

# NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ TỐI THẤP ĐẾN ĐIỀU KIỆN SỐNG QUA ĐÔNG CỦA MỘT SỐ CÂY TRỒNG Ở VÙNG TÂY BẮC

TS. **Dương Văn Khảm** - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

TS. **Vũ Hoàng Hoa** - Trường Đại học Thủy lợi

**B**ài báo trình bày phương pháp đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ tối thấp đến điều kiện qua đông của các loại cây trồng ở vùng núi Tây Bắc Việt Nam bằng hàm phân bố xác suất Gumbell. Phương pháp này cho phép xác định thời gian bắt đầu kết thúc ngưỡng nhiệt độ tới hạn sinh học ( $T_n < T_c$ ) theo các kịch bản ENSO, từ đó xác định được mùa an toàn đối với các loại cây trồng trong vùng nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Trong năm El Nino số ngày trong mùa an toàn tăng và ngược lại trong năm La Nina số ngày trong mùa an toàn giảm, sự tăng giảm số ngày an toàn tùy thuộc vào từng loại cây trồng.

## 1. Đặt vấn đề

Trong khí tượng nông nghiệp, yếu tố nhiệt độ tối thấp là một trong những cơ sở khoa học quan trọng để phân vùng thích nghi phục vụ chuyển đổi cơ cấu cây trồng phù hợp nhằm tăng năng suất và sản lượng của chúng. Nhiều cây trồng ở vùng nhiệt đới sẽ bị ảnh hưởng khi nhiệt độ không khí xuống dưới mức rét đậm ( $15^{\circ}\text{C}$ ) và bị tổn thương nghiêm trọng khi nhiệt độ không khí xuống dưới mức rét hại ( $13^{\circ}\text{C}$ ).

Thực tế sản xuất nông nghiệp ở Việt Nam đã cho thấy nhiều loại cây trồng như: cà phê, cao su ở các tỉnh miền núi phía Bắc, và hàng loạt cây lương thực, cây ăn quả, cây rau màu khác bị chết do sương muối hoặc do nhiệt độ hạ quá thấp gây ra.

Hiện tượng ENSO xuất hiện kèm theo đó là những hệ quả như năm El Nino thường xảy ra nhiệt độ cao hơn trung bình nhiều năm (TBNN); năm La Nina nhiệt độ thường thấp hơn so với TBNN, đặc biệt có những năm La Nina nhiệt độ mùa đông ở miền Bắc Việt Nam thấp hơn so với TBNN từ  $2 - 3^{\circ}\text{C}$ , vì vậy thường xuất hiện rét đậm, rét hại kéo dài ở những năm La Nina này [2].

Việc đánh giá khả năng xuất hiện nhiệt độ tối thấp ảnh hưởng tới cây trồng trong các năm ENSO nhằm phân vùng thích nghi đối với từng loại cây trồng, giúp các nhà quản lý và người sản xuất có kế

hoạch lựa chọn cây trồng phù hợp, và xác định được thời vụ tối ưu né tránh được những nguy cơ thiệt hại do nhiệt độ thấp gây ra là rất cần thiết trong sản xuất nông nghiệp ở vùng Tây Bắc.

## 2. Phương pháp tính mùa an toàn về nhiệt độ thấp

### a. Định nghĩa mùa an toàn

Mùa an toàn đối với nhiệt độ thấp là thời được xác định ngoài thời gian xuất hiện nhiệt độ không khí tối thấp có hại đến cây trồng. Phương pháp xác định mùa an toàn đối với nhiệt độ thấp theo tác giả [3] là xác định khả năng xuất hiện nhiệt không khí tối thấp ( $T_n$ ) nhỏ hơn nhiệt độ tới hạn sinh học của cây trồng ( $T_c$ ). Dựa vào khả năng này để đưa ra quyết định về mức độ an toàn hay xác định vùng an toàn đối với mỗi cây trồng. Bảng 1 trình bày nhiệt độ tới hạn sinh học của một số cây trồng trong vùng nghiên cứu.

