

ZVEZE MED DOLŽINAMI MEDFAZNIH OBDOBIJ VINSKE TRTE (*Vitis vinifera*) IN VSOTAMI TEMPERATUR NAD IZBRANIMI TEMPERATURNIMI PRAGOVI V SLOVENIJI

RELATIONS BETWEEN THE DURATION OF VARIOUS PHENOLOGICAL PHASES OF THE VINE (*Vitis vinifera*) AND AIR TEMPERATURE SUMS ABOVE CERTAIN TEMPERATURE THRESHOLDS IN SLOVENIA

Ana ŽUST

Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Ljubljana

SUMMARY

In two different climatic areas, Slap near Vipava (45 °45' and 13 °56') and Gornja Radgona (46 °40' and 16 °00') we analysed relations between the duration of mean phenological interphases of the vine (first shoot - first leaves, first shoot - beginning of blossoming, beginning of blossoming - end of blossoming, end of blossoming - beginning of ripening, beginning of ripening - end of ripening) and sums of temperatures above temperature thresholds (average daily air temperature greater or equal than 10 °C, maximum daily air temperature greater or equal than 15 °C, maximum daily air temperature greater or equal than 20 °C). A linear relation was obtained between the interphase periods and the sums of temperature above the temperature thresholds.

POVZETEK

Na dveh klimatsko različnih območjih, v Slapu pri Vipavi (severna geografska širina 45 °45' in vzhodna geografska dolžina 13 °56') in v Gornji Radgoni (severna geografska širina 46 °40' in vzhodna geografska dolžina 16 °00') smo proučevali zveze med dolžinami glavnih medfaznih obdobj vinske trte (prvi poganjki-prvi listi, prvi poganjki-začetek cvetenja, začetek cvetenja-konec cvetenja, konec cvetenja-začetek zorenja, začetek zorenja-konec zorenja) z vsotami temperatur nad temperaturnimi pragovi (povprečna dnevna temperatura zraka večja ali enaka 10 °C, maksimalna dnevna temperatura zraka večja ali enaka 15 °C, maksimalna dnevna temperatura zraka večja ali enaka 20 °C). Med dolžinami medfaznih obdobj in temperaturnimi vsotami nad izbranimi temperaturnimi pragovi je bila ugotovljena linearna zveza.

UVOD

Letni razvoj vinske trte lahko opišemo z zaporedjem fenoloških stadijev, ki obsegajo čas dveh vegetacijskih obdobj. V prvo, tako imenovano latentno obdobje spadajo

zasnova, ter vse naslednje latentne stopnje razvoja brsta, v drugem aktivnem obdobju pa sledimo brstenju, razvoju listov, rasti mladik, nastavku socvetij, cvetenju, oplodnji, rasti, barvanju in zorenju jagod ter lesa, ki je hkrati že priprava na zimski počitek (1). Nastop posamezne fenofaze, kakor tudi trajanje medfaznih obdobj sta odvisna od letnega biološkega ritma. Ta je po Leopoldu in Kriedmanu (1975) notranjega izvora, v odvisnosti od tako imenovanega fitokroma, ki povezuje nekatere morfogogenetske procese s svetlobo določenih valovnih dolžin. Letni biološki ritem razvoja trte je precej stabilen in neodvisen od klimatskih razmer. Do takih ugotovitev so pripeljala proučevanja dolgoletnega niza podatkov o fenofazah trte in dolžine medfaznih obdobj (1).

Po drugi strani so proučevanja nastopa nekaterih fenofaz pri različnih kmetijskih kulturah pokazala, da gre del variabilnosti v nastopu posamezne fenofaze in trajanja medfaznega obdobja med leti in kraji pripisati tudi vremenskim parametrom. Baker in Brooks (1944) sta proučevala vpliv temperature zraka na dolžino obdobja od cvetenja do polne zrelosti pri koščičarjih. Prva sta izpostavila uporabnost temperaturih vsot pri določanju polne zrelosti (3). Eggert (1960) navaja visoko korelacijo med vsoto povprečnih dnevniških temperatur zraka nad pragom 0 °C štirideset dni po cvetenju in številom dni od cvetenja (odpadanja venčnih listov) do obiranja pri jablanah (3). Perry in sod. (1986) so dobili dobre rezultate z modelom, ki izraža dolžino medfaznega obdobja od cvetenja do obiranja pri jablanah kot funkcijo temperaturnih vsot nad različnimi temperaturnimi pragovi (3). Povezanost fenofaze olistanja jablane z vsoto temperatur zraka nad pragom 5 °C je potrdila tudi A. Sušnik (1990)(4).

