Canllaw Adolygu

Bioleg - Uned 4

TAG Safon Uwch CBAC

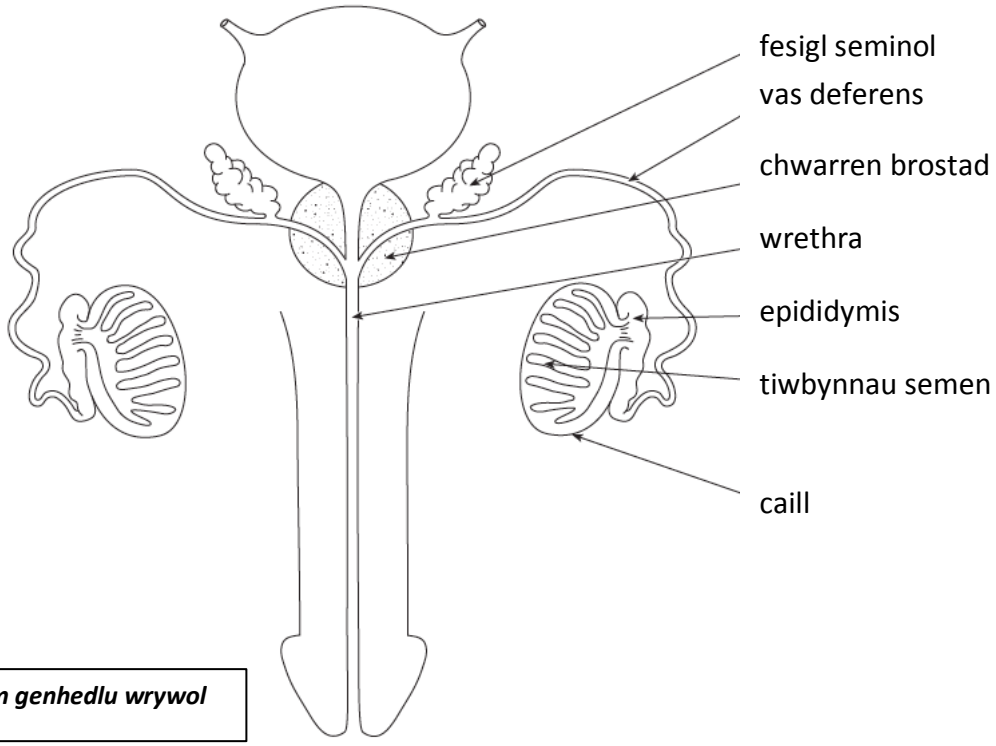
Cafodd y nodiadau yma eu hawduro gan athrawon profiadol er mwyn cefnogi myfyrwyr wrth iddynt adolygu ar gyfer eu harholiadau TAG Safon Uwch. Er bod yr adnoddau yn gynhwysfawr, efallai nad ydynt yn cynnwys holl agweddau'r fanyleb nac yn cynrychioli dyfnder y wybodaeth sydd ei angen ar gyfer pob uned o waith.

Cynnwys

Tudalen	Adran
3	4.1 – Atgenhedlu Rhywiol mewn Bodau Dynol
13	4.2 - Atgenhedlu Rhywiol mewn Planhigion
21	4.3 - Etifeddiad
36	4.4 - Amrywiad ac Esblygiad
49	4.5 - Cymwysiadau Atgenhedliad a Geneteg
62	Cydnabyddiaethau

Adran 4.1 – Atgenhedlu Rhywiol mewn Bodau Dynol

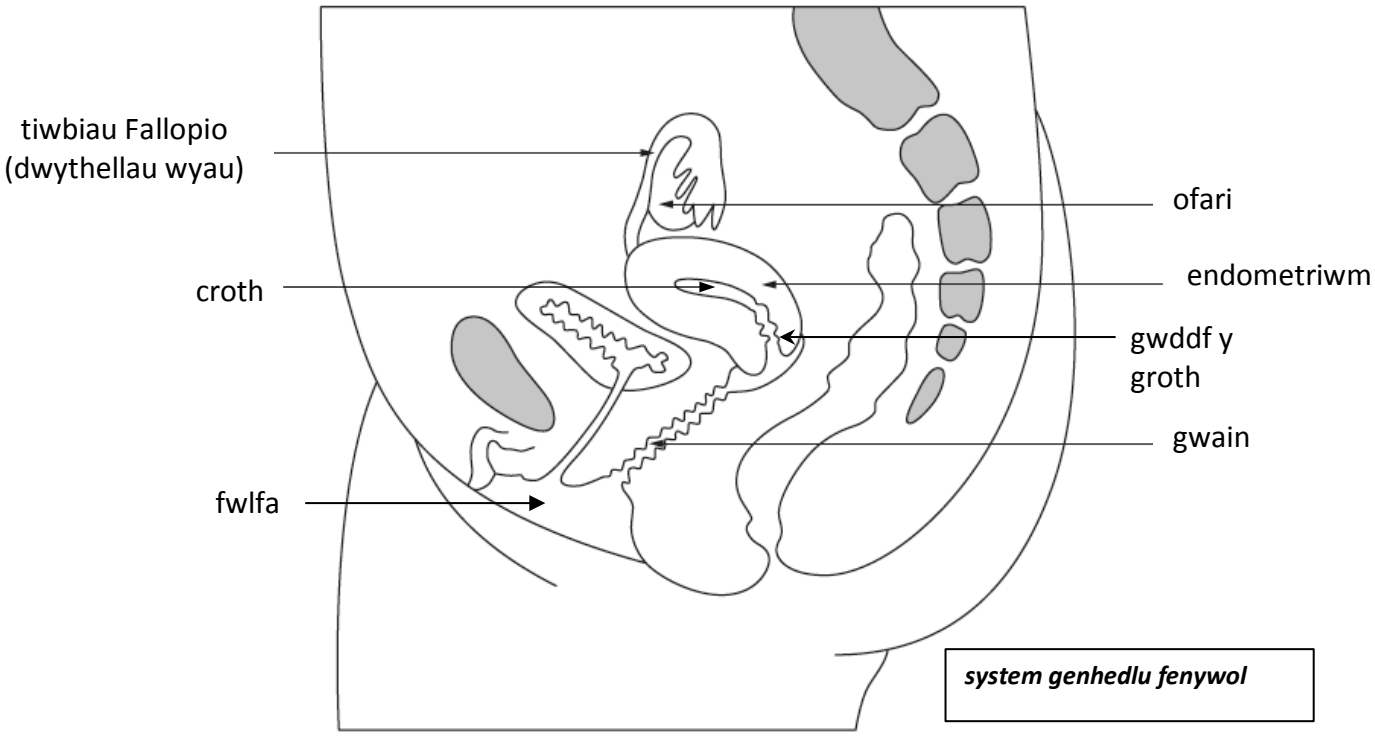
Y System Genhedlu Wrywol



System genhedlu wrywol

Adeiledd	**Swyddogaeth**
Ceillgwd	Sach allanol o groen sy'n dal y ceilliau.
Ceilliau	• Cynhyrchu gametau (ffurfio sberm drwy gyfrwng sbermatogenesis), • Cynhyrchu testosteron.
Epididymis	Mae sberm yn cael eu storio yma ac yn aeddfedu i fod yn gwbl fudol.
Vas deferens	Cludo sberm tuag at y pidyn yn ystod alldafliad.
Fesigl seminol	Secretu hylif i mewn i'r vas deferens sy'n cynnwys cymysgedd o gemegion sy'n gwneud tua 60% o semen. Mae'r hylif seminol yn darparu maetholion i'r sberm fel ffrwctos ar gyfer resbiradaeth ac asidau amino. Mae'r hylif seminol yn alcalïaidd, sy'n helpu i niwtralu asidedd unrhyw wrin sydd ar ôl yn yr wrethra ac asidedd llwybr y wain.
Chwarren brostad	Secretu hylif i mewn i'r vas deferens sy'n cynnwys cymysgedd o gemegion sy'n gwneud tua 30% o semen. Mae hylif y prostad yn cynnwys ïonau sinc ac mae hefyd yn alcalïaidd, sy'n helpu i niwtralu asidedd unrhyw wrin sydd ar ôl yn yr wrethra ac asidedd llwybr y wain.
Wrethra	• Cludo semen (cymysgedd o sbermatosoa, hylif seminol a hylif y prostad) drwy'r pidyn ac allan o'r corff. • Cludo wrin o'r bledren drwy'r pidyn ac allan o'r corff.
Pidyn	Organ arbenigol sydd wedi addasu i drosglwyddo semen i'r wain yn ystod cyfathrach rywiol.

Y System Genhedlu Fenywol



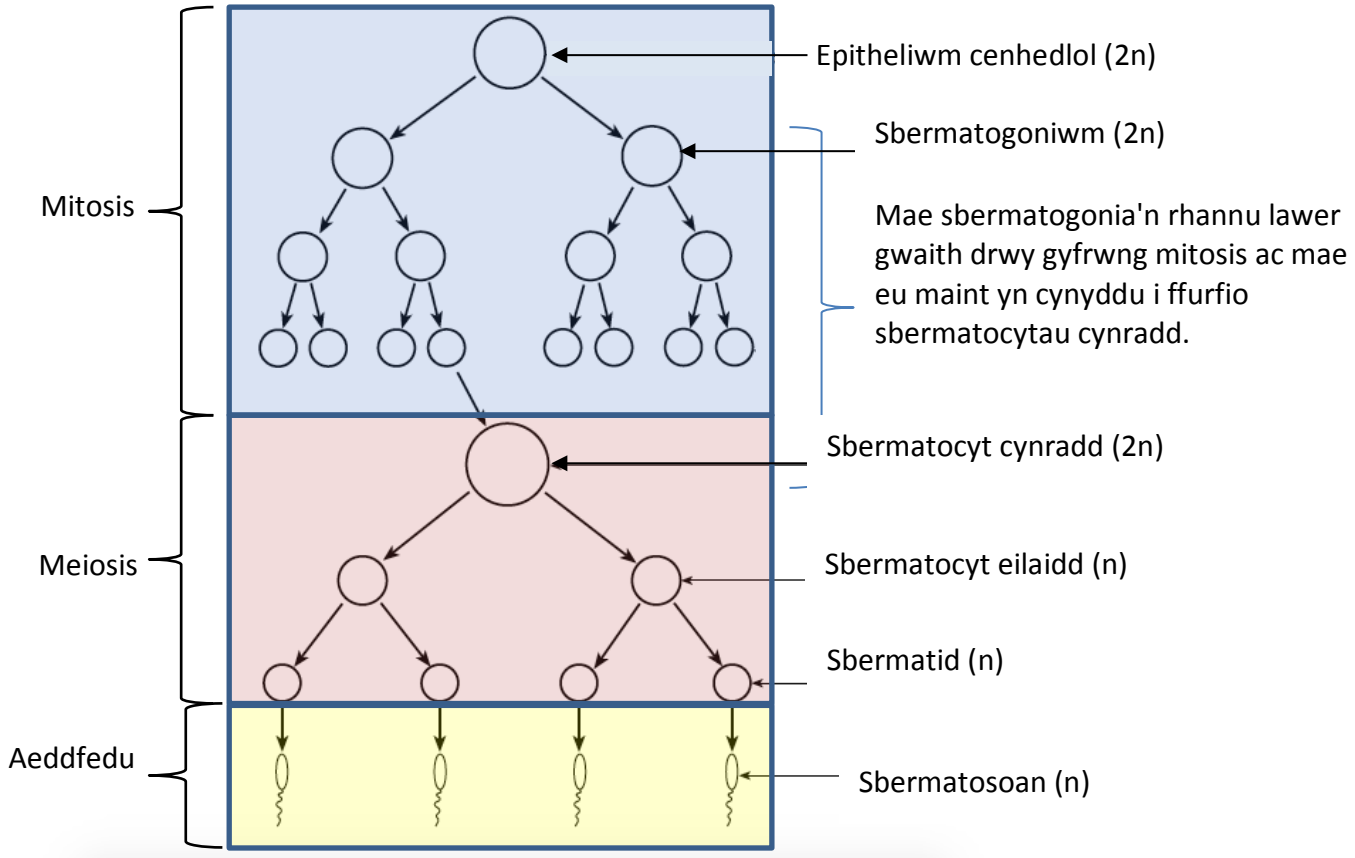
system genhedlu fenywol

Adeiledd	**Swyddogaeth**
Ofari	• Cynhyrchu gametau (oocytau eilaidd yn ffurfio yn ystod oogenesis), • Cynhyrchu oestrogen a phrogesteron.
Tiwbiau Fallopio (dwythellau wyau)	Mae gan y rhain leinin o gelloedd epithelaidd ciliedig sy'n symud yr oocyt eilaidd i'r groth.
Croth	Dal y ffoetws sy'n datblygu tan iddo gael ei eni.
Endometriwm	Haen fewnol mur y groth. Mae ganddo gyflenwad gwaed da ac mae'n adeiladu bob mis yn ystod y gylchred fislifol. Os nad oes embryo yn mewnblannu, caiff yr endometriwm ei golli yn ystod y mislif.
Gwddf y groth	Cylch cul o feinwe gyswllt a chyhyr. Mae'n gweithredu fel rhwystr rhwng y groth a'r amgylchedd allanol yn ystod beichiogrwydd. Yn ystod beichiogrwydd, mae plwg mwcaidd yn ffurfio yng ngwddf y groth sy'n helpu i atal pathogenau rhag mynd i mewn.
Gwain	Mae ganddi furiau cyhyrog ac mae'n agor yn y fwlfa. Mae semen yn cael ei roi yn y wain yn ystod cyfathrach rywiol ac mae'r ffoetws yn gallu mynd allan o'r groth drwy'r wain yn ystod genedigaeth.

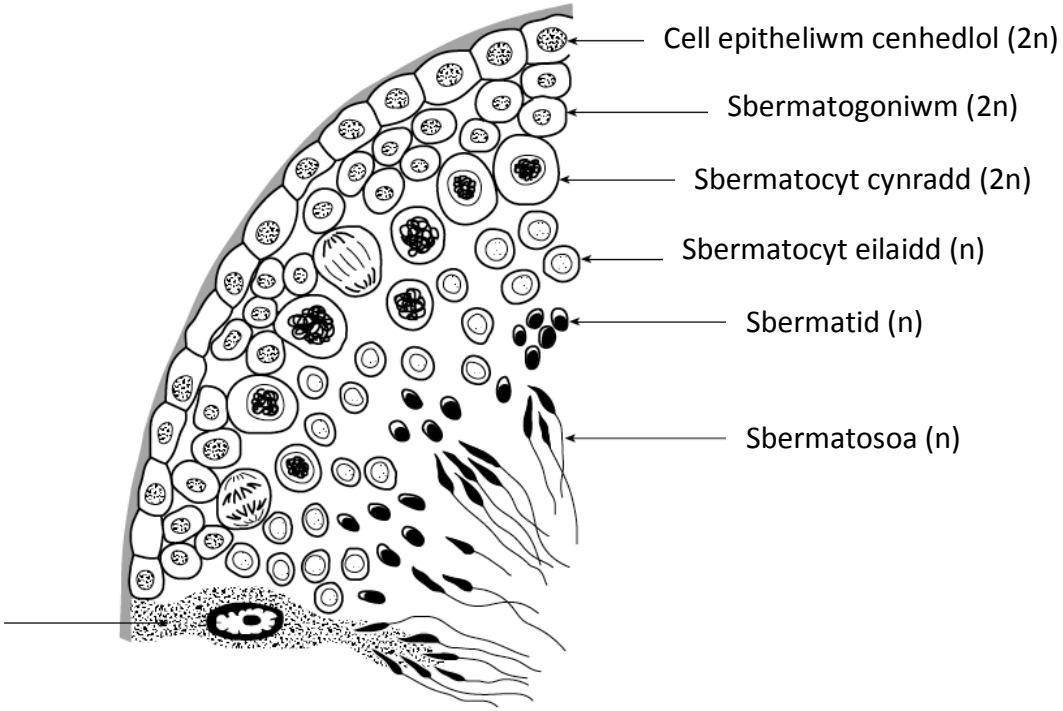
Sbermatogenesis - ffurfio sberm mewn caill

- Mae sbermatogenesis yn digwydd yn y tiwbynnau semen.

Sbermatogenesis yw'r broses o ffurfio sberm mewn caill

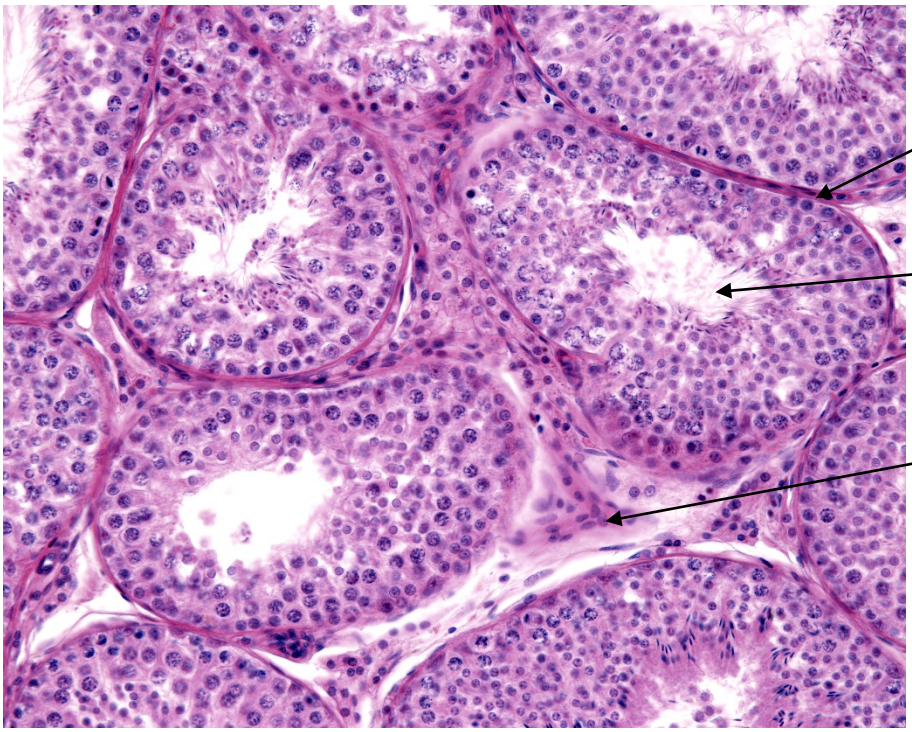


Lluniad toriad ardraws drwy diwbyn semen yn dangos sbermatogenesis



Cell Sertoli
Darparu maeth i sbermatidau a'u hamddiffyn nhw rhag system imiwnedd y gwryw.

Toriad Ardraws Caill yn dangos llawer o diwbynnau semen



Pilen waelodol meinwe gyswllt o gwmpas tiwbynnau semen

Lwmen y tiwbyn semen

Celloedd interstitaidd (celloedd Leydig) Secretu testosteron sy'n symbylu sbermatogenesis

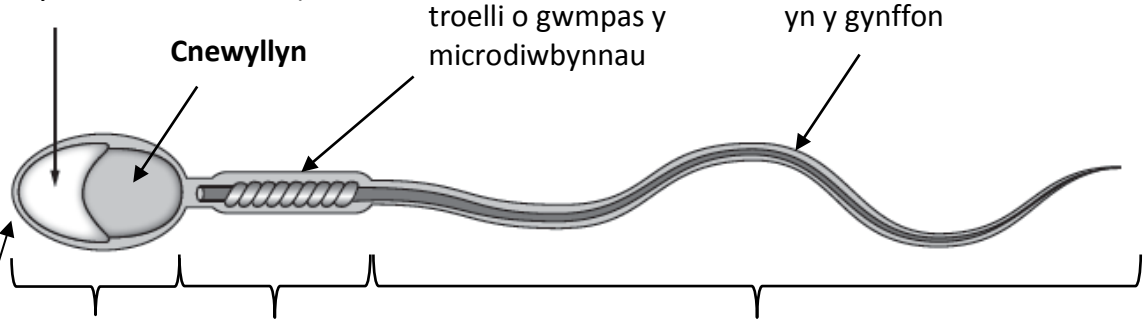
Chwyddhad Uchel Adeiledd a swyddogaeth cell sberm

Acrosom yn cynnwys ensymau proteas *(gweler yr adwaith acrosom)*

Cnewyllyn

Mitocondria yn troelli o gwmpas y microdiwbynnau

Ffilament echelinol yn y gynffon



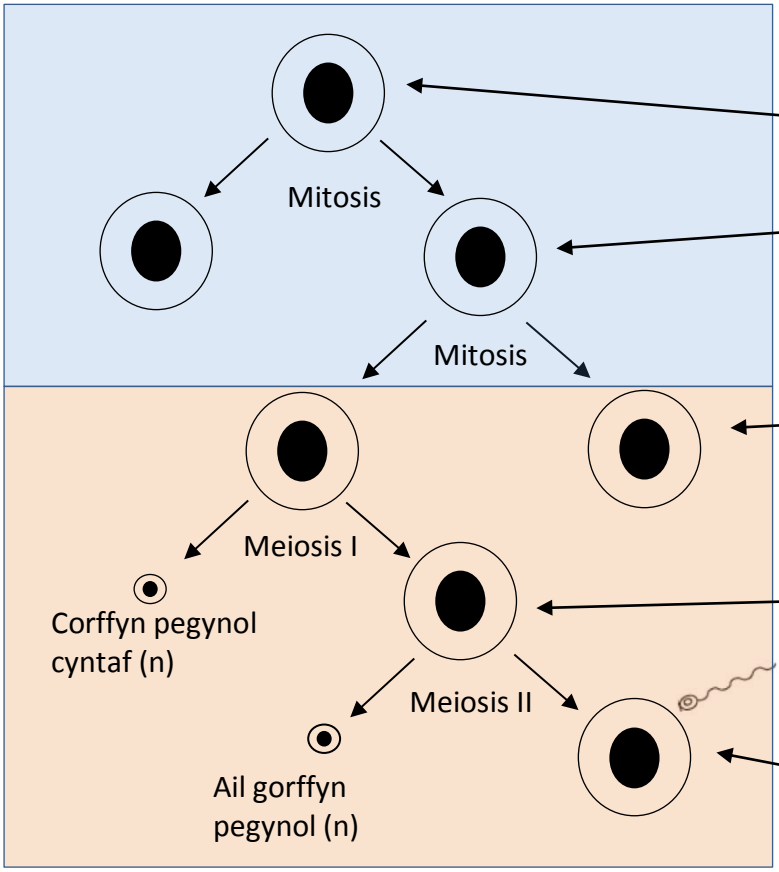
Mae'r gellbilen yn mynd yn fwy athraidd yn ystod cynhwysiant.

Pen
5µm

Darn canol
8µm
Mae'n cynnwys microdiwbynnau sy'n gyfrifol am symud y gynffon.
Mae'n cynnwys niferoedd mawr o fitocondria, wedi'u troelli o gwmpas microdiwbynnau, i ddarparu ATP i'r microdiwbynnau.

Cynffon
50µm
Mae microdiwbynnau o'r darn canol yn ymestyn i'r ffilament echelinol yn y gynffon. Mae symudiad chwipio'r gynffon yn gyrru'r sbermatosoa ymlaen.

Oogenesis



Oogenesis yw'r broses o gynhyrchu ofa

Epitheliwm cenhedlol (2n)

Oogoniwm (2n)
Rhannu lawer gwaith a mwyhau i gynhyrchu nifer mawr o oocytau cynradd

Oocyt cynradd (2n)
Presennol ar adeg genedigaeth, ond datblygiad wedi'i arafu yn ystod Proffas I

Oocyt eilaidd (n)
Meiosis I wedi'i gwblhau yn union cyn ofwliad.
Meiosis II yn stopio ym metaffas II

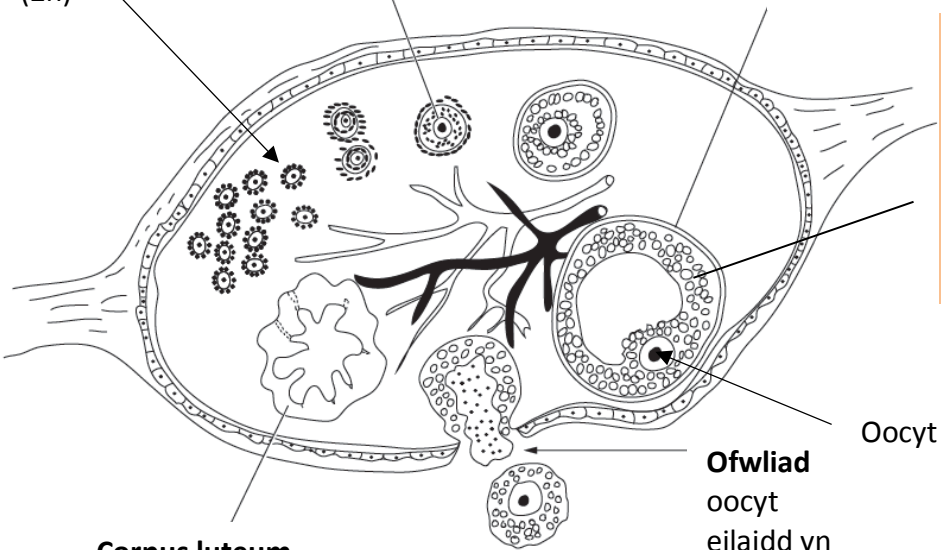
Ofwm (2n)
Meiosis II wedi'i gwblhau os yw ffrwythloniad yn digwydd.

