

파종 및 수확시기가 홍산 마늘의 수량에 미치는 영향

임태준^{1*}, 이종원²

Influence of Sowing and Harvesting Periods on Yield Enhancement of 'Hongsan' Garlic

Tae-Jun Lim ^{1*} and Joong-Won Lee ²¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 원예특작환경과, ²충청남도농업기술원 양념채소연구소¹Horticultural and Herbal Crop Environment Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea, ²Seasoning Vegetables Research Institute, Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Taean 32155, Korea

* Correspondence: taejun06@korea.kr

<https://doi.org/10.5338/KJEA.2025.44.11>

Agric. Environ. Sci. 2025, 44, 101-109

Received: February 14, 2025

Revised: March 8, 2025

Accepted: March 21, 2025

Published: April 2, 2025

Online ISSN: 2233-4173

Print ISSN: 1225-3537



© The Korean Society of Environmental Agriculture 2025



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Garlic (*Allium sativum* L.) is an economically important crop that requires region-specific cultivation strategies for yield improvement. This study evaluated the optimal sowing and harvesting periods for 'Hongsan' garlic in South Korea through two-year field trials (2022–2024) in Muan (southern region) and Taean (central region). Plant morphological and yield parameters were recorded. Garlic was sown at 10-day intervals from late September to mid-October (2022) and 20-day intervals from mid-September to late October (2023) in Muan, with no significant yield differences. In Taean, sowing at 20-day intervals from mid-September to late October showed no yield difference between mid-September and early October, but late October sowing decreased yield ($p \leq 0.05$). Meanwhile, garlic harvested at 10-day intervals from mid-May to mid-June in Muan and early June to mid-June in Taean showed an increased yield due to delayed harvesting time in both regions ($p \leq 0.05$). These findings suggest that the optimal sowing period is late September to late October in the southern region and until early October in the central region. Furthermore, the optimal harvesting time is after June 1st or 2nd in the southern region and June 2nd in the central region to achieve the highest yield of 'Hongsan' garlic. Hence, this study provides a basis for future multi-regional trials to refine sowing and harvesting guidelines across diverse garlic-growing environments.

Keywords: Garlic, Harvesting date, Hongsan, Sowing date, Yield

서론

우리나라에서 마늘(*Allium sativum* L.)은 식생활에서 중요한 양념채소로 1인당 연간 소비량은 6~7 kg 수준을 유지하고 있는데, 세계 평균이 0.8 kg 정도임을 감안한다면 우리나라는 마늘을 즐겨 먹는 민족이라 할 수 있다[1]. 마늘은 우리나라에서 고추, 배추, 무, 양파와 함께 5대 채소 중 하나이며, 농림축산식품 통계연보에 따르

면 2023년 기준으로 재배면적은 2만 5천 ha, 생산량은 31만 8천 톤에 달하고 있다. 그리고 10a당 농가소득은 175만 2천 원이며 생산액으로는 1.1조 원을 차지하고 있어 농가의 주요 소득 작물 중 하나라고 할 수 있다[1].

마늘 재배는 일반적으로 가을에 파종하여 이듬해 5~6월에 수확하는 단일작형으로[2,3], 마늘의 파종 후 일정 기간동안 저온의 과정을 거친 후에 고온 장일 조건에서 구가 비대하는 생태적인 특성을 지니고 있다[4,5]. 우리나라에서 마늘은 제주도를 포함하여 전국적으로 재배되고 있으며, 생육지형의 특성에 따라 추운 지역에서 재배하는 한지형과 따뜻한 곳에서 재배하는 난지형 마늘로 구분하고 있다[6,7]. 한지형 품종은 재래종으로 중·북부지방에서 재배하고, 난지형 품종은 도입종인 남도 마늘과 대서 마늘이 대표적이며 주로 남부지방에서 재배한다[8]. 난지형인 이 두 품종은 수량성이 높아 국내 마늘 재배면적의 약 80%를 차지하고 있다[8]. 홍산은 농촌진흥청이 개발한 품종으로 우리나라 전국 어디서나 재배할 수 있는 마늘로, 인편 끝이 초록색을 띠는 점이 다른 마늘과 구분할 수 있는 특징을 가지고 있다[9]. 또한 홍산은 재래종인 서산, 단양, 의성 등 한지형 마늘과 비교하여 수량성이 높고 도입종인 난지형 마늘인 남도 마늘과 비슷한 수량성을 보인다[10]. 이 외에도 클로로필 등 기능성 성분이 높으며 천근성으로 수확이 용이하여 생력재배에도 알맞다고 알려져 있다[10]. 이러한 이유로 중부지방인 홍성을 중심으로 전국적으로 880여 ha에서 재배하고 있다[9].

