

# AGRONOMSKI GLASNIK

## DRUŠTVA AGRONOMA NR HRVATSKE

GODINA VI.

VELJAČA 1956.

BROJ 2

Ing. MILE ŠIKIĆ

Uprava hidrometeorološke službe NRH Zagreb

### Mraz u NRH i organizacija borbe protiv njega

#### I. Uzroci postanka mraza

Poznavanje vremena, kad se pojavljuju kasni proljetni i rani jesenski mrazovi, kao i poznavanja duljine, t. zv. bezmraznog perioda, od velike je važnosti za poljoprivredu.

Dovoljno je da letimično pogledamo statistiku proizvodnje naših glavnih poljoprivrednih kultura, pa da uočimo nestabilnost proizvodnje. Suvišno bi bilo govoriti do kakvih nepovoljnosti dovodi ova nestabilnost u poljoprivrednoj proizvodnji. Međutim, ako želimo istražiti uzroke ovoj nestabilnosti susretamo se, nakon relativno brze analize — među ostalim — s nepovoljnim klimatskim prilikama, koje su vladale u analiziranim godinama.

U posljednjih nekoliko godina ponajčešći uzroci slabe žetve uvjetovani su nedostatkom, pa čak i odsustvom oborina u vegetacionom periodu razvoja poljoprivrednih kultura.

Pored pomenutog nedostatka oborina, u pojedinim godinama nastaju osjetne štete i od kasnih proljetnih i ranih jesenskih mrazova, čije uzroke postanka i vrijeme pojavljivanja (na teritoriju NRH) iznosimo u svrhu što uspješnije borbe protiv šteta nastalih utjecajem mraza.

Da bismo što jasnije upoznali uzroke pojavljivanja mraza, osvrnut ćemo se letimično na neke principe prenošenja topline uopće.

Interesantna karakteristika topline je njeno nastojanje da »teče« od točaka više temperature k točkama niže temperature. Kao što je poznato, postoji više načina prenošenja topline, a glavni su: kondukcija, konvekcija i radijacija.

Ako se jedan kraj željezne šipke drži u vatri, toplina će brzo doći drugi kraj provodeći se od molekule do molekule. Na ovaj način toplina ili molekularna energija prenesena je duž šipke od toplijeg k hladnijem kraju putem kondukcije.

Pošto je samo kratko vrijeme potrebno da toplina dosegne hladni kraj željezne šipke, mi kažemo da je »Fe« relativno dobar vodič topline.

Provodljivost vode je donekle niža, dok su zrak i suho tlo (što je za nas od velikog interesa) slabi vodiči topline.

Kao pravilo možemo reći da su tla, s najviše zraka najslabiji vodiči. U svim tlima provođenje topline vrlo je sporo i osjetljivije dnevne promjene ne dosežu više od jednog metra.

Konstantno zagrijavanje zraka pri tlu dovodi do povećanja volumena istoga i on postaje manje gust nego hladni zrak iznad njega. Topli zrak prisiljen je da se diže i u kompenzaciji toga hladni zrak kreće se dolje. Na ovaj način toplina se prenosi visoko. Ova uzlazna i silazna strujanja zraka poznata su pod imenom konvekcija. Uzdignuti zrak širi se pod umanjenim tlakom i njegova temperatura pada, a on nastavlja s dizanjem sve dotle dok se njegova temperatura ne izjednači s temperaturom zraka, koji ga okružuje.

Sva tijela bilo koje temperature izračuju toplinu. Karakter radijacije mijenja se s temperaturom — toplija tijela imaju intenzivniju radijaciju.

Sunčeve zrake dopiru do zemlje kroz atmosferu, gdje one sasvim malo zagrijavaju zrak, ali se lako pretvaraju u toplinu kada su apsorbirane od zemljine površine i predmeta na njoj.

Za vrijeme dnevnih sati zemlja normalno dobiva više energije od sunca nego što iznosi gubitak radijacijom i temperatura površine tla raste.

Poslije zalaza sunca događa se obratno, površina zemlje naglo se hladi i njena temperatura ubrzo pada ispod one, koju ima sloj zraka, koji je u kontaktu sa njom.

Direktor u Bel-Airu i dopisnik poljoprivredne akademije u Francuskoj M. L. Chaptal razlikuje dvije vrste uzroka mraza; odnosno dvije vrste proljetnih mrazova: prvi, koji je posljedica rashlađenja donjih atmosferskih slojeva zbog noćnog zračenja zemljine površine i drugi, koji je posljedica općeg rashlađenja atmosfere, gdje je zračenje od sporednog značaja.

Naime, u toku dana zrak se zagrijava mnogo manje nego tlo, dok naprotiv, u toku noći površina tla gubi zračenjem mnogo više topline nego zrak. Iz toga izlazi, da se zbog dodira s površinom tla, čija se temperatura razlikuje od temperature zraka, donji sloj atmosfere zagrijava danju, a hladi noću.

Kada pak zbog djelovanja noćnog rashlađivanja, temperatura zraka, koji okružuje biljke, padne na  $0^{\circ}\text{C}$  ili ispod  $0^{\circ}\text{C}$ , biljke se mogu smrznuti, to jest dolazi u većini slučajeva do mraza kojem je glavni uzrok rashlađivanje površine tla zbog zračenja. Drugim riječima to znači: uzrok, koji pospješuje noćno zračenje — pospješuje i mraz. Prema tome, naročito se treba bojati mraza za vrijeme mirnih vedrih i svijetlih noći, t. j. kada nijedan oblak ne utječe na zračenje zemlje.

Osim pomenutih uvjete, koji pogoduju pojavljivanju mraza, ne smijemo izgubiti iz vida nagib i ekspoziciju terena, te također utjecaj tla i vegetacije na pojavljivanje niskih temperatura.

Pod radijacijom zemljišta označujemo izračivanje topline primljene od sunca.

