



Dr Gareth Griffith yn y gerddi botanegol yn Aber gyda planhigion cacao ifainc

Ysgubellau'r wrach a chodau barugog: bygythiadau i gyflenwad cacao'r byd

Dr Gareth W Griffith

Mae clefyd ysgubell y wrach (witches' broom disease) wedi creu dinistr sawl gwaith yn niwydiant cacao'r Byd Newydd dros y ganrif ddiwethaf. Pathogen arall sydd yr un mor ddifaol mewn cacao yw clefyd y codau barugog (frosty pod disease). Er yn llai enwog, mae hwn hefyd yn bygwth creu mwy o niwed i'r diwydiant cacao. Nid ein cyflenwad ni o siocled yn unig sydd o dan fygythiad – mae pobl yn colli eu bywoliaeth.

Cacao (*Theobroma cacao* L. [*theo-broma* = bwyd y duwiau]) yw un o'r prif gnydau sy'n cael ei allforio o'r trofannau llaith. Gorllewin Affrica (yn enwedig Côte d'Ivoire a Ghana) yw'r ardal bwysicaf; maent yn cynhyrchu tua 70% o'r cyflenwad byd-eang, ac yn ddiweddar mae ardaloedd o Asia, Indonesia, Malaysia a Fietnam, wedi dechrau tyfu mwy o cacao. Er hynny De America yw cartref gwreiddiol y planhigyn cacao a hefyd cartref hanesyddol y diwydiant cacao. Ond erbyn heddiw mae Brasil (un o brif allforwyr cacao y byd tan tua degawd yn ôl) yn mewnfario cacao. Y prif reswm am y newid hwn yw dyfodiad clefyd ysgubell y wrach i brif ardaloedd cacao Brasil.

O safbwynt cynladwyedd ecolegol, mae cacao yn gnwd delfrydol o'i gymharu ag india corn neu ffa soya, gan nad oes angen palu priddoedd tenau trofanol (sydd yn arwain ar erydiad). Yn ogystal, mae tyfu coed cacao yn creu lloches i fywyd gwylt, yn enwedig adar ymfudol. Bu llywodraeth yr Unol Daleithiau yn annog ffermwyr gwledydd yr Andes i dyfu cacao yn lle coca ar gyfer y diwydiant cyffuriau. Yn anffodus mae tuedd cacao i ddiodeff sawl pla a chlefyd yn golygu ei bod yn anodd darbwyllo ffermwyr i ddechrau neu barhau i dyfu'r cnwd. Pryderir yn benodol ynghylch clefyd ysgubell y wrach a chlefyd y codau barugog sydd yn gallu achosi i gnydau fethu bron yn llwyr.

Hanes Cacao

Defnyddiwyd cacao yn eang trwy Dde a Chanolbarth America cyn dyfodiad Columbus, nid yn unig gan y diwyllianau trefol fel y Maya a'r Asteciaid ond hefyd gan ddiwyllianau Amasonaidd fel yr Yanomami. Wedi i Cortes orchfygu'r Asteciaid, addasodd y Sbaenwyr y ddiod chocolat wreiddiol trwy ychwanegu siwgr a sbeis, a daeth y blas chwerw a'r effaith symbylaidd (a achosir gan yr alcaloid *theobromin*) yn boblogaidd trwy Ewrop gyfan yn ystod yr unfed a'r ail ganrif ar bymtheg. Lledaenwyd planhigfeydd cacao o Mecsico i'r trefedigaethau yn y Caribî, Ynysoedd y Philipinos a De America (Ecuador) gan y Sbaenwyr er mwyn cyflewni'r galw cynyddol o Ewrop.

Yn 1828 fe ddyfeisiodd yr Iseldirwr, Coenraad van Houten, ddull o baratoi powdr coco. Roedd hyn yn hwyloso'r broses o baratoi diodydd ac arweiniodd at greu y siocled cyntaf gan Joseph Storrs Fry ym 1849. O ganlyniad, tyfodd y galw am gocoa yn ystod y 19eg ganrif. Ecuador oedd prif ardal dyfu cacao gydol y 19eg, yn gyfrifol am hyd at 50% o gynnyrch y byd. Datblygodd ystadau helaeth ar hyd arfordir y wlad, ac y mae blas Arriba nodweddiadol ei Cacao Nacional yn hawlio pris uwch na'r un math arall ar farchnadoedd y byd y dydd heddiw.

