

MARGITA KURPELOVÁ

FENOLOGICKÉ FÁZY OVOCNÝCH STROMOV A ICH VZŤAH
K METEOROLOGICKÝM FAKTOROM

In this contribution the following are ascertained: the relations between the onset and the duration of phenological phases of fruit-trees and the meteorological factors (temperature, rainfall) by means of statistical methods of analysis of the multiple correlation and the non-linear regression. The phenological data of fruit-trees were used especially of apricot, cherry and apple trees and the meteorological data from Bratislava-Koliba.

Fenologickým pozorovaním na ovocných stromoch získavame každoročne od našich všeobecno-fenologických pozorovateľov údaje o nástupe a čiastočne aj trvaní určitých vývojových úsekov — kvitnutia, zalíšovania, zrelosti plodov, žltnutia a opadávania listia. Tento fenologický materiál sa predovšetkým hodí pre regionálno-fenologické účely, a preto sa aj postupne spracúva v priemerových fenologických mapách. V celoštátnom meradle vyšla doteraz priemerová fenologická mapa — rozkvet jabloní (1), v oblastnom meradle pre Podunajskú nížinu priemerové mapky fenologických fáz — prvé kvety, prvé listy a prvé zrelé plody marhule, čerešne, hrušky, jablone a orecha vlašského (2). V rovnakom rozsahu sa pripravujú ďalšie mapky pre Východoslovenský kraj.

Avšak pre správne posúdenie vplyvu jednotlivých faktorov vonkajšieho prostredia, predovšetkým faktorov poveternostných a klimatických, na rastové a vývojové zmeny rastlín nepostačuje tento všeobecno-fenologický materiál, na čo sme už inde poukazovali. Preto sme doteraz ani nepriročili k podobnému spracovaniu fenologického materiálu. Robíme tak až v tejto práci po prvýkrát, keď máme k dispozícii presnejší fenologický materiál, ktorý sme získali podrobnejším sledovaním základných fenologických fáz ovocných stromov.

I. MATERIÁL A METODIKA POZOROVANIA

V práci vychádzame z päťročného fenologického pozorovania ovocných stromov, ktoré sme uskutočňovali v rokoch 1956—1960 v ovocnej záhrade Hydrometeorologického ústavu, Bratislava-Koliba. Záhrada o rozlohe ca 1 ha a nadmorskej výške ca 280 m sa nachádza na mierne sklonenom svahu východne exponovanom so zvetraným žulovým podkladom, na ktorom sa v hornej časti záhrady vytvorila plytká 30—40 cm piesočnatohlinitá pôda s nepatrnou prímiesou spraše a so značným pribúdaním úlomkov do hĺbky zo zvetranej žuly. S postupným klesaním svahu pribúda hĺbka pôdy, takže v dolnej časti záhrady dosahuje už 2—3 m hĺbky. Ide o záhradu charakteristickú pre východné malokarpatské svahy. Pozorovali sme v nej 7 ovocných druhov, ktoré sa nachádzajú prevažne v hornej polovici záhrady, a to: jablň, hruška, čerešňa,

višňa, slivka, ringlota a marhuľa. U prvých dvoch druhov — jablone a hrušky — sme mohli pozorovať viacero odrôd, lebo záhrada je prevažne jabloňovo-hruškovým sadom.

U jablone sú to z letných odrôd — Priesvitné letné a Astrachán červený, zo zimných odrôd — Landsberská reneta, Panenské české, Kanadská reneta a Parména zlatá.

U hrušiek sme pozorovali letnú odrodu — Clappova maslovka, jesenné odrody — Kongresovka, Avranšská, zimné odrody — Lukasova maslovka a Pastornica.

U ďalších druhov sú to odrody: čerešňa — Hedelfingenská chrupka, višňa — Ostheimská, slivka — Bystrická, ringlota — Zelená skorá a marhuľa — Ananásová.

Vek jednotlivých ovocných druhov je 30—35 rokov, vek višne a marhule 20 rokov.

Čo sa týka fenologického pozorovania, u všetkých druhov sa pozorovali jarné a jesenné fenologické fázy — rozpuk pupeňov, kvitnutie, zalíšovanie, žltnutie a opadávanie listia. Žiaľ, z objektívnych príčin sme nemohli sledovať a zaznamenávať fázu — zrenie plodov, čím sme stratili možnosť vymedziť dobu celkového vývoja a dozrievania plodov pre jednotlivé druhy i odrody.

V tomto fenologickom pozorovaní ovocných stromov sme uplatnili podrobnejšiu metódu, ako sa používa vo všeobecnej fenológii.

Všeobecno-fenologické údaje zachycujú z dlhšie trvajúcej fázy poväčšine jeden moment, čím sa však nezíska obraz o celkovom priebehu a trvaní príslušnej fázy. V súčasnosti vo všeobecnej fenológii sa napr. na ovocných stromoch pozoruje len jeden moment pri fáze zalíšovania (prvé listy), žltnutia listia (všeobecné žltnutie), opadávanie listia (začiatok opadávania) a pri fáze zrenia plodov (všeobecná zrelosť plodov). Len v jednom prípade, a to pri fáze kvitnutia si môžeme urobiť predstavu o jej celkovom trvaní, keďže sa sledujú tri momenty — prvé kvety (10 % výskyt kvetov), všeobecné kvitnutie (viac ako 50 % výskyt) a skončenie kvitnutia.

Náš cieľ — sledovať fenologické údaje o jednotlivých ovocných druhoch vo vzťahu k meteorologickým faktorom — si nutne žiada vedieť viac o príslušnej fenologickej fáze, jej postupnom priebehu i trvaní. Preto na rozdiel od všeobecnej fenológie sme pri každej fenologickej fáze zachytávali jej celkový postup od 5—100 %, t. j. od začiatku nástupu fázy až do jej úplného skončenia. Prirodzene, pochôdzky sa potom museli konať v krátkych časových intervaloch. Pri rýchlejšie postupujúcich jarných fenologických fázach sme pozorovanie robili každodenne. Pri pozvoľných, dlhobehajúcich jesenných fázach sa ukázali vhodnejšími dlhšie 4—6 dňové intervaly, čo pri vizuálnom spôsobe pozorovania postačuje pre odhadnutie 5—10 % rozdielu v postupe fázy. Avšak aj pri týchto fázach treba konať každodenné pochôdzky pri nastupujúcich a končiacich úsekoch fázy kvôli správne zachyteniu termínu jej nástupu a skončenia, ako aj v priebehu fázy v prípade náhlych účinkov poveternosti.

Percentuálny priebeh každej fenologickej fázy sa zisťoval vizuálnym odhadom. Nepoužili sme a ani sme nemienili rozvinúť prístrojový spôsob fenologického pozorovania, pretože sme súčasne sledovali cieľ vytvoriť také metodické zásady pre pozorovanie fenologických fáz ovocných stromov, ktoré sa v rámci našich možností dajú uplatniť aj vo fenologickej staničnej sieti.

Pri percentuálnom pozorovaní priebehu jednotlivých fenologických fáz sme mali možnosť súčasne riešiť metodické nejasnosti v sledovaní niektorých fenologických fáz ovocných stromov.

Ide predovšetkým o jesenné fázy — žltnutie a opadávanie listia. Poukázali sme už, že pri všeobecno-fenologickom pozorovaní je obťažné určiť všeobecný nástup žltnutia listia (viac ako 50 % výskyt) nielen pre dlhotrvajúci priebeh tejto fázy, ale i pre synchronný priebeh žltnutia a opadávania listia (3). Použitá metodická zásada v tomto fenologickom pozorovaní ovocných stromov (sledovať celkový priebeh fázy) vylúčila

prvú prekážku (dlhotrvajúci priebeh fázy) v získavaní spoľahlivých dát aj pri žltnutí listia. Druhú prekážku (synchronnosť dvoch fáz) sme riešili pripočítavaním percenta opadnutých listov k percentu zistených zožltnutých listov na strome. Tým sme dostali absolútnu veličinu zožltnutých listov, ktorá sa teda nevzťahuje len na množstvo zožltnutých listov na strome, ale na celú korunu stromu, t. j. i na jej bezlistú časť.

Množstvo zožltnutých listov na strome sme odhadom určovali z pomeru zelených a žltých listov, množstvo opadnutých listov z pomeru listov na strome a listím opadnutým.

Rovnako ako pri spomínaných jesenných fázach dochádza k určitej synchronnosti aj pri fáze kvitnutia (rozkvet a odkvet). Množstvo rozkvetu sme zisťovali z pomeru rozvitých kvetov a nerozkvitnutých kvetných pupeňov, množstvo odkvetu z pomeru odkvitnutých a kvitnúcich kvetov. V niektorých rokoch však odkvet nastáva skôr, ako rozkvitnú všetky kvetné pupene. Vtedy sme množstvo odkvetu určovali vo vzťahu k dvom veličinám — k rozvinutým kvetom a nerozkvitnutým kvetným pupeňom. Pritom množstvo rozvitých kvetov sme zisťovali len vo vzťahu k nerozvinutým kvetným pupeňom. Nebrali sme do zreteľa množstvo odkvitnutých kvetov, a to z toho dôvodu, že sme chceli pri rozkvetu zistiť jeho celkovú dobu trvania, t. j. získať jeho úplný 100 % nástup.

