

## 얌빈의 온도별 발아특성과 파종시기에 따른 생산성 비교

엄미정\* · 김치선 · 김은지 · 정현수 · 김정만

전라북도농업기술원

## Germination of Yam Bean Seeds as Affected by Temperature and Its Productivity with Different Seeding Dates

Mi Jeong Uhm\*, Chi Seon Kim, Eun Ji Kim, Hyun Soo Jung, and Jeong Man Kim

Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, 54591, Korea

**Abstract.** Yam bean (*Pachyrhizus erosus*) is a subtropical plant belonging to the Fabaceae family, and is a tuberous vegetable used as various food material with a crisp and juicy taste. This study was conducted to seek optimum sowing time of yam bean in Korea. For this, we surveyed germination properties by the different temperatures and compared the accumulation temperature (AT) and dry matter production (DMP) on growth stages of yam bean by the different sowing times. Two types of varieties cultivated mainly in Korea, Thailand local variety (TLV) and Cheongunmanma cultivar (CGMM), was used. The germination rate of yam bean was 86.0~94.0% at above 18°C, and germination days was longer at lower temperature. The times for flowering and tuber formation of CGMM were later than those of TLV, and the AT required for flowering, tuber formation and hypertrophy of CGMM were higher than those of TLV by 293°C, 280°C and 108°C, respectively. Also, DMP of shoot and tuber in CGMM were greater than those in TLV. In sowing at April 25, tuber formation was slower than sowing after that time, and harvest index (HI) was relatively low due to delayed formation and hypertrophy of tuber. In sowing after June 9, DMP of shoot was relatively greater in early growth, but tuber was not sufficient to enlarge due to lack of growth days by cold and frost in late October. In sowing May 10 and 25, DMP of tuber and HI were the highest, because the change of day length and temperature gave an advantage to vegetable growth and tuber development. All above suggest that it was suitable to sow seeds on May for increment of tuber productivity in Korea.

**Additional key words :** day length, harvest index, tuber formation, tuber hypertrophy

### 서 론

얌빈(*Pachyrhizus erosus*)은 콩과에 속하는 식물로서 비대되는 전분성의 뿌리를 이용하는 뿌리 채소이다. 멕시코와 중부 아메리카에서 기원하며, 멕시코, 태국, 중국, 필리핀, 말레이시아 등지에서 널리 재배되고 있다(Robin 등, 1990, Varma 등, 1996). 구근은 아삭하고 수분이 많으며, 아스코르브산, 티아민, 리보블라빈, 니아신 및 각종 무기물이 풍부하여 다양한 식품 재료로 널리 사용되고 있는데(Nedunchezhiyan와 Ray, 2005; Fernandez 등, 1997), 최근에는 얌빈 추출물의 항산화효능(Lukitaningsih와 Holzgrabe, 2014), 면역계에 대한 긍정적 효과(Kumalasari 등, 2014) 등이 보고되며 건강식품으로서의 가치도 높은 것으로 알려지고 있다. 국내에는 불과 몇 년 전에 도입되었고, 일부

농장에서 재배되고 있으나, 실층성분인 로테론 함량 조사(Kim 등, 2009), 추출물의 항산화 효능과 멜라닌 생성 억제(Lee 등, 2017) 및 혈당강하 효과(Park과 Han, 2015) 등 약리적 특성에 대한 연구가 일부 이루어졌을 뿐 발아특성이나 재배기술에 대한 보고는 거의 이루어지지 않은 실정이다.

한편, 작물의 생장과 수량에는 온도, 상대습도, 강수량, 일장과 같은 기후적 요인이 영향을 미친다(Nedunchezhiyan와 Ray, 2005). 얌빈의 경우 길어지는 일장은 잎의 생육을 돕고, 짧아지는 일장과 주야간 온도의 차이가 구근의 발달과 개화를 촉진하며, 과도한 개화는 구근의 크기를 감소시킨다고 알려져 있다(Sørensen, 1996), 또한, 온대지역에서는 큰 크기의 구근을 생산하기 위해서 5~9개월의 따뜻한 재배기간을 필요로 하지만, 광이 풍부하고 토양이 비옥한 최적의 지역에서는 3개월 만에도 작은 크기의 성숙한 구근을 수확하기도 하는 등 지역의 재배환경과 목적에 따라 재배기간이 상이하(NRC, 2002).

\*Corresponding author: uhm1005@korea.kr  
Received March 6, 2018; Revised June 30, 2018;  
Accepted July 15, 2018

이와 같이 새로운 도입작물에 대해서는 재배지역 기후와 재배 조건에 적합한 재배 기술 확립이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 국내에서 주로 재배되는 2종의 암빈을 대상으로 하여 온도별 발아특성 조사와 함께 파종시기에 따른 적산온도와 구근 생산성 등을 분석하여 안정적인 파종시기를 찾고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험재료 및 발아시험

본 시험은 2017년 익산시 소재 전북농업기술원(N.35°56' E.126°59')에서 수행하였으며, 종자는 국내에서 주로 재배되는 2종으로 국외 도입종인 태국 재래종(TLV, 마카코리아)과 국내에 등록된 품종인 천군만마(CGMM, 그린하트바이오)를 이용하였다. 암빈의 최적 발아 온도를 조사하기 위하여 여과지(Whatman No. 2)를 2장씩 간 페트리디쉬(ø150×h20, mm)에 미리 10, 15, 18, 20, 25, 30°C로 각각 다르게 설정된 항온기에서 12시간 침종한 종자를 50립씩 3반복으로 치상한 후 동일 온도의 항온기에 다시 넣어 암상태로 하였다. 습도를 유지하기 위하여 종이를 눌렀을 때 손가락 주위에 물의 피막이 형성될 정도를 기준으로 수시로 분무하였으며, 유근이 3mm 이상 신장하였을 때를 발아된 것으로 보아 24시간마다 누적 발아 개체수를 조사하여 발아세, 발아율, 40% 발아일수, 80% 발아일수를 구하였다.

