비료 과다사용에 의한 잎끝마름 증상

자. 살균제에 의한 약해



6. 생리장해

가. 붕소결핍

증상.....

붕소결핍 증상은 잎줄기 또는 화경부분에 균열이 생기고, 부스럼 모양의 딱지가 생기거나, 줄기를 잘라 보았을 때 줄기 속이 비어있는 것이 특징이다. 붕소는 생장점의 분열 조직이나 세포분열 및 세포벽 성분 중에서 펙틴의 형성에 대해 중요한 역할을 한다. 따라서 붕소가 결핍되면 세포벽의 기능이나 식물체의 구조유지가 불가능하게 된다.

원인.....

붕소 결핍은 토양에 붕소의 함량이 부족하거나 토양이 건조하거나 과습할 때 또는 고온으로 뿌리의 붕소 흡수 능력이 저하될 때 생긴다. 질소, 칼리 및 석회를 과다하게 사용하면 길항작용에 의해 붕소결핍이 생길 수 있다. 일반적으로 토심이 낮은 모래땅에서 잘 발생하며, 품종간에 차이를 보이기도 한다.

대책.....

토양에 붕소가 부족하지 않게 밑거름으로 붕사를 10a에 0.8~1kg 시용하며 길항작용을 하는 석회, 질소, 칼리 등을 필요 이상으로 과용하지 않아야 한다. 또한 유기물을 적정시용하여 토양 완충능력을 높이도록 한다. 결핍증을 우려하여 10a 당 2kg을 초과하여 사용하면 후작물에 영향을 미치므로 적량을 살포한다.



그림 12. 붕소결핍 증상

나. 조기 꽃눈분화(buttoning)

증상.....

브로콜리의 포기가 충분히 자라지 않은 상태에서 화뢰가 일찍 형성되는 현상으로, 출하할 수 없을 정도로 작은 화뢰를 형성한다.

원인.....

묘종이 어릴 때 저온을 심하게 받을 경우 화아분화를 일으키게 되며, 질소와 인산 성분이 부족하면 뿌리가 약해져 양분과 수분의 흡수장애가 일어나 발생하기도 한다.

대책.....

육묘 온도를 최저 10℃ 이상으로 관리하며, 노지정식은 평균기온이 10℃ 이상 되는 2월 중·하순에 정식하고 그 이전에는 정식을 할 때에는 터널재배를 한다. 일부농가에서는 출하기를 앞당기기 위하여 12월부터 1월에 정식을 하는 경우도 있는데 이러한 경우 저온에 의해 꽃눈분화가 이루어질 가능성이 높기 때문에 터널재배라 하더라도 가능하면 2월 상순 이후에 정식하도록 한다. 극조생종인 ‘코요시’, ‘청제’ 품종 등은 저온에 의해 꽃눈분화가 쉽게 이루어져 조기꽃눈분화 현상이 발생할 위험성이 높기 때문에 봄 재배는 피하도록 한다.



그림 13. 조기꽃눈분화 증상

다. 엽출현상(leafy)

증상.....

화퇴의 표면 중간중간에 작은 잎이 발생하는 것으로 꽃봉오리의 형태도 불량해져 화퇴의 품질을 떨어뜨린다.

원인.....

꽃눈분화기의 저온부족이나 꽃눈 분화 후 꽃봉오리가 발육을 시작하기 전후에 고온이 되면 꽃봉오리가 단단해지지 않고 엽출 현상이 발생된다. 질소질 비료를 너무 많이 주었을 때 영양생장이 너무 활발하여 발생하기도 한다. 품종에 따라서 발생정도가 다르며, 조생보다는 중·만생품종에서 발생이 많다.

대책.....

적정시비량을 지켜서 화퇴 비대기에 양분이 과잉되지 않도록 하며 여름과종 재배시 무리하게 일찍 파종하지 않으며, 품종에 따른 파종시기를 준수해야 한다.



그림 14. 엽출 증상

라. 안토시아닌에 의한 화색변화

증상.....

저온에 처해졌을 때 꽃봉오리가 붉게 변하는 현상으로 품질에는 영향이 없으나, 소비자의 기호도가 낮아지는 경향이 있다. 실제로 안토시아닌은 우리 몸속에서 산화방지 작용이 월등해 체세포를 보호하고 면역체계를 증진할 뿐 아니라, 항암작용에도 뛰어난 효과가 있다고 알려져 있다. 또한 붉게 변한 브로콜리는 끓는 물에 살짝 데치면 선명한 녹색이 되므로 큰 문제가 없는 증상이나 도매시장에서 경매시 가격이 낮은 경향을 보여, 브로콜리 재배농가는 안토시아닌 발생이 없는 품종을 선호하는 경향이다.

원인.....

저온 또는 고온, 강한 광선에 의해 꽃봉오리 색이 붉게 변화한다.

대책.....

품종에 따라서 안토시아닌 발생에 큰 차이를 보이고 있다. 안토시아닌 발생이 많은 품종으로는 ‘그레이스’, ‘녹제’, ‘만생그린돔’ 등이며 안토시아닌 발생이 적은 품종은 ‘유일2호’, ‘베리돔’, ‘시끼미도리96호’, ‘마이미도리214호’, ‘SK3-085’ 등이 있다.



그림 15. 안토시아닌에 의한 화색변화 증상

마. 부정형 꽃봉오리

증 상

화뢰가 정상적으로 비대하지 못하고, 수확기에도 화뢰가 적으며, 꽃봉오리의 발육과 착색이 불균일하고 꽃봉오리 표면이 울퉁불퉁하게 변한다.

원 인

꽃눈 분화 후 영양생장과 생식생장과의 불균형이 원인으로 활착불량으로 초기생육이 억제되고 화뢰의 비대기에 비료효과가 갑자기 높아질 때, 꽃눈분화기에 온도가 높을 때 쉽게 발생된다.



그림 16. 부정형 꽃봉오리

대 책

균형시비와 적절한 관수를 실시하여 급격한 생장이 이루어지지 않도록 하여야 하며, 꽃봉오리 발생 전후에 온도가 높을 경우 발생하므로 너무 일찍 정식하지 않도록 한다.

바. 소화뢰의 황화(Brown beads)

증 상

소화뢰가 고사하거나 노랗게 갈변하는 현상이 나타난다.

원 인

화뢰비대기에 고온, 건조 등으로 인한 스트레스로 화뢰가 고사하거나 갈변하며, 수확시기가 늦어졌을 때 화뢰의 황화 증상이 발생되기도 한다.

대 책

재배기간 중 너무 건조하지 않도록 적절한 관수를 하며, 수확기가 늦어지면 발생이 심해지므로 숙기가 되면 즉시 수확하도록 한다.



그림 17. 소화뢰의 황화 증상



사. 캣츠아이(Cat eye)

증 상

전체적으로 화퇴입자가 불균일하고, 소화퇴의 중앙부 화퇴는 작고 가장자리는 굽어져 고양이 눈처럼 변하는 증상이 나타난다.

원 인

생육 불량주에서 발생하기도 하고, 일부 품종 특성에 의해서 발생이 많아지기도 하며, 갑자기 비가 와서 강우량이 많을 경우에 발생이 많아진다.



대 책 그림 18. 캣츠아이 증상

적기에 정식을 하고 초기생육을 순조롭게 하고 후반기까지 생육이 잘 되도록 배수로 정비 등 관리를 잘 한다.

아. 육묘기 비료 과다사용에 의한 잎끝마름 증상

증 상

육묘기의 어린 잎 가장자리가 갈색으로 마르는 증상이 나타난다.

원 인

육묘기에 4종복비를 과다하게 관주(2~3일에 1회 수준)하였을 경우에 발생한다.

대 책

미량요소 성분 공급을 위하여 4종복비를 줄 때에는 묘의 상태를 관찰하며 횡수를 조절하도록 하고, 보통 주 1회 기준으로 횡수를 가감한다.



그림 19. 육묘기 4종복비 과다 사용으로 인한 잎끝마름 증상

자. 살균제에 의한 약해

증 상

어린잎 가장자리가 흰색 또는 연노랑색으로 엽록소가 퇴색되는 증상이 나타난다.

원 인

검은 썩음병 등 병해방제를 위하여 마이신 계통의 살균제 사용에 의한 약해로 발생한다.

대 책

유묘기에는 살균제에 의해 약해발생이 쉽게 나타날 수 있으므로 적정농도를 지키고 약해 발생이 우려되는 마이신 계통의 수화제는 살포하지 않도록 한다.



그림 20. 살균제 살포에 의한 약해 증상



7. 병해충

가. 병

나. 해충



7. 병해충

가. 병

농가포장에서 브로콜리에 발생하는 병 종류 및 피해정도를 조사한 결과 6종의 병이 확인되었다. 병을 일으키는 병원균은 7종이었으며 그 중 세균은 2종, 곰팡이는 5종이었다. 검은썩음병과 노균병이 가장 피해가 심하였는데 특히 노균병은 화퇴에 발생하여 상품율을 떨어뜨리는 원인이 되었고, 검은썩음병은 육묘기에 발생하여 피해를 주었다. 그밖에 검은무늬병, 균핵병, 무름병 등이 발생하였으나 발생정도가 낮아 피해는 경미하였다.

표 17. 병 종류 및 피해정도(제주도원, 2009)

병 명	병원균	발생부위	발생정도
잘록병	<i>Rhizoctonia solani</i>	줄기	+
	<i>Fusarium oxysporium</i>	줄기	+
무름병	<i>Ewinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	줄기	+
검은썩음병	<i>Xantomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	잎	+++
검은무늬병	<i>Alternaria brassicola</i>	잎	+
균핵병	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	줄기	+
노균병	<i>Hyaloperonospora brassicae</i>	잎, 화퇴	+++

※ 발생정도 : + 소, ++ 중, +++ 다, ++++심

표 18. 브로콜리 육묘시 발생하는 병 종류 및 발생정도(제주도원, 2009)

병 명	병원균	발생부위	발생정도
검은썩음병	<i>Xantomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	잎, 줄기	+++
노균병	<i>Hyaloperonospora brassicae</i>	잎	+

※ 발생정도 : + 소, ++ 중, +++ 다, ++++심

1) 검은썩음병(黑腐病 : Black rot)



그림 21. 유묘 및 화퇴에 발생한 검은썩음병 증상

가) 병 징

브로콜리 육묘기부터 수확기에 걸쳐 발생하는 병으로 어린모에 발생하면 초기에는 검은 점이 생기고 진전됨에 따라 병반이 확대되어 잎 바깥부분이 V자형의 황색으로 변한다. 심한 경우에는 줄기에 검은 점이 발생하고 뿌리도 흑갈색으로 변하며, 내부 물관부가 검게 변하면서 생육이 정지되고 고사한다. 정식 후 잎에 발생하면 가장자리부터 갈색으로 마르는 증세가 나타나지만, 온도가 낮아지고 활착이 이루어져 새순이 발생되기 시작하면 식물체 성장속도가 빨라져 회복된다. 10월 이후 온도가 낮아지면 화퇴에까지 병징이 나타나지는 않으나, 강원도 고령지에서 8~9월 수확하는 작형에서는 화퇴에도 병이 발생하며 병이 발병한 화퇴는 황색 또는 갈색 반점이 생기며 기형으로 변한다.

