

*Produktu kimiko berri eta itxaropentsuen bila, esploratzaileak itsasoak arakatzen ari dira. Zenbat eta hobea izan ateratako substantzia, gero eta handiagoa da berau ekoizten duten landare eta animaliei ezartzen zaien mehatxua.*

Stephanie Pain<sup>1</sup>

# Itsaspean bahiturik

**B**rian Bingham, doktore-gai gazte iparramerikarra, hilero maletak pres-tatu eta Florida Keys aldera joaten zen. Han, itsasoak higitutako irla txiki baten inguru-ko mangladietan, itsas biologo batek amets zitzakeen aszidia-koloniarik ederrenetako batzuk aurki zitezkeen. Koloniak mangleen sustrai dilindarrietan hazten ziren eta ezin hobek ziren aszidien populazio-hazkuntzak eta -urritzeko ikertzeko. Bingham-ek, bere hurrengo bisitan sustrai haiek aurkitu ahal izateko, zinta fluoreszente arrosaz markatzen zituen arretaz. Eta hilero sustrai haiei argazkiak ateratzen zizkien,

aszidia mordoek jasandako aldaketa txikienak ere erregistratuz.

Behin, laurogeiko hamarkadaren amaierako egun batean, bere itsasuntzian gerturatu zenean, Bingham-ek urpekari-talde bat ikusi zuen aszidiak bildu eta zorroetan sartzen. “Sustraiak argi markatu genituela pentsatzen nuen.....”, dio Bingham-ek. “Haiek ez zirela konturatu esan zuten. Txalupara itzuli ziren eta ez genuen haien berri gehiago izan.”

Bat-batean, sendagai-esploratzaileak *Ecteinascidia turbinata*, batere nabarmena ez den aszidia txikia, bilatzen hasi ziren. Honek esploratzaileek “kolpe” deitzen

diotena sortarazia zuen. Potentzialki erabilgarriak diren konposatuen bila dabilzan kimikariek animalia eta landareen milaka erauzkin aldi berean bahe ditzakete laborategietako automatizazioari esker. Eta *Ecteinascidia* sekulako garaipena izan zen. Jela-tinazko poltsa urtsu honek giza-kion minbizi-zelulak hil ditzazkeen substantziak dituela ikusi zen. Gaur egun, PharmaMar konpainia espainiarraren zuzendaritzapean, substantzia kimiko horietako bat –743-ekteinaszidina– entseiu klinikoan lehen fasean dago Europako zenbait herrialdetan. Une

Arxibokoa





honetan, ikertzaileak minbizidun gaixo terminalekin konposatu hau probatzen ari dira, eragina zer moduz jasaten den ikusteko. Balio duen edo ez jakiterako urteak igaro daitezke, baina dagoeneko ikerketa honek aszidia-populazioetan izan dezakeen eraginaz kezka zabalduz doa. Arlo honetako kimikari baten arabera, Florida Keys inguruan tona bat aszidia inguru eta Kariben beste bi tona inguru harrapatu dituzte orain arte urpekariek. “Ikerketaren hasieran ez genuen pentsatu ere egiten hain *animalia beroa* bilakatuko

zenik,” dio gaur egun Western Washington University-ko ingurugiro-ikerketetako katedraduna den Bingham-ek.

Baina *Ecteinascidia turbinata* ez da helburu bakarra. Urte luzez substantzia kimiko berrien bila euri-oihanetan ibili ondoren, sendagai-konpainiak samaldan ari dira itsasora itzultzen. Azken urte hauetan, esploratzaileek beste hiru izar posible aurkitu dituzte minbiziaren ikerketan: itsas erbi bat, belaki bat eta briozoo bat. Kasu bakoitzean, minbiziaren saiakera klinikoetaraino edo aurre-klinikoetaraino iritsi den konpo-

satu bat ekoizten du animaliak. Itxuraz egokiak diren substantzia gehienek ez dute lehen edo bigarren saioa gainditzen.