Iznos primljene topline zavisi uvelike o kutu upada sunčevih zraka.

Tako na pr. na sjevernoj hemisferi južni nagibi primaju više topline, radi većeg kuta upada sunčevih zraka, dok za sjeverne nagibe

vrijedi obratno. Južni nagibi mnogo su povoljnije smješteni nego ravne površine, jer njih i nisko zimsko sunce grije, dok su sjeverni nagibi u nepovoljnijem položaju nego ravne površine.

U planinskim predjelima pomenute razlike u ekspoziciji proizvode velike promjene u zagrijavanju tla već na kratkim udaljenostima i kod gotovo istih nadmorskih visina. Obojenost površine također ima ulogu u intenziviranju mraza.

Iznos, koji je reflektiran, mijenja se uvelike s uvjetima i bojom površine. Prema Blairu (1937.) zemlja reflektira vrlo malo oko 5%, ako je pokrivena travom ili drvećem ili je crna, obrađena. Teška istrošena pjeskulja može reflektirati 20%, svježije padnuti snijeg 70% od primljene radijacije.

Učestalost radijacijskog mraza mnogo je veća, kada je tlo suho nego kada je vlažno.

Suha tla — kao što je već naglašeno — slabi su vodići topline, jer sadrže relativno veliki procenat zraka, koji je kao i suho tlo slab vodić. Zbog toga je prodiranje topline ograničeno na tanki sloj površine suhog tla i vrlo malo topline ide dublje. To je veoma važna činjenica, jer tla, koja prime malo toplote preko dana, vrlo slabo sprečavaju pad temperature noćnom radijacijom — male zalihe topline u tlu brzo se izžare i dolazi do velikog ohlađenja takvog tla — odnosno dolazi do radijacijskog mraza, ako su svi ostali uvjeti povoljni.

Osim mrazova, koji zavise o rashlađivanju površine tla, izazvanog zračenjem, pojavljuju se vjetroviti mrazovi, koji uzrokuju pad temperature od navale hladnog zraka. Mrazovi izazvani zračenjem pojavljuju se obično u dolinama, ravninama, dok vjetroviti mrazovi zahvataju u prvom redu visoravni i brežuljke.

Smrzavanje može zahvatiti cijelu biljku, odnosno voćku ili samo neke njene dijelove. Štete, koje uzrokuju mrazovi, mogu biti vrlo velike.

Pogibao od mraza je promjenljiva — od umanjenja kvaliteta voća (ako su u pitanju štete na voćkama) pa do uništenja cijelog priroda, a čak i stabla. Katkada, (kako to navodi Floyd D. Young za citruse) štete na stablima imaju za posljedicu smanjenje proizvodnje za nekoliko sezona. Prilikom jakih mrazova voću ispuca kora i uginu grane, tako da je potrebno 5 (pet) ili više godina da se stablo osposobi za normalnu proizvodnju.

Prilikom jakog mraza 1937. u Kaliforniji, stotine akara citrusnog drveća bilo je sasvim uništeno.

## II. Temperature, kod kojih neko povrće odnosno voće strada od mraza

Poznato je, da sve biljke, odnosno voćke, jednako ne reagiraju na pojavu niskih temperatura. Na pr. razbusana i prekaljena pšenica može podnijeti temperaturu do  $-15^{\circ}\text{C}$ , pa i više (što zavisi o debljini snježnog pokrivača, stepenu kaljenja i dr.) dok maslina propada, ako temperatura zraka od  $-10^{\circ}\text{C}$  traje nekoliko dana, a da ne govorimo o naranči, koja takvu temperaturu podnosi tek nekoliko sati.

Kritične temperature za neko povrće po R. R. Simpsonu (Weather Bureau Office, Pomona 1948.) su slijedeće:

**Grašak:** Ukoliko dođe do mraza u vrijeme cvjetanja graška, cvijet je uništen, ako kroz pola sata vlada temperatura  $-1,1^{\circ}\text{C}$ . Male, tek zametnute mahune propadaju, kod temperature  $-1,7^{\circ}\text{C}$  i niže, što je u ovisnosti o razvijenosti lišća, koje u neku ruku — djeluje kao zaštitni pokrov. — Temperatura od  $-4,0^{\circ}\text{C}$  i niže za pola sata uništava veliki postotak biljke u cjelini.

**Slatki krumpir i krastavci:** Temperature od  $0,0^{\circ}\text{C}$  do  $-0,6^{\circ}\text{C}$  uništavaju za pola sata veliki postotak ovih biljaka.

**Tikve:** Tikva sa dobro razvijenom vriježom (lozom) izdržat će  $-3,3^{\circ}$  do  $-3,9^{\circ}\text{C}$  uz vrlo neznatne štete, dok će štete u vrijeme oplodnje biti znatno veće kod temperature od  $-1,7^{\circ}\text{C}$ .

**Rajčice:** Veliki plodovi na gustoj stabljici izdržat će  $-1,7^{\circ}\text{C}$  bez štete, koje bi utjecale na prodajnu cijenu. — Temperatura  $-2,2^{\circ}\text{C}$  će za pola sata prouzrokovati značajne štete na lišću i ako i slijedeća noć bude hladna ( $-2,2^{\circ}\text{C}$  do  $-2,8^{\circ}\text{C}$ ) doći će do velikih gubitaka ploda.

**Salata:** Lišće katkad nastrada kod temperature ispod  $-4,5^{\circ}\text{C}$ , ali sve u svemu biljka vrlo rijetko strada od niskih temperatura.

Dinje i lubenice: Temperature od  $-4,5^{\circ}\text{C}$  do  $-5,5^{\circ}\text{C}$  u trajanju kroz pola sata uništavaju male biljke.

