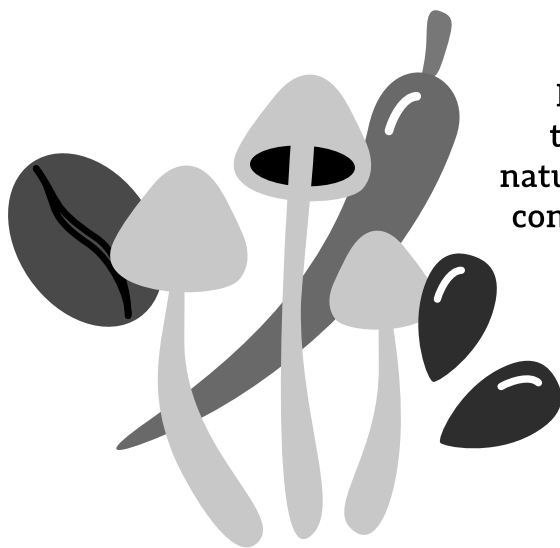


# Cea mai delicioasă otravă



Povestea  
toxinelor  
naturii, de la  
condimente  
la vicii

Traducere din engleză de  
Raluca Chifu

**Noah Whiteman**

COLECTIA  
DE ȘTIINȚĂ

PUBLICA

# CUPRINS

Introducere.....	9
1. Margarete mortale.....	17
2. Păduri de fenoli și flavonoide.....	45
3. Terpenoide toxice, tentante, ucigătoare de tumori.....	77
4. Apocynum cannabinum și degetarița.....	117
5. Hormoni deturnați.....	133
6. Alcaloizi adecvați.....	155
7. Cofeina și nicotina.....	195
8. Scopolamina și moartea silențioasă.....	231
9. Suzeranii opioidelor.....	253
10. Dilema erbivorului.....	283
11. Aroma vieții.....	321
12. Nucșoara, ceaiul, opiul și cinchona.....	351
13. Viitoarea farmacopee.....	371
Mulțumiri.....	381



# Introducere

Un secret letal se ascunde în frigiderele, cămărilor, dulapurile de medicamente și grădinile noastre. În interiorul unui bob de cafea, al unui fulg de ardei iute, al unei capsule de mac, al mucegaiului *Penicillium*, al unei frunze de degetariță, al unei ciuperce magice, al unui mugure de marijuana, al unei semințe de nucșoară sau al unei celule de drojdie găsim o diversitate de otrăvuri.

Substanțele chimice din aceste produse ale naturii nu sunt deloc în plan secund – ele sunt evenimentul principal, iar noi le-am furat fără să vrem dintr-un război care se desfășoară în jurul nostru. Folosim aceste substanțe toxice ca să începem ziua (cofeina), să ne stimulăm limbile (capsaicina), să ne recuperăm în urma operațiilor (morfină), să ne vindecăm infecțiile (penicilina), să ne oblojim inimile (digoxina), să ne influențăm mințile (psilocibina), să ne calmăm nervii (canabinolul), să ne condimentăm mâncărurile și băuturile (miristicina) și să ne îmbunătățim viața socială (etanolul).

Vă gândiți, poate, că este o exagerare să numim aceste substanțe chimice otrăvuri sau toxine. Până la urmă, în dozele pe care le folosim în general (un praf, o tabletă, un pahar), aceste

substanțe ne pot îmbunătăți sănătatea și starea de bine. Însă în doze mai mari, după cum poate confirma orice persoană care a fost vreodată mahmură, aceste substanțe ne pot face și rău, fie direct, fie indirect. După cum spunea medicul elvețian Paracelsus, din secolul al XVI-lea, „doza face otrava”.

Este posibil ca maxima lui Paracelsus să fie prea generală ca să fie utilă – și poate asta era și ideea. E greu să definești o otravă sau o toxină, iar această ambiguitate face parte din poveste (folosesc termenii *otravă* și *toxină* în mod interschimbabil în această carte, deoarece sensurile lor se suprapun în mare parte). În doza greșită, chiar și oxigenul poate fi toxic. Însă există un motiv pentru care nu-l numim toxină: plantele și alte organisme cu cloroplaste nu produc oxigen ca să dăuneze altor organisme. Gazul este pur și simplu un produs secundar al fotosintezei – capacitatea de a transforma dioxidul de carbon și apa în zahăr.

Substanțele pe care le numesc toxine sau otrăvuri, pe de altă parte, funcționează adeseori ca arme în ceea ce Charles Darwin numea „războiul naturii” – lupta pe care toate organismele o duc ca să supraviețuiască și să se reproducă. Unele dintre aceste lupte sunt mediate de interacțiunile dintre organisme – de exemplu, cea dintre prădător și pradă sau dintre plantă și polenizator. Iată ce spunea Darwin despre modul în care au apărut aceste interacțiuni prin coevoluție: „Este interesant să contemplăm un mal îmbrăcat în plante de multe feluri, cu păsări cântând în tufișuri și diverse insecte zburând în jur, cu viermi târându-se prin pământul umed, și să reflectăm că aceste forme elaborat construite, atât de diferite și dependente unele de altele într-o manieră așa de complexă, au fost produse, toate, de legile din jurul nostru”.

Una dintre legile formulate de cercetător a fost *evoluția prin selecție naturală*. Selecția naturală acționează asupra

diferențelor ereditare dintre indivizi, îmbunătățindu-le șansele de supraviețuire sau rata de reproducere de-a lungul timpului. Acest gen de evoluție produce noi adaptări. Deși el s-a concentrat pe trăsături pe care le putea vedea cu ochiul liber, precum ciocurile variate ale cintezelor din Galápagos, care acum îi poartă numele, noi știm că evoluția, mai ales prin intermediul coevoluției dintre specii, a generat și o multitudine de substanțe toxice ascunse în tot felul de organisme diferite. Acestea le folosesc pentru a obține un avantaj, prin atac și apărare, în lupta darwiniană pentru existență care se duce încă de la apariția vieții.