Teknologia berriei esker zientzialariak itsas izakiak gero eta gune urrunagoetatik biltzeko gai direnez eta haien substantzia kimikoen eragin biologikoak aztertzeko gero eta zehaztasun handiagoa dutenez, horrelako “kolpeak” ugaritu egingo dira ziurrenik. Izan ere, beste izar potentzial batzuk bidean dira dagoeneko (ikus *Hurrengo gauza handia?* atala). Honek kezka areagotu egin du gehiegizko ustiapena dela eta, baina izaki horien populazio basatien ordezkioak aurkitzeko zenbait ekintza abiatu da. Ikertzaile batzuk sendagaietarako baliagarri diren itsas izakiak lantzeko bide berriak diseinatzeko ari dira, sendagaiatzat uretako haztegien bidea irekiz. Beste batzuek substantzia kimikoak artifizialki ekoiztea dute helburu, horretarako injinerutza genetikoaz propio sortutako bakterioak edo itsas organismoetatik ateratako kultibo zelularrak erabiliz. “Substantzia hauek ospitaletan sartzen hasi dira; orain, beraz, beren erabilera jasangarriari buruz pentsatu beharrean gaude”, dio Fort Pierce-ko (Florida) Harbor Branch Institutu Ozeanografikoan kimikaria den Ami Wright-ek.

Kasu gehienetan eskaerak populazio naturalek eman dezaketena gainditu egingo du. “Ozeanoa sinestezinezko baliagaia da substantzia kimiko berrientzat”, dio La Jollako (Kalifornia) Scripps Institutu Ozeanografikoko Bill Fenical-ek. Honetarako arrazoi bat da ornogabe asko harkaitz edo arrezife bati lotuta bizi dela eta, beren burua harrapakari eta lehiakideengandik defendatu beharra dutela leku egonkor bat lortzeko. Orokorrean, pozoin indartsuez baliatzen dira etsaiak urrunarazteko. Igeri egin dezaketen izaki askok ere harrapakarientzat ehizaki erraza dirudite:

geldo eta biguinak dira eta askotan beren presentzia oso kolore bidez adierazten dute. Hauek ere, harrapa ez ditzaten, substantzia kimiko toxikoak ekoizten dituzte.

Baina harrapakarientzat saihestekoa dena oso erakargarria izan daiteke sendagai-espuloratzailerentzat. Gaur egun minbiziaren aurka erabilitako sendagai gehienak toxikoak dira, azkar hazten diren tumore-zelulak zelula osasuntsuei kalte gehiegi egin aurre-

pertsona batek 5 gramo behar ditu batezbeste proba klinikoak burutzeko.

Azkenean 743-ekteinaszidina sendagai moduan onartzen bada, gai izango ote dira populazio basatiak eskaerari erantzuteko? "Orain arte *Ecteinascidia* modu jasangarrrian bildu izan da" dio Rinehart-ek. "Karibeko mangladietan hiru uzta lor daitezke urtero. Berriro hazten dira." Guztiak ez dira hain baikorrak, ordea. Harbor Branch-en anima-

urtean harrapakariek edo gaitzak suntsi dezake. Askotan, gainera, lehengai biltzeko kostua ere gaindiezina da, batez ere animalia itsaso sakonekoa bada. Wright-ek dioenez, "jendeak ezin du etengabe urpekari bat gidatuz materiala biltzen ibili".

## Izokinak eta ostrak

Mundu ideal batean kimikariek sendagaiak laborategian egingo lituzkete. Baina substantzia kimiko hauek hain interesgarri bihurtzen dituzten ezaugarri arraroek berek zailtzen dute fabrikazioa ere. Itsas erbitik ateratzen den dolasatina nola sintetizatu aurkitu dute kimikariek, baina beste itsas konposatu batzuk ezinezkoak egin zaizkie. Wright-ek dioenez, "sintetizatu ezin baduzu, sendagai-konpainiei nondik hornitu erakutsi behar diezu".

Estrategia bat, izokin eta ostren antzera, animaliak haztea da. Populazio naturalen bilketaren aldean, akuikulturak abantaila asko ditu. Espezie askotan itsasotik biltzeak eraginkortasun txikia izan dezake, populazio guztiek ez baitute eskuratu nahi den substantzia kimikoa. Akuikulturarekin, substantzia kimikoak ekoizten dituzten animaliak aukera daitezke eta, baita, populazio emankor batetik abiatu ere.