**Mrkva:** Vrh biljke zna stradati kad temperatura dosegne  $-5,0^{\circ}\text{C}$ , ali korijen ostaje nepovrijeđen.

**Cvjetača:** Gubljenje boje, blijedenje, poslije dostignuća temperature  $-3,9^{\circ}\text{C}$ .

**Kupus:** Uglavnom otporan prema mrazu.

Nakon višegodišnjih ispitivanja Floyd D. Young došao je do slijedećih rezultata u vezi s otpornosti, odnosno neotpornosti pojedinih voćaka prema mrazu:

Voćka	Stadij razvitka		
	Pupoljci zatvoreni	Puni cvijet	Mali zeleni plodovi
Jabuke	$-3,8^{\circ}\text{C}$	$-2,2^{\circ}\text{C}$	$-1,7^{\circ}\text{C}$
Kruške	$-3,3^{\circ}\text{C}$	$-2,2^{\circ}\text{C}$	$-1,1^{\circ}\text{C}$
Trešnje	$-2,2^{\circ}\text{C}$	$-2,2^{\circ}\text{C}$	$-1,1^{\circ}\text{C}$
Breskve	$-3,8^{\circ}\text{C}$	$-2,7^{\circ}\text{C}$	$-1,1^{\circ}\text{C}$
Šljive	$-3,8^{\circ}\text{C}$	$-2,2^{\circ}\text{C}$	$-0,6^{\circ}\text{C}$
Kajsije	$-3,8^{\circ}\text{C}$	$-2,2^{\circ}\text{C}$	$-0,6^{\circ}\text{C}$
Talijanske šljive	$-5,0^{\circ}\text{C}$	$-2,7^{\circ}\text{C}$	$-1,1^{\circ}\text{C}$
Bademi	$-4,4^{\circ}\text{C}$	$-3,3^{\circ}\text{C}$	$-1,1^{\circ}\text{C}$
Grožđe	$-1,1^{\circ}\text{C}$	$-0,6^{\circ}\text{C}$	$-0,6^{\circ}\text{C}$
Orah, engleski	$-1,1^{\circ}\text{C}$	$-1,1^{\circ}\text{C}$	$-1,1^{\circ}\text{C}$

Razumljivo, razne vrste različito reagiraju na niske temperature, ali ta odstupanja nisu velika. Isti autor ispitivao je uništavajuće djelovanje mraza po raznim visinama krošnje. Tako je našao kod krušaka, da su donji dijelovi do 2,5 m visine bili potpuno uništeni, t. j. u toj visini nije bilo ni jednog ploda. Na visini između 2,5 m i 4 m dobio je u prosjeku 39 plodova po stablu i 112 plodova iznad 4 m visine. Ovo je bilo karakteristično za cijeli voćnjak. Sljedeće je godine zaštićivao isti voćnjak uljanim grijacima i dobio je ove prinose: 123 ploda ispod 2 m visine, 173 između 2 i 3 m, te 126 plodova između 3 i 4,5 m i 81 plod iznad 4,5 m visine stabla.

Ovaj primjer pored ostaloga jasno pokazuje i potrebu zaštićivanja voćnjaka, koji su po svome smještaju redovito izloženi djelovanju niskih temperatura.

Utjecaj mraza na ratarske kulture mnogo zavisi o njihovom prezimljavanju. Tako Tumanova, Gasner, Okerman i neki autori na osnovu obavljenih ispitivanja, zaključuju da se proces prezimljavanja ozimih žitarica i dugogodišnjih biljaka odvija u nekoliko uzastopnih faza. Oni razlikuju: početni stupanj kaljenja, kaljenje i izdržavanje niskih temperatura.

Po njima »kaljenje« ili osposobljavanje biljaka da uzmognu podnijeti nisku temperaturu, počinje već kod temperature  $+10^{\circ}\text{C}$ , i traje do  $0^{\circ}\text{C}$ , t. j. pri prosječnoj dnevnoj temperaturi od oko  $6^{\circ}\text{C}$ . Kod tih temperatura životni procesi kod biljaka umanjuju se, te se samo još neznatno nastavlja stvaranje ugljičnih hidrata (glukoze), t. j. traje — donekle — proces fotosinteze. Radi smanjivanja intenziteta drugih procesa, na čije se obavljanje troši glukoza, u lišću se stvara suvišak saharida, koji se za vrijeme temperatura ispod  $0^{\circ}\text{C}$ , premješta u t. zv. vegetacione točke — kod žitarica u čvor busanja. Kada nastanu neprekidne temperature oko  $0^{\circ}\text{C}$ , prestaje stvaranje šećera, a stvorene količine troše se na osiguranje najvažnijeg dijela biljnog organizma — vegetacione točke — kod žitarica u čvor busanja. Kada nastanu neprekidne temperature oko  $0^{\circ}\text{C}$ , prestaje stvaranje šećera, a stvorene količine troše se na osiguranje najvažnijeg dijela biljnog organizma — vegetacione točke, t. j. kod ozimih žita čvora busanja.

Po Jurjevu najbolje se kaljenje postiže pri sunčanom jesenjem vremenu kod temperature od  $5^{\circ}$  do  $10^{\circ}\text{C}$ . U takvim prilikama biljka energično asimilira preko dana, a po noći, radi slabog mraza, materije stvorene preko dana, slabo se troše, te tako dolazi do gomilanja rezerve ugljičnih hidrata, t. j. zaštitnih i hranjivih tvari, potrebnih za sigurno prezimljavanje.

Proces prezimljavanja ne odvija se u klicama ili tek niklim biljčicama, a također slabo za vrijeme oblačnih dana. Optimalni uvjeti za njegovo odvijanje su: svjetlost, ozelenjenje biljke, a to je kod žitarica stadij razbusavanja.

Mrazu se odupiru bolje otporne sorte, ali baš ta otpornost sastoji se u tome, da je kod tih biljaka nagomilavanje šećera mnogo brže, odnosno takve sorte pronalazanjem faza kaljenja mogu izdržati tem-

peraturu zraka do  $-20^{\circ}\text{C}$ , dok se žitarice, koje nisu prošle ovu fazu, izmrzavaju kod temperature od  $-7^{\circ}\text{C}$  do  $-8^{\circ}\text{C}$ .