Această carte explorează modurile fascinante și uneori surprinzătoare în care toxinele din natură au apărut, au fost folosite de oameni și de alte animale și, prin urmare, au schimbat lumea. Vom urmări mai multe fire sau abordări interconectate, pe măsură ce examinăm modul în care aceste substanțe chimice au influențat evoluția și în care au pătruns în viața tuturor, la bine și la rău.

Un fir se referă la originea toxinelor care apar pe cale naturală în multe organisme. În mod contraintuitiv, acestea ne pot explica de ce planeta este atât de plină de viață: pentru că războiul naturii care se bazează pe aceste substanțe este un ghem de energie care generează noi trăsături și specii prin cicluri de apărare și contraapărare între speciile care interacționează ecologic.

Vom urmări asemănările importante dintre modurile în care animalele și oamenii apelează la aceleași toxine ale altor organisme și le folosesc ca instrumente proprii pentru a-și îmbunătăți șansele de supraviețuire și de reproducere. Acest comportament similar dezvăluie că oamenii, deși speciali în atâtea feluri, sunt doar una dintre multele specii care folosesc

substanțele chimice din farmacopeea naturii – și că toate creaturile depind într-un fel sau altul de această bogăție de toxine.

Pe parcursul cărții vom afla cum un număr mare de plante și fungi sau chiar unele animale mici produc cantități generoase de toxine care imită hormonii umani și neurotransmițătorii ori le blochează funcționarea. De partea cealaltă, ați putea fi surprinși să aflați că și corpurile noastre produc mici cantități din unele dintre substanțele cu nume ciudate pe care plantele le folosesc ca scuturi de apărare – molecule care seamănă cu aspirina sau cu morfina. Voi explica fiziologia acestui proces în corpul omenesc și voi arăta cum ne poate ajuta să înțelegem predispoziția omenească la adicții. Totodată, cele mai promițătoare tratamente noi pentru unele dintre aceste dependențe provin din farmacopeea naturală, sub forma substanțelor psihedelice. O analiză aprofundată arată că folosirea acestor substanțe nu este deloc nouă și că poate fi regăsită în practicile antice și actuale ale diverselor popoare indigene și locale de pe toată planeta.

Un alt fir urmărește obsesia Europei medievale pentru toxinele naturale sub forma condimentelor asiatice care au motivat Epoca Explorării. Dorința de a găsi noi surse de condimente și de a controla fluxul de condimente a declanșat un cataclism geopolitic care a influențat ultimii 500 de ani de istorie și continuă să facă acest lucru până azi. O consecință, cel puțin în parte, este criza climatică și a biodiversității globale cu care ne confruntăm.

Oricât de entuziasmat aș fi fost să împlutesc toate aceste fire și să spun povestea toxinelor naturii, nu asta m-a motivat să scriu cartea. Evenimentul care m-a împins să încep acest proiect a fost moartea bruscă a tatălui meu în circumstanțe tragice, determinate de o dependență de substanțe, la sfârșitul lui 2017.

Îndelungata sa luptă cu toxinele naturii s-a încheiat exact când eu și colaboratorii mei am descoperit cum rezistă omida fluturului-monarh la toxinele letale produse de planta-gazdă, *Asclepias syriaca*. În drumul lor de mii de kilometri, din periferiile estice ale Canadei și Statelor Unite până în munții subtropicali din Mexic, fluturii folosesc aceste toxine pentru a ține la distanță prădători precum păsările. La fel ca ei, tatăl meu folosea toxine de la alte organisme pentru a-și ține la distanță atacatorii psihologici și fiziologici – dar era vorba de alte toxine. Lunga sa luptă, tragică spirală a morții și impactul său ulterior asupra mea mi-au slujit drept repere pe parcursul acestei cărți.

Încercarea mea de a înțelege de ce a murit m-a ajutat să identific și apoi să adun la un loc numeroasele moduri în care toxinele naturii afectează lumea. Prin urmare, nevoia tatălui meu pentru cantități mari de toxine este, de fapt, un alt fir: cel mai personal, care e împletit pe tot parcursul textului. Poate că ați dus și voi o luptă similară sau poate că ați iubit pe cineva cu o tulburare legată de consumul de substanțe. Sper ca această experiență să fie firul vostru pe care îl veți purta cu voi prin această carte.

Tatăl meu, care a fost naturalist, a fost primul care m-a învățat despre toxinele naturii. Am deprins multe lucruri de la el, însă am mai fost influențat atât de faptul că am crescut în nord-estul Minnesotei, cât și de tendința de a folosi natura ca loc de a evada.

Curiozitatea morbidă a copiilor pentru speciile capabile să muște, să înțepe, să zgârie, să schilodească sau să otrăvească este blestemul părinților din toată lumea. Întotdeauna există prin zonă câte un copil liniștit, dar poznaș, iar eu am fost acela. Șerpi care mușcă, mormoloci toxici, țestoase iritabile,

molii puturoase, urzici pe care nu mă puteam abține să nu le ating (curiozitatea trebuia satisfăcută) și porci spinoși înțepători care ne chinuiau câinii – toate aceste ființe războinice mă fascinau. Îmi amintesc de parcă ar fi fost ieri confuzia din ochii mamei mele când, la vârsta grădiniței, i-am oferit o cutie de cafea plină cu câteva sute de albine pe care le colectasem în timp ce vizitau trifoilul alb din cartierul nostru din Duluth, Minnesota.