Produkzioa igotzearen animaliak manipulatzeko aukera ere ematen du hazkuntza kontrolatuak. Belaki batek, esaterako, bera ito dezakeen alga desbideratzeko substantzia kimiko toxiko bat igortzen badu, algen hazkuntza bizkortuko lukeen argi biziak belakia substantzia kimiko gehiago ekoiztera bultzatuko luke.

Praktikan, ordea, animaliak haztea bera ere bada nahikoa desafio. Itsas izaki gehienak oso mikrohabitat berezietan bizi dira eta ingurune-baldintzei dagokienez, oso zorrotzak dira. Wright-ek dioenez "ornogabeen akuikultura



---

URTE LUZEZ SUBSTANTZIA KIMIKO

---

BERRIEN BILA EURI-OIHANETAN IBILI

---

ONDOREN, SENDAGAI-KONPAINIAK

---

SAMALDAN ARI DIRA ITSASORA ITZULTZEN.

---

tik hil behar direla dioten printzipioan oinarrituta. Baina sendagai-ikertzaileek minbizi-zelulak zuzenago eragin eta saihestu-efektu desatsegin gutxiago eragingo dituzten konposatuen bila dihardute etengabe. 743-ekteinaszidina mota honetako konposatua izatea espero dute.

Arazoa ordea zera da: substantzia kimiko hauetako gehienak kantitate ñimiñoetan besterik ez dira aurkitzen. *Ecteinascidiaren* kasuan, tona bat animalia behar da gramo bat 743-ekteinaszidina isolatzeko. Illinoisko Unibertsitateko Urbana-Champaignen ari den Ken Rinehart-ek (Tom Holtekin batera 1980an konposatua isolatu zuenak) dioenez,

lia hauetan aditua den Craig Young-ek dioenez, aszidiek berriro hazi eta sexualki ugaltzen jarraituko dute biltzaileek estoloi sustraikarak bertan utzi eta aszidiak arretaz bilduz gero. Baina biltzaileek kolonien euskarri diren mangle-sustraiak mozten edo oso-osorik ateratzen jarraitzen badute, oso zaila izango da errekuiperatzea.

Guztiak nahi dutena substantzia kimikoen iturri berriztagarria da. Ozeanoaren ustiapenak dakartzan arazo etiko eta ekologikoak alde batera utzita, ez litzateke zuhurra izango naturaren menpe dauden populazio hauez fidatzea. Urte batean ezin hobeto hazten ari den populazioa hurrengo



Gaur egun minbiziaren aurka erabilitako sendagai gehienak toxikoak dira, azkar hazten diren tumore-zelulak zelula osasuntsuei kalte gehiegi egin aurretik hil behar direla dioen printzipioan oinarrituta. Baina sendagai-ikertzaileek minbizi-zelulak zuzenago eragin eta saihests-efektu desatsegin gutxiago eragingo dituzten konposatuak bila dihardute etengabe.

amesgaiztoa da". Bere lankide den John Scarpa, berriz, aszidiak kultiboetan hazi eta ugaltzea zerk bultzatzen dezakeen aurkitu nahian dabil. Scarpak larbetatik helduak haztea lortu du, baina ezin izan ditu oraindik ugalarazi. Bitartean, animaliek ekteinaszidina gehiago ekoiztea eragin dezaketean amarruak lortu nahian ari da. "Eranskin batzuekin ari gara lanean, etekin hobea lortzeko beren kimika alda ote dezakegun ikusteko" dio, "Kilo bat organismo mikrogramo bat sendagai ekoiztu beharrean gramo bat ekoiztea

eragin badezakegu, substantzia kimikoa isolatzeko kostua asko eraginkorragoa izango da." Etorkizuneko estrategietako bat substantzia kimikoak aszidietatik lortu ordez, hauek jaten duten platihelmintetik lortzea izan daiteke. *Pseudoceros crozieri* izenekoak ekteinaszidina dauka ehuntan. Horrekin substantzia kimikoa lortzea uretako aszidietatik lortzea baino errazagoa litzateke. Akuikultorek *Ecteinascidiaren* hazkuntzan oraindik zenbait arazo gairatzen dituzten bitartean, beste bi espezierekin zorte

