

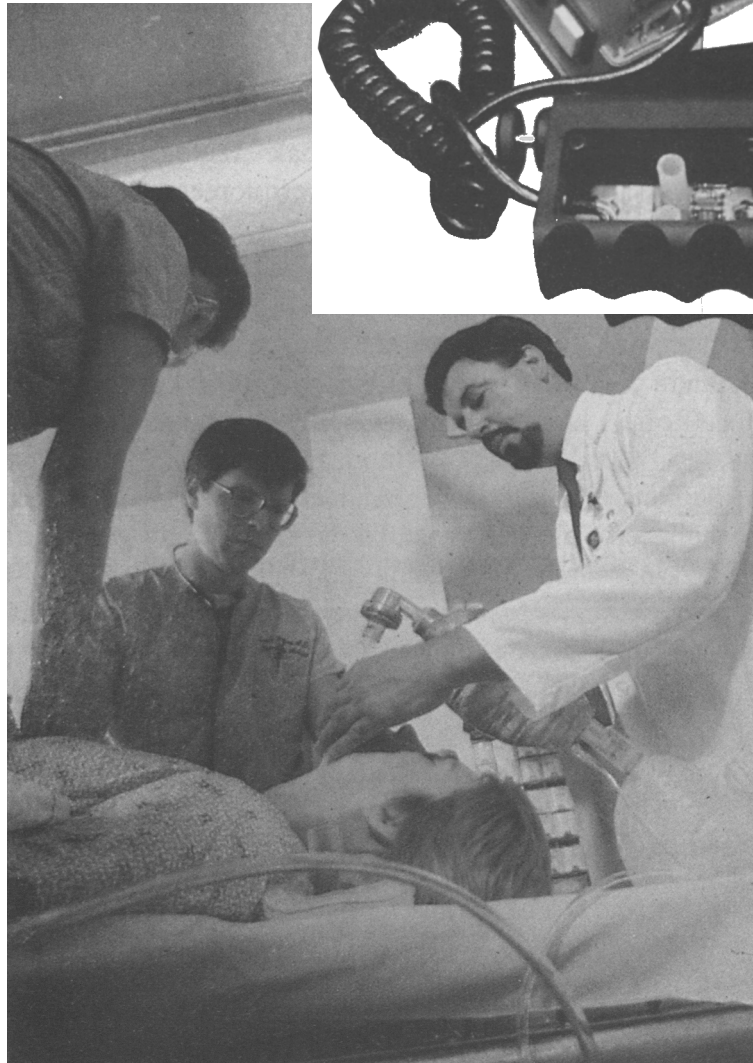
# INJINERUEK BIOLOGIAN JARRIAK DITUZTE BEGIAK

Charles Kingdon eta Sean Newcombe\*

*Bioteknologi industriak badaki zientziaz eta goimailako finantzez, baina oraindik marketing-ari eta produktuaren diseinuari heldu beharra dauka. Inbertsoreak urduritzen ari dira.*

Bioteknologia gero eta irudi ilunagoa ari da hartzen munduko merkatu finantzarioetan. Duela hiruzpalau urte inbertsoreek uste zuten bioteknologia sakonki sartutako edozein enpresa beren diruarentzat leku egokia zela. Orain ez da horrelakorik. Akzio-dunek beren inbertsioak zenbait enpresatan eta lankidetzatan mantendu badituzte ere, atsekabehotsak eta etsipena hazten dira industri arlo asko merkatal helburuak lortzean hutsegiten ari den heinean. Arrazoiak, bioteknologia bera bezalaxe, konplexuak dira.

Izan ere, bioteknologia industriaren abangoardian lanean diharduten teknologia berrietan eta hauen garapenaren abiaburu diren bizitzaren zientzia helduen nahastea da. Oraindaino