Clefyd ysgubell y wrach

Daeth cyfnod llewyrchus barwniaid cacao Ecuador i ben yn ddisymwth ym 1921 pan gyrhaeddodd afiechyd a oedd yn anhysbys tan hynny, ond a adnabuwyd gyntaf gan y patholegydd Gerald Stahel yn Surinam (Guyana Isalmaenig bryd hynny). Mewn llai na degawd, yr oedd cyflenwad Ecuador wedi ei haneru. Clefyd *krulloten* y'i gelwid gan Stahel, *escoba de bruxa* (ysgubell y wrach) mewn Sbaeneg. Mae'r clefyd yn achosi i flagur, blodau a ffrwythau'r coed cacao i chwyddo



Yn Ecwador ceir y ddau glefyd efo ar y cyd: Gweler uchod ysgubell glystog (sef blodau wedi ei heintio gan glefyd ysgubell y wrach) a choden a heintwyd gan *M. roreri* yn dangos symptomau clefyd codau baruog (llun gan Richard Birch).



Yn nhre Ilheus, prif dref yr ardaloedd tyfu cacao, mae hyd yn oed y biniau ysbwriel o siap codau cacao.



Madarch y ffwng *Crinipellis perniciosa*

ac ymganghennu gan ymddangos yn debyg i ysgubell gwrach, sy'n esbonio'r enw. Tra'n ifanc, mae'r ysgubellau yn wyrdd llachar ond maent yn marw o fewn mis neu ddau, gan roi arlliw brown i ganopi unrhyw goed sydd wedi eu heintio'n drwm. Mae'r haint yn fwy difrifol yn y blodau a'r ffrwythau ifanc, lle mae'n creu 'ysgubellau clustog' a chodau camffurfiedig. Gall ymosodiad ar y codau hyn achosi heintiad dirgel, na ddaw'n amlwg nes torrir un o'r codennau i'w hagar. Yn ystod y tymor gwlyb sy'n dilyn heintio a lladd yr ysgubellau, mae'r pathogen yn datgelu ei hunan ar ffurf madarch bychain pinc, o'r enw *Crinipellis perniciosa*. Er na all sborau toreithiog y ffwng ddygymod ag amodau sych, gallant ledaenu'r haint yn dra effeithiol o fewn canopïau llaith y planhigfeydd cacao.

Anghyffredin iawn yw ffyngau *agaric* (h.y. yn ffurfio madarch) sydd yn achosi clefydau i blanhigion, er bod nifer o ffyngau eraill yn achosi problemau fel llwydni ac yn y blaen. Un nodwedd unigryw *C. perniciosa* yw ei allu i ymosod ar feinweoedd gwyrdd planhigion iach. Cynhyrchir niferoedd anferthol o (*basidio*) sborau gan *C. perniciosa* (>10 gan bob madarchen) ond nid yw'r rhain yn lledaenwyr gwydn. Er yn effeithiol iawn yn gwasgaru dros bellteroedd byr (<1 km), tybir bod eu dibyniaeth ar leithder uchel a'u hanallu i wrthsefyll pelydredd solar UV-B yn ei gwneud yn annhebygol iawn y gallent wasgaru'r ffwng ymhellach na 60 km.