Deși fusesem înțepat deja de câteva ori, știam că albinele făceau acest lucru ca să se apere. Era doar începutul curiozității mele intense și al interesului pentru natură. Ulterior, aveam să port în jurul gâtului șerpi care emiteau secreții respingătoare. În Texas aveam să prind cu mâinile șopârle cu coarne, îndrăgostit fiind de modul în care aruncau sânge din ochi. În Nevada am adunat văduve negre imense în recipiente de sos, ca să le aduc acasă. Nu am moștenit această dragoste de natură și de animale periculoase de la mama. Sursa a fost, probabil, tatăl meu. Pe vremea aceea era vânzător de mașini uzate, iar ulterior avea să vândă mobilă, dar în inima lui era un naturalist.

Când aveam zece ani, ne-am mutat din Duluth în zona mlaștinoasă Sax-Zim, în apropierea orașelor Toivola (cuvântul finlandez pentru „speranță”), Elmer și Meadowlands din Minnesota. Ce nu știam atunci era că mlaștina era un paradis al ornitologilor. Adeseori găzduia pe timpul iernii cele mai multe bufnițe cenușii (*Strix nebulosa*) de pe tot cuprinsul Statelor Unite continentale, dar puțină lume locuia în zonă. Ne-am mutat acolo, departe de familia mamei mele, din Duluth, pentru ca tatăl meu să poată prelua un post mai bine plătit, ca manager al unui magazin de mobilă (acum închis) care devenise un reper în regiune. Magazinul se afla într-o veche comunitate de fermieri care secase mlaștinile ca să

cultive iarbă pentru turmele de vite. Agricultură reușise un timp pe pajiștile umede de la marginea mlaștinii, dar, când am ajuns noi acolo, populația era deja îmbătrânită și în scădere, iar majoritatea copiilor, acum mari, se mutaseră în alte locuri.

La școala locală, cu o singură clădire în care învățau copii de la grădiniță până în clasa a douăsprezecea, învățau cam 150 de elevi, inclusiv cei 15 care au absolvit împreună cu mine în 1994. Câțiva ani mai târziu s-a închis. Fusese una dintre cele zece instituții de învățământ dintr-un district de mărimea statului Connecticut, care se întindea pe 80 de mile, de la Parcul Național Voyageurs până la granița cu Ontario și până la mlaștina Sax-Zim.

Eu eram un adolescent care își ascundea homosexualitatea și mi-am îndreptat atenția spre frumusețea mlaștinii, către cei câțiva prieteni pe care-i aveam și spre variantele de a pleca de acolo. Natura mi-a oferit un refugiu și un izvor de bunăstare spirituală și continuă să fie pentru mine un izvor, atât personal, cât și profesional.

Această carte va arăta cum specialiști în biologia evoluționistă, ca mine, abordează problemele de cercetare. Legat de asta, nu uitați că sunt doar un biolog, nu antropolog, chimist, etnobotanist, istoric sau expert în științe sociale. Cu toate acestea, cartea acoperă un domeniu ambițios, iar scrierea ei mi-a impus să trec dincolo de limitele principalelor mele domenii de cercetare. Rădăcinile sale se trag din însăși viața mea, din trecutul recent al speciei noastre și din evenimente îngropate în nisipurile timpului, adânc în istoria evoluționistă.

Notele, inclusiv referințele folosite pe parcurs și o anexă cu informații suplimentare despre toxinele menționate, sunt disponibile online, accesând linkul inclus la sfârșitul cărții.



# Margarete mortale

17

*E și-un balsam de leac într-un caliciu*

*Al unei flori gingașe, și-i otravă.*

- WILLIAM SHAKESPEARE, *ROMEO ȘI JULIETA*\*

## Râuri, inele și gânduri

Mi-am fixat buchețelul de flori pe rever, trecând în revistă speciile alese de florar și otrăvurile corespunzătoare fiecăreia. Vedeta buchetului de iarnă era o mică crizantemă vioaie din familia margaretei, înconjurată de câteva ace de pin alb oriental, fructe roșii de sunătoare și frunze albastre țepoase de *Eryngium*.

Nu cerusem neapărat plante otrăvitoare în ziua nunții mele, dar nici nu era nevoie. Toate plantele produc substanțe chimice pe care le pot folosi ca otrăvuri pentru a elimina competiția, pentru a descuraja erbivorele, pentru a neutraliza patogenii și a pedepsi polenizatorii infideli. Plantele vor să trăiască, la fel ca numeroșii funghi, ca animalele și alte organisme care mai folosesc otrăvuri în ofensivă sau în defensivă.

Chiar și „floarea gingașă”, crizantema, purta o serie de toxine, printre care terpenoidul numit matricină. Pinul alb

---

\*Traducere de Ștefan O. Iosif, Editura Pandora M, 2009 (n.r.).

oriental conținea alcaloizi de tipul piperidinei, sunătoarea avea un compus fenolic numit hipericină, iar *Eryngium* – aldehida numită trans-2-dodecenal.

Probabil că nu ați auzit de aceste substanțe, dar fiecare dintre ele este și un medicament. Matricina se mai găsește în mușețel și coada-șoricelului, plante folosite în medicina tradițională astăzi și de mii de ani. În corp, ea se descompune în camazulenă, o substanță albastră încântătoare, studiată acum ca un promițător analgezic. Acele pinului alb oriental sunt folosite de mult în culturile nord-americane din nord-est pentru a trata afecțiunile respiratorii. Alcaloizii de tipul piperidinei din acestea oferă punctul de pornire pentru sinteza unor opioide ca fentanilul. Hipericina din sunătoare este folosită la scară largă pentru a trata depresia și alte tulburări psihice, iar oamenii de știință din Jamaica au descoperit că toxicitatea substanțelor din *Eryngium* funcționează ca tratament tradițional împotriva viermilor rotunzi.

Marea întrebare este de ce s-ar deranja plantele să fabrice aceste substanțe, de fapt – până la urmă, sinteza lor consumă energie prețioasă, care ar putea fi folosită altminteri pentru creștere și reproducere. Un indiciu important a apărut în 1964, când regretatul specialist în ecologie chimică Thomas Eisner și colaboratorii lui au publicat o lucrare prin care arătau că o specie de miliped produce *eryngial* (numit și trans-2-dodecenal), aceeași substanță produsă de *Eryngium* și de alte plante, inclusiv de cele din familia citricelor, a ghimbirului și a mărarului.