### 2. 기상자료 수집

시험기간 중 일장은 기상청의 익산지역 자료를 이용하였고, 일사량과 온도 및 상대습도는 시험포장의 지표면에서 150cm 지점의 지상부에 각각의 센서를 설치하여 데이터로거(WatchDog 1650, Spectrum Technology, Inc., USA)를 이용하여 30분 간격 단위로 측정된 후, 일사량은 낮 동안의 일 평균값, 온도와 상대습도는 일 평균값으로 환산하여 나타냈다.

### 3. 파종시기 및 재배방법

파종시기에 따른 생육단계와 생산성 조사를 위한 시험은 사양질의 노지 밭토양에서 실시한 바, 이랑은 100cm 간격으로 하였고, 종자는 30cm×30cm 간격으로 2줄로 하여 4월 25일부터 6월 23일까지 15일 간격으로 5회에 걸쳐 파종하였다. 시비는 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-퇴비=60-60-130-30,000kg·ha<sup>-1</sup> 기준으로 전량 기비로 하였고, 점적시설을 이용하여 필요시 관수하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 생육이 진행됨에 따라 오이망과 지주대를 이용하여 I자로 유인 재배하였고, 개화기 조사 후에는 구근 발달을 위해 3회에 걸쳐 꽃을 제거하였으며,

구근의 수확은 파종일에 따라 각각 파종 105일 후부터 15일 간격으로 실시하여 10월 하순까지 완료하였다.

### 4. 생육단계별 소요일수와 적산온도

생육단계에 따른 소요일수는 출현기의 경우 파종한 종자의 40% 이상에서 싹이 출현하였을 때를 기준으로 하였고, 개화기는 40% 이상의 개체에서 꽃이 피었을 때, 구근 형성기와 구근 비대기는 구근의 무게가 각각 20g, 600g에 도달한 시기를 기준으로 하여 파종 후 일수로 계산하였다. 또한, 적산온도는 수집된 기상자료의 일 평균온도에서 일반적인 여름작물의 최저온도인 10°C 이상의 것만을 택하여 각각의 생육단계까지 합산하여 구하였다.

### 5. 건물량과 수량

건물량은 각 처리별로 10개체씩 식물체를 채취, 지상부와 구근으로 구분하여 각각의 무게와 수분함량을 측정 후 개체당 건물중으로 산출하였고, 작물의 총 건물 생산량 중 경제적으로 이용가치가 있는 양의 비율을 나타내는 수확지수(Harvest index)는 식물체의 총 건물량 중 구근 건물량의 비율로 계산하였는데, 암빈의 생육이 멈춘 10월 하순을 기준으로 하여 5월 25일 이전 파종은 파종 150일 후까지, 6월 9일 파종은 135일 후, 6월 23일 파종은 120일 후까지 15일 간격으로 각각 조사하였다. 또한, 암빈 구근의 수량은 열근 등의 비상품과를 제외한 구근의 무게를 기준으로 단위면적당 생체 무게로 나타냈다.

### 6. 통계분석

통계분석은 SAS statistical package(SAS Institute, 2004)를 사용하여 Duncan's multiple range test로 평균치의 유의성을 검정하였으며, 분산분석(ANOVA)은  $p < 0.01$ 의 유의수준에서 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 발아특성

암빈의 발아적온을 알아보고자 10~30°C 범위에서 온도별로 파종한 결과 Table 1과 같이 두 종 모두 온도가 높을수록 발아율이 높았다. 즉, 10°C에서는 전혀 발아되지 않았고, 15°C에서는 평균 16.0%로 극히 일부만이 발아되었으며, 18°C이상에서는 86.0~94.0%의 발아율을 보였으나, 온도가 낮아질수록 T<sub>40</sub> (40% 발아일수)은 길어지는 것으로 나타났다. 이는 다른 아열대 채소인 모로헤이아(*Corchorus olitorius*)의 발아가 15°C 이상을 필요로 했던 결과(Uhm 등, 2015)와는 유사하였으나, 같은 콩과

암빈의 온도별 발아특성과 과중시기에 따른 생산성 비교

**Table 1.** Germination characteristics of yam bean by different temperature.

Variety	Temperature (°C)	GS <sup>x</sup> (%)	GR <sup>w</sup> (%)	T <sub>40</sub> <sup>v</sup> (days)	T <sub>80</sub> <sup>v</sup> (days)
TLV <sup>z</sup>	10	-	-	-	-
	15	-	15.5 c	-	-
	18	45.0 c <sup>u</sup>	86.0 b	7	12
	20	73.5 b	90.5 a	5	9
	25	88.5 a	92.0 a	4	6
	30	90.0 a	93.0 a	4	5
CGMM <sup>y</sup>	10	-	-	-	-
	15	-	17.5 c	-	-
	18	48.0 c	88.0 b	7	11
	20	71.5 b	91.5 a	5	9
	25	90.5 a	94.0 a	4	5
	30	93.0 a	93.5 a	4	5
ANOVA <sup>t</sup>					
Variety(A)		ns	ns	ns	ns
Temperature(B)		**	**	**	**
A*B		ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>Thailand local variety.

