

EFFECTUL DERIVAȚILOR ACIDULUI FENOXIACETIC ASUPRA UNOR CARACTERE CANTITATIVE LA *ZEA MAYS* L. ȘI *TRITICUM AESTIVUM* L.

MARIA CARAGHIN, I. BĂRA, MARIA ASAFTEI, C. V. ZANOAGĂ

The fenoxiacetic derivates in concentrations of 1/20 000 to 1/100 000 applied to biological systems of individual level determined the followings effects: 1. the plants' growth stimulation during early ontogenetic stages 2. the increase of fresh dry and mineral substance accumulation rate 3. the development inhibition and decrease of productivity in *Zea mays*; 4. the increase of mitotic division rhythm, without the increase of chromosomal aberration number; 5. all these effects increased when the combined treatments were (the fenoxiacetic compounds together with Knop solution or KNO_3 2‰).

Evoluția plantelor, în filogeneză, prin succesiunea a nemărate ontogenii, a stabilizat, pentru fiecare specie în parte, o normă de reacție în cadrul căreia fenotipul redă doar o parte din potențele ereditare pe fondul unei continue și indisolubile interacțiuni genotip-mediu. Prin urmare, admitând că numai în cazuri extrem de rare expresia fenotipică redă valorile maxime ale potențelor genotipice, se poate spera că prin asigurarea unor condiții speciale de mediu sînt șanse de amplificare a expresiei diverselor caractere, în sensul compatibil cu cerințele practice. În speță, se speră ca prin administrarea unor tratamente cu factori chimici și/sau fizici, prin optimizarea condițiilor de habitat concomitent cu selecția atentă a plus-variantelor să se asigure atît o productivitate sporită, cît și precocitate, rezistență împotriva bolilor, dăunătorilor și intemperiiilor la principalele plante preluate în cultură.

Material și metodă

În vederea caracterizării cît mai veridice a efectului tratamentelor cu derivați ai acidului fenoxiacetic, s-a asigurat reprezentarea a două specii vegetale, *Zea mays*, și *Triticum aestivum* din Monocotiledonate.

În laborator, experiențele s-au efectuat în cutii Petri, captonate cu hirtie de filtru. În fiecare cutie Petri s-au ordonat, pe cercuri concentrice (spre a estompa variațiile datorate influenței unor factori fizici necontrolabili), cîte 100 de semințe.

În cîmp fiecare variantă a constat din două rinduri pe care s-au cultivat cîte 50 de plante.

Tratamentele s-au administrat cu derivați orto și para ai acidului fenoxiacetic, codificați prin ASFA-2 (2 clor, 4-sulfonamido-fenoxiacetic) și ASFA-4

(4-clor, 2-sulfonamido-fenoxiacetic), în concentrații cuprinse între 1/20 000 și 1/100 000, soluție de KNO_3 2‰ și soluție Knop.

Pentru plantele din cutiile Petri tratamentele au fost administrate zilnic în două reprize (dimineața și seara la interval de 12 ore), cu cantități variabile de soluție în funcție de stadiul de dezvoltare a plantelor și ritmul de utilizare a substratului.

Pentru plantele crescute în câmp, tratamentul a fost administrat singular, anterior semănării, prin imersarea semințelor timp de 72 ore în soluții specifice.

Investigațiile citogenetice s-au efectuat la microscopul MC 3, cu ocular 15 X și obiectivul 40 X, pe preparate tip squash.

Rezultate și discuții

Experimentările efectuate în condiții de laborator și câmp au avut drept scop evidențierea eventualelor efecte biostimulatoare ale tratamentului cu derivații acidului fenoxiacetic.

Considerând că asigurarea unui singur martor, realizat prin tratamentul semințelor supuse germinării și apoi a plantelor în creștere, este insuficientă pentru a se ajunge la concluzii elocvente, am recurs la diversificarea și completarea variantelor respective prin administrarea unui tratament cu soluție KNO_3 2‰ și soluție Knop. Întrucât s-ar putea obiecta că acțiunile KNO_3 sau Knop nu sînt comparabile cu cele ale derivaților acidului fenoxiacetic, primele făcînd parte din categoria îngrășămintelor, iar de la cele din a doua categorie așteptîndu-se efecte stimulative, am asigurat și tratamente combinate.

