

복숭아 수확기 고온 스트레스가 수확량 감소에 미치는 영향 분석

박병진* · 김선진* · 김나영** · 김예화*** · 이동근****†

*서울대학교 농업생명과학대학 생태조경·지역시스템공학부 석사과정 / 서울대학교 대학원 융합전공 스마트시티 글로벌 융합 석사과정

서울대학교 경관생태학 및 기후변화적응연구실 인턴연구원, *연변대학교 농학원 조교수,

****서울대학교 농업생명과학대학 조경·지역시스템공학부 교수 / 서울대학교 농업생명과학연구원 지역개발·조경연구소 겸무연구원

Impact of heat stress during harvest on peach yield reduction

Park, Byeong Jin* · Kim, Sunjin* · Kim, Na Young** · Jin, Yihua*** and Lee, Dong Kun****†

*Master's Student, Dept. of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea / Master's Student, Integrated Major in Smart City Global Convergence, Seoul National University, Seoul, Korea

**Intern Researcher, Laboratory of Landscape Ecology and Climate Change Adaptation, Seoul National University, Seoul, Korea

***Assistant Professor, College of Agriculture, Yanbian University, Jilin, China

****Professor, Dept. of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea / Adjunct Researcher, Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea

ABSTRACT

This study evaluates the impact of heat stress during the harvest period on peach yield reduction across South Korea, a country where average temperatures have been steadily increasing due to climate change. Peaches, a nutritionally important fruit and a major Korean crop, are harvested in summer and may be affected by high temperatures. To assess the relationship between thermal stress and yield loss, we developed a logistic regression model using municipal-level yield statistics and climate indicators centered on the harvest window of the widely cultivated 'Cheonjungdo Baekdo' cultivar. Key explanatory variables were average maximum and minimum temperatures during the growth period, number of hot days exceeding 30°C, cumulative heat stress above 30°C around the harvest period, and the duration of the fruit development period. The results showed that thermal indicators were significant predictors of low yield. Prolonged heat exposure near the harvest period and elevated nighttime temperatures increased the risk of yield reduction, while higher maximum temperatures during the growth period were associated with improved productivity. In particular, number of hot days had a positive correlation with low yield, while cumulative heat intensity showed a negative association. This suggests that continuous heat exposure may negatively affect peach yield. These findings highlight a complex interaction between heat stress and fruit development. As extreme summer temperatures become more frequent due to accelerating climate change, adaptation strategies such as adjusting harvest timing and selecting heat-tolerant cultivars will be increasingly important for sustainable fruit production.

Key words : Climate Change, Logistic Regression, Phenology, Agricultural Climate Risk, Fruit Production

†Corresponding author : dklee7@snu.ac.kr (Room 9211, Bldg. 200, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea. Tel. +82-2-880-4885) ORCID 박병진 0009-0004-9460-440X 김예화 0000-0002-5355-8361 김선진 0000-0003-2482-6555 이동근 0000-0001-7678-2203 김나영 0009-0003-8364-218X

Received: June 16, 2025 / Revised: July 14, 2025 1st, July 28, 2025 2nd / Accepted: August 8, 2025

1. 서론

복숭아(*Prunus persica* L.)는 전 세계적으로 널리 소비되는 대표적인 과수 중 하나로, 생과뿐만 아니라 통조림, 주스, 잼 등 가공용으로도 다양하게 활용되며 페놀 화합물 등 항산화 기능성 물질을 포함하여 영양학적 가치가 높은 작물로 평가된다(Michailidis et al., 2021; Mihaylova et al., 2021). 전 세계적으로는 사과에 이어 두 번째로 많이 생산되는 온대 과일로 보고되며(Manganaris et al., 2022), 국내에서는 사과, 감귤, 감에 이어 생산량 및 재배면적 기준 4위를 차지하여 주요 과수로 인정받고 있다(Sung et al., 2022). 최근에는 복숭아 재배가 기존의 산간지 중심에서 벗어나, 논·밭 등 평야지까지 확장되며 재배면적이 지속적으로 증가하고 있다(Lee et al., 2024).