U poljoprivredi mogu nastati štete kada temperature padnu ispod  $0^{\circ}\text{C}$  rano u jesen, t. j. prije završetka pomenute faze kaljenja.

Druga faza kaljenja prema spomenutim istraživačima odvija se kod temperature od  $-3^{\circ}\text{C}$  do  $-4^{\circ}\text{C}$ . Za njeno odvijanje nije potrebna svjetlost i šećera se stvara minimalno. U toku ove faze biljka se oslobađa vode iz svojih stanica. Jedan dio te vode prelazi u kristalni led, dok se drugi dio isparava. Kako je na temperaturi od  $-3^{\circ}\text{C}$  do  $-4^{\circ}\text{C}$  tlo već zamrznuto, to korijen više ne može nadoknaditi biljci, koja još vegetira, gubitak vode za disanje i transpiraciju ili drugim riječima u biljci se stvara deficit vode. Biljke otporne prema mrazu imaju veći deficit vode, nego biljke slabije otporne.

Većina istraživača slaže se, da je za prvu fazu potrebno 15 do 30 dana, dok je za drugu fazu dosta 10 do 15 dana.

Završavanjem ovih faza biljka je sposobna da izdrži niske zimske temperature, odnosno da bar očuva svoj najvažniji dio — vegetacioni vrh.

Za vrijeme prezimljavanja, asimilacije više nema, a život se nastavlja. Biljke troše nagomilane rezerve hrane, što slabi njihovu otpornost prema mrazu, iz čega izlazi, da je biljka pred proljeće i u prvim danima proljeća manje otporna.

Međutim, ako pored toga dođe u rano proljeće do visokih proljetnih temperatura (do  $+15^{\circ}\text{C}$ ) preko dana, a jakih mrazova preko noći, to se gornji vlažni slojevi neslegnutog tla iza jesenske obrade smrzavaju po noći, a zagrijavaju po danu. Prilikom smrzavanja zbog velike količine vode u tlu, gornji slojevi tla povećavaju volumen, t. j. izdižu svoju gornju površinu iznad normalnog nivoa. S površinom se diže i biljka te se tom prilikom kida korijen, koji spaja biljku s dubljim — još uvijek nesmrznutim slojem tla. Kod višekratnog ponavljanja toga procesa, biljke s pokidanim korjenčićima postepeno se istiskuju iz tla i vrlo lako uginu od isušenja, ukoliko se usjev na vrijeme ne povalja.

### III. Značajni datumi pojavljivanja mraza u NR Hrvatskoj

Iz dosadašnjeg izlaganja vidi se, koji su uzroci i posljedice pojavljivanja ranih jesenskih i kasnih proljetnih mrazova. Da bismo dobili približnu sliku o vremenu njihova nastupanja u NR Hrvatskoj, donosimo tabelarni pregled pojavljivanja niskih temperatura u našoj Republici. Pregled je izrađen na osnovu niza dugogodišnjih meteoroloških motrenja.

Da ne dođe do pogrešnih zaključaka, donosimo u tabeli pored ostalih vrijednosti i nadmorske visine mjesta meteoroloških motrenja. Na pr. iz tabele I. vidi se, da se posljednja proljetna niska temperatura u Ravnoj Gori javila 21. V., u Slav. Brodu, Koprivnici i u nekim drugim mjestima 6. V. Moglo bi se zaključiti, da je za Ravnu Goru veća opasnost od mraza nego za Slav. Brod, ali nije tako, jer u pla-

**T A B E L A I.**  
**SREDNJI I EKSTREMNI DATUMI POJAVLJIVANJA POSLJEDNJEG PROLJETNOG I PRVOG JESENSKOG**  
**MRAZA I SREDNJE TRAJANJE PERIODA BEZ MRAZA**

Rajon	Mjesto	Nedimnorska visina	Srednji datum pojavn. mraza		Trajanje perioda bez mraza u danima	Proljetni mraz		Jesenski mraz		Period motrenja
			posljed- nji pro- ljetni mraz	prvi jesenski mraz		najraniji datum	najka- sniji datum	najraniji datum	najka- sniji datum	
I. rajon	Brestovac »Belje	91	9. IV.	24. X.	198	17. III.	6. V.	29. IX.	20. XI.	1925—40
	Oslijek	94	1. IV.	11. XI.	224	27. II.	4. V.	4. X.	16. I.	1925—40
	Slavonski Brod	96	7. IV.	21. X.	197	17. III.	6. V.	4. X.	30. XI.	1925—40
	Slavonska Požega	152	14. IV.	21. X.	190	17. III.	13. V.	15. IX.	19. XI.	1928—40
	Lipik	154	16. IV.	9. X.	176	17. III.	15. V.	25. IX.	10. XII.	1926—40
	Daruvar	160	7. IV.	26. X.	201	4. III.	6. V.	2. X.	12. XI.	1936—43 1946—50
II. rajon	Čazma	144	23. IV.	21. X.	180	1. IV.	6. V.	26. IX.	17. XI.	1935—42
	Bjelovar	135	16. IV.	18. X.	184	3. IV.	25. IV.	2. X.	9. XI.	1927—50
	Križevci	146	26. IV.	13. X.	169	1. IV.	22. V.	21. IX.	19. XI.	1927—50
	Koprivnica	149	7. IV.	24. X.	199	14. III.	6. V.	26. IX.	20. XI.	1928—50
	Varaždin	174	10. IV.	23. X.	198	21. III.	25. IV.	27. IX.	15. XI.	1936—40 1946—50
	Čakovec	165	18. IV.	20. X.	183	22. III.	15. V.	26. IX.	20. XI.	1929—40
	Lepoglava	246	4. IV.	6. XI.	215	9. III.	23. IV.	4. X.	29. XI.	1928—42
	Klenovnik Zagreb-Maksimir	248 121	12. IV. 14. IV.	27. X. 25. X.	198 198	15. III. 22. III.	10. V. 6. V.	29. IX. 26. IX.	17. XI. 28. XI.	1929—40 1926—40
III. rajon	Sisak	119	31. III.	23. X.	205	2. III.	13. IV.	4. X.	9. XI.	1944—40
	Karlovac	124	10. IV.	29. X.	201	18. III.	5. V.	28. IX.	1. XII.	1943—50 1925—50
	Ravna Gora Gospić	793 565	4. V. 27. IV.	30. IX. 6. X.	149 161	5. IV. 21. III.	21. V. 16. V.	12. IX. 12. IX.	20. X. 23. X.	1927—40 1925—42 1946—50
IV. rajon	Kraljevica	1	3. III.	28. XII.	300	26. I.	5. IV.	25. XI.	10. II.	1927—40
	Hvar	5	24. II.	9. I.	319	11. I.	22. III.	17. XII.	15. III.	1931—40
	Crikvenica	2	3. III.	10. XII.	281	27. I.	26. III.	14. XI.	28. I.	1925—50
	Senj Krkk	7 8	27. II. 4. III.	11. XII. 13. XII.	286 283	6. I. 13. II.	1. IV. 20. III.	14. XI. 25. XI.	13. I. 25. XII.	1929—41 1935—40