마늘의 파종은 난지형과 한지형에 따라 다르고, 그리고 지역에 따라서 파종 시기가 달라진다. 난지형 품종을 심는 남부지방에서 마늘의 파종 적기는 9월 중순부터 10월 상순까지이며, 중부지방에서는 10월 상순에서 하순까지이다. 그리고 수확 적기는 남부지방은 5월 하순부터 6월 상순이고, 중부지방에서는 6월 중순에서 하순까지이다. 하지만 농가에서 파종은 마늘의 후작물을 재배하느냐 또는 재배하지 않느냐에 따라 파종 시기가 달라진다. 그리고 후작물로 논에서는 벼, 밭에서는 주로 콩, 참깨, 들깨, 옥수수 등 재배 여부에 따라서 마늘의 파종 시기기도 변화된다. 예를 들어 남부지역에서 콩을 재배한 후 마늘을 정식하는 경우 적기보다 늦은 10월 하순에 파종하게 된다. 한편 중부지역에서 마늘만 재배하는 경우 농가의 재배 상황에 맞추어서 수량을 높이기 위해 적기보다 이른 9월 중순부터 파종하는 농가도 있다. 그리고 수확 시기에 있어서도 마늘 후작물의 선택 여부에 따라서 달라진다.

마늘의 성장과 발달은 환경조건인 토양조건, 일장 및 광기간, 온도뿐 아니라 재배방식인 정식일, 품종, 시비, 관개 등으로 인해 마늘의 생육, 수량, 구의 특성이 영향을 받는다고 알려져 있다[11-13]. 정식일이 빠른 경우 마늘 구를 형성하기 위해 상대적으로 긴 재배기간을 갖게 되고, 이를 통해 구 형성에 크기를 키운다고 보고되고 있다[14]. 홍산 마늘의 경우 중부지역에서는 재래종 마늘보다 일찍 파종하는 농가가 많으며, 남부지역에서는 생육 후반기까지 남도 마늘보다 잎이 녹색으로 지속하는 기간이 길기 때문에 수확일이 늦다. 이렇듯 지역에 따라 홍산 마늘에 맞는 파종과 수확시기가 달리 적용해야 하지만 홍산 마늘의 적정 파종과 수확시기의 연구는 보고되고 있지 않다. 따라서 전국적으로 재배할 수 있는 홍산 마늘을 대상으로 파종과 수확시기의 변화에 따라 수량에 미치는 영향을 구명할 필요가 있다.

본 연구에서는 홍산 마늘을 대상으로 적정 파종과 수확시기의 구명을 위해서 남부는 무안에서 중부는 태안지역에서 파종과 수확시기를 달리하였을 때 마늘의 생육 및 수량에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

재배 및 시험처리

본 시험은 2022년 9월부터 2024년 6월까지 남부에서는 국립원예특작과학원 파속채소연구센터(전남 무안군 무안로 199, 위도 34°96'96.82", 경도 126°45'45.64"), 중부지역은 충남농업기술원 양념채소연구소(충남 태안군 남면 안면대로 1296-26, 위도 36°4'32.47", 경도 126°30'38.39")에서 수행하였다. 홍산 마늘은 2회에 걸쳐서 작물을 재배하였는데, 1차 연도는 2022년 9월부터 2023년 6월까지이고 2차 연도는 2023년 9월부터 2024년 6월까지 길렀다. 연구 수행에 있어 남부지역인 무안에서는 2회 모두 수행하였는데 중부지역인 태안에서는 2차 연도만 시험을 진행하였다. 시험처리는 파종시기에서는 3처리로 하였고, 수확시기의 경우 남부지역 무안에서는 4처리였고 중부지역 태안에서는 2처리를 두었다. 마늘의 파종은 1차 연도는 10여 일 간격이었으며 2차 연도는 20여 일 간격으로 하였다. 이때의 1차 연도의 파종은 9월 말, 10월 상순, 10월 중순으로 각각 2023년 9월 30일, 10월 7일, 10월 17일이었고, 2차 연도의 파종은 9월 중순, 10월 상순, 10월 하순으로 각각 2024년 9월 13일, 10월 5일, 10월 25일이었다. 마늘의 수확은 10여 일 간격을 두었는데 남부지역 무안은 5월 중순, 5월 하순, 6월 상순, 6월 중순까지 4처리,

중부지역 태안에서는 2처리로 6월 상순, 6월 중순으로 하였다. 이때의 수확일은 각각 2023년은 5월 16일, 5월 25일, 6월 5일, 6월 15일이며, 2024년은 5월 14일, 5월 24일, 6월 4일, 6월 14일이었다.

시비는 마늘 표준시비량에 해당하는 양을 사용하였으며, 농촌진흥청 작물별 시비처방기준에 준하여 공급하였다. 밀거름으로 질소와 칼리는 각각 90 kg/ha과 45 kg/ha를, 웃거름으로는 160 kg/ha와 83 kg/ha를 각각 2회에 나누어서 공급하였다. 인산은 전량 밀거름으로 77 kg/ha를 시비하였다. 정식 2주 전에 밀거름 비료를 시비하고, 정식 2~3일 전까지 두둑에 비닐 멀칭을 완료하였다. 시험구의 크기는 가로 6.0 m × 세로 5.0 m으로 하여 난괴법 3반복으로 실시하였으며, 두둑의 너비는 1.5 m 간격에 재식간격은 16.5 cm × 12.0 cm였다. 시험 토양은 남부지역 무안에서 수행한 시험 전 토양의 pH는 7.4였으며 유기물은 14.3 g/kg의 함량을 보였으며, 중부지역 태안에서 수행한 시험 토양의 경우 pH는 7.6이었으며 유기물은 17.3 g/kg을 나타냈다(Table 1).