복숭아는 여름철 수확기를 가지는 작물로 고온 노출 시기와 겹치는 특성이 있으며, 이는 생산성과 품질 모두에 복합적인 영향을 미칠 수 있다. 폭염경보 발효 횟수가 증가할수록 복숭아의 생산 효율이 향상되는 경향이 나타났으며(Jeong et al., 2018), 이는 높은 기온이 생육을 촉진하고 숙기를 단축시키는 등 수확량에 긍정적일 수 있음을 시사한다. 하지만 과도한 고온은 일반적으로 광합성 저해, 수분 스트레스, 착색 불량, 조기 낙과 등을 유발하여 오히려 생산량 감소의 원인이 될 수 있다(Sharma et al., 2023). 특히 30°C 수준의 고온 조건에서는 성장 속도와 숙기 단축이 가속되지만, 복숭아의 크기, 당도, 무게 등 품질은 저하되어 수확량에 미치는 부정적인 경향이 관찰되었다(Sikhandakasmita et al., 2022). 이처럼 수확기 고온 노출은 긍정적인 생육 촉진 효과와 부정적인 생리적 스트레스가 공존하는 특성을 보인다.

전 세계적으로 기후변화가 진행되고 있으며 한국 기상

청의 1912~2024년 자료에 따르면 대한민국에서도 장기적으로 평균기온이 꾸준히 상승하는 추세를 보인다. 강릉, 서울, 인천, 대구, 부산, 목포의 6개 장기 관측소 자료를 기반으로 1991~2020년 평균과 비교한 연평균 기온 편차는 최근 수십 년간 뚜렷한 상승 경향을 나타내며 10년당 약 0.21°C의 기온 상승 추세가 관측되었다(Fig. 1). 이러한 온난화 현상에 따라 향후 여름철 극한 기상 현상이 더욱 빈번해질 것으로 예측된다(Cha et al., 2022; Kim et al., 2016). 그럼에도 지금까지의 연구는 주로 복숭아의 휴면기, 개화기와 같은 특정 시기의 저온 피해에 초점을 맞추고 있으며(Ghrab et al., 2014; Kwon et al., 2020) 수확기의 고온 노출이 실제 복숭아 수확량에 미치는 영향을 분석한 사례는 제한적이다. 수확기의 기온 특성과 생산량 간의 관계를 규명하는 것은 기후변화에 따른 고온 리스크를 효과적으로 관리하고, 고품질 복숭아의 안정적인 생산을 위한 기반 자료로서 중요한 의미가 있다.

본 연구는 수확기 전후 일정 기간을 하나의 고온 노출 구간으로 정의하고, 해당 구간의 30°C 초과 일수 및 초과 강도의 고온 지표를 도출하였다. 이어서, 전국 시군구 단위 복숭아 생산량 자료를 기반으로 면적당 생산량 하위 25%를 저수율로 정의하고, 이를 종속변수로 한 로지스틱 회귀 기반 이진 분류 모델을 구축하였다. 이를 통해 수확기 고온 노출이 복숭아 생산성 저하에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

본 연구는 국내 주요 복숭아 품종 중 하나인 천중도백

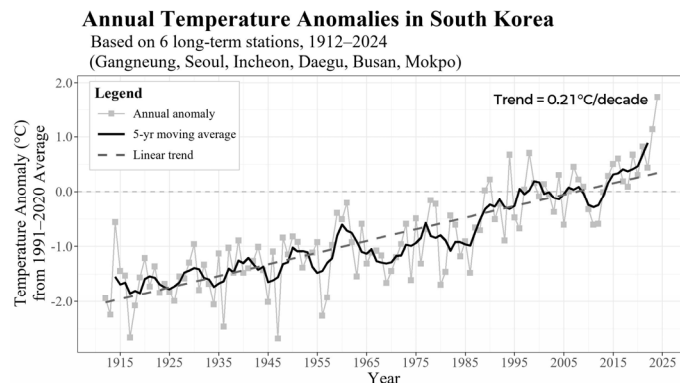


Fig. 1. Annual temperature anomalies in South Korea (1912~2024) based on 6 long-term stations