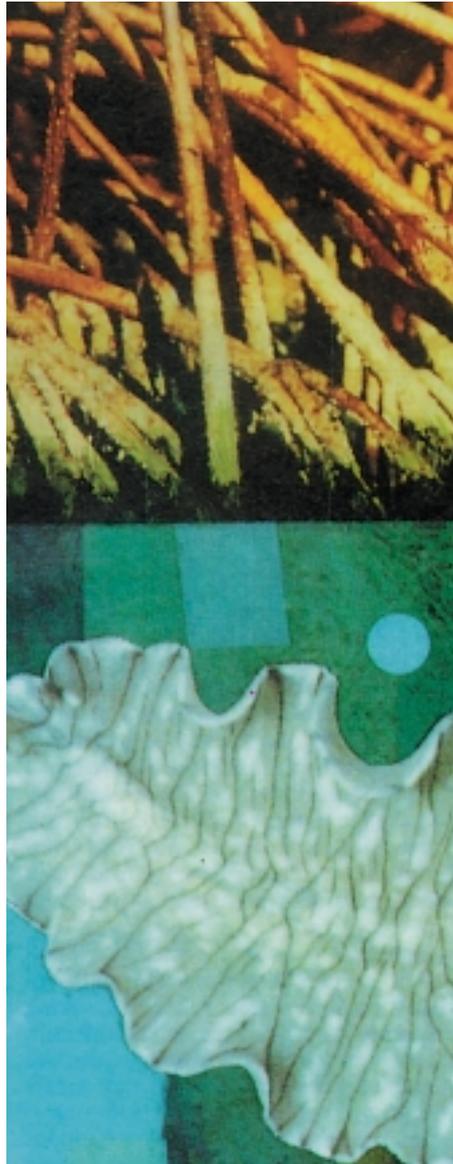
hobea izan dute. Kaliforniako hegoaldeko kostan zehar, Carlsbad-eko CalBioMarine Technologies konpainia normalean malekoiak estaliz topatzen den briozoo marroi firukara, *Bugula neritina*, hazten ari da. *Bugulak* I-briostatina ekoizten du, gaur egun Estatu Batuetan minbizidun gaixoen proba klinikoetan erabiltzen den laktona konplexua.

CalBioMarine konpainia lehorrean kokatutako tanke batzuetan briozooak hazten hasi zen, baina orain itsasoan ari dira kontzentratzen, horrela, izaki hauen janaren kostua izugarri murriztuz. Konpainiaren lehendakariak, Dominick Mendolak, dioenez “jokaera hau zentzuzkoa da, itsasoan naturak elikatzen baititu koloniak”. Lehen urratsa *Bugula* larbak haziak bailiran ereitea da, zulodun plastikozko plateretan. Larbak ongi erantsita daudenean, platerak itsasora eraman eta urpeko dorre batean goitik beherraino pilatuta dauden erretiluetan finkatzen dira. Konpainiak bere lehen uzta joan den udan jaso zuen. Itsasoan bost hilabete egon ondoren, briozooak eskualde hartako kolonia naturalak bezain ongi hazi ziren.

Bigarren historia arrakastatsua Ozeano Barearen beste aldetik dator. Zeelanda Berriko kostaren inguruan, Ur eta Atmosferaren Ikerketarako Institutu Nazionalako ikertzaileak beste animalia bat hazten ari dira: B halikondrina ekoizten duen belakia, hain zuzen, Estatu Batuetan proba aurre-klinikoetan gaur egun erabiltzen den minbiziaren aurkako

Mundu ideal batean kimikariek sendagaiak laborategian egingo lituzkete. Baina substantzia kimiko hauek hain interesgarri bihurtzen dituzten ezaugarri arraroek berek zailtzen dute fabrikazioa ere.

Arxibokoa



eragilea. Belakia, *Lissodendoryx* generoko espezie aurkitu berria, Zeelanda Berriko Hego Irlan, Kaikoura Canyon ertzeko arrezife bateko azalera txiki batean 100 eta 300 metro bitarteko sakonerako arroka-azalaramenduetan hazten da. Taldeko buru den Chris Battershill-ek dioenez “naturan 300 tona inguru besterik ez daudela kalkulatu dugu”.