**Bảng 1. Nhiệt độ tới hạn sinh học của cây trồng**

TT	Cây trồng	Nhiệt độ $T_c$
1	Lúa	13 - 15
2	Ngô	10
3	Đậu tương	10
4	Hương dương	8
5	Chè ấn độ	0, -2
6	Cà phê	5
7	Hồ tiêu	9
8	Cao su	15
9	Quế, trâu	-9, -10

Người đọc phản biện: TS Nguyễn Văn Liêm

**b. Phương pháp xác định mùa an toàn**

Mùa an toàn về nhiệt độ thấp đối với mỗi cây trồng phụ thuộc vào nhiệt độ không khí tối thấp của từng năm, để xác định được mùa an toàn trước tiên phải tính toán được khả năng xuất hiện ngày bắt đầu, ngày kết thúc nhiệt độ  $T_n < T_c$  trong chuỗi số liệu xem xét.

Theo phương pháp thống kê toán học khả năng xuất hiện sự kiện (R), bài viết đã sử dụng phân bố nhị thức (1):

$$R = 1 - C_n^k P^k (1-P)^n \quad (1)$$

Trong đó:  $C_n^k$  là tổ hợp chập  $k=0, 1, \dots, n$  và  $P_0=1$ .

Để đơn giản coi biểu thức (1) như sau:

$$R = 1 - (1-P)^n \quad (2)$$

Trong đó:  $P = P(T_n < T_c)$  là khả năng xuất hiện sự kiện R (trong bài viết là khả năng xảy ra nhiệt độ tối thấp  $T_n$  nhỏ hơn giá trị nhiệt độ tối thấp sinh học  $T_c$ ).

Sự kiện chắc chắn (C) không xảy ra nhiệt độ  $T_n < T_c$  được cho bởi:

$$C = 1 - R = (1-P) \quad (3)$$

Lấy logarit 2 về biểu thức (3) ta có:

$$P = 1 - C^{\frac{1}{n}} \quad (4)$$

Để xác định khả năng xảy ra nhiệt độ  $T_n < T_c$ , sử dụng hàm phân bố xác suất Gumbell, công thức hàm phân bố xác suất như sau:

$$p(T_n < T_c) = 1 - \exp\left[-\exp\left(\frac{T_c - \beta}{\alpha}\right)\right] \quad (5)$$

Trong đó:  $\alpha = \sigma/1.283$ ,  $\beta = \mu + 0.45\alpha$ ,  $\mu$  là nhiệt độ tối thấp trung bình và  $\sigma$  là độ lệch chuẩn chuỗi nhiệt độ tối thấp. Dựa vào biểu thức (5) và (3) có thể xác định được khả năng xuất hiện nhiệt độ  $T_n < T_c$  và sự kiện chắc chắn (C).

Xác định ngày bắt đầu kết thúc nhiệt độ  $T_n < T_c$  ứng với các suất bảo đảm khác nhau là rất quan trọng khi xây dựng kế hoạch trồng cây hàng năm. Bài viết đã sử dụng hàm phân bố xác suất sau:

$$p(T < T_c) = 100 \left( 1 - \exp\left[-\exp\left(\frac{d - \beta}{\alpha}\right)\right]\right) \quad (6)$$

Trong đó:  $\alpha = \sigma_d/1.283$ ,  $\beta = \mu + 0.45\alpha$ ,  $d$  là ngày xuất

hiện sự kiện nhiệt độ  $T_n < T_c$  và  $d$  và  $u$  là độ lệch tiêu chuẩn và trung bình về ngày xuất hiện nhiệt độ  $T_n < T_c$ , sự kiện chắc chắn không xảy ra được tính toán theo biểu thức 3.

Trên cơ sở phương pháp đã trình bày ở trên có thể xác định được ngày bắt đầu và ngày kết thúc nhiệt độ  $T_n < T_c$  tương ứng với các xác suất khác nhau. Từ đó tính được mùa an toàn trong vùng nghiên cứu.

**c. Phương pháp nội suy dữ liệu để xác định vùng an toàn đối với nhiệt độ thấp**

Hiện nay có nhiều phương pháp nội suy dữ liệu không gian, mỗi phương pháp đều có những ưu thế riêng phụ thuộc vào từng loại dữ liệu và đặc điểm địa lý của vùng nghiên cứu, do vậy người sử dụng cần phải lựa chọn phương pháp phù hợp. Đối với khu vực Tây Bắc địa hình phức tạp (độ cao, độ dốc, hướng, khe suối thung lũng...) điều kiện khí tượng, khí hậu, ở vùng núi diễn biến phức tạp, thay đổi lớn trên phạm vi hẹp, hơn nữa khu vực này các số liệu được sử dụng trong nghiên cứu chưa nhiều (do các trạm khí tượng thủy văn, khí tượng nông nghiệp còn ít). Vì vậy để xác định được vùng an toàn đối với nhiệt độ thấp bài báo đã kế thừa phương pháp nội suy, tóm tắt của phương pháp này như sau:

Số ngày an toàn ở một tiểu vùng nhỏ bị ảnh hưởng nhiều bởi các yếu tố như: đặc điểm bề mặt địa hình (độ cao, độ dốc, hướng...), vị trí địa lý (kinh, vĩ độ)...