도의 생육시기를 기준으로 분석을 수행하였다. 충청도백도는 국내에서 장호원황도와 함께 가장 널리 재배되고 있으며(Lee et al., 2024; Yun et al., 2014), 대체로 8월 하순에 숙기를 맞아 여름철 고온기와 중첩되어 수확기 고온 스트레스에 노출될 가능성이 높다.

생산량 분석에는 통계청의 지역통계에서 제공하는 전국 시군구 단위 과실류 생산량 중 복숭아 생산 통계를 활용하였다(Statistics Korea, 2025). 해당 통계는 조사 방식상 과종 단위로 집계되며 품종별 세분화는 제공되지 않는다. 한편, 국립종자원의 품종보호출원동향에 따르면 2025년 6월 기준 국내에 등록된 복숭아 품종은 총 301종에 달한다(Korea Seed & Variety Service, 2025). 이 중 충청도백도는 재배면적 기준 전국 1위 품종으로(Park et al., 2018) 전국 생산량 통계에 대한 영향이 크다. 또한 여름철 고온기에 수확되는 생육 특성으로 수확기 기온 변화에 따른 생리적 반응과 생산성 변화를 분석하는 데 적합한 품종으로 판단되어 본 연구의 대표 품종으로 설정하였다.

분석 단위는 복숭아 생산 통계를 제공하는 145개 시군구이며(Fig. 2) 각 시군구의 연도별 재배면적과 생산량 데이터를 바탕으로 면적당 생산량(tons/ha)을 산출하였다. 분석에 앞서 극단값으로 인한 왜곡을 방지하기 위해 Tukey (1977)의 IQR (Interquartile Range) 기반 이상치 제거 방식을 수행하였다. IQR은 제3사분위수(Q3)에서 제1사분위수(Q1)를 뺀 값으로 자료의 중앙 50% 범위를 나타낸다. 본 연구에서는 $Q1 - 1.5 \times IQR$ 보다 작거나 $Q3 + 1.5 \times IQR$ 보다 큰 값을 이상치로 간주하여 제외하였다(Table 1).

본 연구에서는 2009년부터 2024년까지의 기간 동안 국립원예특작과학원에서 제공하는 품종별 생육 데이터(National Institute of Horticultural and Herbal Science, 2025)를 기반으로 연도별 수확일을 적용하여 분석의 현실성을 확보하였다(Fig. 3). 해당 자료는 전국 주요 조사지점

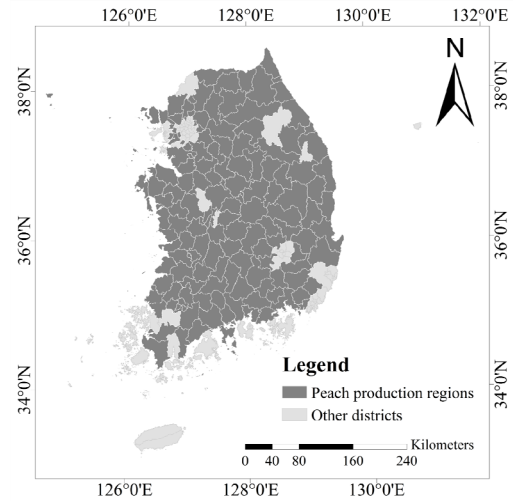


Fig. 2. Administrative districts with peach production data used in the analysis

Table 1. Descriptive statistics of peach production data

Statistic	Cultivated area (ha)	Production (tons)	Production per area (tons/ha)
Count	1,376	1,376	1,376
Mean	112.18	1,408.81	10.96
Std. Dev.	272.21	3,700.91	3.87
Min	0.10	0.50	0.59
25% (Q1)	3.80	33.08	8.42
Median (Q2)	15.80	156.00	10.88
75% (Q3)	65.05	853.58	13.64
Max	2,128.80	31,115.50	21.13

에서 실측된 생육 정보를 활용하여 실제 재배 현장의 생육 상황을 현실적으로 반영하고 연도별 변동성을 고려한 분석 일관성과 농업 현장에서 실용성을 확보할 수 있다.