Belakiak oso konplikatuak dira hazteko eta baldintzei dagokienez, espezie bakoitza oso berezia eta zorrotza da. Battershill eta bere taldea, halikondrina etekin onena lortuz ekoizteko konbinaketaren bila, Zeelanda Berriko kostaren inguruan sakonera eta egitura-mota desberdinetan *Lissodendoryxa* hazten saiatu dira. “Asmatuz gero, belakiak nahikoa baldintza artifizialetan haz ditzakezu”, dio Battershill-ek. *Lissodendoryxa*, adibidez, berez itsas zabaleko ur sakonekoa da, baina orain Wellington Harbour-en hiru metro eskaseko sakoneran hazten ari da. Battershill-ek dioenez, “orain halikondrinaren biosintesia justu uztaren aurretik areagotzeko tekniken bila gabiltza”.

## Ohitura itsusiak

Berdin da zenbaterainoko arrakasta duten itsas haztokiek, animaliek eragozpenak sor baititzakete fabrika kimiko moduan. Ez dute beti egiten justu zuk nahi duzuna. Gaixotzea edo ugaltzeari uko egitea bezalako ohitura itsusiak dituzte. Eta hondakinak pilaka sortzen dira. Sendagaia egiten duten zelulak bakarrik

kultibatzea lortuz gero oso lagungarri litzateke.

Floridako Harbor Branch-en, Shirley Pomponi, itsas biomedikuntza-ikerketa sailekoa, substantzia kimiko interesgarriak zein belaki edo aszidiak sortzen dituen aztertzen ari da eta ondoren hauek kultibatzen. Animaliak bezala, zelulak ere nahikoa zorrotzak dira hazkuntza-baldintzei

dagokienez. Eta orokorrean, ornogabeen zelulak haztea ugaztunenak baino zailagoa da. Hala ere, zenbait hazkuntza-faktore eta substantzia kimikoren laguntzarekin, Pomoniren taldeak belakien zelulak hainbat aldiz zatitzea eta nahi zen substantzia kimikoa

ekoiztea lortu du. Misteriotsuki, ornogabe primitibo hauek, ugaztunen hazkuntza-faktore eta hormonei erantzuten dietela dirudi. Inork ez daki zergatik, baina, adibidez, belakien zelulek ugaztunen modu bertsuan erantzuten diote intsulinari, zelulen zatiketa-

rako beharrezko diren proteinak eta DNA sintetizatuz.

Hala ere, belaki-zelulek zatitzen jarrai dezaten lortzea zail suertatzen ari da. “Zenbait zatiketaren ondoren gelditu egiten dira” dio Pomponik. “Eta guk nahi ditugun substantzia kimikoak aktibo dau-



Itsas bakterioek beren ostalari ornogabeek baino joera gutxiago dute lankidetzarako. Gehienak lantzea ezinezkoa suertatu da eta substantzia kimiko interesgarrien bila hasia lanbide gogorra. “Horiek nola hazi ikustetik hasi beharra dugu” dio Fenical-ek. “Senda-mikrobioekin egindako lanetan oinarritzen dira bakterioak nola hazi behar diren adierazten duten kontzeptuak”.

Harbor Branch-eko taldea One Cell Systems-ekin (Massachusetts-eko konpainia batekin) esploratzen ari den hurbilketa bakterio indibidualak polisakaridozko esfera nimiñoetan sartzea da, euren baldintza naturalak imitatuz. One Cell-eko Pat McGrath-ek dioenez, behin bakterioa bere mikrosferaren barnean dagoela, ingurunea manipula daiteke zerbait interesgarri jariatzen duen ikusteko.