**TABELA II.**  
**SREDNJI BROJ MRAZNIH DANA PO MJESECIMA, KAO I SREDNJI BROJ MRAZNIH DANA U GODINI**

Rajon	M J E S T O	Nadmorska visina	Srednji broj mraznih dana po mjesecima.												Srednji broj mraz dana u godini	Period motrenja	
			IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.					
I. rajon	Brestovac »Belje«	91	0,1	1,6	8,0	23,6	25,2	20,9	14,8	3,1	0,3	0	0	0	0	97,6	1925—40
	Osijek	94	0	0,5	4,9	18,8	22,8	19,3	11,6	1,5	0	0	0	0	0	79,4	1925—40
	Slavonski Brod	96	0,9	4,3	17,1	22,5	18,8	10,4	1,5	0,1	0	0	0	0	0	75,6	1925—40
	Slavonska Požega	152	0,4	3,4	8,8	22,1	27,1	23,9	13,9	3,1	0,4	0	0	0	0	103,1	1928—40
	Lipik	154	0,5	2,9	6,7	19,9	24,6	20,1	14,1	3,4	0,5	0	0	0	0	92,7	1926—40
	Daruvar	160	0,4	0,6	5,4	20,8	19,8	18,4	8,8	2,4	0,2	0	0	0	0	76,8	1936—40
II. rajon	Cazma	144	0,2	3,0	9,3	23,2	23,8	21,7	13,3	4,8	0,8	0	0	0	0	100,1	1935—42
	Bjelovar	135	0	0	8,8	22,2	23,2	20,0	13,0	3,0	0	0	0	0	0	90,2	1946—50
	Križevci	146	0,6	3,7	10,5	24,2	27,5	23,9	16,5	5,3	0,8	0	0	0	0	113,0	1927—40
	Koprivnica	149	0,2	1,5	7,2	20,9	24,8	21,4	12,5	2,1	0,4	0	0	0	0	91,0	1928—50
	Varaždin	174	0,3	4,8	8,1	22,5	22,6	19,0	13,2	3,2	0	0	0	0	0	93,7	1936—40
	Čakovec	165	0,4	2,8	8,1	20,8	25,3	22,5	14,4	3,8	0,6	0	0	0	0	98,7	1929—40
Lepoglava Zagreb-Maksimir	246	0	0,9	5,8	19,7	23,0	19,0	11,5	1,8	0,2	0	0	0	0	81,9	1928—42	
	121	0,2	2,8	7,5	22,5	25,1	20,8	14,6	3,3	0,2	0	0	0	0	96,0	1926—40	
																	1944—50
Klencvnik Sisak Karlovac	248	0,1	1,7	8,2	22,2	24,5	21,8	13,2	3,5	0,3	0	0	0	0	95,5	1929—40	
	119	0	3,8	9,0	22,4	25,8	19,1	10,7	0,7	0	0	0	0	0	71,5	1943—50	
	124	0,1	2,2	7,5	21,6	25,2	24,4	13,6	2,8	0,1	0	0	0	0	97,5	1925—50	
III. rajon	Ravna Gora	793	1,1	8,1	13,4	24,9	26,1	24,2	20,9	10,0	1,7	0,4	0	0	130,5	1927—40	
	Gospić	565	0,9	5,8	13,1	23,4	25,6	24,0	19,8	8,6	0,7	0	0	0	121,9	1931—40	
IV. rajon	Kraljevica	1	0	0	0,2	4,5	5,7	6,4	1,9	0,1	0	0	0	0	18,8	1927—40	
	Hvar	5	0	0	0	1,6	1,9	2,3	1,1	0	0	0	0	0	6,9	1931—40	
	Crikvenica	2	0	0	0,6	6,4	7,1	8,2	2,9	0,1	0	0	0	0	25,3	1925—50	
	Krk	8	0	0	0,3	8,0	9,7	5,8	3,0	0	0	0	0	0	26,8	1935—40	
	Senj	7	0	0	0	6,2	7,1	7,5	2,4	0,1	0	0	0	0	23,3	1929—41	



nirskim krajevima, iako se proljetni mrazovi pojavljuju kasnije nego u nizinama, oni nanose manju štetu, jer u visinskim krajevima razvitak vegetacije zakašnjava prema vegetaciji u nizinama. Znači, da štete izazvane mrazovima mnogo zavise o stanju vegetacije. U proljeće važno je znati kada nastupaju srednje dnevne temperature od 5° C, jer se onda popodnevne temperature kreću oko 10° C, a to je dovoljno da dođe do intenzivnijeg razvoja biljaka.