Odvisnost fenološkega razvoja od vremenskih razmer so potrdile tudi raziskave pri vinski trti. May (1964) navaja, da vinska trta vzbrsti hitreje, pri višji temperaturi (2). Peyer in Koblet (1966) sta proučevala vpliv temperature zraka in trajanja sončnega obsevanja na dolžino obdobja od brstenja do cvetenja vinske trte. Ugotovila sta pomembno vlogo opoldanskih temperatur, kar je potrebno razumeti s fiziološkega stališča. V času opoldanskih temperatur je tudi osvetlitev največja in so hkrati izločene nižje nočne temperature. Izpostavila sta temperaturo 15 °C kot ničelno točko rasti (2). Calo (1972 a) je proučeval toplotne zahteve trte v obdobju od brstenja do cvetenja. Ugotovil je linearno zvezo med temperaturno vsoto srednjih dnevniških temperatur nad temperaturnim pragom 0 °C in dolžino obdobja od brstenja do cvetenja vinske trte (1).

Fenološka opazovanja letnega razvoja vinske trte v naših pridelovalnih okoljih kažejo precejšnja nihanja v nastopu fenofaz v posameznih letih, zato smo poskušali proučiti vpliv temperaturnih razmer na fenološki razvoj vinske trte. Izbrali smo dvojce klimatsko različnih območij (Slap pri Vipavi v primorskem vinorodnem rajonu z modificiranim mediteranskim podnebjem in Gornja Radgona v podravskem vinorodnem rajonu, kjer že prevladuje tip celinskega podnebjaja).

Vpliv temperaturnih razmer na dolžino medfaznih obdobj smo izrazili s temperaturnimi vsotami zraka nad izbranimi pragovi. Za to metodo dela smo se odločili na osnovi rezultatov predhodnih del drugih avtorjev s tega področja, ki so obravnavali temperaturo (izraženo s temperaturnimi vsotami) kot dokaj zanesljiv parameter, ki vpliva na fenološki razvoj vinske trte (1,2,3). Želeli smo ugotoviti, če višja temperatura nad izbranimi temperaturnimi pragovi pospešuje letni razvoj vinske trte, kar naj bi se izrazilo v skrajševanju medfaznih obdobj. To smo proučili s statistično analizo dolgoletnih fenoloških in klimatoloških podatkov, za katere smo izračunali osnovne statistike in medsebojne zveze poiskali z regresijsko analizo, katere rezultate prikazujemo v tem prispevku. Želeli smo ugotoviti tudi vpliv lokacije na trajanje medfaznih obdobj in pripadajočih temperaturnih vsot nad izbranimi temperaturnimi pragovi.

METODE DELA

V obdelavo smo vključili dvajsetleten (1971-90) niz fenoloških podatkov za sorto laški rizling na fenoloških postajah Slap pri Vipavi (severna geografska širina 45 °45' in vzhodna geografska dolžina 13 °56') in Gornja Radgona (severna geografska širina 46 °40' in vzhodna geografska dolžina 16 °00').

Fenološka opazovanja potekajo po predpisih Svetovne meteorološke organizacije in zajemajo naslednje faze:

- **začetek odganjanja mladik** - dan, ko na opazovanih trtah dosežejo mladike dolžino od 2 do 3 cm;
- **prvi listi** - dan, ko mladike razvijejo liste do velikosti 2 x 3 cm;
- **začetek cvetenja** - dan, ko se na spodnjih grozdcih odprejo cvetovi in začnejo odpadati venčni listi, ki so zrasli v t.i. kapico;
- **konec cvetenja** - dan, ko odpadejo cvetne kapice na cvetovih zgornjih grozdcih, prašniki se posušijo, oplojene plodnice se začnejo debeliti;
- **začetek zorenja** - dan, ko se na grozdih pojavijo prve jagode z opisanimi značilnostmi opazovane sorte;
- **polna dozorelost** - dan, ko dosežejo jagode svojo končno velikost, značilno barvo in okus;

Za fenološke podatke, ki so bili izraženi kot julijanski dan v letu, smo izračunali osnovne statistike: povprečni dan nastopa vseh obravnavanih fenofaz in ekstremne

vrednosti. Enako statistično obdelavo smo napravili tudi za dolžino medfaznih obdobij in temperaturne vsote nad obravnavanimi pragovi.