Pri zalistení sme nesledovali len postup fázy — prvé listy (rozvinutie prvého lístku v pupeni), ale aj celkový priebeh a trvanie zalistovania (rozvinutie základného počtu lístkov v pupeni).

Fenologické pozorovanie uvádzaných fáz sa konalo na 2—4 exemplároch z každého ovocného druhu, resp. odrody.

V snahe získať spoľahlivejší fenologický materiál z pozorovania stromov sme zaviedli tento podrobnejší spôsob fenologického pozorovania aj do fenologickej staničnej siete. Od roku 1957 sa na 40 tzv. hlavných fenologických staniaciach na Slovensku pozorujú ovocné a lesné stromy podľa uvedených metodických zásad. Tak po prvýkrát dostávame z fenologickej staničnej siete použiteľné fenologické údaje aj z jesenných fáz.

Treba ešte pripomenúť, že meteorologické údaje, ktoré sme v tejto práci použili, sú z meteorologickej stanice Bratislava-Koliba. Je umiestená práve v ovocnej záhrade, v ktorej sme uskutočňovali fenologické pozorovanie, čo je ideálny základ pri štúdiu fenologicko-meteorologických vzťahov.

V tejto práci sa použil získaný bohatý pozorovací materiál iba sčasti, v plnom rozsahu ho chceme uverejniť v novom spracovaní, kde mienime rozviesť fenologické odlišnosti jednotlivých ovocných druhov i odrôd.

II. CHARAKTERISTIKA POZOROVACIEHO OBDOBIA

Pozorovacie obdobie 1956—1960 charakterizujeme z hľadiska fenologického na obr. 1a, b. Z obrázkov vidíme, že v uvedenom päťročí sa striedali roky s veľkým oneskorením v nástupe jarných i jesenných fenologických fáz (1956, 1958) s rokmi s veľkou predčasnosťou (1957, 1959). Roku 1960 nastúpili jarné fenologické fázy v normálnych termínoch, no nástup jesenných fáz sa značne oneskoril.

Aspoň v krátkosti porovnáme teraz veľkosť odchýlok v nástupe fenologických fáz s odchýlkami priemerných mesačných teplôt ako rozhodujúceho faktora.

V rokoch 1956 a 1958 mali 10—15 dňové fenologické anomálie v jarnom období zreteľný súvis s podnormálnou teplotou v mesiacoch:

	február	marec	apríl	máj
r. 1956	−8,4 °C	−2,9 °C	−0,6 °C	−0,3 °C
r. 1958		−4,5 °C	−2,0 °C	

(Tieto i nasledujúce hodnoty sú vyjadrené v odchýlkach od normálu.)

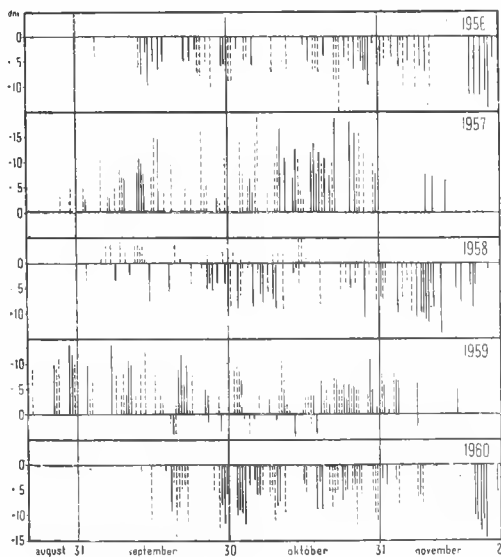
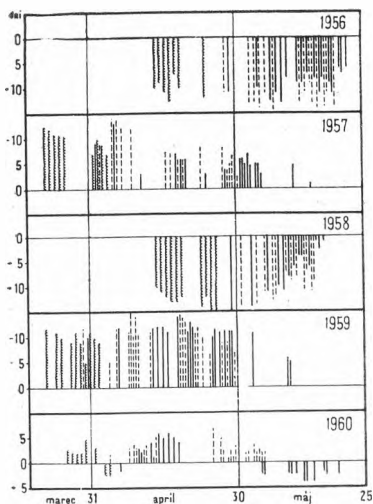
Predčasný nástup jarných fenologických fáz o 7–15 dní r. 1957 a 1959 súvisel s nadnormálnymi teplotami v mesiacoch:

	február	marec	apríl
r. 1957	+3,8 °C	+2,0 °C	+0,7 °C
r. 1959		+2,8 °C	+1,1 °C

Roku 1960 vystriedanie miernej predčasnosti fenologických javov (2–5 dní) v mesiacoch marec a apríl miernym oneskorením v mesiaci máji (2–4 dni) dá sa pekne dokumentovať odchýlkami priemerných mesačných teplôt:

	marec	apríl	máj
r. 1960	+0,6 °C	+0,6 °C	-0,5 °C

V jesennom období už nejestvuje taký jednoznačný vzťah medzi fenologickými a teplotnými anomáliami, ako sme to videli v jarnom období. Zrejme na nástup jesenných fenologických fáz bude vplývať viacero dôležitých činiteľov.



Obr. 1a. Nástupné termíny jarných fenologických fáz ovocných stromov (rozpuk pupenôv pri 10 %, zalistenie pri 5 a 100 %, kvitnutie pri 10 %, výskyt a ukončení) v Bratislave-Kolibe v období 1956–1960 vyjadrené v odchýlkach (v dňoch) od 5 ročného priemeru. ——— rozpuk pupenôv, ——— zalistenie, ——— kvitnutie.

Obr. 1b. Nástupné termíny jesenných fenologických fáz ovocných stromov (žltnutie a opadávanie listia pri 5, 50, 100 % výskyt) v Bratislave-Kolibe v období 1956–1960 vyjadrené v odchýlkach (dňoch) od 5 ročného priemeru. ——— žltnutie listia, ——— opadávanie listia.

Tak v rokoch 1956 a 1958 sa žltnutie a opadávanie listia ovocných stromov oneskorovalo o 4–10 dní za mierne nadnormálnych teplôt jesenných mesiacov a zrážkovo nadnormálnom októbri:

		september	október	november
r. 1956	teplota °C	+1,4	+0,4	-2,0
	zrážky ‰	0,1	195	117
r. 1958	teplota °C	+0,7	+1,1	+1,5
	zrážky ‰	39	105	45

V rokoch 1957 a 1959 prebiehalo žltnutie a opadávanie lístia približne s 5–15 dňovou predčasnou za týchto teplotných a zrážkových pomerov:

		september	október	november
r. 1957	teplota °C	-1,1	+0,5	+1,9
	zrážky ‰	69	27	68
r. 1959	teplota °C	-0,6	+0,2	+0,8
	zrážky ‰	0,0	0,1	68

Treba poukázať na nápadnú zhodu medzi začiatkom vegetácie na jar a jej skončením v jeseni. Rok 1956 a 1958 s oneskorenou vegetáciou na jar oneskorene ukončujú vegetáciu v jeseni. Predčasné roky 1957, 1959 sú zase opačným príkladom.

Rok 1960 s normálnym začiatkom vegetácie na jar ukončuje vegetáciu v jeseni oneskorene. Príčinou je zrážkovo silne nadnormálne letné i jesenné obdobie (jún — 133, júl — 142, august — 113, september — 102, október — 129 ‰ normálu) a veľmi teplý október (odchýlka od normálu +1,8) a november (+2,8). Výborné vlhové i teplotné podmienky v jeseni predĺžili vegetáciu.

Z uvedeného vidieť, že v päťročí (1956–1960) sa vyskytujú roky s predčasným, oneskoreným i normálnym nástupom a priebehom fenologických fáz, čo má pre nás ten význam, že si skôr môžeme dovoliť použiť v tejto práci i tak krátke časové obdobie k štúdiu vzťahov medzi javmi fenologickými a poveternosťou.

III. O VPLYVE METEOROLOGICKÝCH FAKTOROV NA NÁSTUP A TRVANIE FENOLOGICKÝCH FÁZ

Vieme, že fenologický jav je závislý — odhliadnuc od vlastností samotnej rastliny — od komplexného pôsobenia vonkajšieho prostredia, t. j. od činiteľov pôdnych, topografických, biologických a hlavne poveternostných a klimatických. Z tohto komplexu faktorov sústredili sme sa v tejto práci na faktory meteorologické. Pomocou štatistických metód — analýzy mnohonásobnej korelácie a nelineárnej regresie — snažili sme sa nájsť a vyjadriť pre fenologické javy kvantitatívne vzťahy k meteorologickým faktorom. Pre tento účel sme z pozorovaných fenologických fáz na ovocných stromoch použili fázy — kvitnutie, zalíšovanie a žltnutie lístia, ich nástupný termín a trvanie.