<sup>y</sup>cv. Cheongunmanma.

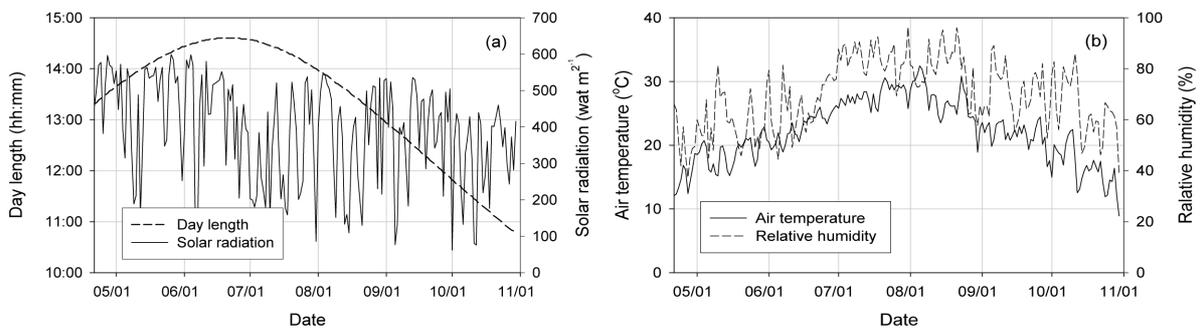
<sup>x</sup>GS(Germination speed) were calculated as (No. of seeds germinated at day 7/No. of total seeds germinated)×100.

<sup>w</sup>GR(Germination rate) were collected at 14 day after sowing.

<sup>v</sup>T<sub>40</sub> and T<sub>80</sub> mean days to reach germination rate 40% and 80%, respectively.

<sup>u</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>t</sup>ns, \*\* indicate non-significant and significant difference at P<0.01, respectively.



**Fig. 1.** Meteorological change during cropping season of yam bean at Iksan area (a) Day length and solar radiation (b) Air temperature and relative humidity.

작물의 발아 최저온도가 완두(*Pisum sativum*)는 5~6°C, 동부(*Vigna sinensis*)는 8~10°C, 콩(*Glycine max*)이 10°C 인 점(Byeon 등, 2015)과 비교하면 높은 온도 수준으로, 이는 암빈이 고온의 열대아열대 환경에서 잘 자라는 구근작물(Arevalo, 1998; Espinoza 등, 1998)이라는 특성 때문인 것으로 판단된다.

## 2. 기상의 변화

암빈 재배기간 중 기상의 변화는 Fig. 1과 같이 일장은 5월 13일이 14시간이었으며, 6월 20일에는 14시간 37분까지 점차 길어졌고, 그 이후 점차 짧아져 8월 1일 이후에는 14시간 이하를 보였다. 암빈은 영양생장을 위해서 14~15시간의 광주기가 필요하다고 한 보고(Nedunchezhiyan와 Ray,

2005)와 비교할 때, 본 시험에서는 재배기간 중 80일 정도가 이에 해당되었다. 기온의 경우는 5월 하순 이후에 20°C 이상을 보였고, 8월 상순에는 평균 29°C까지 점차 높아지다가 그 이후는 점차 낮아지는 추세였으며, 상대습도는 40~96%의 범위였다. 또한, 강우기에 해당되는 7~8월은 상대습도가 높은 반면, 주간 일사량은 다소 적은 경향을 보였다. 암번의 고온 한계온도는 알려지지 않았으나, 19~27°C 사이에서 성장이 좋고, 연간 강수량은 900~1,400mm이 적합하다고 하였으며, 작은 구근을 위해서는 3개월, 큰 구근 생산에는 5~9개월 소요된다고 한 바(NRC, 2002; NRC, 2006), 본 시험지역에서 평균온도 19°C 이상을 보이는 시기는 5월 중순에서 10월 상순까지 5개월이었으며, 국내의 연 평균 강수량도 826~2,007mm(KMA, 2012)임을 감안하면 암번 재배에는 충분한 기상환경을 가진 것으로 나타났다.