나) 병원균

그램음성의 간상세균으로 한개의 편모를 가지고 있어 운동성이 있다. 절대호기성 세균으로 크기는 $0.7\sim1.0\times2.0\sim2.4\mu\text{m}$ 이다. 고체배지상에서 황색의 균총을 형성하며, 생육적온은 $24\sim30^{\circ}\text{C}$ 이다.

다) 발생생태

5월과 8~9월에 걸쳐 기온이 높고 다습해지면 발생이 많다. 병원균은 주로 곤충이나 비바람에 의한 상처를 통해 전염되며 관다발 조직까지 침입한다. 떡잎에는 기공을 통해 침입할 수 있다. 병원균은 병든 잎이나 종자 속에서 월동하여 다음해 1차 전염원이 된다.

라) 방제방법

- 육묘를 할 때에는 과습하지 않도록 하고 하우스 내에 환기를 충분히 시킨다.
- 품종에 따라 발병 정도의 차이가 크므로 병 발생이 심한 곳은 저항성 품종을 재배한다.
- 연작을 피하고, 화본과나 콩과 작물로 2~3년간 윤작한다.
- 병든 식물은 일찍 제거한다.
- 작업시 잎에 상처가 생기지 않도록 주의하고 벼룩잎벌레, 배추좀나방 등 해충을 방제한다.
- 국내에는 아직 등록된 약제가 없으며, 외국의 경우에 동 수화제나 마이신 계통의 수화제를 정식 직후부터 예방으로 살포하고 있다.

표 19. 브로콜리 검은 썩음병에 대한 품종별 저항성 정도(제주도원, 2009)

품종별 검은썩음병 저항성 정도		
강	중	약
코요시, 하마미도리, TBR402, 유알35호	그랜저, 그레이스, 하마미도리11호, 청제, 브로드웨이, 스피드돔, 얼리유, 필그림, 야요이155호	나이스그린, 녹제, 하마미도리2호, 베리돔, 명일96호, 파트너, TPS223, 그린돔, 그린포트, 업웰빙

- 육묘시 동제와 기계유유제를 이용한 검은썩음병 방제 방법

브로콜리 육묘시 매일 관수를 하기 때문에 농약살포가 어렵다. 따라서 어린모에 병 발생 직전 기계유유제 500배에 옥솔린산수화제 1,000배액을 혼용하거나 보르도혼합액 입상수화제 500배액을 혼용하였을 때 검은 썩음병 피해를 줄일 수 있었다. 어린모에 스트렙토마이신 수화제를 살포할 경우 약해가 발생할 수 있으므로 주의가 요구된다.

표 20. 기계유유제 혼용이 브로콜리 육묘시 검은 썩음병 방제효과(제주도원, 2009)

약제혼용 및 배수	방제가 (%)	비고
기계유유제 200배액	43.9	
기계유유제 500배 + 보르도 혼합액 입상수화제 500배액	87.9	
기계유유제 500배액 + 옥솔린산수화제 1,000배액	90.1	
옥솔린산수화제 1,000배액	76.9	
스트렙토마이신수화제 1,000배액	-	약해
무처리	0	



2) 무름병(軟腐病 : Soft rot)



그림 22. 화퇴 및 화경에 발생한 무름병 증상

가) 병 징

브로콜리 밑둥 및 잎자루, 화퇴에 피해를 준다. 처음에는 수침상의 반점으로 나타나고, 진전 되면 담갈색 내지 회갈색의 부정형 병반으로 변해 썩기 시작하며 물렁물렁하게 썩어 악취가 심하게 풍기는 병이다.

나) 병원균

병원균은 세균으로 2~8개의 주생모를 가진 그람음성의 짧은 간균이다. 크기는 $0.5\sim0.8\times 1.5\sim3.0\mu\text{m}$ 이며 고체배지상에서 회백색의 원형 또는 아메바상의 균총을 형성한다. 펙틴 분해효소를 생성하며 식물조직을 연화 부패시킨다. 생육온도는 $4\sim40^{\circ}\text{C}$, 최적온도는 $32\sim33^{\circ}\text{C}$ 의 고온균이며 다습조건에서 잘 자란다.

다) 발생생태

병원균은 곰팡이 병원균처럼 식물의 표피를 뚫고 직접 침입하기는 어렵고, 주로 빗물, 토양곤충 등을 통하여 식물체에 상처가 발생했을 때 상처부위로 침입한다. 토양 전염균으로 연작에 의하여 토양내 병원균의 밀도가 증가하고, 여름철 고온에서 비가 자주 올 때 발생이 많다. 토양 해충이나 선충 등에 의한 상처를 통하여 침입하며, 질소질비료를 많이 사용하면 식물체가 약해져 병 발생률이 높아진다.

라) 방제방법

- 병 발생이 심한 곳은 3~4년간 화본과나 콩과작물로 윤작하고 가능하면 물빠짐이 좋은 땅에 재배한다.
- 병든 식물은 일찍 제거하고 수확 후 병든 잎이 포장에 남아있지 않도록 토양 깊이 매몰하여 다음해의 전염원을 줄인다.
- 식물체에 상처가 나지 않도록 주의하고, 발병이 심한 곳은 재배하기 전에 토양살충제를 살포하여 해충을 방제한다.
- 질소질 비료를 너무 많이 주면 병 발생이 많아지므로 3요소의 균형시비가 되도록 한다.
- 세균성이면서 토양병해이므로 약제의 살포효과는 대단히 낮다. 따라서 예방적으로 약제를 살포하여야 한다.

3) 노균병(露菌病 : Downy mildew)



그림 23. 잎 및 화경에 발생한 노균병 증상

가) 병 징

초기에는 잎에 연한 황색의 작은 부정형 병반이 형성되고 잎 뒷면에는 하얀 곰팡이가 다량으로 형성된다. 육묘기에 발생하면 떡잎이 노랗게 변하면서 떨어진다. 정식 후 생육기에는 작은 병반들이 합쳐져 황록색이나 갈색으로 변하여 마른다. 수확기에 이르러서 발병하면 줄기 겉부분에 검은 반점이 생기고 화뢰표면이 울퉁불퉁하게 기형으로 변하며, 반으로 잘라 보면 줄기가 검은색으로 괴사되어 상품성이 없어지게 된다.



나) 병원균

크로미스타게의 난균문에 속하는 절대활물기생균으로 인공배양되지 않고 기주식물체에 만 기생한다. 병원균은 분생포자와 난포자를 형성하는데 분생포자낭의 크기는 $24\sim 27\times 12\sim 22\mu\text{m}$ 이고 난포자의 크기는 $26\sim 45\mu\text{m}$ 이다. 난포자는 월동을 위한 내구체로 불량한 환경에서 잘 견딘다. 병원균은 저온균으로서 포자발아 적온은 $7\sim 13^{\circ}\text{C}$ 이고, 발병최적 온도는 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 이다. 포자 발아에는 수분이 필요하므로 과습한 조건에서 발생이 많아진다.

다) 발생생태

노균병은 분생포자가 유주자를 방출하지 않고 직접 발아하여 식물체의 기공이나 겉껍질을 뚫고 침입한다. 종자전염과 공기전염을 하며 이른봄, 늦가을의 저온 조건하에서 비가 자주 올 때 많이 발생한다. 밀식하여 식물체간의 통풍이 나빠질 때, 생육후기에 비료기가 떨어져 쇠약하게 자랄 때 발생이 많아진다.

라) 방제방법

- 육묘를 할 때에는 과습하지 않도록 하고 하우스내 환기를 충분히 시킨다.
- 품종에 따라 발병 정도의 차이가 크므로 저항성 품종을 재배한다.
- 병든 잎은 일찍 제거하고 잔재물이 남지 않도록 모아서 토양 깊이 묻는다.
- 종자전염을 하므로 건진종자를 사용하거나 베노람 등의 약제로 종자소독 후 파종한다.
- 너무 밀식하지 않도록 하며 그늘진 포장에서의 재배를 피한다.
- 생육후기에 비료기가 떨어지지 않도록 웃거름을 충분히 준다.
- 토양이 과습하지 않도록 하고 배수가 잘되는 곳에 정식하도록 한다.
- 약제는 병원균의 밀도가 적은 발병 초기에 살포하여야 방제효과가 높다. 같은 농약을 계속 사용하면 병원균의 내성이 생겨 약효가 떨어지므로 주의 할 필요가 있다.



마) 브로콜리 재배지 노균병 발생현황(2007)

- 2006 재배면적 : 1,290ha(1,557농가)
- 노균병 발생면적 : 400ha (추정) → 재배면적 1,290ha의 31%
- 발생지역 : 애월, 한림, 한경, 성산 주산지

표 21. 주요 품종별 노균병 발생 조사 (제주도원, 2007)

품종명	필 지 수			발 생 정 도					비 고
	조사필지	발생필지	발병필지율	계	심	다	중	소	
계	170	52	31%	52	22	13	10	7	
그린돔	12	-	0	-					만생
시끼미도리96호	23	5	21	5	3	1	1		중생
시끼미도리예스 268호	48	27	56	27	16	6	3	2	중생
코요시	18	3	16	3		1		2	극조생
베리돔	14	4	28	4	2	1	1		중생
유메 624호	13	3	23	3	1	2			중생
야요이 155호	12	3	25	3			2	1	만생
그레이스	8	-	0	-					조생
기타	22	7	31	7		2	3	2	

※ 중생품종('시끼미도리 96호' , '시끼미도리예스 268호' , '유메624' , '베리돔')이 전지역에서 발생(70~80%)하였으나 '그레이스' , '그린돔' 등은 경미함.