Lluniad toriad ardraws drwy ofari

Ffoligl cynradd
yn cynnwys oocyt cynradd (2n)

Ffoligl eilaidd yn datblygu wrth ymateb i FSH

Ffoligl Graaf
(ffoligl eilaidd aeddfed)
yn cynnwys oocyt eilaidd yn barod am ofwliad.



Pelen o gelloedd diploid o gwmpas oocyt yw ffoligl. Mae celloedd y ffoligl yn datblygu ac mae eu niferoedd yn cynyddu wrth i'r oocyt ddatblygu.

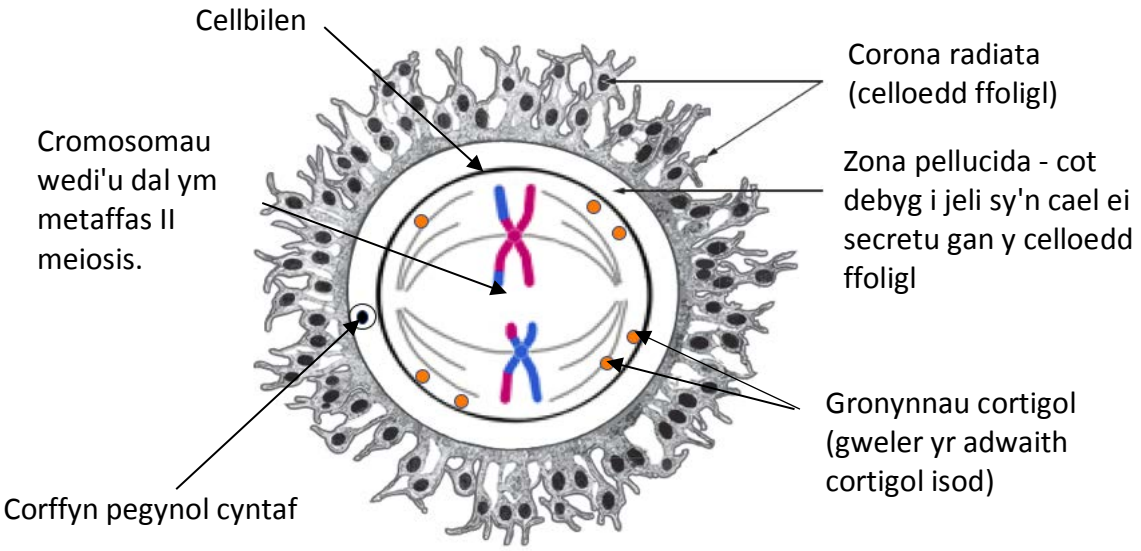
Oocyt eilaidd

Ofwliad
oocyt eilaidd yn cael ei ryddhau

Corpus luteum

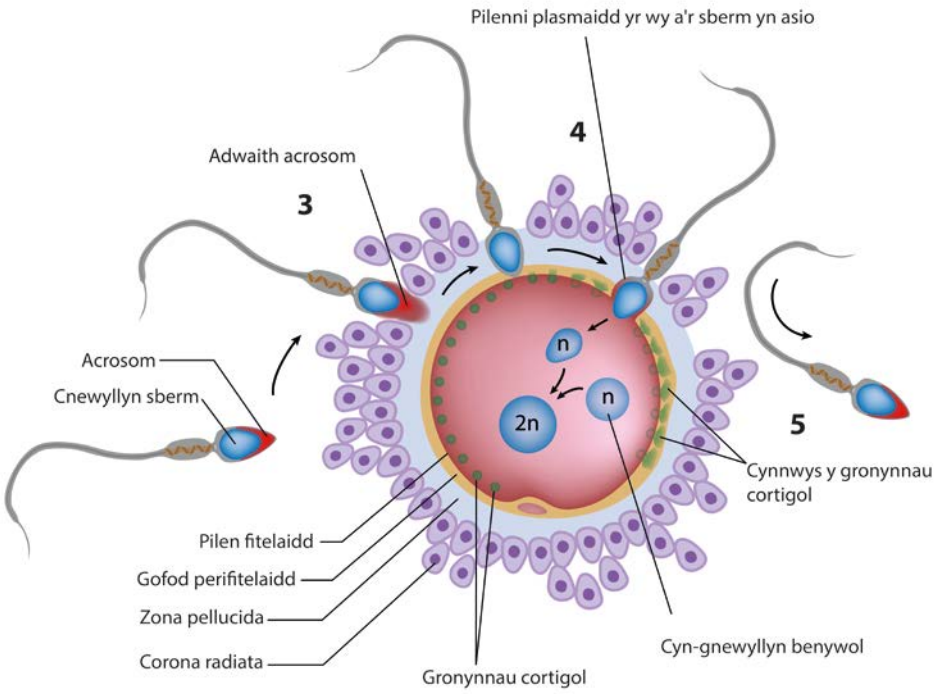
- Datblygiad wedi'i symbylu gan LH.
- Os yw ffrwythloniad yn digwydd, mae'n dechrau secretu progesteron ac oestrogen.

Adeiledd oocyt eilaidd



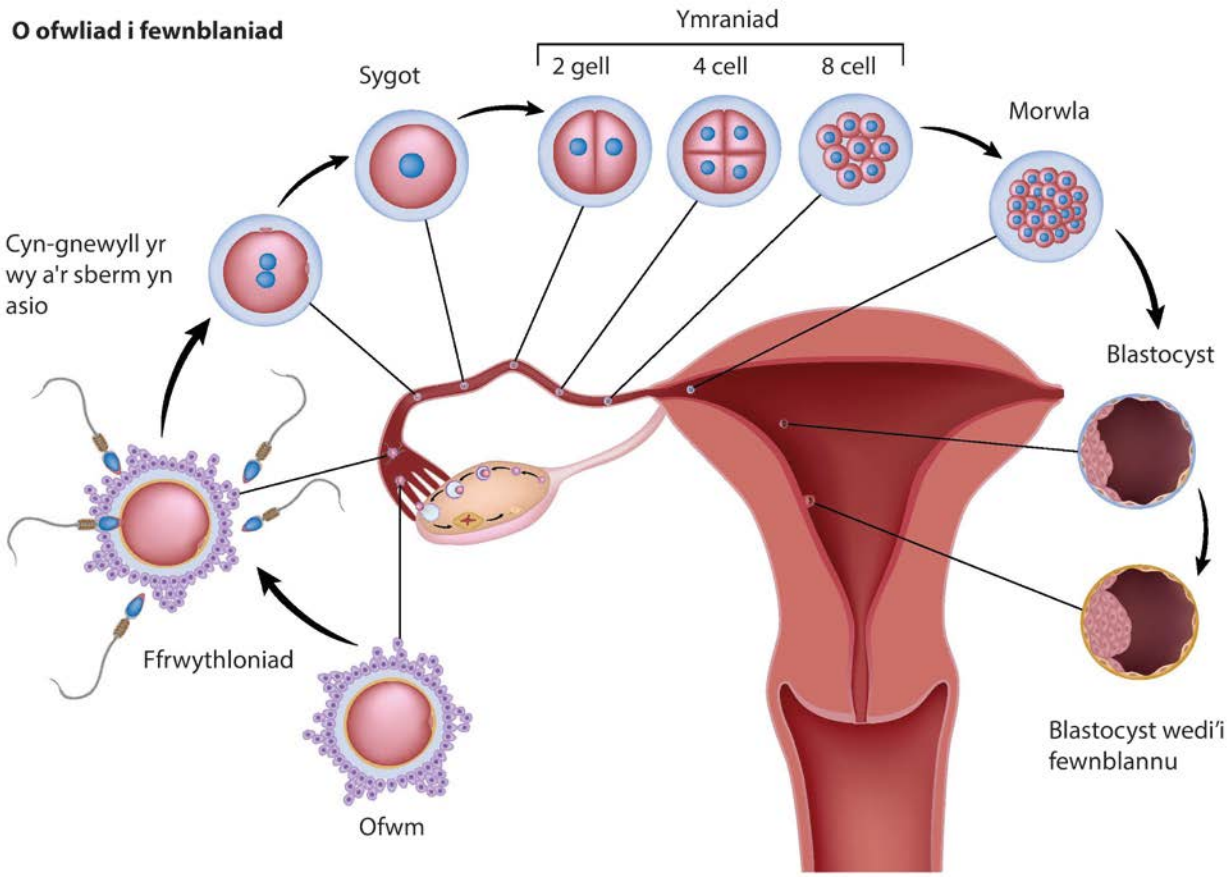
Ffrwythloniad

1. Ar ôl cyfathrach rywiol, mae'r sbermatosoa'n symud i diwbiau Fallopio.
2. Mae **cynhwysiant** yn cynyddu athreiddedd y gellbilen ym mhen y sberm uwchben yr acrosom.



3. Mae'r **adwaith acrosom** yn rhyddhau ensymau hydrolas sy'n treulio'r zona pellucida.
4. Mae pilenni'r sberm a'r oocyt eilaidd yn **asio**; mae deunydd genetig y gell sberm yn mynd i'r oocyt eilaidd gan **sbarduno cwblhau meiosis II** a ffurfio ofwm ac ail gorffyn pegynol.
5. **Adwaith cortigol** lle mae gronynnau cortigol yn asio â'r gellbilen ac yn addasu'r zona pellucida i ffurfio'r bilen ffrwythloniad; mae hyn yn atal polysbermedd.
6. Cnewyll y sberm a'r ofwm yn asio i ffurfio **cnewyllyn sygotig**.

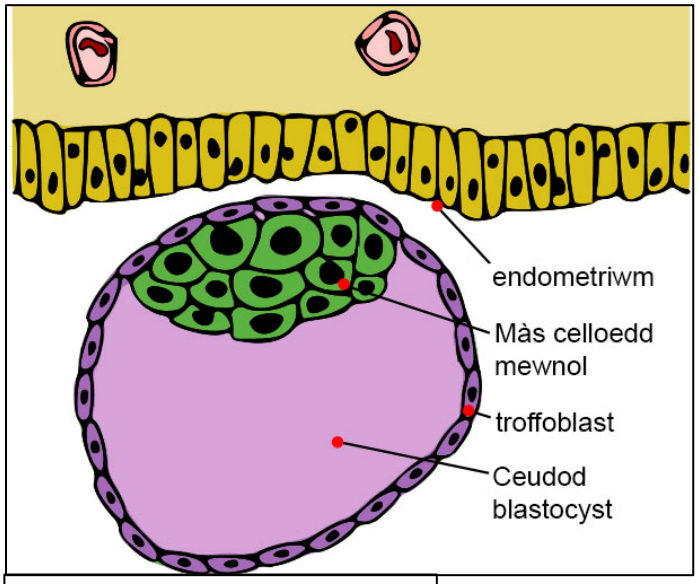
Mewnblaniad



1. **Ymraniad**
Mae'r sygot yn cyflawni llawer o raniadau mitotig wrth symud i lawr y ddwythell wyau i ffurfio pelen o gelloedd sef y **blastocyst**.

2. **Mewnblaniad**
Mae'r blastocyst yn symud i'r groth lle mae'n glynu ac yn suddo i mewn i'r endometriwm. Mae celloedd ar du allan y blastocyst, y celloedd troffoblast, yn ffurfio filysau'r troffoblast sy'n treiddio i mewn i'r endometriwm. Mae'r filysau'n cynyddu'r arwynebedd arwyneb i amsugno maetholion o'r endometriwm.

3. **Ffurfio'r brych**
Mae'r brych yn dechrau datblygu o'r celloedd troffoblast.



Blastocyst cyn mewnblaniad

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blastocyst_English.svg

Swyddogaeth y Brych a Hylif Amniotig

1. Cyfnewid nwyon a maetholion

- maetholion
- cynhyrchion gwastraff
- ocsigen a charbon deuocsid

2. Darparu rhwystr rhwng gwaed y fam a'r ffoetws

- amddiffyn capilarïau'r ffoetws rhag pwysedd gwaed uwch a newidiadau i bwysedd gwaed y fam.
- celloedd y filysau corionig yn asio â'i gilydd i atal ffagocytau'r fam rhag mynd i'r ffoetws. Mae gwrthgyrff y fam yn ddigon bach i groesi i waed y ffoetws a darparu imiwnedd goddefol i'r ffoetws.

3. Secretu hormonau

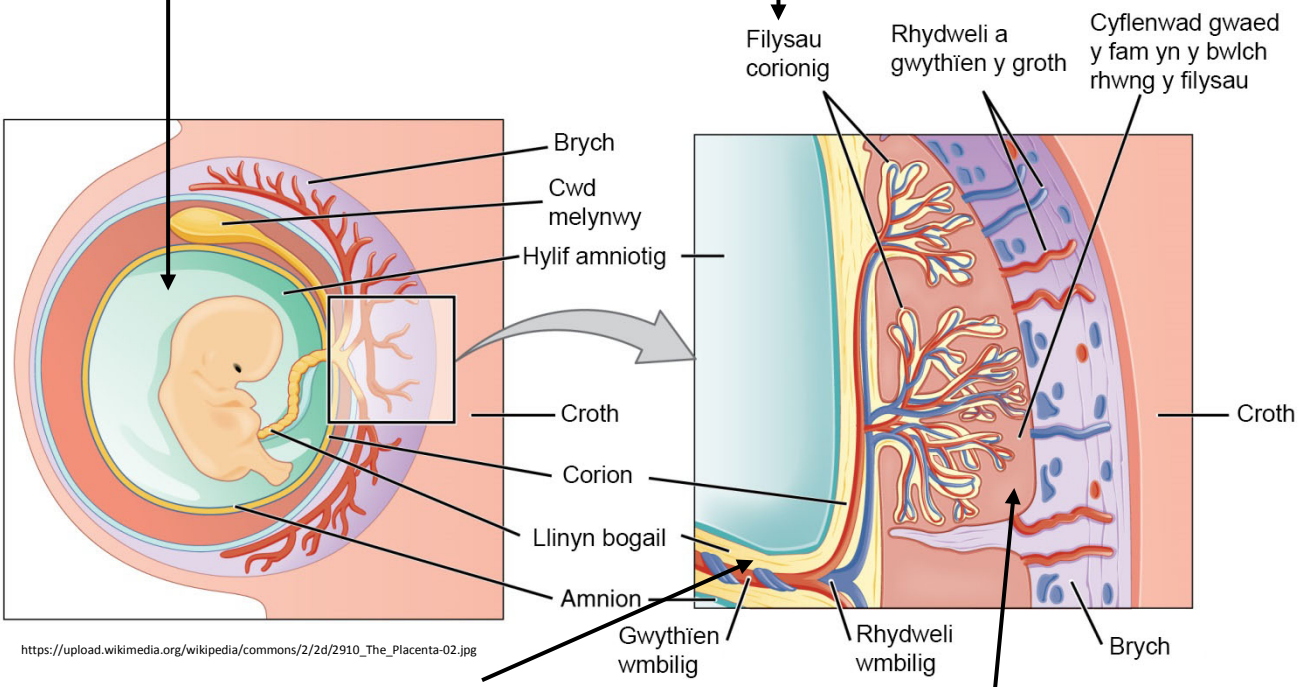
Mae'r brych yn gweithredu fel chwarren endocrin:

- Ar ôl mewnblaniad, mae'r brych yn cymryd cyfrifoldeb dros secretu **gonadotroffin corionig dynol** o'r blastocyst. Mae hyn yn cynnal y corpus luteum wrth iddo secretu progesteron ac oestrogen am 16 wythnos gyntaf y beichiogrwydd.
- Wrth i'r brych ddatblygu, mae'n cymryd cyfrifoldeb dros secretu **progesteron ac oestrogen** o'r corpus luteum.

Hylif amniotig
amsugno sioc, i amddiffyn y ffoetws rhag anaf yn ystod ei ddatblygiad.

Filysau corionig
Mae'r rhain wedi addasu i **gyfnewid yn fwy effeithlon** oherwydd:

- **microfilysau** sy'n cynyddu'r arwynebedd arwyneb.
- **muriau tenau** - tua 5µm felly mae'r pellter tryledu'n fyr.
- **llif gwrthgerrynt** o waed rhwng gwaed y ffoetws a gwaed y fam sy'n cynnal y graddiant crynodiad.

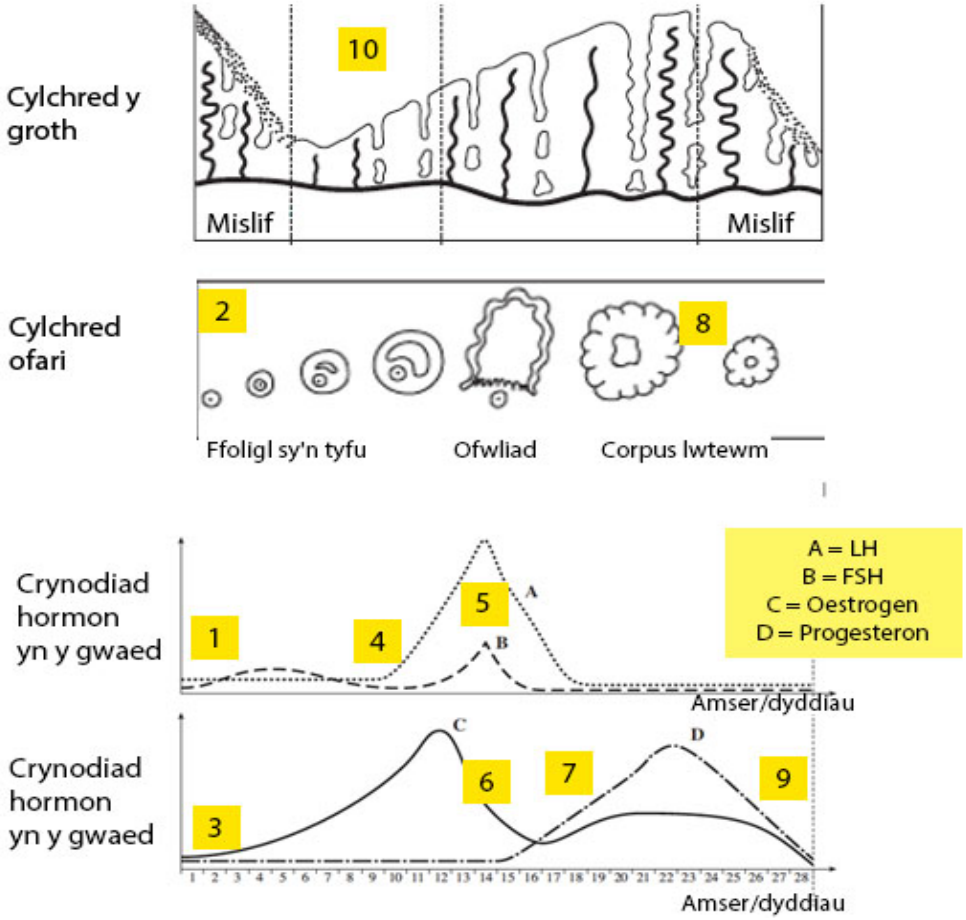


https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2d/2910_The_Placenta-02.jpg

Rhydwelïau a gwythiennau wmbilig
trosglwyddo defnyddiau rhwng y ffoetws a'r fam.

Gwagleoedd rhwng filysau
Mae'r rhain yn cynnwys gwaed y fam o gwmpas filysau corionig. Dydy gwaed y fam a'r ffoetws ddim yn cymysgu.

Swyddogaethau Hormonau yn y Gylchred Fislifol



1. Mae'r chwarren bitwidol flaen yn secretu hormon symbylu ffoliglau (FSH).
2. Mae FSH yn symbylu'r broses lle mae ffoligl cynradd yn aeddfedu i ffurfio ffoligl eilaidd.
3. Mae'r ffoligl sy'n aeddfedu'n secretu Oestrogen.
4. Oestrogen:
    - symbylu cynhyrchu hormon lwteineiddio (LH) yn y chwarren bitwidol flaen.
    - Atal secretu FSH.
    - sbarduno ailadeiladu'r endometriwm.
5. LH:
    - symbylu secretu FSH,
    - Cychwyn ofwliad ar ddiwrnod 14,
    - symbylu'r broses o drawsnewid ffoligl Graaf yn corpus luteum.
6. Mae FSH yn atal cynhyrchu oestrogen.
7. Mae'r corpus luteum yn secretu progesteron sydd:
    - yn cynnal yr endometriwm,
    - yn atal secretu FSH,
    - yn atal secretu LH.

(Mae'r corpus luteum hefyd yn rhyddhau oestrogen. Fodd bynnag, yn ystod ail hanner y gylchred fislifol dydy oestrogen ddim yn symbylu secretiadau LH).

8. Mae'r gostyngiad yn lefelau FSH ac LH yn achosi i'r corpus luteum ddirywio.
9. Mae lefelau progesteron yn gostwng gan fod llai o secretiadau o'r corpus luteum sy'n dirywio.
10. Mae lefelau isel progesteron ac oestrogen yn achosi i'r endometriwm chwalu a chael ei golli yn ystod y mislif.

Swyddogaeth Hormonau yn ystod Beichiogrwydd

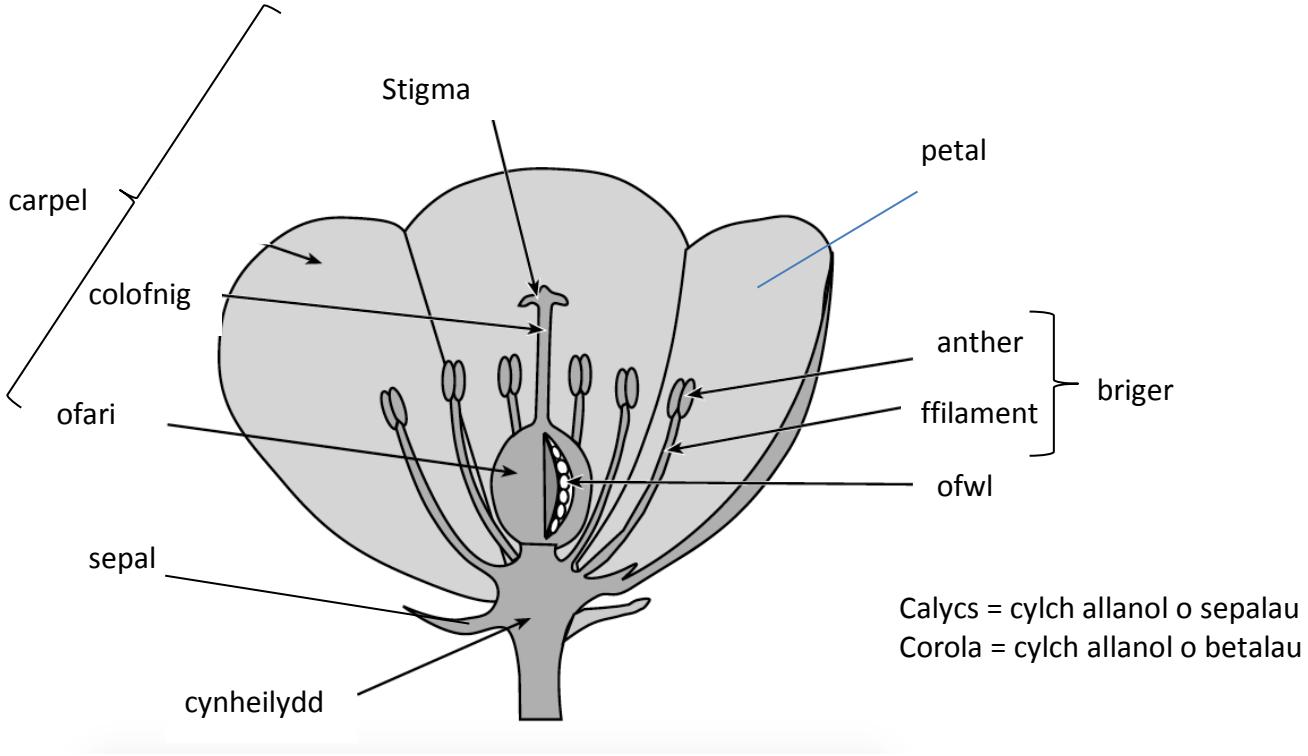
1. Ar ôl ffrwythloniad (tua 6 diwrnod), mae'r embryo sy'n datblygu (blastocyst) yn dechrau secretu gonadotroffin corionig dynol (hCG: *human chorionic gonadotrophin*).
2. Os yw'r mewnblaniad yn llwyddiannus, bydd y brych sy'n datblygu'n dechrau secretu hCG. Mae hCG yn bwysig er mwyn:
    - cynnal y corpus luteum am 16 wythnos gyntaf y beichiogrwydd.
3. Mae'r corpus luteum yn secretu oestrogen a phrogesteron, sydd:
    - yn atal FSH, gan atal unrhyw ffoliglau rhag datblygu,
    - yn atal LH, gan atal ofwliad,
    - (oestrogen) yn symbylu twf y groth i wneud lle i'r ffoetws sy'n tyfu,
    - (oestrogen) yn symbylu twf a datblygiad y chwarennau llaeth,
    - (progesteron) yn cynnal mur yr endometriwm,
    - (progesteron) yn lleihau gallu mur y groth i gyfangu drwy atal secretiadau ocsitosin.
4. Yn ystod beichiogrwydd, wrth i'r corpus luteum ddirywio bydd y brych yn cymryd cyfrifoldeb dros secretu progesteron ac oestrogen.