3. 생육단계별 소요일수와 적산온도

파종시기에 따른 생육단계별 소요일수와 적산온도는 Table 2와 같다. TLV과 CGMM의 파종 후 출현에 필요

한 평균 소요일수는 각각 10일과 11일, 이 때의 적산온도는 각각 112°C, 114°C로 두 종간의 차이는 보이지 않았으며, 파종시기가 늦어질수록 기온 상승에 따라 출현이 빨라지는 경향을 보였는데, 이는 발아시험에서 수행한 결과와 비슷하였다(Table 1 참고). 반면, 개화, 구근형성, 구근비대에는 TLV의 경우 파종 후 각각 평균 61일, 66일, 109일이 소요되었고, CGMM는 78일, 81일, 120일로 TLV보다 15일 이상을 더 필요로 하였으며, 이들 각각의 생육단계에 필요한 적산온도도 CGMM가 평균적으로 293°C, 280°C, 108°C가 더 높아 숙기의 상대적인 차이가 있음을 알 수 있었다. 파종일에 따른 구근 형성 시기는 6월 23일 파종한 경우가 4월 25일에 비해 TLV는 12일, CGMM은 17일이 단축되는 등 늦게 파종할수록 구근으로의 양분축적 시작 시기가 빨라지는 경향을 보였으며, 이 때 필요한 적산온도는 6월 9일 파종시까지 점차 증가하는 경향이였다. 구근이 형성된 후 구근비대기까지 추가로 필요로 하는 적산온도는 TLV의 경우 파종일에 따라 4월 25일은 925°C, 5월 25일은 642°C, 6월 23일은 532°C로 파종시기가 늦어질수록 단축되었다. 암

Table 2. Days after sowing and accumulative temperature required for each growth stage of yam bean by different sowing dates.

Variety	Sowing date	Sprout emergence		Flowering			Tuber formation <sup>x</sup>			Tuber hypertrophy <sup>w</sup>			
		Date	DAS <sup>v</sup>	AT <sup>u</sup>	Date	DAS	AT	Date	DAS	AT	Date	DAS	AT
TLV <sup>z</sup>	Apr. 25	May 08	13a <sup>1</sup>	102c	Jul. 08	74bc	821cd	Jul. 07	73b	804d	Sep. 04	132a	1,729ab
	May 10	May 21	11ab	103c	Jul. 12	63cd	786d	Jul. 17	68bc	870cd	Aug. 02	105c	1,543c
	May 25	Jun. 04	10b	118b	Jul. 22	58d	830cd	Jul. 28	64c	944c	Sep. 05	103c	1,586c
	Jun. 09	Jun. 17	8bc	118b	Aug. 04	56d	923c	Aug. 10	62c	1,041bc	Sep. 17	100c	1,578c
	Jun. 23	Jun. 30	7c	120b	Aug. 18	56d	981bc	Aug. 23	61c	1,036a	Oct. 04	103c	1,568c
	Mean	-	10	112	-	61	868	-	66	939	-	109	1,601
CGMM <sup>y</sup>	Apr. 25	May 09	14a	107c	Jul. 24	90a	1,108b	Jul. 24	90a	1,137b	Aug. 31	128ab	1,764a
	May 10	May 22	12ab	109c	Jul. 29	80b	1,098b	Aug. 02	84ab	1,171b	Aug. 31	113b	1,658b
	May 25	Jun. 04	10b	110c	Aug. 09	76bc	1,177ab	Aug. 13	80ab	1,245ab	Sep. 07	105c	1,610bc
	Jun. 09	Jun. 18	9bc	118b	Aug. 21	73bc	1,216a	Aug. 30	76b	1,306a	Oct. 08	121b	1,733ab
	Jun. 23	Jul. 01	8bc	127a	Sep. 02	71c	1,204a	Sep. 04	73b	1,234ab	Nov. 05	135a	1,722ab
	Mean	-	11	114	-	78	1,161	-	81	1,219	-	120	1,709
ANOVA <sup>s</sup>													
Variety(A)			ns	ns		**	**		**	**		**	**
Sowing date(B)			**	**		**	**		**	**		**	**
A*B			ns	ns		ns	**		ns	**		**	**

<sup>z</sup>Thailand local variety.

<sup>y</sup>cv. Cheongunmanma.

<sup>x</sup>Based on a fresh weight of 20g.

<sup>w</sup>Based on a fresh weight of 600g.

<sup>v</sup>Days after sowing.

<sup>u</sup>Accumulation temperature (°C) is indicated by the sum of the temperature above the reference temperature (10°C) at the daily average temperature.

<sup>1</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>s</sup>ns, \*\* indicated non-significant and significant difference at P<0.01, respectively.

암빈의 온도별 발아특성과 파종시기에 따른 생산성 비교

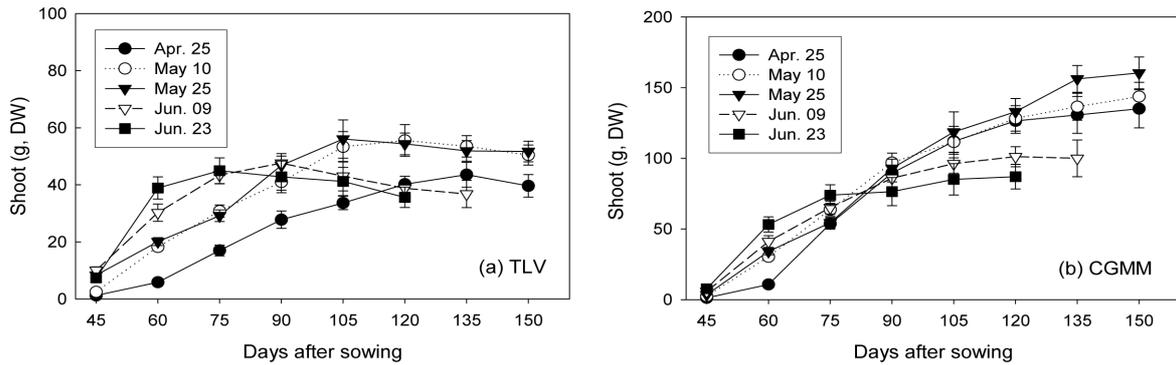


Fig. 2. Changes on dry matter production in shoot of yam bean by different sowing dates. (a) Thailand local variety, (b) cv. Cheongunmanma, Vertical bars show standard deviation (n = 3).