1. Nástupný termín kvitnutia

Väčšina našich ovocných stromov zakladá kvety pre budúci rok v mesiacoch jún a júl. Celú dobu od založenia kvetných pupeňov po kvitnutie môžeme rozdeliť na 3 hlavné úseky. V prvom období sa diferencujú a formujú jednotlivé časti kvetných pupeňov (s výnimkou pohlavných buniek), čo sa podľa viacerých autorov ukončuje v priebehu mesiaca októbra. Potom nastáva obdobie zimného pokoja, ktoré však za teplej poveternosti môže byť prerušené vývojom kvetných pupeňov. Tretie obdobie sa začína vo februári (niekedy už v januári) tvorbou pohlavných buniek a rastom jednotlivých častí kvetných pupeňov a ukončuje sa úplným rozvitím kvetu (4, 5).

Vzhľadom na tieto skutočnosti neobmedzili sme sa iba na jarné obdobie pri skúmaní vplyvu meteorologických faktorov na nástupný termín rozkvetu ovocných stromov, ale zamerali sme sa na celkovú dobu, ktorá kvitnutiu predchádza, t. j. na dobu od založenia kvetných pupeňov v júli až po rozkvet.

Mnohí autori už ukázali, že rozhodujúcim faktorom vonkajšieho prostredia pre vývoj kvetných pupeňov a rozkvet je teplota vzduchu. Aj pre nás teplota vzduchu sa stala hlavným meteorologickým faktorom pri hľadaní kvantitatívnych vzťahov k rozkvetu ovocných stromov.

Použili sme metódu efektívnych teplôt, ktoré spoľahlivo vyjadrujú požiadavky rastlín na teplo. Pri korelačnom rozbore sme dosiahli oveľa tesnejšie vzťahy pri použití efektívnych teplôt oproti aktívnym, čo súvisí s menším kolísaním efektívnych teplôt. Pri výpočte súm efektívnych teplôt by však nebolo správne použiť štandardnú východiskovú teplotu pre celé obdobie vývoja kvetných pupeňov. Hľadali sme pre jednotlivé vývojové úseky takú teplotnú hodnotu, pri ktorej sa dosahuje najtesnejší korelačný vzťah voči nástupnému termínu kvitnutia. Počítali sme preto úhrn efektívnych teplôt zmenšený o hodnotu nasledovných denných priemerov teploty: $-0,1$ a menej, nad $0, 5, 8, 10$ a 15°C v rámci jednotlivých mesiacov. Dosiahli sme tieto výsledky (tab. 1).

Tabuľka 1

Vzťah medzi nástupným termínom rozkvetu marhule a sumou efektívnych teplôt* v rokoch 1956–1960

Mesiace	Korelačné koeficienty r					
	Ts nad hodnotou denného priemeru teplôt					
	-0,1 a menej	0	5	8	10	15 °C
júl			-0,12		-0,20	-0,20
august			-0,81		-0,91	-0,66
september			-0,72		-0,71	-0,43
október			-0,36		-0,84	
november	-0,28	0,7	0,60			
december	-0,19	-0,33	0,02			
január	-0,38	-0,12	0,38			
február	0,61	-0,27	0,21	0,44		
marec		-0,99	-0,99		-0,96	

* Pod efektívnymi teplotami rozumieme úhrn aktívnych teplôt zmenšených o hodnotu uvedeného denného priemeru teplôt.

Už na prvý pohľad, vidieť z hodnôt korelačného koeficienta v tab. 1 tri hlavné vývojové úseky kvetných pupeňov. Prvý úsek (júl — október) charakterizuje záporné znamienko korelačného koeficienta, čo znamená, že čím je vyššia teplota v období júl — október, tým skôr začnú na jar kvitnúť ovocné stromy. Počnúc novembrom nie sú pre vývoj kvetných pupeňov žiadúce priemerné denné teploty nad 5 °C, ktoré, ako vidieť z kladného znamienka korelačného koeficienta, majú brzdiaci účinok na rozkvet ovocných stromov na jar. Platí to hlavne pre mesiac november ($r = 0,60$). Vo februári na rozdiel od mesiacov zimného pokoja (november, december, január) majú nepriaznivý vplyv na termín kvitnutia ovocných stromov priemerné denné teploty $-0,1$ °C a menej (marhuľa $r = 0,61$, čerešňa $r = 0,67$, jablň $r = 0,60$). Zo zápornej a veľmi vysokej hodnoty korelačného koeficienta v mesiaci marci vyplýva, že čím je v marci vyššia suma teplôt s priemernou dennou teplotou nad 0 °C, tým skorší bude začiatok kvitnutia ovocných stromov ($r = -0,99$).

Korelačný rozbor sa urobil okrem marhule aj pre ďalšie ovocné druhy a ukázal sa obdobný priebeh korelačných koeficientov, ako sa uvádza v tab. 1 pre marhuľu.

Touto korelačnou analýzou sa zistil najtesnejší korelačný vzťah medzi nástupným termínom rozkvetu ovocných stromov a sumou efektívnych teplôt:

- a) denných priemerov teploty nad 10 °C v mesiacoch august, september, október,
- b) denných priemerov teploty nad 0 °C v mesiaci marci (pozri tab. 1).

Vysoký súhrnný korelačný koeficient medzi týmito tromi veličinami (marhuľa $r = 0,97 = 0,020$, čerešňa $r = 0,97 = 0,020$, jablň $0,95 = 0,033$) dovoľuje nám vyčíslit rovnice regresie:

$$a) \text{ pre nástup prvých kvetov marhule} \\ y = 0,01 x - 0,16 z + 120,42. \quad (1)$$

$$b) \text{ pre nástup prvých kvetov čerešne} \\ y = 0,01 x - 0,16 z + 124,82, \quad (2)$$

$$c) \text{ pre nástup prvých kvetov jablone} \\ y = 0,01 x - 0,10 z + 131,14. \quad (3)$$

kde y = nástupný termín prvých kvetov; x = suma efektívnych teplôt nad priemernou dennou teplotou 10 °C v mesiacoch august, september, október; z = suma teplôt nad priemernou dennou teplotou 0 °C v mesiaci marci.

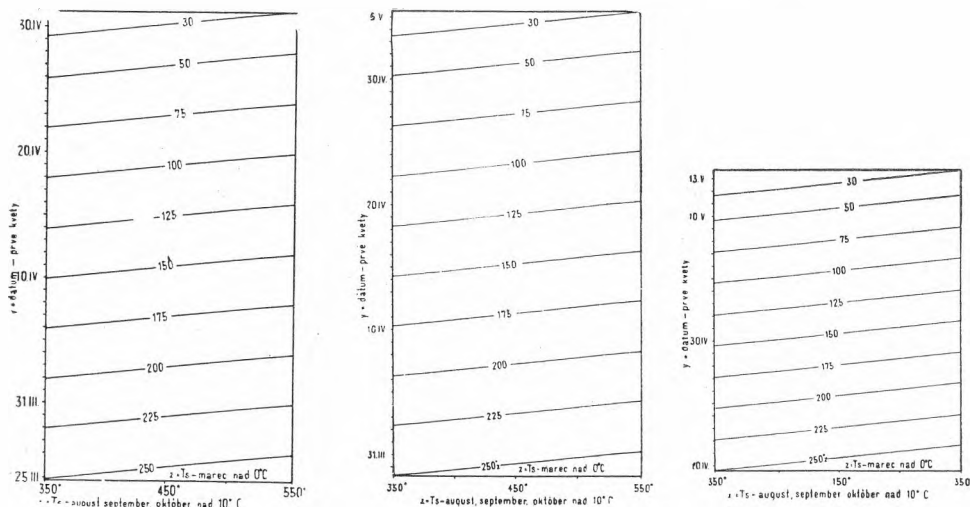
Tieto rovnice možno použiť pre výpočet nástupných termínov rozkvetu ovocných stromov, avšak treba mať na pamäti, že pri ich vyvedení sa vyšlo zo súm efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 10 °C v mesiacoch august, september, október v medziach od 350—550 °C a zo súm priemerných denných teplôt nad 0 °C v mesiaci marci v medziach od 30—250 °C. Preto sú použiteľné v rokoch, keď hodnoty x a z nevyšli z uvedených medzí.

Kvôli názornému zobrazeniu získanej závislosti a pre uľahčenie výpočtu nástupných termínov sme zostrojili grafy 1, 2, 3.