Swyddogaeth Hormonau yn ystod Genedigaeth

1. Ychydig cyn genedigaeth, mae lefelau oestrogen yn cynyddu a lefelau progesteron yn gostwng.
2. Nawr, does dim byd yn atal y chwarren bitwidol ôl rhag secretu ocsitosin. Mae secretiadau ocsitosin yn symbylu cyfangiadau mur y groth, sy'n symbylu secretu mwy o ocsitosin (mae hyn yn enghraifft o adborth negatif).
3. Mae prolactin sy'n cael ei secretu gan y chwarren bitwidol flaen yn ystod genedigaeth ac ar ôl genedigaeth yn symbylu'r chwarennau llaeth i gynhyrchu llaeth.

Adran 4.2 - Atgenhedlu Rhywiol mewn Planhigion

Adeiledd cyffredinol blodyn deugotyledon sy'n cael ei beillio gan bryfed

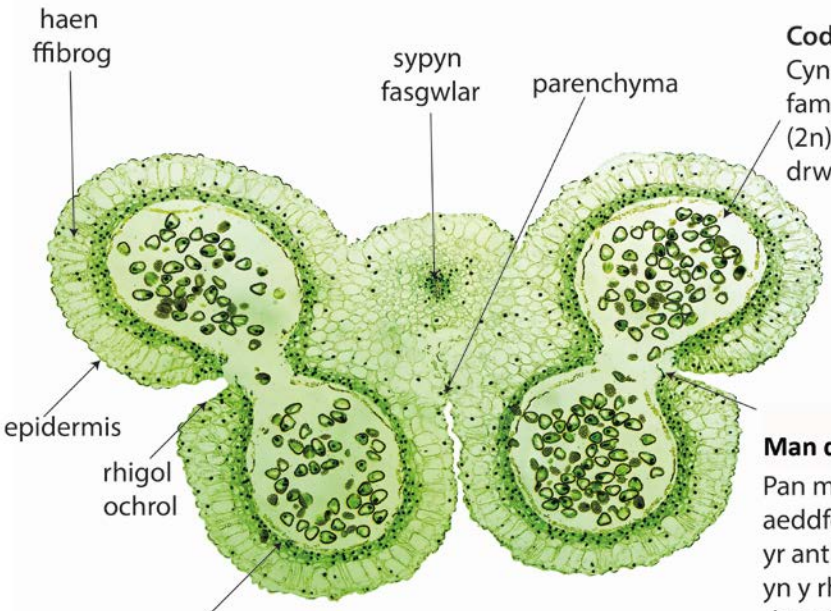


Cymharu blodau sy'n cael eu peillio gan bryfed a gan y gwynt

Blodyn sy'n cael ei beillio gan y gwynt	**Blodyn sy'n cael ei beillio gan bryfed**
Petalau bach gwyrdd neu ddim petalau o gwbl. Mae'r blodau wedi'u lleoli uwchben y dail, neu'n cael eu cynhyrchu ar ddechrau'r gwanwyn i fanteisio cymaint â phosibl ar geryntau gwynt, heb i ddail amharu arnynt.	Petalau mawr lliwgar, sy'n aml yn cynnwys canllawiau at y neithdarleoedd i ddenu'r pryfed sy'n eu peillio nhw.
Stigmâu mawr pluog yn hongian y tu allan i'r blodyn i ddal paill o geryntau gwynt yn yr aer.	Stigma gludiog i ddal gronynnau paill ar y tu mewn i'r blodyn, lle mae pryfed yn rhwbio yn ei erbyn fel bod y paill yn cael ei adael yno.
Antheri mawr yn hongian y tu allan i'r blodyn i ryddhau gronynnau paill i geryntau gwynt.	Antheri ar ffilamentau anhyblyg, y tu mewn i'r blodyn: lle mae'n rhaid i'r pryf rwbio yn eu herbyn. Mae hyn yn cynyddu'r siawns bod y paill yn glynu ar gorff y pryf.
Cynhyrchu niferoedd enfawr o ronynnau paill bach, ysgafn â muriau llyfn sy'n hawdd i'r gwynt eu cludo.	Mae'r gronynnau paill yn fawr ac mae ganddynt furiau pigog sy'n glynu ar gyrff pryfed.

Datblygiad Paill

- Mae’r anther yn cynnwys pedair coden baill wedi’u trefnu mewn dau bâr, ochr wrth ochr.
- Mae'r gronynnau paill yn cynnwys y gametau gwrywol ac yn cael eu ffurfio y tu mewn i'r codenni paill.

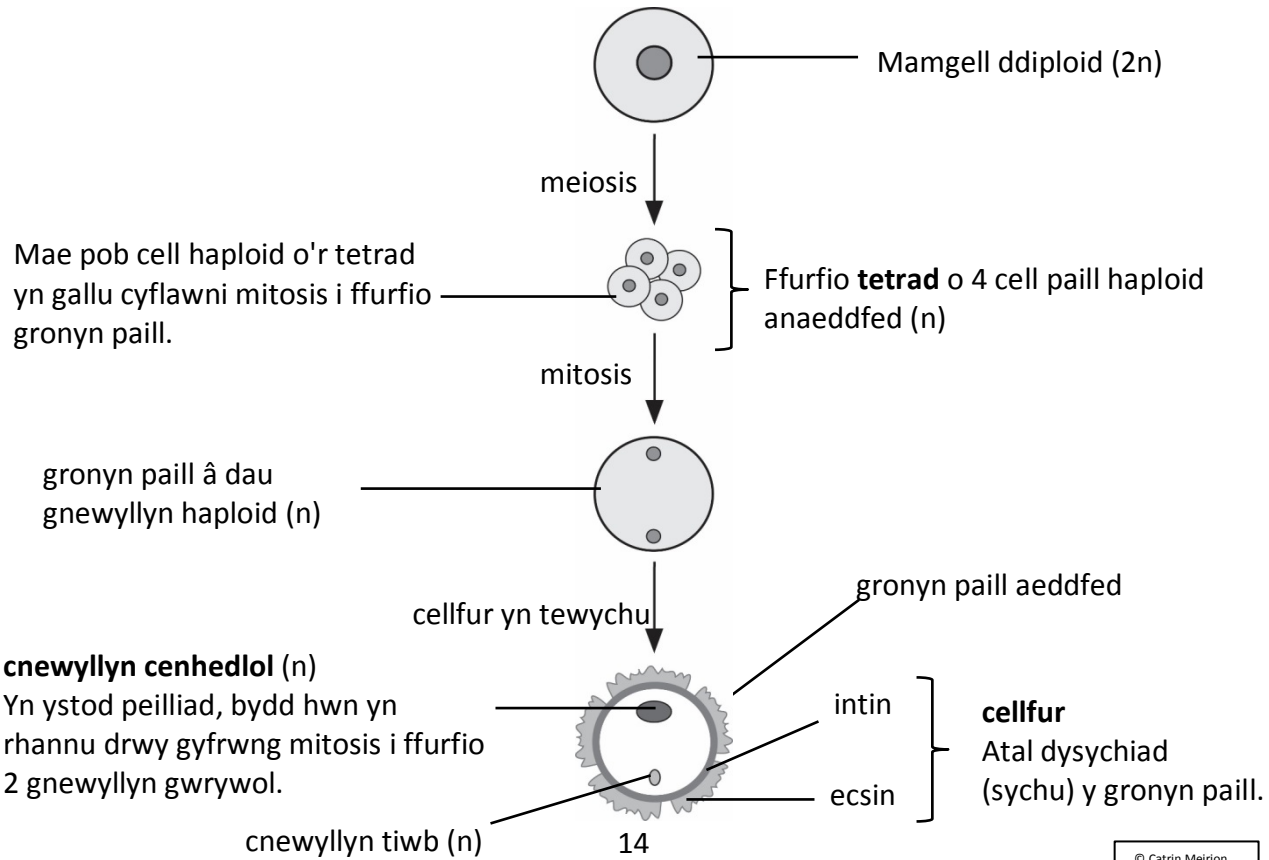


Coden Baill
Cynnwys nifer mawr o famgelloedd diploid (2n) wedi'u cynhyrchu drwy gyfrwng mitosis.

Man dysychiad (stomiwm)
Pan mae'r gronynnau paill yn aeddfed, mae haenau allanol yr anther yn sychu. Mae tyniant yn y rhigolau ochrol yn achosi dysychiad - mae muriau'r anther yn gwahanu i ryddhau'r gronynnau paill.

Tapetwm
Mur mewnol o gelloedd sy'n darparu maetholion i'r gronynnau paill sy'n datblygu.

Ffurfio Paill



© Catrin Meirion

Datblygiad Ofwl

1. Mae'r ofwl yn cynnwys màs o gelloedd, y **niwcellws**, sydd wedi'i amgylchynu â dau **bilyn** amddiffynnol.
   Mae'r ofwl yn cael ei gludo ar goesyn byr, sef y **ffwnicl**.
   Mae un gell yn y niwcellws yn mwyhau ac yn datblygu i ffurfio
   mamgell y megasbor (2n).

2. Mae **meiosis** y famgell yn cynhyrchu **pedwar megasborau haploid (n).**

3. Mae tri o'r megasborau haploid yn dirywio

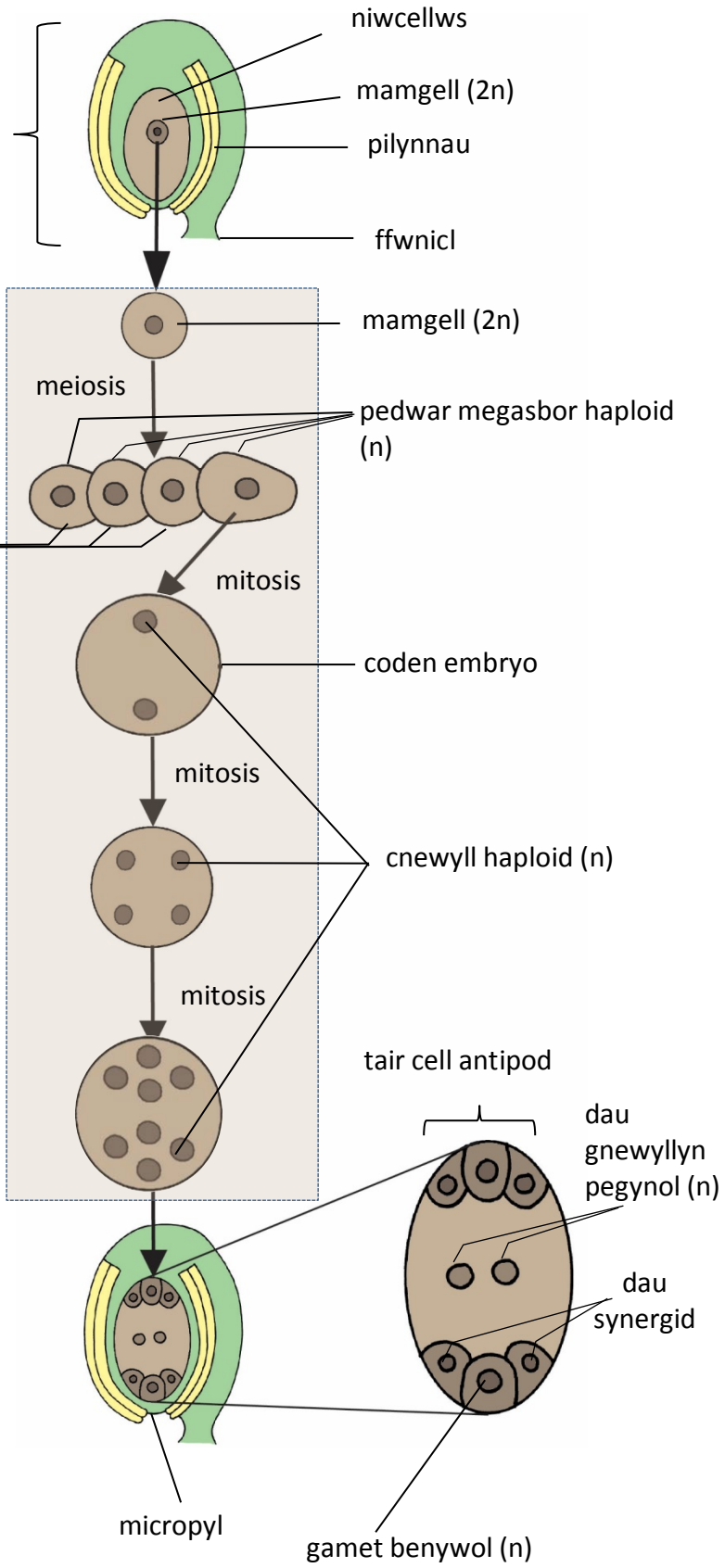
4. Mae un megasbor haploid yn datblygu i ffurfio'r goden embryo.

5. Mae tri rhaniad **mitotig** yn digwydd.

6. Mae wyth cnewyllyn haploid (n) yn ffurfio.

7. Mae dau gnewyllyn yn symud i ganol y goden embryo i ffurfio **cnewyll pegynol (n)**.
   Mae'r cnewyll eraill yn datblygu cytoplasm o'u cwmpas ac yn cael eu gwahanu gan gellfuriau.

8. Dydy'r tair **cell antipod** gyferbyn â'r micropyl ddim yn gwneud dim byd pellach.
Mae'r un gell agosaf at y micropyl yn datblygu i ffurfio **gamet benywol (n)**.
Mae'r ddwy gell arall yn ffurfio **synergidau** sy'n dirywio ar ôl ffrwythloniad.



© Catrin Meirion

Peilliad

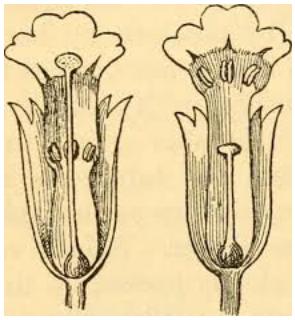
Trosglwyddo gronynnau paill o'r anther i'r stigma aeddfed mewn planhigyn o'r un rhywogaeth.

Hunanbeilliad	**Trawsbeilliad**
Trosglwyddo paill o anther blodyn i stigma aeddfed yr un blodyn neu flodyn arall ar yr un planhigyn.	Trosglwyddo paill o anther blodyn i stigma aeddfed blodyn arall ar blanhigyn arall o'r un rhywogaeth.
Arwain at hunanffrwythloniad, sy'n arwain at fewnfridio.	Arwain at drawsffrwythloniad, sy'n arwain at allfridio.
Mae amrywiad genetig yn dibynnu ar: • trawsgroesiad yn ystod proffas I meiosis, • rhydd-ddosraniad yn ystod metaffas I meiosis, • mwtaniad.	Mae amrywiad genetig yn dibynnu ar: • trawsgroesiad yn ystod proffas I meiosis, • rhydd-ddosraniad yn ystod metaffas I meiosis, • mwtaniad, A • Cyfuno genoteipiau gametau o ddau unigolyn gwahanol.
Llai o amrywiad genetig.	Mwy o o amrywiad genetig.
Mwy o siawns o ddau alel enciliol allai fod yn niweidiol yn cyfuno.	Llai o siawns o gynhyrchu cyfuniadau niweidiol o alelau.
Gwarchod genomau llwyddiannus, sy'n fantais mewn amgylchedd sefydlog, ond yn anfantais os yw'r amgylchedd yn newid yn sydyn.	Mantais yn nhermau esblygiad, oherwydd os yw'r amgylchedd yn newid yn sydyn, mae'n debygol y bydd rhai unigolion o fewn y boblogaeth â chyfuniad o alelau fydd yn caniatáu i'r rhywogaeth oroesi.

Addasiadau Blodau i Hybu Trawsbeilliad

1. Anghydnaws yn gemegol â'i hun - dydy gametau o'r un rhiant blanhigyn ddim yn gallu asio a ffurfio sygot neu, os yw'r sygot yn ffurfio, mae'n methu datblygu.
2. **Adeiledd blodyn afreolaidd** - e.e. briallu *(Primula vulgaris)*

https://c1.staticflickr.com/4/3801/20388518981_b33a41ae01_z.jpg



Mae'r diagram yn dangos dau fath o friallu. Mae stigma'r math pinllygadog uwchben yr antheri, felly fydd dim gronynnau paill yn disgyn arno. Mae pryfed yn tueddu i beillio stigma ar yr un lefel ag antheri maen nhw wedi casglu'r paill ohonynt. Felly, mae paill yn tueddu i gael ei drosglwyddo o flodau pinllygadog i flodau brigerlygadog ac i'r gwrthwyneb.

Math pinllygadog Math brigerlygadog

3. **Deugamedd** - yr antheri a'r stigmâu'n aeddfedu ar adegau gwahanol.
4. **Planhigion monoecaidd** - blodau gwrywol a benywol ar wahân ar yr un planhigyn, e.e. cyll (*Corylus avellana*).
5. **Planhigion deuoecaidd** - planhigion gwrywol a benywol yn bodoli ar wahân, e.e. helyg (*Salix sp.*)

Proses Ffrwythloniad Dwbl

Ffrywthloniad Dwbl yw pan mae dau gamet gwrywol yn cymryd rhan mewn digwyddiadau ffrwythloni ar wahân.

- Ffrwythloniad gamet benywol i ffurfio sygot diploid,
- Ffrwythloniad o'r cnewyllyn pegynol i ffurfio cnewyllyn endosberm triploid.

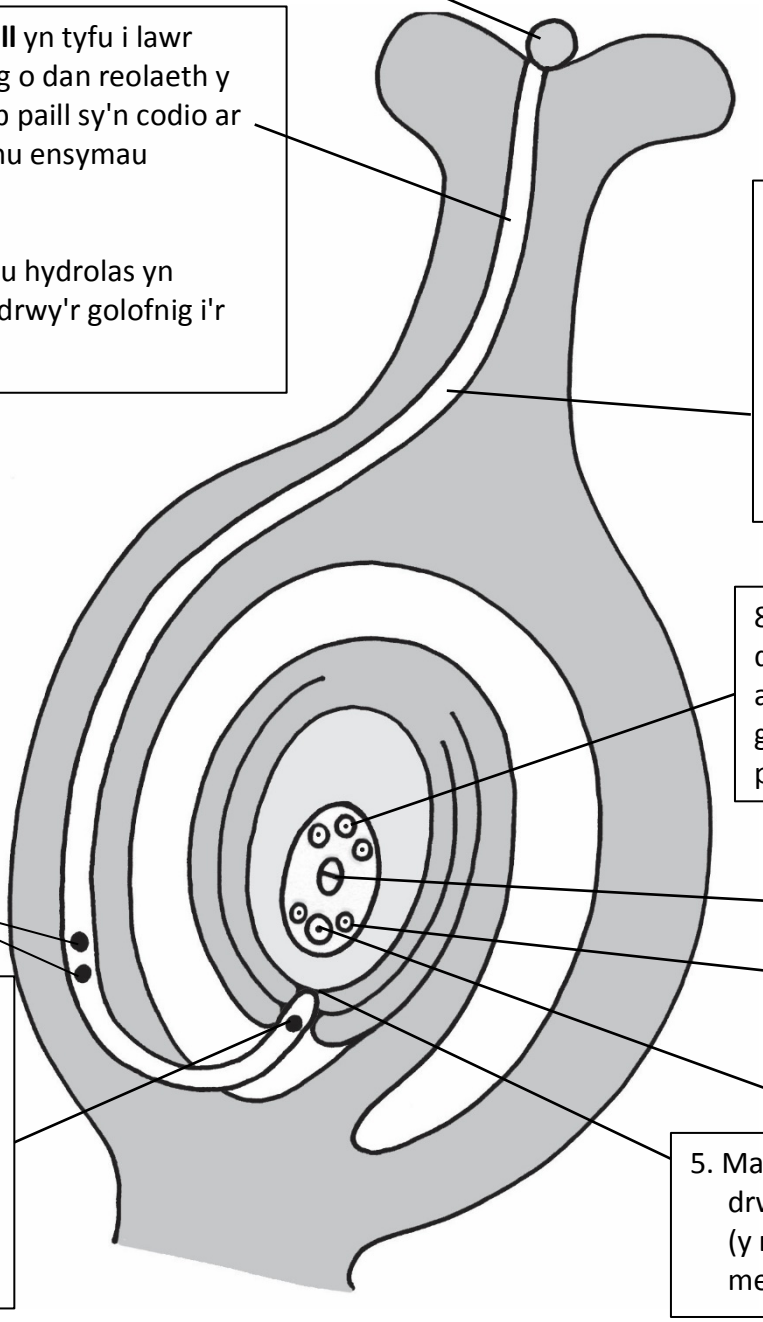
1. **Gronyn paill** yn glanio ar stigma ac yn amsugno dŵr. Os yw'r gronyn paill a'r stigma'n gydnaws, bydd y tiwb paill yn egino.

2. Mae'r **tiwb paill** yn tyfu i lawr drwy'r golofnig o dan reolaeth y cnewyllyn tiwb paill sy'n codio ar gyfer cynhyrchu ensymau hydrolas.

   Mae'r ensymau hydrolas yn treulio ffordd drwy'r golofnig i'r tiwb paill.

3. Wrth i'r tiwb paill egino a thyfu, mae'r cnewyllyn cenhedlol (n) yn rhannu drwy gyfrwng mitosis i ffurfio **2 gnewyllyn gwrywol (n);** y **gametau**.

4. Mae twf y tiwb paill yn ymateb cemotroffig positif. Mae'r tiwb paill yn tyfu tuag at gemegion sy'n cael eu secretu gan y goden embryo.



8. Ar ôl ffrwythloniad, dydy'r celloedd **antipod** a'r synergidau ddim yn gwneud dim byd pellach.

Dau gnewyllyn pegynol (n)

synergid

gamet benywol (n)

5. Mae'r tiwb paill yn tyfu drwy **fwlch yn y pilynnau** (y **micropyl**) ac yn mynd i mewn i'r goden embryo.

6. Cyn gynted â bod y tiwb paill wedi mynd i mewn i'r goden embryo, mae **cnewyllyn tiwb** y paill yn ymddatod.

7. **Ffrwythloniad dwbl**:
   - mae un gamet gwrywol yn asio â'r gamet benywol i gynhyrchu **sygot diploid (2n)**.
   - mae'r ail gamet gwrywol yn asio â'r ddau gnewyllyn pegynol i ffurfio **cnewyllyn endosberm cynradd triploid (3n)**.

Ffurfio Hadau a Ffrwythau a'u Hadeiledd

Ar ôl ffrwythloniad:

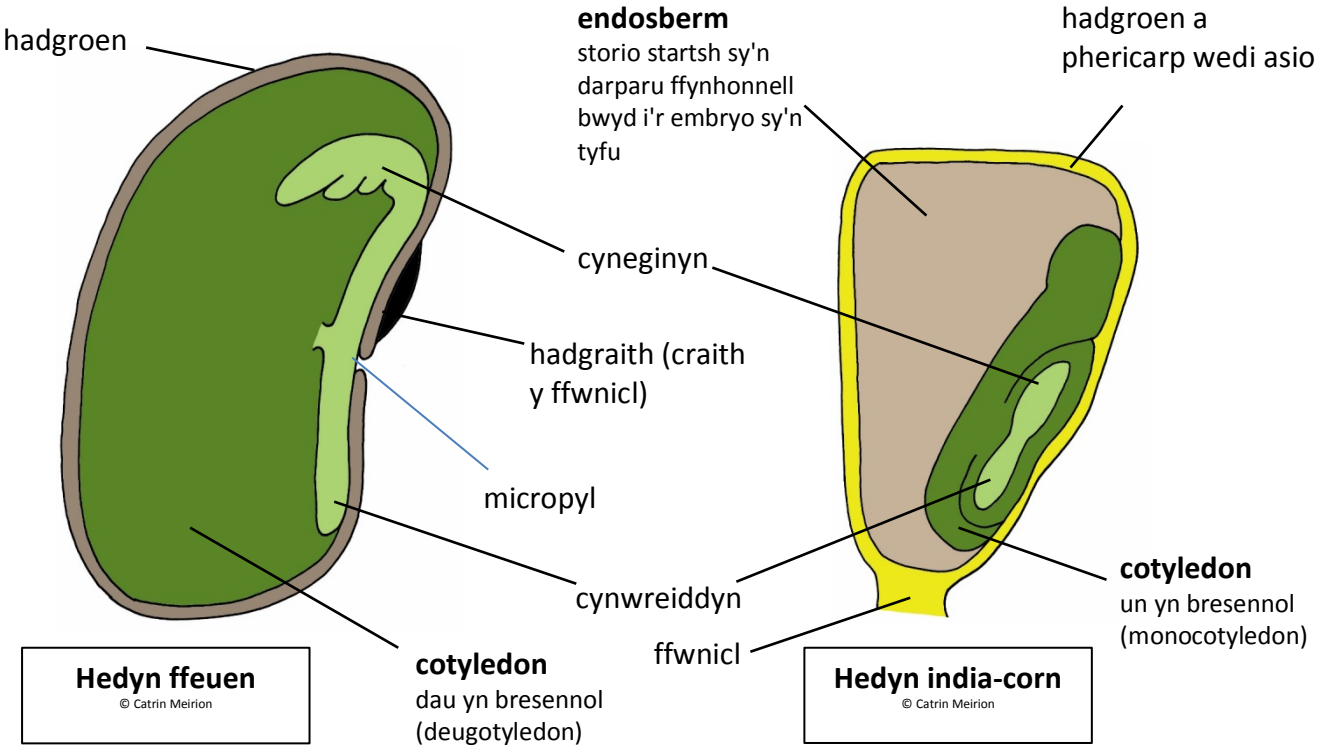
1. Mae'r sygot diploid yn rhannu drwy gyfrwng mitosis i ffurfio'r embryo diploid sydd yna'n gwahaniaethu'n gyffyn ifanc (y cyneginyn), gwreiddyn ifanc (y cynwreiddyn) ac un neu ddau o ddail hadau (y cotyledonau).