Table 1. Chemical properties of the experiment soil

Site	pH (1:5)	EC ^y (dS/m)	OM ^x (g/kg)	Avail. P ₂ O ₅ ^w (mg/kg)	Ex. cation ^v (cmol ⁺ /kg)		
					K	Ca	Mg
Muan	7.4±0.12 ^z	1.2±0.10	14.3±0.88	835±87.3	1.3±0.11	8.0±0.23	3.4±0.06
Taeon	7.6±0.09	0.3±0.01	17.3±0.33	384±3.7	0.8±0.01	6.3±0.09	3.3±0.06

^zMean±standard error.

^yEC, Electro-conductivity; ^xOM, Organic matter; ^wAvail. P₂O₅, Available phosphate; ^vEx. cation, Exchangeable cation.

마늘 파종 후 재배기간에 토양 수분관리는 농촌진흥청 농업기술길잡이 마늘재배 관리방법에 의거하여 10일 동안 20~30 mm의 강우가 없는 경우 스프링클러 관수를 통해서 토양이 건조하지 않도록 수분관리를 유지하였다. 그리고 기상자료는 데이터로거 (WatchDog 1000 Series, Spectrum Tech, USA)를 설치하여 무안과 태안지역의 홍산 마늘 파종부터 수확 시까지 재배기간 동안 온도 자료를 수집하였으며, 강수량은 농업날씨 365 (<https://weather.rda.go.kr>)에서 조사지역의 정보를 얻었다.

조사 및 통계분석

마늘의 생육조사는 4회 조사를 하였는데 1차 연도에서는 2022년 11월 29일, 2023년 3월 14일, 4월 12일, 5월 16일에 수행하였다. 2차 연도에서는 남부지역 무안은 2023년 11월 28일, 2024년 3월 11일, 4월 12일, 5월 16일이었고, 중부지역인 태안에서는 2023년 11월 28일, 3월 12일, 4월 17일, 5월 16일에 조사하였다. 생육 시료조사는 남부 무안지역은 시험구별 12주, 중부 태안지역에서는 6주에 대해서 초장, 엽수, 생체중, 구중을 조사하였다. 초장은 지면에서부터 주중 최장엽 끝까지의 길이를 측정하였으며, 엽수는 잎의 길이가 1 cm 이상이 되는 잎의 수를 조사하였다. 생체중은 지상부와 지하부 전체의 무게를 측정하였고, 구중은 마늘 구의 무게를 조사하였다. 통계분석은 SAS 프로그램(Enterprise enterprise guide 7.1, SAS Institute, USA)을 이용하였으며, Duncan의 다중검정으로 처리간의 통계적 유의성을 비교 검토하였다.

결과 및 고찰

파종일에 따른 마늘 생육

2022년 9월 하순부터 10월 중순까지 10여 일 파종간격에 따른 홍산 마늘의 생육은 재배 초기인 11월 29일에 조사하였을 때 9월 하순 파종의 경우 초장이 43.2 cm, 엽수 6.0매, 생체중이 23.1 g/plant로서 10월 초와 10월 중순 파종과 비교하여 유의성 있는 생육의 차이($p \leq 0.05$)를 나타냈다(Table 2). 하지만 월동 후 4월 12일 조사에서 초장은 9월 하순 파종과 다른 처리와는 유의성 있는 차이($p \leq 0.05$)를 보였지만, 10월 상순과 중순 간에는 차이가 없었다. 생체중과 구중에서도 9월 중순, 10월 상순 파종과 10월 중순 간에는 차이를 보였으나($p \leq 0.05$), 9월 중순과 10월 상순 간에는 차이가 없었다. 그리고 마늘의 수확기 무렵인 5월 16일 조사에서는 3처리 모두 초장, 생체중, 구중에서 처리 간의 차이를 보이지 않았다.

Table 2. The comparison of garlic growth by different sowing date during cultivation period in Muan from 2022 to 2023

Survey date of growth	Sowing time ^z	Plant height (cm)	Number of leaves	Plant weight (g)	Bulb weight (g)
Nov. 29th	Late-Sep.	43.2a ^y	6.0a	23.1a	-
	Early-Oct.	37.7b	5.5b	15.4b	-
	Mid-Oct.	27.9c	4.5c	7.5c	-
Mar. 14th	Late-Sep.	44.2a	7.4a	57.5a	-
	Early-Oct.	42.0b	7.2a	55.4a	-
	Mid-Oct.	40.9b	7.2a	42.0b	-
Apr. 12th	Late-Sep.	70.5a	9.6a	136.5a	10.2a
	Early-Oct.	67.9b	9.1b	131.2a	10.0a
	Mid-Oct.	66.2b	9.0b	118.4b	8.8b
May 16th	Late-Sep.	95.2a	8.9a	177.3a	39.7a
	Early-Oct.	92.6a	8.4b	174.7a	37.9a
	Mid-Oct.	92.5a	8.2b	168.0a	36.2a

^zSowing time: Sep. 30th, Oct. 7th, Oct. 17th.^yMeans within columns followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$).

