

**SPECIFICITATEA UNEI PREVIZIONĂRI (PAS CU PAS)
A DEZVOLTĂRII POTENȚIALILOR PATOGENI A MALADIILOR
CULTURII FLOAREA-SOARELUI ÎN CONDIȚIILE
SCHIMBĂRILOR CLIMATICE**

VRONSCHIH M.

*Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecția”, Bălți,
Republica Moldova*

e-mail: lencautanmarianna@gmail.com

Summary. An attempt was made to develop a method for a phased (with an interval of 1 month) forecasting the development and spread of certain types of pests at the level of fluctuations in meteorological factors, based on long-term data (1972-2008) on the specific's phytosanitary situation on field crops.

Keywords: *Methods of forecasting, development of pests, average monthly air temperatures, average monthly precipitation, CHT, adaptation coefficients.*

Introducere. Una dintre cele mai importante condiții pentru utilizarea cu succes a priorităților sistemului integrat de protecția plantelor este disponibilitatea și utilizarea unei prognoze fiabile a nivelului așteptat de dezvoltare, cât și a nivelului de nocivitate a speciilor dăunătoare, în special a membrilor dominanți ai agrocenozelor culturilor agricole.

Pe baza analizei datelor pe termen lung (1972-2008) privind dinamica dezvoltării a 48 specii de dăunători și maladii ale culturilor agricole, precum și a datelor meteorologice (conform a 8 stații meteo zonale din Moldova cu o serie continuă de observații pentru aceeași perioadă), au fost calculate diverse corelații (coeficienți de corelație, coeficienți de adaptare etc.) necesare pentru aprecierea nivelului influenței lor complexe asupra nivelului de răspândire a bolilor (sau a zonelor locuite de speciile dăunătoare), precum și a nivelului de infestare (deteriorare) a plantelor agricole.

O astfel de tehnică (pe lângă prognoza anuală de dezvoltare) face posibilă specificarea rezultatelor (și perioada „de așteptare”) până la 1 lună de și, pe de altă parte, să se ia în considerare posibilitatea dinamicii acestor rezultate, provocate de abateri semnificative de la nivelul multianual ale factorilor meteorologici înregistrați în cursul fiecărei luni anterioare, etc.

Materiale și metode. Indicatorii meteo acumulate pentru 36 ani (1972-2008 a.a.) precum și sondaje fitosanitare, efectuate în gospodăriile agricole și pe loturile experimentale a ICCV „Selecția” pentru această perioadă au servit în calitate de bază de date inițiale. După prelucrarea lor matematică preliminară, acestei informații utilizând diferite metode (analiza cluster, analize multifactoriale, factori corelativi etc.) au fost apreciate: gradul de influență (directă și (sau) indirectă) a fiecăruia dintre factori meteorologici (sau combinațiile acestora) asupra specificării a diferitor indicatori (nivelul de răspândire a agenților patogeni, procentul (nivelul) de plante atacate (afectate) etc.) pentru fiecare perioadă.

În final, determinarea prognosticului („pas cu pas”) pentru fiecare lună include următoarele etape:

- Colectarea datelor inițiale (multianuale) și prelucrarea lor matematică preventivă;
- Aprecierea nivelului (și specificul) reacției a dăunătorilor (patogenilor maladiilor) la dinamica indicilor a factorilor meteo (lunare, sezoniere etc.);
- Aprecierea specificului reacției a speciilor-nocive la factori antropogeni (elementele tehnologiilor de cultivare, rezistența (toleranța) soiurilor (hibridurilor));
- Aprecierea nivelului de adaptare a obiectelor-nocive-membrii agrocenozelor culturii agricole, la dinamica factorilor meteo (Kadapt).
- Prognozarea (aprecierea) nivelului de dezvoltare a obiectelor nocive sub influența factorilor meteo a lunii (lunilor) precedente (separat, sau cumulativ) pentru toți 3 factori.

În prezenta publicație s-au utilizat date experimentale, ce caracterizează influența factorilor meteo (apreciați) studiați doar în modul „min-max” pentru fiecare lună a anului agricol.

Acești indicatori (combinați în modele de analiza sistemelor biologice) utilizate pentru agenții patogeni (sau speciilor de dăunători) au făcut posibilă realizarea unor previziuni ale dezvoltării acestora în mod succesiv pentru intervale de timp separate (lună, sezon sau an agricol), ținând cont de influența și elementele suplimentare de natură antropogenă: (predecesori, nivelul de rezistență al unui soi (hibrid), specificitatea unor elemente ale tehnologiilor de cultivare etc.).