2. Mae'r feinwe endosberm (triploid) yn rhannu drwy gyfrwng mitosis i ffurfio meinwe endosberm sy'n ffurfio ffynhonnell bwyd yr embryo sy'n tyfu. Mewn rhai rhywogaethau planhigion, sef monocotyledonau, e.e. india-corn (*Zea mays*), mae'r endosberm yn aros ar ôl a dim ond un cotyledon sy'n bresennol. Mewn planhigion eraill, sef deucotyledonau, e.e. ffa (*Vicia faba*), mae'r endosberm yn cael ei amsugno'n gyflym a'i storio mewn dau gotyledon.

Datblygiad y ffrwyth ar ôl ffrwythloniad dwbl

Cyn ffrwythloniad	Ar ôl ffrwythloniad
Ofwl	hedyn
pilynnau	hadgroen (cot yr hedyn)
micropyl	mandwll
mur yr ofari	mur y ffrwyth (pericarp)
cynnwys yr ofari	ffrwyth
Man lle mae'r ffwnicl yn glynu wrth yr ofwl	hadgraith

Cymharu adeiledd ffeuen a hedyn india-corn



Mae hadau wedi esblygu fel strategaeth i oroesi wrth fyw ar y tir. Mae planhigion wedi datblygu gwahanol fecanweithiau i'w galluogi nhw i wasgaru hadau. Mae hyn yn lleihau cystadleuaeth ar ôl eginiad ac yn cynyddu'r siawns o dyfu'n blanhigion aeddfed.

Cysgiad ac Eginiad

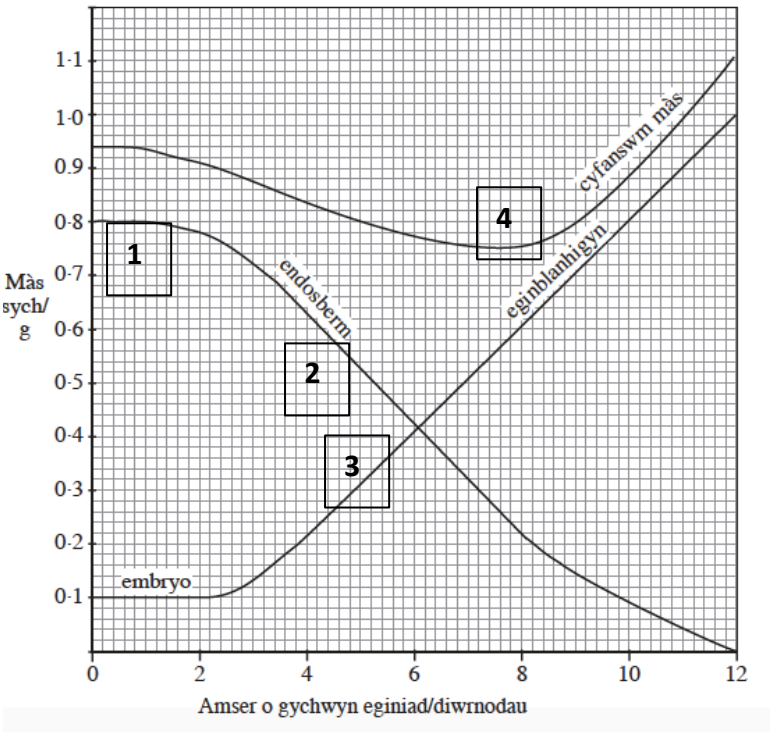
Mae cynnwys dŵr mewn hadau'n isel iawn, a dyma'r prif ffactor sy'n atal eginiad. Bydd hadau'n aros ynghwsg nes bod amodau addas ar gael:

- dŵr i allu defnyddio ensymau; ar gyfer cludiant; ac i wneud gwagolynnau mewn celloedd i'w gwneud nhw'n chwydd-dynn,
- ocsigen ar gyfer resbiradaeth aerobig,
- tymheredd addas i ensymau weithio

Mewn eginiad, mae gweithgarwch biolegol a thwf eginblanhigyn yn digwydd yn gyflym nes bod y planhigyn yn gallu cyflawni ffotosynthesis a bod yn annibynnol ar y cronfeydd bwyd sydd yn y cotyledonau neu'r endosberm.

Defnyddio Cronfeydd Bwyd Yn Ystod Eginiad

Mae'r graff isod yn dangos y newidiadau cymharol ym màs sych yr embryo, yr hedyn a'r endosberm/cotyledon.



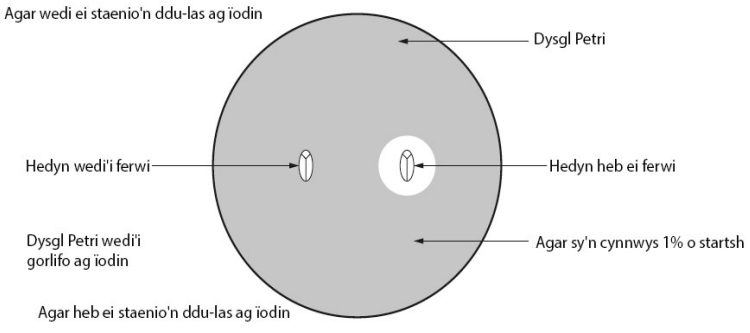
1. Hydrolysis cronfeydd bwyd yn yr endosberm/cotyledon; trawsnewid startsh yn siwgrau.
2. Mae màs sych yr endosberm/cotyledon yn lleihau oherwydd:
   - colli CO_2 wrth ddefnyddio'r siwgrau ar gyfer resbiradaeth aerobig,
   - anfon siwgrau i'r embryo.
3. Mae màs yr embryo yn cynyddu wrth iddo gael siwgrau o'r endosberm/cotyledon.
4. Cyfanswm màs:
   - lleihau i ddechrau wrth golli CO_2 mewn resbiradaeth aerobig
   - yna'n cynyddu wrth i'r dail cyntaf i gael eu cynhyrchu (cyneginyn) ddechrau cynhyrchu biomas yn ystod ffotosynthesis.

Ymchwiliad i dechneg treulio agar startsh gan ddefnyddio hadau eginol

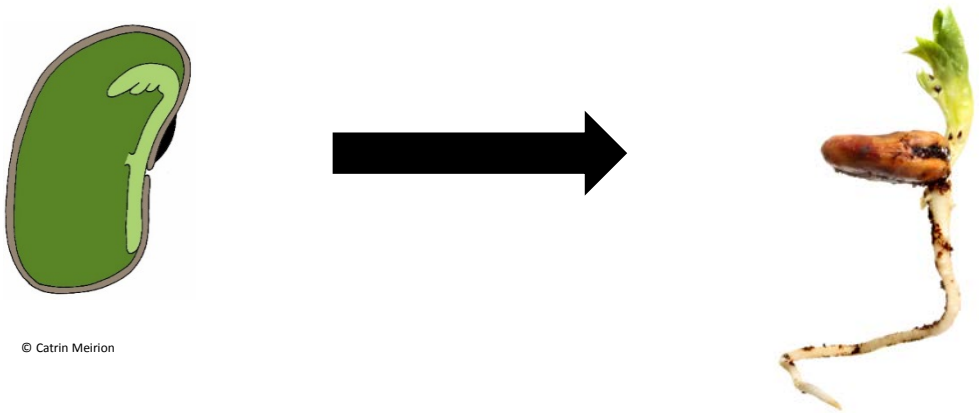
Esboniad

Hedyn heb ei ferwi - mae'r amylas sy'n cael ei gynhyrchu gan yr hedyn sy'n egino wedi tryledu allan o'r hedyn a thrawsnewid y startsh yn faltos. Dydy'r agar o gwmpas yr hedyn ddim yn staenio'n ddu-las ag ïodin oherwydd does dim startsh yn bresennol.

Hedyn wedi'i ferwi - mae berwi'r hedyn wedi dadnatureiddio'r ensymau yn yr hedyn sy'n egino. Mae'r agar o gwmpas yr hedyn yn staenio'n ddu-las ag ïodin oherwydd dydy'r startsh heb gael ei dreulio.



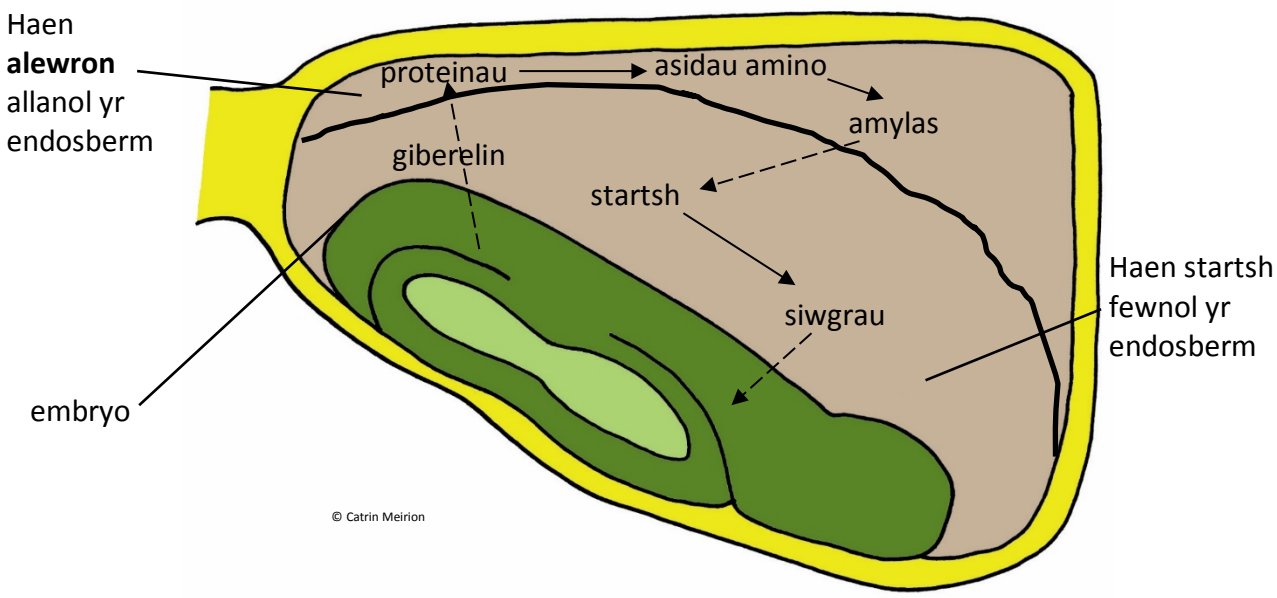
Eginiad mewn hedyn anendosbermig, e.e. *Vicia faba* (ffeuen)



© Catrin Meirion

1. Mae dŵr yn cael ei amsugno drwy'r micropyl.
2. Mae'r cotyledonau'n chwyddo ac mae'r hadgroen yn hollti fel bod mwy o ddŵr ac ocsigen yn gallu mynd i mewn ar gyfer resbiradaeth aerobig.
3. Mae cronfeydd startsh a phrotein yn y cotyledonau'n cael eu hydrolysu.
4. Mae cynhyrchion hydrolysis yn cael eu defnyddio fel:
   - ffynhonnell egni ar gyfer resbiradaeth,
   - a thwf y cyneginyn a'r cynwreiddyn.

Eginiad mewn hedyn endosbermig, e.e. *Zea mays* (india-corn)



1. Ar ôl amsugno dŵr, mae'r embryo'n rhyddhau giberelin (asid giberelig).
2. Mae'r giberelin yn tryledu i'r haen alewron (haen allanol yr endosberm) sy'n cynnwys protein.
3. Mae giberelin yn achosi i ensymau hydrolytig gael eu cynhyrchu, e.e. amylas.
4. Mae'r ensymau hydrolytig yn tryledu i haen fewnol yr endosberm ac yn catalyddu'r broses o ddadelfennu'r maetholion sydd wedi'u storio yno, e.e. startsh.
5. Mae glwcos a chynhyrchion eraill dadelfennu'r maetholion yn tryledu i'r embryo lle maent yn cael eu defnyddio ar gyfer resbiradaeth aerobig a thwf.

Adran 4.3 – Etifeddiad

Termau geneteg

Mae angen i chi wybod a deall y termau geneteg canlynol:

Genyn	Darn o DNA ar gromosom sydd fel rheol yn codio ar gyfer polypeptid penodol.
Locws	Safle penodol ar gromosom lle mae genyn wedi'i leoli.
Alelau	Gwahanol ffurfiau ar yr un genyn. *(**Un** llythyren yw hwn bob amser).*
Trechol	Bydd alel trechol yn mynegi ei hun yn y ffenoteip os yw'n bresennol. *(Rydyn ni'n ei gynrychioli â PHRIFLYTHYREN).*
Enciliol	Bydd alel enciliol wedi'i 'guddio' os yw alel trechol yn bresennol mewn heterosygot. Rhaid i alel enciliol fod yn homosygaidd er mwyn mynegi ei hun. *(Rydyn ni'n ei gynrychioli â llythyren fach).*
Cyd-drechol	Alelau sy'n cael eu mynegi'n hafal mewn heterosygot.
Ffenoteip	Nodweddion organeb o ganlyniad i'w genoteip ac effeithiau'r amgylchedd.
Genoteip	Cyfansoddiad genetig organeb h.y. yr alelau sydd ganddi. *(Mae hwn bob amser yn **bâr** o lythrennau).*
Homosygaidd	Mae'r ddau alel ar gyfer genyn yr un fath.
Heterosygaidd	Mae'r ddau alel ar gyfer genyn yn wahanol.
F_1	Y **genhedlaeth fabol gyntaf** - epil y rhieni mewn croesiad genetig.
F_2	Yr ail genhedlaeth fabol - epil planhigyn F_1 sydd wedi hunanffrwythloni neu groesiad rhwng dau aelod o'r genhedlaeth F_1.
Awtosomau	Cromosomau sydd ddim yn gromosomau rhyw.
Cromosom Rhyw	Cromosomau sy'n pennu rhyw organeb unigol.

Egwyddorion Etifeddiad Monocroesryw Mendelaidd

Mynach o Awstria oedd **Gregor Mendel** (1822–84). Roedd yn astudio sut roedd pys yr ardd yn etifeddu nodweddion.

Dewisodd y planhigyn pys am ei fod yn hawdd ei dyfu ac yn dangos llawer o nodweddion sy'n hawdd gwahaniaethu rhyngddynt.

Sut i ddatrys problemau geneteg

Croesodd Mendel blanhigyn pys tal brid pur â phlanhigyn pys byr brid pur. Roedd y genhedlaeth F_1 i gyd yn dal. Ar ôl croesi'r genhedlaeth F_1, roedd y genhedlaeth F_2 yn dangos cymysgedd o blanhigion tal a byr.

Enghraifft - Pys Mendel

Gadewch i **T** = alel tal
Gadewch i **t** = alel byr

1. Dewis llythyren i gynrychioli'r alelau.
Priflythyren = trechol.
llythyren fach = enciliol

Ffenoteip rhiant — Tal x Byr

Genoteip rhiant — **T T** x t t

*2. Y **ffenoteip** yw'r nodwedd rydych chi'n ei gweld.*

Gametau — **T** a **T** **t** a **t**

*3. Mae'r **genoteip** bob amser yn **bâr o alelau (dwy lythyren)***

*4. Mae'r **gamet** bob amser yn **un alel (un llythyren)***

Croesiad F1 (Cenhedlaeth gyntaf)

gametau	**T**	**T**
t	**Tt**	**Tt**
t	**Tt**	**Tt**

Mae gan yr epil F1 i gyd y **genoteip** Tt
Maen nhw'n heterosygaidd
Mae'r alel enciliol (byr) yn cael ei guddio gan yr alel trechol (tal).

Mae croesiad F2 yn gallu digwydd os yw planhigyn F1 yn hunan-beillio (hunan-ffrwythloni)

Croesiad F2 (ail genhedlaeth)

gametau	**T**	**t**
T	**TT**	**Tt**
t	**Tt**	**tt**

*Cofiwch wirio i weld oes gofyn i chi ddisgrifio **tebygolrwydd** neu **gymhareb** y canlyniadau.*

Cymhareb planhigion tal i fyr = 3 tal : 1 byr

Tebygolrwydd planhigyn tal = 75%
Tebygolrwydd planhigyn byr = 25%

Y Gymhareb Monocroesryw
3 ffenoteip trechol: 1 ffenoteip enciliol

Cofiwch - Y ffenoteip trechol yw'r un sydd i'w weld yn y genhedlaeth F_1.

Etifeddiad monocroesryw yw etifeddiad un genyn.

Cofiwch - Rhaid dangos pob croesiad genetig er mwyn esbonio'r camau i gyd yn glir, ac i leihau'r siawns o gamgymeriad, yn enwedig o dan bwysau'r arholiad!

Etifeddeg a Geneteg yw astudio nodweddion etifeddol.

Deddf Etifeddeg Gyntaf Mendel - Deddf Arwahanu.
Caiff nodweddion organeb eu pennu gan ffactorau (*genynnau*) sy'n bodoli mewn parau. Dim ond un aelod o bâr o ffactorau (*genynnau*) sy'n gallu cael ei gynrychioli mewn un gamet.

Egwyddorion Etifeddiad Deugroesryw Mendelaidd

Astudiodd Mendel etifeddiad dwy nodwedd, sef lliw hadau a siâp hadau.
Roedd yn gwybod o'i arbrofion blaenorol bod hedyn crwn yn drechol dros hedyn crychlyd, a bod hedyn melyn yn drechol dros hedyn gwyrdd.
Croesodd Mendel blanhigyn rhiant brid pur oedd yn cynhyrchu hadau crwn melyn â phlanhigyn rhiant brid pur oedd yn cynhyrchu hadau crychlyd gwyrdd.

Gadewch i C = alel hedyn crwn M = alel hedyn melyn
c = alel hedyn crychlyd m = alel hedyn gwyrdd

Cenhedlaeth y rhieni

Ffenoteip:	Hedyn crwn melyn	x	Hedyn crychlyd gwyrdd
Genoteip:	CCMM	x	ccmm
Gametau:	CM	x	cm

Sgwâr Punnett i ddangos cynhyrchu'r F1.

Gametau	CM
cm	CcMm

Cofiwch
Planhigyn **brid pur** yw un sydd wedi cael ei hunanffrwythloni am lawer o genedlaethau ac yn cynhyrchu'r un ffenoteip bob tro.
Mae ganddo genoteip homosygaidd.

Mae'r epil i gyd yn blanhigion heterosygaidd,
Genoteip = CcMm
Ffenoteip = Hedyn crwn melyn

Pan mae'r F1 yn cynhyrchu gametau, <u>rhaid</u> i un alel siâp hedyn ac un alel lliw hedyn fynd i bob gamet.
Cofiwch fod unrhyw gyfuniad o gametau'n bosibl
Fel hyn, mae 4 gamet yn bosibl.
CM Cm cM cm

Cenhedlaeth F1

Ffenoteip:	Hedyn crwn melyn	x	Hedyn crwn melyn
Genoteip:	CcMm	x	CcMm
Gametau:	CM, Cm, cM, cm	x	CM, Cm, cM,cm

Gametau	CM	Cm	cM	cm
CM	CCMM	CCMm	CcMM	CcMm
Cm	CCMm	CCmm	CcMm	Ccmm
cM	CcMM	CcMm	ccMM	ccMm
cm	CcMm	Ccmm	ccMm	ccmm

Ffenoteip	Cymhareb
Hedyn crwn melyn	9
Hedyn crwn gwyrdd	3
Hedyn crychlyd melyn	3
Hedyn crychlyd gwyrdd	1

Y Gymhareb Deugroesryw:
9 yn dangos dau ffenoteip trechol
3 yn dangos un ffenoteip trechol ac un enciliol
3 yn dangos un ffenoteip trechol ac un enciliol
1 yn dangos dau ffenoteip enciliol

Wrth ddadansoddi'r canlyniadau hyn, gallwn ni weld bod y gymhareb trechol i enciliol ar gyfer pob nodwedd yn dal i ddangos y gymhareb 3: 1

Siâp yr hedyn Crwn: Crychlyd
Trechol: Enciliol

Lliw'r hedyn Melyn: Gwyrdd
Trechol: Enciliol

Cofiwch – er mwyn i ddeddfau Mendel fod yn berthnasol, rhaid i'r genynnau fod ar gromosomau gwahanol, h.y. ddim yn **gysylltiedig.**

Arwyddocâd hyn yw bod **y ddwy nodwedd wedi ymddwyn yn gwbl annibynnol ar ei gilydd**.

O ganlyniadau ei groesiadau deugroesryw, ffurfiodd Mendel ei ail ddeddf.

Ail Ddeddf Mendel – Deddf Rhydd-ddosraniad.
Gall y naill neu'r llall o bâr o nodweddion cyferbyniol gyfuno â'r naill neu'r llall o bâr arall.

Pam rydyn ni'n cynnal croesiadau prawf?

Yr unig bryd gallwn ni fod yn siŵr am y genoteip yw os yw'r organeb yn dangos ffenoteip enciliol. Os yw'r organeb yn dangos y ffenoteip trechol, gallai'r genoteip fod yn homosygaidd neu'n heterosygaidd. Rydyn ni'n cynnal croesiad prawf, neu ôl-groesiad, i ganfod genoteip yr organebau â'r ffenoteip trechol.

Sut rydyn ni'n cynnal croesiadau prawf?

Y Croesiad Prawf Monocroesryw
Mae'r organeb â genoteip anhysbys yn cael ei chroesi ag organeb **homosygaidd enciliol**.

1. Os yw'r organeb â'r genoteip anhysbys yn homosygaidd trechol, bydd yr epil i gyd yn dangos y ffenoteip trechol. Mae hyn am eu bod nhw i gyd wedi etifeddu un copi o'r alel trechol gan y rhiant homosygaidd trechol.
2. Os yw'r organeb â'r genoteip anhysbys yn heterosygaidd, bydd cymhareb y ffenoteipiau trechol i enciliol yn 1 : 1.
   E.e. Os yw planhigyn pys tal yn cael ei groesi â phlanhigyn pys byr (homosygaidd),
   Gadewch i T = tal
   t = byr

   Ffenoteip: Tal x byr
   Genoteip: Tt x tt
   Alelau: T, t x t, t

Gametau	T	t
t	Tt	tt
t	Tt	tt

Cymhareb y croesiad prawf monocroesryw
1 ffenoteip trechol: 1 ffenoteip enciliol

Y Croesiad Prawf Deugroesryw
Rydyn ni'n defnyddio'r dull hwn i ganfod genoteip organeb sy'n dangos dau ffenoteip trechol. Gallai'r organeb fod yn homosygaidd neu'n heterosygaidd.

Enghraifft
Mewn planhigyn maro, mae lliw ffrwyth gwyn yn drechol dros liw ffrwyth melyn.
Mae ffrwyth siâp disg yn drechol dros siâp sffêr.

Gadewch i G = alel lliw gwyn D = alel ffrwyth siâp disg
g = alel lliw melyn d = alel ffrwyth siâp sffêr

1. Os yw'r planhigyn disg gwyn yn homosygaidd trechol:

Ffenoteip:	Ffrwyth disg gwyn	x	Ffrwyth sfferig melyn
Genoteip:	GGDD	x	ggdd
Gametau:	GD	x	gd

Gametau	GD
gd	GgDd

Dim ond un math o ffenoteip fydd i'w weld.

2. Os yw'r planhigyn disg gwyn yn heterosygaidd.

Ffenoteip:	Ffrwyth disg gwyn	x	Ffrwyth sfferig melyn
Genoteip:	GgDd	x	ggdd
Gametau:	GD, Gd, gD, gd	x	gd

Gametau	GD	Gd	gD	gd
gd	GgDd	Ggdd	ggDd	ggdd

Cymhareb y Croesiad Prawf Deugroesryw
1 yn dangos dau ffenoteip trechol
1 yn dangos un ffenoteip trechol ac un enciliol
1 yn dangos un ffenoteip trechol ac un enciliol
1 yn dangos dau ffenoteip enciliol

Cofiwch
Mae'n werth cofio gwahanol gymarebau'r croesiadau genetig oherwydd maen nhw'n gallu rhoi cliwiau i chi ynglŷn â pha fath o etifeddiad sy'n digwydd.
Os nad yw'r gymhareb sydd i'w gweld yn cyd-fynd ag unrhyw un o gymarebau Mendel, y cymarebau croesiad prawf na'r cymarebau cyd-drechedd, mae'n bosibl bod cysylltedd genynnau'n digwydd.

Cyd-drechedd

Mae cyd-drechedd yn cyfeirio at batrymau etifeddiad lle mae'r **ddau** alel mewn organeb heterosygaidd yn cael eu mynegi'n hafal.

Os yw cyd-drechedd yn digwydd, rydyn ni'n defnyddio llythrennau gwahanol i gynrychioli'r alelau.