2년차에서는 9월 중순부터 10월 하순까지 20여일 간격으로 넓혀서 파종하였는데, 남부지역 무안에서는 1년차와 동일하게 생육 초기인 11월 28일에서의 생육은 초장이 44.1 cm, 엽수 6.5매로 처리간의 차이($p \leq 0.05$)를 나타냈다(Table 3). 하지만 월동 후 4월 17일 조사에서는 파종일 간의 처리효과가 감소되어 초장은 처리간의 차이가 없었고, 생체중에서는 9월 중순 및 10월 상순과 10월 하순 간에는 차이를 보였지만($p \leq 0.05$), 9월 중순과 10월 상순 간에는 유의성은 없었다. 그리고 생육후기인 5월 16일 조사에서는 모든 처리에서 생육량에 차이를 나타내지 않았다. 그렇지만 중부지역인 태안에서는 생육후기인 5월 16일 조사에서도 9월 중순 파종 마늘과 10월 하순에 파종한 마늘 간에 초장, 엽수, 생체중 및 구중 등 생육량 차이를 나타냈다($p \leq 0.05$). 즉 남부지역에서는 파종일의 차이에도 월동 후 생육 후반기에 들어서는 마늘 식물체의 생육량을 차이가 없는 반면, 중부지역에서는 이른 파종의 경우 늦게 파종한 마늘보다 생육량이 증가하였다.

이러한 결과는 마늘 파종 후부터 수확 때까지 8개월여 이상 재배하는 동안 남부 무안지역이 중부 태안지역보다 월 평균온도가 0.9~1.6°C 높았기 때문에(Fig. 1), 파종일이 늦어도 작물의 생장을 촉진하여 생육량의 차이가 없었고 반대로 태안지역은 월평균 온도가 상대적으로 낮아서 마늘 정식일의 차이의 영향이 생육 후반기까지 지속된 것으로 사료된다. 이는 남도 마늘에서 주·야간 재배온도가 11/7°C, 14/10°C, 17/12°C, 20/15°C, 23/18°C, 28/23°C로 높을수록 생육이 촉진되어 최종 엽수에 도달하는 기간이 짧아진다고 하였고[13], 또한 주야간 온도가 20/15°C, 25/18°C, 30/25°C로 높을수록 재배기간이 짧아진다는 결과와 유사하였다[15]. 마늘 재배기간에서의 강수량은 남부 무안에서는 525.5 mm, 중부 태안에서는 536.5 mm가 내려 강수량에 의한 지역 간의 차이는 없는 것으로 보인다(Table 4).

한편 마늘 식물체에서 생체중 증가는 마늘 구의 무게 증가를 나타냈고, 이는 마늘 잎 생육량의 증가는 광합성량을 증가시키고 이를 통해 구의 크기를 결정하는 탄수화물이나 다른 대사산물의 축적을 증가시키기 때문으로 알려져 있다[12].

파종과 수확시기에 따른 마늘 수량

파종시기에 따른 홍산 마늘의 수량은 남부 무안지역에서 10여 일 간격으로 파종한 경우 식물체의 생육량과 마찬가지로 처리간의 유의성은 없었다(Table 5). 그리고 2년차에서도 남부 무안지역에서 파종간격을 10여 일에서 20여 일로 늘렸지만 1년차와 동일하게 마늘의 수량은 파종일 간에는 통계적인 유의성은 보이지 않았다(Table 6). 하지만 중부 태안지역에서 20여 일 간격으로 파종한 경우 생육조사와 마찬가지로 10월 하순에 파종한 마늘 건조 후 수량이 1,544 kg·DW/10a로, 9월 중순과 10월 상순에 각각 파종한 마늘에서의 수량인 1,769 kg·DW/10a, 1,676 kg·DW/10a와는 차이를 나타냈다($p \leq 0.05$).

수확시기의 차이에 따른 홍산 마늘의 수량은 남부 무안에서 10여 일 간격으로 수확한 처리에서는 5월 중순에서 1,156 kg/10a로 가장 적은 수량을 나타냈던 반면 수확일이 늦어질수록 수확량이 증가하여 6월 중순에 수확한 경우 2,119 kg/ha로 수량이

Table 3. The comparison of garlic growth by different sowing date during cultivation period in Muan and Taean from 2023 to 2024