Milipelele secretă acest compus când sunt atacate de făpturi precum furnicile sau șoarecii de câmp. Producția acestei substanțe, atât la animale, cât și la plante, arată un tipar comun al evoluției. Aceeași trăsătură benefică evoluează adesea independent în mai multe organisme – în acest

caz, eryngialul ca apărare pentru animale și plante. Originile repetate ale aceleiași trăsături în diferite genealogii evoluționare sunt numite *evoluție convergentă*.

Aceste toxine naturale și sursele lor pot părea mai familiare decât eryngialul milipedelor. Vorbim despre cofeina din boabele de cafea, canabinoizii din mugurii de marijuana, capsaicina din fulgii de ardei iute, cinamaldehida din bețele de scorțișoară, cocaina din frunzele de coca, codeina din siropul de tuse și cianura din semințele de măr. Poate veți fi surprinși să aflați că multe substanțe chimice ca acestea, pe care le folosim în alimente și băuturi, în medicină, în practicile spirituale, pentru recreere și chiar pentru scopuri nefaste precumuciderea, sunt otrăvuri produse de alte organisme, care nu au evoluat gândindu-se la noi. Cu toate acestea, ele ne influențează viața în cele mai uzuale și mai profunde moduri.

Astfel de substanțe pot fi utilizate ca arme în războiul darwinian al naturii, care s-a purtat pentru prima dată acum patru miliarde de ani, odată cu apariția vieții. Bătăliile din acest război chimic continuă să aibă loc peste tot în jurul nostru, afectând traiectoria fiecărei vieți omenești, inclusiv pe a mea. Oriunde ne-am uita vedem aceste conflicte. Pentru mine, ele sunt semnele vieții și ale morții, indicii ale bucuriei și ale durerii, vehicule ale unor plăceri simple sau ale unor călătorii nebunești.

Pe când începeam să scriu această carte, în zona rurală a statului Vermont, m-am căsătorit cu Shane – în miezul iernii și în ziua solstițiului. Am mers împreună până la marginea râului înghețat, unde ne aștepta Anne, o judecătoare de pace. Pe măsură ce ne făceam drum prin zăpadă, mi-am amintit o fotografie a mamei mele în ziua nunții, ținând un buchet de margarete și stând pe malul unui râu cu ape întunecate care

izvora din pădurile boreale ale Minnesotei, la fel ca râul lângă care stăteam eu acum cu Shane.

În aval de râul Lester, unde s-au căsătorit mama și tatăl meu, în costume dantelate asortate, tata m-a învățat să pescuiesc în vârtejurile întunecate de sub o cascadă care curgea prin bazaltul antic. Când ochii mei de patru ani au privit primul păstrăv pe care l-am scos din apele ruginii, la fel ca o pictură miniaturală de Georges Seurat, mi s-a tăiat respirația. Tata stătea în fața mea, zâmbind, iar eu mă minunam de acea capodoperă vie a evoluției. Puncte rubinii cu aură de safir erau presărate pe flancurile inferioare verde-oliv, iar spatelul îi era plin de irizații verde-neon.

Acel râu îl transforma pe tata într-o versiune mai fericită și mai calmă a sa. Însă nu putea să ia râul cu el când pleca. În final, a murit la peste 2 000 de kilometri de apele sale și de noi toți. În exil, a murit singur, înconjurat de un arsenal de arme, de mii de cartușe de muniție și dependent de ceea ce numea „medicamentul lui”. Mesajele și apelurile periodice de pe telefonul lui cu clapetă erau singurele fire care ne mai legau.

În dimineața zilei de Crăciun din 2017, corpul lui inert, de 69 de ani, a fost găsit de șerif pe podeaua unei rulote cu cinci roți din vestul Texasului. Era mort de zile întregi, poate chiar săptămâni.

În 2021, cutia cu cenușa lui stătea deja de ani întregi în același loc din mica noastră casă din Oakland, California, unde o așezasem prima dată – chiar sub un altar creat lângă fereastră. Acesta includea poze cu el și cu mine – instantanee din călătoria noastră prin timp. În august 2021, Shane și cu mine am luat cutia în mașină cu noi și am plecat spre Minnesota, în drum spre concediul pe care aveam să-l petrecem în Vermont. N-am putut s-o las în urmă.

Ultima noastră oprire din Duluth a fost acasă la mătușa mea maternă, care era și nașa mea. Făcea dializă din cauza unei boli renale terminale, deși primise un transplant de ficat cu peste un deceniu în urmă, după ce o luptă îndelungată cu tulburarea legată de consumul de alcool (TCA) o adusese în insuficiență hepatică. TCA este termenul clinic folosit acum în loc de *alcoholism*.

M-am așezat pe canapeaua ei și i-am simțit mâna rece pe antebraț; pielea ei ca hârtia era întinsă. Știa că aveam să-i fac o mărturisire grea, așa că m-a tras aproape, privindu-mă fix în ochi. I-am spus că plecam spre Vermont și că, pe drum, voiam să presar cenușa tatei în râu. Mi-a răspuns „Da, du-te și fă asta, drăguțule”, într-un mod atât de tipic pentru nordul Minnesotei, încât a străpuns scutul rigid din jurul inimii mele. Cu această binecuvântare, i-am îmbrățișat trupul minion. A fost ultimul nostru rămas-bun.

La aproximativ doi kilometri de casa ei era capătul râului care fusese o parte însemnată din viața tatălui meu. Era momentul să-l las să plece pentru totdeauna. I-am împrăștiat cenușa la gura râului, chiar acolo unde se vărsa în apa strălucitoare\* a Lacului Superior.

