

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
중장기 Code	C04/IC031975	RIMS Code			
연구과제 및 세부과제		연구분야(Code)	수행기간	연구실	책임자
동해안 식용마 생산성 제고연구		C04 IC031975	'09~'10	특화작물 시험장	김기선
1) 대서마 종묘생산 기술 확립		"	'09~'10	"	김기선
2) 식용마 생산성 제고 확립		"	'09~'10	"	김기선
색인용어	식용마, 대서마, 생산성, 종묘생산				

1. 연구목표

마과(Dioscoreaceae)는 백합목(Liliales)에 속하는 덩굴성 다년생 초본으로 전 세계에 10속 650여종이 주로 열대와 아열대, 동아시아, 지중해 연안과 미주지역에 분포한다(1996. 오 등). 식용으로 이용하는 괴경의 크기나 품질은 재배지의 기후 및 토양에 따라 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 현재 우리나라에서 주로 재배되고 있는 계통은 장마, 단마가 주종을 이루고 있으며 등근마도 점차 면적이 늘어가는 추세이다. 하지만 장마의 경우 괴경이 직근형으로서 토심이 깊은 하천변 미사질토양으로 재배지가 한정되어 있고, 단마는 괴경의 형태가 불규칙하여 상품성이 떨어지는 단점을 갖고 있다. 이에 비해 등근마는 수확작업이 쉽고 괴경의 고품질 함량이 다른 계통에 비하여 높지만 수량이 적고 지상부의 주아가 거의 착생되지 않아 번식이 어렵다. 대서마(*D. alata*)는 토질의 적응성이 다른 계통에 비하여 우수하며, 생장속도도 무척 빨라 재래종에 비해 2~3배 정도 수량이 많다. 괴경모양은 원통형으로 가공에 적합한 형태를 지니고 있어 향후 대량생산에 의한 다양한 제품화를 기대 할 수 있다. 그러나 대서마(*D. alata*)는 지상부의 주아가 착생되지 않아 증식이 어려우며 동절기에 저장성이 약하여 쉽게 부패되어 감모율이 높은 문제점을 안고 있다. 따라서 대서마(*D. alata*)의 안정적인 생산기반을 위하여 장기저장 할 수 있는 저장환경을 구명하여 수확 후 관리체계를 확립하는 것이 시급하다. 또한 재배지 환경에 따라 다양한 품질의 마가 생산되고 있지만 품질향상을 위한 요인구명이 부족한 실정으로 연작피해를 줄이고 고품질 식용마 생산이 가능한 재배지의 토양 기준설정이 요구되고 있다.

2. 주요 결과

<제1세부과제 : 대서마 종묘생산 기술 확립>

1) 저장중 주요 병원균 병원성 검정

저장 중 가장 빈번히 발생하는 푸른곰팡이병(Blue mold)의 주요 병원균인 *Penicillium* sp.는 불완전균으로서 대부분 농작물에 가장 많은 피해를 준다(2005. Taiz & Zeiger). 특히 *Penicillium sclerotigenum*은 대서마(*D. alata*) 저장중 부패를 일으키는 주요 병원균으로 보고(1980. 明日山水文 等)되었으며 국내에서도 마의 저장중 부패 원인균으로 *Penicillium sclerotigenum*, *Pe*

*nicillium polonicum*을 분리동정 하였다(유 등, 2008). MEA배지에서 배양된 *P. sclerotigenum*를 현탁액으로 만들어 대서마 절편을 접종하고 7일후 관찰한 결과 외부에 청색포자가 발생하였으며 내부는 초기 황색에서 암갈색으로 부패가 일어났다(그림 1-1). *P. polonicum*은 감염조직에서 흰색포자가 발생하였으며 내부는 *P. sclerotigenum*와 마찬가지로 암갈색으로 부패되었다. 병원성은 두 병원균에서 뚜렷하게 관찰되었으며 특히 *P. sclerotigenum*이 좀더 부패 정도가 심하게 나타나 병원성이 강한 것으로 판단된다.