빈은 일장이 짧아지면 구근의 발달과 개화가 촉진된다고 한 바(Cotter 등, 1979, Sørensen, 1996), 본 시험에서는 일장이 점차 감소하는 7~8월에 개화와 구근 형성이 시작되었고, 파종시기가 늦어질수록 그 소요기간은 더욱 짧아졌으며, 그 이후 기온의 감소와 함께 구근 비대가 활발히 이루어진 것으로 추측할 수 있었다. 또한, 암빈의 파종시기에 따른 생식생장이나 양분축적을 유도하는 기온과 일장에 대한 반응은 유사하였으나 품종에 따라서는 요구되는 정도가 약간은 상이함을 알 수 있었다.

한편, 암빈은 구근 수량과 꼬투리의 형성 사이에 부의 상관성을 가지고 있으며, 구근 수량을 위해 봉우리와 꽃을 미리 제거하는 것으로 알려져 있는데(Board, 2005; Sørensen, 1996), 본 연구에서도 개화기와 구근 형성기가 3~5일 정도로 거의 차이가 없어 두 시기가 비슷한 것으로 보이며 본 시험의 재배방법처럼 꽃을 제거함으로써 구근으로의 양분전이가 가속화되었을 것으로 추측된다.

4. 건물량과 수확지수의 변화

Fig. 2는 파종 후 45일부터 15일 간격으로 지상부의 건물량 변화를 조사한 것으로 파종 60일 후 TLV의 개체당 건물량은 4월 25일 파종한 처리구는 5.9g, 5월 25일은 20.1g, 6월 23일은 38.9g으로 파종시기가 늦을수록 지상부의 초기 생육량이 많은 경향을 보였다. 이는 전술한 바와 같이 암빈은 습한 열대 기후를 좋아하는 것으로 알려진 바(NRC, 2006), Fig. 1에서 보듯이 기온과 상대습도가 점차 올라가는 시기인 8월까지의 파종이 늦어질수록 초기 생육에 유리했기 때문이었다. 그러나, 6월 23일 파종한 처리구의 경우 두 종 모두 90일 이후의 건물량은 그 이전에 파종한 대부분의 경우에 비해 적었는데, 이 시기에 해당하는 9월 하순 이후에는 평균기온이 20°C 이하로 낮아져 영양생장이 활발히 이루어지지 않았던 것으로 보이며, 120일 이후는 10월 하순 이후에 해당하는 시기로 저온과 서리로 인해 그 이상의 생육이

어려웠다. 한편, 전 생육기간에 걸쳐 CGMM가 TLV에 비해 지상부의 건물량이 약 1.5~3.5배가 많아 지상부의 생육이 더 왕성한 것을 확인할 수 있었는데, Tale 2와 3에서 보듯이 구근의 형성과 비대에 필요한 CGMM의 소요일수나 적산온도가 TLV에 비해 높았던 만큼 영양생장량에서도 차이가 있음을 추측할 수 있었다.

파종 후 경과일수에 따른 구근의 건물량 변화는 Fig. 3과 같으며, 두 품종 간에 서로 시기적인 차이를 보였다. 파종시기에 따라 약간 상이하지만 대체적으로 TLV는 파종 후 60~75일, CGMM은 파종 후 75~90일부터 구근 형성이 시작되었으며, 파종 90일 후의 구근 건물량은 CGMM이 평균 7.1g으로 TLV의 24.7g에 비해 적었는데, 그 이후 급격히 증가하기 시작하여 파종 150일 후에는 파종시기에 따라 142.1~232.4g으로 TLV의 93.4~166.3g에 비해서 약 1.5배 많았다. 또한, TLV의 구근 건물량의 증가정도는 135일 이후에 둔화된 반면, CGMM은 150일 후 까지도 지속적으로 증가하였다. 즉, CGMM은 상대적으로 구근 형성시기가 늦었지만 늦게까지 구근 무게의 증가가 왕성하게 이루어지고 있었으며, 이는 지상부 건물량과도 비슷한 경향으로 왕성한 생육이 저장 구근으로의 양분 전이도 많게 한 것으로 추측되었다. 한편, 파종시기가 늦어질수록 구근 형성 초기의 건물량은 많은 경향이었는데, 이는 6월 하순 이후 점점 일장이 짧아지기 때문에 일정 시기까지는 늦게 파종할수록 구근으로의 건물 축적 시기가 빨라졌기 때문인 것으로 생각되었다 (Fig. 1과 3).