Datele rezultate din experiment, prelucrate și interpretate statistic, au relevat diferențe marcante între variantele urmărite pe parcursul anului 1986. Spre exemplu la specia *Zea mays*, constatăm că cea mai mare talie medie a fost atinsă la varianta căreia i s-a administrat KNO_3 — 2‰. La valori foarte apropiate s-a situat varianta căreia i s-a administrat soluție Knop. Tratamentul cu ASFA 4 în concentrație de 1/25 000 a avut valori inferioare (cu 13,19 mm în ultima zi de observație) variantei tratate cu KNO_3 2‰, deși s-a dovedit a fi concentrația optimă a respectivului compus. (Tab. 1). Deosebit de interesant este însă faptul că toate variantele de tratament s-au situat, ca valoare a parametrului analizat, deasupra variantei martor.

Evident, se ridică o problemă deosebit de interesantă a cărei rezolvare poate avea implicații profunde pentru concluziile ce decurg din acest tip de experiment. La ce nivel, mai corect spus, în ce categorie de procese, s-au implicat tratamentele administrate de noi. Au determinat ele simpla alungire a pereților celulei și implicit, a celulelor, sau au provocat o accelerare a tuturor proceselor metabolice cu consecințe în acumularea de substanțe plastice implicate în diviziunea celulară și acumularea de biomasă proaspătă și uscată?

Rolul KNO_3 sau al soluțiilor Knop fiind pe deplin elucidat prin numeroase lucrări de specialitate, ne-am propus efectuarea unor teste care să ne sugereze modul de acțiune al compuşilor acidului fenoxiacetic.

În consecință am recurs la estimarea acumulării de biomasă proaspătă în epicotil și hipocotil. Constatăm că, în linii mari, se respectă situația de la lungime în ceea ce privește epicotilul, dar se schimbă la hipocotil, în sensul că cea mai mare cantitate de biomasă proaspătă a fost realizată de epicotilele variantei testată cu KNO_3 și de hipocotilele variantei testate cu concentrație optimă de ASFA-4.