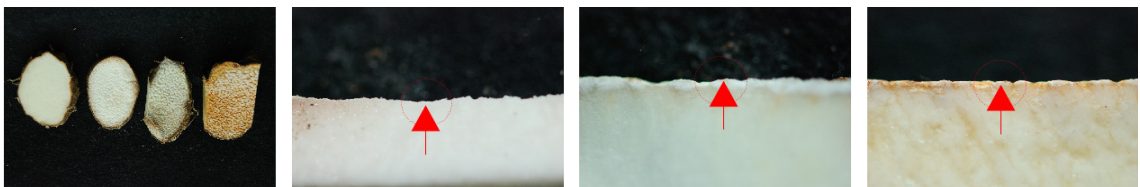


<그림 1-1> *Penicillium sclerotigenum*(좌), *Penicillium polonicum*(우)

2) 대서마 저장전 큐어링 처리 조건 구명

큐어링은 유상조직(코르크층)을 발달시켜 절단면이 내부층을 보호하기 위한 저장방법으로 온도 및 습도가 중요한 요인으로 알려져 있다(1997. 농촌진흥청). 대서마의 괴경을 인위적으로 절단한 것과 수확중 절단된 것을 구분하여 습도 90% 이상에서 3일간 처리(23, 28, 32℃)한 결과 코르크층 형성율은 28℃ 이상에서 93 ~ 96%로 양호하였으나, 23℃에서는 52%로 낮게 나타나 대서마의 큐어링에 적합한 온도는 28℃ 이상이였다(그림 1-2).

표 1-1에서 병 발생율은 온전하게 수확된 괴경을 28℃ 이상에서 처리할 경우 무처리에 비하여 현저히 낮게 나타났다. 이것은 전처리가 상처부위의 치유뿐만 아니라 건전주의 표피도 강화시켜 병원균의 침입을 막는 효과가 있는 것으로 판단된다. 중량감소율은 온도 처리별로 차이가 없었다.



(무처리, 23, 28, 32℃)

(23℃, 형성율 53%)

(28℃, 형성율 93%)

(32℃, 96%)

그림1-2. 온도 처리별 코르크층 형성율

표 1-1. 전처리후 저장중 병발생율 및 중량감소율

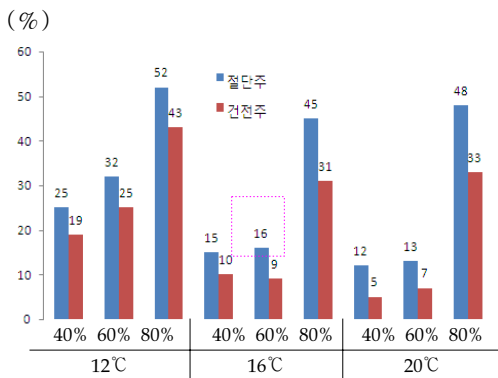
(단위 : %)

구분	무처리	23℃	28℃	32℃
병발생율	절단주	43	28	18
	건전주	25	21	10
중량감소율	절단주	21	14	15
	건전주	15	13	12

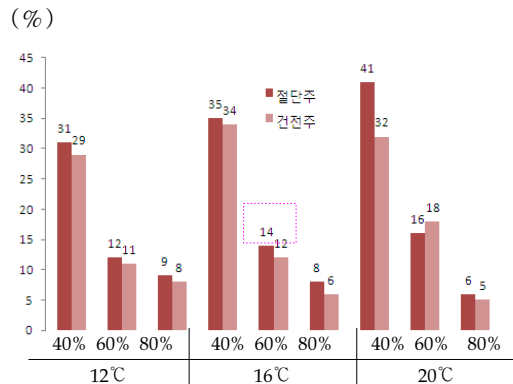
※ 조사기준 : 습도 90%, 3일간 처리 후 6개월간(16℃, 60%) 저장