Vârtejuri întunecate au încercuit fiecare fulg de os alb, apoi curentul a dus departe pentru totdeauna ultimele fărâme din el. Atomii de calciu și fosfor, născuți în inima unei stele cu miliarde de ani în urmă, puteau să-și continue acum călătoria, de la diatomee la muscă efemeră și la păstrăv.

Câteva luni mai târziu, Shane și cu mine ne aflam față în față la ceremonia nunții noastre. Privirea mea a poposit pe crizantema fixată chiar deasupra inimii lui, în timp ce soarele,

---

\* În original, „the shining Big-Sea-Water”, expresie folosită în poemul epic „Cântecul lui Hiawatha”, scris de Henry Wadsworth Longfellow în 1855 (n.t.).

ca o portocală sângerie pe cerul solstițiului de iarnă, ilumina o spirală de petale minuscule. În cercurile acelei mici flori era un amalgam al sferelor personale și profesionale din viața mea pe care mă străduisem atât de mult să le țin separate.

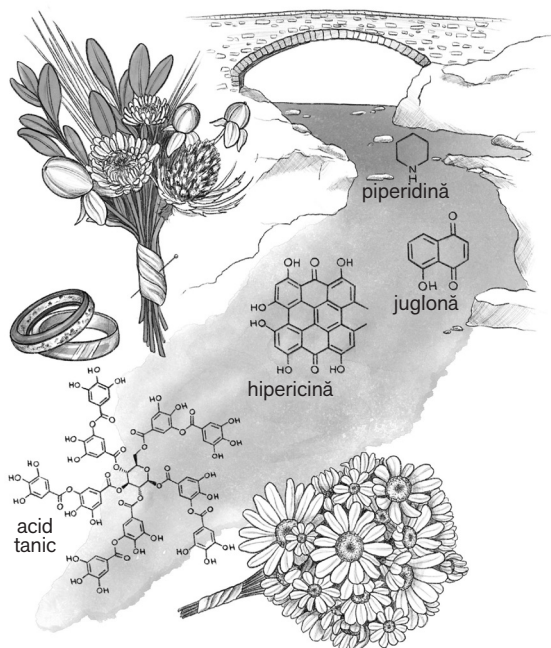
Am văzut toxinele din buchetul mamei mele, substanțele curgând prin râuri, cele care treceau de la plantă la animal și la mine, cele care ne-au răpit atâția membri ai familiei și pe care se bazau cercetările mele. Erau toate acolo, rotindu-se în acea spirală perfectă a petalelor crizantemei.

Fulgii de zăpadă se roteau în aerul rece și gol. Cu spatele spre vest, spre Minnesota, i-am strecurat pe deget lui Shane un inel scânteietor din aur și argint. El mi-a pus pe deget un inel din lemn și ambră, toxine îngropate. Nu mi-aș fi dorit nimic altceva.

Inelul meu era format, de fapt, din trei inele îmbinate. Piesele exterioare erau realizate din lemn negru de nuc și conțineau juglonă, o toxină pe care o produc nucii și care poate ucide plantele concurente care trăiesc sub copaci, precum și taninurile întunecate care consolidau copacul și care descurajau majoritatea animalelor care ar fi vrut să-l mănânce. Inelul interior din ambră era o rășină fosilizată de terpenoide toxice precum alfa-pinenul, produs de copaci cu milioane de ani în urmă și folosit pentru a se apăra împotriva atacatorilor.

Când i-am returnat cenușa râului care părea să-i dea tatălui meu viață ori de câte ori se apropia de el, m-am gândit fără să vreau la un alt bărbat aparent invincibil a cărui sursă de putere fusese un râu. Și pentru acesta, o otravă a fost cea care i-a găsit, într-un final, vulnerabilitatea ascunsă.

În *Ahiliada*, poetul greco-roman din primul secol Publius Papinius Statius scria despre zeița Thetis, care fusese avertizată cu privire la moartea fiului său, Ahile. Pentru a dejuca



planul, aceasta l-a adus în ziua în care s-a născut la râul Styx, ale cărui ape aveau să-i ofere puterea invulnerabilității. Scufundând bebelușul în râu, Thetis l-a ținut de călcâi, singura parte a corpului său care a rămas uscată. În final, Paris avea să exploateze această vulnerabilitate, lovindu-l cu o săgeată cu vârful otrăvit exact în călcâi și rănindu-l fatal.

Tendonul sensibil al lui Ahile ne amintește că evoluția nu are niciun fel de prevedere – niciun plan măreț – și, de fapt, niciun fel de plan. În realitate, acest tendon a evoluat dintr-unul mult mai scurt și mai slab care a deservit zeci de

milioane de ani piciorul din spate al strămoșilor noștri care locuiau în copaci. Aceste primat timpurii își foloseau toate cele patru membre și toate cele 20 de degete ca să se prindă de ramuri, la fel cum fac și multe dintre primatele zilelor noastre.

Pe măsură ce genealogia noastră a trecut de la viața în copaci la cea pe pământ solid, acest tendon din membrele inferioare ale primatelor arboricole antice s-a transformat, prin evoluție, într-un tendon folosit pentru viața bipedă. Deși el funcționează suficient de bine pentru mers și alergat, nu este nici pe departe soluția ideală la problema folosirii exclusive a membrelor inferioare la mers. Numai un tegument subțire și un strat de piele îl protejează de accidentări, după cum știe oricine s-a rănit vreodată în această regiune.

La fel ca Ahile însuși, aparent invincibilul meu tată a fost doborât de toxinele care au găsit o altă vulnerabilitate ascunsă a oamenilor: corpurile care funcționează cu mulți dintre aceiași mesageri chimici și aceleași proteine ca acelea din corpurile inamice ale plantelor, fungilor și microbilor.