Survey date of growth	Sowing time ^z	Plant height (cm)	Number of leaves	Plant weight (g)	Bulb weight (g)
Muan					
Nov. 28th	Mid-Sep.	44.1a ^y	6.5a	-	-
	Early-Oct.	38.0b	5.7b	-	-
	Late-Oct.	20.2c	3.5c	-	-
Mar. 11th	Mid-Sep.	32.5a	7.5a	-	-
	Early-Oct.	31.5ab	7.2b	-	-
	Late-Oct.	31.4b	7.1b	-	-
Apr. 12th	Mid-Sep.	65.9a	7.5a	118.9a	-
	Early-Oct.	66.9a	7.2b	120.7a	-
	Late-Oct.	65.5a	7.1b	94.5b	-
May 16th	Mid-Sep.	90.6a	9.6a	200.2a	44.3a
	Early-Oct.	90.5a	9.4a	198.8a	43.3a
	Late-Oct.	91.5a	9.4a	196.6a	43.9a
Taean					
Nov. 28th	Mid-Sep.	41.7a	6.1a	-	-
	Early-Oct.	37.1b	5.2b	-	-
	Late-Oct.	24.3c	4.6c	-	-
Mar. 12th	Mid-Sep.	31.7a	7.5a	-	-
	Early-Oct.	32.2a	7.2a	-	-
	Late-Oct.	29.9b	6.7b	-	-
Apr. 17th	Mid-Sep.	83.0a	10.3a	155.5a	-
	Early-Oct.	80.9a	10.0ab	135.7b	-
	Late-Oct.	77.3b	9.6b	112.7c	-
May 16th	Mid-Sep.	106.1a	9.3a	223.5a	45.3a
	Early-Oct.	104.4a	9.1ab	206.6a	45.0a
	Late-Oct.	99.2b	8.7b	176.5b	38.2b

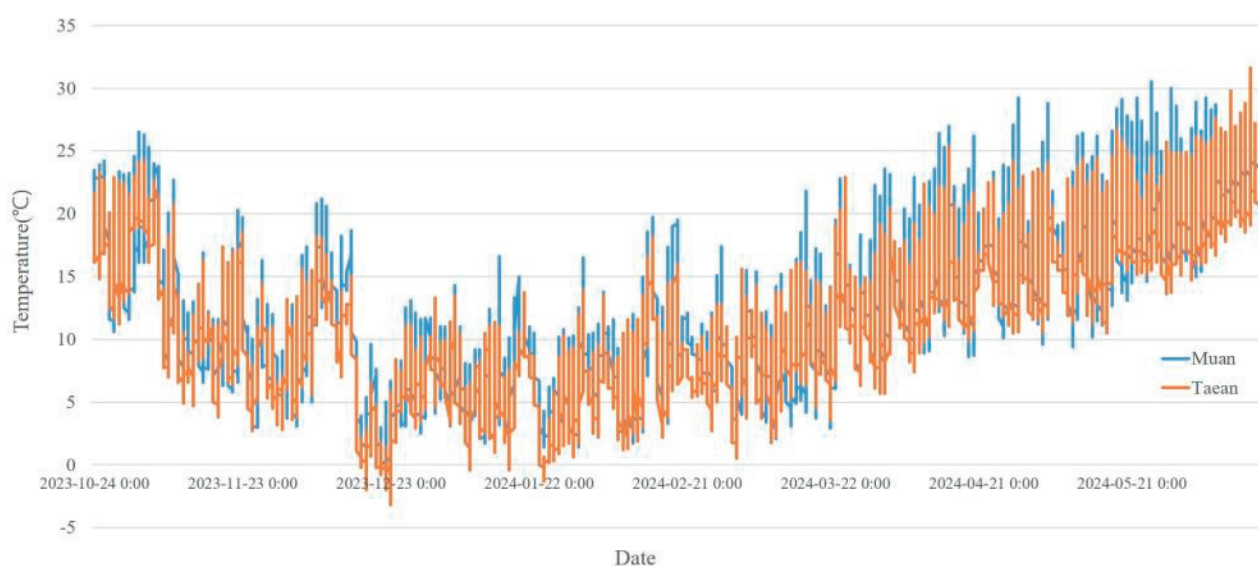
^zSowing time: Sep. 13th, Oct. 5th, Oct. 25th.^yMeans within columns followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$).**Fig. 1. The comparison of air temperature between Muan, the southern region and Taean, the central region during cultivation period after sowing of garlic from 2023 to 2024.**

Table 4. Average monthly temperature and rainfall during cultivation period after sowing of garlic from 2023 to 2024 in the southern and the central region

Month	Average temperature (°C)		Rainfall (mm)	
	Muan	Taeon	Muan	Taeon
October	18.1	17.1	8.5	21.0
November	12.7	11.6	81.0	106.0
December.	8.6	7.3	62.0	96.0
January	7.0	5.7	56.5	15.0
February	9.3	7.7	91.5	98.0
March	10.7	9.8	61.0	10.0
April	16.6	15.2	80.0	57.0
May	19.3	18.0	79.5	129.5
June ^z	22.6	21.7	5.5	4.0

^zAverage temperature and rainfall in June was investigated by June 15th.

Table 5. The plant weight and yield of garlic by different sowing date and harvesting date during cultivation period in Muan from 2022 to 2023

Treatment		Plant weight (kg-FW/10a)	Garlic Yield (kg-FW/10a)
Sowing time ^z	Late-Sep.	4,876a ^x	1,733a
	Early-Oct.	4,692a	1,648a
	Mid-Oct.	4,635a	1,631a
F-Test		NS ^w	NS
Harvesting time ^y	Mid-May	5,906a	1,156d
	Late-May	5,384a	1,442c
	Early-June	4,238b	1,966b
	Mid-June	3,409c	2,119a
F-Test		**	**
Sowing date × Harvesting date		NS	NS

^zSowing time: Sept. 30th, Oct. 7th, Oct. 17th.

^yHarvesting time: May 16th, May 25th, June 5th, June 15th.