3) 대서마 저장조건 구명

일반적으로 알려진 대서마의 장기 저장방법은 약 4일간 30℃, 습도 90%~95%에서 methyl bromide로 훈증하고 본저장은 온도 16℃, 습도 70~80%가 장기저장에 적합하다고 하였다(1980, US handbook). 또한 저장중 대서마의 냉해 한계온도는 13℃이며 고습도, 에틸렌가스에 민감하여 부패되기 쉽다고 하였다. 앞 시험에서 전처리 효과가 가장 양호하였던 28℃, 습도 90%로 3일간 큐어링한 후 6개월간 각각 다른 온도 및 습도로 저장한 결과 온도에 따른 부패율은 12℃처리구에서 건전주 19~43%, 절단주 25~52%로 가장 높게 나타나 한계온도에 대한 보고와 일치하였다(그림 1-3). 16℃와 20℃에서는 처리간의 부패율 차이는 크지 않았지만 20℃에서 저장중 시료의 75%가 맹아가 발생하여 장기저장에는 불리하였다(그림 5). 저장중 습도는 각 저장온도 별로 습도가 높을수록 모두 부패율도 증가하는 경향을 보였다 특히 80% 고습조건에서는 60%와 40%에 비하여 월등히 높게 나타났는데 이것은 주요 병원균의 증식에 관여하는 중요한 인자는 온도보다 습도임을 시사한다. 이에 대하여 *Penicillium* 등 곰팡이균이 많이 발생된 저장고의 평균습도는 80~95% 였으며 이미 시작된 곰팡이 발생은 전체 마에 영향을 미쳤다(1999. 정 등)는 보고를 감안할 때 장기저장을 위한 적정습도는 60%인 것으로 판단된다. 중량감소율은 습도가 낮을수록 높게 나타났으며 온도처리간의 차이는 크지 않았다(그림 1-4). 기내시험에서도 *Penicillium sclerotigenum*, *Penicillium polonicum*균 모두 습도 80% 조건에서 병원성이 강한 것으로 확인되었다(표 1-2). 따라서 대서마의 저장기간 동안 병원균 증식억제와 냉해 및 중량감소율 등을 고려할 때 6개월 이상 장기저장에 적합한 환경은 큐어링 후 온도 16℃, 습도 60%인 것으로 사료된다.



<그림 1-3> 부패율



<그림1-4> 중량감소율

표 1-2. 마의 저장온도 및 습도에 따른 2종 *Penicillium*균의 병원성

병원균	저장환경조건(온도 및 습도)					
	12°C		16°C		20°C	
	60%	80%	60%	80%	60%	80%
<i>P. polonicum</i>	++ ¹⁾	++	++	++	++	+++
<i>P. sclerotigenum</i>	++	+++	+	+++	+	+++

¹⁾ 병원성 : +++ (절편의 50% 균사체 감염), ++(절편의 21-49% 균사체 감염), +(절편의 20% 이하 균사체 감염)



습도 40%(절단면 갈라짐)



습도 60%(양호)



습도 80%(균 증식)



온도 20℃(곰아 75% 발생)

<그림 1-5> 습도 및 온도처리별 괴경

4) 저장 중 보관방법 개선효과 구명

수확된 생산물의 전통적인 보관방법은 과일의 경우 수확상자를 쌓아두거나, 종이박스에 넣어 저장하는 방법이었다. 대서마의 경우 저장온도가 다른 작물에 비하여 높고, 습도는 낮아 저장중 수분증발에 의한 감량이 많다. 따라서 농가에서 쉽게 구할 수 있는 왕겨나 톱밥등 충전제와 생산물 용기에 대한 효과를 시험한 결과 중량감소 억제효과는 톱밥> 종이포장> 왕겨 순이었으나 부패율은 왕겨가 다른 처리구에 비하여 5~13%로 높게 나타나 충전제로는 부적합하였다(표 1-3). 보관용기는 종이상자와 나무상자가 재질의 특성상 수분증발 억제에 유리하였고 부패율은 처리간 차이가 없었다 따라서 중량감소를 줄이기 위한 대서마의 보관은 톱밥 + 플라스틱상자, 종이포장을 이용하는 것이 효과적으로 나타났다.