Pretpostavimo, da takve temperature nastanu u ožujku, a meteorološki podaci pokazuju nam, da su česte i u veljači, to znači da niske temperature, koje se prema tabeli mogu pojaviti u pojedinim krajevima NRH i u travnju i svibnju, nanose biljkama i voćkama, koje su krenule, velike štete.

Ako bismo uzeli pojedine rajone kao cjelinu, onda bismo dobili da u I. rajonu ima u godini u prosjeku 89 dana s mrazom, u II. rajonu 94 u III. rajonu 126, a u IV. rajonu 20 dana.

Navedemo li, da je dovoljan jedan jedini mraz da se prirod smanji za 50—80%, to nas upućuje, vidjevši podatke u navedenim tabelama, da treba prije zaštiti kultura i voćaka od štetnog djelovanja mraza.

#### IV. Organizacija borbe protiv mraza

Iz prikazanih tabela vidimo, da je mraz dosta česta pojava u NRH i da je potrebno prije organiziranju borbe protiv njega.

Da bi još više naglasio tu potrebu navodim, da su podaci o pojavi mraza, odnosno temperatura  $< 0^{\circ}$  C, dobiveni u meteorološkoj kućici na 2 m visine, dok mi znamo da niz kultura živi ispod te visine, t. j. na daleko nižoj temperaturi nego što smo je registrirali ili očitali u meteorološkoj kućici. Njemački istraživač R. Geiger navodi, da te razlike u temperaturi mogu iznositi i do 9° C. Imamo li u vidu mogućnost ovako velikih razlika, jasno da ćemo se morati orijentirati na mjerenje temperature u onoj visini, koja nas u pojedinom konkretnom slučaju interesira.

Pored ovoga, ne smijemo izgubiti iz vida da su mrazovi vrlo lokalizovane pojave, te je prema tome jedino pravilno i vršiti prognozu mraza na mjestu, koje želimo zaštićivati (u voćnjaku, rasadniku, vinogradu, povrtnjaku i t. d.).

Još 1876. godine Verrie je pisao u »Bulletin International« Poljoprivredna služba se ne može zadovoljiti mišljenjem meteorološke službe; to opće meteorološko mišljenje treba da razmotre stručnjaci na terenu, koji poznaju svoje područje, t. j. koji će voditi računa o uvjetima položaja voćnjaka i sl., kao i o fenološkom razvoju pojedine voćke i kulture.«

Isto tako ne smijemo zaboraviti da svi mrazovi ne interesiraju podjednako poljoprivrednike, jer mraz koji dođe u onom vegetacionom periodu kada ne može napraviti nikakvu štetu, nije od interesa za poljoprivrednika.

Ovako promatran mraz nije više čisto meteorološki problem, već više biološki problem, t. j. nije dovoljno znati da je moguć sutra mraz,

već treba imati u vidu kako se dotična biljka ili voćka ponaša prema temperaturi ispod 0° C ili točnije rečeno moramo poznavati fenološku fazu razvoja bilja u tom trenutku, kao i ekonomsku opravdanost zaštite i tek poznavajući sve to: prići ili ne prići zaštiti.

Ako imamo sve ovo u vidu, jasno nam se nameće shema organizacije službe za borbu protiv mraza.

Poljoprivredne stanice treba da budu stručni rukovodioci i inicijatori u borbi protiv mraza.

Poljoprivredne stanice treba da imaju svoja »uporišta« u voćnjaku, vinogradu, povrtnjaku i t. d., t. j. na mjestu, koje će se zaštićivati. Ta »uporišta« trebala bi da imaju odgovarajući instrumentarij, pripremljene i raspoređene vatre, dimne rakete ili peći, već prema tome na koji način se zaštita provodi.

Pri udruženju poljoprivrednih stanica treba formirati komisiju od 3—5 stručnjaka, koji će koordinirati i kanalizirati rad poljoprivrednih stanica, t. j. vršiti — centralne — nabavke potrebnog instrumentarija, davati upute o rukovanju s istim, davati upute o metodama prognoziranja mraza, davati upute o metodi isključivanja mraznih položaja, obavljati utvrđivanje od mraza zaštićenih položaja za podizanje plantažnih vinograda, voćnjaka i dr., davati upute o odgovarajućim mjerama zaštite, t. j. utvrđivati raspored vatri i broja vatri ili peći s obzirom na položaj, stupanj temperature, visinu, inklinaciju, ekspoziciju, ekonomski momenat i t. d.

Rad na terenu pakazao bi: da li da se ostane pri ovako zamišljenoj organizaciji ili bi je trebalo nadopuniti i izmijeniti u ovom ili onom pravcu.

## V. Zaštita od mraza

Najsigurnija zaštita od mraza je sadnja voćnjaka, vinograda i t. d. na mjestu gdje se ne pojavljuju mrazevi. Ovo pravilo vrijedi za nove nasade, koji se trebaju podići.

Međutim za one, koji su već podignuti, postoji dvojaka opasnost:

- a) opasnost od zimskih smrzavanja
- b) opasnost od proljetnih i jesenskih smrzavanja.

Ad a) Tokom zimskih hladnoća, a i za vrijeme blagih zima, zna doći do cijepanja kore kod voćaka.

To cijepanje događa se uslijed naizmjeničnog zagrijavanja i hlađenja stabla tokom noći i dana, t. j. kada se preko noći pojave jaki mrazevi, a preko dana sije sunce, dolazi do uzdužnog pucanja kore, radi njezinog prekomjernog i naglog stezanja i rastezanja.

Obično pomenute izmrzline nastaju s južne i jugozapadne strane, jer se ove strane jače zagrijavaju i hlade. Zbog svega ovoga treba preko zime zaštititi stabla voćaka. Ovdje ne dolazi u obzir nikakvo grijanje i sl., jer se radi o vrlo niskim temperaturama.