^xMeans within columns followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$).

^wNS: Non-significant.

Table 6. Yield of garlic by different sowing date and harvesting date during cultivation period in Muan and Taeon from 2023 to 2024

Treatment		Garlic Yield (kg-DW/10a)	
		Muan ^z	Taeon ^y
Sowing time	Mid-Sep.	1,115a ^x	1,769a
	Early-Oct.	1,169a	1,676a
	Late-Oct.	1,159a	1,544b
F-Test		NS ^w	NS
Harvesting time	Mid-May	1,006c	-
	Late-May	1,110b	-
	Early-June	1,232a	1,596b
	Mid-June	1,228a	1,730a
F-Test		**	*

^zSowing time: Sep. 13th, Oct. 5th, Oct. 25th; Harvesting time: May 14th, May 24th, June 4th, June 14th.

^ySowing time: Sep. 13th, Oct. 5th, Oct. 25th; Harvesting time: June 4th, June 14th.

^xMeans within columns followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$).

^wNS: Non-significant.

가장 많았다($p \leq 0.05$). 2년차에서도 10여 일 간격으로 수확한 마늘의 수량이 수확시기가 늦을수록 생산량이 증가하였다($p \leq 0.05$). 여기에서 6월 중순의 마늘 수량 1,228 kg-DW/10a로 6월 상순의 1,232 kg-DW/10a와 비교하여 수확량의 증가가 없었는데, 이는 마늘의 적정 수확기는 잎이 약 50~60%가 녹색에서 갈색으로 고사하였을 때로 보고되고 있는데[16], 6월 상순에 이미 홍산 마늘잎의 절반가량이 갈변에 이르렀기 때문에 더 이상의 수량 증가가 나타나지 않았다. 한편 중부 태안에서도 10여 일 간격으로 수확한 경우 수확시기가 늦은 6월 중순에서 1,730 kg-DW/10a 건조 수량을 나타내어 6월 상순에 수확한 마늘보다 높은 생산성을 나타냈다($p \leq 0.05$). 이러한 결과는 감자를 정식하고 80일, 90일, 100일간 재배한 후 수확량 비교에서 80일 재배와 같이 이른 수확은 수량의 감소를 가져온 반면, 100일간 재배에서 괴경 내 건물중의 축적으로 수량의 증가를 가져온다는 보고와 동일하였다[17].

홍산 마늘의 수량에 파종과 수확시기의 차이에 따른 일평균 온도를 누적한 적산온도를 Table 7에 나타냈다. 일반적으로 마늘 구의 비대는 고온과 장일조건에서 시기적으로는 4월 상순부터 시작하는데[8], 구가 비대하기 시작하는 시기를 구분해서 그 전을 파종일의 영향으로 그리고 4월부터 수확일의 차이를 수확시기의 영향으로 구분하였다. 파종일에 따른 적산온도는 9월 중순에서 무안이 2,254°C이고 태안이 2,065°C였으며, 파종일이 10월 하순에서 1,591°C와 1,398°C로 감소해서 40여 일 파종일 간격에 각각 663°C와 667°C의 차이를 보였다. 수확시기에 따른 적산온도는 5월 중순에서 무안이 749°C이고 태안이 695°C로 부터, 6월 중순에서 각각 1,387°C와 1,293°C로 수확시기가 늦어질수록 적산온도는 증가하여 30여 일 수확일 간격을 두고 638°C와 598°C의 차이를 나타냈다. 이러한 적산온도를 홍산 마늘의 수량과 연계하여 볼 때, 파종시기에서의 적산온도 차이보다 수확시기의 적산온도 차이가 처리별로 수량에 유의성 있는 차이를 나타냈기 때문에 보다 큰 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. 다른 연구 사례에서는 콩에서 파종기가 지연될수록 성숙기가 단축되어 정상 파종보다 30일 늦은 경우 수량이 85~92% 수준으로 감소한다고 보고한 결과와는 달랐는데[18], 이는 마늘 재배기간이 8~9개월인 반면 콩은 약 4개월로 재배기간이 짧아 파종기의 영향을 크게 받은 것으로 사료된다.

마늘은 호냉성 월동채소로 생육적온은 18~20°C이고, 인편의 비대는 10°C 이상에서 가능하지만 적온은 18~20°C로 알려져 있다[13]. 본 시험에서 4월부터 연평균 온도가 10°C 이상으로 올라 구가 발달하기 시작해서 적온에 도달하는 5월에는 구가 비대해 지는 과정에서 5월 중순 이후에는 생육적온 이상으로 올라 잎이 갈변하기 시작하고 전 생체중은 감소하였다(Table 5). 그러므로 5월 중순이나 5월 하순과 같이 이른 수확은 수량의 감소를 가져오므로 수확 시기가 보다 중요한 것으로 판단되며, 수확시기에 따른 홍산 마늘의 수량은 남부 무안에서는 6월 1주나 2주였고 중부 태안에서는 6월 2주까지 재배하였을 때 최대 수량을 나타냈다. 이러한 결과는 파종시기보다 수확시기의 차이가 홍산 마늘의 수량 변화에 더 큰 영향을 미쳤다고 할 수 있다.