Súčasne v tab. 2 uvádzame prehľad napozorovaných fenologických hodnôt začiatku rozkvetu ovocných stromov a hodnôt vypočítaných podľa uvádzaných rovníc regresie pre Bratislavu-Kolibu. Diferencie medzi pozorovanými a vypočítanými hodnotami sú u neskoršie kvitnúcej čerešne a hlavne jablone o niečo väčšie ako u marhule, čo súvisí s aprílovou poveternosťou, ktorá má určitý vplyv na konečný termín rozkvetu ovocných druhov kvitnúcich koncom apríla, resp. začiatkom mája. Korelačný koeficient pre sumu priemerných denných teplôt nad 0 °C v mesiaci apríli dosahuje napr. u jablone hodnotu $-0,85$.

Ako ďalší meteorologický faktor, pri ktorom sme sledovali jeho vplyv na termín kvitnutia ovocných stromov, sme vzali zrážky. Korelačným rozborom sme zisťovali

vzťah medzi úhrnom zrážok v jednotlivých mesiacoch a termínom rozkvetu ovocných stromov. Dostali sme pre jednotlivé ovocné druhy výsledky obdobné, ako sú uvedené v tab. 3 pre marhuľu.



Graf 1. Výpočet nástupu prvých kvetov marhuľe $y = 0,01x - 0,16z + 120,42$. — Graf 2. Výpočet nástupu prvých kvetov čerešne $y = 0,01x - 0,16z + 124,82$. — Graf 3. Výpočet nástupu prvých kvetov jablone $y = 0,01x - 0,10z + 131,14$.

Tabuľka 2

Pozorované a vypočítané nástupné termíny* rozkvetu ovocných stromov (podľa regresných rovníc 1, 2, 3) v Bratislave-Kolibe v rokoch 1956–1960

Roky	Marhuľa			Čerešňa			Jabľoň		
	Pozorované	Vypočítané	Diferencia (dni)	Pozorované	Vypočítané	Diferencia (dni)	Pozorované	Vypočítané	Diferencia (dni)
1956	115	114,4	-0,6	119	118,8	-0,2	130	129,2	-0,8
1957	91	92,1	+1,1	95	96,4	+1,4	117	115,3	-1,7
1958	118	119,1	+1,1	122	123,5	+1,5	129	131,7	+2,7
1959	90	89,6	-0,4	96	94,0	-2,0	111	113,8	+2,8
1960	102	100,0	-2,0	105	104,4	-0,6	123	120,1	-2,9

* Termíny sa uvádzajú počtom dní od začiatku roka.

Z rozdielnych hodnôt korelačných koeficientov v tab. 3 sa dajú vymedziť tri samostatné úseky. Vcelku letné obdobie — júl až september — sa vyznačuje kladnou a významnou hodnotou korelačného koeficienta (júl $r = 0,66$; august $r = 0,28$, september

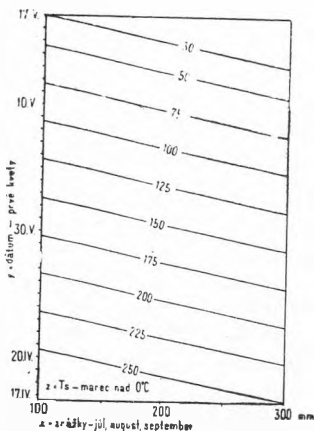
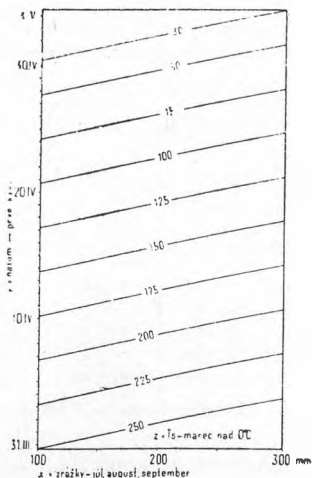
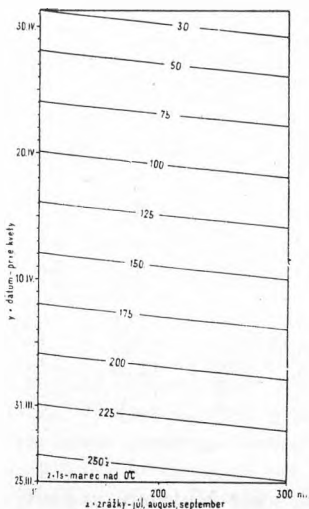
Vzťah medzi úhrnom zrážok a nástupným termínom rozkvetu marhule v rokoch 1956–1960

	Júl	August	September	Október	November	December	Január	Február	Marec
Korelačný koeficient r	0,66	0,28	0,68	-0,50	-0,48	-0,20	0,02	-0,05	0,01

$r = 0,68$). Z toho vyplýva, že čím sú v letnom období menšie zrážky, tým skôr kvitnú na jar ovocné stromy. V októbri a novembri sú to naopak výdatnejšie zrážky, ktoré majú vplyv na skorší rozkvet ovocných stromov v budúcej jari (október $r = -0,50$; november $r = -0,48$). Počnúc decembrom neukazuje sa viac (a to ani v jarnom mesiaci marci) korelácia medzi množstvom zrážok a termínom rozkvetu ovocných stromov.

Touto korelačnou analýzou sa zistilo, že v spojitosti so zrážkami existuje najtesnejší korelačný vzťah medzi nástupným termínom rozkvetu ovocných stromov a množstvom zrážok v letnom období. Pre tento korelačný vzťah v spojení s teplotnou sumou priemerných denných teplôt nad 0°C v mesiaci marci sme vypočítali rovnice regresie. Súhrnný korelačný koeficient je veľmi vysoký (marhuľa $r = 0,98 \pm 0,013$; čerešňa $r = 0,97 \pm 0,020$; jablňo $r = 0,96 \pm 0,027$).

Tvar regresných rovníc je:



Graf 4. Výpočet nástupu prvých kvetov marhule $y = -0,01x - 0,16z + 127,10$. — Graf 5. Výpočet nástupu prvých kvetov čerešne $y = 0,02x - 0,14z + 122,70$. — Graf 6. Výpočet nástupu prvých kvetov jablone $y = -0,02x - 0,12z + 142,60$.

$$a) \text{ pre nástup prvých kvetov marhule} \\ y = -0,01 x - 0,16 z + 127,10, \quad (4)$$

$$b) \text{ pre nástup prvých kvetov čerešne} \\ y = 0,02 x - 0,14 z + 122,70, \quad (5)$$

$$c) \text{ pre nástup prvých kvetov jablone} \\ y = -0,02 x - 0,12 z + 142,60, \quad (6)$$

kde y = nástupný termín prvých kvetov; x = úhrn zrážok za mesiace júl, august, september; z = suma teplôt nad priemernou dennou teplotou 0°C v mesiaci marci.

Pre ďalšie použitie týchto rovníc treba zdôrazniť, že platia pre roky, v ktorých veličina x , t. j. úhrn zrážok za mesiace júl, august, september nevybočil z medzi 100–300 mm a veličina z , t. j. suma teplôt nad denným priemerom teploty 0°C v mesiaci marci z medzi 30–250 $^\circ\text{C}$.

Na základe uvádzaných vzťahov umožňujú grafy 4, 5, 6 ľahko zistiť nástup prvých kvetov ovocných stromov.

Treba si všimnúť rovnicu 5 pre nástup prvých kvetov čerešne, v ktorej veličina x (úhrn zrážok za letné obdobie) má na rozdiel od rovnice 4 a 6 (marhuľa a jablň) kladnú hodnotu. Nazdávame sa, že tento odlišný výsledok u čerešne bude súvisieť s tým, že čerešňa stráca veľmi skoro plody (máj, jún), t. j. poväčšine v čase pred založením nových kvetných pupeňov. Letné zrážky u čerešni nie sú potom odčerpávané plodmi a môžu hrať o to významnejšiu úlohu pri rozvoji nových kvetných pupeňov. O tom by svedčila aj korelácia medzi úhrnom zrážok za mesiac júl, august, september a termínom rozkvetu na jar (marhuľa $r = 0,80$, čerešňa $r = 0,86$, jablň $r = 0,64$). Podľa týchto výsledkov si rozvoj kvetných pupeňov čerešne vyžaduje v letnom období menšie zrážky ako dva ďalšie druhy, z ktorých hlavne jablň (ide o jesenné a zimné odrody) si ponechávajú plody po celé letné obdobie.

V tabuľke 4 možno porovnať nástupné termíny rozkvetu ovocných stromov, ktoré sme získali pozorovaním i výpočtom z regresných rovníc 4, 5, 6.