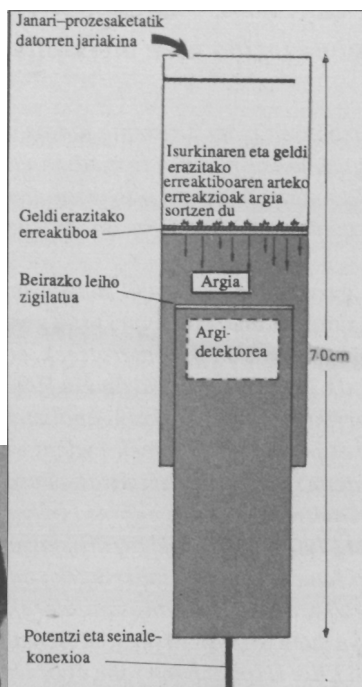
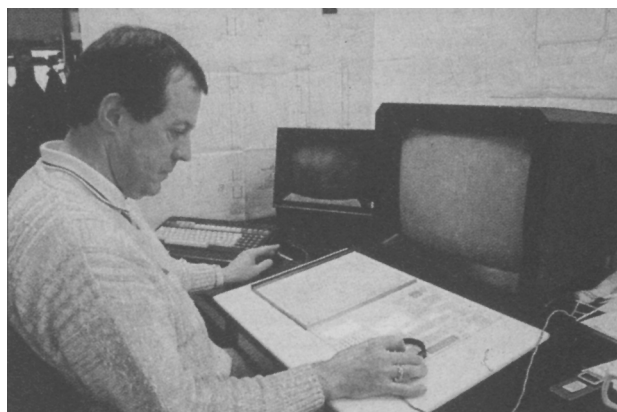
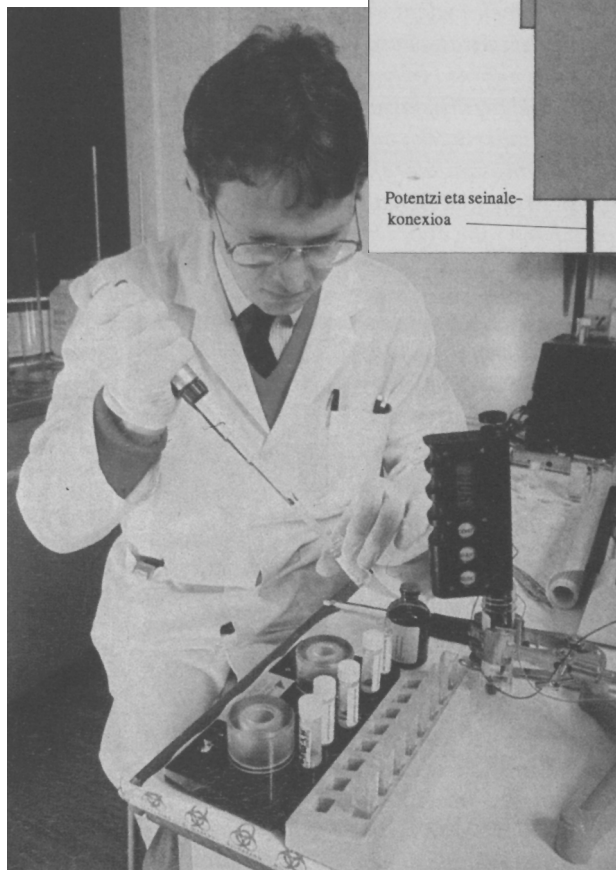
*Zergatik dago gaixoaren bizitza arriskuan (ezkerrean)? Diagnostiko-tresna berriek, hala nola paracetamolaren sentsore-prototipo honek bezala (goian), lagunduko diote medikuari erabakitzen. Sentsore hau bioteknologi industriak jadanik erdietsia duen biologi, elektronika- eta marketing-nahaste arrakastatsu baten ondorio da.*

\* Euskaratzailea: Andoni Sagarna. Jokin Zaitegi Saria 1988.

industriak ez du merkatu berririk sortu (bioteknologiariei prozesurako ekipamendua saltzen dieten zerbitzu-industrientzat salbu). Osera, enpresek laborantza, sanitatea eta janarigintza bezalako merkatu tradizionaletarako produktuak eta zerbitzuak ekoizteko aplikatu dute bioteknologia.

Teknologia desberdin hauek garapen-fase desberdinetan aurkitzen dira hemendik urte batzuetara produktu berriak erdiesteko. Diagnostiko-kitak, hala nola haurdunaldi-testak egitekoak, injinerutza genetikoaren edo antigorputz monoklonalen beharra dutenak, salgai daude dagoeneko. Kit hauek arruntago bihurtuko dira datozen urtetan medikuntzako eta albaiteretzako kirurgietan. Beste produktu batzuek badituzte gizakia- ren hazkuntza-hormona eta biosentsoreak, material biokimiko jakin batekiko sentikorra den gainazala dutenak eta elektronikamoduren bat materialaren presentzia hautemateko. Laborategi asko, Oxfordetik hurbil dagoen Genetics International eta Cambridge Life Sciences bezalako enpresetan, biosentsoreez ari dira lanean. Sensore horien xedea sanitatean eta prozesu industrialen kontrolean egongo da. Gailu sofistikatuagoak, proteinaz edo polimero organikoekin egindako zirkuitu elektronikoak (biochip-ak) esate baterako, ez bide dira merkaturatuko hamar urte baino lehen (New Scientist, 1987ko urtarrilaren 20a, 44 or.).