한편, Loomis와 Rapport(1977)는 구근 작물 중에서도 사탕무와 같이 어린묘 단계 초기부터 구근 형성이 시작되어 식물의 영양생장 기간 내내 계속되는 형태를 균형적 분배(balanced partitioning), 고구마와 카사바에서 보이는 것처럼 생육기간 중 일정 시기 이후에 유도되는 형태를 단계적 분배(phasic partitioning)라 하여 그 유형을 구분한 바 있는데, 본 연구결과 암빈 품종과 파종시

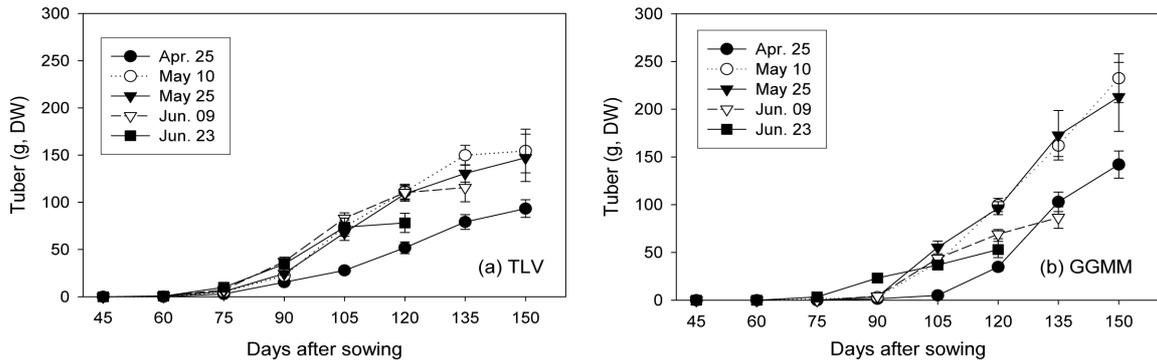


Fig. 3. Changes on dry matter production in tuber of yam bean by different sowing dates. (a) Thailand local variety, (b) cv. Cheongunmanma, Vertical bars show standard deviation (n = 3).

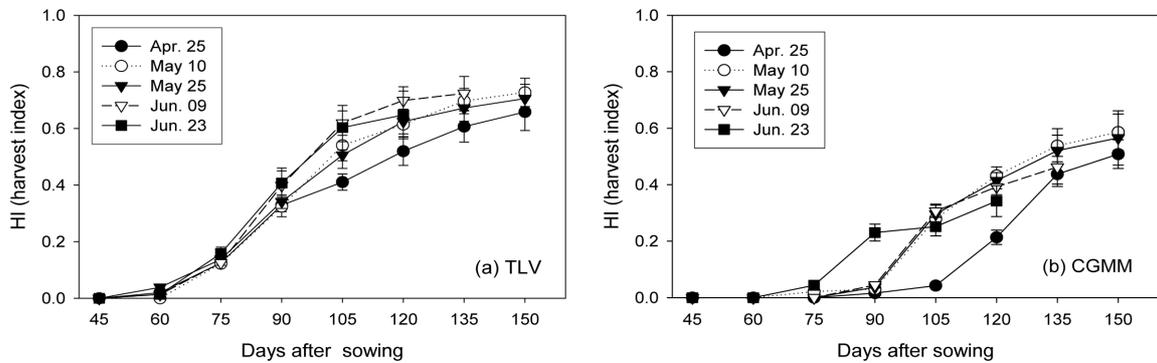


Fig. 4. Changes on harvest index of yam bean by different sowing dates. (a) Thailand local variety, (b) cv. Cheongunmanma, Vertical bars show standard deviation (n = 3).

기에 따라 차이는 있지만 일정시기가 경과한 이후에 구근이 형성되고 점차 비대되는 것을 볼 때, 생육기간 중 일정 수준의 환경에 의해 유도되는 단계적 분배(photosynthetic partitioning)를 보이는 것을 확인할 수 있었다.

식물체 전체 건물량에 대한 구근 건물량의 비로 나타낸 수확지수(HI, harvest index)는 생육 진전에 따라 구근으로의 양분 축적이 지속되어 Fig. 4와 같이 점차 증가하였다. 구근이 지상부보다 무거워져 HI가 0.5 이상의 값을 나타내는 시기는 5월 이후 파종한 경우 TLV는 105일, CGMM는 135일 이후였으며, 전 생육기간에 걸쳐 TLV의 HI가 CGMM보다 상대적으로 높아 구근으로의 건물 축적과 비대속도가 서로 상이하였으며, 수확적기에도 차이가 있을 것임을 추측할 수 있었다. 파종시기 별로 보았을 때, 4월 25일 파종은 앞서 전술한 바와 같이 구근 형성 및 비대시기의 지연으로 다른 파종시기에 비해 HI가 낮았고, 6월 이후의 파종은 HI가 낮지는 않았지만 영양생장과 구근 비대에 필요한 재배기간의 부족으로 구근으로의 절대적인 건물량이 적은 결과를 보였다 (Fig. 3). 반면, 5월 10일과 25일 파종시에는 높은 구근

건물량과 함께 HI도 높았으며, 두 파종시기 간의 차이는 거의 없었다.