Vì vậy sự phân bố số ngày an toàn có thể được thể hiện theo công thức sau:

$$f_t = f_{lt} + f_{rt} \quad (7)$$

Trong đó:  $f_t$  là số ngày an toàn,  $f_{lt}$  là số ngày an toàn được tính toán từ sự ảnh hưởng của đại khí hậu và bề mặt địa hình,  $f_{rt}$  là thành phần sai số ngẫu nhiên.

Thành phần  $f_{lt}$  được tính toán theo phương pháp hồi quy từng bước với các nhân tố là kinh, vĩ độ, độ cao địa hình.

Thành phần  $f_{rt}$  khi tính toán sử dụng phương pháp nội suy khoảng cách có trọng lượng (IDWA).

$$f_0 = \sum_{i=1}^k \frac{1}{d_i^2} f_i / \sum_{i=1}^d \frac{1}{d_i^2} \quad (8)$$

Trong đó  $f_0$  là giá trị điểm nội suy,  $f_i$  là giá trị điểm quan trắc thứ  $i$ ,  $d_i$  là khoảng cách từ điểm thứ  $i$  tới điểm 0, bán kính phạm vi nội suy.

**3. Số liệu sử dụng**

Để tính toán khả năng xảy ra nhiệt độ tối thấp dưới ngưỡng nhiệt độ tới hạn sinh học của cây

trồng, bài viết đã sử dụng số liệu nhiệt độ tối thấp ngày được quan trắc từ năm 1961 - 2010 tại các trạm khí tượng đại diện cho các đai cao ở vùng núi Tây Bắc (bảng 2). Số liệu về thời gian xuất hiện sự kiện ENSO (El Nino và La Nina) được trích dẫn trong tài liệu [1] và được trình bày trong bảng 3.

**Bảng 2. Vị trí các trạm quan trắc khí tượng ở vùng Tây Bắc**

STT	Trạm	Vĩ độ	Kinh độ	Độ cao mặt trạm (m)
1	Sìn Hồ	22,21	103,15	1529
2	Mộc Châu	20,51	104,38	958
3	Sơn La	21,50	103,34	676
4	Tuần Giáo	21,35	103,25	570
5	Sông Mã	21,04	103,44	302
6	Yên Châu	21,03	104,17	59

**Bảng 3. Thời gian xuất hiện sự kiện ENSO [3]**

Số TT	El Nino		La Nina	
	Tháng bắt đầu	Tháng kết thúc	Tháng bắt đầu	Tháng kết thúc
1	6/1963	2/1964	4/1964	1/1965
2	5/1965	2/1966	9/1967	4/1968
3	9/1968	2/1970	6/1970	12/1971
4	4/1972	3/1973	6/1973	3/1974
5	6/1976	2/1977	4/1975	3/1976
6	7/1979	12/1979	10/1984	12/1985
7	4/1982	9/1983	4/1988	3/1989
8	9/1986	1/1988	10/1998	3/2000
9	4/1991	6/1992	5/2007	3/2008
10	2/1993	8/1993		
11	4/1997	6/1998		
12	7/2002	1/2003		
13	9/2006	1/2007		
14	6/2009	4/2010		

**4. Một số kết quả đánh giá**

**a. Kết quả đánh giá mùa an toàn**

Trên cơ sở phương pháp và nguồn số liệu khí tượng, các chỉ tiêu về các ngưỡng nhiệt độ tối thấp sinh vật học  $T_c$  và thời gian xuất hiện hiện tượng ENSO nêu trên, chúng tôi đã tính toán thời gian bắt

đầu kết thúc mùa an toàn với suất bảo đảm 80% theo 3 kịch bản: El Nino, La Nina và chung cho tất cả các năm. Từ đó tính được số ngày an toàn cho từng vùng cụ thể, kết quả tính toán được trình bày trong bảng 4 và hình 1. Từ bảng 4 và hình 1 nhận thấy:

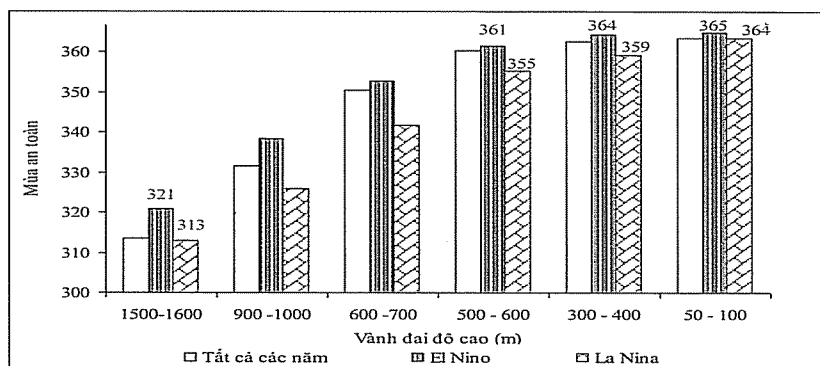
Trong cả ba kịch bản, số ngày an toàn tăng dần từ vành đai cao đến vành đai thấp, ở những vành

## NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

đai cao ngày bắt đầu nhiệt độ  $T_n < T_c$  đến sớm hơn và kết thúc muộn hơn.

Trên hầu hết các đai độ cao: Trong năm El Nino so với kịch bản tất cả các năm mùa an toàn tăng từ 1- 6 ngày, ngày bắt đầu có nhiệt độ  $T_n < T_c$  đến muộn hơn và kết thúc sớm hơn. Ngược lại, trong năm La Nina mùa an toàn giảm khoảng 1- 8 ngày, ngày bắt đầu đến sớm hơn và ngày kết thúc đến muộn hơn.

Đối với cây cà phê với nhiệt độ tới hạn sinh học là  $T_c = 5^\circ\text{C}$  thì số ngày an toàn trong tất cả các kịch bản ở các đai cao có sự khác nhau rất lớn; số ngày an toàn ở đai có độ cao 50 - 100 m là 364 ngày, ở đai có độ cao 1500 - 1600 m là 314 ngày, như vậy chênh lệch số ngày an toàn ở hai đai cao này là 50 ngày. Trong năm El Nino chênh lệch giữa hai đai này khoảng 44 ngày và ngược lại những năm La Nina chênh lệch là 51 ngày.



**Hình 1. Mùa an toàn đối với cây trồng có nhiệt độ tới hạn sinh học ( $T_c < 5^\circ\text{C}$ ) ở vùng núi phía Tây Bắc**

**Bảng 4. Ngày bắt đầu, kết thúc nhiệt độ  $T_n < T_c$  và số ngày an toàn theo các ngưỡng nhiệt độ  $T_c$  ở vùng Tây Bắc**

Trạm	$T_c$ ( $^\circ\text{C}$ )	Tất cả các năm			Năm El Nino			Năm La Nina		
		Ngày bắt đầu	Ngày kết thúc	Mùa an toàn (ngày)	Ngày bắt đầu	Ngày kết thúc	Mùa an toàn (ngày)	Ngày bắt đầu	Ngày kết thúc	Mùa an toàn (ngày)
Sơn Hồ	10	30/10	22/03	222	01/11	18/03	228	27/10	25/03	215
	8	12/11	04/03	253	18/11	02/03	261	05/11	05/03	245
	6	27/11	20/02	281	28/11	17/02	286	27/11	21/02	280
	5	11/12	02/02	314	16/12	30/01	321	11/12	02/02	313
	2	22/12	15/01	342	25/12	11/01	349	21/12	15/01	341
	0	28/12	05/01	359				27/12	06/01	357
	-1	29/12	02/01	362	-	-	-	29/12	02/01	362
	-2	29/12	01/01	363	-	-	-	29/12	01/01	363
	-3	-	-	-	-	-	-	30/12	01/01	364
Mộc Châu	10	14/11	19/03	240	16/11	14/03	248	12/11	20/03	237
	8	29/11	01/03	273	02/12	25/02	281	25/11	03/03	267
	5	10/12	13/02	301	15/12	07/02	312	05/12	16/02	293
	4	20/12	23/01	332	23/12	19/01	339	16/12	25/01	326
	2	27/12	06/01	356	29/12	04/01	360	27/12	10/01	352
	0	30/12	03/01	362	-	-	-	30/12	05/01	360
Sơn La	10	22/11	29/02	267	26/11	26/02	274	20/11	05/03	260
	8	08/12	04/02	308	08/12	01/02	312	08/12	09/02	303
	5	19/12	19/01	335	23/12	16/01	342	16/12	24/01	327
	4	25/12	10/01	351	26/12	08/01	353	20/12	13/01	342
	2	29/12	05/01	360	31/12	03/01	363	29/12	06/01	358
	0	31/12	01/01	365	31/12	01/01	365	30/12	01/01	364