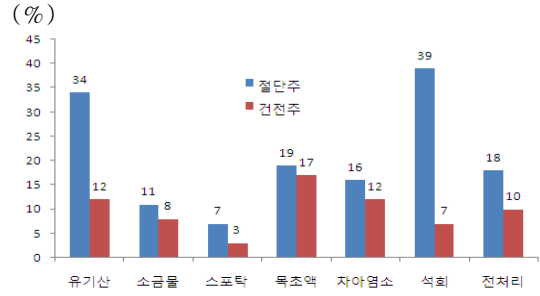
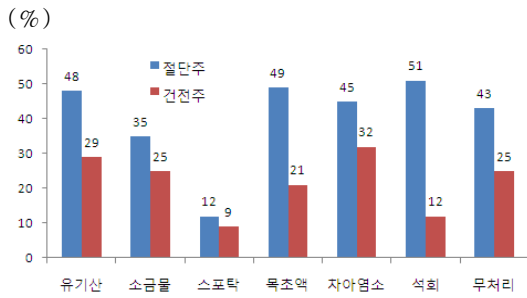
표1-3. 충전제및 용기별 처리 효과

(%)

구분		충진제			용기		
		톱밥	왕겨	종이포장	종이상자	플라스틱상자	나무상자
감모율	절단	8	15	10	14	19	16
	건전	9	11	12	13	15	12
부패율	절단	11	24	10	12	11	13
	건전	10	15	9	11	9	12

5) 종균 억제처리효과 구명

대서마의 종균용 괴경에 대하여 화학적 방법으로 부패억제 효과를 시험한 결과 살균제 (prochloraz)가 무처리 대비 부패율 9~12%로 가장 낮게 나타나 억제효과가 뚜렷하였다(그림 6). 살균제의 주성분인 prochloraz의 경우 마늘 저장 중 푸른곰팡이병의 주요 병원균인 *Penicillium hirsutum*에 대하여 균사 생육억제 효과가 있음을 보고하였는데(2007. 유 등), 대서마의 주요병원균인 *Penicillium sclerotigenum*, *Penicillium polonicum*에 대한 약제의 기내 항균활성검정에서도 균사억제 효과가 확인되었다(표 1-4). 유기산(acetic acid)의 효과는 마의 저온저장중 저온부패균 억제에 1% 농도가 가장 효과적임을 보고하여(2007. 류 등) 대서마 괴경에 처리하였으나 억제효과는 인정할 수 없었다



<그림 1-6> 단용처리(약제침지)후 부패율 <그림 1-7> 혼용처리별(약제침지 + 전처리) 부패율

농가에서 관행적으로 사용하고 있는 석회분의 효과는 건전한 종근의 경우 부패율은 무처리에 비하여 13% 낮게 나타났으나 절단주의 경우 오히려 8% 정도 높게 나타나 효과의 유무를 판단하기 어려웠다. 목초액과 소금물, 차아염소산나트륨은 장기저장 시험과 기내 항균 활성검정 모두 약제효과를 인정할 수 없었다. 큐어링과 약제처리를 혼용하여 처리한 결과 모든 처리구에서 약제만 처리한 시험구보다 부패율이 15%~25% 정도 감소하는 경향을 보였으며 특히 살균제의 경우 3%까지 낮게 나타났다(그림 7). 따라서 위의 시험결과를 종합한 안전한 저장방법은 상처가 없는 종근을 선별하여 큐어링 한 후 살균제(prochloraz)에 10분간 침지하여 저장고에서 16℃, 습도 60%로 보관하는 것이 가장 최선의 방법으로 판단된다.

표 1-4. 약제별 기내 항균활성 검정

구분	유기산 (1%)	소금물 (1%)	살균제 (500배)	목초액 (500배)	차아염소산 나트륨(1%)	석회분의	큐어링
<i>P.polonicum</i>	+++ ¹⁾	++	-	+++	++	++	+
<i>P.sclerotigenum</i>	++	+++	-	+++	++	++	+

¹⁾ 병원성 : +++ (절편의 50% 균사체 감염), ++(절편의 21-49% 균사체 감염), +(절편의 20% 이하 균사체 감염)