Tabuľka 4

Pozorované a vypočítané nástupné termíny rozkvetu ovocných stromov (podľa regresných rovníc 4, 5, 6) v Bratislave-Kolíbe v rokoch 1956–1960

Roky	Marhuľa			Čerešňa			Jablň		
	Pozorované	Vypočítané	Diferencia (dni)	Pozorované	Vypočítané	Diferencia (dni)	Pozorované	Vypočítané	Diferencia (dni)
1956	115	114,7	-0,3	119	118,8	-0,2	130	129,1	-0,9
1957	91	92,5	+1,5	95	95,7	+0,7	117	115,2	-1,8
1958	118	119,1	+1,1	122	123,2	+1,2	129	133,0	+4,0
1959	90	89,2	-0,8	96	95,1	-0,9	111	111,7	+0,7
1960	102	100,6	-1,4	105	103,5	-1,5	123	121,0	-2,0

Keďže z predchádzajúceho sa ukázalo, že popri marcových teplotách majú významný vplyv na termín rozkvetu ovocných stromov aj dva ďalšie činitele — teplota a zrážky v letnom období, vyjadrili sme túto komplexnú závislosť v jednej regresnej rovnici. Tvary regresných rovníc pre jednotlivé ovocné druhy sú:

$$a) \text{ pre nástup prvých kvetov marhule} \\ X_1 = -0,01 X_2 + 0,02 X_3 - 0,16 X_4 + 117,76, \quad (7)$$

$$b) \text{ pre nástup prvých kvetov čerešne} \\ X_1 = 0,02 X_2 + 0,01 X_3 - 0,15 X_4 + 119,42, \quad (8)$$

$$c) \text{ pre nástup prvých kvetov jablone} \\ X_1 = -0,02 X_2 + 0,01 X_3 - 0,11 X_4 + 136,55, \quad (9)$$

kde X_1 = nástupný termín prvých kvetov; X_2 = úhrn zrážok za mesiace júl, august, september; X_3 = suma efektívnych teplôt nad priemernou dennou teplotou 10 °C v mesiacoch august, september, október; X_4 = suma teplôt nad priemernou dennou teplotou 0 °C v mesiaci marci.

Rovnice 6, 8, 9 platia v medzných hodnotách meteorologických prvkov X_2 , X_3 a X_4 , ktoré sme uviedli pri regresných rovniciach 1–6.

Rozdiel medzi pozorovaným a vypočítaným nástupným termínom rozkvetu ovocných stromov podľa rovníc 7, 8, 9 vidieť v tab. 5. Ak ho porovnáme s diferenciami v tab. 2 a 4, vidíme, že regresné rovnice 7, 8, 9 dávajú presnejšie výsledky.

Tabuľka 5

Pozorované a vypočítané nástupné termíny rozkvetu ovocných stromov (podľa regresných rovníc 7, 8, 9) v Bratislave-Kolibe v rokoch 1956–1960

Roky	Marhuľa			Čerešňa			Jabľoň		
	Pozorované	Vypočítané	Diferencia (dni)	Pozorované	Vypočítané	Diferencia (dni)	Pozorované	Vypočítané	Diferencia (dni)
1956	115	113,7	-1,3	119	119,6	+0,6	130	128,4	-1,6
1957	91	93,4	+2,4	95	95,4	+0,4	117	116,4	-0,6
1958	118	117,4	-0,6	122	124,1	+2,1	129	131,1	+1,1
1959	90	90,1	+0,1	96	94,7	-1,3	111	113,0	-2,0
1960	102	100,4	-1,6	105	103,2	-1,8	123	121,1	-1,9

Pripomíname ešte, že sme zistili medzi spomenutou teplotnou sumou v mesiaci marci úzky vzťah jednak voči uvádzanej teplotnej sume v mesiacoch august až október predchádzajúceho roku ($r = 0,86$), jednak voči úhrnu zrážok v mesiacoch júl až september ($r = -0,82$). Žiadalo by sa preto posúdiť, či vplyv teplôt i zrážok v letných až jesenných mesiacoch predchádzajúceho roku má na termín rozkvetu ovocných stromov nasledujúcej jari samostatnú platnosť. K tomu však náš krátky pozorovací rad nepostačuje.

2. Nástupný termín všeobecného žltnutia listia

Jesenné žltnutie listia závisí — odhliadnuc od biologických zvláštností jednotlivých ovocných druhov, resp. odrôd — od faktorov vonkajšieho prostredia. Ako najdôležitejší faktor považujú viacerí autori teplotu vzduchu. Tak Boër (6) zistil, že žltnutie listia buka je viditeľné pri poklese priemernej dennej teploty pod 9 °C. K rovnakým výsledkom došiel Schelle (7). Podľa neho sa žltnutie listia niektorých lesných druhov začína, keď priemerná denná teplota klesne pod 10–9 °C a minimálna teplota pod 5–6 °C. Súčasne však uvádza, že už pokles priemernej dennej teploty na 11–10 °C a minimálnej teploty na 7–6 °C vyvoláva fyziologické pochody, ktoré vedú k žltnutiu

lístia. Š u l c (8) uvádza, že v Dušanbe (Stalinabade) s kontinentálnou klímou nastáva všeobecné žltnutie lístia pri priemerných denných teplotách 12, 13 °C a minimálnych teplotách od 4 do 6 °C. Iní autori vidia popri teplote vzduchu významného činiteľa pri jesennom žltnutí lístia aj vo vlhkosti vzduchu, prípadne aj pôdy. Za suchej, slnečnej a teplej poveternosti v jeseni sa lístie stromov sfarbuje skôr a priebeh je pomalý, za vlhkej, zamračenej a chladnejšej poveternosti je to naopak (8).

Jesenné žltnutie lístia nie je však výsledkom pôsobenia faktorov vonkajšieho prostredia len krátko pred jeho nástupom, ale súvisí s celkovým procesom, ktorý prebieha v listoch od ich vytvorenia na jar. Preto sme pri korelačnej analýze zisťovali pomocou korelačných koeficientov vzťah medzi nástupom všeobecného žltnutia lístia zimných jabloní a meteorologickými faktormi za celkovú dobu od zalistenia na jar až po sfarbenie lístia v jeseni (tab. 6).

Tabuľka 6

Vzťah medzi nástupným termínom všeobecného žltnutia lístia zimných jabloní a teplotou v rokoch 1956–1960

Mesiace	Korelačný koeficient r				Suma minimálnych teplôt do 7 °C
	Ts nad hodnotou denného priemeru teplôt				
	0	5	15	20 °C	
máj			0,12		
jún			-0,64	-0,50	
júl			-0,67	-0,84	
august			0,58	0,74	
september	0,44	0,36			-0,63

Z tabuľky 6 vidíme, že termín všeobecného žltnutia lístia závisí v značnej miere od teplotných pomerov v letných mesiacoch (júl a august). Zo zápornej hodnoty korelačného koeficienta v mesiaci júli ($r = -0,84$) vyplýva, že čím je v júli viac dní s priemernou dennou teplotou nad 20 °C, tým je skorší termín všeobecného žltnutia lístia zimných jabloní. V auguste sa taktiež javí suma denných priemerov teploty nad 20 °C ako najúčinnejšia pre nástupný termín všeobecného žltnutia lístia. Ak sa berie táto teplotná suma za august izolovane, je hodnota korelačného koeficienta kladná ($r = 0,74$), ale v spojení s podobnou teplotnou sumou za mesiac júl je táto hodnota záporná ($r = -0,84$). Do akej miery sa dá prisúdiť závislosti žltnutia lístia od augustových teplôt samostatný význam, nemôžeme určiť z nášho pozorovacieho materiálu s malým počtom prípadov. Pre september sa ukazuje, že na fyziologické pochody žltnutia lístia majú určitý vplyv minimálne teploty do 7 °C ($r = -0,63$). Čím je v septembri väčší počet dní s minimálnou teplotou pod 7 °C, tým skôr dochádza k všeobecnému zožltnutiu lístia a naopak.

Naše zistenie o existujúcich príčinných vzťahoch medzi letnými teplotami a termínom žltnutia lístia je protirečivé so zistením S e m e n o v - T a n - Š a n s k é h o (9) v Murmanskej oblasti na breze. Podľa jeho výsledkov neexistuje medzi týmito dvoma veličinami zjavná korelácia. Murmanská oblasť je však klimaticky odlišná od Bratislavy. V celkove vlhšej a chladnejšej klíme Murmanskej oblasti sa nemusí prejaviť vplyv letných teplôt na termíne žltnutia lístia. Avšak v našom prípade sa k výskytu vysokých letných teplôt pridružuje ešte aj tá skutočnosť, že ovcená záhrada na

Kolibe sa vyznačuje plytkým silne zvetraným žulovým podkladom, a tým zvýšenou stratou vody do spodiny. Je známe, že pre menší obsah pôdnej vlhky zosilnený vysokými teplotami v letnom období sú rozhodujúce činitele pri vyvolaní predčasného žltnutia listia v lete. Z našich výsledkov sa ukazuje, že účinok týchto činiteľov je v teplejších oblastiach s vysychavou pôdou dlhodobejšieho rázu, t. j. nedostatok pôdnej vlhky a vysoké teploty v letnom období vplyvajú významnou mierou aj na termín všeobecného zožltnutia listia v jeseni.