Trạm	T <sub>c</sub> (°C)	Tất cả các năm			Năm El Nino			Năm La Nina		
		Ngày bắt đầu	Ngày kết thúc	Mùa an toàn (ngày)	Ngày bắt đầu	Ngày kết thúc	Mùa an toàn (ngày)	Ngày bắt đầu	Ngày kết thúc	Mùa an toàn (ngày)
Tuần Giáo	10	05/12	20/02	289	07/12	17/02	294	03/12	24/02	283
	8	18/12	28/01	326	19/12	25/01	329	17/12	01/02	320
	5	28/12	13/01	350	28/12	11/01	352	27/12	16/01	346
	4	30/12	05/01	360	30/12	03/01	361	27/12	07/01	355
Sông Mã	10	07/12	12/02	299	10/12	11/02	303	05/12	16/02	292
	8	19/12	25/01	329	20/12	19/01	336	17/12	27/01	325
	5	28/12	11/01	353	29/12	09/01	356	27/12	13/01	349
	4	31/12	03/01	363	31/12	01/01	364	29/12	05/01	359
Yên Châu	10	08/12	07/02	305	09/12	01/02	312	07/12	16/02	295
	8	20/12	18/01	337	20/12	10/01	346	18/12	17/01	337
	5	29/12	07/01	357	30/12	02/01	363	28/12	10/01	353
	4	30/12	01/01	364	-	-	-	30/12	01/01	364

**b. Kết quả phân vùng mùa an toàn**

Căn cứ vào kết quả tính toán số ngày an toàn của từng trạm theo các kịch bản ENSO như đã trình bày ở trên, áp dụng công thức 7, bài viết đã xây dựng được các phương trình nội suy không gian ngày an

toàn ( $f_t$ ) đối với cây cà phê ( $T_c = 5^\circ\text{C}$ ) và cao su ( $T_c = 10^\circ\text{C}$ ) theo các năm El Nino và La Nina phục vụ phân vùng mùa an toàn đối với hai loại cây trồng này. Kết quả các phương trình nội suy không gian được trình bày trong bảng 5.

**Bảng 5. Các phương trình nội suy không gian về số ngày an toàn đối với nhiệt độ thấp của cây cà phê và cao su theo các kịch bản ENSO vùng Tây Bắc**

Loại cây	Kịch bản	Phương trình	Hệ số tương quan (R <sup>2</sup> )
Cà Phê	Năm El Nino	$f_t = -0.04651 * h - 12.96861 * \varphi + 636.49368$	0.8736
	Năm La Nina	$f_t = -0.05033 * h - 9.4362 * \varphi + 552.95974$	0.8728
Cao su	Năm El Nino	$f_t = -0.04958 * h - 14.64764 * \varphi + 615.1782$	0.8990
	Năm La Nina	$f_t = -0.05436 * h - 11.49964 * \varphi + 539.54096$	0.9157

Trong đó: Các ký hiệu h và  $\varphi$  trong phương trình tương ứng là độ cao và vĩ độ tại ô lưới (pixel) cần tính.

Các sai số của phương trình được xử lý bằng phương pháp IDWA (công thức 9). Kết hợp hai phương pháp tính toán đã xác định được vùng an toàn đối với nhiệt độ thấp và xây dựng được các bản đồ tương ứng theo các kịch bản ENSO vùng Tây Bắc với các ô lưới có độ phân giải 100x100 m (Hình 2).

