

# 꽃눈의 발아 - 만개 예측에 근거한 포도 상해경보시스템

정재은, 윤진일  
경희대학교 생태시스템공학과

## Vineyard frost warning based on a combined system of phenology and temperature forecasting

J. E. Jung\*, and J. I. Yun

Department of Ecosystem Engineering, Kyung Hee University,

(\*Correspondence: [toto0081@hanmail.net](mailto:toto0081@hanmail.net))

### 1. 서언

근년에 자주 나타나고 있는 봄철 과원의 서리피해는 같은 지역일지라도 개화 혹은 발아 단계의 과원에서 집중되고 있어 효율적인 상해 경보시스템 운영을 위해서는 발아기 혹은 만개기의 정확한 예측이 필요하다. 낙엽수목의 개화과정을 2단계로 구분하면 꽃눈이 내생휴면에 들어가기 시작하여 휴면이 해제 되는 기간과, 내생휴면 해제 후 꽃눈의 발아-개화-만개에 이르는 기간이다. 현재 사용하고 있는 만개기 예측 모형은 농업과학기술원에 의해 과종별로 개발되어 있지만 휴면생리 이론을 무시하기 때문에 예측 신뢰도가 낮으며 발아기 예측 모형은 아직 개발되지 않았다. 본 연구에서는 이태리 생물기상연구소(IBIMET)에서 개발한 생물계절모형을 포도 주요품종에 적용하여 발아기와 만개기를 추정하고자 한다.

### 2. 재료 및 방법

#### 2.1. 모형

Cesaraccio et al.(2004)은 온대낙엽과수의 꽃눈 발아과정을 내생휴면기와 강제휴면기로 나누었는데, 휴면에 들어가는 기준온도( $T_c$ : Threshold Temperature)와 휴면해제에 필요한 온도시간( $R_c$ : Chilling Requirement), 발아에 필요한 온도시간( $R_h$ : Heating Requirement)은 품종별로 다르지만,  $R_c$ 와  $R_h$ 는 방향만 다를 뿐 같은 양이라고 하였다. 휴면해제에 필요한  $R_c$ 는 Chill-days로, 휴면해제 이후 발아까지의  $R_h$ 는 GDD (Growing Degree Day)로 표현되며 두 변량 모두 일 최고 및 최저기온에 의해 추정할 수 있다 (Fig. 1).

이 모형을 이용하여 실험한 결과 캠벨얼리의 경우  $T_c = 8^\circ\text{C}$ 에서  $R_c = -155$ , 거봉의 경우  $T_c = 8^\circ\text{C}$ 에서  $R_c = -159$ 로 밝혀졌다(Kwon et al., 2005). 이 모수를 이용하여 경기도 수원시 원예연구소 시험포장의 1994 ~ 2005년 캠벨얼리와 거봉의 발아 및 만개기 자료와 기온자료를 토대로 Table 1을 통하여 발아 이후 만개까지 GDD를 누적시켜 만개에 필요한  $R_h$ 를 추정하였다.

Table 1. Equations to calculate Chill Days for the five cases that relate daily maximum ( $T_x$ ) and minimum ( $T_n$ ) temperature to the threshold temperature ( $T_c$ ) and  $0^\circ\text{C}$ , where  $T_m$  is the mean daily temperature (Cesaraccio et al., 2004).

Number	Temperature	Chill Days	GDD
1	$0 \leq T_c \leq T_n \leq T_x$	$Cd = 0$	$GDD = T_m - T_c$
2	$0 \leq T_n \leq T_c \leq T_x$	$Cd = - \left[ (T_m - T_n) - \left( \frac{T_x - T_c}{2} \right) \right]$	$GDD = \frac{T_x - T_c}{2}$
3	$0 \leq T_n \leq T_x \leq T_c$	$Cd = - (T_m - T_n)$	$GDD = 0$
4	$T_n < 0 < T_x \leq T_c$	$Cd = - \left( \frac{T_x}{T_x - T_n} \right) \left( \frac{T_x}{2} \right)$	$GDD = 0$
5	$T_n < 0 < T_c < T_x$	$Cd = - \left[ \left( \frac{T_x}{T_x - T_n} \right) \left( \frac{T_x}{2} \right) - \left( \frac{T_x - T_c}{2} \right) \right]$	$GDD = \frac{T_x - T_c}{2}$

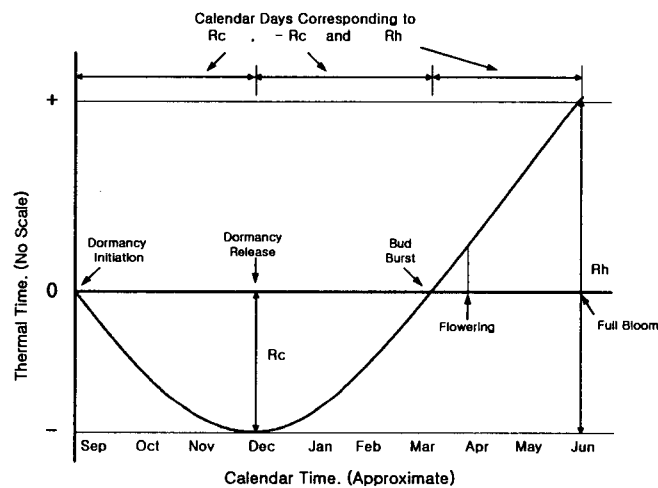


Fig. 1. Concept of the two step phenological model for predicting flowering date in temperate zone deciduous trees. Floral buds must be exposed sequentially to long enough periods of chilling temperature ( $R_c$ ) and heating temperature ( $R_h$ ) for spring flowering.

## 2.2. 검증

만개기 모형을 검증하기 위하여 안성시 과수조합을 방문하여 2005년 봄의 경기도 안성지역 포도원의 서리피해지역 및 서리피해양상, 서리피해 규모를 파악하였다. 전자기후도 작성기법(Yun, 2004)을 이용하여 2004년 9월 1일부터 2005년 6월 30일까지 안성지역의 일 최고 최저 기온을 복원하고 이 자료에 의해 만개기 모형을 구동하였다. 꽃눈의 발아와 개화 사이에 최저기온이 영하로 내려가면 서리피해가 발생하는 것으로 가정하여, 포도원의 실제 서리피해일인 2005년 4월 16일의 꽃눈의 발육 단계와 최저기온 분포를 비교해 보았다.