Ďalej sme zistili podstatný vzťah medzi začiatkom zalistenia na jar a termínom žltnutia listia v jeseni ($r = 0,79$): skoršie rozvinutie listia na jar odpovedá skoršiemu žltnutiu listia v jeseni a naopak. To znamená, že pri termíne jesenného žltnutia listia hrá dôležitú úlohu dĺžka života listia. Tento zmysel má aj záver Schneileho (7), že pri pôsobení tej istej teploty v jeseni skoršie žltnú staršie listy ako mladšie.

Môžeme zhrnúť, že najtesnejší korelačný vzťah sme zistili medzi nástupným termínom všeobecného žltnutia listia:

- nástupným termínom prvých listov na jar,
- sumou efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 20°C v mesiacoch júl a august,
- sumou minimálnych teplôt do 7°C v mesiaci september.

Pre korelačný vzťah medzi nástupným termínom všeobecného žltnutia listia zimných jabloní (y) a nástupným termínom prvých listov na jar (x) i sumou efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 20°C v mesiacoch júl a august (z) sme vypočítali rovnicu regresie:

$$y = 0,41x - 0,58z + 281,92. \quad (10)$$

Súhrnný korelačný koeficient týchto veličín je $0,92 \pm 0,047$.

Zistenú závislosť sme zobrazili na grafe 7. Podotýkame, že vypočítaná rovnica sa dá použiť v prípadoch, keď veličina x , t. j. termín prvých listov pripadol do časového rozpätia od 31. marca do 10. mája a veličina z , t. j. suma efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 20°C v mesiacoch júl a august sa vyskytla v medziach od $50-100^{\circ}\text{C}$.

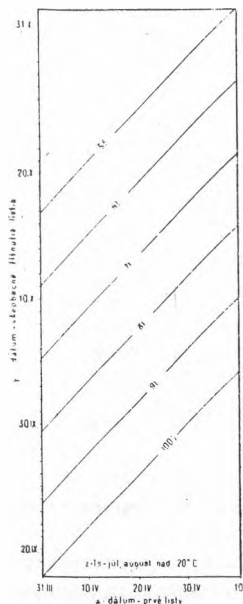
Diferencie medzi pozorovanými a vypočítanými termínmi všeobecného žltnutia listia zimných jabloní podľa regresnej rovnice 10 prinášame v tab. 7. Lepšie výsledky sme však dosiahli, keď sme sumu efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 20°C v mesiacoch júl a august brali samostatne a vyjadrili v regresnej rovnici:

$$X_1 = 0,52 X_2 - 0,62 X_3 - 1,36 X_4 + 293,58, \quad (11)$$

kde X_1 = nástupný termín všeobecného žltnutia listia zimných jabloní; X_2 = nástupný termín prvých listov; X_3 = suma efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 20°C v júli; X_4 = v auguste.

V tabuľke 8 uvádzame nástupné termíny všeobecného žltnutia listia v rokoch 1956–1960 získané pozorovaním i výpočtom podľa rovnice 11.

Ak v spojení s termínom prvých listov (X_2) a sumy efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 20°C v júli a auguste (X_3) zoberieme do úvahy aj sumu minimálnych



Graf 7. Výpočet nástupu všeobecného žltnutia listia (50%) zimných jabloní $y = 0,41x - 0,58z + 281,92$.

Tabuľka 7

Pozorované a vypočítané nástupné termíny všeobecného žltnutia listia zimných jabloní (podľa regresnej rovnice 10) v Bratislave-Kolibe v rokoch 1956–1960

	Roky				
	1956	1957	1958	1959	1960
Pozorované	295	270	285	274	293
Vypočítané	293,3	266,4	286,4	276,3	295,5
Diferencia (dni)	-1,7	-3,6	+1,4	+2,2	+2,5

Tabuľka 8

Pozorované a vypočítané nástupné termíny všeobecného žltnutia listia zimných jabloní (podľa regresnej rovnice 11) v Bratislave-Kolibe v rokoch 1956–1960

	Roky				
	1956	1957	1958	1959	1960
Pozorované	295	270	285	274	293
Vypočítané	294,2	270,8	285,1	274,4	292,8
Diferencia (dni)	-0,8	+0,8	+0,1	+0,4	-0,2

Tabuľka 9

Pozorované a vypočítané nástupné termíny všeobecného žltnutia listia zimných jabloní (podľa regresnej rovnice 12) v Bratislave-Kolibe v rokoch 1956–1960

	Roky				
	1956	1957	1958	1959	1960
Pozorované	295	270	285	274	293
Vypočítané	293,7	265,4	287,8	276,6	294,8
Diferencia (dni)	-1,3	-4,6	+2,8	+2,6	+1,8

teplôt do 7 °C v septembri (X_4) a vyjadríme v komplexnej závislosti, dostaneme regresnú rovnicu:

$$X_1 = 0,38 X_2 - 0,57 X_3 - 0,07 X_4 + 286,33. \quad (12)$$

Avšak rozdiely medzi pozorovanými a vypočítanými termínmi všeobecného žltnutia listia zimných jabloní podľa rovnice 12 sú väčšie (tab. 9) než v prípadoch použitia rovníc 10 a 11. Príčinou je menej výrazný korelačný vzťah medzi veličinami X_1 a X_4 (suma minimálnych teplôt do 7 °C v septembri). Ako vieme, korelačný koeficient má hodnotu - 0,63 s pravdepodobnou chybou $\pm 0,202$.

Treba ešte uviesť, že v rovnici 11 sme vyšli pri sume efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 20 °C z tohto rozpätia: v júli od 20 do 80 °C, v auguste od 15 do 40 °C. V rovnici 12 bola suma minimálnych teplôt do 7 °C v septembri v rozmedzí 5–50 °C.

3. Doba trvania kvetu

Celkovú dobu trvania kvetu vymedzuje 5 % nástup prvých kvetov a 100 % odkvet, pričom za odkvitnutý kvet sme považovali, keď zaschli tyčinky a piestik, korunné lupienky uvädli a z kvetu opadávali.

Doba trvania kvetu závisí do istej miery od biologických zvláštností jednotlivých ovocných druhov, resp. odrôd, avšak ešte viac ako nástupný termín kvetu je určovaná najmä poveternostnými podmienkami. Rozhodujúci faktor je teplota vzduchu, ktorá môže najviac vplývať na skrátenie alebo predĺženie doby kvetu. Jednoznačne nám to potvrdzuje aj tab. 10. Vysoký korelačný vzťah sa ukázal medzi priemernou teplotou za dobu kvitnutia a dĺžkou trvania kvetu čerešne ($r = -0,84$). Záporné znamienko znamená, že čím je priemerná teplota za dobu kvetu vyššia, tým kratšie trvá kvitnutie a naopak.

Tabuľka 10

Vzťah medzi dobou trvania kvetu čerešne a meteorologickými faktormi v rokoch 1956–1960

	Priemerná teplota za dobu kvitnutia	Šuma efektívnych teplôt nad			Priemerný slnečný svit za dobu kvitnutia
		9	10	11 °C	
Korelačný koeficient r	-0,89	-0,67	-0,75	-0,65	-0,36

Ak si ďalej v tab. 10 všimneme sumu efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 9, 10 a 11 °C, vidíme, že vzhľadom na dĺžku trvania kvetu čerešne je najtesnejšia korelácia v prípade 10 °C priemernej dennej teploty. Keď sme vzali menší alebo väčší denný priemer teploty ako 10 °C, dostali sme hodnotu korelačného koeficienta menšiu (pre denný priemer teploty 9 °C $r = -0,67$, pre 11 °C $r = -0,65$). Z toho vychádza, že suma efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 10 °C charakterizuje teplotný režim doby kvetu čerešne.

Zistenú závislosť medzi priemernou teplotou za dobu kvitnutia a dĺžkou trvania kvetu čerešne vyjadruje hyperbola, ktorá má tvar:

$$y = 119,54 x^{-0,859}, \quad (13)$$

kde y = doba trvania kvetu čerešne; x = priemerná teplota za dobu kvitnutia. Treba poznamenať, že platnosť hyperboly vymedzuje rozpätie priemernej teploty za dobu kvitnutia čerešne od 8–20 °C a dĺžky trvania kvitnutia od 9–26 dní.

Na grafe 8 sme znázornili túto závislosť a v tab. 11 sme porovnali údaje dĺžky trvania kvetu čerešne, ktoré sme získali pozorovaním v rokoch 1956–1960 a výpočtom z uvedeného tvaru hyperboly. Tu je zaujímavé, že v jednom prípade (rok 1957) je veľká odchýlka medzi pozorovanou a vypočítanou hodnotou (5,4 dní).