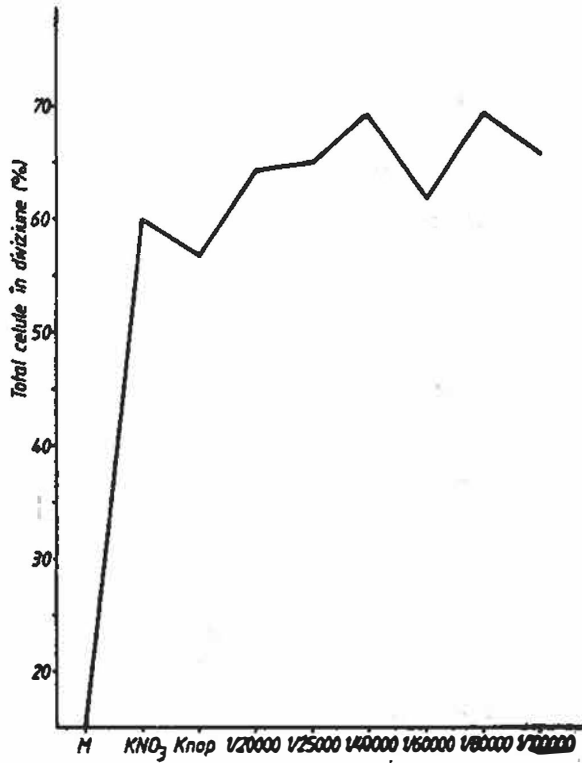


Fig. 1 — Indicele mitotic la *Zea mays* L. $2n = 20$

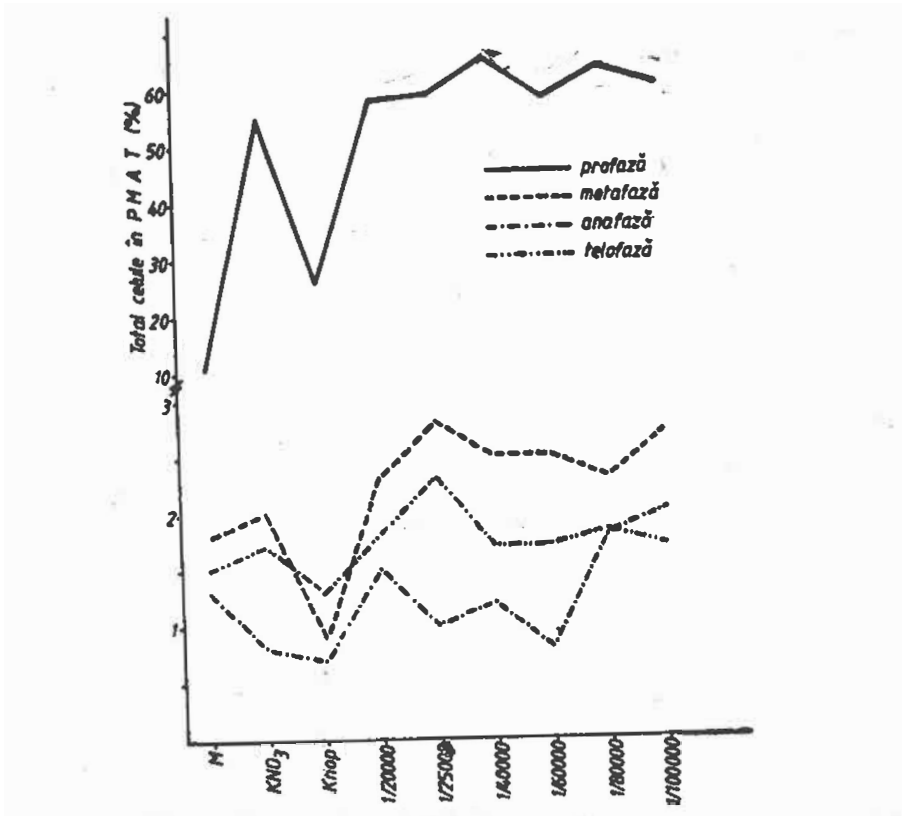


Fig. 2 — Frecvența celulelor în fazele diviziunii mitotice la *Zea mays* L. $2n = 20$

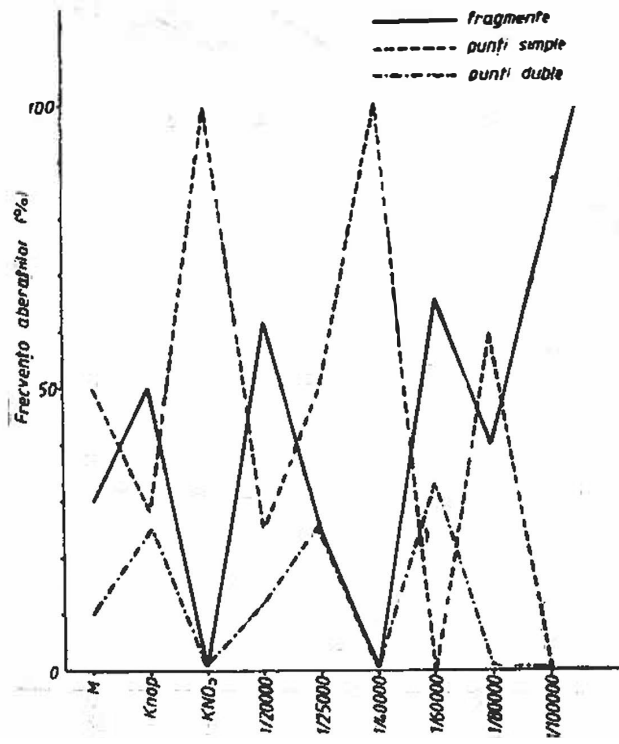


Fig. 3 — Frecvența aberațiilor cromozomiale la *Zea mays* L. $2n = 20$

TABELUL 1

Dinamica expresiei fenotipice a unor caractere, sub impactul derivațiilor acidului fenoxicetic la *Zea mays* L. 2n = 20, în condiții de laborator