Gure ustetan bioteknologi industriarekiko merkatu finantzarioetako deskontentamentua Mendebaldeko fenomeno da. Japoniarrak igurikorragoak dira (ikus 58. or.ko atala). Faktore askok



Janaritan bakterioak detektatzeko biosentsore bat (ezkerrean). Bakterioek adenosina trifosfatoa (ATP) ekoizten dute. Lagin bateko ATPak gainazal garden batean jarritako luziferasa deritzon ipurtargien entzima batekin erreakzionatzen du eta argia sortzen. Beste biosentsore-mota batzuk ere erreakzio biokimiko baten ekoizpena atzematen duten zirkuitu elektronikotan oinarritzen dira. Problema da nola funtzionarazi behar diren biokimika eta elektronika era egokian elkarrekin (behean) eta nola diseinatu behar diren biosentsoreak fabrikaziorako (goian).

horien arrazoiak atzera begiratu gero argiak diren arren, aurrakusten gaitzak ziren finantzazientzat eta biologoentzat duela bost urte. Ikerketa- eta garapen-prozesuak bioteknologian beste teknologia batzuetan (hala nola, erdieroalezko osagaietan edo mikroprozesadoreetan oinarritutako produktuetan) baino luzeagoak izan dira. Ikerketa eta garapena bioteknologian luzea da honek suposatzen dituen problema teknikoak era askotakoak eta konplexuak direlako.

Laborategiko problemak ebatzita badaude ere, produktu bat sortzeko behar diren teknologien konbinazioak etsi erazi egiten ditu enpresa txikiak (ikus 59. or.ko taula).

Biosentsoreak hautatu ditugu produktu berriek eskatzen duten itzarote luzearen adibide bezala (New Scientist, 1986ko otsailaren 13a, 38. or.). Biosentsoreak dirateke jende as- korentzat bioteknologian oinarritutako produktuekiko zuzeneko lehen esperientzia. Ontzi egokitan jarri- rik,

eragin dute bioteknologian oinarritutako produktu berrien etorreraren atzerapena. Atzerapen



## **Biologi negozioia bere merkatuekin burruka egiteko prestatzen ari da.**

*Bioteknologiaren industriaren izaera dexente aldatzen da bere hiru merkatu nagusietan: Britainia Haundian eta Europan, EEBBetan eta Japonian. Merkatu bakoitzak eragin desberdina du industriak duen berrikuntzaren ikuspegian.*

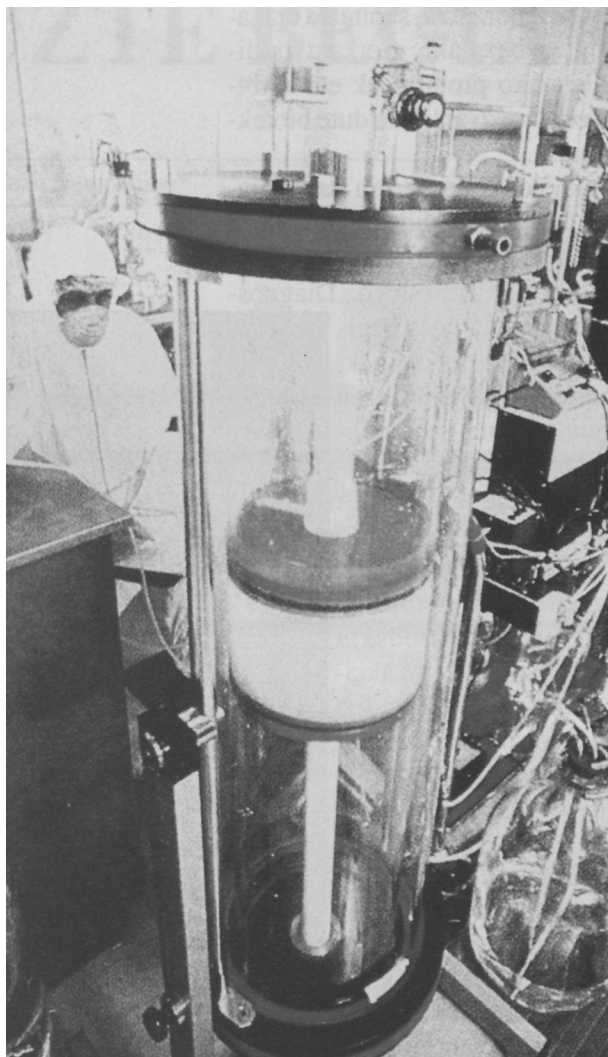
*EEBBek dute ongien garatutako merkatua hiruen artean, bioteknologian espezializatutako 200 enpresatik gora dituelarik. Hala ere, nekeak, erosketek, bateratzeek eta lankidetzek kopuru hau 20tik 30era murriztuko dutela 1990. urteen hamarkadarako aurrirakusten dute merkatu-analisten. EEBBetan enpresek enpresari independenteek kudeatuak izateko joera dute. Normalean merkatu espezializatuak produktuak eta zerbitzuak eskaintzen dizkieten enpresa txikiak dira. Enpresa txiki hauetako bat komertzialki arrakastatsua den bezain laster enpresa handiak bertan inbertitzeko edo haiek erosteko prest agertzen dira. 1985ean, sanitaterako produktu-sail bat hornitzen duen Bristol-Myers-ek Genetic System erosi zuen. Iaz, Fli Lilly Hybitech-en jabe egin zen. Oraintsu, Eastman Kodak-ek lankidetzaren batean parte hartu du, eritasun infekziosoak eta minbizia diagnostikatzeko tresnak garatzeko 10 milioi dolar Cetus-en inbertituz.*