Ce n-aveam de unde să știu în urma decesului său era că propriile cercetări aveau nu doar să-mi aducă alinare, distrăgându-mi atenția de la situația tristă, ci și să mă ajute să înțeleg natura decăderii sale. Această carte a luat naștere la coliziunea dintre două lumi pe care am încercat pe vremuri din răspuțeri să le mențin separate: munca mea pentru a înțelege toxinele naturii și dependența tatălui meu față de ele.

Am început să văd cum fuziunea acestor două părți din identitatea mea putea fi utilă pentru a spune povestea toxinelor naturii. De exemplu, crizantemele de la butonieră sunt mai mult decât o metaforă pentru cele mai importante evenimente din viața mea. Le putem folosi, împreună cu alte plante

din familia margaretelor, ca mod de a înțelege diversele concepte întâlnite în această carte. Vom începe cu o toxină care provine din altfel de margarete și care mie, unuia, mi-a schimbat viața.

### *Piretrum și dăunătorii*

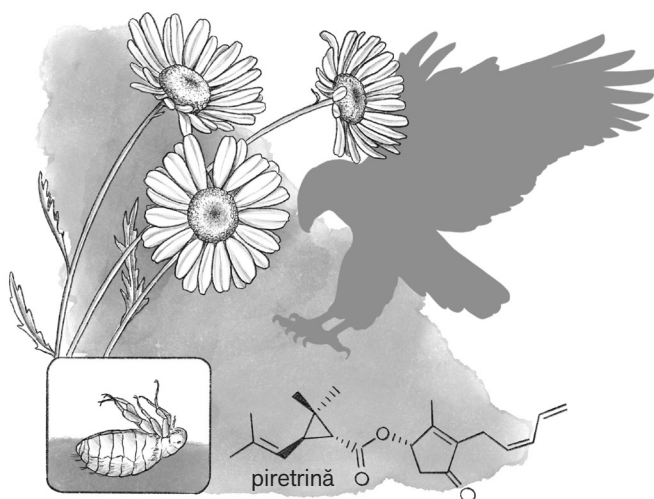
Era o zi însorită de primăvară la Grădina Zoologică din Saint Louis în 2001, iar eu aveam 25 de ani și eram în primul an de doctorat în domeniul biologiei tropicale, după ce abia îmi luasem masteratul în entomologie. Oricât de ciudat ar părea pentru un biolog începător care studia insectele și plantele, eram la grădina zoologică pentru a începe un protocol experimental pe care voiam să-l folosesc asupra păsărilor sălbatice din insulele Galápagos. Cercetările erau conduse de îndrumătoarea mea, Patricia Parker, ornitolog și profesor la Universitatea din Missouri-St. Louis (UMSL). „Cobaiul” nostru era un cocoș roșu splendid; un specimen perfect, fără măcar o pană lipsă.

În vreme ce Jane, prietena mea și tehniciană veterinară specializată pe animale sălbatice, îl ținea, i-am presărat ușor la baza penelor o pudră naturală împotriva puricilor și a căpușelor, sperând că nu avea să mă lovească cu pintenii, așa cum aș fi meritat. Apoi am așteptat.

Înainte să vă pot spune exact de ce făceam asta și ce așteptam, probabil că vă întrebați ce legătură are această procedură cu margaretele sau cu toxinele naturii. Pudra insecticidă pe care o foloseam era fabricată din florile uscate și măcinate ale unor margarete din specia *Chrysanthemum* și, ulterior, din specia *Pyrethrum*. Pudra de piretrum rămâne unul dintre cele mai sigure și mai folosite pesticide naturale din lume.

Când nu se adaugă ingrediente sintetice, aceasta poate fi etichetată cu ușurință ca fiind *organică*, *ecologică*, *naturală* sau *din plante*. Probabil că ați folosit-o la un moment dat, sub formă de pudră sau de spray, pentru plantele din grădină, pentru animalele de companie sau pentru covorul din camera de zi.

Credeți-mă pe cuvânt, piretrinele, substanțele chimice active din pudra de piretrum, sunt niște neurotoxine incredibil de puternice – dar nu pentru oameni. Utilizarea lor pentru a ucide păduchii purtători de tifos și puricii purtători de ciumă este de mult timp o problemă de viață și de moarte. Prin încercări succesive, testele de siguranță au fost făcute cu mult timp în urmă de popoarele indigene din Caucaz.



Pudra de piretrum a fost utilizată prima dată ca pesticid în nordul Iranului, în Armenia și în Georgia, fiind realizată

dintr-o altă specie de margaretă din Balcani. „Pudra persană” a fost adusă în Europa în secolul al XIX-lea de către un negustor armean. Apoi, în 1846, Johann Zacherl, din Viena, a început producția masivă folosind margarete *Tanacetum coccineum* cultivate în Georgia.

În 1888, fiul lui Zacherl a construit o fabrică la Viena, după ce trecuse la spilcuță (*Tanacetum parthenium*) ca sursă în producția de Zacherlin, numele comercial al formulei. Până în 1888, inclusiv armata rusă folosise pudra de piretrum pentru controlul puricilor, după ce aflase de ea de la prizonierii cerchezi. Piretrinele continuă să fie folosite în compoziția șampoanelor destinate tratamentului infestărilor cu păduchi - fie ei de cap sau de corp.

Crizantemele sunt cultivate de milenii întregi în estul Asiei, atât în scop ornamental, cât și în scop medicinal. O mărturie a vechimii lor în regiune este crizantema aurie cu șaisprezece petale de pe sigiliul împăratului Japoniei. Floarea este o emblemă a Tronului Crizantemei, cea mai veche monarhie ereditară din lume. Însă speciile de crizanteme producătoare de piretrum n-au apărut în Japonia decât la începutul secolului al XIX-lea, când oamenii de știință de acolo au început să identifice substanțele pesticide din acestea.