Varianta	Caracterul studiat								
	Lungime epicotil \bar{x}	Greutate proaspătă		uscată		cenușa			
		Epi	Hipo	Epi	Hipo	Epi	Hipo		
Martori	Apă distilată	93,16	0,3463	0,3671	0,0296	0,0205	0,00181	0,000919	
		109,09	0,3947	0,2986	0,0342	0,0180	0,00218	0,002570	
		125,32	0,4931	0,3902	0,0442	0,0221	0,00259	0,000968	
		142,64	0,5160	0,3921	0,0483	0,0242	0,00251	0,001138	
		155,63	0,5635	0,4274	0,0558	0,0262	0,00263	0,001000	
		140,88	0,4543	0,4089	0,0428	0,0266	0,00204	0,006505	
	Knop	119,05	0,4848	0,373	0,0380	0,0191	0,00364	0,00200	
		129,12	0,5412	0,3640	0,428	0,0164	0,004020	0,025200	
		170,91	0,6423	0,4576	0,0506	0,0272	0,00556	0,002261	
		176,59	0,3206	0,4082	0,0533	0,0178	0,00518	0,003045	
		192,54	0,7386	0,4502	0,0599	0,0306	0,00434	0,003230	
		209,68	0,7494	0,4942	0,0621	0,0367	0,00270	0,003860	
	KNO ₃	110,94	0,4474	0,3324	0,0377	0,0143	0,00351	0,002270	
		145,33	0,5875	0,3497	0,0465	0,0153	0,00396	0,003000	
		153,58	0,6192	0,3935	0,0425	0,0196	0,00673	0,003460	
		167,27	0,6953	0,4082	0,0538	0,0154	0,00546	0,003360	
		196,05	0,7598	0,4224	0,0617	0,0220	0,00339	0,003660	
		211,50	0,7364	0,4309	0,0656	0,0240	0,00428	0,003860	
	Tratamente cu ASFA-4	1/20 000	101,04	0,3848	0,3960	0,0318	0,0178	0,00111	0,001180
			118,59	0,3990	0,4349	0,0352	0,0234	0,00193	0,001340
			116,73	0,4266	0,4152	0,0391	0,0219	0,00200	0,001560
128,21			0,4498	0,4505	0,0407	0,0328	0,00232	0,001100	
153,52			0,5309	0,5427	0,0509	0,0369	0,00254	0,001330	
152,03			0,4872	0,4218	0,0475	0,0351	0,00304	0,001560	
1/25 000		82,68	0,3033	0,3423	0,0259	0,0191	0,00170	0,001108	
		104,58	0,3714	0,3807	0,0323	0,0188	0,00169	0,001320	
		115,18	0,4130	0,4711	0,0369	0,0221	0,00194	0,001088	
		138,29	0,4853	0,5722	0,0425	0,0344	0,00225	0,001327	
		157,83	0,5621	0,5812	0,0530	0,0353	0,00270	0,001367	
		198,31	0,6381	0,5664	0,0608	0,0315	0,00440	0,002100	
1/40 000		92,20	0,3272	0,3702	0,0288	0,0125	0,00175	0,001115	
		101,44	0,3865	0,4197	0,0345	0,0173	0,00184	0,001154	
		126,48	0,4417	0,3961	0,0392	0,0206	0,00231	0,000326	
		129,48	0,4696	0,5028	0,0421	0,0158	0,020	0,001030	
		153,33	0,4906	0,6557	0,0493	0,0338	0,00248	0,001481	
		158,38	0,4931	0,4549	0,0520	0,0292	0,00318	0,001630	
1/60 000		82,54	0,3092	0,3886	0,0267	0,0172	0,00176	0,000919	
		95,67	0,3748	0,3054	0,0339	0,0100	0,00171	0,010330	
		114,26	0,4395	0,5624	0,0398	0,0272	0,00209	0,001519	
		123,18	0,4469	0,4913	0,0408	0,0199	0,00248	0,000909	
		144,61	0,5116	0,5820	0,0489	0,0301	0,00251	0,001419	
		158,48	0,5353	0,4298	0,0532	0,0268	0,00262	0,001410	
1/80 000		98,65	0,3673	0,3910	0,0324	0,0207	0,00228	0,000919	
		112,07	0,4083	0,4720	0,0358	0,0182	0,00187	0,001580	
		120,80	0,4023	0,5597	0,0366	0,0241	0,00194	0,000944	
		134,79	0,5025	0,6447	0,0455	0,0275	0,00255	0,001013	
		161,79	0,5867	0,5162	0,0571	0,0320	0,00541	0,001208	
		155,12	0,5502	0,4141	0,0545	0,0252	0,00300	0,000940	
1/100 000		85,47	0,3180	0,3887	0,0283	0,0153	0,00176	0,001278	
		109,96	0,3705	0,4311	0,0318	0,0174	0,00165	0,001138	
		114,48	0,3915	0,4716	0,00337	0,0254	0,00182	0,00100	
		123,93	0,3400	0,5273	0,0094	0,0246	0,00240	0,001200	
		151,13	0,5638	0,6150	0,0525	0,0322	0,00441	0,001348	
		166,47	0,5789	0,4750	0,0574	0,0281	0,00384	0,002470	