Bakterioak kultibatzea ezinezkoa suertatzen bada, beste aukera batzuk ere badaude. San Diegoko ChromaXome bioteknologi konpainia txikian, ikertzaileek itsas mikroorganismoen bide biosintetikoa lortu, eta *Escherichia coli* edo *Streptomyces* bakterioak, edo *Aspergillus* onddoa bezala, hazteko errazak diren izakietan txertatu dituzte. Konpainiako lehendakaria den Michael Dickman-ek dioenez: “Substantzia kimikoaren bidezidor genetikoak harrapa daiteke”. Orduan, organismo ostalariak arduratzen dira substantzia kimikoa lantzeaz. Une honetan, konpainia teknika hau erabiltzen ari da baheketa-prozesua azkartzeko. ChromaXome-ko injineru genetikoek ehundaka itsas mikroorganismotatik DNA hartu, ostalari berri desberdinetan sartu eta hauek ekoizten duten substantzia kimikoa behatzen dute.

ChromaXome “biologi konbinatorioa” deritzona erabiltzen ari da, espezie desberdinen geneak nahastu eta konbinatuz. Gene hauek ekoizten dituzten entzimak ez dira naturan batera agertzen, baina ChromaXomek *E. coli*ren zelulara nahasita

txertatzen ditu. Dickman-ek dioenez “horrek, substantzia kimiko egiazki berriak aurkitzeko aukera ematen digu.”

Estrategia hauetako gehientsuenen desabantaila da sendagai-esploratzaileen oso atzetik ibili ohi direla. Mikroorganismoak bahetzeko bide azkarragoen bila, sendagai-konpainiak ChromaXome-rena bezalako lanen eske ari diren bitartean, konpainia gutxi dago ornogabeen ikerketetan inbertitzeko prest -gutxienez produktu egoki bat daukatela ziurtatu arte-. 1-briostatina sendagaien merkaturuan sartuko balitz, urteko bilioi 1 \$ kostako litzateke. Baina “balitz” hori oso handia da. Balizko sendagaia ikerketa klinikoan azken fase-ra hel daiteke, baina orduan efektu sekundarioak azaldu. Gerta daiteke, halaber, sendagaia ona izatea, baina gaur egungo terapien aurrean inolako abantailarik ez eskaintzea.

## “1-briostatina merkaturuan sartuko balitz, urteko

## bilioi 1 \$ kostako litzateke”

Konpainiek ordaintzeko gogorik ez badute, ikertzaile gehienek lan hori Osasun Institutu Nazionala bezalako gobernu-erakundeei dagokielako pentsatzen dute. Estatu Batuetako Minbiziaren Institutu Nazionalak eta Nekazaritza Sailak behin substantzia kimikoa ona dela frogatuta hainbat ikerketa txiki finantzatu izan dituzte. Bitartean, nork daki nolako kalteak sortu dituen *Ecteinascidia* bezalako animalien bilketa masibak? Bingham-ek dioenez, “gogor ustiatzen diren populazioez oso gutxi dakigu.”

Arriskua, noski, droga promesa gisan mantentzea da, kimikariek bere sintesia lortu edo akui-kultoreek bera hazten ikasi arte. “Eta *Ecteinascidia*-k lortzen badu, zer?” galdetu du Wright-ek. “Minbizia edukiko banu, neu izango nintzateke bera erabili nahiko lukeen lehena.” Animaliak desagertzen badira, aukera hau ere ez da izango. ●



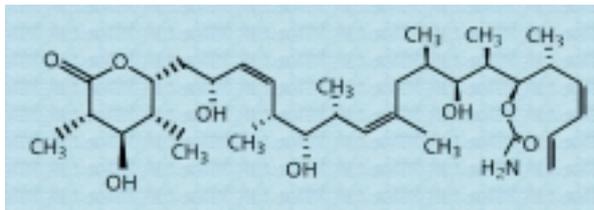
## Hurrengo lorpen handia?

Etorkizun handiko supresore immune berri gisa hasi zen. Gaur egun, taxola baino hobea izan daitekeen minbiziaren aurkako sendagai moduan saltzen da. Diskodermalida laktona polihidroxilatu bat da, *Discodermis dissoluta*, Karibe Itsasoan 200 m inguruko sakoneran bizi den belakitik isolatu dena.