표 22. 12~2월 수확용 브로콜리 품종별 노균병 발생 및 수량 (제주도원, 2007)

품종명	수확기 (월.일)	노균병 발생율 (%)	화퇴색	안토시안	화퇴중 (g)	상품수량 (kg/10a)
그린돔	1. 8 ~ 2.14	1	회록	약	426	1,732
브로드웨이	11. 28 ~ 12. 26	0	진녹	중	348	1,378
그레이스	11. 28 ~ 12. 22	0	진녹	중	326	1,382
나이스그린	11. 28 ~ 12. 18	0	연녹	중	322	1,384
베리돔	11. 28 ~ 1. 2	2	녹	없음	351	1,447
녹제	12. 7 ~ 1. 2	0	녹	중	322	1,373
그랜저	11. 28 ~ 1. 8	0	녹	중	314	1,321
노조미424호	11. 28 ~ 1. 29	57.4	회록	없음	492	824
시끼미도리96호	12. 6 ~ 1. 8	2.6	회록	없음	370	1,545
하마미도리	12. 14 ~ 1. 29	0	회록	없음	383	1,429
시끼미도리에스 268호	12. 14 ~ 1. 12	21.0	연록	없음	396	1,306
유메624호	12. 14 ~ 2. 12	20.4	녹	없음	446	1,584
야요이155호	1. 2 ~ 2. 14	39.7	녹	없음	394	916
만생그린돔	1. 29 ~ 2. 14	0.5	회록	약	455	1,936
탑그린	1. 2 ~ 1. 29	2.8	녹	없음	461	1,770

※ 정 식 일 : '06. 9. 20

※ 시험장소 : 제주시 애월읍 상귀소재 시험포장.

※ 노균병 방제 약제 2회(10. 17일, 11. 3일)살포로 농가포장에 비해 발생비율이 낮음.

중만생 품종에서 대부분 발생하며 품종별 발병정도의 차이가 큼.

4) 잘록병(立枯病 : Dumping-off)



그림 24. 정식 후 줄기에 발생한 잘록병 증상

가) 병 징

육묘기에 병이 발생하면 줄기부분이 잘록해지며, 병든 모는 잘 쓰러지고 말라 죽는다. 정식 후에 발생하면 생육초기에는 뿌리 지제부가 회갈색으로 변하며 잘록하게 썩어 들어가고, 지상부는 시들어 죽는다. 처음에는 한 두주 쓰러지는 모가 생기며 점차 주변 모로 옮겨가서 그대로 두면 육묘상 전체가 고사하며, 심할 때는 모와 모 사이에 서로 연결하는 거미줄 모양의 병원균 균사가 보인다.

나) 병원균

잘록병에 관여하는 균은 *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium* spp. 3종이며 이중 1가지 또는 복합감염으로 피해를 준다. 모두 토양에 서식하는 곰팡이의 일종이며, 종자내부에 존재하여 잘록병을 일으키기도 한다. 과습할 경우 *Pythium* spp., 건조할 때는 *F. oxysporum*, *R. solani*균이 주 발생 원인균이 된다.

다) 발생생태

병원균 토양내의 이병 잔재물이나 유기물에서 균사 혹은 균핵의 형태로 월동하여 다음해의 전염원이 되며, 발아한 종자의 어린 배축에서 나온 영양물질에 의해 균핵의 발아가 촉진된다.

병원균은 고온보다 약간 서늘한 환경을 좋아하므로 육묘 기간 중 비가 잦고 기온이 낮을 때 흔하게 발생한다. 또한 발아세가 약한 종자를 파종하거나 모가 웃자라거나 약하게 자랄 때 발생이 심해진다.



라) 방제방법

- 육묘용 상토는 소독하여 사용하거나 오염되지 않은 신선한 토양을 선택한다.
- 육묘시 토양의 과습에 의해 뿌리의 활력이 저하하지 않도록 하고 밀식에 의해 웃자라게 하거나 습도가 높지 않도록 유의한다.
- 균형 시비하여 튼튼한 모를 육성한다.
- 발병이 우려될 때는 적용약제를 토양에 관주해 준다.

5) 검은 무늬병(黑斑病 : Black spot)



그림 25. 잎에 발생한 검은 무늬병 증상

가) 병 징

잎에 갈색의 원형 반점이 생겨 확대되며, 병반끼리 서로 합쳐져 병환부가 탈락하여 구멍이 생긴다. 병든 잎은 아랫잎부터 말라 죽는다. 후기 병반의 표면에는 흑색의 가루가 생기기도 한다.

나) 병원균

분생자경은 곧거나 약간 굽은 모양이며, 담갈색 내지 황갈색을 띠고, 격막이 있다. 분생포자는 최고 20개까지 긴 연쇄로 형성되며, 간혹 가지를 치기도 한다. 분생포자는 황갈색 내지 암갈색, 관상형으로 그 상부의 끝부분은 둥근 모양이다. 1~10개의 횡경막과 간혹 1~2개의 종경막을 가지고 있다. 분생포자의 크기는 $12\sim70 \times 6\sim15\mu\text{m}$ 이다.

다) 발생생태

병에 걸린 식물체의 잔재물이나 종자에서 균사 혹은 분생포자의 형태로 월동하여 다음 작기의 전염원이 되며, 병환부 표면에 형성된 포자가 바람에 날려 공기 전염한다. 종자를 통해서도 전염된다. 한여름의 고온기나 가을 재배시 기온이 따뜻하고 비가 자주 올 때 발생이 많고, 생육후기에 비료기가 떨어져 생육이 약해지면 발생이 많아지는 경향이 있다.

라) 방제방법

- 병 없는 건전한 종자를 사용하거나 반드시 종자소독을 한다.
- 병든 잎은 일찍 제거하고 수확 후 재배포장에 남아있지 않도록 병든 잎 등을 제거하여 다음 해의 전염원을 사전에 차단해야 한다.
- 생육 후기에 충분히 웃거름을 주어 자람새를 좋게 한다.
- 브로콜리에 등록되어 있는 약제는 아직 없는 상태이다.

6) 균핵병(菌核病 : Sclerotinia rot)



그림 26. 줄기 및 화퇴에 발생한 균핵병 증상

가) 병 징

땅과 닿는 부위의 밑둥이 물러 썩으며 병든 식물체 주위에 흰색의 균사가 생긴다. 나중에 병든 식물체 주위에 발생했던 흰색 균사가 뭉쳐 쥐똥 모양의 균핵이 형성된다.

나) 병원균

자낭균에 속하는 곰팡이의 일종으로 균핵, 자낭반, 자낭포자를 형성한다. 균핵은 비교적 크며 흑색으로 표면이 매끄럽고 쥐똥모양을 하고 있으며 그 크기는 $1.2\sim13.5\times1.0\sim6.3\mu\text{m}$ 이다. 병원균의 생육범위는 $2\sim29^{\circ}\text{C}$ 이고 생육적온은 $22\sim24^{\circ}\text{C}$ 이다.

다) 발생생태

병든 식물체의 잔재물에서 균사 혹은 균핵의 형태로 월동 후 토양에서 전염되며, 2차 전염은 균사에 의하여 공기로 전염한다. 균핵은 토양속에 묻히면 장기간 생존할 수 없으며, 담수에 의하여 쉽게 부패된다. 기온이 20°C 내외로 서늘한 환경에서 비가 자주 올 때 발생이 많으며, 시설재배에서는 가온기간이 끝난 직후 습기가 많아지면 발생한다. 또한 연작에 의해 병원균의 토양 내 밀도가 증가하는 것도 발생이 심해지는 한 가지 원인이 된다.

라) 방제방법

- 발생이 심한 포장은 2~3년간 다른 작물로 돌려짓기 한다.
- 포장을 깊이 갈아엎어서 토양 표면에 있는 균핵을 토양 깊이 매몰한다.
- 토양을 태양열을 이용하여 소독하거나 토양 훈증제를 이용하여 소독 한 후작물을 재배한다.



나. 해 충

브로콜리에 발생하는 해충을 조사한 결과 25종이 발생하였는데, 그중에서도 배추좀나방, 도둑나방, 파밤나방, 담배거세미나방, 배추흰나비 5종이 큰 피해를 주고 있다. 봄재배에서는 배추좀나방과 배추흰나비에 의한 피해가 가장 많고, 가을재배에서는 배추좀나방, 도둑나방, 담배거세미나방, 파밤나방, 배추흰나비, 벼룩잎벌레의 피해가 큰 경향이다.

표 23. 브로콜리에 발생하는 해충 종류 및 피해정도 (제주도원, 2009)

해 충 명	피해부위	피해도
왕귀뚜라미 <i>Teleogryllus emma</i>	줄기	+++
파총채벌레 <i>Thrips tabaci</i>	잎	+
비단노린재 <i>Eurydema rugosa</i>	잎	+
폴색노린재 <i>Nezara antennata</i>	잎	+
양배추가루진딧 <i>Brevicoryne brassicae</i>	잎, 화퇴	++
무우테두리진딧 <i>Lipaphis erysimi</i>	잎, 화퇴	++
복숭아혹진딧물 <i>Myzus persicae</i>	잎	+
목화진딧물 <i>Aphis gossypii</i>	잎	+
벼룩잎벌레 <i>Phyllotreta striolata</i>	잎	++
청동풍뎡이 <i>Anomala albopilosa</i>	뿌리	++
완두굴파리 <i>Phytomyza horticola</i>	잎	+
씨고자리파리 <i>Delia platura</i>	줄기	+
배추좀나방 <i>Plutella xylostella</i>	잎, 화퇴	++++
배추순나방 <i>Hellula undalis</i>	잎, 심부	++
네눈썹가지 <i>Ascotis selenaria</i>	잎	+
왕담배나방 <i>Helicoverpa armigera</i>	잎, 화퇴	++
도둑나방 <i>Mamestra brassicae</i>	잎, 화퇴	++++
파밤나방 <i>Spodoptera exigua</i>	잎, 화퇴	++++
담배거세미나방 <i>Spodoptera litura</i>	잎, 화퇴	++++
뒷흰날개밤나방 <i>Peridroma saucia</i>	잎	+
양배추은무늬밤 <i>Trichoplusia ni</i>	잎, 화퇴	+++
뒷흰도둑나방 <i>Sarcophila illoba</i>	잎	++
배추흰나비 <i>Artogeria rapae</i>	잎, 화퇴	++++
작은뽕족민달팽이 <i>Deroceras reticulatum</i>	잎	+
명주달팽이 <i>Acusta despecta</i>	잎	+

※ 피해도 : + 소, ++ 중, +++ 다, ++++심



브로콜리 정식초기에 문제가 되는 해충은 귀뚜라미와 벼룩잎벌레, 풍뎅이, 씨고자리파리 등이다. 특히, 귀뚜라미는 주로 담벼락 주변에 있다가 이른 아침이나 초저녁에 밭 안으로 이동하여 브로콜리 밑동을 잘라 버린다.