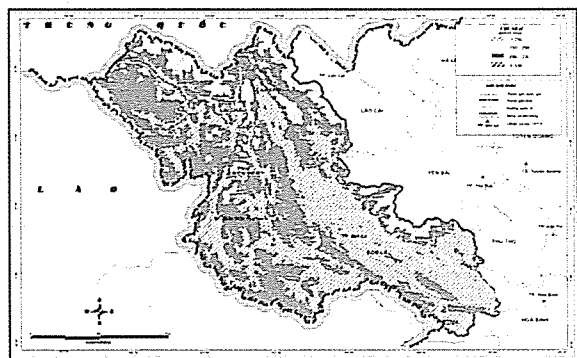
Từ hình 2 thấy các trị số ngày an toàn luôn thay đổi một cách rất phức tạp, phản ánh sự ảnh hưởng rất rõ rệt của bề mặt địa hình. Để giúp các nhà quy hoạch sản xuất có thêm thông tin về tiêu chí phân vùng và kế hoạch phòng chống tác hại của nhiệt độ thấp đối với cây cà phê và cao su ở vùng Tây Bắc, chúng tôi đã thống kê diện tích vùng an toàn tương ứng với các cấp số ngày an toàn ở vùng Tây Bắc. Kết quả được trình bày trong bảng 6.

**Bảng 6. Diện tích tương ứng với các cấp số ngày an toàn đối với nhiệt độ thấp của cây cà phê và cao su theo các kịch bản ENSO vùng Tây Bắc**

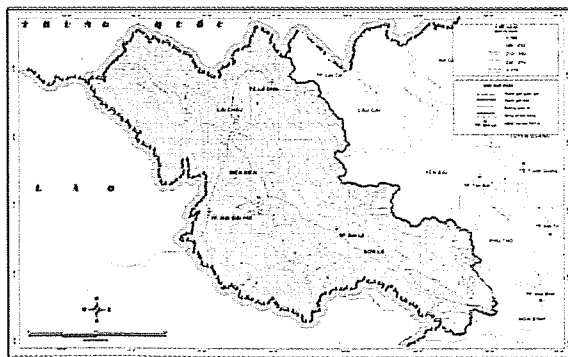
Số ngày an toàn (Ngày)	El Niño (năm có mùa đông ấm)		La Nina (năm có mùa đông lạnh)	
	Diện tích ngày an toàn (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ diện tích với toàn vùng (%)	Diện tích ngày an toàn (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ diện tích với toàn vùng (%)
<b>Cây cà phê</b>				
200- 250	304	0,93	284	0,81
250 - 290	3520	10,76	3540	10,88
290 - 330	19036	58,19	22453	68,64
330 - 365	9853	30,12	6436	19,67
<b>Tổng</b>	<b>32713</b>	<b>100</b>	<b>32713</b>	<b>100</b>
<b>Cây cao su</b>				
150 - 175	213	0,65	463	1,42
175 - 205	1238	3,78	1818	5,56
205 - 235	5708	17,45	7948	24,3
235 - 265	18625	56,93	18306	55,96
265 - 300	6929	21,18	4178	12,77
<b>Tổng</b>	<b>32713</b>	<b>100</b>	<b>32713</b>	<b>100</b>



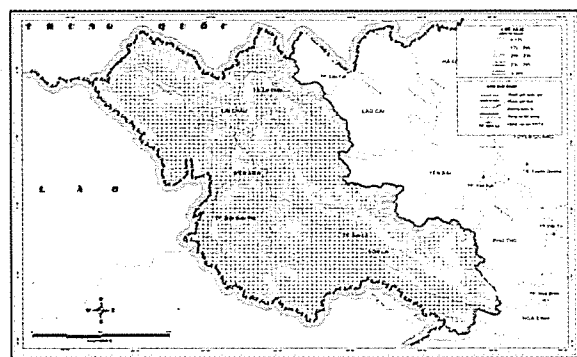
(a)



(c)



(b)



(d)

**Hình 2. Bản đồ số ngày an toàn đối với nhiệt độ thấp của cây cà phê ( $T_c < 5^\circ\text{C}$ ) (hình a, b) và cây cao su ( $T_c < 10^\circ\text{C}$ ) (c, d). Hình a, c năm El Niño, hình b, d năm La Nina**

Từ bảng 6 nhận thấy những năm La Nina số ngày an toàn thường thấp hơn nhiều so với những năm El Niño. Cụ thể là: số ngày an toàn đối với cây cà phê dao động trong khoảng từ 200 đến 365 ngày, trong đó tỷ lệ diện tích ở cấp số ngày an toàn cao

nhất (330 – 365 ngày) đối với năm El Niño và La Nina có sự khác biệt rất rõ rệt (tương ứng là 30,12% và 19,67%). Đối với cây cao su số ngày an toàn trên toàn vùng dao động trong khoảng từ 150 đến 300 ngày, trong đó tỷ lệ diện tích ở cấp số ngày an toàn

cao nhất (265 – 300 ngày) đối với những năm El Nino và La Nina cũng có sự khác biệt rất rõ rệt (tung ứng là 21,18% và 12,77%).