무처리, 살균제(500배), 소금물(1%), 목초액(500배) 큐어링, 차아염소산나트륨(1%), 석회분의, 유기산(1%)

<그림 1-8> 괴경 약제처리 후 병원균 활성검정

<제 2 세부과제 : 식용마 생산성 제고 확립>

마 주요재배지의 평균기온(그림 2-1)은 마의 주산단지인 안동의 경우 5월부터 9월중순 까지 고성과 강릉에 비하여 1~2℃정도 높게 나타났으나 10월 이후 오히려 급격히 낮아지는 경향을 보였다. 따라서 후기의 생육은 마의 생육적온이 좀더 길게 유지된 강릉과 고성지역이 안동지역보다 유리한 것으로 생각되며 괴경 비대에 따른 수량도 많을 것으로 판단된다

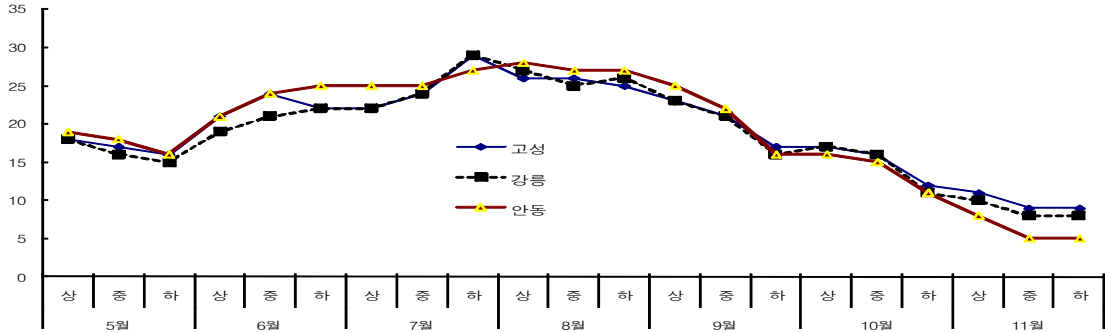


그림 2-1. 마 주요재배지의 평균기온 비교

마의 생육기간중 강우량은 영양생장에서 생식생장을 전환되는 7월부터 9월 까지 집중되었다(표 2-1). 특히 이 기간중 강우일수는 '09년도에 비하여 '10년도에 강릉 및 안동지역에서 길게 나타났는데 현지 설문조사 결과 수량이 '09년도에 비하여 20 ~ 30% 가량 감소하였다고 하였다. 이것은 강우에 따른 일조량 부족이 전체적인 생육부진으로 이어져 후반기 괴경 비대에 영향을 준 것으로 생각되며 기상조건이 마 생육에 미치는 영향은 앞으로도 지속적인 관찰이 필요하였다.

표 2-1. 지역별 강우량 및 강우일수(mm, 일)

지역	년도	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
강릉	'09	50.9(7)	102.1(12)	399.2(14)	196.9(9)	49(7)	21.5(4)	202(11)
	'10	111.5((7)	15.2(4)	77.6(13)	167.1(16)	272.9(11)	70.6(7)	-
안동	'09	121.1(7)	79.0(11)	474.3(16)	130.0(7)	130.0(7)	7.6(4)	11.0(5)
	'10	105.6(7)	12.5(5)	100.9(8)	447.8(16)	163.1(11)	20.9(6)	

마의 지상부 생육은 재배지역에 따른 활착율 및 마디수는 큰 차이를 보이지 않았지만 단마의 경우 영여자 착생기는 고성지역이 다른 3개소(양양, 강릉)에 비하여 5일 정도 늦은 것으로 나타났으며 착생량도 적었다(표 2-2). 이것은 고성의 마 재배지역이 해안가에 인접하여 해풍에 의한 온도차이에 따른 원인으로 사료되며 생육후기의 괴경수량에도 영향을 미치는 것으로 사료된다. 마 재배지역에 따른 수량성은 등근마의 경우 고성(632kg/10a)과 양양(1,210kg/10a)의 수량이 2배 가량 큰 편차를 보였는데 고성지역의 기후조건이 등근마 생육

에 불리한 것으로 판단되며 좀더 재배환경에 대한 면밀한 검토가 필요하였다. 대서마는 4개 지역에서 2,560kg~2,750kg/10a로 비교적 고른 수량을 보여 다른 계통에 비해 지역 적응성이 양호한 것으로 나타났다(표 2-3).