전국적으로 재배가 가능한 마늘인 ‘홍산’ 품종에 있어 일반적인 파종 범위 내에 파종 시기는 남부지역의 경우 수량의 증가나 감소에 영향을 미치는 요인이 되지 않았지만, 중부지역에서는 10월 상순 이전에 파종한 경우 10월 하순보다 마늘 수량이 증가하

Table 7. Cumulative mean air temperature by different sowing time and harvesting time in Muan and Taean from 2023 to 2024

Sowing time (S) ^z	Harvesting time (H) ^y	Cumulative daily mean air temperature in Muan (°C)			Cumulative daily mean air temperature in Taean (°C)		
		From S to March	From April to H	Total	From S to March	From April to H	Total
Mid-Sep.	Mid-May	2,254	749	3,003	2,065	695	2,760
	Late-May	2,254	948	3,202	2,065	881	2,946
	Early-June	2,254	1,160	3,414	2,065	1,076	3,141
	Mid-June	2,254	1,387	3,641	2,065	1,293	3,358
Early-Oct.	Mid-May	1,778	749	2,527	1,599	695	2,294
	Late-May	1,778	948	2,726	1,599	881	2,480
	Early-June	1,778	1,160	2,938	1,599	1,076	2,675
	Mid-June	1,778	1,387	3,165	1,599	1,293	2,892
Late-Oct.	Mid-May	1,591	749	2,340	1,398	695	2,093
	Late-May	1,591	948	2,539	1,398	881	2,279
	Early-June	1,591	1,160	2,751	1,398	1,076	2,474
	Mid-June	1,591	1,387	2,978	1,398	1,293	2,691

^zSowing time: Sep. 13th, Oct. 5th, Oct. 25th.

^yHarvesting time: May 14th, May 24th, June 4th, June 14th.

였기에 파종 시기에 따른 수량의 영향이 있었다. 그리고 수확시기는 홍산 마늘의 수량에 있어 주요한 영향을 미쳤는데 안정적인 수량 확보를 위해서는 단작이 아닌 2기작을 하게 되는 경우라도 남부지역에서는 6월 1주나 2주에 그리고 중부지역에서는 6월 2주까지는 재배해야 한다. 그러므로 홍산 마늘의 안정적인 수량을 얻기 위한 파종시기는 남부지역은 10월 하순, 중부지역에서는 10월 상순까지 파종하고, 수확은 남부지역은 이듬해 6월 1~2주, 중부지역은 6월 2주까지는 재배해야 최대 수량을 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 홍산 마늘의 적정 파종과 수확 시기의 구명에 있어 연구기간이 2년이고, 시험조사를 중부와 남부지역의 마늘 주산지 1곳에만 수행하였기에, 좀 더 다양한 지역을 대상으로 추가적인 연구의 수행이 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 연구에서는 홍산 마늘을 대상으로 적정 파종과 수확시기의 구명을 위해서 남부는 무안에서 중부는 태안지역에서 파종일과 수확일을 달리하였을 때 마늘의 생육 및 수량에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 남부 무안에서 9월 하순부터 10월 중순까지 10여 일 또는 9월 중순부터 10월 하순까지 20여 일 간격으로 파종 시기를 달리한 경우 마늘의 생육이나 수량의 차이는 없었다. 하지만 중부 태안지역에서 20여 일 간격으로 파종 시 생육조사와 마찬가지로 9월 중순과 10월 상순에 파종한 마늘에서의 수량이 각각 1,769 kg·DW/10a, 1,676 kg·DW/10a로서 두 처리 간에는 차이가 없었지만, 10월 하순에 파종한 마늘 건조 후 수량인 1,544 kg·DW/10a와는 차이를 보였다($p \leq 0.05$). 한편 수확시기는 남부 무안에서는 5월 중순부터 6월 중순까지, 중부 태안에서는 6월 상순과 6월 중순까지 10여 일 간격으로 수확시기를 달리하였을 때 남부와 중부지역 모두 수확시기가 늦을수록 유의성 있게 수량의 증가를 나타냈다($p \leq 0.05$). 남부 무안에서 1년차에는 6월 중순에서, 2년차에는 6월 상순과 중순에서 1,232 kg·DW/10a, 1,228 kg·DW/10a로 최대 수량을 보였고, 중부 태안에서는 6월 중순에서 1,730 kg·DW/10a 최대의 수량을 나타냈다. 이러한 결과로부터 홍산 마늘의 안정적인 수량을 얻기 위해서는 파종 시기는 남부는 10월 하순, 중부에서는 10월 상순까지 파종하고, 수확시기는 남부는 이듬해 6월 1~2주, 중부에서는 6월 2주까지는 재배해야 최대 수량을 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 홍산 마늘의 적정 파종과 수확시기의 구명에 있어 연구 기간이 2년이고, 시험 조사를 중부와 남부의 마늘 주산지 1곳에만 수행하였기에, 좀 더 다양한 지역을 대상으로 추가적인 연구의 수행이 필요할 것으로 사료된다.

Data Availability: All data are available in the main text or in the Supplementary Information.

Author Contributions: Lim, T.J. performed the experiment and wrote the manuscript; Lee, J.W. managed the experiment field in Taean region.