Enghraifft1
Lliw cot ceffylau a gwartheg.
Mae lliwiau cot coch a gwyn yn gyd-drechol.
Mae anifeiliaid heterosygaidd yn lliw brith.
(Mae gan yr anifeiliaid rai blew coch a rhai blew gwyn; does ganddyn nhw ddim blew pinc!)

E.e. Os yw tarw gwyn yn cael ei groesi â buwch goch
Gadewch i G = Blew gwyn
C = Blew coch

Ffenoteip: Blew gwyn x Blew coch
Genoteip: GG x CC
Alelau: G x C

Gametau	G	G
C	CG	CG
C	CG	CG

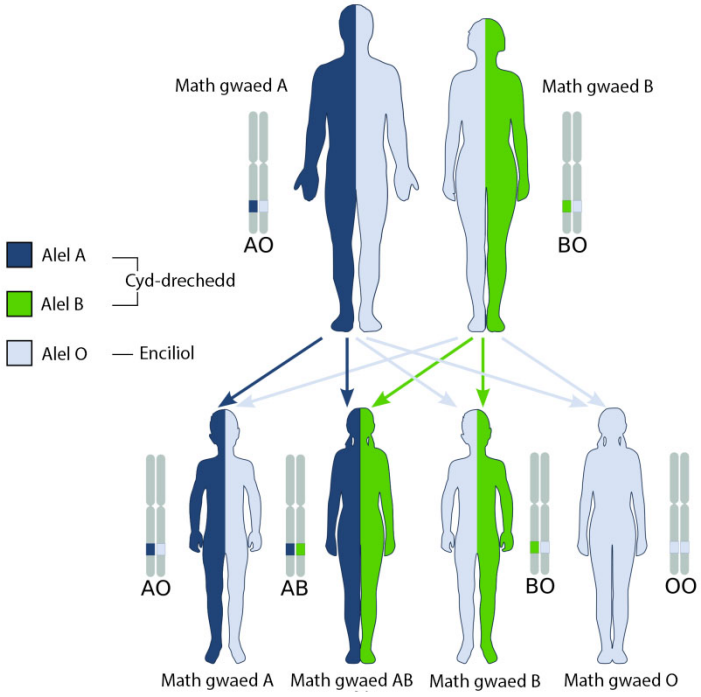
Os yw tarw brith yn cael ei groesi â buwch frith

Ffenoteip: Brith x Brith
Genoteip: CG x CG
Alelau: C, G x C, G

Gametau	C	G
C	CC	CG
G	CG	GG

Cymhareb y ffenoteipiau yw 1 gwyn : 2 brith : 1 coch

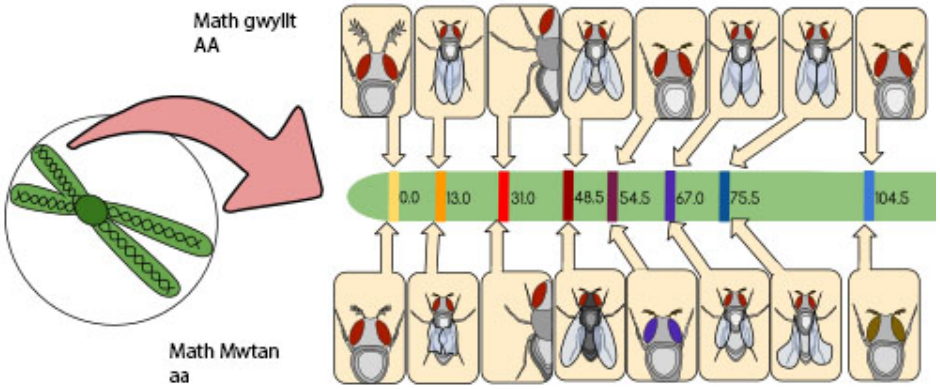
Enghraifft 2
Grwpiau gwaed bodau dynol
Enghraifft arall o gyd-drechedd yw'r grŵp gwaed dynol AB, sy'n ganlyniad i ddau alel A a B yn cael eu mynegi'n hafal yn y ffenoteip, heb i un fod yn drechol dros y llall.
Fodd bynnag, mae grŵp gwaed O yn enciliol i grwpiau gwaed A a B.



Cofiwch
Pan mae alelau'n gyd-drechol, mae gan yr heterosygot bob amser ffenoteip gwahanol i'r ddau riant homosygaidd

Cysylltedd

Pe bai pob cromosom yn cynnwys un locws genyn yn unig, byddai Egwyddor Rhydd-ddosraniad Mendel yn wir ar gyfer pob croesiad deugroesryw.
Fodd bynnag, mae pob cromosom yn cludo llawer o wahanol enynnau ac mae'r rhain yn cael eu hetifeddu gyda'i gilydd yn ystod meiosis. Felly, mae'r genynnau hyn wedi'u cysylltu.

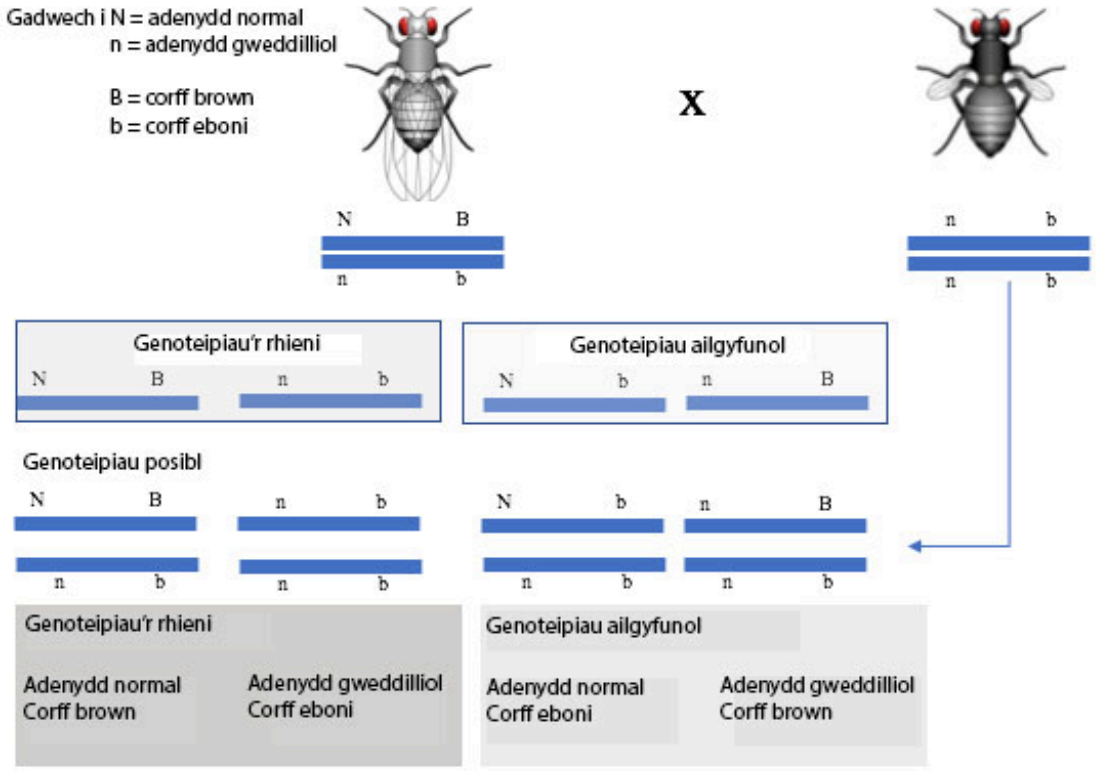


Diag. 1 – Safleoedd cymharol yr alelau ar ail cromosom y pryf ffrwythau (*Drosphilla*). Caiff yr alelau hyn eu hetifeddu gyda'i gilydd bob amser

https://en.wikipedia.org/wiki/Genetic_linkage#/media/File:Drosophila_Gene_Linkage_Map.svg

Pwysigrwydd Trawsgroesiad

Yn ystod meiosis pan mae parau homologaidd o gromosomau'n dod at ei gilydd yn ystod proffas I meiosis, mae **trawsgroesiad** yn gallu digwydd rhwng cromatidau mewn mannau o'r enw **ciasmata**. Os yw trawsgroesiad yn digwydd rhwng dau enyn, mae hyn yn gwahanu alelau oedd wedi'u cysylltu cyn hynny ac yn eu galluogi i gyfuno mewn genoteipiau ailgyfunol newydd.
Mae hyn yn bwysig fel ffynhonnell o amrywiad.



Diag. 2 - Mae genynnau siâp adain a lliw corff pryf ffrwythau ar yr un cromosom; maen nhw wedi eu cysylltu. Mae trawsgroesiad yn gallu darparu genoteipiau ailgyfunol sy'n gallu arwain at ffenoteipiau ailgyfunol.

Y Prawf Chi-sgwâr (χ^2)

Gallwn ni ddefnyddio'r prawf chi-sgwâr i brofi arwyddocâd ystadegol **newidynnau amharhaus (arwahanol)**. Er enghraifft, gallwn ni ei ddefnyddio i ganfod ydy canlyniadau croesiad genetig yn arwyddocaol wahanol i'r canlyniadau disgwyliedig, neu ai siawns yn unig sy'n gyfrifol am y gwahaniaethau.
Dyma sut rydyn ni'n profi dilysrwydd ystadegol canlyniadau fel canlyniadau croesiadau genetig.

Enghraifft - Etifeddiad siâp hadau pys Mendel

Isod mae dull cam wrth gam ar gyfer sut i ddefnyddio prawf chi-sgwâr.

Mewn planhigion pys, mae hadau crwn yn drechol dros hadau crychlyd.
Mae dau blanhigyn pys rhiant yn cael eu croesi, gan feddwl eu bod nhw'n heterosygaidd ar gyfer siâp hadau.
O'r 7324 o hadau sy'n cael eu cynhyrchu, mae 5474 yn grwn a 1850 yn grychlyd.
Mae'r gymhareb sydd i'w gweld yn 2.96 : 1 o gymharu â'r gymhareb ddisgwyliedig o 3 : 1. Ydy hyn yn arwyddocaol?

1. Ffurfio rhagdybiaeth nwl

Mae'r rhagdybiaeth nwl bob amser yn datgan mai siawns yn unig sy'n gyfrifol am unrhyw wahaniaeth rhwng y canlyniadau sydd i'w gweld a'r canlyniadau disgwyliedig.
E.e. Mae etifeddiad siâp hadau pys yn digwydd oherwydd etifeddiad Mendelaidd a siawns sy'n gyfrifol am unrhyw wahaniaeth rhwng y canlyniad sydd i'w weld a'r canlyniad disgwyliedig.

2. Cyfrifo'r niferoedd disgwyliedig o'r cymarebau Mendelaidd.

Y gymhareb monocroesryw ar gyfer croesiad rhwng dau heterosygot yw

3 ffenoteip trechol : 1 ffenoteip enciliol
3 crwn : 1 crychlyd.

O 7324 o bys, y gwerthoedd disgwyliedig fyddai

= (0.75 x 7324) crwn : (0.25 x 7324) crychlyd
= 5493 crwn : 1831 crychlyd

3. Cyfrifo'r graddau rhyddid

Mae'r **graddau rhyddid** bob amser yn **nifer y categorïau (ffenoteipiau) – 1**.
Yn yr enghraifft hon, mae dau gategori (ffenoteip), sef crwn a chrychlyd.
Felly, mae nifer y graddau rhyddid = 2 – 1 = 1

4. Dewis lefel tebygolrwydd addas

Mae'r lefel tebygolrwydd (P) bob amser yn 5%, felly p = 0.05

I fiolegwyr, os yw'r tebygolrwydd o unrhyw wahaniaeth rhwng y gwerthoedd sydd i'w gweld a'r gwerthoedd disgwyliedig yn hafal i 5% neu fwy, mae'r gwahaniaeth yn anarwyddocaol, h.y. siawns yn unig sy'n gyfrifol am y gwahaniaeth.
Os yw'r tebygolrwydd o unrhyw wahaniaeth rhwng y gwerthoedd sydd i'w gweld a'r gwerthoedd disgwyliedig yn llai na 5%, maen nhw'n ystyried bod y gwahaniaeth yn arwyddocaol. Hynny yw, mae rhyw ffactor heblaw siawns yn dylanwadu ar y canlyniadau.

5. Cyfrifo gwerth chi-sgwâr

Rydyn ni'n defnyddio'r fformiwla ganlynol i gyfrifo gwerth chi-sgwâr:

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{gwerth gwirioneddol} - \text{gwerth disgwyliedig})^2}{\text{gwerth disgwyliedig}}$$

Fel arfer, rydyn ni'n defnyddio tabl i'n helpu ni i gyfrifo'r gwerth hwn:

Ffenoteip	Gwirioneddol (O)	Disgwyliedig (E)	Gwahaniaeth (O-E)	$(O-E)^2$	$\frac{(O-E)^2}{E}$
Hedyn crwn	5474	5493	-19	$-19^2 = 361$	$361 \div 5493 = 0.07$
Hedyn crychlyd	1850	1831	19	$19^2 = 361$	$361 \div 1831 = 0.20$
				$\sum \frac{(O-E)^2}{E} =$	$0.07 + 0.20 = 0.27$

$\chi^2 = 0.27$

6. Dod o hyd i werth critigol χ^2

O wybod bod,

- Graddau rhyddid = 1
- P = 0.05

Gan ddefnyddio'r tabl tebygolrwydd

Graddau rhyddid	Tebygolrwydd								
	0.9	0.8	0.7	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
1	0.016	0.064	0.15	0.46	1.64	2.71	3.84	5.41	6.64
2	0.21	0.45	0.71	1.39	3.22	4.60	5.99	7.82	9.21
3	0.58	1.00	1.42	2.37	4.64	6.25	7.82	9.84	11.34
4	1.06	1.65	2.20	3.36	5.99	7.78	9.49	11.67	13.28

Gwerth critigol chi-sgwâr = 3.84

6. Ffurfio casgliad

Dylai'r casgliad:

- **Cymharu'r gwerth χ^2 wedi'i gyfrifo a gwerth critigol χ^2.**
- **Nodi'r lefel arwyddocâd**.

Mae hyn yn 0.05 bob amser

- **Derbyn neu wrthod y rhagdybiaeth nwl**

Os yw'r gwerth χ^2 wedi'i gyfrifo < gwerth critigol χ^2 mae'r rhagdybiaeth nwl yn cael ei derbyn.
Os yw'r gwerth χ^2 wedi'i gyfrifo > gwerth critigol χ^2 mae'r rhagdybiaeth nwl yn cael ei gwrthod.

- **Dweud beth mae popeth yn ei olygu.**

Os yw'r rhagdybiaeth nwl yn cael ei derbyn, siawns yn unig sy'n gyfrifol am unrhyw wahaniaeth rhwng y canlyniadau sydd i'w gweld a'r canlyniadau disgwyliedig.
Os yw'r rhagdybiaeth nwl yn cael ei gwrthod, mae rhyw ffactor ar wahân i siawns yn unig yn gyfrifol am y gwahaniaeth rhwng y canlyniadau sydd i'w gweld a'r canlyniadau disgwyliedig.

Casgliad Enghreifftiol

Gwerth χ^2 wedi'i gyfrifo = 0.27. Mae hwn yn llai na'r gwerth critigol χ^2 = 3.84 ar debygolrwydd o p = 0.05 ac un radd rhyddid.
Felly, rydyn ni'n derbyn y rhagdybiaeth nwl. Mae etifeddiad siâp hadau pys yn digwydd oherwydd etifeddiad Mendelaidd a siawns yn unig sy'n gyfrifol am unrhyw wahaniaeth rhwng y canlyniad sydd i'w weld a'r canlyniad disgwyliedig.

Pwysigrwydd Meiosis a Ffrwythloniad i Atgenhedlu Rhywiol

Yn hirdymor, er mwyn i rywogaeth oroesi mewn amgylchedd sy'n newid yn gyson a chytrefu amgylcheddau newydd, mae amrywiad yn hanfodol.
Meiosis sy'n achosi **amrywiad** ymysg epil wedi'u cynhyrchu gan atgenhedlu rhywiol.

Mae Meiosis yn achosi amrywiaeth mewn tair ffordd:

- Mae cymysgu genoteip un rhiant â genoteip un arall yn cynyddu amrywiaeth yr epil. Dyma yw sail atgenhedlu rhywiol mewn organebau. Rhaid i ddau **gamet haploid** (celloedd rhyw) asio yn ystod **ffrwythloniad**; gan fod pob un yn cynnwys hanner gwybodaeth genetig (cromosomau) y rhiant, mae eu huno'n dod â chromosomau at ei gilydd o ddwy ffynhonnell wahanol ac yn creu cyfuniad newydd unigryw o wybodaeth genetig.

- **Hapddosbarthu a rhydd-ddosraniad cromosomau homologaidd** ar gyhydedd y werthyd yn ystod **metaffas I** meiosis. Pan mae'r cromosomau homologaidd yn gwahanu, mae'r epilgelloedd yn cynnwys gwahanol gyfuniadau o wybodaeth genetig.

- **Trawsgroesiad wrth ffurfio ciasmata** yn ystod **proffas I** meiosis. Gellir cyfnewid darnau cyfatebol o gromosomau homologaidd, gan gynhyrchu cyfuniadau newydd o enynnau a gwahanu genynnau sydd wedi'u cysylltu.

Mae amrywiaeth, oherwydd meiosis a ffrwythloniad, yn hanfodol i broses esblygiad. Drwy ddarparu amrywiaeth o unigolion, mae meiosis a ffrwythloniad yn caniatáu i'r unigolion sy'n gweddu orau i'r amodau presennol gael eu dethol yn naturiol ac yn sicrhau y bydd gan rai ohonynt nodweddion sy'n eu galluogi i oroesi hyd yn oed os yw'r amgylchedd yn newid.

Cysylltedd Rhyw

Er bod genynnau penodol ar y cromosomau rhyw'n gyfrifol am bennu rhyw unigolyn, mae'r cromosomau hyn hefyd yn cynnwys genynnau ar gyfer nodweddion sydd ddim yn gysylltiedig â bod yn fenyw neu'n wryw.
Rydyn ni'n dweud bod nodwedd yn gysylltiedig â rhyw os yw'r genyn sy'n pennu'r nodwedd yn bodoli ar y cromosomau rhyw.

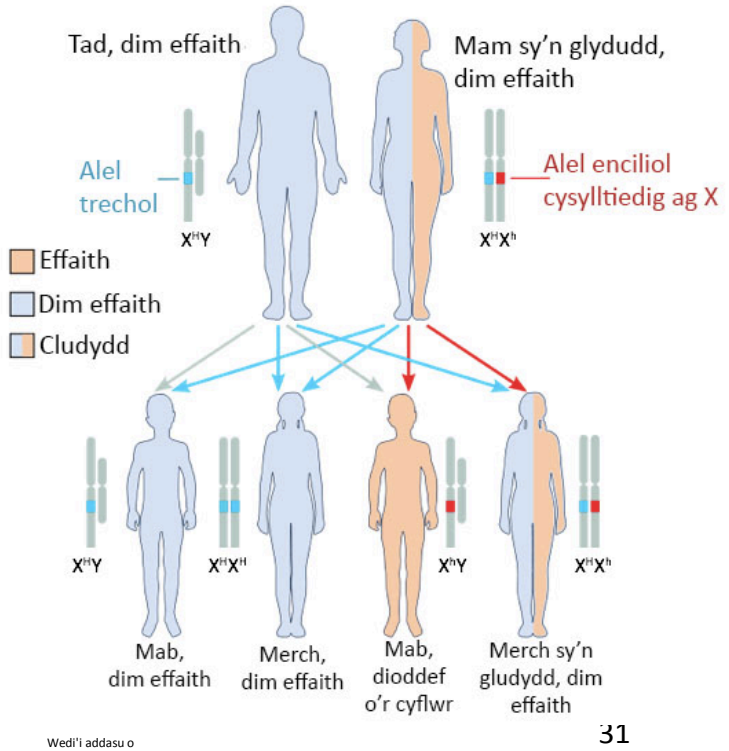
Gan fod y cromosom X dynol yn llawer mwy na'r Y, mae mwy o nodweddion cysylltiedig ag X na nodweddion cysylltiedig ag Y, a does gan y rhan fwyaf o'r genynnau cysylltiedig ag X ddim loci homologaidd ar y cromosom Y.
Mae tadau'n trosglwyddo nodweddion cysylltiedig ag X i'w merched. Bydd nodweddion sy'n gysylltiedig â'r cromosom Y i'w gweld mewn gwrywod yn unig.
Mae mamau'n gallu trosglwyddo nodweddion cysylltiedig ag X i'w meibion ac i'w merched. Mae nodweddion sy'n gysylltiedig â'r cromosom X yn gallu ymddangos mewn gwrywod a benywod.

I gynrychioli alelau cysylltiedig â rhyw, rydyn ni'n dilyn yr un rheolau ag ar gyfer pob croesiad genetig, ond mae llythyren yr alel ar y cromosom X e.e. X^H neu X^h.
Does gan y cromosom Y ddim alel cyfatebol, felly does dim alel arno.

Enghraifft 1 - Haemoffilia

Haemoffilia yw anallu'r gwaed i geulo oherwydd nad yw'n gallu cynhyrchu ffactor ceulo gwaed 8. Mae hyn yn arwain at waedu araf a chyson, yn enwedig yn y cymalau. Mae hwn yn glefyd etifeddol sy'n gallu lladd pobl, ac felly mae'r alel enciliol sy'n ei achosi'n brin iawn yn y boblogaeth.

Mae dau alel ar gyfer y genyn Ffactor 8.
Mae'r alel H (trechol) yn codio ar gyfer ffactor 8 normal
Dydy'r alel h (enciliol) ddim yn caniatáu cynhyrchu ffactor 8.



Wedi'i addasu o https://commons.wikimedia.org/wiki/File:X_recessive_carrier_mother.svg

Nodwedd genetig yw un sy'n ymddangos mewn organeb o ganlyniad i fynegiad genyn a/neu yr amgylchedd, h.y. y ffenoteip.

Gametau	X^H	Y
X^H	X^HX^H	x^HY
X^h	X^HX^h	X^hY

Cofiwch
Peidiwch â chymysgu cysylltedd rhyw â chysylltedd genynnau. Mae'r rhain yn ddau gysyniad gwahanol.

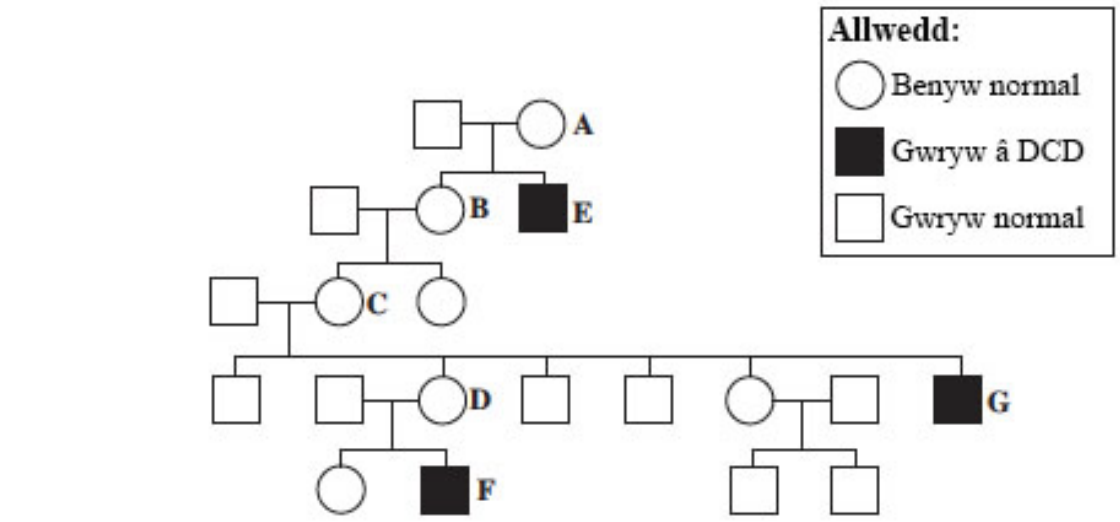
Enghraifft 2 - Dystroffi Cyhyrol Duchenne

Mae Dystroffi Cyhyrol Duchenne (DCD/*DMD: Duchenne Muscular Dystrophy*) yn cael ei achosi gan alel enciliol cysylltiedig â rhyw ar y genyn sy'n codio ar gyfer y protein dystroffin. Mae dystroffin yn un o gydrannau glycoprotein sy'n sefydlogi cellbilenni ffibrau cyhyrau. Mae symptomau DCD yn dechrau pan fydd plentyn tua 2–3 oed, ac yn cynnwys colli màs cyhyr a chyhyrau'n gwanhau'n gynyddol.

Gallwn ni ddefnyddio diagramau tras i nodi ydy cyflyrau etifeddol yn gysylltiedig â rhyw neu'n ganlyniad i alelau trechol neu enciliol.

Alelau enciliol cysylltiedig â rhyw

- Mae'r rhain yn cael eu cludo ar y cromosom rhyw X;
- dim ond yn mynegi eu hunain mewn benywod os yw'r alel ar y ddau gromosom X (homosygaidd enciliol);
- bob amser yn mynegi eu hunain yn y gwryw, oherwydd does gan y cromosom Y ddim locws homologaidd i'r genyn.



Allwedd:
X^N Alel normal
X^n Alel dystroffi cyhyrol
Y Cromosom gwrywol

Ffig. 1 - Siart tras yn dangos etifeddiad DCD.