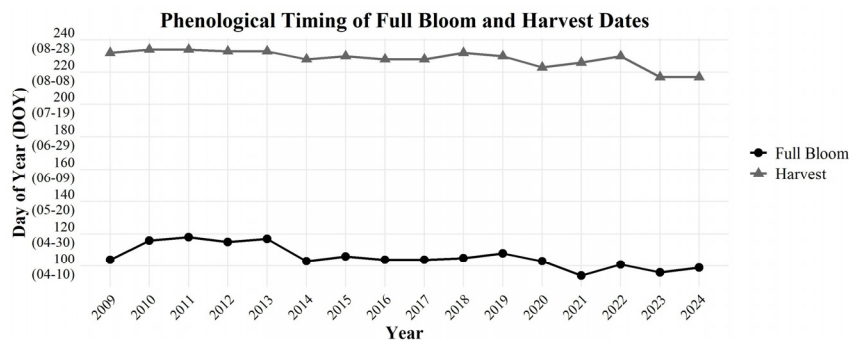


Fig. 3. Phenological timing of full bloom and harvest in peach from 2009 to 2024

2.2. 주요 변수

본 연구에서 기온자료는 기상청에서 제공하는 종관기상관측소(Automated Synoptic Observing System, ASOS) 및 방재기상관측소(Automatic Weather Station, AWS)의 일별 관측값을 활용하였다. 각 시군구 행정구역에 포함되는 모든 기상관측소의 데이터를 평균 처리함으로써 행정단위별 대표 기온 값으로 사용하였다.

수확기 고온 노출을 정량화하기 위해 만개일부터 수확일까지를 생육기간으로 정의하고, 수확일을 기준으로 전후 앞뒤 5일씩 총 11일을 수확기로 설정하였다. 이 기준은 국립원예특작과학원이 제공한 천중도백도 품종의 수확일 실측 자료를 기반으로 하였으며 지역 및 연도 간 수확일의 표준편차가 평균 약 4.7일로 나타난 점을 반영하였다. 이를 통해 수확 시기의 연도별 편차와 고온 노출 영향을 적절히 포함하고자 하였다. 해당 기간의 일별 기온 데이터를 기반으로 고온 스트레스와 관련된 주요 기후 지표들을 산출하였다.

최종적으로 산출된 주요 변수는 생육기간 일수를 포함하며, 생육기간의 평균 최고·최저·평균기온과 함께 선행연구에서 피해가 확인된 30℃를 기준으로(Sikhandakasmitha et al., 2022) 산출한 수확기 30℃ 초과 일수 및 초과 강도 누적값이 포함된다(Table 2).

면적당 생산량 기준 하위 25%에 해당하는 경우를 저수율로 정의하고, 이를 1로 설정하였으며, 나머지 정상 생산 구간은 0으로 구분하였다. 이를 통해 저수율 발생을 이진 분류 모델로 분석하였다.

2.3. 분석 방법

수확기 고온 노출이 저수율 발생에 미치는 영향을 분석

하기 위해 로지스틱 회귀분석을 활용하였다. 설명변수로는 앞서 정의한 수확기 기온 지표 및 생육기간 관련 변수를 사용하였으며, 종속변수는 저수율 발생 여부이다.

다중공선성을 점검하기 위해 분산팽창지수(VIF)를 확인하고, 모델의 안정성을 위해 VIF가 10 이상인 변수는 제거하여 최종 모델을 구성하였다. 최종 로지스틱 회귀모형의 적합도 평가는 Hosmer-Lemeshow 검정을 통해 수행하였다.