1	2	3	4	5
	41,98	0,1416	0,0341	0,0007
	72,80	0,1700	0,0299	0,0010
ASFA-2 1/100000	98,98	0,1810	0,0276	0,0006
	122,93	0,1912	0,0271	0,0006
	143,49	0,2060	0,0279	0,0007
	161,21	0,2350	0,0231	0,0007
	46,71	0,1311	0,0312	0,0010
	77,40	0,1533	0,0310	0,0011
ASFA-2 1/35000 + KNO ₃ 2 ^o / _{oo}	111,93	0,1750	0,0309	0,0015
	147,11	0,2074	0,0296	0,0008
	173,60	0,2295	0,0305	0,0017
	193,26	0,2750	0,0285	0,0023
	47,45	0,1293	0,0313	0,0009
	81,18	0,1519	0,0305	0,0010
ASFA-2 1/35000 + Knop	119,05	0,1820	0,0284	0,0011
	146,37	0,1932	0,0273	0,0011
	179,47	0,2256	0,0297	0,0021
	198,04	0,2520	0,0263	0,0014

TABELUL 2

Dinamica expresiei fenotipice a unor caractere, sub impactul derivațiilor acidului fenoxiacetic la *Triticum aestivum*, în condiții de laborator

Varianta	CARACTERUL STUDIAT			
	Lungime epicotil x	Greutate proaspătă	epicotil uscătă	Cenușă epicotil
1	2	3	4	5
Martor	42,08	0,1329	0,0332	0,0006
	68,71	0,1524	0,0349	0,0010
	99,54	0,1800	0,0327	0,0009
	127,79	0,1947	0,0304	0,0007
	151,10	0,1745	0,0270	0,0007
	157,04	0,2180	0,0292	0,0008
KNO ₃ 2 ⁰ / ₀₀	46,91	0,1360	0,0357	0,0009
	77,38	0,1485	0,0302	0,0009
	120,92	0,1860	0,0291	0,0014
	150,57	0,1935	0,0266	0,0015
	182,38	0,2106	0,0276	0,0013
	181,47	0,2340	0,0269	0,0021
Knop	47,10	0,1342	0,0314	0,0008
	85,36	0,1693	0,0389	0,0010
	118,02	0,1820	0,0284	0,0013
	149,92	0,2042	0,0281	0,0015
	180,31	0,2105	0,0215	0,0015
	199,66	0,2130	0,0227	0,0012
ASFA-2 1/20000	43,53	0,1412	0,0322	0,0006
	69,87	0,1544	0,0285	0,0006
	108,28	0,1880	0,0296	0,0009
	128,36	0,2046	0,0302	0,0008
	144,93	0,1842	0,0263	0,0007
	176,64	0,2160	0,0243	0,0008
ASFA-2 1/35000	43,07	0,1430	0,0346	0,0007
	64,79	0,1454	0,0312	0,0012
	26,86	0,1770	0,0293	0,0007
	125,37	0,1864	0,0291	0,0007
	151,95	0,1920	0,0277	0,0007
	162,33	0,2280	0,0248	0,0008
ASFA-2 1/50000	40,88	0,1379	0,0321	0,0007
	72,11	0,1694	0,0312	0,0004
	97,43	0,1800	0,0311	0,0007
	124,01	0,1846	0,0284	0,0007
	136,22	0,2014	0,0269	0,0007
	153,36	0,2280	0,0235	0,0007
ASFA-2 1/70000	42,26	0,1288	0,0342	0,0070
	72,52	0,1723	0,0312	0,0008
	101,94	0,1860	0,0276	0,0006
	126,28	0,1906	0,0280	0,0006
	147,06	0,1890	0,0236	0,0006
	164,92	0,2450	0,0235	0,0006