### 5. 구근 수량성 비교

얇빈 파종시기에 따른 구근의 수량 차이를 파종 후 재배일수에 따라 비교한 결과 Fig. 5와 같이 TLV의 수량은 4월 25일 파종하는 경우 150일 후까지 증가하였지만, 5월 이후 파종시에는 135일 후까지 증가하다가 150일에는 감소하는 경향이었으며, CGMM의 경우는 파종시기와 무관하게 150일까지 계속 증가하는 경향을 보였다. 이는 구근 크기 증가에 따라 일정 기간 경과 후에는 열근 등 비상품의 발생 또한 많아지는데, 품종에 따라 그 시기와 정도가 상이하여 수량에 영향을 주었기 때문이었다. 이와 같이, 재배일수에 따라 차이는 있지만, 전반적으로 수량이 많았던 파종시기는 TLV는 5월 10일과 25일, CGMM은 5월 10일이었으며, 이는 Fig. 4의 결과와 유사하였다. 한편, 상품성 높은 얇빈 구근 생산을 위해서는 품종특성에 따른 재배기간, 수확적기, 상품등급 등에 대한 추가적인 연구가 더 수행되어야 할 것이다.

암빈의 온도별 발아특성과 파종시기에 따른 생산성 비교

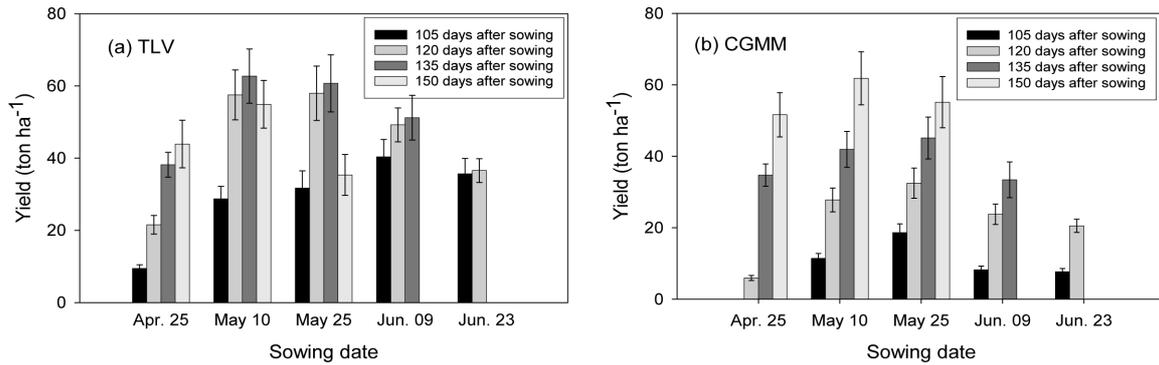


Fig. 5. Changes on yield of yam bean by different sowing dates. (a) Thailand local variety, (b) cv. Cheongunmanma, Vertical bars show standard deviation (n = 3).

암빈은 영양생장을 위해서 14~15시간의 광주기가 필요하고, 온도주기성(thermoperiodism)이 구근비대에 영향을 미치며, 단일도 요구된다고 한 보고(Nedunchezhiyan와 Ray, 2005; Cotter와 Gomez, 1979; Zinsou 등, 1987)와 비교할 때, 본 시험에서 5월 10일과 25일에 파종된 경우 Fig. 1에서와 같이 5월에서 7월까지의 긴 일장과 높아지는 온도 및 상대습도는 영양생장에 유리하였고, 7월 중·하순의 짧아지는 일장은 개화와 구근 형성을 유도하였으며, 그 이후 수확기까지 점차 감소하는 일장과 기온은 구근의 비대에 적합했음을 유추할 수 있었는데, 이는 작물 성장의 초기 단계에서 온도와 상대습도 등 좋은 기상환경이 암빈의 건물 축적을 더 높였던 결과(Nedunchezhiyan와 Ray, 2005)와도 일치하였다. 반면, 6월 9일 이후 파종시는 영양생장이 충분하지 않은 상태에서 짧아지는 일장조건으로 구근 비대에 필요한 건물 축적이 충분하지 않았던 것으로 나타났다. 이와 같이 파종시기는 건물의 생산과 수확에 영향을 미치는데, 암빈의 경우 구근으로의 분배효율이 높아지는 시기를 감안하여 파종시기를 조절하는 경우 가장 높은 수량을 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

이상의 결과로 국내에서 암빈 재배시에는 구근으로의 건물 축적과 생산성을 위해서 5월 중에 파종하는 것이 가장 적합할 것이며, 품종의 특성을 고려하여 수확기를 조절하는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

적 요

암빈(*Pachyrhizus erosus*, Yam bean)은 멕시코 원산의 이열대성 콩과 식물로서 아삭하고 씹이 많아 생으로 먹거나 다양한 요리재료로 사용되는 구근채소이다. 본 시험은 국내에서 암빈 재배시 적정 파종시기를 찾고자 수행되었으며, 이를 위해 국내에서 주로 재배되는 2종을

대상으로 하여 온도에 따른 발아특성과 파종시기에 따른 적산온도 및 생산성을 비교하였다. 발아율은 18°C이상에서 86.0~94.0%를 보였으며, 발아 소요일수는 낮은 온도에서 길게 나타났다. 천군만마 품종이 태국 재래종에 비해 개화기나 구근 형성시기가 더 늦었고, 개화와 구근형성 및 비대에 필요한 적산온도도 각각 293°C, 280°C, 108°C가 더 소요되었으며, 지상부나 구근의 건물량은 더욱 많았다. 또한, 4월 25일 파종은 다른 시기에 비해 구근형성기까지 일수가 더 소요되었고, 구근형성과 비대시기의 지연으로 수확지수가 낮았으며, 6월 9일 이후 파종시는 영양생장이 충분하지 않은 상태에서 10월 하순 이후 저온 및 서리로 인해 생육이 정지되어 구근의 충분한 비대가 어려웠다. 한편, 5월 10일과 25일에 파종한 경우에는 일장, 온도 등의 변화가 영양생장과 구근형성에 유리하게 작용하여 암빈 두 종 모두 구근 건물량과 수확지수가 높고 수량이 많아 파종시기로 적합하였다.