Rezultate și discuții. Pe baza analizei datelor pe termen lung, s-a determinat nivelul de corelație („r”) între dinamica valorilor principalelor factori meteorologici: indici medii lunari și sezonieri, CHT, Kkont, Kadapt, etc., precum și separat pentru dinamica valorilor temperaturii aerului, volumelor de precipitații etc. Această abordare a fost deja folosită de autor pentru a aprecia nivelul de recoltă așteptat pentru 4 culturi agricole (grâu de toamnă, porumb, floarea soarelui și sfeclă de zahăr) folosind datele inițiale pentru o perioadă de 65 de ani (1945-2010) (Vronschih, M.D. 2021).

Lucrarea prezentată, o parte din rezultatele experimentale, ce se bazează pe analiza datelor pentru o perioadă de 36 de ani (3 cicluri de activitate solară, sau ciclul Bruchner) pentru un complex de specii de dăunători și boli ale culturilor de câmp (pentru 18 specii aceste materiale deja au fost publicate) (Vronschih, M.D. 2021). În publicația dată, ca exemplu, sunt prezentate calcule pentru 4 specii de boli ale culturilor de floarea-soarelui: mucegaiul pufos (*Plasmopara helianthi*), putregaiul alb (*Sclerotinia sclerotiorum*), fomoza (*Phoma macdonaldi*) și fomopsis (*Phomopsis helianthi*).

- Dinamica indicilor medii de temperatură lunară.

1. Ca exemplu, sunt date prezentate numai pentru agentul cauzator al mucegaiului pufos:

- a) Indici de prevalență a bolii (după gradul de răspîndire a maladiei):
- În zona valorilor reduse (temperaturi „min”): s-a înregistrat: o scădere a valorilor acestui indicator în noiembrie (-55,3%), dar o creștere: în octombrie (+25,35%), februarie (+20,44%), mai (+76,73%), iulie (+41,8%) și august (+40,92%).
 - Valorile crescute („max” ale temperaturilor medii lunare) au fost însoțite, dimpotrivă, de o scădere a valorilor acestui indicator: în octombrie (-25,2%), ianuarie (-39,4%), martie (-37,38%), mai (-50,7%), iulie (-34,9%) și august (-28,8%). În același timp, cazuri de reacție pozitivă semnificativă a patogenului dat, din punct de vedere matematic nu au fost înregistrate în niciuna dintre lunile anului.
- b) Conform criteriului, procentul de plante afectate:
- În zona valorilor reduse (temperaturi „min”) s-a înregistrat o scădere a valorilor acestui indicator: în decembrie (-39,7%), ianuarie (-69,8%), martie (-28,13%), aprilie (-25,2%) și iulie (-25,2%), dar o creștere: în septembrie (+28,3%), octombrie (+23,66%) și mai (+27,9%).

- În zona valorilor ridicate (temperaturi „max”): dimpotrivă, s-a înregistrat o reacție negativă în octombrie (-45,1%), ianuarie (-25,3%), martie (-28,7%), aprilie (-20,9%), mai (-41,2%), iunie (-31,2%) și iulie (-51,5%), dar o reacție pozitivă: în decembrie (+55,9%).

În același mod, au fost calculați indicatori similari pentru agenții patogeni de putregaiului alb, phomosis și phomopsis ...

- Precipitațiile medii lunare și caracteristicile dezvoltării bolilor floarea-soarelui.

2. Ca exemplu, datele sunt prezentate numai pentru agentul cauzal al fomozei.

a) După criteriul gradului de răspândire a bolii:

- Valorile reduse ale volumelor medii lunare („min” de precipitații) au fost însoțite de o scădere direct proporțională a indicilor: inclusiv: în aprilie (-19,7%), mai (-39,9%), iunie (-18,7%) și august (-23,11%). Dimpotrivă, deficitul a precipitațiilor a provocat o creștere a nivelului răspândirii acestei boli în alte 5 luni ale anului agricol: în octombrie (+15,5%), noiembrie (+36,6%), ianuarie (+30,5%), februarie (+31,9%) și august (+43,8%).
- Volumele crescute („max” volumelor medii lunare de precipitații) au fost însoțite de indici invers proporțional diminuați, printre care: în septembrie (-25,1%), octombrie (-15,6%), ianuarie (-43,9%), februarie (-17,3%), martie (-23,6%), aprilie (-29,6%) și iulie (-34,7%). Dimpotrivă, o creștere direct proporțională a valorilor acestor indici a fost tipică doar în mai (+28,3%) și iunie (+45,4%).