3. 결과 및 토의

3.1. 로지스틱 회귀 분석 결과

복숭아 수확기 고온 노출이 저수율 발생 가능성에 미치는 영향을 평가하기 위해 로지스틱 회귀 분석을 수행하였다. 입력 변수 중 다중공선성을 고려하여 생육기 평균기온은 최종 모형에서 제외되었다.

모형의 적합도 검정 결과 Hosmer-Lemeshow test 값은 7.337($p = 0.501$)로 통계적으로 비유의적으로 나타나 예측값과 관측값 간의 유의한 차이가 없어 저수율 발생 여부를 설명하는데 본 로지스틱 모델이 적절함을 보여준다.

3.2. 주요 변수의 영향 해석

로지스틱 회귀분석 결과(Table 3) 복숭아 수확기 고온 특성과 생육기간 변수는 저수율 발생에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 생육기 평균 최고기온은 음의 영향($\beta = -0.248$, $p < 0.001$)을 보여 일정 수준에서의 고온은 생산량 확보에 긍정적으로 작용할 수 있음을 시사한다. 이러한 결과는 3.4℃ 상승 처리 실험에서 광합성 증가, 과중 및 수확량 향상 등이 확인된 사례와 폭염경보 발

Table 2. Definition of explanatory variables used in the logistic regression model

Variables	Definition	Unit
Mean average temperature during growth period	Mean of daily average temperatures (from full bloom to harvest)	℃
Mean maximum temperature during growth period	Mean of daily maximum temperatures (from full bloom to harvest)	℃
Mean minimum temperature during growth period	Mean of daily minimum temperatures (from full bloom to harvest)	℃
Number of extremely hot days (>30℃)	Number of days with daily maximum temperature exceeding 30℃ (±5 days from harvest date)	days
Cumulative heat stress above 30℃	Sum of excess degrees above 30℃ during the harvest period (±5 days from harvest date)	℃
Days from full bloom to harvest	Duration of the fruit development period	days

Table 3. Estimation result of logistic regression model for low-yield prediction

Variables	β	Std. Error	<i>p</i> -value	Exp (β)
Mean maximum temperature during growth period	-0.248***	0.052	< 0.001	0.780
Mean minimum temperature during growth period	0.103*	0.051	0.044	1.108
Number of extremely hot days (>30°C)	0.085*	0.034	0.012	1.088
Cumulative heat stress above 30°C	-0.020*	0.008	0.015	0.980
Days from full bloom to harvest	0.039**	0.015	0.008	1.040
Intercept	-1.156	2.583	0.419	0.315
AIC	1493.3			
X ² (Hosmer-Lemeshow test)	7.337			
	(<i>p</i> = 0.501)			

p* < 0.05. *p* < 0.01. ****p* < 0.001.

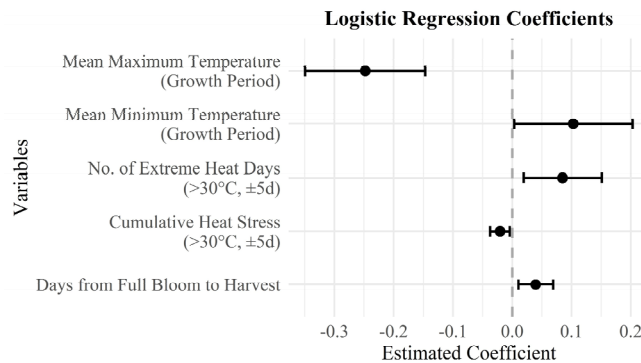


Fig. 4. Logistic regression coefficients for low-yield classification in peach production

효 횟수가 증가에 따라 복숭아의 생산 효율이 향상 경향이 나타난 선행연구와도 일치한다(Jeong et al., 2018; Lee et al., 2022).