*Enpresari independente gutxi batzuk ari dira bioteknologi arloan I+Gean Japonian. EEBBetan ez bezala, Japonian bioteknologi industria janarigintzan eta kimikan ari diren enpresa handiek kontrolatuta dago nagusiki. (New Scientist, 1986ko irailaren 4ekoa, 38. or).*

*Enpresa hasiberrien sostengu izango diren merkatu espezializatuen bila ibili ordez, bioteknologiaren ikuspegi japoniarrak laborantza, hartzidura, botikagintza eta sanitatza bezalako sektoretan epe luzeko ikerketa eta garapena egitera jotzen du.*

*Tokioko Kirin garagardo-fabrikak eta Mitsubishi industria kimikoak, esate baterako, bakoitzak 100 pertsona baino gehiago ditu bioteknologian ikerketa egiten. Hitachi biochip-ak garatzeko ikerketa-institutu bat eratzen saiatzen dihardu. 1988rako 200 enplegatu edukitzeko asmoa du. Eraikuntzarako Ministraritzak japoniarrak 30 bilioi yen (150 milioi libera esterlina inguru) gastatzen ari da 5 urtetan zehar bioteknologia biosentsoretan eta hondakin-uren prozesaketan aplikatzeko proiektu batean.*

*Japonian enpresa kimiko handien baltzu bat 30 bilioi yen gastatzen ari da Proteinen Injinerutzarako Ikerketa-Institutuan. ICI da partaidetako bat. Institutuak prozesu biokimikoak kontrolatzeko eta jagoteko teknika informatikoak ikerketa ditu. Nazioarteko Merkatalgorako eta Industriarako Ministraritzak honelako lankidetzak asko antolatu ditu epe luzerako ikerketa eta garapenaren barnean; Mendebaldean ondorio geldiezinak izango dituztenak, bereziki erdieroleen industrian. Cocktail industrial honi japoniarrek erantsitako osagai berriagoak marketing-akordioak, atzerriko enprekin batera egingo dituzten salmentarako eta fabrikaziorako abenturak dira. Hitzarmenik berrienetan automobil-fabrikatzaileek parte hartuko dute baina beste batzuetan Kirin eta Californiako Amgen edo Mitsubishi eta Genentech daude.*



*Britainia Haundian bioteknologi enpresa asko azken 5 urteotan abiatu dira. Arrisku-kapital handiak bereganatu dituzte, hamar urte hauetan erdieroleen teknologia ustiatzen duten antzeko enpresek, esate baterako, baino garapen-eta goiztiarragotan.*

*Bi arrazoi nagusi daude diferentzia hau izan dadin. Lehenengoa, unibertsitateen, unibertsitateetako eta ikerketa-institutuetako murriztapenak izaturik, beren kabuz negozioari ekiteko prestatutako enpresarien kopurua puztu eza.*

*Bigarrena, enpresa amerikano batzuen arrakasta espektakularrak abenturazko kapitalistak liluratzea eta produktu berrien etapa goiztiarrean inbertitzera erakartzea. Genentech-ek, esate baterako, hamarkada batean 25 bider handiago egin du bere balioa, Lubrizol, bere inbertsorik handiena gustora utziz.*