Mewn gwirionedd, dyn fu prif ledaenwr clefyd ysgubell y wrach, yn ôl pob tebyg mewn codau cacao heintiedig a oedd yn ymddangos yn arwynebol iach. Bu cyflymder lledaeniad y clefyd o Surinam yn 1895 i Ecwador (1921) ac yna Trinidad (1928) yn dystiolaeth o hyn. Yn ystod y 1970au, cyfnod o goloneiddio ardaloedd coediog yn Ecwador Amasonaidd, y croesodd y clefyd yr Andes, wrth i bobl ymfudo i sefydlu planhigfeydd newydd, heb sylwi eu bod yn trosglwyddo'r clefyd yn y codau cacao. Ym Mrasil, arweiniodd datblygiadau cyffelyb at sefydlu ffermydd cacao yn nhaleithiau Amasonaidd Rondonia ac Acre, ac yr oedd yn anochel y byddai clefyd ysgubell y wrach yn ymddangos yno hefyd. Daethpwyd ag arbenigwyr ar dyfu cacao i mewn i'r ffermydd newydd hyn o Bahia ar arfordir yr Iwerydd, prif ardal cacao Brasil yn draddodiadol. Er gwaethaf ymdrechion Paolo Alvim (gweler yr erthygl Aber a Brasil sydd yn dilyn hon) ac eraill i roi cyhoeddusrwydd i'r perygl, roedd y clefyd wedi lledaenu i Bahia erbyn 1989.

Mae tyfu cacao yn ran annatod o ddiwylliant talaith Bahia. Yn Ilheus, prif dref yr ardaloedd tyfu cacao, mae hyd yn oed y biniau ysbwriel o siap codau cacao. Ganed un o awduron pwysigaf Brasil, Jorge Amado, yn y dref gyfagos Itabuna yn fab fferm cacao, ac mae nifer o'i nofelau, er enghraifft *Gabriela, Cravo e Canela* (a gyfieithwyd i'r Saesneg fel *Gabriela, Cloves and Cinnamon*), yn ymwneud â diwylliant y ffermywr cacao.

O ganlyniad i'r ardaloedd eang o goed cacao a'r ffaith nad oes tymor sych pendant yn ardal goedwigol y Mata Atlántica (sydd yn galluogi'r ffwng i heintio trwy gydol y flwyddyn), bu'r anrhaith a achoswyd gan ddyfodiad clefyd ysgubell y wrach yn waeth nac yn unrhyw ardal arall. Oherwydd presenoldeb cyson y sborau heintiol, mae rhai coed yn cael eu lladd gan yr haint, rhywbeth na welir yn digwydd unrhyw le arall. Cafodd ardal eang o amgylch Ilheus ei llethu yn economaidd. Amcangyfrifir bod 200,000 o bobl wedi colli eu gwaith o ganlyniad, a bod 2 filiwn arall wedi dioddef yn anuniongyrchol. Ymysg y sgil-effeithiau roedd cynnydd aruthrol mewn troseddau a diblogi.

Fodd bynnag, gwenwyn y naill yw mêl y llall. Bu trafferthion tyfwyr cacao De America yn gyfle i ehangu'r planhigfeydd yng Ngorllewin Affrica ac Asia. Yr hyn a ofnir fwyaf yw y gallai hwylydder teithio rhyng-gyfandirol (yn enwedig teithiau awyr uniongyrchol rhwng gwledydd trofannol) ledaenu clefyd ysgubell y wrach i'r parthau hyn. Cacao yw sylfaen economaidd y Côte d'Ivoire a Ghana, a buasai dyfodiad y clefyd yn drychineb ddyngarol yn ogystal ag un economaidd.

Rheoli'r clefyd

Unwaith y bydd clefyd ysgubell y wrach wedi ymsefydlu mewn planhigfa, gall leihau'r cynnyrch hyd at 90%, ac er gwaethaf canrif o ymchwil, ni ddyfeisiwyd unrhyw strategaeth wirioneddol effeithiol i'w reoli. Gan fod ffwngleiddiaid yn aneffeithiol ar goed mewn ardaloedd trofannol, tocio'r ysgubellau, er yn waith llafurus, yw'r dull gorau i reoli'r clefyd.