반면 일반적으로 야간 기온을 의미하는 평균 최저기온은 유의한 양의 영향($\beta = 0.103$, $p = 0.044$)을 보여 야간 기온이 높을수록 저수율 발생 가능성이 증가하는 경향이 나타났다. 이는 야간의 고온이 과수의 탄소 동화 능력을 저하시키며 기존의 착과 조절 관리와 맞물려 열매의 과도한 탈락을 초래할 수 있다는 결과와도 부합한다(Costa and Botton, 2022).

또한, 수확기 동안 30°C 초과 일수는 저수율 발생과 양의 상관관계($\beta = 0.085$, $p = 0.012$)를 보이지만 초과 강도 누적 합은 음의 상관관계($\beta = -0.020$, $p = 0.015$)를 나타내었다. 초과 강도 지표는 고온이 단기간 극심하게 나타나면 높은 값을 가지지만 고온 일수는 그 강도가 크지 않더라도 일정 수준을 넘는 날이 지속적으로 나타나는 경우를

나타낸다. 따라서 이 두 지표를 종합적으로 보면 일시적인 고온은 복숭아 수확량에 긍정적일 수 있으나 수확기 동안 고온이 지속될 때는 오히려 생산량 감소로 이어지는 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 보인다. 이러한 경향은 온실 내 기온을 30°C로 고정하여 처리한 결과 수확 시기는 앞당겨졌지만 과실 무게와 당도는 감소하는 등 지속적인 고온 노출이 생산량 저하로 이어질 수 있음을 보여준 결과(Sikhandakasmitta et al., 2022)에서도 확인되었다.

마지막으로 생육기간도 유의한 양의 영향($\beta = 0.039$, $p = 0.008$)을 보여 과실 발달에 든 기간이 길수록 저수율 발생 가능성이 증가하는 양상이 확인되었다. 이는 생육기간이 길어질수록 과실의 크기와 무게가 증가하고(Fallahi et al., 2009), 이에 따라 과중의 증가로 낙과 위험이 커질 수 있기 때문이다. 실제로 과실이 비대할 경우 생리적 낙과가 유발될 수 있다는 결과도 보고된 바 있다(Fukuda et al., 2006).

이와 같은 수확기 고온 노출 변수들의 상대적 영향력은 Fig. 4에 시각적으로 제시하였다.

이러한 결과는 수확기를 중심으로 한 고온 노출의 영향이 단순하지 않고 노출 시점, 빈도, 지속시간 등 기후변화의 영향이 복합적으로 작용함을 보여준다. 향후 고온이 반복되거나 장기화하는 경향이 심화하면 수확시기를 조절하거나 고온기 회피가 가능한 품종 전환, 차광망, 미세 살수 등 지역적으로 고온을 완화할 수 있는 적응 전략이 필요할 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구는 복숭아 수확기 고온 노출이 면적당 생산량 하위 25%에 해당하는 저수율 발생 가능성에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 위해 전국 145개 시군구의 복숭아 생산통계와 기상청 기온자료(ASOS, AWS)를 결합하여 생육기 최고·최저기온 평균, 수확기 고온일수·고온 강도의 주요 기온 기반 지표와 생육기간 변수를 도출하여 로지스틱 회귀 분석을 수행하였다.

분석 결과 생육기 평균 최고기온과 수확기 30℃ 초과 강도 누적값은 저수율 발생과 음의 상관관계를 보여 일정 수준의 고온은 생육기 후반 과실 발달에 긍정적일 수 있음을 보였다. 반면, 30℃ 초과 고온일수는 저수율 발생 가능성과 양의 상관관계를 보여 짧고 강한 고온 노출은 생산량에 긍정적일 수 있으나 고온이 수일 이상 지속될 경우 생리적 스트레스 누적으로 오히려 생산성 저하를 유발할 수 있음을 보였다. 또한, 생육기간이 길수록 저수율 발생 가능성이 높아지는 경향이 나타났으며, 이는 과실 비대로 인한 낙과 및 품질 저하 등과 관련된 복합적인 생리적 부담이 영향을 미친 것으로 해석된다. 이러한 결과는 복숭아 생육기 및 수확기 기온 특성과 생산량 간의 관계가 단순하지 않으며 노출 수준뿐 아니라 노출 빈도와 지속시간, 생육 시기와의 중첩에 따라 상반된 영향을 나타낼 수 있음을 보여준다.