*Inbertsio handi koordinatuak Britainia Haundian ez dira EEBBetan eta Japonian bezainbatekoak. Merkatalgo-eta Industri departamentuak duela gutxi milioi bat libera esterlinako dirulaguntza eman die Government Chemist-en*

laborategiari eta Kent-eko Unibertsitateari Biotrans eratzeko. Mikroorganismoek eta entzimek substantzia bat nola transformatzen duten beste bat ekoizteko ikertuko du enpresa honek. Departamentuak beste 3 milioi libera inbertitu ditu landareen injinerutza genetikoaren arloan lankidetzazko ikerketa-programa batean. Programa honetan 11 enpresa parte hartzen ari dira, hauen artean Royal Dutch Shell, Unilever eta Ciba-Geigy. The Medical Research Council, Amersham International eta Thorn EMI-k lankidetzazko hirugarren abenturari ekin diote, milioi bat liberarekin, biosentsore klinikoak garatzeko.

Produktuak lehenbailehen ikusteko amerikanoen gogoarekin eta Japoniaren bere fabrikazio-ahalmena ustiatzeko epe luzerako ikuspegiarekin kontrastean, European ez da joera erkiderik ikusten bioteknologi industriari. Britainia Haundia, ohi bezala, ideien, berrikuntza teknikoaren eta ikerketa onaren iturri oparoa da; ustiapen arrakastatsutan basamortua ere bada ordea. Hala ere, lankidetzak eta elkarrekin ekindako abenturek enpresa esperantzagarri gutxi batzuk sortu dituzte: Boots, Celltech eta Agricultural Genetics Company dirateke

ezagunenak. Abentura-kapitaleko talde asko, Rothschild eta Grand Metropolitan beraien artean, bioteknologiaren zentratu dira Britainia Haundian. Enpresa handiek negozio-arlo berritan egindako inbertsioa, enpresa-abentura izenez ezagutzen dena, gero eta diru-iturri handiago da bioteknologi enpresa berrientzat EEBBetan eta Japonian. Enpresa-abenturak ugaritzen ari dira Britainia Haundian eta European. EEBBetako adibideen artean Lubrizol-ek Genentech-ez eta Monsanto baltzuak Biogen-ez duten interesa ageri dira. Bai Lubrizol-ek eta bai Monsanto-k partaidetza minoritarioak dituzte beste bioteknologi enpresa txiki askotan.

Bioteknologi negoziok munduan zehar duen egiturari bi merkatal filosofia ezagun nabarmentzen dira. Japonia ostera ere inbertsio handiak egiten ari da bere fabrikazio-indarra epe luzera ustiatzeko asmoz. Amerikanoen eta Europeanen ikuspegiak, inbertsioen mailak eta industriaren fama eskasak adierazten duenez behintzat, laster dirua egingo duten enpresak sortuko direla espero izatean datza.

kontrol- eta jagoletza-maila sofistikatuak ekarriko dizkiete, bai industria berriei, bai janari-prozesaketan, garagardogintzan eta botikagintzan diharduten bezero tradizionaleri. Sentsoak hauen sentikortasunak eta erreazio espezifikoak (orain arte laborategietan soilik egiten ziren test medikoak adibidez) egitea ahalbidetuko diete.

Medikuek eta gaixoek behar dituzte biosentsoreak. Kasu askotan, tresna hauek egiteko teknologia aski erraza da. Biosentsoreen eskala handiko produkzioa oztopoa bada ere, ez da gaintu ezinezko hesia. Sarritan tresna horiek ez daude irispidean, diagnosian duten zereginari buruzko uste okerrak daudelako. Enpresa askok biosentsoreak ohizko saiakuntza-sistemen doitasuna, sentikortasuna eta zehaztasuna lortu eta are

gaintu egin behar dituztela eta gainera erosleri abiadura, erraztasun eta sendotasun handiagoak eskaini behar dizkietela uste dute. Hortaz, biosentsore mediko orok laborategi kliniko baten emaitza berberak lortuko dituela espero da, erantzuna segundu batzuetan emango duela, esperientziarik gabeko pertsonalak erabiltzeko bezain sinplea izango dela eta kompetentziaren produktuak baino merkeagoa izango dela. Biosentsoreak garatzeko interesa izan duten enpresa asko helburu hauek denak lortzeko ahaleginak egiten ari dira eta eskuarki porrot egiten dute.