브로콜리에 피해를 주는 나방 중 파밤나방과 도둑나방, 담배거세미나방은 알을 잎 뒷면에 무더기로 낳기 때문에 초기에 방제하지 못하는 경우 피해가 크다. 최근 들어 도둑나방에 의한 피해가 급증하고 있어 주의가 필요하다. 도둑나방은 처음에는 잎을 가해하지만 화뢰가 커지기 시작하면 화뢰 속으로 들어가 있어 유통 중에 애벌레가 기어 나와 문제가 되고 있다.



1) 배추좀나방(Diamond-back moth)



그림 27. 배추 좀나방 유충 및 성충

가) 가해증상

배추좀나방은 배추, 무, 양배추 등 배추과 채소와 냉이 같은 잡초의 잎을 가해한다. 크기가 작아 한 마리의 섭식량은 적으나 1주당 기생개체수가 많아 피해가 심하다. 어린벌레는 잎 뒷면에서 엽육 속으로 파고 들어가 흰색의 표피를 남긴다. 심하면 엽맥만 남기고 잎 전체를 식해한다.

나) 형 태

성충은 6mm 정도로 다른 나방류 해충들에 비해 크기가 작다. 앞날개는 흑갈색~담회갈색이고, 날개를 접었을 때 등쪽 중앙에 유백색의 다이아몬드형 무늬가 있는데, 암컷에 비해 수컷에서 더욱 뚜렷하다. 알에서 갓 깨어난 어린벌레는 담황갈색을 띠지만 자라면서 점차 녹색으로 변한다. 유충은 몸길이가 10mm 내외까지 자라며 머리부분은 담갈색, 몸은 진한 녹색을 띠는 방추형 유충이 된다. 다 자란 유충은 그물망을 치고 그 속에서 번데기가 된다.

다) 발생생태

겨울철 월평균 기온이 0℃ 이상 되는 지역에서 월동이 가능하며, 7℃ 이상이면 발육과 성장이 가능하다. 따라서 제주지역에서는 노지에서 유충과 번데기, 성충으로 월동을 하고 있으며, 늦봄부터 초여름에는 1세대 기간이 20~25일 정도로 발육속도가 빨라 포장에서 알, 애벌레, 번데기, 성충을 한꺼번에 볼 수 있다.

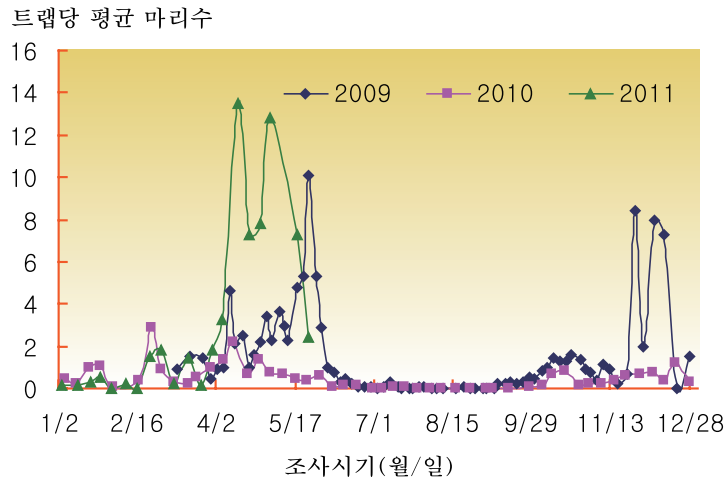


그림 28. 성페로몬트랩을 이용한 배추좀나방 연도별 연간 발생양상

라) 방제방법

- 연간 발생 세대수가 많고, 약제 저항성이 쉽게 유발되어 방제가 쉽지 않다. 배추좀나방 유충은 발육정도에 따라 살충율에 큰 차이가 있어서 3~4령의 유충과 번데기는 방제가 어려워 초기방제를 해야한다.
- 일반포장에서는 알, 유충, 성충이 혼재되어 발생하기 때문에 다발생시에는 7~10일 간격으로 2~3회의 약제를 살포한다.
- 효과적인 방제를 위해서는 반드시 작용특성이 다른 계통의 약제를 교호로 살포하여야 하며, 동일 약종을 2~3회 연용하지 않도록 한다.
- 약제 방제 외에 피복 재료를 이용한 해충 차단, 기생봉을 이용한 생물적 방제, 성페로몬을 이용한 교미 교란법 등 여러 가지방법이 시도되고 있다.
- 특히, 배추좀나방은 기주범위가 배추과 식물로 한정될 뿐만 아니라 이동거리도 크지 않기 때문에 휴한기에 재배포장 주변의 기주식물을 제거하면 발생시기를 늦출 수 있다.

2) 배추흰나비(Small white)



그림 29. 잎에 발생한 배추흰나비 알 및 유충

가) 가해증상

배추나 무밭에서 흔히 볼 수 있는 해충으로 어릴 때는 배추과 식물의 잎을 표피만 남기고 엽육을 가해하나, 다 자라면 엽맥만 남기고 폭식한다.

나) 형 태

발생시기와 암수에 따라 성충의 모양이 다르다. 암컷은 몸 전체가 백색이며, 길이 20mm 내외에 날개를 편 길이가 50~60mm이다. 수컷은 암컷보다 몸이 가늘고 검은 반점이 작으며, 암컷보다 더 희다. 봄에 나오는 것은 빛이 나고 여름에 나오는 것은 희고 작은 편이다. 알은 황색의 원추형으로 한 개씩 잎 뒷면에 낳는다. 유충은 30mm 정도까지 자라고 전체가 초록색으로 잔털이 많이 나 있다. 숨구멍 선에는 노란 점이 늘어서 있다.

다) 발생생태

연 4회 발생하며, 가해식물이나 근처의 수목 또는 민가의 담벽이나 처마에 붙어 번데기 상태로 겨울을 지낸 뒤에 이른 봄부터 성충이 되어 배추과 식물의 잎 뒷면에 알을 낳는다. 알에서 깨어난 애벌레는 바로 잎을 가해하기 시작하고, 다 자란 애벌레는 잎 뒷면이나 근처의 적당한 장소에서 번데기가 되며, 우화하여 세대를 되풀이한다.

라) 방제방법

유충은 약제 감수성이 커서 일반 살충제에도 잘 죽기 때문에 발생 정도를 보아 피해가 우려되면 약제를 1~2회 살포하거나 피해가 있는 포기에서 유충을 제거한다.



3) 파밤나방(Beet armyworm)



그림 30. 잎을 가해하고 있는 파밤나방 유충

가) 가해증상

브로콜리 정식 후 활착기부터 생육중기까지 발생이 심하며 기주범위는 배추과 채소뿐만 아니라 화훼류까지 넓어 피해가 심하다. 잎 뒷면에 알을 집단으로 낳기 때문에 어린 유충이 브로콜리 잎 뒷면을 가해하고, 유충이 커짐에 따라 브로콜리 엽맥만 남기고 폭식하는 경우도 있다.

나) 형 태

성충은 15~20mm에 날개 편 길이가 25~30mm로 같은 속의 담배거세미나방 보다 약간 작은 편이다. 몸은 전체적으로 밝은 회갈색이고 앞날개 중앙부에 황갈색 콩팥모양의 무늬가 있다. 알은 0.3mm 내외의 구형이며, 담황색으로 잎 표면에 좁고 길게 20~30개의 난괴로 산란한 뒤 인편으로 덮어 둔다. 부화 유충은 약 1mm 정도이며, 다 자라면 약 35mm에 달한다. 어린 유충은 담녹색에서 흑갈색에 가까운 것까지 다양하다.

다) 발생생태

노지에서 연 4~5회 발생한다. 고온성 해충으로 25℃에서 알부터 성충까지 28일 정도 소요되고, 1마리의 암컷이 20~50개씩 난괴로 총 1,000개 정도를 산란하므로 8월 이후 고온에서 발생량이 많다.

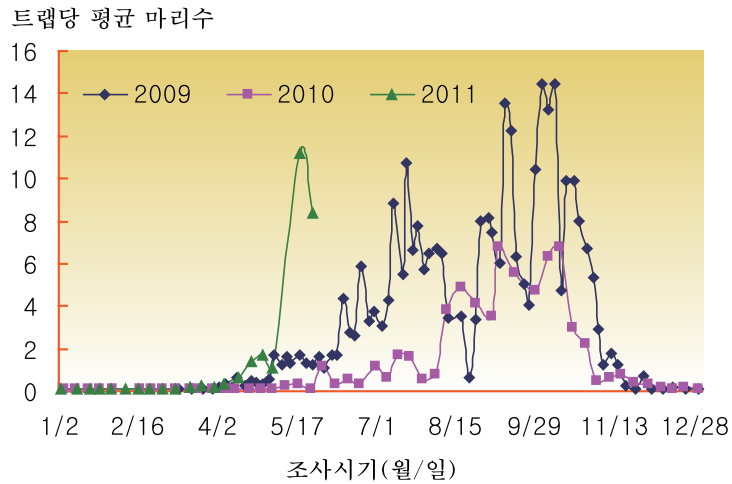


그림 31. 성페로몬 트랩을 이용한 파밤나방의 연도별 연간 발생 양상

라) 방제방법

비교적 어린 1~2령 유충기간에는 약제에 대한 감수성이 있는 편이지만, 3령 이후의 노숙 유충이 되면서 약제에 대한 내성이 증가한다. 따라서 포장을 잘 관찰하여 발생초기에 적용 약제를 5~7일 간격으로 2~3회 살포하는 것이 좋다.



4) 도둑나방(Cabbage armyworm)



그림 32. 잎 및 화경에 발생한 도둑나방 유충

가) 가해증상

봄, 가을에 피해가 심하고 브로콜리 화경 안쪽으로 파고 들어가 피해를 주기도 한다. 제주 지역에서는 10월 생산 브로콜리에서 문제가 되는 해충이다.