TABELUL 3

Dinamica expresiei fenotipice a unor caractere sub impactul derivaților acidului fenoxiacetic la
Triticum aestivum, 2n = 42, în condiții de laborator

Varianta	CARACTERUL STUDIAT				
	Înălțime epicotil \bar{x}	Greutate epicotil		Cenușă epicotil	
		proaspătă	uscată		
M A R T O R I	Apă distilată	33,59	0,143	0,0342	0,00077
		60,57	0,140	0,0285	0,00067
		99,18	0,168	0,0263	0,00065
		120,25	0,171	0,0258	0,00073
		130,87	0,176	0,0288	0,00070
		149,80	0,196	0,0243	0,00072
	KNO ₃	36,53	0,131	0,0315	0,00087
		66,26	0,161	0,0300	0,00098
		110,97	0,202	0,0313	0,00130
		141,79	0,195	0,0261	0,00094
		179,44	0,104	0,0232	0,00151
		196,80	0,226	0,0238	0,00077
	Knop	33,67	0,118	0,0330	0,00085
		74,90	0,153	0,0325	0,00093
		110,89	0,171	0,0283	0,00100
		156,24	0,198	0,0249	0,00111
		169,60	0,189	0,0221	0,00121
		189,71	0,210	0,0226	0,00160
T R A T A M E N T E	ASFA-4 1/25000	36,25	0,125	0,0319	0,00067
		62,05	0,142	0,0305	0,00068
		95,03	0,149	0,0260	0,00069
		127,28	0,176	0,0250	0,00083
		141,14	0,176	0,0191	0,00067
		163,31	0,188	0,0216	0,00075
	ASFA-4 1/25000 + KNO ₃ 2‰ ₁₀₀	39,71	0,132	0,0323	0,00091
		73,30	0,156	0,0311	0,00111
		108,15	0,185	0,0280	0,00108
		139,10	0,211	0,0251	0,00125
		174,32	0,226	0,0238	0,00154
		195,88	0,211	0,0229	0,00174
ASFA-4 1/25000 + Knop	37,70	0,135	0,0316	0,00081	
	73,47	0,157	0,0317	0,00085	
	116,51	0,174	0,0260	0,00085	
	139,64	0,208	0,0269	0,00098	
	182,90	0,220	0,0227	0,00098	
	184,41	0,209	0,0217	0,00105	

Situația ridică o a doua întrebare. S-a accelerat absorbția de apă, sau diferențele înregistrate de biomasă sînt datorate biosintezei de novo, a unor substanțe organice?

Pentru elucidarea acestui aspect am recurs la determinarea cantității de biomasă uscată. Ca și în cazul biomasei proaspete, toate variantele de tratament se detașează de martor, comportarea cea mai bună avînd-o cele cărora li s-a administrat KNO_3 și ASFA-4—1/25 000 în cazul epicotilului, soluția Knop și ASFA 4-1/20 000 în cazul hipocotilului.

Spre a ne da seama dacă diferențele menționate sînt datorate acumulării de substanță organică sau absorbției și acumulării de substanțe minerale (evident soluția Knop oferă plantei mai multe substanțe minerale decît KNO_3 de pildă), am recurs la determinarea cantității de cenușă. Sub acest aspect, pentru epicotil cea mai bună comportare s-a înregistrat (în ultima zi de observație) la variantele ASFA-4 1/25 000 și varianta cu KNO_3 2‰ în timp ce la hipocotil, la variantele cu soluție Knop și KNO_3 2‰.