Zaštita se obavlja na već uobičajeni način, da se stabla omotavaju slamom, krpom, daskom ili sl., ili se pak (što je manje korisno)

stabla kreće, t. j. bijela boja odbija tople sunčeve zrake i tako se sprečava jače zagrijavanje kore u toku dana.

Ad b) Što se pak tiče proljetnih i jesenskih izmrzavanja, tu su u pitanju daleko više temperature, ali i daleko teža zaštita i veća opasnost.

Već sam govorio, da su voćke najosjetljivije u vrijeme cvjetanja. U našim prilikama najprije cvjeta badem, pa trešnja i višnja, zatim razne sorte šljiva, i na kraju kruške, te jabuke i najzad dunje.

Prva mjera zaštite bila bi svakako: usporiti cvjetanje, jer što cvjetanje dođe kasnije, tada je manja vjerovatnoća pojave mraza, a i intenzitet mu je manji.

Usporavanje cvjetanja postiže se na razne načine, kao što su: krećenje, zasjenjivanje, nagrtanje snijega, navodnjavanje, rezidba i tako dalje.

Ako i pored svih poduzetih mjera dođe do opasnosti, onda nam preostaje jedino moguća mjera: dodavanje topline, t. j. zaštita putem zagrijavanja zraka u voćnjaku, vinogradu i sl.

Zagrijavanje se vrši:

- a) paljenjem običnih vatri od granja, drva, krpa, vlažne slame, i t. d., i t. d.
- b) paljenjem posebnih mraznih peći (za piljevinu ili drugo gorivo);
- c) zadimljavanjem posebnim dimnim tabletama i sl.;
- d) pokrivanjem zemljišta ili biljaka.

Gdje će se koji od navedenih metoda primijeniti zavisi od hladnoće odgovarajuće noći, t. j. od temperature, te od kulture, koju zaštićujemo, odnosno kako od njene faze razvoja, tako i od ekonomske opravdanosti zaštite. (Argetinski agrometeorolog prof. Ing. Burgos je u vezi s ekonomskom zaštitom pisao: »Kod nas u Argentini, gdje je nafta skupa, a jabuke jeftine, bolje je da palimo jabuke, a čuvamo naftu, nego da palimo peći na naftu, da bismo sačuvali jabuke, t. j. mi ne smijemo primjenjivati u zaštiti od mraza peći na naftu, nego druga jeftinija sredstva zaštite«).

Postoji niz drugih metoda zaštite od mraza, kao što su: natapanje, prskanje, miješanje zraka raznim propelerima, helikopterom i t. d., ali su ti načini skupi i dolaze u obzir kod intenzivnog gajenja vrijednih kultura.

## VI. Predviđanje mraza

I pored toga što danas postoji niz metoda prognoziranja mraza, mi ćemo spomenuti samo one, koje mogu koristiti naše poljoprivredne stanice i njihova »uporišta«, t. j. govorit ćemo o onim metodama, koje se mogu dati na osnovu podataka Lambrechtova polimetra i Assmanova aspiracionog psihrometra, jer sa tim instrumentima raspolaže udruženje poljoprivrednih stanica NRH, odnosno poljoprivredne stanice.

Assmanov aspiracioni psihrometar sastoji se od dva termometra, samo je jedan obavijen krpicom od muselina, da bi se mogao nakvasiti.

Prvi termometar se zove »suh termometar«, a onaj sa obavijenom kuglicom »mokri termometar«. Temperatura mokrog termometra je uvijek niža od temperature suhog termometra.

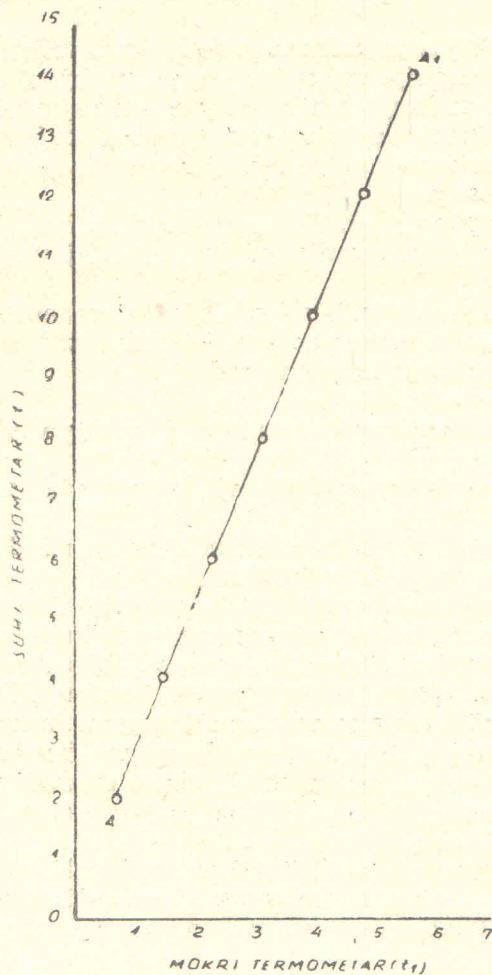


DIAGRAM PREDVIDANJA NOĆNIH MRAZEVA U PROLJEĆE I JESEN

#### OBJAŠNENJE RADA S DIJAGRAMOM

Na ordinanti uzme se temperatura suhog termometra, a na apscisi mokrog i nađe se točka presjeka. Ako se točka presjeka nalazi s lijeve strane pravca AA<sub>1</sub>, tada postoji mogućnost da će u toku noći biti mraza. I obratno, ako se točka presjeka, vrijednosti suhog i mokrog termometra, nalazi s desne strane pravca AA<sub>1</sub>, tada ne postoji mogućnost da će u toku iduće noći biti mraza.

Što je točka presjeka udaljenija od pravca na lijevo ili na desno, to postoji veća vjerojatnost da će do mraza doći ili pak ne doći, što ovisi o tome o kojoj strani pravca se radi.