나) 형 태

성충의 날개 편 길이는 40~47mm이고, 전체가 회갈색~흑갈색이며 앞날개에 흑백색의 복잡한 무늬가 있다. 유충은 녹색 또는 흑녹색으로 색채변이가 심하다. 다 자란 유충 몸길이는 40mm로 머리는 담록~황갈색, 몸은 회녹색에 암갈색 반점이 많아 지저분하게 보이며, 기주식물 및 온도에 따라 녹색을 띠는 경우도 있다. 유충의 배마디 등쪽에八字 모양의 흑색 반점이 있으며, 8번째 마디 등면에 U자형의 검은 무늬가 뚜렷한 특징을 갖고 있다.

다) 발생생태

연 2회 발생하며 여름 고온기에는 번데기로 존재하고 성충은 8~10월 나타난다. 고랭지 저온지대에서는 한여름에도 발생이 많다. 성충은 해질 무렵부터 활동하기 시작하여 오전 7시경 산란하고 낮에는 마른잎 사이에 숨어 지내고, 노숙하면 땅속에서 번데기가 된다. 어린 유충은 잎 속에서 잎살을 갉아 먹지만 자라면서 잎 전체를 폭식하므로 피해를 받은 작물은 엽맥만 남는 경우도 있다. 주로 가을철에 피해가 심한데 9월 중하순~10월 상순에 알을 무더기로 낳으며, 피해 시기는 10월 상순~하순이다.

라) 방제방법

유충이 자라면서 브로콜리 속으로 들어가서 약제에 노출될 기회가 감소하여 방제하기 어려워진다. 이를 막기 위하여 적용 약제를 발생초기에 처리하면 효과가 있다.

5) 담배거세미나방(Oriental leafworm moth)



그림 33. 담배거세미나방 유충

가) 가해증상

담배거세미나방은 광식성으로 채소, 과수, 화훼, 잡초 등 약 40과 100종 이상의 식물을 가해한다. 채소류에서는 배추, 고추, 파, 양파 등에 피해가 많다.

나) 형 태

유충은 길이 40~45mm, 몸의 양측면에 긴 띠가 있다. 앞가슴을 제외한 각 마디의 등면 양쪽에 두개의 검은 반달점이 있으며 복부 첫째 마디와 여덟째 마디의 것이 다른 마디보다 크다. 등면을 따라 길게 나 있는 밝은 노란띠가 있는 것이 특징이다.

다) 발생생태

성충은 우화 후 2~5일 동안 1,000~2,000개의 알을 100~300개의 난피로 잎 뒷면에 산란한다. 난피는 암컷의 복부 끝에서 떨어진 털모양의 인편으로 덮여 있다. 산란수는 고온과 저습에 반비례하고 알은 상온에서 4일 후 겨울에는 11~12일 후 부화한다.

라) 방제방법

약제 저항성 개체가 출현하여 방제에 어려움이 있고 효과적인 생물적 방제인자도 없어 어려움이 가중되고 있다. 약제 방제시 가장 중요한 것은 어린 유충이 발생할 때 살포해야 한다는 것이다. 생물적 방제로는 기생천적인 고치벌, 맵시벌과 같은 기생봉을 이용하고, 미생물 천적으로 세균(BT), 곰팡이, 선충 등을 이용한다.

6) 배추순나방(Cabbage webworm)



그림 34. 브로콜리 새순에 피해를 주고 있는 배추순나방 유충

가) 가해증상

유충이 싹튼 성장점 부근을 갉아 먹어 피해를 준다. 성장하면서 잎 가장자리나 속의 새순을 먹으므로 식물체는 누렇게 말라 죽는다. 남부지방에 주로 발생한다.

나) 형 태

유충은 12mm 가량이고, 머리부분이 흑갈색이며 횡선이 있고, 몸 마디마다 작은 흑색 점과 가는 털이 있다. 노숙 유충은 잎을 말고 그 속에 들어가 용화하며, 번데기는 갈색으로 10mm 정도이다.

다) 발생생태

1년에 2~3회 발생하며, 번데기로 겨울을 지낸다. 4월에 제1회 성충이 발생하여 배추과 채소나 담배의 순에 알을 낳는다. 알에서 깨어난 1령 유충은 잎 표면을 기어다니며 갉아먹지만, 2령 부터는 잎을 실로 묶고 낮에는 속에서 먹고 밤에는 기어 나와서 갉아먹는다. 5령이 되면 실로 묶은 속에 들어 있으면서 황색으로 변하여 번데기가 된다. 제2회 성충은 6월에, 제3회 성충은 8월에 발생한다. 고온에 비가 많이 오면 발생량이 많아 피해가 심하며 성충수명은 10일 정도이다.

라) 방제방법

온도가 높고 비가 많이 올 때 심하게 발생하므로 많이 발생하는 지역에서는 본잎이 나올 때 1주 간격으로 적용약제를 2~3회 뿌려준다.

7) 양배추은무늬나방(Cabbage looper)



그림 35. 잎을 먹고 있는 양배추은무늬 나방 유충

가) 가해증상

유충이 배추, 양배추, 브로콜리, 무, 우엉 등의 잎 뒷면에서 엽육을 가해한다. 주로 여름부터 가을까지 발생하나 집단으로 발생하지는 않는다. 8월 하순 정식한 브로콜리에서는 피해가 심한 편이다.

나) 형 태

성충은 17mm 정도이며, 날개편 길이는 23~30mm이다. 앞날개 중앙의 은색무늬는 흰색에 가깝다. 다 자란 유충은 35~40mm 정도에 황록색이다.

다) 발생생태

월동 태와 연간 발생횟수는 불분명하며, 6월부터 성충이 출현하여 잎 뒷면에 1개씩 산란한다. 25℃에서 알 기간은 4일, 유충기간은 13일, 번데기 기간은 7~8일 내외이다.

라) 방제방법

브로콜리 및 양배추에서는 늦여름부터 가을까지 발생이 많으므로 이 시기에 배추흰나비와 동시에 방제한다.



8) 무테두리진딧물(Turnip aphid)



그림 36. 잎에 뒷면에 발생한 무테두리진딧물

가) 가해증상

브로콜리 잎 뒷면 혹은 화경부분에서 떼를 지어 즙액을 빨아 먹으며, 10여 종의 바이러스 병을 옮긴다.

나) 형 태

몸길이가 2.6mm로서 연한 녹색 또는 짙은 녹색으로 등에 흰 가루를 뒤집어쓰고 있다. 배의 등판 양쪽에 가슴의 옆 무늬와 나란히 무늬가 있으며, 3~5째 마디 등판 위에 띠무늬가 있다. 뿔관은 황갈색이나 끝이 검거나 거무스름한 원기둥 모양으로 뒤쪽이 약간 볼록하고 끝에 테두리가 발달하여 나팔모양이며, 테두리가 있다.

다) 발생생태

알 상태로 겨울을 지내며 4월 하순~5월 상순경에 알깨기를 하고 단위생식을 하며, 날개 있는 벌레가 되어 여름주기로 이동한다. 여름주기에서 10세대를 경과하는데 6월 하순, 8월 하순, 10월 상순에 발생 최성기를 보인다. 이 종은 무와 배추, 양배추 등 배추과 채소에 많이 발생한다.

라) 방제방법

브로콜리에 등록되어 있는 적용 약제를 발생초기에 살포한다.

9) 벼룩잎벌레(Striped flea beetle)



그림 37. 잎에 발생한 벼룩잎벌레

가) 가해증상

성충은 주로 배추과 채소의 잎을 갉아 먹어 구멍을 만든다. 배추, 무에서는 어린모에 피해가 많고 생육초기의 피해로 인한 구멍은 식물체가 자라면서 커져서 상품가치가 떨어진다. 유충은 무, 순무의 뿌리 표면을 불규칙하게 갉아 먹으며, 잎 상처부위로 병원균이 침입하여 검은 썩음병(흑부병) 발생의 원인이 되기도 한다.

나) 형 태

성충은 2~3mm 정도의 타원형이다. 전체적으로 흑색을 띤다. 성충의 날개 딱지에는 굵은 모양의 황색 세로띠가 2개 있으며, 위협을 받으면 벼룩처럼 튀어 도망간다. 다 자란 유충은 약 8mm 정도로서 유백색이며, 머리는 갈색이다. 토양중의 흙집 속에서 용화하며, 번데기는 2~3mm 정도의 크기이다.

다) 발생생태

성충으로 월동하고 연 3~5회 발생한다. 낙엽, 풀뿌리, 흙덩이 틈에서 월동한 성충이 3월 중·하순부터 출현하여 4월부터 약 한달 간 작물의 뿌리나 얇은 흙 속에 1개씩 총 150~200개의 알을 낳는다. 성충 밀도는 5~6월에 증가하며, 기온이 높은 8~9월에도 높은 밀도를 유지한다.

라) 방제방법

생육초기의 방제가 중요하므로, 정식전에 토양살충제를 처리하여 땅 속의 유충을 방제하고 짝이 튼 후나 아주 심은 후에는 브로콜리에 등록되어 있는 적용 약제를 살포하여 방제한다.



10) 씨고자리파리(Bean seed fly)



그림 38. 씨고자리 파리 성충 및 유충 피해 모습

가) 가해증상

씨고자리파리 유충은 지제부의 줄기 부분을 가해하는데 브로콜리는 시들어 지상부 생육이 크게 불량해지거나 고사한다.

나) 형 태

성충은 4~6mm 정도로서 집파리보다 약간 작다. 전체적으로 회색~회황색을 띠며, 복부는 긴 계란형, 날개는 투명하며 약간 어두운 띠를 갖고 있다. 다 자란 유충은 10mm 내외로 유백색이다.

다) 발생생태

연 4~6회 발생하고, 번데기 상태로 땅속에서 겨울을 난다. 성충은 봄부터 초여름에 발생이 많고, 한여름에는 거의 보이지 않다가 가을에 다시 나타난다. 계분이나 퇴비 등 유기물을 시용하면 성충이 많이 날아들어 유충 발생이 많아지는 경향이 있다.

라) 방제방법

정식 전에 적용약제를 포장 전면에 골고루 뿌리고 흙과 잘 섞어준다. 이어짓기하는 지역에서 피해가 심하므로 매년 발생하는 지역에서는 돌려짓기를 한다. 유기질 비료를 시용하는 경우 충분히 부숙된 것을 사용하고, 시용한 후 최소 2주 정도 지나 정식하는 것이 피해를 줄일 수 있다.