Prin urmare, încă de pe acum, se impune cu claritate o concluzie. Dacă stimulările induse de tratamentul cu KNO_3 și soluție Knop atît în acumularea de substanțe organice cît și în stocarea de substanțe minerale sînt cunoscute și explicabile, cele datorate tratamentelor cu ASFA-4 nu pot fi puse decît pe seama stimulării proceselor vitale, aportul de substanțe minerale cu rol biogenetic fiind nul (în acest din urmă caz) față de varianta martor.

În acest scop, ne-am extins cercetările asupra speciei *Triticum aestivum* (Tab. 2). Ne-a interesat să constatăm dacă efectele sînt cumulative deoarece, așa cum am prezentat anterior, efectele induse de ASFA-4 1/25 000 asupra speciei *Zea mays* sînt categoric de natură biostimulatoare.

Așteptările se confirmă aproape total în experiment, atît în ceea ce privește creșterea în lungime cît și acumularea în biomasă proaspătă, uscată și cenușă. Dacă în ceea ce privește lungimea epicotilului, varianta căreia i s-a administrat tratament combinat a atins aproximativ aceeași valoare cu varianta aflată sub incidența KNO_3 2‰, în ceea ce privește biomasă proaspătă, uscată și cenușă, se situează net la cea mai înaltă valoare. Deci este de așteptat ca în condiții de cîmp, într-un an cu condiții meteorologice normale, administrarea unor tratamente cu ASFA-4 în condiții optime (care pot diferi de cea administrată în prezentul experiment) să aibă efecte benefice, cel puțin asupra plantelor speciilor investigate de noi.

Precizăm necesitatea unor condiții meteorologice normale pe motivul că, avînd rol în modificările capacității de absorbție a apei, tratamentul cu ASFA-4 poate induce negativ în cazul unei secete.

Astfel în tratamentul efectuat de noi în cîmp pe *Zea mays*, administrînd aceleași concentrații de ASFA-4 care au fost realizate în laborator (între 1/20000 și 1/100 000) am constatat o diminuare apreciabilă a tuturor caracterelor cantitative luate în studiu. Cea mai drastică reducere s-a înregistrat la greutatea știuleților scăderi apreciable fiind constatate și pentru lungimea, diametrul știuletelui și numărul rindurilor de boabe.

Același aspect a fost urmărit și în experimentările cu ASFA-2. În laborator, pe *Triticum aestivum*, s-a efectuat un experiment similar cu cel pe bază de ASFA 4, cu unele modificări ale concentrațiilor biostimulatorului. (Tab. III)

Astfel, lungimea epicotilelor din varianta 1/50 000 a înregistrat valori inferioare martorului, restul variantelor situîndu se deasupra acestuia. Și aici, însă mediile realizate prin tratamentul cu KNO_3 2‰ și soluție Knop au fost superioare celor cu ASFA-2, tratamentul combinat dînd rezultate apropiate (\bar{x} = 199,66 mm pentru Knop și de \bar{x} = 198,04 mm pentru combinația

Knop + ASFA-2 1/35 000, de pildă). Evident, față de martor, toate variantele experimentale au avut comportări superioare.

În ceea ce privește acumularea de biomasă proaspătă, în mare, situația este similară celei realizate în experimentul cu ASFA-4, toate variantele de tratament s-au situat deasupra martorului, cea mai mare cantitate acumulându-se în cazul combinațiilor ASFA-2+KNO₃ 2‰ și ASFA-2 + Knop. Faptele se repetă cu mici oscilații și la biomasa uscată și, apoi, la cenușă. Atât tratamentul administrat cu ASFA-4 cât și cele cu ASFA-2 au evidențiat efectele biostimulatoare, inducând sporuri ale creșterii în lungime și acumulare de biomasă, comparativ cu martorul realizat doar prin administrarea de apă distilată. Desigur, în ambele cazuri, spre deosebire de administrarea soluției Knop sau de KNO₃ 2‰, plântuțele nu au primit aport energetic suplimentar față de ceea ce a oferit endospermul cariopselor. Deci, derivații acidului fenoxiacetic au determinat o accelerare a utilizării respectivelor rezerve și, posibil, o optimizare a acestui proces.

Am considerat deosebit de importantă și necesară constatarea unor eventuale perturbări citogenetice, induse de administrarea compușilor acidului fenoxiacetic.