Benywod A, C a D Mae'n rhaid bod y rhain yn cludo X^N oherwydd dydy'r clefyd ddim yn effeithio arnynt. Ond mae'n rhaid eu bod nhw hefyd wedi trosglwyddo X^n i wrywod **E, F a G**. Mae'n rhaid bod ganddynt y genoteip X^NX^n.

Gwrywod E, F a G Dydy hi ddim yn bosibl bod gwrywod **E, F a G** wedi etifeddu'r alel enciliol gan eu tad, oherwydd dydy'r cromosom Y ddim yn cludo genyn ar gyfer dystroffin (does ganddo ddim locws homologaidd i'r genyn). Felly, mae'n rhaid eu bod nhw'n X^nY oherwydd maen nhw'n dioddef DCD.

Mwtaniadau Genetig

Mwtaniad yw newid i swm neu drefniad y defnydd genynnol (DNA neu RNA) mewn cell.

- Mae mwtaniadau'n digwydd yn ddigymell ac ar hap, ac mae cyfraddau mwtaniadau fel arfer yn isel iawn, ond mewn organebau sydd â chylchredau bywyd byr lle mae cellraniad yn digwydd yn amlach, mae cyfradd mwtaniadau'n uwch.
- Mwtaniadau yw ffynhonnell amrywiad genetig, ac mae hyn yn gallu arwain at esblygiad drwy gyfrwng dethol naturiol.
- Mae'r rhan fwyaf o fwtaniadau'n digwydd yn ystod trawsgroesiad yn ystod proffas I meiosis neu o ganlyniad i anwahaniad yn ystod anaffas I neu anaffas II meiosis.

Effaith Mwtagenau, Carsinogenau ac Oncogenynnau

Mae mwtaniadau'n gallu effeithio ar synthesis proteinau ac yn gallu newid ffenoteip organeb, ond dydy rhai mwtaniadau ddim yn effeithio ar y ffenoteip.
Mae mwtaniadau genyn (pwynt) yn effeithio ar un bas mewn genyn ac mae mwtaniadau cromosom yn effeithio ar lawer o enynnau.

Mae mwtagenau fel y canlynol yn gallu cynyddu cyfradd mwtaniadau:

- pelydriad ïoneiddio
  - pelydriad gama,
  - UV
  - Pelydrau-X
- rhai cemegion
  - hydrocarbonau amlgylchredol mewn mwg sigaréts

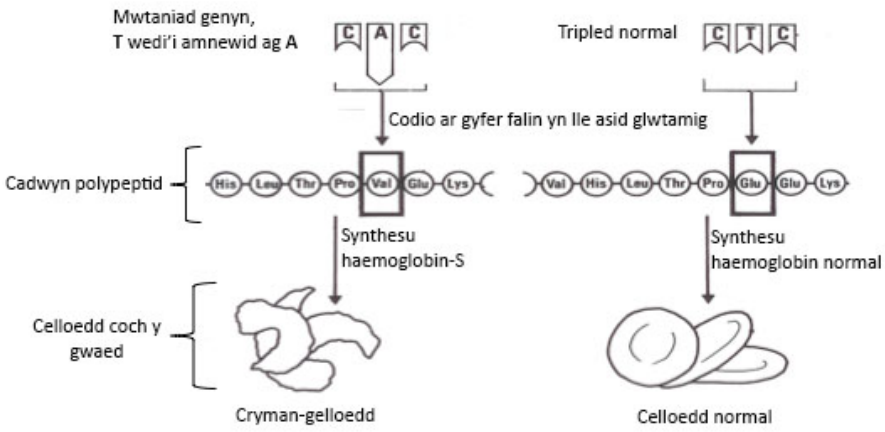
Yr enw ar fwtagen sy'n achosi canser yw carsinogen.

Cofiwch
Mae'n werth edrych eto ar eich nodiadau blwyddyn 12 ar 'Cylchred y Gell a Chellraniad' (adran 1.6). Mae llawer o'r cysyniadau o'r adran honno'n ymddangos yn y gwaith ar etifeddiad ac esblygiad.

Mae rhai genynnau o'r enw proto-oncogenynnau yn gallu mwtanu i ffurfio oncogenynnau sy'n ymwneud ag achosi cellraniad afreolus i ffurfio canser.

Anaemia cryman-gell - Enghraifft o fwtaniad genyn

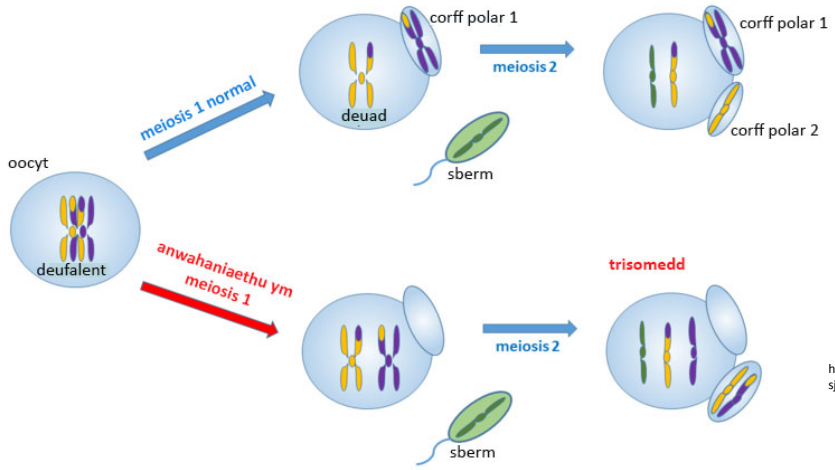
Yr enw ar newid i adeiledd DNA sy'n digwydd ar un locws yw **mwtaniad genyn** neu **fwtaniad pwynt**.
Mae anaemia cryman-gell yn cael ei achosi gan un mwtaniad yn y genyn sy'n codio ar gyfer haemoglobin.
Mae amnewid un bas yn y moleciwl DNA yn golygu bod yr asid amino anghywir yn cael ei ymgorffori yn un o'r cadwynau polypeptid sy'n gwneud y moleciwl haemoglobin.
Mae'r haemoglobin mwtan, Haemoglobin-S, yn achosi i siâp celloedd coch y gwaed droi'n siâp cryman.
Mae Haemoglobin-S yn llai effeithlon o ran cludo ocsigen. Mae'r unigolyn yn dioddef o anaemia.



Syndrom Down - Enghraifft o fwtaniad cromosom

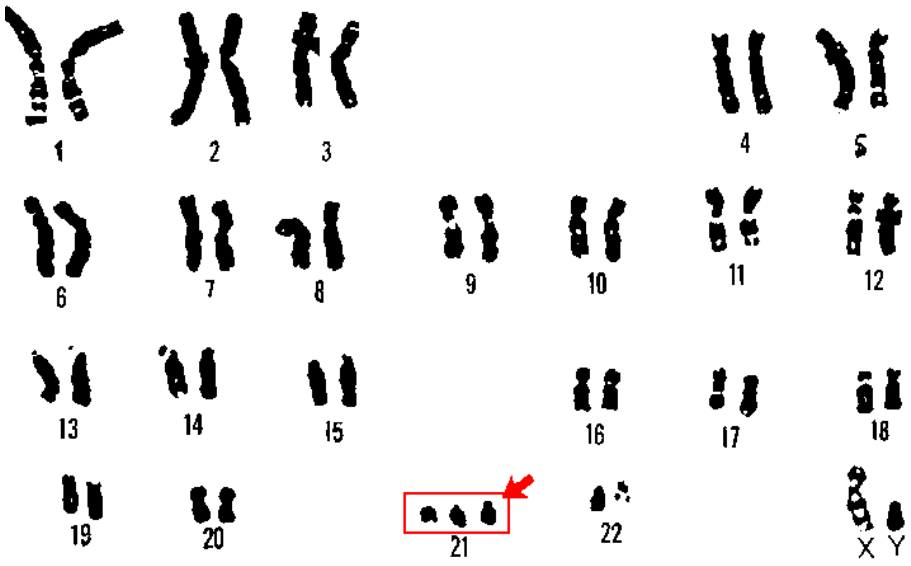
Mwtaniad cromosom yw newid i nifer y cromosomau mewn organeb

1. **Polyploidedd**
   Mae gan rai organebau setiau cyflawn ychwanegol o gromosomau, e.e. tair set o gromosomau = triploid (3n). Mae mathau modern o wenith yn dangos polyploidedd (gweler adran 4.4. - Ffurfiant Rhywogaethau Sympatrig).
2. **Cromosomau ychwanegol**
   Weithiau yn ystod **anaffas I** meiosis mae pâr o gromosomau homologaidd yn methu gwahanu. **Anwahaniad** yw hyn, ac mae'n aml yn angheuol.



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trisomy_due_to_nondisjunction_in_maternal_meiosis_1.png

Mae **syndrom Down** yn digwydd yn aml o ganlyniad i anwahaniad mewn bodau dynol. Yn yr achos hwn, mae cromosomau homologaidd rhif 21 yn methu gwahanu ac mae gamet yn gallu cynnwys 24 cromosom.
Os yw'r gamet yn asio ag un normal â 23 cromosom, bydd gan y sygot 47 cromosom (2n + 1).



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:21_trisomy_-_Down_syndrome.png

Mae anwahaniad yn gallu digwydd â chromosomau eraill, ond mae'r rhain fel arfer yn arwain at erthyliad naturiol.
Mae cromosom rhif 21 yn gymharol fach, a dim ond tua 200 i 300 genyn sydd arno o gyfanswm o tua 20 000 - 25 000 ar y genom dynol, felly mae'r epil yn gallu goroesi.

Epigeneteg

Mae epigeneteg yn cyfeirio at reoli mynegiad genynnau â ffactorau heblaw newidiadau i'r dilyniant DNA.

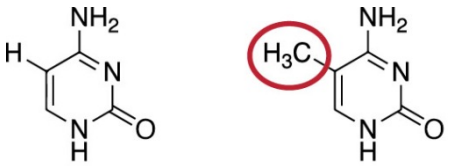
Mae'n bosibl addasu DNA ar ôl ei ddyblygu; dydy hyn ddim yn newid y dilyniant basau DNA, ond mae'n newid gallu genyn i gael ei drawsgrifio yn ystod synthesis protein.

Mae mwy a mwy o dystiolaeth bod yr amgylchedd yn gallu achosi'r **newidiadau epigenetig** hyn.

Addasiadau epigenetig - methylu DNA

Mae ychwanegu grwpiau methyl at fasau'n atal y basau hynny rhag cael eu hadnabod ac yn lleihau gallu'r genyn hwnnw i gael ei fynegi.

Mynegiad genyn yw'r broses lle mae gwybodaeth o enyn yn cael ei defnyddio i synthesu cynnyrch gweithredol, e.e. proteinau neu RNA gweithredol.



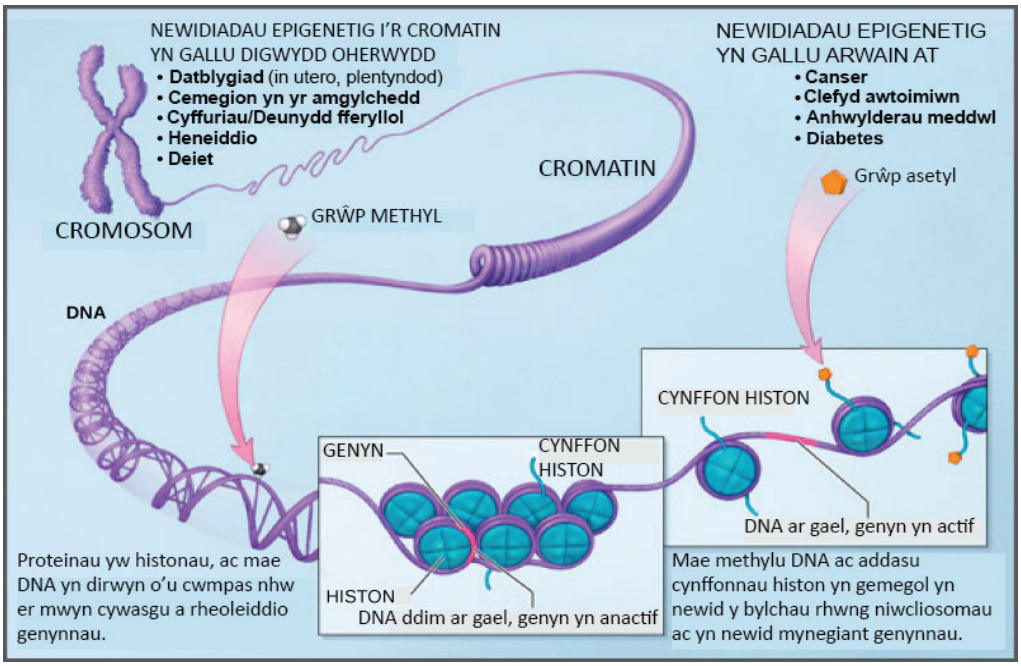
Cytosin Cytosin wedi'i fethylu

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DNA_methylation.png

Addasiadau epigenetig - Addasu histonau

Mae'r proteinau histon sy'n cael eu defnyddio i drefnu'r DNA mewn cromosom hefyd yn gallu cael eu haddasu.

Os yw'r histon yn torchi'n dynnach mae'n gallu atal mynegiad genyn, ond os yw'r histon yn torchi'n llac mae'n gallu cynyddu mynegiad genyn.



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Figure_16_03_03.jpg

Mae gwahanol addasiadau epigenetig yn gallu digwydd mewn celloedd o'r un feinwe ac mewn gwahanol feinweoedd gan arwain at fynegi'r un genyn yn wahanol mewn gwahanol rannau o'r un organeb.

Er enghraifft, mae celloedd bonyn yr embryo'n gwahaniaethu'n gynyddol, gan ddiffodd genynnau sy'n codio ar gyfer ensymau diangen. O ganlyniad i'r newidiadau hyn, mewn celloedd gwahaniaethol, dim ond y genynnau sydd eu hangen ar gyfer eu gwaith eu hunain sy'n cael eu mynegi, e.e. mae celloedd croen yn cynhyrchu melanin ond mae celloedd y retina'n cynhyrchu rhodopsin.

Adran 4.4 - Amrywiad ac Esblygiad

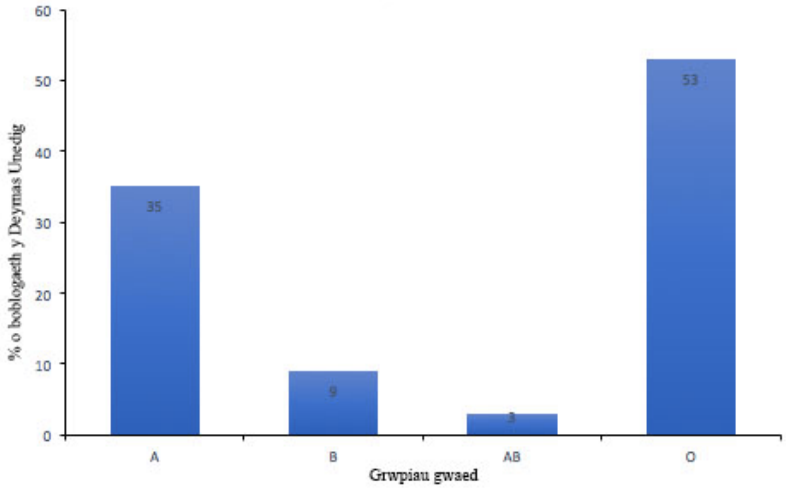
Mae Ffactorau Genetig ac Amgylcheddol yn Cynhyrchu Amrywiad Rhwng Unigolion

Mae **amrywiad** yn cyfeirio at y gwahaniaethau rhwng organebau o'r un rhywogaeth.
Y **ffenoteip** yw ymddangosiad cyffredinol organeb.
Mae'r amrywiad rhwng ffenoteipiau pobl yn cynnwys:

- Amrywiad **amharhaus** e.e. gwahanol grwpiau gwaed.
- Amrywiad **parhaus** e.e. taldra a màs.

Amrywiad Amharhaus

Mae amrywiad amharhaus yn dangos nifer cyfyngedig o ffenoteipiau. Does dim mathau rhyngol.
Mae fel arfer yn cael ei reoli gan un genyn (monogenig).
Dydy'r amgylchedd ddim yn effeithio ar fynegiad y genyn; y ffenoteip.
Rydyn ni fel arfer yn cynrychioli ffenoteipiau amharhaus ar siartiau bar neu siartiau cylch.

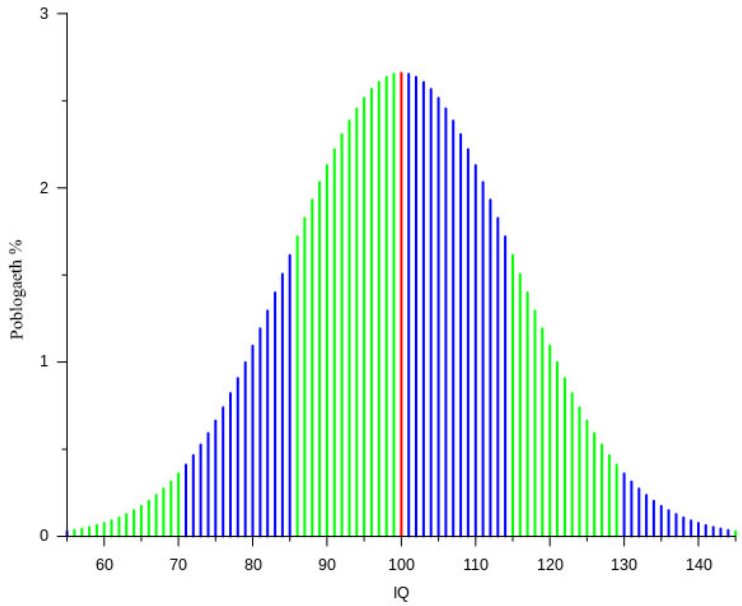


Mae **amrywiad etifeddol** yn cyfeirio at wahaniaethau rhwng ffenoteipiau am resymau genetig. Mae'r math hwn o amrywiad yn gallu cael ei etifeddu.

Mae **amrywiad anetifeddol** yn cyfeirio at wahaniaethau rhwng ffenoteipiau am resymau amgylcheddol. Dydy'r math hwn o amrywiad ddim yn gallu cael ei etifeddu.

Amrywiad Parhaus

Mae **amrywiad parhaus** yn golygu graddiad o un eithaf i'r llall.
Mae fel arfer yn cael ei reoli gan lawer o enynnau (polygenig).
Mae'r ffenoteip yn dibynnu ar sut mae'r holl enynnau (polygenynnau) yn rhyngweithio ac ar yr amgylchedd.
Mae plot o ddosraniad amledd ffenoteip fel hyn yn rhoi cromlin siâp cloch.
Cromlin dosraniad normal yw hon.



Effaith Cystadleuaeth Ryngrywogaethol a Mewnrhywogaethol ar Lwyddiant Bridio a Goroesi

Ffactorau sy'n effeithio ar boblogaethau organebau.
Mae **ffactorau biotig** sy'n effeithio ar faint poblogaeth yn cynnwys:

- ysglyfaethu
- parasitedd
- clefyd
- cystadleuaeth am adnoddau.

Mae'n ymddangos mai **cystadleuaeth** yw'r prif ffactor biotig sy'n effeithio ar lwyddiant bridio a goroesi, ac felly'n pennu dwysedd a chyfradd twf poblogaethau.
Mae hyn yn gallu bod yn gystadleuaeth uniongyrchol am adnoddau fel golau haul, mwynau a bwyd, neu am safleoedd nythu neu gymheiriaid.

Cystadleuaeth fewnrhywogaethol

Cystadleuaeth fewnrhywogaethol yw cystadleuaeth am adnoddau rhwng aelodau o'r un rhywogaeth.
Mae'r gystadleuaeth hon yn gallu achosi i rai o'r boblogaeth beidio â goroesi, neu beidio ag atgenhedlu, ac os felly bydd twf y boblogaeth yn arafu. Yn yr un modd, os oes digonedd o'r adnodd ar gael, heb ddim cystadleuaeth, bydd y boblogaeth yn cynyddu.

Cystadleuaeth ryngrywogaethol

Cystadleuaeth ryngrywogaethol yw cystadleuaeth am adnoddau rhwng aelodau o wahanol rywogaethau.

Mae cystadleuaeth o fewn poblogaeth yn gallu bod yn amlwg iawn, fel mwyeilch yn ymladd dros diriogaethau mewn gardd. Y cystadleuydd sy'n ennill sy'n cael yr adnodd. **Cystadleuaeth gornest** yw hyn.
Mewn achosion eraill, bydd llawer o unigolion yn cystadlu am adnodd a bydd pob un yn cael rhywfaint ohono, e.e. llewod yn ymrafael dros garcas. **Cystadleuaeth ymgiprys** yw hyn.
Mae llawer o ecolegwyr yn rhagdybio mai cystadleuaeth yw'r prif ffactor sy'n cynnal cymunedau sefydlog mewn ecwilibriwm naturiol, yn enwedig ar gyfer organebau sy'n uwch i fyny'r gadwyn fwyd.

Awgrym
Edrychwch eto ar eich gwaith ar ffactorau sy'n rheoli maint poblogaeth - adran 3.5.

Effaith Cyfryngau Detholus ar Oroesiad Organebau

Dethol, yng nghyd-destun esblygiad, yw'r broses lle mae organebau sydd wedi addasu'n well i'w hamgylchedd yn goroesi ac yn bridio, a rhai sydd ddim wedi addasu cystal yn methu gwneud hynny.

Mae cyfuniadau newydd o alelau'n cynhyrchu genoteipiau unigryw, sydd, wrth gael eu mynegi'n gorfforol fel ffenoteipiau, yn cael eu dethol yn amgylcheddol i bennu pa mor addas ydynt i'r amgylchedd.

Mae'r organebau sydd wedi addasu orau'n fwy tebygol o drosglwyddo eu nodweddion i genedlaethau sy'n eu dilyn nhw.

Cyfryngau detholus yw ffactorau amgylcheddol sy'n gallu newid amlder alelau mewn poblogaeth, os ydynt yn gyfyngol.

Dyma rai enghreifftiau o gyfryngau detholus:

- Cyflenwad bwyd
- Safleoedd bridio
- Hinsawdd
- Effaith bodau dynol

Pwysau Dethol yw effaith y cyfryngau detholus sy'n gweithredu ar y boblogaeth drwy gyfrwng Dethol Naturiol.

Mae cyfryngau detholus yn cynyddu'r siawns y bydd rhai ffenoteipiau, ac felly rai alelau, yn cael eu trosglwyddo i'r genhedlaeth nesaf.

Mae cyfryngau detholus yn 'dethol o blaid' alel penodol.

Cofiwch, y ffenoteip yw'r nodwedd sy'n gweddu i amgylchedd penodol neu beidio.
Mae'r ffenoteip yn dibynnu'n rhannol ar y genoteip.
Os yw'r ffenoteip yn rhoi mantais, mae'r alelau sydd wedi'i gynhyrchu'n cael eu trosglwyddo i'r genhedlaeth nesaf yn fwy llwyddiannus nag alelau eraill.
Mae llwyddiant alel yn dibynnu ar i ba raddau mae wedi cyfrannu at ffenoteip sydd o fantais mewn amgylchedd penodol.

Os yw ffenoteip yn rhoi mantais ddetholus, bydd yr alelau sy'n gyfrifol am y ffenoteip hwnnw'n cael eu **dethol** ac maen nhw'n fwy tebygol o gael eu trosglwyddo i'r genhedlaeth nesaf.

Os yw ffenoteip yn rhoi anfantais ddetholus, bydd **dethol yn erbyn** yr alelau sy'n gyfrifol am y ffenoteip hwnnw ac maen nhw'n llai tebygol o gael eu trosglwyddo i'r genhedlaeth nesaf.

Cysyniad Cyfanswm Genynnol a Symudiad Genetig

Cysyniad biolegol yw'r **cyfanswm genynnol** sy'n cael ei ddefnyddio i ddisgrifio'r holl amrywiad genetig sydd i'w gael mewn poblogaeth o organebau.
Mae gan bob organeb yn y boblogaeth honno un o'r llawer o setiau posibl o enynnau sy'n gallu ffurfio o'r cyfanswm genynnol.
Dydy geneteg poblogaeth ddim yn ymwneud â genoteipiau unigolion, ond mae'n disgrifio cyfrannau'r gwahanol alelau (yr amlder alelau) yn y cyfanswm genynnol cyfan.

Mae pwysau dethol yn gallu newid amlderau'r alelau sy'n bresennol ar locws genyn penodol mewn poblogaeth, a gallwn ni fynegi'r amlder alelau hwnnw naill ai fel cyfran neu fel canran o gyfanswm nifer y copïau o'r holl alelau ar gyfer y genyn hwnnw.

Bydd cyfanswm genynnol yn aros yn sefydlog, h.y. fydd amlder y gwahanol alelau ddim yn newid, o dan yr amodau canlynol:

- mae'r boblogaeth yn fawr,
- does dim pwysau dethol
- Mae cyplu'n digwydd ar hap.
- Does dim mwtaniadau'n digwydd.
- Mae pob genoteip yr un mor ffrwythlon â'i gilydd.
- Dim allfudo na mewnfudo (dim llif genynnau)

Y **cyfanswm genynnol** yw cyfanswm yr holl alelau ar gyfer yr holl enynnau mewn poblogaeth.