8. 수확 후 관리기술

가. 수확 및 선별

나. 호흡 및 예냉

다. 적정저장 온습도 조건

라. 저장고내 브로콜리 저장방식

마. 저장 후 출하시 온도 관리 및 주의사항



8. 수확 후 관리기술

가. 수확 및 선별

극조생종은 약 250~300g, 중만생종은 300~400g 정도의 크기에 도달하고, 화퇴의 작은 꽃들이 싹알정도 크기가 되면 즉시 수확을 한다. 수확 적기는 매우 짧으므로 일주일에 3회 정도로 나누어 수확한다. 수확할 때 꽃대의 길이는 15cm 정도로 자르는데 잎을 4~5개 붙여서 수확한다.



브로콜리 수확



브로콜리 운송

그림39. 브로콜리 수확 및 운송

단단하게 결구된 화퇴를 수확하고, 기온이 높은 시기에는 화퇴의 품온이 낮은 이른 아침에 수확하는 것이 좋다. 노지 재배시 이른 아침 수확하거나 비온 후 수확할 경우, 이슬 또는 물방울이 화퇴에 묻어 있는 경우가 많은데, 이는 저장 중에 곰팡이나 세균에 의한 부패를 가속화시키므로, 저장고 입고 전 물기를 잘 제거해 주어야 한다. 일부 농가는 강제통풍식 저온저장고에 예냉을 할 때 중·대형 선풍기로 이슬을 제거해 주기도 한다.



비가 올 때



이슬이 맺힌 상태



화퇴의 상처

그림 40. 피해야 할 수확시기 및 상태

브로콜리의 수확 후 품질 저하의 주 원인은 호흡 및 증산에 의한 시들음과 에틸렌 발생에 의한 황화이다. 브로콜리는 수확후 매우 적은 에틸렌을 생성하지만, 낮은 에틸렌농도에서도 빠르게 황화가 진행된다.



그림 41. 브로콜리 수확후 경과 일수에 따른 위조 및 황화

따라서 수확 후 선별시 마찰이나 상처로 인한 에틸렌이 발생되지 않도록 매우 세밀한 선별 작업이 필요하며, 화경에 붙어 있는 소엽 제거시 발생하는 상처에 의한 에틸렌에 의해서도 상품성에 영향을 미친다.

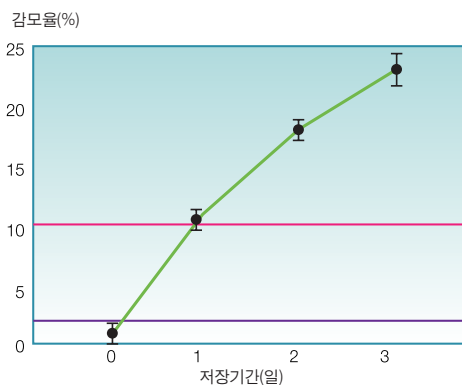


그림 42. 브로콜리 수확후 경과일수에 따른 중량감소

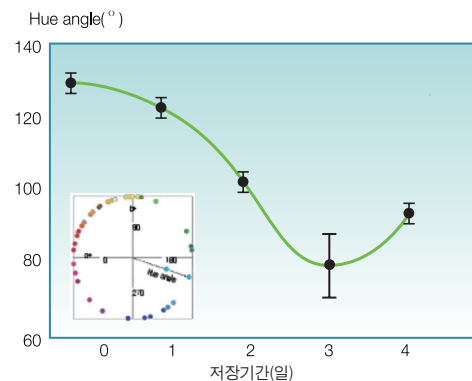


그림 43. 브로콜리 수확후 경과일수에 따른 색도변화

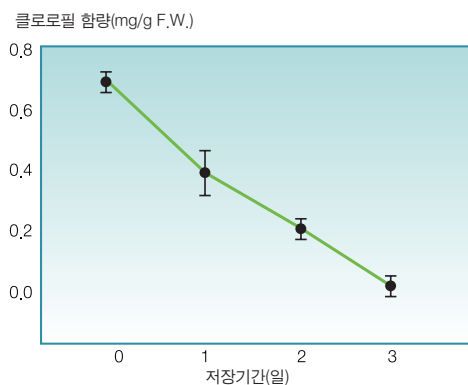


그림 44. 브로콜리 수확후 경과일수에 따른 클로로필 함량 변화

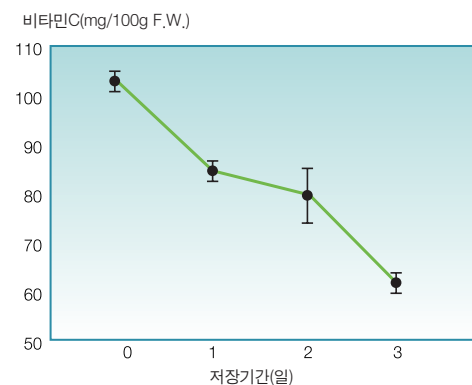


그림 45. 브로콜리 수확후 경과일수에 따른 비타민 함량변화

입고 전 화뢰가 부스러진 것이나 찢긴 것 등 물리적 상처를 받은 브로콜리는 철저히 선별해야 한다. 또 노지에서 잿빛곰팡이병, 검은곰팡이병에 감염된 브로콜리도 저장고에 입고된 후 주위의 신선한 브로콜리까지 빠르게 감염시키므로, 이병된 브로콜리를 철저히 선별하여야 한다.



수동식 선별라인



자동식 선별라인



선별장 차폐막

그림 46. 브로콜리 선별

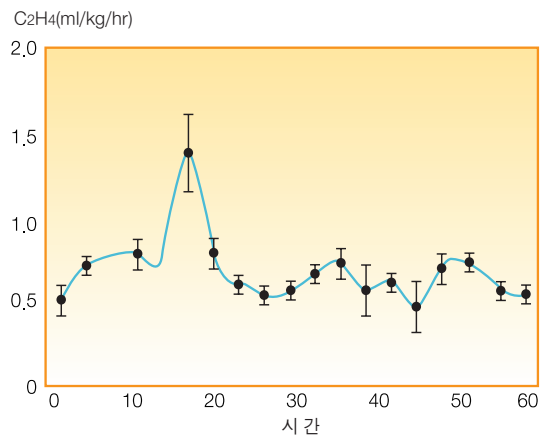
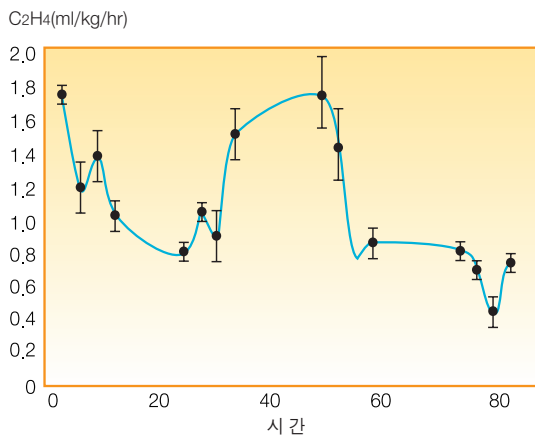
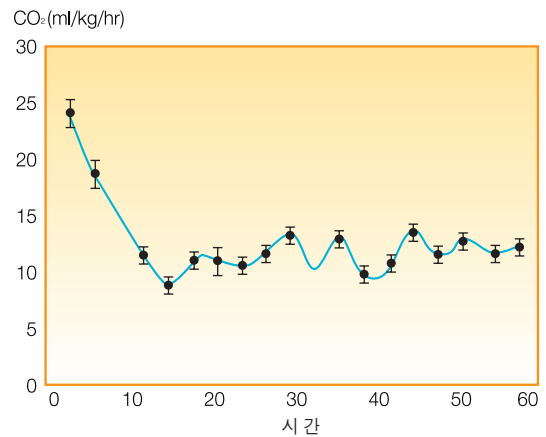
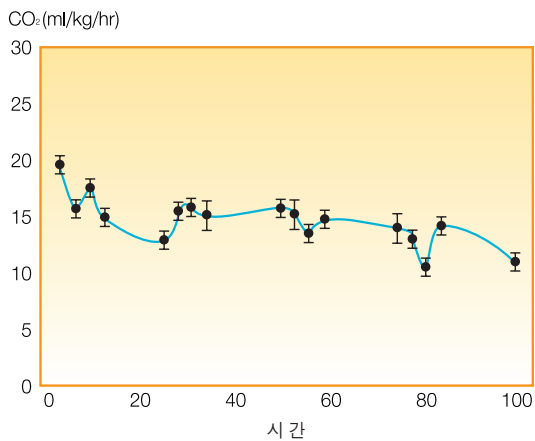
※ 선별작업시 유의사항

1. 잔엽 제거 및 선별시 상처에 의한 부패방지를 위하여 브로콜리를 부드럽게 다루도록 훈련한다.
2. 선별라인 작업시 면장갑을 착용한다
(차가운 브로콜리를 손으로 다루면, 손의 따뜻한 열에 의해 피해를 입을 수 있다. 온도가 0~2℃인 브로콜리를 15℃ 작업장에서 맨손으로 작업시, 30분 후 브로콜리 온도는 6~7℃로 상승한다.)
3. 선별라인에 브로콜리 상처 방지를 위한 패드를 부착한다.
4. 선별라인을 지나는 도중 브로콜리가 떨어지는 높이를 최소화한다.
5. 이동 및 적재시 내부 브로콜리가 흔들림이 없도록 가능한 단단하게 포장한다.
6. 적재상자의 강도를 적절하게 조절하여 눌림에 의한 압상이 일어나지 않도록 주의한다.
7. 개별 상자로 움직이지 않도록 팻릿단위로 적재한다.
8. 출하를 위해 탑차에 적재시 상자를 던지지 않고 최대한 부드럽게 다루어야 한다.

나. 호흡 및 예냉

브로콜리는 다른 채소에 비해 호흡속도가 빠르다. 브로콜리는 수확한 후 호흡, 증산, 에틸렌 생성과 같은 생명활동을 지속적으로 유지하게 되며, 이런 현상들은 주위 환경의 온도에 지배적으로 영향을 받게 되며, 습도, 가스농도, 미생물, 광, 바람 등에 의해서도 영향을 받는다.