Datele rezultate din observațiile citogenetice nu oferă suport pentru aprecierea existenței vreunui efect mutagen, sau măcar ușor perturbant al tratamentelor administrate în prezentul experiment. La specia *Zea mays* de pildă, (Grafic 1, 2, 3) atât indicele mitotic, cât și frecvența și tipul aberațiilor cromozomiale nu relevă deosebiri semnificative între martor și restul variantelor de tratament. Toate concentrațiile de ASFA-4 au determinat o îmbunătățire a activității mitotice în sensul că procentul celulelor în diviziune este sporit față de martor. Deci, încă o dată, putem aprecia că substanțele utilizate în prezentul experiment au rol biostimulator, similar auxinelor, utilizarea lor inducând o accentuare a creșterii organismului vegetal, nu prin simpla alungire a celulelor, ci prin diviziunea lor activă, ceea ce presupune și o accelerare a tuturor proceselor metabolice cu rezultat biosintetic. În pofida acestei înviorări a activității mitotice, nu am constatat o creștere a procesului de aberații: fragmente, punți, cromozomi retardatari, etc. ci, dimpotrivă, o scădere (3,63%) a ana-telofazelor aberante la martor și cel mult 1,26% la o variantă de tratament.

Concluzii

Derivații acidului fenoxiacetic, în concentrații cuprinse între 1/20 000 și 1/100 000, administrați unor sisteme biologice de nivel individual, în condiții de laborator și câmp, au indus următoarele efecte:

1. Stimularea creșterii plantelor în faze ontogenetice timpurii;
2. Creșterea ratei acumulării de biomasă proaspătă, uscată și substanță minerală;
3. Inhibarea dezvoltării și scăderea productivității la *Zea mays*.
4. Accelerarea ritmului diviziunii mitotice fără schimbări în incidența aberațiilor numeric și structural cromozomiale
5. Toate efectele semnalate se accentuează prin administrarea tratamentelor combinate — derivați ai acidului fenoxiacetic plus soluția Knop sau KNO₃ 2‰.

B I B L I O G R A F I E

1. ALFERMAN, A. W., REINHARD, E. (edited by), 1978 — *Production of natural compounds by cell culture methods*. In *Proceedings of an International Symposium on plant cell culture*, München
2. ANDUS, L. J., 1960, — *Plant Growth Substances*, Leonard Hill Ltd., London Interscience Publ. Inc., New York
3. ONISCU, C., 1978 — *Tehnologia produselor de biosinteză*, Ed. Did. și Ped., București
4. PETERFI, S., SĂLĂGEANU N., 1972 — *Fiziologia plantelor*, Ed. Did. și Ped., București
5. ȘTIRBAN, M., 1981 — *Procese primare în fotosinteză*, Ed. Dacia, Cluj-Napoca
6. TUDOSE, I. G., ZĂNOAGĂ, C. V., ONISCU, C., ASAFTEI, MARIA, COJOCARU, EMILIA, ONOFREI, GEORGETA, 1986 — *An. șt. Univ. Iași, XXXII, S. II a. Biol.*, p. 90–92
7. ZĂNOAGĂ, C. V., ONISCU, C., TUDOSE I. G., 1986 — *An. șt. Univ. Iași, XXXII, S. II a. Biol.*, p. 97–98
8. ZĂNOAGĂ, C. V., TUDOSE I. G., ONISCU, C., 1986 — *An. șt. Univ. Iași, XXXII S. II a. Biol.*, p. 99–100
9. ZĂNOAGĂ, C. V., 1986 — *Cercet. agr. în Moldova, XIX, 3, p. 34–38*
10. ZOLYNEAK, C. C., ONISCU, C., ZĂNOAGĂ, C. V., ASAFTEI, MARIA, ALBU, I. N., 1984 — *An. șt. Univ. Iași, XXX, S. II a. Biol.*, p. 85–86
11. ZOLYNEAK, C. C., ZĂNOAGĂ, C. V., ASAFTEI, MARIA, DINCULESCU, D. A., 1986 — *An. șt. Univ. Iași, XXXII, S. II a. Biol., supliment*, p. 98–100