Na osnovu razlika u temperaturi ovih dvaju termometara Lang je ustanovio slijedeće pravilo: Mraz će se pojaviti, ako je uvečer oko 17 sati mokri termometar niži od suhog termometra, i to pri ovim odnosima:

Pri suhom termometru od 14° C, ako je mokri termometar niži od	5,8° C
„ „ „ „ 12° C, „ „ „ „ „ „ „ „	4,9° C
„ „ „ „ 10° C, „ „ „ „ „ „ „ „	4,0° C
„ „ „ „ 8° C, „ „ „ „ „ „ „ „	3,1° C
„ „ „ „ 6° C, „ „ „ „ „ „ „ „	2,3° C
„ „ „ „ 4° C, „ „ „ „ „ „ „ „	1,5° C
„ „ „ „ 2° C, „ „ „ „ „ „ „ „	0,7° C

Prema ovim vrijednostima dajemo u prilogu dijagram, koji uvelike olakšava predviđanje ovom metodom.

Drugi metod je predviđanje mraza pomoću rosne točke. Pod rosnom točkom razumijevamo onu temperaturu, na kojoj vođena para, koja se nalazi u zraku, prelazi u rosu. U cilju predviđanja mraza, odredimo oko 17 sati temperaturu rosne točke. Utvrđeno je, da se temperatura zraka u toku iduće noći ne spušta niže, nego što je bila temperatura rosne točke oko 17 sati po podne. Ako je temperatura rosne točke u 17 sati iznad 0° C, onda ne će biti mraza u toku iduće noći. Ali, ako je temperatura rosne točke jednaka 0° C ili čak manja od nule, pojavit će se mraz. Sigurnosti radi, treba se bojati mraza i kod temperature rosne točke: 0,5° C.

Ove metode, kao i mnoge druge, služe kao opće pravilo, t. j. one će uz centralnu prognozu Uprave hidrometeorološke službe (koje se daju na osnovu atmosfere situacije) služiti poljoprivrednim stanicama, odnosno njihovim »uporištima«, kao znak, da je potrebno pažljivije pratiti tok pada vlastitog termometra u voćnjaku, vinogradu i slično.

Pored ovih metoda, može se donekle zaključiti, da li će biti mraza i prema nekim vremenskim predznacima.

Ako je vrijeme mirno i tiho i razvedrava se, onda postoji opasnost od mraza, i obratno, ako je uveče nebo pokriveno oblacima, a uz to, još puše i vjetar, onda se ne treba bojati mraza.

## VII. ZAKLJUČCI

1. Iz ovog prikaza izlazi kao neophodno, da je potrebno organizirati službu »zaštite poljoprivrednih kultura i voćaka od mraza«.
2. Inicijatori i stručni rukovodioci te službe na terenu, treba da budu poljoprivredne stanice.
3. Osnivanjem »Republičke komisije za zaštitu poljoprivrednih kultura i voćaka od mraza«, garantira se koordiniranost u radu, kontinuitet službe, olakšavanje i sigurnost u nabavci potrebnog instrumentarija, te unapređenje te službe.

## LITERATURA

1. Brooks F. A.: »The action of wind machines and heaters used for frost protection on calm clear nights«. Reprinted from Washington State Horticultural Association Proceedings 48 193—198, 1952.
2. Brooks F. A., Kelly C. F., Rhoades D. G., and Schultz H. B.: »Heat transfers in citrus orchards using wind machines for frost protection«. University of California, Davis 1952.
3. Floyd D. Yong: »The 1937 freeze in California«. Reprinted from »Monthly Weather Review, Volume 66 — October 1948, pages 311—324.
4. Floyd D. Young: »Frost and the prevention of frost damage«. U. S. Weather Bureau — Washington 1947.
5. Geiger R.: »The Climate near the ground«. Harvard University Press — Cambridge 1950.
6. Holdeflei SSP: »Die Agrometeorologie«. Die Abhängigkeiten der Ernterträge von Wetter und Klima. Berlin 1930. Verlagsbuchhandlung Paul Parey.
7. Johnson D. W.: »Winter minimum temperatures in peninsular Florida«. University of Florida — Lakeland 1952.
8. Johnston I. C.: »Citrus Growing in California«. University of California — Riverside 1953.
9. Kepner R. A.: »Effectiveness of orchard heaters«. University of California.
10. Lomejko S.: »Otpornost kulturnih biljaka prema mrazu«. Bgd 1946.
11. Milosavljević: »Klimatologija«. — Beograd 1951.
12. Ray T. Sh.: »Report on Horticultural protection work Orlando District 1939—1940. Lakeland, Florida — May 1940.
13. Sanson J.: »La prevision dans l'agriculture«. — Paris 1935.
14. Sečen B.: »Ratarska proizvodnja I. i II. poljoprivrednog rajona NR Hrvatske«. Zagreb, Agronomski glasnik 2, — 1953.
15. Shaw R. H.: »You can figure your fall breeze hazard«. Reprinted from the August 1951, Iowa Farm Science.
16. Smith O.: »Agricultural meteorology«. New York 1920 — The Mac Millan Company.
17. »Syllabus of the work of the Federal Frost Warning service«. Lakeland, Florida, July 1953.
18. Škreb S. i suradnici: »Klima Hrvatske«. Geofizički zavod — Zagreb, 1942.
19. Timirjazev K. A.: »Zemljoradnja i fiziologija«. (Polj. izd. — Beograd, 1947).
20. Todorović D. B.: »Opšte ratarstvo«. (Polj. izd. poduzeća — Beograd 1948).
21. Went F. W.: »The Response of plants to climate«. Kerckhoff Laboratories of Biology, California Institute of Technology — Los Angeles, Pasadena 1950.
22. Vjesnik UHS: FNRJ — god. II. januar-mart 1953 — Br. 1.
23. Vujević P.: »Meteorologija«. Prosvjeta — Beograd 1948.