본 연구는 고온 노출과 생산성 저하 간의 정량적 연관성을 규명하여 향후 기후변화 대응 농업정책 수립, 품종별 적지 예측 등에 활용될 수 있는 기초 자료를 제공한다. 특히 현재 수행 중인 생육 모니터링 및 병해충 방제 관리와 함께 재배지 선정, 품종 전환, 수확시기 조정, 차광망 설치, 미세 관수 기술 도입 등 기후 적응형 농업 전략의 시급성과 실효성을 높이기 위한 과학적 근거로도 활용될 수 있다.

다만, 본 연구는 연도별 수확일을 수확기 전후 5일의 고정된 범위로 정의하였기 때문에 지역·연도·품종 간 생육 시기의 편차를 충분히 반영하지 못하는 한계가 있다. 향후 연구에서는 냉각요구량(Chill Units, CU) 및 열 요구량(Growing Degree Hours/Days, GDH/GDD) 기반의 생육 시기 모델(Kwon et al., 2020; Vanalli et al., 2021)을 적용하여 수확기 정의의 정밀도를 높이고 SSP (Shared Socioeconomic Pathways) 기후변화 시나리오와 연계한 고온 노출의 빈도·강도·지속시간에 대한 복합 리스크 분석이 필요하다. 이와 함께 기후변화에 대응한 실질적 농업 전략 수립을 위한 기반 자료로 활용될 수 있을 것이다.

사사

본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 “신기후체제 대응 환경기술개발사업”의 연구개발을 통해 창출되었습니다(RS-2022-KE002102).

Reference

- Cha Y, Choi J, Kim E-S, Ahn J-B. 2022. Occurrence of heatwave in Korea by the displacement of south asian high. *Clim Dyn* 58(5): 1699-1718. doi: 10.1007/s00382-021-05987-3
- Costa G, Botton A. 2022. Thinning in peach: Past, present and future of an indispensable practice. *Sci Hortic* 296: 110895. doi: 10.1016/j.scienta.2022.110895
- Fallahi E, Fallahi B, Shafii B, Amiri ME. 2009. Bloom and harvest dates, fruit quality attributes, and yield of modern peach cultivars in the intermountain western united states. *HortTechnology* 19(4): 823-830. doi: 10.21273/HORTTECH.19.4.823
- Fukuda F, Yoshimura R, Matsuoka H, Kubota N. 2006. Relationship between fruit enlargement and seed development with respect to physiological fruit drop in ‘shimizu hakuto’ peach. *J Japanese Soc Hortic Sci* 75(3): 213-218. doi: 10.2503/jjshs.75.213
- Ghrab M, Ben Mimoun M, Masmoudi MM, Ben Mechlia N. 2014. Chilling trends in a warm production area and their impact on flowering and fruiting of peach trees. *Sci Hortic* 178: 87-94. doi:

- 10.1016/j.scienta.2014.08.008
- Jeong JW, Kim S, Lee IK, So N, Ko HS. 2018. Negative effect of abnormal climate on the fruits productivity - Focusing on the special weather report -. *Korean J Agric For Meteorol* 20(4): 305-312. doi: 10.5532/KJAFM.2018.20.4.305
- Kim J-A, Kim K, Lee C, Sheridan S, Kalkstein L, Kim B-J. 2016. Analysis of occurrence distribution and synoptic pattern of future heat waves in Korea. *J Clim Res* 11: 15-27. doi: 10.14383/cri.2016.11.1.15
- Korea Seed & Variety Service. 2025. Plant variety protection application trends; [accessed 2025 Jul 22]. <https://www.seed.go.kr>
- Kwon J-H, Nam E-Y, Yun S-K, Kim S-J, Song S-Y, Lee J-H, Hwang K-d. 2020. Chilling and heat requirement of peach cultivars and changes in chilling accumulation spectrums based on 100-year records in republic of Korea. *Agric For Meteorol* 288-289: 108009. doi: 10.1016/j.agrformet.2020.108009
- Lee IB, Jung DH, Yi PH, Jeong ST. 2024. Analyzing the relationships of soil environment and fruit characteristics of orchards in major peach (*prunus persica* l. Cv. kawanakajima hakuto) production areas in Korea. *Agric Environ Sci* 43: 376-385. doi: 10.5338/kjea.2024.43.36
- Lee SK, Han JH, Cho JG, Jeong JH, Lee K-S, Ryu S, Choi DG. 2022. Effect of temperature on photosynthesis and fruit quality of 'mihong' peaches under high CO₂ concentrations. *Horticulturae* 8(11): 1047. doi: 10.3390/horticulturae8111047
- Manganaris GA, Minas I, Cirilli M, Torres R, Bassi D, Costa G. 2022. Peach for the future: A specialty crop revisited. *Sci Hortic* 305: 111390. doi: 10.1016/j.scienta.2022.111390
- Michailidis M, Karagiannis E, Nasiopoulou E, Skodra C, Molassiotis A, Tanou G. 2021. Peach, apple, and pear fruit quality: To peel or not to peel? *Horticulturae* 7(4): 85. doi: 10.3390/horticulturae7040085
- Mihaylova D, Popova A, Desseva I, Manolov I, Petkova N, Vrancheva R, Peltekov A, Slavov A, Zhivondov A. 2021. Comprehensive evaluation of late season peach varieties (*prunus persica* l.): Fruit nutritional quality and phytochemicals. *Molecules* 26(9): 2818. doi: 10.3390/molecules26092818
- National Institute of Horticultural and Herbal Science. 2025. Fruit growth and quality management system; [accessed 2025 May 9]. <https://fruit.nihhs.go.kr>
- Park M-s, Lee M, Kim S. 2018. In-depth study on the status of major fruit crops. Korea Rural Economic Institute.
- Sharma M, Negi S, Kumar P, Srivastava DK, Choudhary MK, Irfan M. 2023. Fruit ripening under heat stress: The intriguing role of ethylene-mediated signaling. *Plant Sci* 335: 111820. doi: 10.1016/j.plantsci.2023.111820
- Sikhandakasma P, Kataoka I, Mochioka R, Beppu K. 2022. Impact of temperatures during fruit development on fruit growth rate and qualities of 'ku-pp2' peach. *Hortic J* 91(2): 152-156. doi: 10.2503/hortj.UTD-341
- Statistics Korea. 2025. Local statistics; [accessed 2025 Apr 5]. <https://kosis.kr>
- Sung J-Y, Kim J-Y, Hwang S-Y, Lee K-H, Kim M-J. 2022. A study on the usefulness of peach-juice as a raw material for traditional fermented peach vinegar. *J Korea Convergence Soc* 13(3): 345-352. doi: 10.15207/JKCS.2022.13.03.345
- Tukey JW. 1977. Exploratory data analysis. Addison-Wesley.
- Vanalli C, Casagrandi R, Gatto M, Bevacqua D. 2021. Shifts in the thermal niche of fruit trees under climate change: The case of peach cultivation in france. *Agric For Meteorol* 300: 108327. doi: 10.1016/j.agrformet.2021.108327
- Yun SK, Yoon IK, Nam EY, Jun JH, Kwon JH, Bae H, Kim HC, Kim T-C. 2014. Shoot growth and fruit characteristics according to bearing branch direction and thickness in 'kawanakajima hakuto' peach trees. *Hortic Sci Technol* 32(4): 421-426. doi: 10.7235/hort.2014.13140