Dan yr amodau hyn, mae cyfran alelau trechol ac enciliol genyn penodol yn aros yn gyson.
Byddai hwn yn gyfanswm genynnol statig, felly fyddai dim newid esblygol i'r boblogaeth.

Yn ymarferol, dydy'r amodau uchod ddim yn cael eu bodloni'n aml ac felly mae amlder alelau mewn cyfansymiau genynnol yn newid yn gyson.

Symudiad Genetig

Weithiau, mae amrywiadau mewn amlderau alelau poblogaethau'n digwydd ar hap.
Symudiad genetig yw hyn.
Mae'n gallu bod yn fecanwaith esblygol pwysig mewn poblogaethau bach neu arunig.
Un enghraifft o symudiad genetig yw rhai unigolion yn cael eu gwahanu oddi wrth weddill y rhywogaeth a dechrau poblogaeth newydd,
e.e. pan mae rhai unigolion yn cytrefu ynys unig neu ryw gynefin newydd.
Mae sylfaenwyr y boblogaeth newydd yn sampl bach o'r cyfanswm genynnol gwreiddiol maen nhw wedi dod ohono. Drwy siawns, bydd yr amlder alelau wedi newid.
Tra mae poblogaeth y sylfaenwyr yn aros yn fach, gall symudiad genetig ddigwydd iddi a'i gwneud hi'n fwy gwahanol fyth i'r brif boblogaeth wreiddiol. Yr **effaith sylfaenydd** yw'r enw ar y broses hon.

Symudiad genetig yw newid i amlder alel oherwydd siawns.

Egwyddor Hardy-Weinberg

Mae egwyddor Hardy-Weinberg yn datgan y bydd amlder alelau a genoteipiau o fewn poblogaeth yn aros yn gyson o un genhedlaeth i'r nesaf, os yw rhai amodau penodol yn aros yn wir:

- Mae'r boblogaeth yn fawr;
- Does dim dethol o blaid nac yn erbyn unrhyw ffenoteip;
- Mae cyplu'n digwydd ar hap drwy'r boblogaeth i gyd;
- Does dim mwtaniadau;
- Mae'r boblogaeth yn arunig, h.y. does dim mewnfudo nac allfudo.

Hafaliad Hardy-Weinberg

Mae hafaliad Hardy-Weinberg yn ein galluogi ni i amcangyfrif amlderau alelau trechol neu enciliol, neu amlderau gwahanol genoteipiau, mewn poblogaeth.

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

lle,
p = amlder yr alel trechol (A)
q = amlder yr alel enciliol (a)
$p + q = 1.0$

Awgrym
Yn yr hafaliad hwn, mae canrannau wedi'u mynegi fel rhifau degol,
e.e. 20% = 0.2
100% = 1.0

Mae tri therm yr hafaliad hwn yn dangos amlderau'r tri genoteip:

p^2 = amlder AA (homosygaidd trechol)
$2pq$ = amlder Aa (heterosygaidd)
q^2 = amlder aa (homosygaidd enciliol)

O dan yr amodau lle mae egwyddor Hardy-Weinberg yn gweithredu, mae amlderau alelau p a q yn aros yn gyson dros genedlaethau.
Rydyn ni'n dweud bod y boblogaeth mewn ecwilibriwm Hardy-Weinberg.
Mae'r hafaliad yn dangos bod cyfran fawr o alelau enciliol yn bodoli yn yr heterosygotau. Mae heterosygotau, felly, yn gronfa amrywioldeb genetig.

Enghraifft 1 - Defnyddio Hafaliad Hardy-Weinberg i esbonio dosraniad alelau a genoteipiau

Os yw alel enciliol yn rhoi'r gallu i wrthsefyll pryfleiddiad penodol, beth fyddai amlder yr alelau a dosraniad y genoteipiau pe bai 36% o boblogaeth y pryfed yn gallu gwrthsefyll y pryfleiddiad?

Os yw'r gallu i wrthsefyll y pryfleiddiad = q^2 = 36% = 0.36

Mae q = $\sqrt{0.36}$

= 0.6

O p + q = 1.0

p = 1.0 - q

p = 1.0 - 0.6

p = 0.4

Cofiwch,
mae q^2 yn cynrychioli canran yr unigolion homosygaidd enciliol.

Felly, dyma ddosraniad yr alelau yn y boblogaeth:

Homosygaidd trechol = $p^2 = 0.4^2 = 0.16 = 16\%$

Heterosygotau = 2pq = 2 x 0.4 x 0.6 = 0.48 = 48%

Homosygaidd enciliol = $q^2 = 0.6^2 = 0.36 = 36\%$

Enghraifft 2 - Defnyddio Hafaliad Hardy-Weinberg i gyfrifo amlder alel mewn poblogaeth

Mae absenoldeb y pigment croen melanin yn achosi cyflwr o'r enw albinedd. Alel enciliol sy'n achosi'r cyflwr. Mewn poblogaeth fawr, dim ond un o bob 10 000 sy'n albino. Cyfrifwch y gyfran o'r boblogaeth sy'n cludo'r alel ar gyfer albinedd.

Os yw albinedd yn genoteip homosygaidd enciliol:

q^2 = 1 mewn 10 000 = 1 ÷10 000 = 0.0001

Felly, q = $\sqrt{0.0001}$

= 0.01

O p + q = 1.0

p = 1.0 - q

p = 1.0 - 0.01

p = 0.99

Cofiwch,
mae alel enciliol yn gallu aros yn gudd yn y genoteip heterosygaidd, felly dim ond pan mae mewn genoteip homosygaidd enciliol mae dethol yn ei erbyn yn gallu digwydd. Dyma sut mae cyflyrau sy'n cael eu hachosi gan alel enciliol yn aros mewn poblogaeth er bod dethol yn eu herbyn yn digwydd yn yr homosygot.

Felly, dyma ddosraniad yr alelau yn y boblogaeth:

Homosygaidd trechol = $p^2 = 0.99^2 = 0.9801 = 98.01\%$

Heterosygotau = 2pq = 2 x 0.99 x 0.01 = 0.0198 = 1.98%

Homosygaidd enciliol = $q^2 = 0.01^2 = 0.0001 = 0.01\%$

Cyfran o'r boblogaeth sy'n cludo'r genyn albinedd = 1.98% + 0.01% = 1.99%

Esblygiad drwy gyfrwng Dethol Naturiol

Mae damcaniaeth Charles Darwin ac Alfred Russel Wallace am esblygiad yn datgan bod rhywogaethau heddiw'n deillio o rywogaethau hynafiadol sydd wedi newid drwy ddethol naturiol.

Mae'r ddamcaniaeth yn seiliedig ar yr arsylwadau canlynol:

- Mewn unrhyw boblogaeth, mae **amrywiad**.
- Mae gan unigolion o fewn poblogaeth y potensial i gynhyrchu niferoedd mawr o epil, ond mae nifer yr oedolion yn tueddu i aros yr un fath o un genhedlaeth i'r nesaf.

O'r arsylwadau hyn, gallwn ni ddiddwytho dau beth:

- Mae brwydr i oroesi (**cystadleuaeth**) a dim ond y ffenoteipiau 'cymhwysaf' sy'n goroesi.
- Mae'r unigolion sy'n goroesi ac yn cyrraedd oed atgenhedlu'n **atgenhedlu** ac yn trosglwyddo alelau'r ffenoteipiau sydd wedi eu galluogi i oroesi i'w hepil (hynny yw, **mantais ddetholus**), ac mae hyn yn newid yr amlderau alelau.

Dros amser, mae grŵp o unigolion oedd yn arfer perthyn i'r un rhywogaeth yn gallu ffurfio dau grŵp sy'n ddigon gwahanol i'w gilydd i berthyn i ddwy rywogaeth ar wahân.

Os yw'r amgylchedd neu amodau'n newid, bydd y nodweddion sydd eu hangen i oroesi yno'n newid, felly mae dethol naturiol yn broses barhaus.

Arwahanu a Ffurfiant Rhywogaethau

Enw'r broses lle mae rhywogaethau newydd yn ffurfio yw **ffurfiant rhywogaethau**.

Dydy esblygiad, yn nhermau ffurfiant rhywogaethau, **ddim** yn digwydd o dan yr amodau lle mae egwyddor Hardy-Weinberg yn berthnasol.

Rhywogaeth yw grŵp o organebau sy'n gallu rhyngfridio i ffurfio epil ffrwythlon.

Mae ffurfiant rhywogaethau'n gallu digwydd oherwydd:

- symudiad genetig mewn poblogaethau arunig
- yr effaith sylfaenydd, sef amlderau alelau anghymesur mewn poblogaethau bach
- dethol naturiol

Fodd bynnag, er mwyn i rywogaethau newydd ddatblygu o boblogaeth, mae *rhyw* fath o **fecanwaith arwahanu** yn hanfodol.

Mae'r tabl isod yn crynhoi'r ddau fath o ffurfiant rhywogaethau a'u mecanweithiau arwahanu:

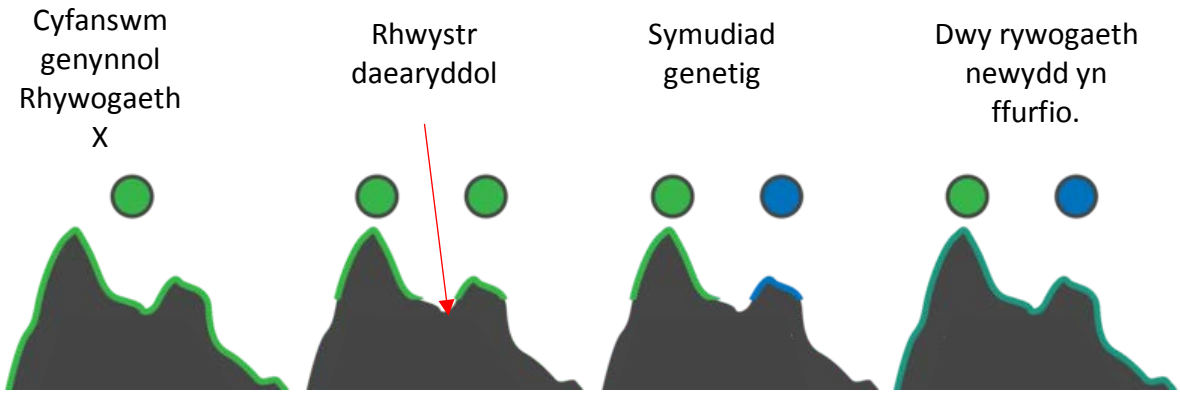
Ffurfiant rhywogaethau	**Mecanwaith arwahanu**
Ffurfiant rhywogaethau alopatrig	Arwahanu daearyddol
Ffurfiant rhywogaethau sympatrig	Arwahanu atgenhedlu

Ffurfiant Rhywogaethau Alopatrig

Mae ffurfiant rhywogaethau alopatrig yn digwydd o ganlyniad i **arwahanu daearyddol** y ddwy boblogaeth.
Rhaid i unrhyw rwystr ffisegol sy'n atal dau grŵp rhag cyfarfod hefyd eu hatal nhw rhag rhyngfridio. Mae'r rhwystrau hyn yn cynnwys cadwynau o fynyddoedd, diffeithdiroedd a chefnforoedd. Mae hyd yn oed nant fach yn gallu gwahanu dau grŵp o bryfed lludw.

Y mecanwaith arwahanu ar gyfer ffurfiant rhywogaethau alopatrig yw **arwahanu daearyddol**.

Cymdogaeth yw grŵp o unigolion o fewn poblogaeth sy'n bridio gyda'i gilydd. Mae unigolion o gymdogaethau gwahanol yn gallu rhyngfridio â'i gilydd.



Mae rhywogaeth X yn byw ar gadwyn o fynyddoedd. Mae'r unigolion yn ffurfio un cyfanswm genynnol ac yn rhyngfridio'n rhydd.

Mae'r hinsawdd yn cynhesu. Mae rhywogaeth X yn symud yn uwch i fyny'r mynyddoedd. Mae dwy **gymdogaeth** ar wahân o rywogaeth X yn cael eu harwahanu'n ddaearyddol. Mae'r pellter rhwng y ddwy boblogaeth yn eu hatal nhw rhag rhyngfridio. Does dim llif genynnau rhwng y ddau gyfanswm genynnol.

Dros amser, mae symudiad genetig yn digwydd yn y ddau gyfanswm genynnol. Mae amlder alelau'n newid wrth i'r ddwy **gymdogaeth** wynebu gwahanol bwysau dethol.

Mae'r hinsawdd yn oeri a dydy'r ddwy gymdogaeth ddim wedi'u harwahanu'n ddaearyddol nawr. Os oes digon o amser wedi mynd heibio, efallai y bydd y ddau gyfanswm genynnol wedi newid. Os nad yw'r ddwy gymdogaeth nawr yn gallu rhyngfridio a chynhyrchu epil ffrwythlon, rydyn ni'n ystyried eu bod nhw'n ddwy rywogaeth ar wahân a bod gan bob un ei chyfanswm genynnol ei hun.

Wedi'i addasu o https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Topography-driven_Isolation_PEAK%26VALLEY_(allopatric_speciation).png

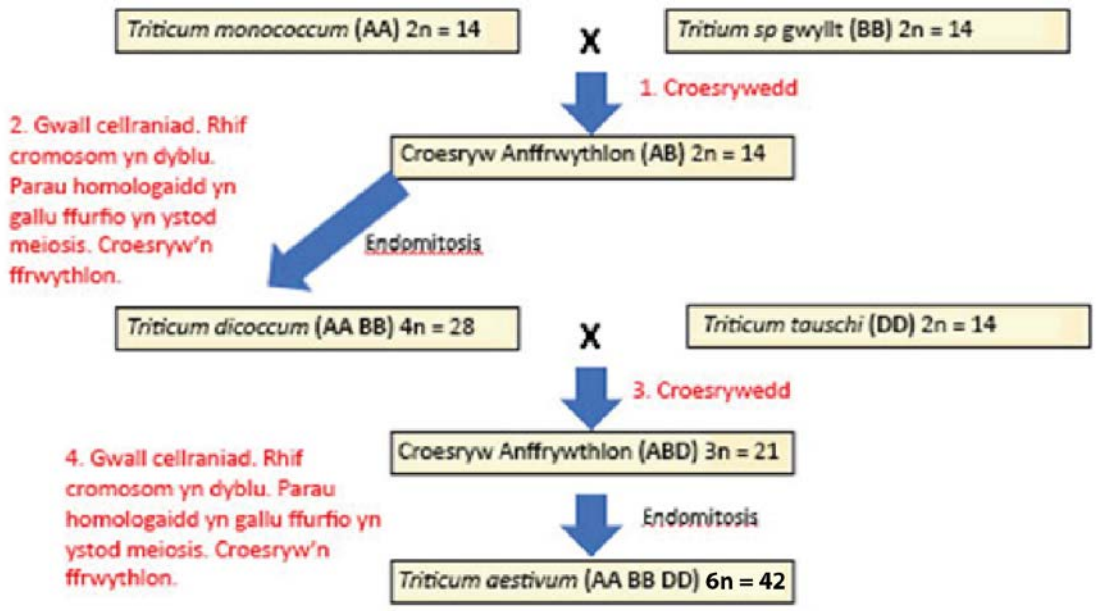
Ffurfiant Rhywogaethau Sympatrig

Mae **ffurfiant rhywogaethau sympatrig** yn digwydd pan mae organebau sy'n byw yn yr un ardal yn cael eu harwahanu o ran atgenhedlu i ffurfio dau grŵp am resymau heblaw rhwystrau daearyddol. Y mecanwaith arwahanu ar gyfer ffurfiant rhywogaethau sympatrig yw **arwahanu atgenhedlu**.

Mae'r rhesymau dros arwahanu atgenhedlu yn cynnwys y mecanweithiau canlynol:

- **Arwahanu ymddygiadol** - mewn anifeiliaid ag ymddygiad carwriaethol cymhleth, mae'r camau yn ystumiau un organeb yn methu denu'r ymateb gofynnol mewn partner posibl o rywogaeth arall.
- **Arwahanu mecanyddol** - gallai organau cenhedlu'r ddau grŵp fod yn anghydnaws.
- **Arwahanu gamedol** - mewn planhigion blodeuol, efallai y caiff peilliad ei atal gan fod y gronyn paill yn methu egino ar y stigma neu mewn anifeiliaid, efallai y bydd sberm yn methu goroesi yn nwythell wyau'r fenyw.
- **Anhyfywedd croesryw** - er bod ffrwythloniad yn digwydd, efallai na fydd yr *embryo* yn datblygu.
- **Arwahanu tymhorol** – os nad yw tymhorau bridio dau grŵp (cymdogaeth) yn cyd-daro â'i gilydd, allan nhw ddim rhyngfridio.
- **Anffrwythlondeb croesryw** - pan mae unigolion o ddwy wahanol rywogaeth yn bridio, mae'r set o gromosomau o'r ddau riant yn wahanol. Dydy'r setiau hyn ddim yn gallu paru yn ystod meiosis, felly dydy'r epil ddim yn gallu cynhyrchu gametau.
  Er enghraifft, croesiad rhwng asyn a cheffyl yw'r mul. Mae'r mul yn anffrwythlon.
  Mae gan geffyl 64 o gromosomau, a 32 yn y gametau, ac mae gan asyn 62 o gromosomau, a 31 yn y gametau.
  Felly, mae gan ful 63 o gromosomau, ac felly mae'n methu ffurfio parau homologaidd yn ystod proffas 1 meiosis.

  Mae polyploidedd yn gyffredin mewn planhigion ac weithiau mae croesrywiau anffrwythlon yn gallu dyblu eu nifer cromosomau, sy'n eu gwneud yn ffrwythlon. Mae gwenith modern (*Tricitum aestivum*) yn enghraifft dda o hyn.



Ymchwiliad i Amrywiad Parhaus mewn Rhywogaeth gan Ddefnyddio Prawf-t Student

Os yw data'n dangos **amrywiad parhaus (polygenig)** dylai fod mewn dosraniad normal.
Gallwn ni ddefnyddio prawf t Student i gymharu dwy gyfres ddata â dosraniad normal.

Beth mae'r prawf *t* yn ei ddangos?

Mae'n gallu ein helpu ni i benderfynu ai siawns neu ryw ffactor arall sy'n achosi'r gwahaniaethau rhwng cymedrau dau grŵp o ddata, drwy fesur y gorgyffwrdd rhwng dwy gyfres ddata.
Mae prawf t Student yn defnyddio fformiwla i gyfrifo gwerth, 't'.

$$t = \frac{\left|\bar{x}^1 - \bar{x}^2\right|}{\sqrt{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)}}$$

Awgrym
Dylai hwn fod yn werth positif bob amser oherwydd y gwahaniaeth rhwng dwy lefel ydyw.

ble,

$\left|\bar{x}^1 - \bar{x}^2\right|$ = y gwahaniaeth rhwng gwerthoedd cymedrig sampl 1 a sampl 2

s_1^2 ac s_2^2 yw sgwariau gwyriad safonol y samplau

n_1 ac n_2 yw nifer y darlleniadau yn y ddau sampl.

Os oes gennym ni ddwy gyfres ddata â gwahaniaeth mawr rhwng eu cymedrau ac amrywiannau bach (h.y. data wedi'u clystyru'n dynn), fydd dim llawer o orgyffwrdd rhyngddynt a bydd gwerth *t* yn fawr.
Os yw cymedrau'r ddwy gyfres ddata'n agos at ei gilydd a'u hamrywiannau'n fawr (h.y. data wedi'i wasgaru'n eang), bydd llawer o orgyffwrdd rhyngddynt a bydd gwerth *t* yn fach.

Enghraifft - Defnyddio'r prawf t i ddadansoddi amrywiad lled dail eiddew sy'n tyfu ar wal.

Mae rhagdybiaeth yn cael ei chynnig bod maint dail eiddew'n amrywio yn unol â lefelau golau. Mae sampl o ddail yn cael eu casglu oddi ar wal, ac mae lled 15 deilen oedd yn tyfu ar yr ochr ogleddol a 15 deilen oedd yn tyfu ar yr ochr ddeheuol yn cael eu mesur.

Lled mwyaf y ddeilen eiddew (mm)	
Wynebu'r gogledd	**Wynebu'r de**
17	7
16	11
18	8
21	8
19	9
20	10
17	9
19	10
18	9
17	10
18	10
18	11
16	12
15	18
18	10

1. Ffurfio rhagdybiaeth nwl

Mae'r rhagdybiaeth nwl bob amser yn datgan nad oes gwahaniaeth arwyddocaol rhwng y cymedrau.
E.e. Does dim gwahaniaeth arwyddocaol rhwng lled mwyaf cymedrig y dail eiddew ar ochr ogleddol y wal ac ochr ddeheuol y wal.

2. Casglu'r data
3. Cyfrifo'r cymedr
4. Cyfrifo gwyriad safonol y ddau sampl

Rydyn ni'n defnyddio'r fformiwla ganlynol i gyfrifo'r gwyriad safonol:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Darperir tabl i sgaffaldio eich cyfrifiadau:

Mae **gwyriad safonol** yn mesur gwasgariad data o gwmpas y cymedr. Y lleiaf yw'r gwyriad safonol, y mwyaf dibynadwy yw'r cymedr.

Wynebu'r gogledd	Lled mwyaf y dail (mm)	Gwyriad oddi wrth y cymedr $(x - \bar{x})$	Gwyriad wedi'i sgwario $(x - \bar{x})^2$
1	17	17 - 17.8 = -0.8	$-0.8^2 = 0.64$
2	16	16 - 17.8 = -1.8	$-1.8^2 = 3.24$
3	18	18 - 17.8 = 0.2	$0.2^2 = 0.04$
4	21	21 - 17.8 = 3.2	$3.2^2 = 10.24$
5	19	19- 17.8 = 1.2	$1.2^2 = 1.44$
6	20	20- 17.8 = 2.2	$2.2^2 = 4.84$
7	17	17- 17.8 = 0.8	$-0.8^2 = 0.64$
8	19	19- 17.8 = 1.2	$1.2^2 = 1.44$
9	18	18 - 17.8 = 0.2	$0.2^2 = 0.04$
10	17	17 - 17.8 = -0.8	$-0.8^2 = 0.64$
11	18	18 - 17.8 = 0.2	$0.2^2 = 0.04$
12	18	18 - 17.8 = 0.2	$0.2^2 = 0.04$
13	16	16 - 17.8 = -1.8	$-1.8^2 = 3.24$
14	15	15 - 17.8 = -2.8	$-2.8^2 = 7.84$
15	18	18 - 17.8 = 0.2	$0.2^2 = 0.04$
	Cymedr = 17.8		Σ = 34.4
Wynebu'r de			
1	7	7 - 10.1 = -3.1	$-3.1^2 = 9.61$
2	11	11 - 10.1 = 0.9	$0.9^2 = 0.81$
3	8	8 - 10.1 = -2.1	$-2.1^2 = 4.41$
4	8	8 - 10.1 = -2.1	$-2.1^2 = 4.41$
5	9	9 - 10.1 = -1.1	$-1.1^2 = 1.21$
6	10	10 - 10.1 = -0.1	$-0.1^2 = 0.01$
7	9	9 - 10.1 = -1.1	$-1.1^2 = 1.21$
8	10	10 - 10.1 = -0.1	$-0.1^2 = 0.01$
9	9	9 - 10.1 = -1.1	$-1.1^2 = 1.21$
10	10	10 - 10.1 = -0.1	$-0.1^2 = 0.01$
11	10	10 - 10.1 = -0.1	$-0.1^2 = 0.01$
12	11	11 - 10.1 = 0.9	$0.9^2 = 0.81$
13	12	12 - 10.1 = 1.9	$1.9^2 = 3.61$
14	18	18 - 10.1 = 7.9	$7.9^2 = 62.41$
15	10	10 - 10.1 = -0.1	$-0.1^2 = 0.01$
	Cymedr = 10.1		Σ = 89.75

Gan ddefnyddio'r fformiwla:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Awgrym
Drwy gyfrifo fformiwlâu fesul cam, rydych chi'n llai tebygol o wneud camgymeriad.

Gwyriad safonol ar yr ochr Ogleddol (sampl 1)

$$s_1 = \sqrt{\frac{34.4}{15-1}} = 1.57$$

Gwyriad safonol ar yr ochr Ddeheuol (sampl 2)

$$s_2 = \sqrt{\frac{89.75}{15-1}} = 2.53$$

5. Cyfrifo gwerth t

Gan ddefnyddio'r fformiwla ganlynol:

$$t = \frac{\left|\bar{x}^1 - \bar{x}^2\right|}{\sqrt{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)}}$$

ble,

$\left|\bar{x}^1 - \bar{x}^2\right|$ = y gwahaniaeth rhwng gwerthoedd cymedrig sampl 1 a sampl 2

s_1^2 ac s_2^2 yw sgwariau gwyriad safonol y samplau

n_1 ac n_2 yw nifer y darlleniadau yn y ddau sampl.

$$t = \frac{17.8 - 10.1}{\sqrt{\frac{1.57^2}{15} + \frac{2.53^2}{15}}} = \frac{17.8 - 10.1}{\sqrt{\frac{2.46}{15} + \frac{6.40}{15}}} = \frac{7.7}{\sqrt{0.164 + 0.427}} = \frac{7.7}{\sqrt{0.591}} = \frac{7.7}{0.769}$$

t = 10.013

6. Cyfrifo nifer y graddau rhyddid

Graddau rhyddid = $(n_1 + n_2) - 2$

n_1 = nifer yn sampl 1
n_2 = nifer yn sampl 2

Ar gyfer yr enghraifft hon = (15 + 15) - 2 = 30 -2
= 28

7. Dewis lefel tebygolrwydd addas
Mae'r lefel tebygolrwydd (P) bob amser yn 5%, felly p = 0.05

Os yw'r tebygolrwydd o unrhyw wahaniaeth rhwng y ddau gymedr yn fwy na 5%, bydd biolegwyr yn ystyried nad yw'r gwyriad yn arwyddocaol, h.y. siawns yn unig sy'n gyfrifol am y gwahaniaeth.
Os yw'r tebygolrwydd o unrhyw wahaniaeth rhwng y ddau gymedr yn llai na 5%, byddan nhw'n dweud bod y gwahaniaeth yn arwyddocaol. Hynny yw, mae rhyw ffactor heblaw siawns yn dylanwadu ar y canlyniadau.