표 2-2. 지역 및 시험계통별 지상부 생육상황(10)

지역	시험계통	활착율 (%)	측지수 (개/주)	마디수 (절/주)	영여자착생기 (월/일)	영여자착생량 (g/주)
고성 (마차진리)	단 마	95	1.1	53	7/25	121
	등근마	96	1.3	48	7/10	-
	대서마	91	5.6	38	-	-
양양 (송암리)	단 마	93	1.1	59	7/19	145
	등근마	93	2.1	51	7/ 9	-
	대서마	95	6.2	32	-	-
강릉 (노동리)	단 마	91	1.5	55	7/20	152
	등근마	90	1.7	53	7/11	-
	대서마	95	6.5	38	-	-
강릉 (송정동)	단 마	95	1.1	61	7/21	148
	등근마	93	1.9	63	7/ 9	-
	대서마	97	5.8	33	-	-

표 2-3. 지역 및 시험계통별 괴경특성(10)

지역	시험계통	괴 경					수량 (kg/10a)
		길이 (cm)	폭 (cm)	주당갯수 (개)	무게(g)		
					개체	주	
고성 (마차진리)	단 마	19.5	9.4	1.3	234	306	1,532
	등근마	3.5	5.3	2.1	60	126	632
	대서마	15.2	7.2	4.2	154	647	2,661
양양 (송암리)	단 마	21.4	8.8	1.4	267	375	1,873
	등근마	5.4	6.1	2.4	101	242	1,210
	대서마	17.3	8.3	4.5	148	668	2,750
강릉 (사천노동리)	단 마	26.3	8.7	1.3	235	306	1,532
	등근마	6.3	5.4	2.8	78	220	1,100
	대서마	14.3	5.5	4.1	161	662	2,560
강릉 (송정동)	단 마	24.3	8.3	1.4	246	344	1,723
	등근마	6.1	8.2	2.2	89	196	982
	대서마	16.2	5.1	4.8	137	659	2,710

괴경의 분지수는 마의 품질을 좌우하는 기준으로 1에 가까울 수록 분지가 적어 상품성이 우수하다. 괴경의 형태는 계통의 유전적인 요인과 재배환경에 의하여 영향을 받는데 유전적 요인은 상품성이 양호한 우량계통을 선별하여 육성할 수 있다. 하지만 재배환경은 괴경의 품질에 중요한 역할을 하지만 영향을 주는 주 요인들의 구명과 적합한 기준이 설정되지 않아 고품질의 마 생산에 많은 제약이 있는 실정이다. 마의 주요 재배지에서 토성 및 물리성에 따른 주당분지수를 비교한 결과 주당분지수가 1.1개로 품질이 양호한 양양, 인제, 안동, 진주의 경우 토성은 모두 미사질양토로 나타났다(표 2-4). 또한 토양중 자갈함량은 3.9 ~ 9.5%로 괴경의 형태가 불량한 정읍, 진도의 자갈함량 35.0~54.4%에 비하여 현저히 적은 것으로 조사되었다. 이것은 괴경의 형성에서 분지의 발생은 자갈함량이 주요 요인으로 작용하고 있음을 의미하며, 주당분지수와 높은 상관관계($r = 0.807^{**}$)를 나타내었다(그림 2-2).