Za analizo zveze med temperaturnimi razmerami in fenološkim razvojem za isto obdobje (1971-1990) smo uporabili meteorološke podatke za povprečno dnevno temperaturo zraka na višini 2m in dnevne maksimalne temperature zraka na meteoroloških postajah Slap pri Vipavi in Gornja Radgona.

Obravnavali smo temperaturne vsote nad pragovi:

- povprečna dnevna temperatura zraka ≥ 10 °C za medfazna obdobja od začetka rasti poganjkov (A) do prvih listov (B) in za obdobje od začetka rasti poganjkov (A) do začetka cvetenja (C);
- maksimalna dnevna temperaturna zraka ≥ 15 °C za medfazna obdobja od začetka rasti poganjkov (A) do začetka cvetenja (C), za obdobje cvetenja (C-D) in za obdobje zorenja (E-F);
- maksimalna dnevna temperatura zraka ≥ 20 °C za obdobje cvetenja (C-D), za obdobje od konca cvetenja (D) do začetka zorenja (E) in za obdobje zorenja (E-F);

Temperaturne pragove smo izbrali na osnovi zahtev vinske trte za posamezna razvojna obdobja. Vinska trta spomladi vzbrsti potem, ko srednja dnevna temperatura zraka preide 10 °C (1,2,4). Minimalna temperatura zraka za cvetenje, prašenje in oplodnjo je 15 °C, najugodnejše pa potekajo ti procesi v delu dneva, ko je temperatura zraka med 20 in 25 °C. Minimalna temperatura zraka za rast jagod in mladik ter barvanje jagod je 20 °C, najugodnejše pa poteka rast in barvanje jagod, ko je temperatura zraka med 25 in 30 °C. Tudi zorenje poteka najugodnejše v delu dneva, ko so temperature zraka med 20 in 25 °C (6). Na tej osnovi so bili izbrani temperaturni pragovi: povprečna dnevna temperatura zraka je večja ali enaka 10 °C, ter maksimalna dnevna temperatura zraka je večja ali enaka 15 °C in 20 °C.

Zvezo med temperaturo izraženo s temperaturno vsoto nad izbranim temperaturnim pragom in dolžino medfaznih obdobij smo ugotovili z regresijsko analizo. Medsebojno zvezo med obema spremenljivkama smo izrazili z regresijsko enačbo:

$$Y = b \cdot x + a$$

kjer je Y medfazno obdobje in X temperaturna vsota.

Tesnost zveze smo izrazili s korelacijskim koeficientom (r). Razlike med dolžino medfaznih obdobij in pripadajočimi temperaturnimi vsotami med obema krajema smo obravnavali z metodo parov.

REZULTATI

Nastopi vseh obravnavanih fenofaz (od A do E) na obeh lokacijah nihajo v posameznih letih (slika 1 in 2). Precejšnje so tudi razlike med ekstremnimi vrednostmi, ki so v Slapu blizu 30 dni, v Gornji Radgoni pa to vrednost celo presežejo (preglednica 1).

Velike razlike so tudi v trajanju medfaznih obdobij. V večini primerov je maksimalna dolžina medfaznih obdobij lahko dvakratna vrednost minimalne dolžine medfaznih obdobij (preglednica 2). Variabilnost (KV%) med posameznimi leti je za medfazna obdobja A - B, C - D in E - F med 23% in 30% (izstopa obdobje E - F v Gornji Radgoni, kjer je KV 37%). Nekoliko manjša je variabilnost v trajanju medfaznih obdobij A - C in D - E (7% do 18%). Iz tega lahko sklepamo, da le na osnovi trajanja medfaznih obdobij ni mogoče napovedati, koliko dni po nastopu ene fenofaze lahko pričakujemo naslednjo.

Preglednica 1. Povprečni datum nastopa fenofaz vinske trte (laški rizling) in ekstremne vrednosti v Slapu pri Vipavi in v Gornji Radgoni (obdobje 1972-90).