b) Conform criteriului procentul de plante afectate:

- Nivelul redus („min” al precipitațiilor medii lunare) a fost însoțit de o scădere proporțională corespunzătoare a valorilor acestui indicator a fost înregistrat în 6 luni, inclusiv: în septembrie (-38,4%), decembrie (-24,7%), martie (-17,6%), mai (-39,5%), iunie (-28,5%) și august (-30,4%), dar, și dimpotrivă, creșterea acestora în alte 5 luni: în octombrie (+32,3%), noiembrie (+43,3%), ianuarie (+66,8%), februarie (+56,8%) și iulie (+44,7%).
- În mod paradoxal, dar numai pentru agentul cauzator al fomozei (datorită specificului reacțiilor sale), un nivel crescut al precipitațiilor medii lunare a provocat o scădere a procentului de plante afectate, inclusiv: în septembrie (-21,0%), octombrie (-17,9%), noiembrie (-

53,8%), ianuarie (-44,9%), februarie (-44,0%), iulie (-33,6%) și august (-20,9%). O creștere direct proporțională a valorilor acestui indicator s-a înregistrat doar în decembrie (+31,3%) și iunie (+68,4%).

În același mod, au fost calculați indici similari și pentru patogenii a mucegaiul pufos, putregaiul alb și fomopsis, pentru care volumele crescute ale precipitațiilor medii lunare au provocat o creștere a nivelului plantelor afectate în majoritatea lunilor anului agricol.

3. Coeficientul hidrotermal (CHT)

În calitate de exemplu, sunt prezentate date numai pentru agentul cauzal al fomopsis.

a) După criteriul nivelului de răspândire a bolii.

- Valorile reduse ale CHT au provocat o scădere corespunzătoare a valorilor acestui indicator înregistrate pentru 7 luni ale anului, inclusiv: în septembrie (-16,9%), martie (-12,5%), aprilie (-34,5%), mai (-23,2%), iunie (-54,6%), iulie (-24,8%) și august (-13,7%), însoțite de un impact pozitiv remarcat doar în octombrie (+20,1%) și noiembrie (+21,6%).
- Creșterea valorilor CHT a avut un impact negativ și asupra indicilor acestui indicator: în octombrie (-26,5%), și în noiembrie (-35,4%), precum și în aprilie (-10,7%), dar și la un nivel nesigur: în septembrie (-1,8%), în iulie (-4,0%) și în august (-2,6%). O creștere semnificativă a valorilor s-a înregistrat în martie (+14,6%), în iunie (+36,7%) și în august (+11,6%), și cu un nivel nesigur: în mai (+2,8%).
- Valorile medii ale CHT au provocat și o creștere a valorilor acestui indicator pentru Phomopsis: în septembrie (+30,7%) și noiembrie (+18,7%), dar cu un nivel redus: în octombrie (+7,4%), martie (+7,4%), aprilie (+6,1%) și mai (+6,0%), și cu un nivel nesigur al acestui fenomen în iunie (+3,2%).

b) Conform criteriului procentul de plante afectate.

- Reacția agentului cauzal al acestei boli la valorile reduse ale SCC mediu lunar sa dovedit a fi negativă pentru toate cele 8 luni ale anului agricol, inclusiv: în septembrie (-10,07%), noiembrie (-34,4%), martie (-10,0%), aprilie (-38,9%), mai (-18,8%), iunie (-24,3%), iulie (-33,06%) și august (-7,9%), însoțite doar de o reacție pozitivă în luna octombrie (+27,1%).
- Dimpotrivă, o reacție negativă a agentului cauzal al acestei boli la valorile crescute ale CHT a fost înregistrată doar în lunile de toamnă

ale anului agricol, inclusiv: în septembrie (-4,0%), octombrie (-18,0%) și în noiembrie (-36,6%), precum și în iunie (-13,0%). Reacția pozitivă a fost înregistrată (dar și mai accentuată): în martie (+24,7%), aprilie (+64,6%), mai (+5,2%), precum și în iulie (+76,2%) și august (+14,4%) .

- În același timp, s-a remarcat o creștere a nivelului de reacție a acestui agent patogen sub influența nivelului mediu al valorilor SCC: în octombrie (+14,4%) și în mai (+47,5%).