Biosentsoreen abagunerik bikainenena medikuntzan —diagnostiko lasterrak egiteko eta gaixoen osasuna jagozteko tresna bezala— laborategitik at dago. Internistek eta ambulategiek tresna merke eta eragingarria

nahiago dute zenbakizko datu zehazten iturri bat baino, zeren emergentziako diagnostiko bat informazio-espektro zabal baten pentsutan bait dago.

Adibidez, odolean glukosa-maila altuak detektatzen dituen biosentsore batek lagun lezake diabetea diagnostikatzen edo anima lezake diabetiko bat bere asaldura kontrolpean mantentzera. Zehaztasun handia eta doitasuna baino garrantzitsuagoa da diabetikoak osasuna kontrolatzeko biosentsore merke, fidagarri eta sendoa eskura edukitzea. Merkatal garapena izaten ari diren biosentsore asko diabetea detektatzeko edo kontrolatzeko dira. Laborategi klinikoek eskuarki neurtzen dituzten odoleko beste substantzia batzuekiko sentikorrek diren biosentsoreak, laster agertuko dira. Baina lehendik

Britainia Haundian garatua EEBBetan saltzeko: odoleko azukre-mailak neurtzeko biosentsore berri bat.



<i>Diseina ezazu zeure biosentsorea</i>	
<i>Problema</i>	<i>Ezagutza</i>
<i>Eskaria</i>	<i>Marketing-a</i>
<i>Biokatalizadorea</i>	<i>Disoluzioen kimika</i> <i>Inmunokimika</i> <i>Biokimika</i> <i>Mikrobiologia</i>
<i>Transduktorea</i>	<i>Proteinen kimika</i> <i>Polimeroen kimika</i> <i>Kimika organikoa</i> <i>Elektrokimika</i> <i>Optika eta elektrooptika</i>
<i>Datuen manipulazioa eta prozesuen kontrola</i>	<i>Elektronika analogikoa</i> <i>Softwarea</i> <i>Elektronika digitala</i> <i>Diseinu mekanikoa</i>
<i>Prototipoen produkzioa</i>	<i>Materialak</i> <i>Dinamika, analisi termikoa, fluidoena eta tentsio mekanikoa</i> <i>Ergonomia eta diseinu industrialak</i> <i>Produktzio-injinerutza</i>

dauden zerbitzuek betetzen dituzten zereginetarako biosentsoreen beharra mugatua da. Hau batez ere ospitale handietan da egia, non zenbait profesionalek aldarrikatzen bait du bertako laborategiek gaixoen ongizatea hobetu beharko luketela. Ospitale handietako laborategiak deszentralizatzeko ahalegina hobe litzateke espezimenen bilketa hobetzen, saiakuntzetako datuak ematea baztertzen eta errakuntzen proportzioa gutxitzen egingo balitz.

Kirurgian biosentsoreek odolaren analisi arruntak burutzen betetzen dute beren zeregina. Arlo horretako diagnostikatzailerak hipotiroidismoa duten zaharrak bereizteko, alkoholarekiko menpekotasuna adierazten duten substantzia kimikoak neurtzeko, bihotzeko eta biriketako eritasun kronikoen probak egiteko, estreptokokozko eztarriko infekzioak diagnostikatzeko eta abarretarako tresnen behar handia du. Zientzilariek hobe lukete merkatu potentzialen premia hasegabe hauek aztertuko balituzte existitzen diren laborategi zentralekin lehian jarri beharreko tresnetan zentratu baino.

Bioteknologiak antzeko marketing-problema batekin egiten du topo

industrian. Prozesu biologikoak tanga handietan egiten den hartziduratik eta likidoak katalizatzaile biologikotan zehar pasatzen, animalia edo landare-zelulak kopuru handitan hazteraino doaz. Parametro askok dute eragina horrelako prozesuen errendimenduan, zuzenean haietako gutxi batzuk neur daitezkeelarik. Horren ondorioz, prozesu asko kontrolik gabe gertatzen dira, azidotetasuna, tenperatura edo behar bada oxigeno disolbatua neurtzeko laginketa sinpleak salbu.

Gehiena aurreratu diren kontrolak, hautespen genetikoz ekoiztutako material hobetuekin batera, handitu egin behar lukete prozesuaren errendimendua eta murriztu loteen arteko diferentziak. Prozesu biologiko askorentzat eredu matematikoak falta izateak oztopatu egiten du kontrol hobeen garapena. Ereduak, bestalde, ez dira hobetuko prozesuak jabeteko eta zelulek beren inguruneke aldaketek nola erantzuten dieten neurtzeko bitarteko hobeen laguntzarik gabe.