추가 주제어: 구근 비대, 구근 형성, 수확지수, 일장

사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ01258406)의 지원에 의해 이루어진 것임

Literature cited

Arevalo, T.A. 1998. Presence of cultivars of the genus *Pachyrhizus* DC. in Ecuador. p. 115-124. In: M. Sørensen, J.E. Estrella, O.J. Hamann, and S.A. Ruiz (eds.) Proceedings 2nd International Symposium on tuberous legumes (In Spanish). Board, N. 2005. Cultivation of fruits, vegetables and floriculture. National Institute of Industrial Research, India. p. 595-596.

- Byeon, J.Y., S.J. Yoon, I.J. Lee, D.S. Kim. 2015. Samgo Crop Physiology, Hyang moon sa. p. 279.
- Cotter, D.J. and R.E. Gomez. 1979. Daylength effect on root development of jicama (*Pachyrhizus erosus* Urban). Horti-Science 14:733-734.
- Espinoza, F., Y. Diaz, P. Argenti, E. Perdomo, and L. Leon. 1998. Preliminary studies on the genus *Pachyrhizus* DC. in Venezuela. p. 115-124. In: M. Sørensen, J.E. Estrella, O.J. Hamann, and S.A. Ruiz (eds.) Proceedings 2nd International Symposium on tuberous legumes (In Spanish).
- Fernandez, M.V., W.A. Warid, J.M. Loaid, and M.C. Agustin. 1997. Developmental patterns of jicama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) plant the chemical constituents of roots grown in Sonora, Mexico. Plant Foods Human Nutr. 50:279-286.
- Kim, S.K., H.J. Choi, J.H. Won, J.H. Park, I.J. Lee, and S.Y. Park. 2009. Introduction of yam bean (*Pachyrhizus* spp.) in Korea. Korean J. Plant Res. 22:546-551.
- KMA (Korea meteorological administration). 2012. The climate atlas of Korea. Geodream. p 20 (In Korean).
- Kumalasari, I.D., K. Nishi, E. Harmayani, S. Raharjo, and T. Sugahara. 2014. Immunomodulatory activity of bengkoang (*Pachyrhizus erosus*) fiber extract in vitro and in vivo. Cytotechnology 66:75-85.
- Lee, A.R., G.N. Kim, H.O. Kim, W.J. Song, and S.S. Roh. 2017. Antioxidant activity and melanin inhibitory effects of yambean (*Pachyrhizus erosus*) extract. Kor. J. Herbol. 32:57-64 (In Korean).
- Lukitaningsih E. and U. Holzgrabe. 2014. Bioactive compounds in Bengkoang (*Pachyrhizus erosus*) as antioxidant and tyrosinase inhibiting agents. Indonesian J. Pharm. 25:68-75.
- NRC. 2002. Tropical legumes. Resources for the future. National Academy of Science, Washington, DC, USA, NRC, National Research Council. p. 21-27.
- NRC. 2006. Lost Crops of Africa: Volume II: Vegetables. Washington, DC, USA, NRC, National Research Council. p. 323-343.
- Nedunchezhiyan, M. and R.C. Ray. 2005. Effect of dates of sowing on dry matter production and partitioning in yam bean (*Pachyrhizus erosus* (L) Urban). Ann. of Tropical Res. 27:31-42.
- Park, C.J. and J. S. Han. 2015. Hypoglycemic effect of jicama (*Pachyrhizus erosus*) extract on streptozotocin-induced diabetic mice. Prev. Nutr. Food Sci. 20:88-93.
- Robin, C., V. Vaillant, G. Vansuyt, and C. Zinsou. 1990. Assimilate partitioning in *Pachyrhizus erosus* during long-day vegetative development. Plant Physiol. Biochem. 28:343-349.
- Sørensen, M. 1996. Yam bean (*Pachyrhizus* DC.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 2. Institute of plant genetics and crop plant research, Gatersleben International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. p. 22-25.
- Uhm, M.J., S.W. Kwon, H.J. Kim, and Y.J. Song. 2015. Influences of seeding dates and pinching height on tender shoot production of moloheiya (*Corchorus olitorius* L.). Protected Hort. Plant Fac. 24:196-201 (In Korean).
- Varma, S.P., V. Ravi. and S. Suja. 1996. Technologies for better production: yam bean, coleus, arrow root, colocasia (dasheen) and xanthosoma. Central Tuber Crops Research Institute, Trivandrum. p. 1-8.
- Zinsou C., A. Venthou-Dumaine, and G. Vansuyt. 1987. Croissance et développement du Urban. Effets de l'acide gibberelique et du chlorure de chlorocholine en jours courts. Agronomie. 7:67-68.