În mod similar, au fost calculați indicii corespunzători pentru agenții patogeni de mușgai pufos, putregaiul alb și fomoza.

Determinarea coeficienților de adaptare (K_{adapt}):

La următoarea etapă a cercetării, pe baza setului de date prezentate pe termen lung, s-au calculat coeficienții nivelului de adaptare (K_{adapt}) pentru agenții patogeni ai tuturor celor 4 maladii, care au reprezentat nivelul „răspunsului” (adaptării) acestora la schimbarea parametrilor factorilor meteorologici în amplitudinea „min.-max.”. În final s-au determinat următoarea formulă (pentru temperatura aerului):

$$K_{adapt} = \frac{t^{\circ C \text{ fact.}}}{t^{\circ C \text{ mult.}}} \cdot 100\% / \frac{x_1 \text{ fact.}}{x_1 \text{ mult.}} \cdot 100\%; (1)$$

Unde:

- $t^{\circ C \text{ act.}}$ - temperatura medie lunară a lunii „n” a anului agricol;
- $t^{\circ C \text{ mult.}}$ - temperatura medie a acestei luni pe toată perioada de studiu;
- $x_1 \text{ fact.}$ - valoarea indicilor nivelului de răspândire a bolii (infestare cu dăunători) din luna;
- $x_1 \text{ mult.}$ - indici similari (valori medii pentru perioada de studiu).

În mod similar, K_{adapt} a fost calculat și pentru volumele medii lunare de precipitații, dar și pentru valorile CHT.

Datele obținute (valorile K_{adapt}) sunt prezentate în Tabelul 1 (pentru dinamica temperaturii), Tabelul 2 (pentru dinamica volumului precipitațiilor) și pentru fluctuațiile valorilor CHT (Tabelul 3). Ca exemplu, datele au fost prezentate pentru doar 2 luni din anul agricol (din 12).

În final, s-a determinat (calculat) nivelul așteptat (proiectat) al valorilor fiecărui indicator: nivelul de răspândire a bolii (infestare cu dăunători), sau procentul de plante afectate (deteriorate) următoarea formula:

$$F_{\text{prognoz.}} = F_{\text{mult.}} \cdot (t_1^{\circ\text{C}} \cdot K_{\text{adapt}}^1) \cdot (t_2^{\circ\text{C}} \cdot K_{\text{adapt}}^n) \dots (t_n^{\circ\text{C}} \cdot K_{\text{adapt}}^n)$$

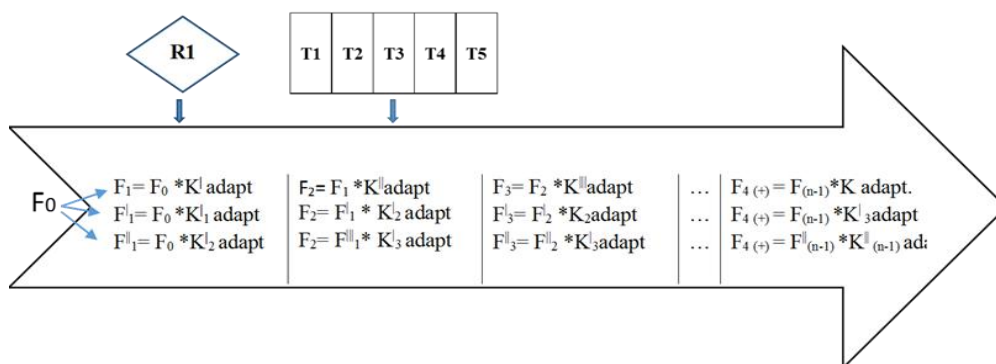
Unde:

- $F_{1\dots n}$ (prognoză) - nivelul prognozat (așteptat) al valorilor indicatorului;
- F_0 (multiplu) - valoarea medie pe termen lung a indicatorului determinat al aceleiași luni pentru întreaga perioadă de studiu;
- $t_1\dots n^{\circ\text{C}}$ - valorile factorilor meteorologici pentru ultima lună;
- $K_{\text{adapt}1\dots n}$ - valorile coeficientului de adaptare pentru luna precedentă.

Această formulă s-a dovedit a fi elementul principal al modelului structural (Fig. 3), în care, pe lângă aceasta, au fost incluși indici de origine antropogenă, care au avut un efect stabil asupra dezvoltării unei specii dăunătoare pe tot parcursul anului agricol:

Diagrama - bloc a modelului a avut următoarea formă:

Figura 3. Elemente ale modelului structural al predicției etapei a dezvoltării bolii.