Oro har, industriak neurri hauek egiteko biosentsoreak aski sentikorrak, hauteskorrak eta lasterrak direla uste du. Biosentsoreek sendo-

tasun- eta fidagarritasun-famarik ez edukitzean datza arazoa.

Industrian, mundu medikoan bezalaxe, biosentsoreek gaizki funtzionatuko dutela espero dute eta baztertu egiten dituzte ongi funtzionatzen ez dutenean. Adibidez, biosentsore asko ez daude irakurketak etengabe egiteko diseinatuta eta ez dute hartzigailu batean lurrinezko esterilizazioa jasango. Egokiagoak dira produktio-linea batean lagin erregularrak analizatzen iharduteko, prozesu biologiko batean hau jarraian jagoenez lan egiteko baino. Arazoa ez da hartzigailu baten barruan bizitzak irauteko biosentsore espezifiko bat bilakatzea. Hartzigailutik denbora jakinetan lagin bat hartu eta lagina, forma esteril egokian, biosentsoreari aurkeztuko dion ekipo automatikoaren beharra dago. Laborategiek laginketa aseptikoak maiz egiten dituztenez, prozesua automatizatzeak ez luke apostu gaindiezina izan behar.

Biorreaktoreak batetik kanpoko modulu bateko biosentsore batek ez luke beroaren bidezko esterilizazioa jasan beharrik. Injineruek kalibra eta konpon lezake horrela biosentsorea saiakuntza artean. Hartzigailutik kanpoko biosentsoreen kontrako beste argudio nagusia hau da: laginak ez-adierazgarri bilaka daitezkeela analisisirako bidean. Hau ere injinerutza-arazo bat da. Lagin-fluxu jarrai bat biosentsoreen aurretik pasatzera igortzen saiatutakoan jazoten da nagusiki. Industrian batezbesteko prozesu biologikoa hain geldiro gertatzen da, non kontrolerako ordu-betero irakurketa bat egitea nahikoa eta gehiegi bait da. Hau oso egokia da 4 edo 8 ordutik behin laginak hartzeko ohizko praktikarekin konparatuz gero. Sarritan 24 orduko atzerapena izaten da laborategi batek lagina analizatzeko beta izan dezan arte.

Marketing-az eta diseinuaz gain, osasun-zerbitzutarako edo laborantzarako produktuek erregulazio-kontrolen emendiozko oztopoa gainditu behar dute. Edozein produktu berri arrakastaz garatzeak berrikuntza

aktiboki mantentzeko prestatua dagoen enpresa bat ere behar du. Eskuarki honek zera esan nahi du: gerentziak baduela borondatea hasikinetan dauden teknologiak produktu berriak posible egingo dituzten mailaraino garatzen dirua gastatzeko.

Negozioak, teknologia berrietan lan egitearekin batera, produktu berrientzako erosleak lantzea ere beharrezkoa du.

Teknologiak eta merkatuak al-diberean garatzea berrikuntzaren parte inportantea da: edozein orekafaltak kalte egingo dio produktu berri baten arrakastari. Erreakziozko motoreen saiakuntza ez-birrintzailetan merkatal aplikazioa aurkitzeko 20 urte behar izan zituen holografiarena, muturreko desoreka-kasu bat da. Beste adibide bat custom chips (bezero-chip-ak) deritzen zirkuitu integratuek, aplikazio jakinetarako berariaz prestatzen direnen, garapena da. Hamar urte behar izan ziren norbaitek bezero chip horien aplikazio aipagarri bat aurki zezan. Kontrako egoera dago esate baterako glukosa-maila neur dezaketen biosentsoreen kasuan. Honelako produktuen beharra argia da, baina enpresek zailtasunak dituzte prezio egokiko biosentsore fidagarriak sortzeko.

Industriak diru gehiago eraldi beharra dauka bioteknologian oinarritutako produktuen ikerketan eta garapenean beste zientzia batzuetan oinarrituetakotan baino. Diru eta denbora gehiagoren beharrak urduri jartzen ditu inbertsoreak —hau bereziki nabarmena da, EEBBetan,

gutxiago European eta biziki nabaria Japonian. Cambridge Consultants Limited-ek (CCL) urrats zertxobait ez-ohizkoa eman du bioteknologi industriari bere problema eabazten laguntzeko. CCLk demostraziotarako biosentsoreak garatu ditu produktu hauen ahalmena erakusteko. CCLn diagnostiko medikoan laguntzeko eta prozesu biologikoak jago-teko edo kontrolatzeko tresnentzat merkatu handiak daudela uste dugu. Gure diagnostiko-biosentsoreek paracetamol (gaindositan maiz azaltzen den droga bat) eta kolesterola detektatzen dute.