### **5. Kết luận**

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu, phương pháp đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ thấp thấp đến điều kiện sống qua đông của các loại cây trồng ở vùng Tây Bắc có thể đưa ra một số kết luận sau:

Phương pháp tính toán ngày bắt đầu kết thúc ngưỡng nhiệt độ  $T_n < T_c$  là phù hợp đối với vùng nghiên cứu, dựa vào nhiệt độ  $T_c$  của từng loại cây trồng và thông tin về hiện tượng ENSO có thể xác định được ngày bắt đầu, kết thúc nhiệt độ  $T_n < T_c$  và mùa an toàn với các suất bảo đảm tương ứng phục vụ việc phân vùng mùa an toàn đối với từng loại cây trồng.

Phân bố ngày bắt đầu, kết thúc ngưỡng nhiệt độ  $T_n < T_c$  tương ứng với suất bảo đảm 20% (ngày bắt đầu) và 80% (ngày kết thúc) là khá phù hợp với phân bố các đai độ cao vùng Tây Bắc, những vùng có độ cao lớn ngày bắt đầu đến sớm và ngày kết thúc đến muộn hơn so với những nơi có độ cao thấp hơn. Tương tự mùa an toàn ở những vùng có độ cao lớn thường ngắn hơn ở những vùng có độ cao thấp hơn.

Thiệt hại do thiên tai gây ra trong đó có ảnh hưởng của nhiệt độ thấp đối với cao su và cà phê là đặc biệt nghiêm trọng trong nhiều năm gần đây ở Tây Bắc, thì các bản đồ số ngày an toàn đối với nhiệt độ thấp trong bài viết này cho cây cao su và cà phê là tư liệu rất hữu ích, góp tiếng nói chung trong công tác phòng chống thiên tai, phát triển sản xuất nông nghiệp của cả nước nói chung và vùng Tây bắc nói riêng.

### **Tài liệu tham khảo**

1. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004). *Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
2. Nguyễn Văn Việt (2009). *Tài nguyên Khí tượng nông nghiệp Việt Nam*. Nhà xuất bản nông nghiệp, Hà Nội.
3. Đào Thị Thúy, *Tổng hợp các nghiên cứu đã có và tiếp tục nghiên cứu về ảnh hưởng của hiện tượng ENSO đến khí hậu, khí tượng nông nghiệp, tài nguyên nước... ở Việt Nam, dự án "Ứng dụng thông tin khí hậu và dự báo khí hậu phục vụ các ngành kinh tế xã hội và phòng tránh thiên tai ở Việt Nam"*. Viện Khoa học Khí tượng Thủy Văn và Môi trường. Hà Nội, 2010.
4. Richard L Snyder, J. Paulo de-Abreu, Scott Matulich (2006). *Frost Protection Fundamentals Practice and economics. Volume2-Food and Agriculture rganization of the United Nations Rome, Italia*.
5. *Climate Prediction Program for the Americas (CPPA), April 16, 2008. Padua, Italy*.
6. Ông Đốc Minh. *Tiểu khí hậu và tiểu khí hậu đồng ruộng*. Nhà xuất bản nông nghiệp, Bắc Kinh, 1981, 5-22 (Nguyên bản tiếng Trung Quốc).
7. Trương Triệu. *Hệ thống thông tin địa lý*. Nhà xuất bản đại học, Bắc Kinh, 1995.
8. Ông Đốc Minh. *Khí hậu địa hình miền núi*. Nhà xuất bản Khí tượng, Bắc Kinh, 1990, 20-56 (Nguyên bản tiếng Trung Quốc).
9. Vương Kiến Lâm. *Dự báo khí tượng nông nghiệp*. Nhà xuất bản khí tượng, 2005. (Nguyên bản tiếng Trung Quốc).
10. Y. G. Gringof, nnk. *Khí tượng nông nghiệp*. Nhà xuất bản Khí tượng Thủy văn. 1987 (Nguyên bản tiếng Nga).