Notes: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments: This research was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development(Project No. PJ017174)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

Additional Information:

Supplementary information The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.5338/KJEA.2025.44.11>

Correspondence and requests for materials should be addressed to Tae-Jun Lim.

Peer review information Korean Journal of Environmental Agriculture thanks the anonymous reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Reprints and permissions information is available at <http://www.korseaj.org>

References

1. Kim SH, Hwang HY, Seo HB, Rim JE, Park SJ, Lee YH, Kim MS (2019) Response of yield and nitrogen use efficiency for garlic on different types and rates of organic fertilizer. *Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association*, 27(4), 35-42. <https://doi.org/10.17137/korrae.2019.27.4.35>.
2. Moon Y, Lee BY (1985) Studies on the factors affecting the secondary growth in garlic (*Allium sativum* L.) I. Investigations on some environmental factors and developing phase of secondary growth. *Korean Society for Horticultural Science*, 26(2), 103-112.
3. Oh SY, Moon KH, Shin MJ, Koh SC (2020) Shoot growth, bulb development and mineral contents of southern-type garlic in response to elevated temperatures in temperature gradient tunnels. *Horticultural Science and Technology*, 38(4), 440-450. <https://doi.org/10.7235/HORT.20200042>.
4. Bandara MS, Krieger K, Slinkard AE, Tanino KK (2000) Pre-plant chilling requirements for cloving of spring-planted garlic. *Canadian Journal of Plant Science*, 80, 379-384. <https://doi.org/10.4141/P99-074>.
5. Rahim MA, Fordham R (2001) Environmental manipulation for controlling bulbing in garlic. *Acta Horticulturae*, 555, 181-188. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.555.27>.
6. Hwang JM, Ha HT, Choi HS (2009) Field performance of seed garlic on cultivars collected from the different growing regions. *Korean Society for Horticultural Science*, 27, 567-571.
7. Lee HJ, Lee SG, Kim SK, Mun BH, Lee JH, Lee HS, Kwon YS, Han JW, Kim CW (2018) Effects of combination of air temperature and soil moisture contents on growth, clove initiation, physiological disorders, and yield of garlic. *Journal of Bio-Environment Control*, 27(3), 191-198. <https://doi.org/10.12791/KSBEC.2018.27.3.191>.
8. Oh SY, Moon KH, Song EY, Koh SC (2019) Photosynthesis, growth, and clove formation of southern-type garlic in response to different day/night temperature regimes. *Horticultural Science and Technology*, 37(6), 696-707. <https://doi.org/10.7235/HORT.20190070>.
9. Luitel BP, Lee HJ, Choi MS, Lim TJ (2024) Effects of planting depth and sunshine drying on expression of greenness at the tip of peeled 'Hongsan' garlic cloves. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 43, 128-136. <https://doi.org/10.5338/KJEA.2024.43.13>.
10. Kang MJ, Kang JR, Shin JH (2020) Physicochemical characteristics of black garlic from 'Hongsan' variety. *Korean Society of Food Preservation*, 27(6), 714-724. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2020.27.6.714>.
11. El-Zohiri SSM, Farag AA (2014) Relation planting date, cultivars and growing degree-days on growth, yield and quality of garlic. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 3(4), 1169-1183.
12. Singh P, Naruka IS, Rathore SS, Shaktawat RPS, Singh PP (2010) Response of garlic (*Allium sativum*) cultivars to different date of sowing in Malwa region of Madhya Pradesh. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 80(7), 645-648.
13. Wi SH, Moon KH, Song EY, Son IC, Oh SJ, Cho YY (2017) Growth and fresh bulb weigh model in harvest time on southern type garlic var. 'Namdo' based on temperature. *Protected Horticulture and Plant Factory*, 26(1), 13-18. <https://doi.org/10.12791/KSBEC.2017.26.1.13>.
14. Qaryouti MM, Kasrawi MA (1995) Storage temperature of seed bulbs and planting dates influence on garlic, emergence, vegetative growth, bulbing and maturity. *Advances in Horticultural Science*, 9, 12-18.
15. Atif MJ, Amin B, Ghani MI, Hayat S, Ali M, Zhang Y, Cheng Z (2019) Influence of different photoperiod and temperature regimes on growth and bulb quality of garlic (*Allium sativum* L.) cultivars. *Agronomy*, 9(12), 879. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120879>.
16. Desta B, Woldetsadik K, Ali WM (2021) Effect of harvesting time, curing and storage methods on storability of garlic bulbs. *The Open Biotechnology Journal*, 15, 36-45.
17. Sharkar M, Ahmed JU, Ahmed SF, Al-Meraj SMZ, Mohiuddin M (2019) Effect of harvesting dates on the yield and tuber quality of processing potatoes. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 44(1), 179-193. <https://doi.org/10.3329/bjar.v44i1.40940>.
18. Lee JE, Jung GH, Kim SK, Kim MT, Shin SH, Jeon WT (2019) Effects of growth period and cumulative temperature on flowering, ripening and yield of soybean by sowing times. *Korean Journal of Crop Science*, 64(4), 406-413. <https://doi.org/10.7740/kjcs.2019.64.4.406>.