Postaja		A	B	C	D	E	F
Slap/Vipava	povp.	24/4	27/4	9/6	18/6	29/8	15/9
	min.	9/4	12/4	1/6	9/6	12/8	3/9
	maks.	4/5	9/5	24/6	3/7	16/9	30/9
G.Radgona	povp.	2/5	11/5	19/6	27/6	30/8	22/9
	min.	15/4	21/4	4/6	9/6	21/9	9/9
	maks.	17/5	28/5	30/6	14/7	25/9	20/10

Legenda: A - začetek rasti poganjkov D - konec cvetenja
 B - prvi listi E - začetek zorenja
 C - začetek cvetenja F - splošna dozorelost

Tudi vsote temperatur za medfazna obdobja nad izbranimi pragovi kažejo velike razlike med ekstremnimi vrednostmi in precejšno variabilnost med leti na obeh lokacijah (preglednica 3). Za obdobje od prvih poganjkov do prvih listov (A-B) nad pragom $T_{povp.} \geq 10$ °C, ter za obdobje cvetenja (C-D) in zorenja (E-F) nad pragoma $T_{maks.} \geq 15$ °C in $T_{maks.} \geq 20$ °C so koeficienti variabilnosti od 19% do 45%. Nekoliko manjše je nihanje temperaturnih vsot (KV% od 7% do 14%) v obdobjih od prvih poganjkov do začetka cvetenja (A-C) nad pragoma $T_{povp.} \geq 10$ °C in $T_{maks.} \geq 15$ °C in od konca cvetenja do začetka zorenja (D-E) nad pragom $T_{maks.} \geq 20$ °C.

Preglednica 2. Povprečna dolžina medfaznih obdobij v dneh za vinsko trto (laški rizling), ekstremne vrednosti in KV% na postajah Slap pri Vipavi in v Gornji Radgoni (obdobje 1971-90).

postaja	medf.obdobje	A-B	A-C	C-D	D-E	E-F
Slap/Vipava	povp.	5	46	9	72	20
	min.	3	32	6	62	10
	maks.	7	59	15	82	27
	KV%	25	17	28	7	29
G.Radgona	povp.	11	49	8	66	24
	min.	6	27	4	49	16
	maks.	16	68	13	90	41
	KV%	23	18	30	17	37

Legenda: A-B od prvih poganjkov do prvih listov
 A-C od prvih poganjkov do začetka cvetenja
 C-D od začetka do konec cvetenja
 D-E od konca cvetenja do začetka zorenja
 E-F od začetka do polne zrelosti

Rezultati kažejo, da je dolžina nekaterih medfaznih obdobij s pripadajočimi temperaturnimi vsotami nad obravnavanimi pragovi odvisna tudi od lokacije, ter parametrov povezanih z njo (npr. lega, nagib nadmorska višina...). Primerjava med krajema (testiranje z metodo parov z 99% verjetnostjo) je pokazalo statistično značilen vpliv lokacije na trajanje medfaznega obdobja in pripadajočih temperaturnih vsot za obdobja od prvih poganjkov do prvih listov (A-B) nad pragom $T_{povp.} \geq 10 \text{ } ^\circ\text{C}$, od prvih poganjkov do začetka cvetenja (A-C) nad pragoma $T_{povp.} \geq 10 \text{ } ^\circ\text{C}$ in $T_{maks.} \geq 15 \text{ } ^\circ\text{C}$, ter za obdobje od konca cvetenja do začetka zorenja (D-E) nad pragom $T_{maks.} \geq 20 \text{ } ^\circ\text{C}$. Za obdobji cvetenja (C-D) in zorenja (E-F) nad pragoma $T_{maks.} \geq 15 \text{ } ^\circ\text{C}$ in $T_{maks.} \geq 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ vpliv kraja ni statistično značilen.

Preglednica 3. Povprečne vsote temperatur (v $^\circ\text{C}$) nad obravnavanimi pragovi, ekstremne vrednosti in variabilnost (KV%) za medfazna obdobja vinske trte (laški rizling) v Slapu pri Vipavi in v Gornji Radgoni (obdobje 1971-1990).

Slap pri Vipavi								
prag	$T \geq 10 \text{ } ^\circ\text{C}$		$T_{maks.} \geq 15 \text{ } ^\circ\text{C}$			$T_{maks.} \geq 20 \text{ } ^\circ\text{C}$		
	A-B	A-C	A-C	C-D	E-F	C-D	D-E	E-F
povp.	54	687	932	207	412	193	1934	442
min.	32	562	757	148	718	138	1712	255
maks.	81	818	1073	308	663	264	2204	718
KV%	24	11	10	21	45	19	7	35
Gornja Radgona								
povp.	133	773	1002	199	481	183	1591	410
min.	66	542	740	77	173	77	1267	187
maks.	219	961	1188	288	854	258	2055	706
KV%	30	14	13	29	37	28	14	39