Tabuľka 11

Pozorovaná a vypočítaná doba trvania kvetu čerešne (podľa rovnice krivky 13) v Bratislave-Kolíbe v rokoch 1956—1960

	Roky				
	1956	1957	1958	1959	1960
Pozorované	14	24	11	15	18
Vypočítané	13,5	18,6	10,3	16,2	18,5
Diferencia (dni)	-0,5	-5,4	-0,7	+1,2	+0,5

V tomto roku kvitla čerešňa 24 dni pri priemernej teplote 8,7 °C. Ak si všimneme rok 1960, pri takej istej priemernej teplote (8,8 °C) kvitla čerešňa o 6 dni menej (18 dni). Rozdiel medzi týmito dvoma rokmi bol v čase kvitnutia čerešne najmä v minimálnych teplotách:

Počet dní s minimálnou teplotou v rozpätí °C:

	- 1,1 až - 0,1	0,1 až 3,0	3,1 až 5,0
r. 1957	6	2	7
r. 1960	-	6	3

Podstatne nižšie minimálne teploty r. 1957 zabrzdlili rozkvet a prispeli k značnému predĺženiu doby kvetu čerešne.

4. Doba trvania zalistovania

Celkovú dobu zalistovania sme vymedzili 5 % výskytom prvých rozvinutých lístočkov a 100 % rozvinutím základného počtu lístkov v pupeni.

Podobne ako pri kvitnutí aj pri zalistovaní má z vonkajších faktorov najväčší vplyv teplota vzduchu. Z korelačnej analýzy vychádza vysoká hodnota korelačného koeficienta $r = -0,81$ v prípade priemernej teploty za dobu zalistovania, čo znamená, že čím je priemerná teplota za dobu zalistovania vyššia, tým rýchlejšie zalistenie prebehne a naopak. Tento vzťah kvantitatívne vyjadruje zistená formula hyperboly:

$$y = 94,60 x^{-0,735}, \quad (14)$$

kde y = doba trvania zalistovania zimných jabloní (Panenské české); x = priemerná teplota za dobu zalistovania. Pri výpočte tohto nelineárneho vzťahu sme použili hodnoty priemerných teplôt v rozpätí od 8 do 20 °C a dĺžky trvania zalistovania od 10—26 dní. Týmto rozpätím je súčasne vymedzená platnosť rovnice krivky 14, ktorú zobrazuje graf 9.

V tabuľke 12 máme možnosť porovnať pozorované a vypočítané údaje doby zalistovania zimných jabloní. Znovu je to rok 1957, keď skutočná doba zalistovania zimných jabloní trvala o 7 dní dlhšie, ako podľa výpočtov prislúcha. Keďže zalistovanie zimných jabloní spadá do doby kvetu čerešní, rovnako ako v prípade kvetu čerešní, boli to nízke hodnoty minimálnych teplôt, ktoré r. 1957 spôsobili aj predĺženie doby zalistovania.

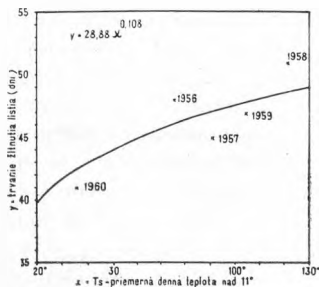
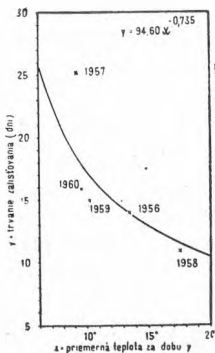
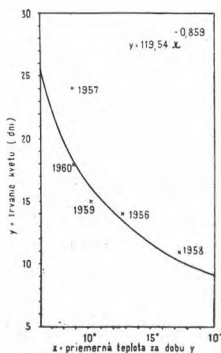
Pozorovaná a vypočítaná doba trvania zalisťovania zimných jabloní (podľa rovnice krivky 14) v Bratislave-Kolibe v rokoch 1956–1960

	Roky				
	1956	1957	1958	1959	1960
Pozorované	14	25	11	15	16
Vypočítané	13,7	18,4	11,5	17,1	18,0
Diferencia (dni)	-0,3	-6,6	+0,5	+2,1	+2,0

5. Doba trvania žltnutia listia

Celkovú dobu žltnutia listia vymedzuje 5 až 100 % výskyt zožltnutých listov.

Už sme uviedli, že v prípade jesenného žltnutia listia pripisujú viacerí autori rozhodujúci význam z vonkajších činiteľov teploty vzduchu, pričom niektorí zdôrazňujú aj dôležitosť vlhkosti vzduchu a pôdy, prípadne slnečného svitu a dĺžky dňa.



Graf 8. Doba trvania kvetu čerešne a závislosť od priemernej teploty. — Graf 9. Doba trvania zalisťovania zimných jabloní a závislosť od priemernej teploty. — Graf 10. Doba trvania žltnutia zimných jabloní a závislosť od sumy efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 11 °C.

Z nášho korelačného rozboru sa ukazuje, že pre fyziologický proces žltnutia listia a jeho trvanie je najúčinnější suma efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 11 °C ($r = 0,86$). Z toho vyplýva, že čím je vyššia suma efektívnych teplôt nad 11 °C, tým dlhšie prebieha žltnutie listia a naopak. Túto závislosť vyjadruje hyperbola, ktorá má formu:

$$y = 28,88 x^{0,108}, \quad (15)$$

kde y = doba trvania žltnutia listia zimných jabloní; x = suma efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 11 °C pri použití rozpätia od 30 do 130 °C.

Túto závislosť sme zobrazili na grafe 10 a v tab. 13 môžeme porovnať vypočítané údaje s napozorovanými hodnotami trvania žltnutia listia zimných jabloní v rokoch 1956–1960.

Pozorovaná a vypočítaná doba trvania žltnutia zimných jabloní (podľa rovnice krivky 15) v Bratislave-Kolíbe v rokoch 1956–1960

	Roky				
	1956	1957	1958	1959	1960
Pozorované	48	45	51	47	41
Vypočítané	46,7	47,0	48,4	47,7	42,4
Diferencia (dni)	-1,3	+2,0	-2,6	+0,7	+1,4

SÚHRN

Pri hľadaní vzťahov medzi fenologickými fázami ovocných stromov a meteorologickými faktormi dostali sme takéto výsledky:

1. Tesný korelačný vzťah existuje medzi nástupným termínom kvitnutia ovocných stromov a sumou efektívnych teplôt: a) denných priemerov teploty nad 10 °C v mesiacoch august, september, október ($r = -0,71$ až $-0,91$), b) denných priemerov teploty nad 0 °C v mesiaci marec, resp. apríl ($r = -0,99$), c) úhrnom zrážok v mesiacoch júl, august, september ($r = 0,28$ až $0,68$). Z týchto výsledkov vyplýva, že čím sú letné a prvé jesenné mesiace teplejšie a suchšie, tým skôr pri teplých jarných mesiacoch nastáva rozkvet ovocných stromov a naopak. Ďalej sa zistilo, že v období zimného pokoja (počnúc novembrom) majú priemerné denné teploty nad 5 °C brzdiaci účinok na rozkvet ovocných stromov na jar (platí to najmä pre november $r = 0,60$). Vo februári majú nepriaznivý vplyv na termín kvitnutia priemerné denné teploty $-0,1$ °C a menej ($r = 0,60$ až $0,67$).

V súvislosti so zrážkami vyplýva, že výdatnejšie zrážky v mesiacoch október a november (na rozdiel od letných mesiacov) majú vplyv na skorší rozkvet ovocných stromov v budúcej jari ($r = -0,50$). Počnúc decembrom neukazuje sa viac korelácia medzi zrážkami a termínom rozkvetu ovocných stromov.

2. Úzky korelačný vzťah sa ukázal medzi termínom všeobecného žltnutia listia v jeseni a termínom prvých listov na jar ($r = 0,79$). Skoršie zalistenie stromov na jar odpovedá skoršiemu žltnutiu listia v jeseni a naopak. V teplej oblasti s vysychavou pôdou sú to tiež denné priemerné teploty nad 20 °C v mesiacoch júl a august, ktoré vplývajú na termín žltnutia listia: čím je suma denných priemerov teploty nad 20 °C vyššia, tým je skorší termín všeobecného žltnutia listia a naopak ($r = -0,84$). Určitý vzťah sa ukázal aj v prípade sumy minimálnych teplôt do 7 °C v mesiaci september ($r = -0,63$).

3. Doba trvania kvetu a zalistovania ovocných stromov závisí predovšetkým od teploty vzduchu. Vyššia priemerná teplota za dobu kvitnutia a zalistovania trvanie týchto fáz skracuje, nižšia ich trvanie predlžuje (kvitnutie $r = -0,84$; zalistovanie $r = -0,81$).

4. Pre dobu trvania žltnutia zimných jabloní má význam suma efektívnych teplôt denných priemerov teploty nad 11 °C ($r = 0,86$). Čím je táto suma vyššia, tým žltnutie listia prebieha dlhšie a naopak.