1990ean egindako saiakuntzek erakutsi zuten, diskodermalida odoleko globulu zurien ugalketa gelditzen oso eraginkorra da eta, beraz, transplantatutako organo edo hezur-muinari gorputzak eragiten dizkion erasoak eteteko. Baina onddo batetik konposatu diskriminatzaileago bat isolatu zenean, diskodermalidarenganako interesa desagertu egin zen.

Floridako Fort Pierce-ko Harbor Branch Institutu Ozeanografikoan, ordea, Ross Longley-k eta bere lankideek diskodermalidarenganako interesa mantendu zuten. Globulu zurien ugalketa nola gerarazten duen aztertu nahi zuten. 1993rako, konposatuak globulu zuriak ez dituela hiltzen aurkitu zuten, baizik eta zatitzeko zorian daudenean, beren iharduera geldiarazi egiten duela.

Pittsburgh-eko Unibertsitateko Billy Day-rekin eta Minbiziaren Institutu Nazionaleko Ernie Hamel-ekin batera, Longley-k aurrera jarraitu zuen bularreko minbizi-zelulak, diskodermalidaz tratatuz gero, zatiketa-zikloaren une zehatz batean geldiarazten dituela erakutsiz; hau nukleoa erdibitu ondoren baina zitoplasma zatitzen hasi aurretik gertatzen da. Substantzia kimikoak zitoplasma zatiketarako biguntzen duen prozesuarekin interferitzen du.



Diskodermalida.

Zatitu aurretik, zelulak zitoeskeletoa, nagusiki tubulina proteinaz eginda dagoen tutu mikroskopikozko egitura, desegin beharra dauka. Tutu hauek zatiketaren aurretik deskonposatzen dira eta gero berriro zelula eratu berriari berreratzen dira. Baina Hamel eta Day-k aurkitu zuten, diskodermalida dagoenean era normalean "urtu" beharrean, tutuak pila zurruntan berreratzen dira. Mikroskopioz begiratuta, zeluletan gertatutako aldaketa ikusgarria zen, inongo egitura ikuskorrik gabeko izar itxurako tutuen metaketak ikus baitzitezkeen. Zelularen eskeletoa denboran izoztuta, zelulak zikloaren puntu horretan gelditzen ziren eta 24 ordu igaro ostean hil.

"Zehazki taxolak duen eraginaren mekanismo berbera da hau" dio Longley-k. Taxola, Ozeano Bareko haginaren azaletik ateratzen den konposatua, bularreko minbiziarentzat onartuta dagoen tratamendua da. Legamietatik isolatutako beste bi konposatu bakarrik ezagutzen dira zitoeskeletuaren deskonposaketa galaraziz zelula-zatiketa eteten dutenak.

Azterketa aurre-klinikoek erakutsi dutenez, diskodermalida gutxienez taxola bezain indartsua da bularreko minbizi-zelulen aurka eta biriketako minbizi-zelulen aurka indartsuagoa oraindik. Longley aztoratuak zera dio, laurogei aldiz indartsuagoa dela leuzemi zelulen aurka. Orain dela hamarkada bat, konposatua aurkitu zenean, kimikariak berehala hasi ziren hura laborategian lortu ahal izateko lanean. Hauek berri onak dira, orain gutxienez hiru metodo baitaude. ●

denean bakarrik ekoizten dituzte". Arazo hau gainditu ondoren, zientziarentzat substantzia kimiko berriak ekoiztu ditzaketen beste itsas espezie batzuen zelulak hazteko itxaropena dauka Pomponik. Zenbait kasutan animalia horiek osagarriak izan daitezke. Ikerketa lehen urratsetan badago ere,

itsas ornogabeen erauzkintan aurkitutako zenbait substantzia interesgarri animalien barnean edo gainean bizi diren bakterioek eraginak direla gero eta argiago ikusten da. Itsas bakterioak lurreko kideekin konparatuz gero, desberdin samarrak dira. Zenbaitek, izaki lehortarrentzat baliagarria ez den bromoa edo

beste halogeno batzuk ditu. Honek kimika kreatiborako aukerak eskaintzen ditu eta orain arte inoiz ikusi gabeko egitura duten itsas mikrobioek zergatik ekoizten duten azaltzen du. 

<sup>1</sup> Maider Sarriegi Galparsorok euskaratua.