*Legenda je enaka kot pri preglednici št.2

Primerjava variabilnosti obravnavanih medfaznih obdobij z variabilnostjo pripadajočih temperaturnih vsot nad obravnavanimi pragovi ne kaže velikih razlik (preglednici 2 in 3), kar nakazuje možnost povezave med obema parametroma. Regresijska analiza (preglednica 4) je pokazala pozitivno linearno povezanost med dolžino medfaznih obdobij in pripadajočimi temperaturnimi vsotami nad vsemi obravnavanimi temperaturnimi pragovi ($r = 0.70$ do 0.97). Po tej plati se naši rezultati približajo ugotovitvam Cala (1972 a), ki je za obdobje od brstenja do cvetenja in vsoto temperatur nad pragom $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ugotovil linearno zvezo (r je 0.72 za pozne in r je 0.98 za zgodnje sorte vinske trte) (1).

Preglednica 4. Regresijske zveze med dolžino medfaznih obdobj in vsotami temperatur nad izbranimi pragovi za postaji Slap/Vipava in G. Radgona.

prag	SLAP		G.RADGONA		
	zveza	r	zveza	r	
A-B T _{povp.} ≥ 10 °C	y=0.06x+1.2	0.70	y=0.07x-0.12	0.93	
A-C T _{povp.} ≥ 10 °C	y=0.09x+20	0.93	y=0.08x-16	0.93	
T _{maks.} ≥ 15 °C	y=0.07x-18	0.83	y=0.06x-17	0.89	
C-D T _{maks.} ≥ 15 °C	y=0.05x-2	0.95	y=0.04x-0.8	0.96	
T _{maks.} ≥ 20 °C	y=0.04x-0.8	0.71	y=0.04x-0.2	0.84	
D-E T _{maks.} ≥ 20 °C	y=0.03x+15	0.75	y=0.05x+7.3	0.86	
E-F T _{maks.} ≥ 15 °C	y=0.04x+1.2	0.97	y=0.03x+6.8	0.84	
T _{maks.} ≥ 20 °C	y=0.03x+5.5	0.85	y=0.05x+4.9	0.85	

*Legenda ista kot pri preglednici št.2

Rezultati regresijske analize kažejo, da je dolžina medfaznih obdobj linearna funkcija temperaturne vsote. Čim večja je ta, tem daljše je medfazno obdobje. To je v nasprotju z našimi pričakovanji, da višja temperatura pospešuje razvoj trte v smislu skrajševanja medfaznih obdobj. Do takih predvidevanj so nas napeljala le praktična opažanja razvoja trte v zelo vročih vremenskih obdobjih. Rezultati dajejo slutiti, da bi bilo zato bolje temperaturo kako drugače opredeliti. Na primer natančneje izbrati temperaturne pragove, obravnavati število dni s temperaturo nad izbranimi pragovi ali pa obravnavati temperaturo skupaj z drugimi vremenskimi parametri (sončno obsevanje, padavine itd.).

Rezultati te naloge so le majhen del obsežnega področja, ki ga nudi agrometeorologija vinske trte. Kljub temu bodo gotovo uporabljivi pri nadaljnjih proučevanjih, predvsem pri načrtovanju modelov za določitev odvisnosti razvoja trte od meteoroloških parametrov v uporabne agrotehnične namene.

SKLEPI

Rezultati naloge so pokazali pozitivno linearno zvezo med dolžino medfaznih obdobj razvoja vinske trte in vsotami temperatur nad pragovi: povprečna dnevna temperatura zraka ≥ 10 °C (za medfazno obdobje od prvih poganjkov do prvih listov in od prvih

poganjkov do začetka cvetenja), maksimalna dnevna temperatura zraka ≥ 15 °C (za medfazna obdobja prvi poganjki - začetek cvetenja, cvetenje, in zorenje) in maksimalna dnevna temperatura zraka ≥ 20 °C (za medfazna obdobja cvetenje, konec cvetenja - začetek zorenja in zorenje).