표 2-4. 지역별 토양물리성('09 ~'10)

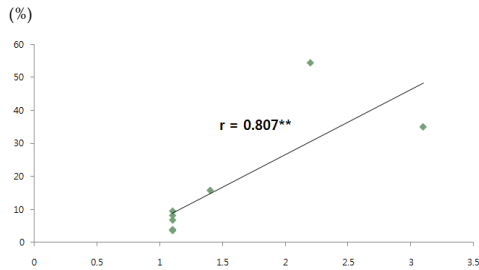
지역	시험계통	주당 분지수	토색	토성	자갈함량 (%)
고성 (마차진리)	단마,둥근마,대서마	1.1	흑갈색	미사질양토	8.2
양양 (송암리)	단마,둥근마,대서마	1.1	흑갈색	미사질양토	3.9
강릉 (사천진리)	단마,둥근마,대서마	3.8	회백색	사양토	9.5
강릉 (사천노동리)	단마,둥근마,대서마	1.2	적갈색	사양토	15.8
인제 (북리)	단 마	1.1	흑적색	미사질양토	9.5
안동 (광덕리)	단 마	1.1	흑갈색	미사질양토	6.8
진주 (용봉리)	단 마	1.1	흑갈색	미사질양토	3.6
정읍 (용계동)	대서마	3.1	황적색	사양토	35.0
진도 (관마리)	대서마	2.2	황적색	사양토	54.4

강릉 진리 토양은 자갈함량이 적음에도 불구하고 괴경의 형태는 불량한 것으로 조사되었으며 토양화학성을 분석한 결과 토양중 $\text{NO}_3\text{-N}$ 함량이 33.25mg kg^{-1} , P_2O_5 는 $1,790\text{mg kg}^{-1}$ 으로 다른지역에 비하여 약 10배 정도 과비된 것으로 분석되었다(표 2-5). 이에 대하여 토양중 질소함량이 작물의 지하부 형태에 영향을 준다고 하였는데(2004. 野菜園藝大百科), 토양중 과잉의 질소함량이 마의 괴경형성에 부정적 영향을 준 것으로 사료된다. 주당 분지수와 토양중 $\text{NO}_3\text{-N}$ 함량에서도 높은 상관관계($r = 0.780^*$)를 나타내어 위의 사실을 뒷받침하였다(그림 2-3). 따라서 고품질의 마를 생산하기 위한 토양중 적정 양분함량은 주당분지수가 적은 재배지의 평균값을 기준으로 pH 5.8~6.6, EC 0.14~0.26 dS m^{-1} , $\text{NO}_3\text{-N}$ 4.7~14.0 mg kg^{-1} 로 나타났다.

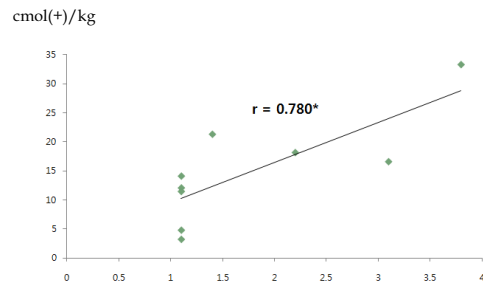
표 2-5. 지역별 토양화학성('09 ~'10)

지역	주당 분지수 ¹⁾	pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	유기물 (g kg ⁻¹)	Ca	K	Mg	Na	NO ₃ -N	P ₂ O ₅
					Ex-cation cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹				mg kg ⁻¹	
고성 (마차진리)	1.1	5.47	0.07	10.15	2.75	0.25	0.80	0.24	3.15	552
양양 (송암리)	1.1	6.38	0.14	13.14	4.83	0.31	1.21	0.05	4.73	662
강릉 (사천진리)	3.8	5.22	1.01	16.23	3.53	0.53	1.26	0.06	33.25	1,790
강릉 (사천노동리)	1.2	5.75	0.32	8.20	3.10	0.55	0.98	0.04	21.25	924
인제 (북리)	1.1	5.82	0.25	8.51	4.52	0.35	0.95	0.01	14.05	802
안동 (광덕리)	1.1	6.57	0.16	10.97	5.10	0.24	1.45	0.08	12.01	785
진주 (용봉리)	1.1	6.09	0.14	6.68	3.30	0.42	0.50	0.05	11.40	512
정읍 (용계동)	3.1	5.27	0.10	7.45	1.38	0.55	0.61	0.06	16.53	168
진도 (관마리)	2.2	6.48	0.03	23.01	5.95	0.53	2.07	0.16	18.10	560
Av		5.89	0.25	11.59	3.83	0.41	1.09	0.08	14.94	750.5