Știm acum de ce funcționează ele ca insecticide: piretrinele se atașează de coridoarele importante ale proteinelor (canalele de sodiu voltaj-dependente) pentru ionii de sodiu din celulele nervoase. Când se întâmplă acest lucru, celulele nervoase sunt suprasolicitate, provocând contracții musculare involuntare, paralizie și chiar moartea.

Această reacție fiziologică sună rău și este, într-adevăr, problematică pentru nevertebrate precum insectele (de exemplu, fluturii), moluștele (de pildă, caracatițele), arahnidele (de

exemplu, păianjenii) și pentru unele vertebrate precum peștii. Însă piretrinele naturale nu sunt foarte toxice pentru alte vertebrate, precum oamenii și păsările. De fapt, toxicitatea sării de masă este mai mare pentru oameni decât cea a piretrinelor, ca urmare a modificărilor genetice de pe tot întinsul arborelui evoluționar al vieții.

De pildă, o singură modificare antică a ADN-ului insectelor a făcut celulele nervoase ale acestora de o sută de ori mai sensibile la piretrine decât ale noastre. De partea cealaltă, pisicile și peștii sunt sensibili la piretrine, pentru că le lipsește una dintre enzimele hepatice pe care oamenii le folosesc în detoxifiere.

Însă alte toxine naturale care vizează aceleași canale nervoase sunt otrăvitoare și pentru noi, chiar și în doze mici. Gândiți-vă la povestea tristă a tânărului de 29 de ani din Oregon care a înghițit un triton ca răspuns la o provocare. Doar zece minute mai târziu, a început să simtă furnicături la nivelul buzelor, iar în câteva ore era mort. Tetrodoxina din pielea amfibianului îl omorâse. La fel ca piretrinele, tetrodoxina vizează canalele de sodiu voltaj-dependente, dar face acest lucru în altă parte a proteinei.

Deși piretrinele sunt produse de plante, tetrodoxina este produsă de bacteriile simbiotice care trăiesc în unele animale de apă dulce sau sărată, precum peștii din familia *Tetraodontidae*, caracatițele cu inele albastre sau tritonii. Toxina nu este produsă de animalele în sine, însă canalele lor de sodiu voltaj-dependente sunt adaptate la aceasta și le face complet imune la efectele ei.

La fel cum noi și unele margarete folosim piretrinele ca instrumente pentru a ține dăunătorii la distanță, aceste animale folosesc tetrodoxina ca apărare împotriva atacurilor.

Deși noi suntem susceptibili la doze mici de tetrodotoxină, dar extrem de rezistenți la piretrine, peștii din familia *Tetraodontidae*, caracatițele cu inele albastre sau tritonii sunt extrem de susceptibili la piretrine. Toxicitatea selectivă a piretrinelor arată de ce ele (și nu alte toxine care vizează canalele de sodiu voltaj-dependente, precum tetrodotoxina) pot fi folosite în siguranță în multe situații, de la controlul țânțarilor la pudra împotriva puricilor sau, după cum vom vedea în curând, pentru a omorî păduchii păsărilor aflate pe cale de dispariție.

Lecția? Alegeți-vă otrava cu atenție. Povestea originii fiecărei substanțe include informații esențiale privind motivele pentru care beneficiile pot să depășească sau nu dezavantajele pentru uzul uman. Produsele naturale nu sunt neapărat sănătoase.

### *Natura cu gheare și dinți roșii*

Prima dată când am văzut un șoim de Galápagos am fost surprins de cât de mult seamăna cu șoimii pe care-i văzusem în nord-estul Minnesotei. Însă înfățișările pot fi înșelătoare.

O femelă adultă m-a lovit și aproape că m-a lăsat inconștient plonjând din înaltul cerului, iar ca dar de despărțire, mi-a zgâriat fața cu ghearele. Colegul meu de laborator, care stătea la pândă în căutarea șoimilor care își apărau teritoriul de intruși ca noi, pur și simplu n-o văzuse. A fost un accident nefericit.

Acel șoim din Galápagos făcea pur și simplu ceea ce fac multe păsări, fie ele rândunele de copac sau vulturi aurii, când un om se apropie prea mult de cuiburile lor: plonjează spre capul acestuia.

Pasărea a scăpat complet nevătămată, dar când am deschis ochii am observat că vedeam doar cu stângul. De teamă să nu vină din nou după noi, am alergat sub un salcâm spinos să ne tragem răsufllarea, în timp ce sângele îmi curgea din ochi, nas și obraji. Otrăvurile nu sunt singurele arme folosite în războiul naturii.

Din fericire, orbirea mea a fost doar temporară, provocată de sângele care curgea din pleoapa zgâriată.

Însă ușurarea noastră a fost de scurtă durată. Uimitor, șoimul s-a întors, a aterizat pe pământ la câțiva metri de noi și s-a apropiat. În ciuda mersului său hazliu, pe vârfuri, ne temeam că se pregătea de un asalt la sol.

Multe dintre animalele din Galápagos au evoluat în absența intervenției umane, așa că au tendința de a fi neînfricate. Darwin observa că păsările de pe insulă, inclusiv șoimii, erau atât de curajoase încât „o armă aici este aproape inutilă; am folosit țeava unei puști ca să împing un șoim de pe creanga unui copac”.

În mintea mea, refăcusem fără să vrem scena răpitoarelor-din-bucătărie din *Jurassic Park*, în care doi copii speriați se ascund în spatele mesei de bucătărie ca să scape de velociraptorii care îi urmăresc.

Deși minusculi în comparație cu un velociraptor, șoimii sunt principalii prădători de uscat din Galápagos. Am observat odată unul pândind o capră gestantă, ascunsă între arbori și de ierburi. Capra încerca să se pitească și să-și scape puiul care urma să vină pe lume din ghearele zdrobitoare ale păsării, însă aceasta a așteptat cu răbdare până când animalul a intrat în travaliu.

Dacă ați fost vreodată în Galápagos sau ați urmărit documentare de natură filmate acolo, scena pe care am descris-o

eu e una tipică. Teama, suferința și moartea sunt peste tot, iar războiul naturii se poartă în plină zi.