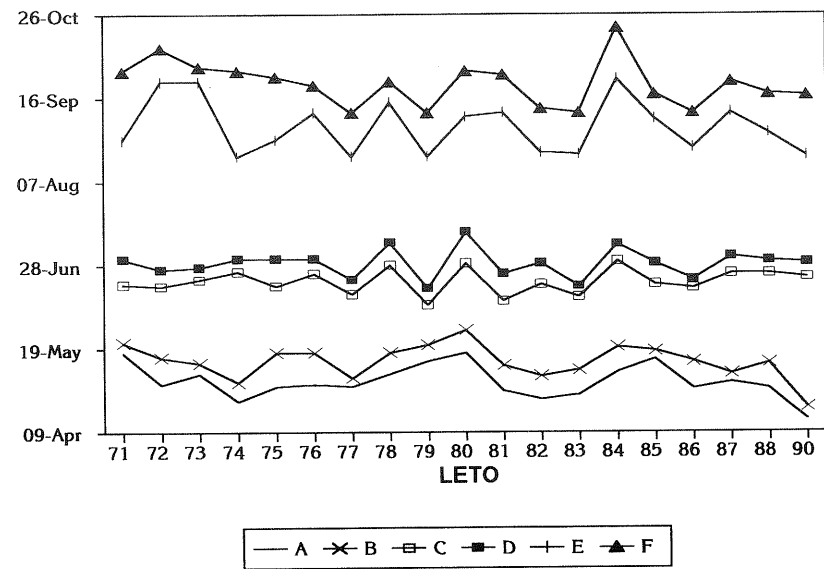
Predpostavka, da višje temperature krajšajo trajanje medfaznih obdobj razvoja vinske trte, se z metodo temperaturnih vsot nad obravnavanimi temperaturnimi pragovi ni potrdila.

Trajanje medfaznih obdobj razvoja vinske trte in pripadajočih temperaturnih vsot nad obravnavanimi temperaturnimi pragovi za medfazna obdobja od prvih poganjkov do prvih listov (T_{povp.} ≥ 10 °C), od prvih poganjkov do začetka cvetenja (T_{povp.} ≥ 10 °C in T_{maks.} ≥ 15 °C) in od konca cvetenja do začetka zorenja (T_{maks.} ≥ 20 °C) je odvisno tudi od lokacije. Za obdobji cvetenja in zorenja (T_{maks.} ≥ 15 °C in 20 °C) vpliv lokacije ni statistično značilen.

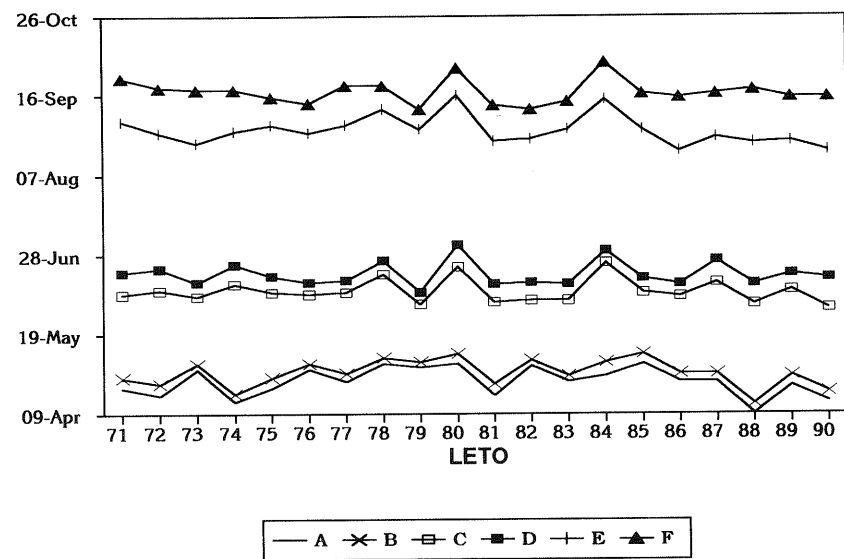
Klimatološki in fenološki podatki so iz arhiva Hidrometeorološkega zavoda republike Slovenije

LITERATURA

1. Carbonneau A., Riou C., Guyon D., Riou J., Schneider C., Agrometeorologie de la Vigne en France, 1992: 7-111
2. Peyer E., Koblet W., 1966. Der Einfluss der Temperatur und der sonnenstunden auf den Blutenzeitpunkt der Reben. Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau, 1966: 250- 255
3. Perry K.B., Blankenship S.M., Unrath C.R., 1986. Predicting harvest date of "Delicious" and "Golden Delicious" apples using heat unit accumulations. Agricultural and Forest Meteorology, 1987: 81-88
4. Dobršek T., Vinogradništvo Dzs 1978: 59-65
5. Sušnik A., 1990. Fenološki razvoj štirih sort jablan glede na temperaturni prag v Sloveniji. Diplomsko delo 1990: 42-80



Slika 1. Fenofaze vinske trte (laški rizling) v letih od 1971 - 90 (Gornja Radgona)



Slika 2. Fenofaze vinske trte (laški rizling) v letih 1971 - 90 (Slap pri Vipavi)