Unde:

- $R1$ este nivelul de rezistență (toleranță) al unui soi (hibrid) la deteriorarea de către agentul cauzator al acestei boli (de la 0 la 1,0 unități);
Caracteristici ale influenței elementelor tehnologiei de cultivare a culturilor, inclusiv:
- $T1$ – cultivare în condiții de irigare sau fără (de la 0,5 la 1,0 unități);
- $T2$ – specificitatea influenței predecesorului (de la 0 la 1,0 unități);

- T3 – prelucrarea solului (tip, termeni etc.) (de la 0,5 la 1,0 unități);
- T4 – termenul de semănat (rată de însămânțare) (de la 0,3 la 1,0 unități);
- T5 – specificitatea sistemului de îngrășământ (de la 0,5 la 1,0 unități);
- T6 – specificitatea sistemului de protecție a culturilor împotriva altor boli sau dăunători (efect iatrogen) (de la 0 la 0,5 unități).

Specificul influenței acestor factori antropici a fost studiat (determinat) în numeroase publicații în anii 1938-1970. (Shegolev V.L., Pavlov I.F., Pachoskii I.K., Vereșciaghin V.A. și alții). Studiile prezentate (de natură regională) au fost realizate de autor în Moldova în anii 1971-2000, ca parte a dezvoltării și implementării așa-numitelor. „Tehnologii industriale pentru cultivarea culturilor de câmp”.

Valorile totale ale acestor factori au fost de natură „de fond”, adică. au fost constante în calculele pentru toate lunile anului agricol, în mod stabil.

În viitor, folosind datele medii lunare reale ale parametrilor meteorologici ai unei anumite luni (temperatura aerului, precipitații, CHT), ajustate (cu ajutorul Kadapt) în etape (pentru fiecare lună trecută a anului agricol), devine posibil să se calculeze nivelul prognozat al valorilor indicatorilor studiați (nivelul de distribuție (zonele infestate)) a bolilor, procentul de plante afectate (deteriorate) etc. (lunar) pentru tot parcursul anului agricol.

Concluzie. Se propune o metodă pentru o prognoză etapă cu etapă (lunară) a dezvoltării bolilor (dăunătorilor) folosind coeficientul de adaptare a speciilor-dăunătoare (Kadapt) la dinamica fluctuațiilor valorilor principalelor parametri meteorologici ai precedentei perioade, pentru un climat instabil, accentuat mai ales în ultimii 10 ani în Moldova.

Aceste date sunt necesare pentru o determinare în avans (cu cel puțin cu 1 lună) a caracterului modificărilor preconizate în situația fitosanitară pentru fiecare cultură agricolă (inclusiv: într-o regiune separată, gospodărie agricolă și chiar pe un câmp separat), care este necesar pentru ca specialiștii să se pregătească baza tehnică-materială necesară pentru adoptarea unor măsuri eficiente de protejare a culturilor agricole.

Bibliografie:

1. Vronschih M.D. „Influența tehnologiilor de cultivare a culturilor de câmp asupra dezvoltării dăunătorilor și bolilor”, Chișinău, 1981, produs de „Știința” 230 pagini;
2. Vronschih M.D. „Proгноza „pas cu pas” a nivelului așteptat de productivitate a culturilor de câmp în condițiile schimbărilor climatice”, Ed., „Tipografia Centrală”, Chișinău, 2021, pag.13-22;
3. E-mail: climate@bci.md;
4. www.logos.press.md - VII.2018 (Nr. 31);
5. www.logos.press.md - II.2007 (Nr. 4).

**Valorile coeficienților de adaptare (Kadapt) ai agenților patogeni de floarea soarelui
la fluctuațiile indicilor medii lunari ai factorilor meteorologici**