Yr ateb delfrydol fyddai bridio mathau newydd o goed cacao i wrthsefyll y ffwng. Bu nifer o ymgyrchoedd i gasglu germplasm cacao 'gwyllt' o Orllewin Amasonia i'w ddefnyddio mewn rhaglenni bridio, ac fe wyddys fod rhai llinachau o goed cacao gwyllt yn gallu ▶

gwrthsefyll y pathogen; er hynny mae rhaglenni bridio coed yn araf, ac y mae'n anodd cyfuno nodweddion gwrthsafol â nodweddion eraill megis blas da a chnydio toreithiog. Yn Ecuador tyfir un llinach gwrthsafol CCN51 yn eang ond trwy wneud hyn collir y blas Arriba gwerthfawr. Yn yr un modd ym Mrasil yn ystod y blynyddoedd diwethaf, datblygwyd nifer o glonau sy'n gwrthsefyll clefyd ysgubell y wrach yn well. O ganlyniad i ddatblygiadau diweddar mewn embryogenesis somatig a thechnegau microluosogi, gellir amlhau a dosbarthu'r clonau hyn yn llawer cynt nag yn y gorffennol.



Dail yn crino, un o symptomau clefyd ysgubell y wrach

roddwyd lawer o sylw i'r clefyd hwn o'i gymharu a chlefyd ysgubell y wrach, ond sylweddolwyd yn yr ardaloedd lle mae'r ddau glefyd yn cyd-ddigwydd, fod clefyd y codau barugog dipyn yn anoddach i'w reoli gan fod y symptomau yn llai amlwg.

Fe ddarganfuwyd *M. roreri* gyntaf ar arfordir Ecuador yn 1917, er ei bod yn bosibl i'r clefyd fod yn yr ardal am dros 20 mlynedd cyn hynny. Fel yn achos clefyd ysgubell y wrach, mae clefyd y codau barugog wedi lledaenu trwy ardaloedd arfordirol y Môr Tawel ac yn wahanol i glefyd ysgubell y wrach, mae wedi croesi bwlch Darien, gan gyrraedd planigfeydd Panama, Nicaragua a Chosta Rica. Mae'n debyg mai dynion oedd y cludwyr diarwybod a fu'n gyfrifol am ei ledaenu i'r gogledd. Mae'r modd y mae'n parhau i ledaenu drwy ardaloedd Amasonaidd Peru yn awgrymu ei fod bellach yn fygythiad i blanhigfeydd Brasil.

Yn 1981 fe sylwodd y patholegydd Harry Evans fod rhai nodweddion tebyg gan *M. roreri* a *C. perniciosa*, sef bod ymddygiad y ddau ffwng o fewn meiwedd cacao yn debyg iawn. Yn Aberystwyth, penderfynwyd astudio'r berthynas rhwng *C. perniciosa* a *M. roreri* ymhellach. Fe'm synnwyd gan y canlyniadau, sef fod y ddau yn perthyn yn agos iawn i'w gilydd, er gwaethaf y ffaith eu bod yn edrych yn hollol wahanol. Ymddengys mai *M. roreri* yw perthynas agosaf *C. perniciosa*. Mae'n debyg bod hynafiaid *M. roreri* wedi colli'r gallu i atgennedlu'n rhywiol drwy ffurfio madarch, a bellach maent yn atgennedlu trwy ffurfio'r sborau lliw hufen yn unig.

Casgliadau

Caiiff cacao ei fasnachu fel nwydd rhyngwladol, ac y mae'r pris yn amrywio yn ôl deddfau cyflenwad a galw, yn ogystal â llu o ffactorau gwleidyddol ac economaidd eraill. Mae gwledydd eraill sy'n cynhyrchu cacao wedi llenwi'r bwlch a adawyd yng nghyflenwad cacao'r byd, o ganlyniad i'r clefydau yng ngwledydd America. Felly nid yw trafferthion y diwydiant yn Ne America yn debygol o effeithio ar y cyflenwad byd-eang (er y gall gwneuthurwyr ddod i ddiybnyu ar darddle arbennig am ansawdd neu flas penodol). Fodd bynnag,

Clefyd codau barugog

Mae clefyd codau barugog a achosir gan *Monoiophthora roreri* yn bresennol yn Ecuador, Colombia, Peru a Chosta Rica ac yn ymosod yn unig ar y codau anaeddfed. Mae'n ymddangos fel namau brown ar arwyneb y goden ac yna yn cynhyrchu haen o sborau lliw hufen.