1. Atlas podnebia ČSR, 1958. — 2. M. Kurpelová, *Fenologická charakteristika Podunajskej nížiny*. Geografický časopis X, č. 2, 1958. — 3. *Klimatické pomery Hurbanova. Fenologická charakteristika Dolnej Stredy pri Seredi*. Praha 1960. — 4. F. Kober, *Plodovodstvo na fyziologičeskej osnove*. Moskva 1957. — 5. E. Elssmann, *Über die Periodizität der Blütenentwicklung bei den Obstgehölzen*. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1925. — 6. W. Böer, *Witterung und Pflanzenwachstum*. Berlin 1952. — 7. F. Schnelle, *Über die Abhängigkeit der Laubverfärbung von der Temperatur*. Berichte d. dtseh. Wetterdienstes in d. US-Zone, Nr. 38, 1952. — 8. G. E. Šuřc, *Listopad sredneruskich drevesnych porod v Stalinabade*. Geograf. sbornik. Voprosy fenologii. Moskva — Leningrad 1957. — 9. N. N. Galachov, *Osenaja raskraska listvy i listopad*. Botan. žurnal SSSR, Nr. 3, 23, 1938. — 10. O. J. Semenov-Tan-Sanskij, *Opyt izučeniya choda fenologičeskich processov v Murmanskoi oblasti*. Izv. Vsesoj. geogr. obšč., 79, 1947.

11. H. Lessmann, *Eine Methode zur Voraussage des Blühbeginns bei den Obstgehölzen*. Wetter u. Klima, 5/6, 1948. — 12. N. Weger, *Obstbaumblüte und Wetter*. Umschau, 13, 1942. — 13. A. Baumgartner, *Zur Phänologie von Laubhölzern und ihre Anwendung bei lokalklimatischen Untersuchungen*. Berichte d. dtseh. Wetterdienstes in d. US-Zone, Nr. 42. — 14. M. Nosek, *Praktická klimatologie*. Praha 1954. — 15. V. Myslivec, *Statistické metody zemědělského a lesnického výzkumnictví*. Praha 1957. — 16. *Užití korelačného počtu. Návrh československé normy*. Praha 1948.

Recenzoval M. Konček

Margita Kurpelová

DIE PHÄNOLOGISCHEN PHASEN DER OBSTBÄUME UND IHRE BEZIEHUNG ZU DEN METEOROLOGISCHEN FAKTOREN

In der vorliegenden Arbeit wurde die Abhängigkeit der phänologischen Erscheinungen der Obstbäume von den meteorologischen Faktoren mit Hilfe der Analyse der vielfachen Korrelation und der nichtlinearen Regression festgestellt. Dazu verwendete man die Ergebnisse der phänologischen Beobachtungen an Obstbäumen — an Aprikosen, Kirschen und Apfelbäumen welche in den Jahren 1956—1960 im Obstgarten des Hydrometeorologischen Instituts in Bratislava-Koliba durchgeführt wurden. Bei den phänologischen Beobachtungen wurde eine genauere Methodik angewandt. Dabei stellte man durch visuelle Schätzung den perzentuellen Verlauf jeder phänologischen Phase von 5—100 % fest.

Bei der Untersuchung der Beziehungen zwischen den phänologischen Phasen der Obstbäume und den meteorologischen Faktoren kamen wir zu folgenden Ergebnissen:

1. Eine enge Korrelation besteht zwischen dem Eintrittstermin der Blüte der Obstbäume und der effektiven Temperatursummen: a) bei durchschnittlichen Tagestemperaturen über 10 °C in den Monaten August, September und Oktober ($r = -0,71$ bis $-0,91$), b) bei durchschnittlichen Tagestemperaturen über 0,0 °C in den Monaten März beziehungsweise April ($r = -0,99$), c) den Niederschlagsmengen in den Monaten Juli, August und September ($r = 0,28$ bis $0,68$). Aus diesen Ergebnissen geht hervor, dass je wärmer die Sommermonate und die ersten Herbstmonate sind und je trockener sie sind, desto früher kommt es in warmen Frühjahrsmonaten zur Blüte der Obstbäume und umgekehrt. Weiter wurde festgestellt, dass zur Zeit der Winterruhe (von November an) Durchschnittstagestemperaturen von über 5 °C eine verlangsamende Wirkung auf die Blüte der Obstbäume im Frühjahr haben (das gilt vor allem für November $r = 0,60$). Im Februar haben auf den Blütetermin Durchschnittstagestemperaturen von $-0,1^\circ$ und darunter einen ungünstigen Einfluss ($r = 0,60$ bis $0,67$).

Im Zusammenhang mit den Niederschlägen wurde festgestellt, dass ausgiebigere Niederschläge in den Monaten Oktober und November (zum Unterschied von den Sommermonaten) einen Einfluss auf ein früheres Aufblühen der Obstbäume im kommenden Frühjahr haben ($r = -0,50$). Von Dezember an zeigt sich keine Korrelation mehr zwischen den Niederschlägen und dem Termin des Aufblühens der Obstbäume.

2. Eine enge Korrelation zeigte sich zwischen der allgemeinen Laubverfärbung im Herbst und dem Termin der Blattentfaltung im Frühjahr ($r = 0,79$). Eine frühere Blattentfaltung im Frühjahr entspricht einer früheren Laubverfärbung und umgekehrt. In warmen Gebieten mit austrocknenden Böden sind es auch die Tagesdurchschnittstemperaturen über 20°C in den Monaten Juli und August, die den Termin der Laubverfärbung beeinflussen: je höher die Summe der Tagesdurchschnittstemperaturen über 20°C ist, desto eher tritt der Termin der allgemeinen Laubverfärbung ein und umgekehrt ($r = -0,84$). Eine gewisse Beziehung zeigte sich bei der Summe der minimalen Temperaturen bis zu 7°C im Monat September ($r = -0,63$).

3. Die Andauerzeit der Blattentfaltung der Obstbäume hängt vor allem von der Temperatur der Luft ab. Eine höhere Durchschnittstemperatur in der Blütezeit und der Zeit der Blattentfaltung verkürzt die Dauer dieser Phasen, eine niedrigere verlängert ihre Dauer (Blüte $r = -0,84$; Blattentfaltung $r = -0,81$).

4. Für die Zeitdauer der Laubverfärbung der Winteräpfel ist die Summe der effektiven Temperaturen bei den Tagesdurchschnittstemperaturen von über 11°C ($r = -0,86$) von Bedeutung. Je höher diese Summe ist, desto länger dauert die Laubverfärbung und umgekehrt.

Aus dem Slowakischen übersetzt von R. Lindner

Erklärung zu den Abbildungen

Abb. 1a. Eintrittstermine der phänologischen Phasen der Obstbäume im Frühjahr (Aufbrechen der Knospen bei 10%, Blattentfaltung bei 5 und 100%, Blüte bei 10% des Auftretens und des Endes) in Bratislava-Koliba im Zeitraum von 1956–1960, in Tagesabweichungen vom fünfjährigen Durchschnitt ausgedrückt. Aufbrechen der Knospen, Blattentfaltung, Blüte.

Abb. 1b. Eintrittstermine der phänologischen Phasen der Obstbäume im Herbst (Laubverfärbung und Blattfall bei 5, 50, 100% des Auftretens) in Bratislava-Koliba im Zeitraum von 1956–1960, ausgedrückt in Tagesabweichungen vom fünfjährigen Durchschnitt. Laubverfärbung, Blattfall.

Graph 1. Graphische Darstellung für die Berechnung des Eintritts der ersten Blüten der Aprikosen $y = 0,01x - 0,16z + 120,42$.

Graph 2. Graphische Darstellung für die Berechnung des Eintritts des ersten Kirschblüten $y = 0,01x - 0,16z + 124,82$.

Graph 3. Graphische Darstellung für die Berechnung des Eintritts der ersten Apfelblüten $y = 0,01x - 0,10z + 131,14$.

Graph 4. Graphische Darstellung für die Berechnung des Eintritts der ersten Aprikosenblüten $y = -0,01x - 0,16z + 127,10$.

Graph 5. Graphische Darstellung für die Berechnung des Eintritts der ersten Kirschblüten $y = 0,02x - 0,14z + 122,70$.

Graph 6. Graphische Darstellung für die Berechnung des Eintritts der ersten Apfelblüten $y = 0,02x - 0,12z + 142,60$.

Graph 7. Graphische Darstellung für die Berechnung des Eintritts der allgemeinen Laubverfärbung (50%) der Winteräpfel $y = 0,41x - 0,58z + 281,92$.

Graph 8. Dauer der Kirschblüte und ihre Abhängigkeit von der Durchschnittstemperatur.

Graph 9. Dauer der Blattentfaltung der Winteräpfel und ihre Abhängigkeit von der Durchschnittstemperatur.

Graph 10. Dauer der Laubverfärbung der Winteräpfel und ihre Abhängigkeit von der Summe der effektiven Temperaturen bei Tagesdurchschnittstemperaturen über 11°C .