Planteamendu honen emaitza zuzen bezala, Britainia Haundiko eta Europako enpresek in produktu berrien ahalbideak eztabaidatzen ari gara. Edozein produktu berri merkaturatzeko gero eta kostu handiagoek funtsezko bihurtzen dituzte horrelako lankidetzak. Enpresek finantziazioa eta teknologia eransten dizkiote hautatutako merkatu batean produktu bat ateratzeko behar diren hiru teknikak, h.d. marketing-a, diseinua eta produkzio-injinerutza maneiatzeko CCLk duen gaitasunari.

Enpresek, eta baita zientzilariek ere, sarritan uste dute marketing-a, zeinak produktu bat eta honen ezauzgarri garrantzitsuak diren enbalajea, estiloa eta irabazi-marjinak espezifikatzen bait ditu, ez dela ez beharrezkoa eta ez erabilgarria produktua diseinatua eta garatua dagoen arte. Berez, marketing-ak teknologia laborategitik bulego teknikora pasatzen hasten den bezain laster hasi behar du.

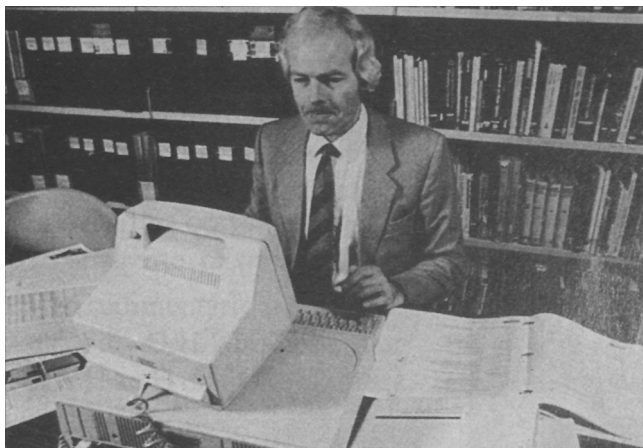
Marketinglariak inplikatzeko

premia argi erakusten du biosentsoreen benetako xedea hasierako diagnosi batean, prozesu zehatzago eta luzeagoak erabili baino lehen, laguntzea dela fabrikatzaileak konturatu ez izanak. Marketing-a ez estimatzeko akats hau biosentsoreak garatzeko programa askok dute. Injinerutzako diseinuaren fasean merkatu-ikerketak duen zeregina produktuen beharra definitzea eta lehiaketazko merkatu batean honen arrakasta segurtatzea da. Marketing-ak diseinuak eta garapenak bezainbateko eragina izan lezake merkatal arrakastan. Hirugarren teknikak, produkzio injinerutzak alegia, diseinufasearen hasieran du bere eginkizuna eta ez garapena eta prototipoen fasea osatu direnean. Ordurako beranduegi izan daiteke produktu baten diseinurik onena lortzeko, gainera fabrikatzeko egokia izango bada. Hiru teknika hauek paraleloki ez aplikatzean huts egitea produktuaren arrakasta arriskutan jartzea da, baina eremu guzti hauetako adituak batzeko atazak atzendu egiten ditu enpresa handiak.

Biosentsoreak, ikertzen eta garatzen zailak diren produktuak dira. Oinarrizko biokimikaz gainera, seinale analogikoak seinale digital bihurtzetik (bateriak diseinatzeraz, elektronika kapsulatzeraz, oso integrazio-maila altura) optikara eta zuntz optikoetara bitarteko trebetasunak behar ditu lan honek. Trebetasun-multzo hau daukan talde bat biltzeak urte asko eskatzen ditu eta taldekideak guztiz okupatuta edukitzeak produktuen artean lankarga jarraia eskatzen du eta egoera hori ia ezinezkoa da.

Ikasgaia argia da. Bioteknologiak bere promesa osoa lortuko badu, industriak merkatal praktika jatorra eta biologian oinarritutako teknologiak konbinatu beharko ditu. Iraganeko eta etorkizuneko industriak inbertitzaileek ezkontza hau gerta dadin segurtatu beharko dute.

Dr. Charles Kingdon, biokimikari nagusia da Cambridge Consultants-eko biofisika-taldean. Sean Newcombe enpresako negozio-garapenerako zuzendaritzako bat.



*Bioteknologiak dirua egiteko behar duzun guztia: oinarrizko zientzia, esperientzia marketing-ean, diseinurako trebetasuna eta produkzio-injinerutza.*