Luna a.a.	Parametrii		Mucegaiul alb		Putregaiul alb		Phoma		Phomopsis	
	°C, mm, un.	% la medie.	Nivel de dezv. bolii	% de răsp. a plant.	Nivel de dezv. bolii	% de răsp. a plant.	Nivel de dezv. bolii	% de răsp. a plant.	Nivel de dezv. bolii	% de răsp. a plant.
Tabelul 1. Temperaturile medii lunare (°C)										
V +15,66 °C	до 13,0 °C	81,2	2,17	1,87	1,59	0,83	1,06	1,02	0,94	1,99
	+13,1...+14,5	88,1	1,36	1,75	1,27	0,97	1,37	1,68	1,26	1,48
	+14,6...+16,0	97,4	1,19	1,10	1,03	1,19	1,79	1,62	1,56	1,12
	+16,1...+17,5	104,1	0,98	1,01	0,93	1,33	0,91	0,82	1,07	1,18
	+17,6...+19,0	115,3	0,50	0,71	0,71	0,77	0,72	0,61	0,91	1,07
	+19,1...+20,2	126,4	0,34	0,47	0,63	0,63	0,54	0,43	0,62	0,96
VI +18,8 °C	до +17,5 °C	92,0	1,29	0,81	1,21	0,63	0,74	1,23	1,21	0,99
	+17,5...+18,5	95,7	1,02	0,98	1,09	0,97	0,93	1,66	1,26	0,96
	+18,5...+19,5	101,1	0,98	1,12	1,01	1,73	0,96	0,97	1,00	0,94
	+19,5...+20,5	106,4	0,83	1,19	0,97	1,09	0,97	0,75	0,77	0,94
	+20,5...+21,5	111,7	0,81	1,22	0,89	0,75	1,01	0,72	0,72	0,89
...	≥+21,51	114,4	0,67	0,97	0,74	0,65	1,14	0,70	0,69	0,79
Tabelul 2. Precipitații medii lunare (mm)										
VII 75,8 mm	до 30,0	31,2	2,71	2,69	2,63	4,36	4,35	4,29	3,51	1,83
	40,0	57,5	2,27	1,04	2,36	1,96	2,47	2,40	2,10	1,31
	60,0	76,3	1,15	1,26	1,43	1,12	1,45	1,41	1,18	0,88
	80,0	101,8	0,76	0,96	1,06	0,86	0,89	0,96	0,98	0,89
	100,0	133,6	0,65	0,74	0,76	0,66	0,62	0,65	0,75	0,83
	120	152,7	0,58	0,65	0,60	0,55	0,52	0,58	0,64	0,83
	140	178,1	0,45	0,62	0,51	0,45	0,45	0,48	0,56	0,62
	≥ 150	200,4	0,37	0,45	0,44	0,36	0,40	0,41	0,51	0,42

VII 58,4 мм	до 25,0	34,4	2,51	2,46	2,50	2,09	1,71	1,98	2,62	2,45	
	32,5	55,6	1,56	1,58	1,61	2,51	1,45	1,75	1,65	1,66	
	47,5	81,3	1,10	1,45	1,23	1,54	1,33	1,22	1,15	1,15	
	65,5	107,0	1,06	1,03	1,18	1,03	1,05	1,15	1,09	0,90	
	75,2	132,7	0,88	0,80	0,78	0,72	1,09	1,01	1,00	0,74	
	92,5	158,4	0,82	0,63	0,62	0,58	0,85	0,82	0,86	0,67	
	107,5	184,1	0,63	0,51	0,54	0,44	0,75	0,71	0,83	0,44	
	...	≥ 115,0	202,2	0,39	0,45	0,47	0,39	0,49	0,38	0,42	0,34
Табел 3. Coeficientul hidrotermal (CHT)											
IV 1,335	0,66	49,7	1,41	1,34	1,63	1,92	1,59	1,78	1,52	1,23	
	0,94	70,15	1,23	1,10	1,23	1,18	1,09	1,55	1,43	0,89	
	1,42	146,8	0,83	0,50	0,95	0,86	0,96	0,94	0,99	0,72	
	1,94	145,1	0,67	0,83	0,72	0,66	0,67	0,67	0,89	0,68	
	2,40	182,9	0,58	0,54	0,59	0,59	0,59	0,50	0,60	0,63	
	2,94	220,3	0,50	0,40	0,51	0,51	0,38	0,39	0,43	0,56	
	3,50	257,1	0,47	0,32	0,45	0,47	0,29	0,24	0,35	0,44	
V 1,17	0,5	42,1	1,90	1,52	2,18	2,36	2,29	2,26	1,85	1,98	
	0,75	62,3	1,31	1,32	1,53	2,00	1,54	1,62	1,23	1,55	
	1,20	93,45	1,06	1,90	1,09	1,15	1,07	1,41	1,12	1,07	
	1,50	124,6	0,80	1,02	0,86	0,81	0,85	0,85	0,86	1,18	
	1,80	155,8	0,69	0,82	0,70	0,48	0,82	0,63	0,80	0,77	
	2,0	174,4	0,48	0,57	0,55	0,41	0,71	0,53	0,59	0,60	