호흡속도는 온도가 높을수록 크며 증산작용으로 수분이 증발하여 시들음 현상이 진행되면서 품질이 떨어지고 호흡작용에 의한 자체 영양분 소비로 저장수명이 짧아진다. 그 외에 품질에 영향을 미치는 조직의 연화 등 품질변화도 온도와 밀접한 관련이 있다.



무 예 냉

0℃, 24시간 예냉(강제통풍식)

그림 47. 브로콜리 수확 후 무예냉과 예냉시 호흡 및 에틸렌 발생 차이

온도와 호흡속도의 관계는 작목별로 다르나 온도가 10℃ 상승함에 따라 호흡량이 2~4배가 되어 품질저하가 심하므로 수확 후 자체의 품온을 떨어뜨린 후 저장하는 것이 저장수명을 연장하는데 효과적이다.

특히 여름철 수확되는 브로콜리는 외기온도가 높아 수확 후 1일이 경과하기 전 위조 및 황화에 의한 품질저하로 상품성을 잃게 된다. 따라서 수확 후 가능한 빨리 품온을 낮추어 호흡작용을 비롯한 생리작용을 저하시킬 필요가 있다.

이 작업을 예냉(precooling)이라 하는데, 현재 우리나라에는 세가지의 예냉방법이 사용되고 있는데, 첫번째는 저온고에서 냉기를 순환시켜 품온을 낮추어 주는 강제통풍(room cooling) 방식, 두번째는 공기냉각 방식 중 하나인 차압예냉(pressure cooling) 방식, 세번째는 미국에서 주로 사용하고 있는 방식으로 우리나라에는 최근도입된 빙냉(iced cooling) 방식이다. 빙냉 방식은 브로콜리의 품온과 습도를 동시에 유지시키는 방식으로 브로콜리 예냉에 효과적이다.

표 24. 브로콜리 온도에 따른 호흡량 및 호흡열

온도 (℃)	0	5	10	20
호흡량 (mg CO ₂ /kg · hr)	20 ~ 22	32 ~ 36	76 ~ 86	280 ~ 320
호흡열 (kcal/kg · hr)	1,220 ~ 1,342	1,952 ~ 2,196	4,636 ~ 5,246	17,080 ~ 19,520

표 25. 호흡률에 따른 채소류 분류

분류	호흡률 범위 (mg CO ₂ · kg ⁻¹ h ⁻¹ , 5℃)	채소종류	
		일반채소(Intact)	신선편이(Fresh-cut)
매우 낮다	< 5	마늘, 멜론, 양파, 고구마, 양파, 감자(성숙), 무, 수박, 호박(겨울)	
낮다	5-10	비트, 양배추, 켈탈로프멜론, 당근, 셀러리, 배추, 오이, 결구상추, 고추, 감자(미성숙), 무, 토마토, 호박(여름)	고추, 근대, 감자
중간	11-20	당근, 컬리플라워, 가지, 콩, 케일, 잎상추, 딸기	켈탈로프멜론, 당근, 오이, 양파, 마늘, 양배추, 결구상추, 호박
높다	21-30	엔다이브, 파, 시금치	컬리플라워, 상추, 치커리, 엔다이브
매우 높다	>30	아스파라거스, 브로콜리, 버섯, 파슬리, 콩, 옥수수	브로콜리, 버섯, 완두

수확 후 신속한 예냉은 브로콜리 품질 유지에 매우 중요하다. 브로콜리는 수확 후 늦어도 6시간 이내에 예냉을 시작하는 것이 황화로 인한 품질 저하를 방지하는 데 효과적이다.

예냉시 품온의 확인은 화퇴 중심부에 센서를 투입하여 측정한다. 강제통풍냉각식 예냉고에서는 냉기가 브로콜리에 접촉하도록 바람이 통과하는 길을 확보한다. 차압통풍냉각식은 냉기가 출하용기의 통기공을 확실하게 통과하도록 주의하고 예냉시 수분손실이 일어나지 않도록 품온을 떨어뜨리는 범위에서 최대한 단시간 예냉을 실시한다.

차압식예냉의 경우 설정온도를 0℃로 했을 때 1~5시간 이내에 예냉을 완료할 수 있지만, 기기의 온도편차로 인해 예냉 중 동해가 발생할 위험이 있기 때문에 온도를 5℃로 설정하여 실시한다.



그림 48. 브로콜리 예냉 방식(강제통풍식, 차압식예냉, 빙냉식예냉)

표 26. 작물별 상품성을 유지하기 위한 수분손실 최대 허용치

작 물	최대허용치(%)	작 물	최대허용치(%)
샐 러 리	10	배	7.5
브로콜리	10(미국 2)	복 송 아	16.4
상 추	5	감	13.3
감 자	7	토 마 토	7
당 근	8	딸 기	6

다. 적정 저장 온·습도 조건

브로콜리의 저장을 위한 적정 온도는 0℃, 상대습도는 95% 이상이다. 이 조건 하에서 브로콜리는 2~3주간 뛰어난 품질로 저장이 가능하다. 시들음을 최소화하기 위해 유공 플라스틱 필름 포장도 권장할 수 있다. 장기 저장동안 브로콜리 품질을 저하시키는 요인은 시들음, 화뢰와 잎의 황화, 꽃봉오리의 느슨해짐 또는 열림 그리고 부패이다.

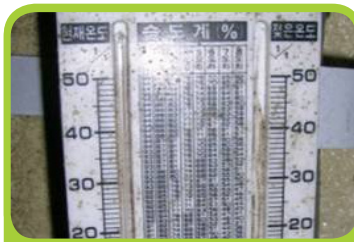
브로콜리는 수확 후 빠른 시간 내에 예냉을 통해 품온을 낮춘 후, 저장고로 옮겨지는데, 이때 저장고의 온도 및 습도가 시들음, 화뢰의 황화 등 품질에 많은 영향을 미친다. 온도가 10℃ 상승함에 따라 호흡량이 2~4배가 되어 품질저하가 심하므로 수확 후 자체의 품온을 떨어뜨리는 것이 저장수명을 연장하는데 효과적이다.

저온저장고의 온도는 편차가 있을 수 있기 때문에 저온저장고 외부에 설치되어 있는 온도계에 의지하지 말고 내부에 온도계를 설치하여 수시로 확인한다.

온도계 설치 외에도 플라스틱이나 고무통에 물을 받아 저온저장고 내부의 3~4개 장소에 넣어두며, 물이 살짝 얼 정도의 온도가 유지되는지 수시로 확인한다.



저온저장고 부착 온도계



저장고 내 온도계 설치



물의 어는점 활용

그림 49. 브로콜리 저온저장고내에 온도계 설치 및 확인

일수

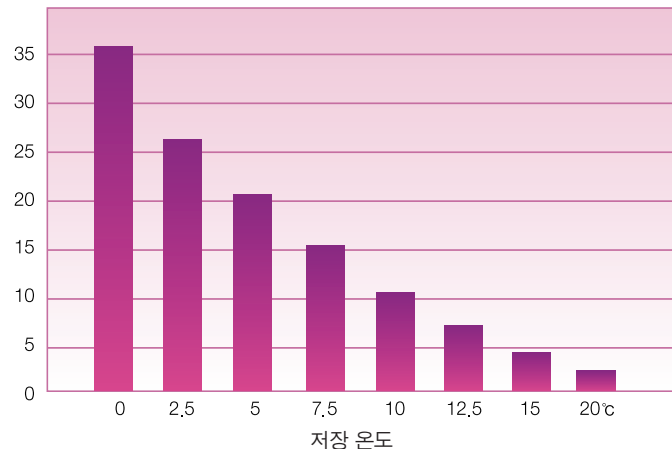


그림 50. 브로콜리 저장온도에 따른 저장기간(황화 개시일)

습도가 높을수록 수분 손실율이 낮아져 보다 장기간 저장할 수 있으므로 저장고 습도를 높게 유지시켜 주는 것이 필요하다. 그러나 저장고내 환경이나 초기에 저장되는 원예산물이 미생물에 오염되어 있을 경우, 습도가 높으면 높을수록 곰팡이 및 세균 감염율이 높아지므로 저장고 소독 및 저장 작물의 선별을 철저히 해야 한다.

저장고내 소독은 차아염소산나트륨, 제3인산나트륨 또는 베노밀 수화제 등의 함유한 약제를 뿌려서 저장고 내부를 소독한다. 차아염소산나트륨을 사용할 경우에는 일반 시판되는 클로락스를 2~5%액으로 희석하여 사용한다.



그림 51. 브로콜리 저온저장시 발생하는 병해

구분	락스	물
2%	4 ℓ	200 ℓ
5%	10 ℓ	200 ℓ



그림 52. 브로콜리 저온저장 소독시 락스 희석 배율

저장고내 습도 유지를 위해서는 저장 전에 저장고 바닥에 충분히 물을 뿌려 콘크리트 바닥의 수분 탈취를 줄이도록 하고, 저장고 내 입고되는 용기는 가능하면 수분 흡수가 적은 것을 이용하는 것이 좋다. 나무상자나 골판지 상자는 저장 전에 대체로 건조한 상태에서 입고되기 때문에 초기에 생산물로부터 많은 수분 탈취가 일어나는 원인이 된다.

가습기를 이용하여 인위적으로 수분함량을 높일 때는 분무 입자를 적게 하여야 효율적이며, 가습기 가동시 수분 응결을 최소화 할 수 있다. 가습기의 용량은 저장고의 방습 정도나 저장고 내 온도 편차에 따라 선택해야 하지만 일반적으로 4ℓ/시간/Ref Ton(톤당 4리터)의 가습용량이면 저온저장고의 상대습도를 95% 유지할 수 있다.

라. 저장고내 브로콜리 저장 방식

브로콜리 수확 후 저장고내 입고 방법도 선도 유지 기간에 영향을 미친다. 현재 브로콜리나 기타 과채류의 저장시 골판지 박스나 PE박스가 이용되고 있고, 속포장재도 신문지, PE필름, PE필름+유공 등 다양한 방법들이 이용되고 있다.

브로콜리를 저장고내 적재할 경우는 브로콜리가 냉기에 골고루 접촉할 수 있도록 일정한 간격을 두고 적재하는 것이 바람직하다.