1) 분지 기준 : 개체당 1cm 이상 괴경 형성갯수



<그림 2-2> 자갈함량(%)와 주당 분지수



<그림 2-3> NO₃-N 함량 와 주당 분지수

3. 고찰

<제1세부과제 : 대서마 종묘생산 기술 확립>

아열대 계통인 대서마(*D. alata*) 저장을 위한 괴경 부패원인 구멍과 부패억제를 위한 저장 시험 연구 결과

가. 저장중 부패를 일으키는 주요 병원균은 페니실린 2종(*P. sclerotigenum* , *P. polonicum*)

으로 확인 되었음.

- 나. 대서마의 저장성을 향상시키기 위한 상처치유(큐어링)효과는 온도 28℃에서 습도 90% 조건으로 3일간 처리 하는 것이 코르크층 형성에 의한 상처치유 및 부패를 억제시키는 효과가 있었음.
- 다. 대서마 저장중 저온 피해를 방지할 위한 최적온도는 16±1℃ 였으며, 습도는 제습기를 이용하여 60%를 유지하는 것이 병발생율을 억제시켜 대서마의 장기저장에 적합하였음.
- 라. 저장중 감모를 줄일 수 있는 보관방법은 피경을 플라스틱 상자에 톱밥으로 충전하여 보관하는 것이 양호하였음.
- 마. 씨마(종근)의 저장은 살균제(prochloraz)에 10분간 침지하여 큐어링(28℃, 습도 90%, 3일) 하는 것이 97%이상 부패방지 효과를 나타내었음.

<제2세부과제 : 식용마 생산성 제고 확립>

- 가. 고품질 마 생산지역의 토양분석 결과 흑갈색의 미사질양토였으며, 특히 자갈함량은 9.5% 이내로 품질과 고도의 상관관계가 있는 것으로 나타났음.
- 나. 생육기간중 토양의 양분 적정범위는 pH 5.8~6.6, EC 0.14~0.26dS m⁻¹, NO₃-N4.7~14.0cmol⁽⁺⁾kg⁻¹ 등으로 나타났음.

4. 결과활용 요약

	계	시책 건의	영농 활용	지식 재산권	기술 산업화	프로 그램	품종 출원	농자재 등록	논문 게재	저서 발간	전문지 게재	기초 활용	기타
계	3												
대서마 종묘생산 기술 확립	2		1						1				
식용마 생산성 제고 확립	1		1										

5. 세부과제 Abstract

가. 대서마 종묘생산 기술 확립('09~'10)

This current research is to bring light on the factors of putrefaction on tuber and to find ways to control putrefaction in winter season for storage of subtropical *D. alata* and to be decide in factor of growing condition for high quality yam.

1. The study finds that the major germs to cause putrefaction are *P. sclerotigenum* and *P. polonicum* during storage.
2. Curing effect is more effective when it is treated at temperature 28℃ and 90% humidity for three days in order to improve storability of *D. alata* since it helps

cure scratches and cuts by forming.

3. The ideal condition for storage of *D. alata* is to maintain $16\pm 1^{\circ}\text{C}$ of temperature and 60% of humidity by using Dehumidifier in order to suppress the incidence of diseases.
4. It is satisfactory to store tuber in a plastic box filled full of sawdust in order to weight of decreasing rate.
5. The study also proves that curing treatment(temperature of 28°C , humidity of 90% for three days) after retting in fungicide(prochloraz) for 10 minutes leads more 90% of effect of restraining against putrefaction for seed tuber.

나. 식용마 생산성 제고 확립('09~'10)

1. In addition, the result of soil analysis is that sandy loam is dispersed in area where high quality yam is produced and especially rate of containing gravel is less than 9.5%. It indicates that there is high correlation between quality of *D. alata* and the rate of gravel in soil.
2. The proper nutrient range of soil is suggested as pH 5.8~6.6, EC 0.14~0.26 dS/m, $\text{NO}_3\text{-N}$ 4.7~14.0Cmol(+)/kg for growing period of Yam in the present research.