De partea cealaltă, bătăliile chimice dintre specii, dintre otrăvitori și cei otrăviți, sunt în mare parte ascunse vederii noastre. Odată ridicat vălul însă, impactul lor asupra evoluției, asupra vieții noastre zilnice și chiar a istoriei noastre recente ca specie este mult mai intens și mai dramatic decât ați fi putut ști.

În cursul acelei seri, după întâlnirea cu șoimul, mi-am oblojit rănile în cortul meu de pe insula Santiago. Campasem împreună cu colaboratorii noștri ecuadorieni pe noroiul uscat dintr-o lagună secată din spatele plajei Espumilla, din Golful James. La lumina unei lanterne citeam *The Voyage of the Beagle*, pe care îndrumătoarea mea mi-o oferise cu puțin timp înainte să plec din St. Louis spre Ecuador. Am aflat atunci că Darwin avea aceeași vârstă ca mine, 26 de ani, când a vizitat această plajă în 1835.

Am încercat să închid ochii, dar lumina lunii era prea puternică. Apoi am auzit zgomotele înfundate ale țestoaselor proaspăt ieșite din ouă care își făceau drum prin nisip spre golf. Călătoreau noaptea, deoarece atunci dormeau principalii lor inamici, cu ciocurile ascunse sub aripi.

Însă alți prădători aveau să iasă în întunericul nopții din Galápagos, în căutarea ființelor vulnerabile ca țestoasele abia ieșite din ouă. Când m-am întins la loc, am văzut deasupra cortului silueta de 30 de centimetri a centipedului veninos uriaș al lui Darwin. Unul dintre cele mai mari din lume, acest centiped atacă mamiferele mici și păsările, injectându-le cu un cocteil puternic de venin pe bază de proteine.

A fost uimitor să fiu înconjurat de atâta viață, de toate aceste organisme care făceau tot ce puteau ca să supraviețuiască.

M-am simțit complet ca acasă, chiar dacă nu aveam telefoane prin satelit, ci doar un radio maritim în caz că trebuia să cerem ajutor. Izolarea extremă, dezolarea și potențialul pericol mă linișteau, sentiment pe care îl atribui locului și felului în care am fost crescut.

Înainte să lucrez în Galápagos, știam din literatura de specialitate că șoimii aveau un anumit tip de păduchi, *piojos*, cum îi numeau colaboratorii noștri ecuadorieni. Pentru cercetările mele de doctorat, ideea era să fac un lucru pe care Darwin nu și l-ar fi putut imagina.

Voiam să folosesc mutațiile acumulate în mod natural în ADN-ul păduchilor de șoim ca trasor evoluționar pentru istoria de colonizare a șoimului, deoarece această pasăre locuia în insule de sute de ani. Fiecare șoim își avea păduchii de la mama lui, ceea ce însemna că și păduchii, la fel ca genele șoimilor, erau transmiși din generație în generație – doar că în mod nedorit. Ca să testez această idee, trebuia întâi să fac rost de păduchii șoimilor.

Aveam ceva experiență în acest domeniu. Pe când aveam doisprezece ani, am împușcat prima *Bonasa umbellus*, o pasăre de munte, în pădurea din spatele casei. Odată întors înapoi, am așezat pasărea fără viață pe capota mașinii și nenumărați păduchi albi s-au târât pe metalul întunecat. Corpul păsării se răcise, iar creaturile confundaseră căldura capotei cu o altă gazdă potențială.

Desigur că n-aveam de unde să știu atunci că într-o zi urma să studiez păsările și păduchii lor ca subiecte de cercetare, dar acel eveniment din copilărie m-a pregătit. În Galápagos, trebuia să luăm păduchii de pe păsări fără să le rănim în vreun fel. Din fericire, pudra de piretrum pe care o încercasem pe cocoșul din St. Louis fusese aprobată pentru folosire de către Parcul

Național Galápagos, deoarece era inofensivă pentru șoimi. A funcționat de minune. Primul șoim pe care l-am „pudrat” cu piretrină a scuturat sute de păduchi pe tava de plastic pe care o împrumutasem de la cantina Stației de Cercetare Charles Darwin. Prin intermediul cercetărilor noastre, am învățat că ADN-ul păduchilor putea fi folosit pentru a reface istoricul colonizării șoimilor în insulele Galápagos.

Piretrumul este folosit și pentru un scop mai practic în insule. Cinteza de manglier – o specie aflată pe cale de dispariție – trăiește pe doar câteva insule, în puține exemplare, fiind chinuită de o specie de muscă-vampir parazită, invazivă, ale cărei larve se hrănesc cu sângele și țesuturile faciale ale puilor, adeseori ucigându-i.

Pentru a controla aceste muște îngrozitoare, conducerea parcului a încercat să trateze cuiburile de cinteze cu piretrine, care sunt toxice pentru muștele-vampir, dar nu și pentru păsări. Însă găsirea și tratarea cuiburilor este o muncă dificilă și aproape imposibilă la scară mare.

În mod inteligent, ecologista Sarah Knutie și colaboratorii ei au profitat de faptul că cintezele lui Darwin adună fibre moi de bumbac de la plantele sălbatice de bumbac pentru a-și căptuși cuiburile. Oamenii de știință au distribuit strategic bumbac cumpărat, tratat cu piretrine, prin locurile de cuibărit ale cintezelor din apropierea stației de cercetare și, cum era de așteptat, păsările au adunat bumbacul plin de insecticid și l-au folosit pentru a-și căptuși cuiburile. Păsările care au folosit bumbacul modificat au redus gradul de infestare cu musca-vampir din cuiburile lor, sporind șansele de supraviețuire a puilor.

Deși experimentul lui Knutie a fost unul „înscenat”, există un animal care face același lucru în natură. Vrăbia arborelui de