적재량은 저장고 총 용량의 70~80%정도가 되도록 적재하는 것이 좋다. 과다하게 저장할 경우 부패가 발생할 확률이 높아진다. 보통 다섯 단~여섯 단을 쌓고 중간에 팔레트를 삽입하여 공기 이동통로를 만들어 주며, 벽면으로부터 20~30cm 이상, 적재상자의 최상단 높이와 천장 간에는 60cm 이상의 간격을 유지하고, 옆 단과의 사이도 주먹 두개 정도가 들어갈 정도의 틈을 두고 적재하여야 냉기의 순환이 원활해진다.



그림 53. 브로콜리 저장시 적재 모습

저장고 내 입고시 속포장 없이 바로 PE박스에 적재하여 입고할 경우 빠르게 위조가 일어나 상품성이 저하된다. 이를 방지하기 위해 저장고 습도를 유지해 주어야 하지만, 저장고내 상대습도가 95% 이상 유지하기 어려우므로 적재시 외포장 또는 속포장 등을 통하여 수분을 유지하는 조치가 필요하다. 포장재로는 HDPE(고밀도PE필름), LDPE(저밀도PE필름) 필름이 주로 사용되고 있다.



그림 54. 브로콜리 저장시 습도유지를 위한 HDPE 속포장 방법(저장 60일 후)



그림 55. 브로콜리 저장시 부적절한 적재 및 속포장 모습

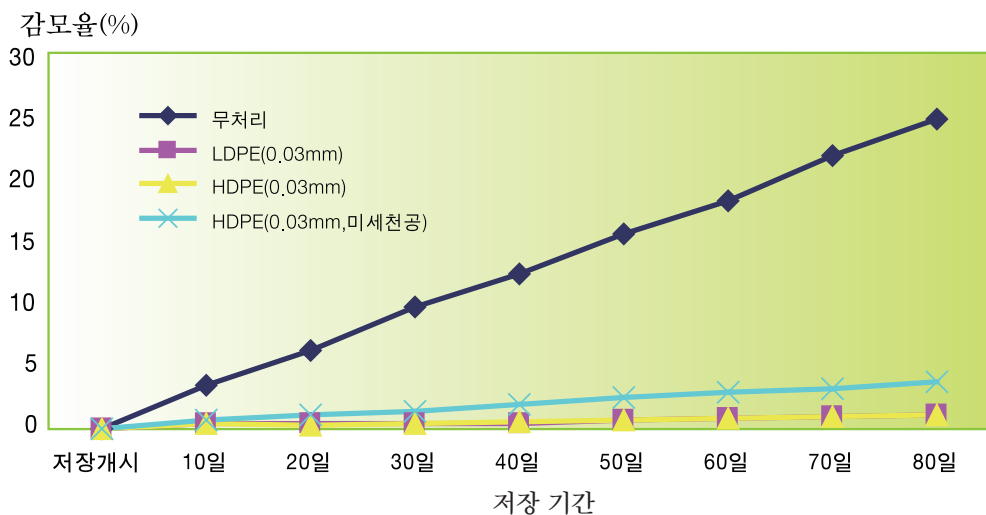


그림 56. 브로콜리 포장재에 따른 저장기간 동안 중량감소율 변화

브로콜리 포장재에 따른 저장기간 동안 중량감소는 무피복시 중량 감소율이 뚜렷하게 높아졌으며, 저장 30일후 상품성을 상실하는 10% 중량 감소율에 도달하였다. HDPE(0.03mm, 미세천공) 처리구에서 타포장재 보다 중량 감소율이 다소 높았으나, 저장 80일 후 까지도 3% 이내의 낮은 중량 감소율을 나타내었다.

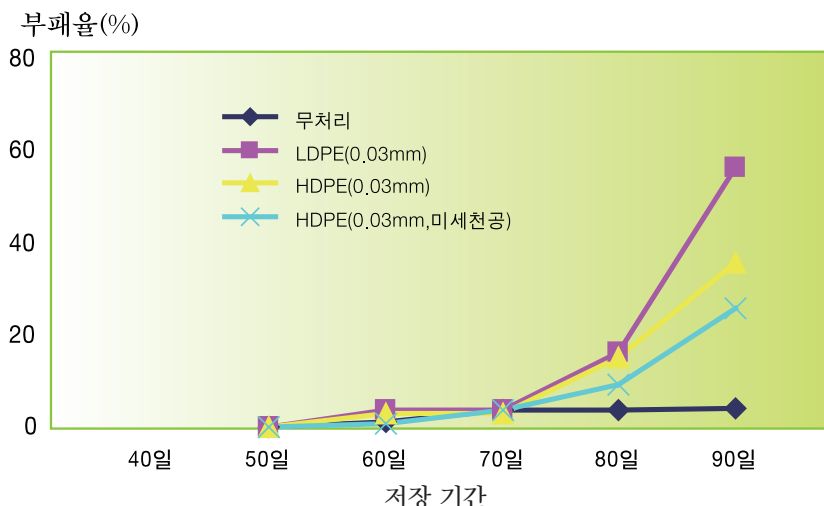


그림 57. 브로콜리 포장재에 따른 저장기간 동안 부패율

브로콜리 저장 중 부패는 화뢰의 표면에 발생하는 잿빛곰팡이병균에 의해서 주로 발생하였으며, 저장 60일 후 부터는 모든 처리에서 부패 증상이 발생하기 시작하였고, 부패율은 무 피복보다 PE 비닐피복시 높은 경향이였다.

브로콜리는 저장을 오래하게 되면 브로콜리 특유의 이취가 발생하여 상품성을 잃는다. 이취발생은 저장 50일 후 LDPE(0.03mm)와 HDPE(0.03mm) 처리구에서 약하게 발생하였으며, 개봉 후에는 쉽게 사라지는 정도였고, 저장 60일부터는 다소 발생하는 정도였다. HDPE(0.03mm, 미세천공) 처리구에서는 저장 60일 후부터 이취가 발생하였으나, LDPE(0.03mm) 처리구에 비하여 이취발생 정도가 낮은 경향이였다.

표 27. 포장재에 따른 이취발생정도

처리내용	30일후	40일후	50일후	60일후
무 처 리	-	-	-	-
LDPE(무공)	-	-	+	++
HDPE(무공)	-	-	+	++
HDPE(미세천공)	-	-	-	+

※ 이취 - : 없음, + : 약함(개봉후 쉽게 사라짐), ++ : 중간(개봉후 약간 남아있으나 상품성 있음)
+++ : 강(개봉후 시간 경과시에도 계속 남아 있음)

표 28. 포장재에 따른 저온저장시 상품유지 가능기간

처리내용	무처리	LDPE (0.03mm))	HDPE (0.03mm)	HDPE (0.03mm,미세천공)
저장기간 (일)	30	50	50	60

브로콜리 포장재에 따른 감모율, 부패율, 이취발생을 등을 고려한 상품유지 가능기간은 무피복 처리구인 경우 부패율은 낮으나, 감모율이 높아 30일, LDPE(0.03mm), HDPE(0.03mm) 피복처리구는 50일, HDPE(0.03mm,미세천공)처리구에서는 60일간 상품성이 유지되었다.

※ 브로콜리 저온 저장시 주의점

- 저장 전 저장고 및 저장상자를 클로락스 2~5%액으로 씻은 후 저장고가 마를 때까지 환기 시킨다.
- 통기성 필름으로 포장하여 시들음을 방지한다.
- 저장고내 온도가 0℃ 유지되는지 저장고 실제 온도를 확인하고 편차를 최소화 한다.
- 저장고내 습도는 95% 이상 되도록 저장고내 가습기를 설치하거나 바닥에 지속적으로 물을 뿌려준다.
- 먼저 저장된 브로콜리가 먼저 출하될 수 있도록 입고날짜를 표시한다.
- 브로콜리 저장 상자는 벽면에서 20cm 띄워서 보관한다.
- 브로콜리 저장상자를 쌓은 후 1m 높이에서 팔레트를 삽입하여 팔레트 사이를 20cm 이상 띄워준다.
- 천정과는 60cm 이상 띄워 공기의 흐름이 원활하도록 한다.
- 바닥에는 팔레트를 깔아서 공기 통로를 확보시켜 준다.
- 저장상자는 통기성이 좋은 것을 선택한다.



마. 저장 후 출하시 온도 관리 및 주의사항

저장 후 출하시의 온도 관리도 유통 중 브로콜리 품질에 큰 영향을 미친다. 저온 저장 후 상온에 처했을 때 브로콜리는 이슬이 맺히게 되어 부패가 촉진되며 황화와 노화가 동시에 진행된다.

따라서 출하시 온도편차가 나지 않도록 저온유통이 필요하며, 저온유통을 할 수 없을 경우에는 단계적으로 온도를 높여 온도편차를 최소화 하여야 한다.

예) 저장온도 0℃ → 출하직전 저장고온도 5℃ → 운송 탑차 10℃ → 공판장 15℃

운송시 진동 및 유동으로 인한 압상을 방지하기 위해 적합한 골판지 상자를 사용한다. 온도가 높은 시기에 출하할 때에는 중량감소와 황화를 방지하기 위하여 스티로폼 상자에 얼음을 채워 운송하도록 한다.



저온 탑차 운송



출하용 골판지 상자



스티로폼 상자

그림 58. 브로콜리 출하용 상자 및 운송방법

□ 참고자료

고순보, 홍순영. 2009. 브로콜리 연중안정생산 및 수확 후 관리기술 개발. 농촌진흥청

김영욱, 김빈군, 윤병두, 최종현, 박진선. 2003. 양채류재배. 농촌진흥청

박효근, 김병환, 목일진, 오대근. 2008. 한국채소종자산업발달사. 한국종자협회

한국채소종자 산업발달사 편찬위원회.

손정수 등. 2005. 원예산물 수확후 관리기술. 농촌진흥청

윤진영, 이수성, 오대근. 1984. 양채류 품종수집 및 선발시험. 원예시험장 연구보고서. 142-155.



브로콜리 재배기술

발 행 인 제주특별자치도농업기술원장 고 성 준

편 집 인 연구개발국장 강성 근

저 자 고 순 보

공 저 김성배, 홍순영, 송정흡, 강호준, 조미애(국립원예특작과학원)

편집기획 원예연구과장 김영호
원 예 연 구 과 고태신, 김정선, 성문석, 고승찬,
조연동, 고상환, 김석만

발 행 일 2011년 월

발 행 처 제주특별자치도농업기술원
TEL : (064) 760-7224, FAX : (064) 760-7299

인 쇄 처 남도인쇄사 (064) 733-6633