Tan yn ddiweddar ni

dylid rhoi sylw i'r bygythiad o du clefyd ysgubell y wrach a chlefyd y codau barugog, rhag iddynt ledaenu i rannau eraill o'r byd. Mae'r berthynas agos rhwng yr organebau achosol yn cynnig peth gobaith, am fod lle i greu bod y ddau bathogen yn debyg iawn i'w gilydd ar lefel celloedd a biocemeg. Gallent ymateb, felly, i'r un mathau o gyfryngau gwrth-ffyngol, neu ffactorau gwrthsafol newydd mewn llinachau diweddar o goed cacao. Mae'r gwaith o ganfod dilyniant cyfan genom *C. perniciosa* ar y gweill ym Mrasil. Gellir gobeithio y bydd y ddealltwriaeth fiolegol lawnach a ddaw yn sgil y prosiect hwnnw yn datgelu gwendidau sylfaenol yn arfogaeth y pathogen anghyffredin a phrydferth hwn, ac yn arfogaeth ei berthynas *M. roreri*.

Mae Dr Gareth Griffith yn ddarlithydd yn Sefydliad Gwyddorau Biolegol y Brifysgol. Mae ei ddiddordebau ymchwil yn cynnwys ecoleg ffyngau glaswelltir, erbioleg ffyngau a cytometreg lliw ac ecoleg ffyngau rwmen anaerobig, yn ogystal â phatholeg cacao.

Aber a Brasil

Bu cysylltiadau rhwng Aber a De America ym maes ymchwil cacao ers y chwedegau. Ar y pryd roedd Aber yn arwain y byd ym maes ymchwil hormonau planhigion, trwy waith y diweddar Athro Philip Wareing FRS a'i gydweithwyr (yn cynnwys yr Athro Mike Hall, Aileen Smith, Ian Scott a'r diweddar Roger Horgan a Peter Saunders). Yn wir, yma y darganfuwyd yr hormon auxin. Mae symptomau rhyfeddol clefyd ysgubell y wrach yn arwydd o



Yr awdur Gareth Griffith yng nghwmni teulu Paolo Alvim (chwith), un o fawron ymchwil cacao yn Ne America. Bu ei gefnder Ronaldo Alvim (a fu farw yn y 90au) yn astudio gyda'r Athro Wareing yn Aberystwyth. Ganed y ferch yn y llun yn Aberystwyth tra roedd ei thad Paolo Alvim (chwith) yn gweithio yn Aber yn y 70au. Mae ei gŵr hi, Julio Cascardo (dde), yn gweithio ar glefyd ysgubell y wrach.

anghydbwysedd yn hormonau'r planhigyn ac felly wedi denu diddordeb sawl ffisiolegydd. Ar ddechrau'r saithdegau Ronald Alvim oedd y cyntaf o nifer o fyfyrwyr o Frasil i astudio gradd ymchwil PhD yn Aber (Teitl: *Studies on endogenous hormones in relation to dormancy in woody plants*). Yn ogystal fe dreuliodd ei gefnder, Yr Athro Paolo Alvim, gyfnod yma a ganed ei ferch Fatima yn Aber. Mae Paolo Alvim yn un o gewri gwyddonol Brasil ac er ei fod dros 80 oed mae yn parhau yn iach. Roedd yn fraint fawr ei gyfarfod wrth ymweld â Bahia yn ddiweddar. Mae'r traddodiad teuluol o astudio cacao yn parhau, gan fod Fatima a'i gŵr Dr Julio Cascardo yn ymchwilio i glefyd ysgubell y wrach ym Mhrifysgol Santa Cruz ger Ilheus. Mae grŵp ymchwil Julio yn rhan o rwydwaith eang ym Mrasil sydd yn canfod dilyniant genom y ffwng sydd yn achosi'r clwy. Mae sawl papur gwyddonol ar y gweill rhwng y grŵp yn Aberystwyth a'r ymchwilwyr ym Mrasil.

Diolchiadau

Hoffai'r awdur ddiolch i Cocoa Research UK Ltd am gyllido y gwaith ar ysgubell y wrach, i Dr Ian Scott ac i'w gyn-gydweithwyr Jean Nicholson, Richard Birch a Dr Anja Nenninger am eu cefnogaeth a'u gwaith caled. ■