8. Dod o hyd i werth critigol t

O wybod bod,

- Graddau rhyddid = 28
- P = 0.05

Gan ddefnyddio'r tabl tebygolrwydd

Graddau rhyddid	p = 0.1	p = 0.05	p = 0.02	p = 0.01	p = 0.002	p = 0.001
25	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659

Gwerth critigol t = 2.048

9. Ffurfio casgliad

Dylai'r casgliad:

- **Cymharu'r gwerth t wedi'i gyfrifo a'r gwerth t critigol.**
- **Nodi beth yw'r lefel arwyddocâd**.
  p = 0.05 yw hyn bob amser
- **Derbyn neu wrthod y rhagdybiaeth nwl**
  Os yw'r gwerth **t** wedi'i gyfrifo < y gwerth **t** critigol mae'r rhagdybiaeth nwl yn cael ei derbyn.
  Os yw'r gwerth **t** wedi'i gyfrifo > y gwerth **t** critigol mae'r rhagdybiaeth nwl yn cael ei gwrthod.
- **Dweud beth mae popeth yn ei olygu.**

Os yw'r rhagdybiaeth nwl yn cael ei derbyn, siawns yn unig sy'n gyfrifol am unrhyw wahaniaeth rhwng cymedrau'r ddau sampl.
Os yw'r rhagdybiaeth nwl yn cael ei gwrthod, mae rhyw ffactor heblaw siawns yn unig yn gyfrifol am unrhyw wahaniaeth rhwng cymedrau'r ddau sampl.

Casgliad Enghreifftiol
Mae'r gwerth sydd wedi'i gyfrifo ar gyfer **t** = 10.013 yn fwy na'r gwerth critigol ar gyfer **t** = 2.048 ar debygolrwydd o
p = 0.05 a 28 gradd rhyddid.
Felly, mae'r rhagdybiaeth nwl yn cael ei gwrthod.
Mae rhyw ffactor heblaw siawns yn unig yn gyfrifol am y gwahaniaeth rhwng uchafswm lled dail cymedrig y ddau sampl.

4.5 Cymwysiadau Atgenhedliad a Geneteg

Y Project Genom Dynol

Bwriad y Project Genom Dynol a'r Project 100K yw gwella ein gwybodaeth a'n dealltwriaeth o anhwylderau genetig fel ein bod ni'n gallu rhoi gwell diagnosis a thriniaeth ar eu cyfer.
Roedd y Project Genom Dynol yn defnyddio 'Dilyniannu Sanger' sy'n dilyniannu darnau cymharol fach o DNA ar y pryd (fel arfer <1,000 pb). Cymerodd y broses hon amser hir.

Prif Amcanion y Project Genom Dynol

- Adnabod pob genyn yn y genom dynol a chanfod ar ba gromosom mae pob un.
- Canfod dilyniant basau'r 3 biliwn o barau basau mewn DNA dynol a storio'r wybodaeth mewn cronfeydd data.

Y Project 100k Genom

Mae technegau newydd e.e. Dilyniannu'r Genhedlaeth Nesaf (DGN) yn gallu dilyniannu genom cyfan o fewn rhai oriau.
Mae DGN yn galluogi gwyddonwyr i astudio amrywiad yn y genom dynol ymysg 100 000 o bobl yn y Deyrnas Unedig. Hwn yw'r project 100K genom.

Prif Amcanion y Project 100k Genom

- astudio amrywiad o fewn y genom dynol
- creu gwasanaeth meddygaeth genomig newydd i'r GIG
- galluogi ymchwil meddygol newydd i astudio potensial triniaethau newydd a mwy effeithiol
- astudio'r ffordd orau o ddefnyddio genomeg mewn gofal iechyd a'r ffordd orau o ddehongli'r data i helpu cleifion
- rhoi hwb i gychwyn diwydiant genomeg i'r Deyrnas Unedig.

Awgrym
Does dim gofyn i chi wybod manylion ynglŷn â sut mae Dilyniannu Sanger na Dilyniannu'r Genhedlaeth Nesaf yn gweithio.
Yr unig beth sydd ei angen yw deall bod dilyniannu DNA wedi mynd yn gyflymach ac yn rhatach wrth i dechnolegau ddatblygu, a'i fod felly'n haws ei ddefnyddio.

Geneteg yw astudio sut mae genynnau unigol yn gweithio.

Gallwn ni ddiffinio **genomeg** fel astudio deunydd genynnol cyflawn organeb; eu genom.

Materion moesegol sy'n ymwneud â defnyddio gwybodaeth o brojectau genom

Mae'r Project Genom Dynol a'r Project Genom 100K wedi cynhyrchu symiau enfawr o ddata, ac mae eu potensial yn aruthrol. Dydyn ni ddim yn gwybod sut caiff y wybodaeth hon ei defnyddio yn y dyfodol. Mae cymdeithas yn ei chael hi'n anodd penderfynu pwy fydd â chyfrifoldeb cyfreithiol a moesol am y wybodaeth hon.

Mae materion moesegol yn ymdrin â llawer o feysydd, fel:

- pwy yw perchennog gwybodaeth enynnol, y posibilrwydd o wahaniaethu, stigmateiddio cymdeithasol a chamddefnyddio'r data.
- adnabod dilyniannau alelau'n galluogi gwyddonwyr i sganio sampl DNA claf i chwilio am ddilyniannau wedi mwtanu a hefyd i gymharu dilyniant y basau DNA yng ngenyn claf â fersiwn normal o'r genyn.
- sgrinio embryonau i ganfod presenoldeb anhwylderau fel ffibrosis cystig, clefyd Huntington a thalasemia.
- pryderon am y posibilrwydd o sgrinio rheolaidd ar gyfer anhwylderau sy'n ymddangos mewn oedolion fel clefyd Alzheimer a rhai canserau.
- mae sgrinio embryonau wedi arwain at bryderon am ddewis alelau i sicrhau nodweddion penodol.
- pryderon y gallai'r risgiau o wahaniaethu a stigmateiddio cymdeithasol fod yn drech na buddion y profion.
- defnyddio sgrinio genynnol a gwerth cwnsela geneteg.
- pryderon am storio gwybodaeth genetig a'i chamddefnyddio.

Dilyniannu genomau organebau eraill

Mae projectau genom hefyd wedi cael eu cwblhau ar gyfer nifer o rywogaethau eraill, gan gynnwys tsimpansïaid a phrimatiaid eraill.
Mae hyn wedi galluogi gwyddonwyr i wneud y canlynol:

- edrych ar gydberthnasau esblygol. Mae hyn yn darparu gwir ddosbarthiad esblygol a gallwn ni ddefnyddio hyn i gywiro camgymeriadau gafodd eu gwneud wrth ddosbarthu yn seiliedig ar nodweddion ffenoteipaidd.
- ystyried dulliau cadwraeth rhywogaethau yn y dyfodol drwy dargedu pa rywogaethau mae angen eu gwarchod yn benodol.

Astudiaeth Achos – Malaria

Mae malaria yn cael ei drosglwyddo gan y mosgito *Anopheles gambiae*. Mae'r rhywogaeth yn gyflym iawn wedi esblygu gallu i wrthsefyll pryfleiddiaid, ac mae hyn yn arafu ymdrechion i ddileu'r clefyd sy'n gyfrifol am dros filiwn o farwolaethau bob blwyddyn. Mae'r parasit malaria, *Plasmodium sp*. hefyd wedi datblygu gallu i wrthsefyll llawer o gyffuriau.

- Drwy ddilyniannu genom *Anopheles gambiae*, mae gwyddonwyr yn gallu datblygu cemegion i wneud i'r pryfleiddiaid weithio unwaith eto ar y mosgito.
- Mae dilyniannu genom *Plasmodium sp*. yn ein galluogi ni i ddatblygu cyffuriau mwy effeithiol.

Awgrym
Edrychwch eto ar eich gwaith blwyddyn 12 'Dosbarthiad a Bioamrywiaeth' - adran 2.1

Proffilio DNA (Adnabod olion bysedd genynnol)

Mae tua 99.9% o'r genom dynol yr un fath ym mhob unigolyn. Y 0.1% arall sy'n gwneud proffil genetig yr unigolyn yn unigryw.
Dim ond darnau o DNA sydd ddim yn codio sydd wedi'u cynrychioli mewn proffil DNA (ôl bys genetig).
Dydy hwn ddim yr un peth â dilyniant DNA, sy'n cynrychioli'r holl ddilyniannau basau mewn genom.

Mae proffil DNA unigolyn yn wahanol i broffil unigolion eraill.
Mae'r genom dynol yn cynnwys rhannau o'r enw ecsonau (llai na 2%). Darnau o DNA sy'n codio ar gyfer proteinau yw'r rhain. Rhwng ecsonau, mae rhannau o DNA sydd ddim yn codio, sef intronau, sy'n cynnwys blociau o niwcleotidau'n ailadrodd. Nifer y troeon mae'r blociau hyn, sef yr Ailadroddiadau Tandem Byr (STR), yn ailadrodd sy'n cynhyrchu'r amrywiad rhwng unigolion. Rydyn ni'n defnyddio nifer o ddarnau STR i greu ôl bys unigryw yn y Deyrnas Unedig.

Mae D7S280 yn enghraifft o un STR lle mae basau 'GATA' yn ailadrodd ar gromosom dynol 7. Mae gan wahanol alelau'r locws hwn rhwng 6 ac 15 o ailadroddiadau tandem o'r dilyniant hwn. Y mwyaf o weithiau mae'n ailadrodd, y mwyaf fydd y darn o DNA.

Mae cynhyrchu proffil DNA yn dibynnu ar ddwy dechneg:

1. Adwaith cadwynol polymeras (PCR)
2. Gel electrofforesis.

Adwaith cadwynol polymeras (PCR)

I gynnal llawer o brofion yn y labordy, mae angen samplau mawr o DNA.
Mae PCR yn cynhyrchu biliynau o foleciwlau o un moleciwl DNA yn gyflym iawn. Mae hyn yn ein galluogi ni i gynnal profion yn fanwl gywir ac yn gyflymach, beth bynnag yw oed y sampl.

Gallwn ni ddisgrifio PCR fel **dyblygiad lled-gadwrol** mewn tiwb profi. Caiff y sampl DNA ei hydoddi mewn byffer a'i gymysgu â'r ensym **DNA polymeras**, **niwcleotidau** a darnau byr o DNA o'r enw **paratowyr**. Edafedd DNA sengl yw'r paratowyr, fel arfer rhwng 6-25 o barau basau o hyd, sy'n gyflenwol i ddechrau'r dilyniant. (Maen nhw'n gweithredu fel signalau i'r DNA polymeras i ddechrau copïo).

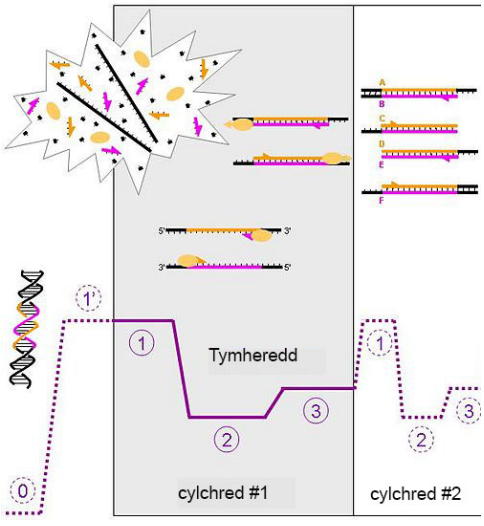
Dull

1. Dadnatureiddio'r DNA gwreiddiol (DNA targed) drwy ei wresogi i 95°C fel ei fod yn gwahanu i ddau edefyn sengl.

2. Oeri'r hydoddiant i 50-60°C, sy'n achosi i'r paratowyr uno â'r dilyniannau basau cyflenwol ar y naill a'r llall o'r edafedd DNA sengl. Mae hyn yn ei dro'n caniatáu i'r paratowyr rwymo wrth yr edafedd DNA (anelio), gan sbarduno dyblygu DNA.

3. Gwresogi'r hydoddiant i 70°C fel bod y DNA polymeras thermol sefydlog (sydd ddim yn cael ei ddadnatureiddio ar y tymheredd hwn) yn catalyddu synthesis edefyn cyflenwol i'r ddau edefyn DNA sengl drwy ffurfio'r bondiau ffosffodeuester yn yr asgwrn cefn siwgr-ffosffad. Mae hyn yn cynhyrchu dau edefyn dwbl unfath o DNA.

4. Ailadrodd camau 1-3 lawer gwaith, gan ddyblu swm y DNA sydd wedi'i gynhyrchu bob tro. Ar ôl 40 cylchred, gallwn ni gynhyrchu mwy na biliwn o gopïau o'r dilyniant targed o ddim ond un darn o DNA.



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PCR_basic_principle1.jpg

Electrofforesis gel

Dull o wahanu darnau o DNA yn ôl eu maint yw electrofforesis gel. Mae'r gel wedi'i wneud o agaros (tebyg i agar), sy'n cynnwys mandyllau yn ei fatrics

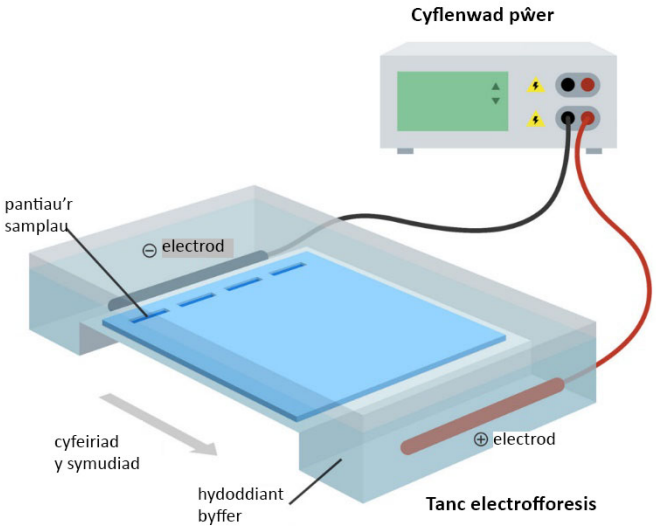
Dull

1. Mae'r DNA yn cael ei echdynnu o'r sampl a'i dorri'n ddarnau bach gan ddefnyddio **endoniwcleasau cyfyngu**.

2. Rydyn ni'n llwytho'r samplau DNA mewn pantiau ar un pen i gafn sy'n cynnwys gel.

3. Rydyn ni'n gyrru cerrynt trydanol drwy'r gel.

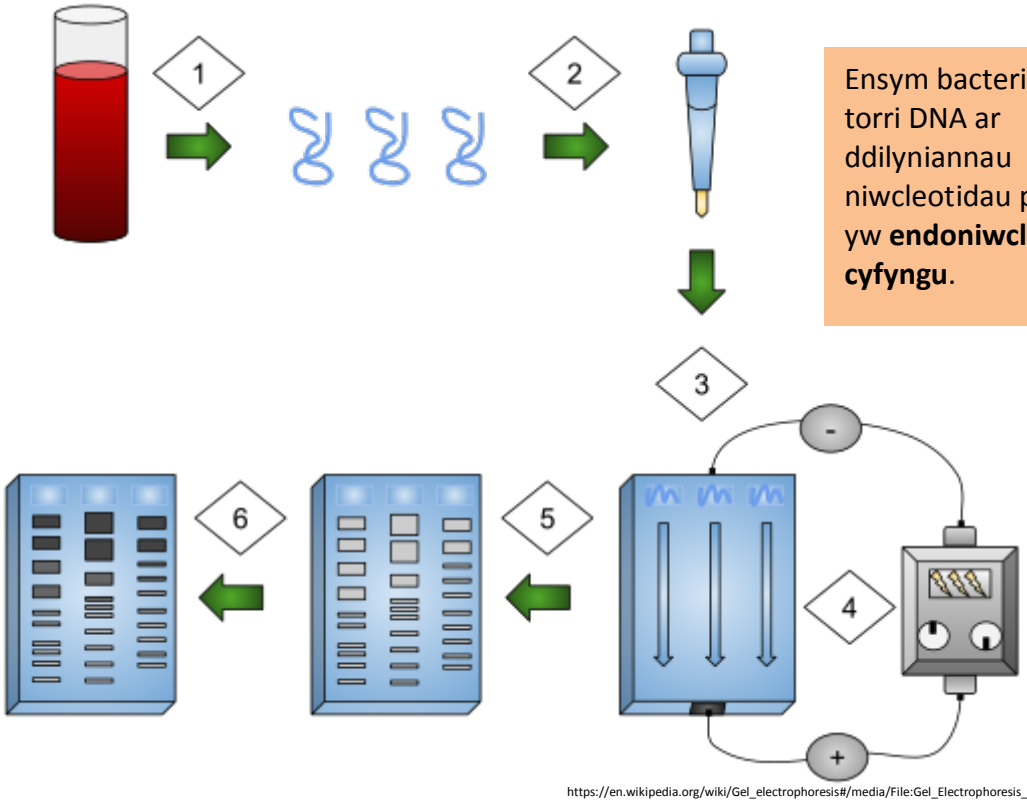
4. Gan fod gwefr negatif ar y darnau, maen nhw'n symud tuag at y derfynell bositif.



https://www.flickr.com/photos/yourgenome/26344970413

5. Mae hi'n haws i ddarnau llai symud drwy'r mandyllau yn y gel ac felly maen nhw'n teithio'n bellach na darnau mawr yn yr un amser.

6. Mae'r DNA yn gwahanu'n fandiau yn unol â maint y darnau.



https://en.wikipedia.org/wiki/Gel_electrophoresis#/media/File:Gel_Electrophoresis_in_DNA_Fingerprinting.svg

Ensym bacteriol sy'n torri DNA ar ddilyniannau niwcleotidau penodol yw **endoniwcleas cyfyngu**.

7. Gallwn ni amcangyfrif maint darn ag ysgol DNA (sy'n cynnwys darnau o faint hysbys) ochr yn ochr â'r sampl.

Peirianneg Genetig

Trosglwyddo genyn o un organeb i un arall yw hyn, fel bod y genyn yn cael ei fynegi yn ei gell letyol newydd.
Rydyn ni'n dweud bod y gell letyol newydd yn **drawsenynnol**.

Gallwn ni ddefnyddio'r dull hwn i gyflwyno genynnau o rywogaeth arall i gell, e.e. cyflwyno genyn inswlin dynol i gell bacteria neu gyflwyno genyn bacteria i blanhigyn.

Dyma gamau sylfaenol peirianneg genetig:

1. Adnabod ac echdynnu'r genyn.
2. Mewnosod y genyn mewn fector, gan gynhyrchu DNA ailgyfunol.
3. Mewnosod y fector yn y gell letyol ac adnabod yr organeb drawsenynnol.
4. Y gell letyol yn cynhyrchu protein / gwahanu a phuro'r protein.

1. Adnabod ac echdynnu'r genyn

Gallwn ni adnabod genyn drwy ddefnyddio chwiliedydd genynnau. Darn penodol o DNA un edefyn yw hwn, sy'n gyflenwol i adran o'r genyn dan sylw.

Gallwn ni ddefnyddio un o ddau ensym i arunigo'r genyn ar ôl ei adnabod a'i leoli:

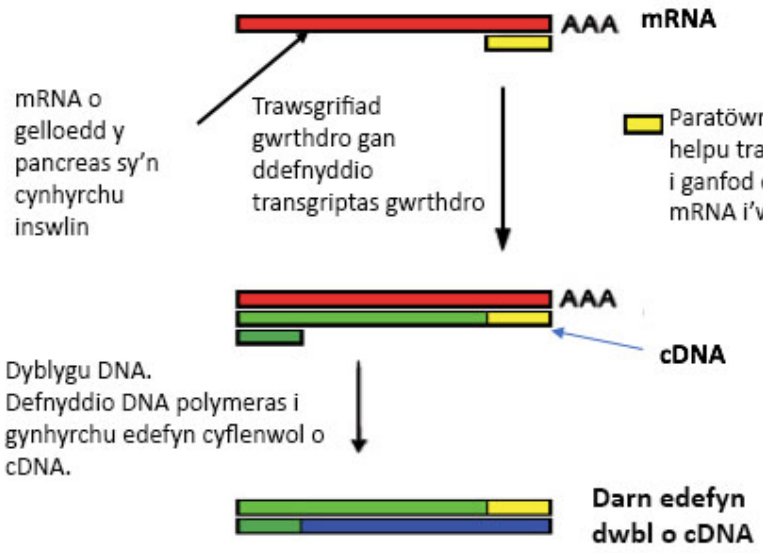
a) Transgriptas gwrthdro
b) Endoniwcleas cyfyngu

a) Defnyddio transgriptas gwrthdro (a DNA polymeras)

Bydd celloedd sy'n cynhyrchu polypeptid penodol yn cynnwys llawer o gopïau o'r mRNA gweithredol wedi'i drawsgrifio o'r genyn targed.

Gallwn ni arwahanu'r mRNA a chynhyrchu edafedd sengl cyflenwol o DNA copi (cDNA) o'r templed mRNA gan ddefnyddio'r ensym **transgriptas gwrthdro**.

Yna, gallwn ni ddefnyddio **DNA polymeras** i wneud moleciwl DNA edefyn dwbl. Bydd hwn yn gopi perffaith o'r genyn.



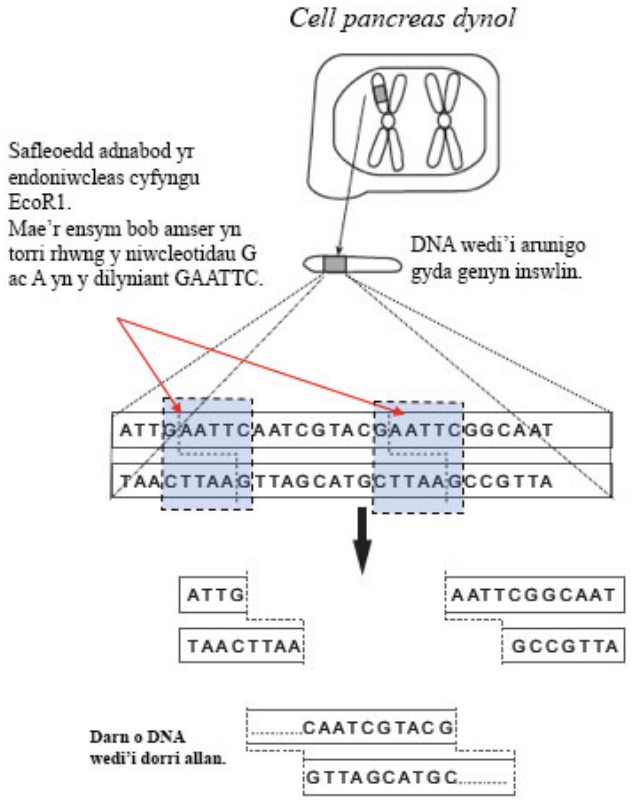
Bydd angen ychwanegu '**pennau gludiog**' (basau heb baru) ar ddau ben yr edefyn DNA.

Manteision defnyddio transgriptas gwrthdro

- Mae'r dull hwn yn osgoi'r angen i leoli'r genyn.
- Dydy'r DNA sy'n cael ei gynhyrchu ddim yn cynnwys intronau oherwydd mae'r cDNA wedi'i gopïo o mRNA gweithredol.
  (Mae'r rhag-mRNA yn y cnewyllyn sydd wedi'i drawsgrifio o'r DNA wedi cael ei addasu (prosesu ar ôl trawsgrifio) i gynhyrchu mRNA heb intronau.)
- Dydy'r DNA sy'n cael ei gynhyrchu ddim yn cynnwys dim darnau anweithredol.

b) Defnyddio endoniwcleas cyfyngu

Ensymau bacteriol sy'n torri DNA ar ddilyniannau niwcleotidau penodol yw endoniwcleasau cyfyngu. Bydd yr ensym yn torri'r DNA yn llawer o ddarnau bach a gallwn ni arunigo genynnau unigol.
Mae rhai endoniwcleasau cyfyngu'n torri'n syth ar draws edefyn dwbl DNA, gan wneud toriad heb fin. Ond mae llawer yn gwneud toriad igam-ogam, sy'n gadael basau heb bâr ar y ddau edefyn. Mae'r basau hyn yn paru â dilyniannau cyflenwol yn rhwydd, felly rydyn ni'n eu galw nhw'n **bennau gludiog**.



Anfanteision defnyddio endoniwcleas cyfyngu

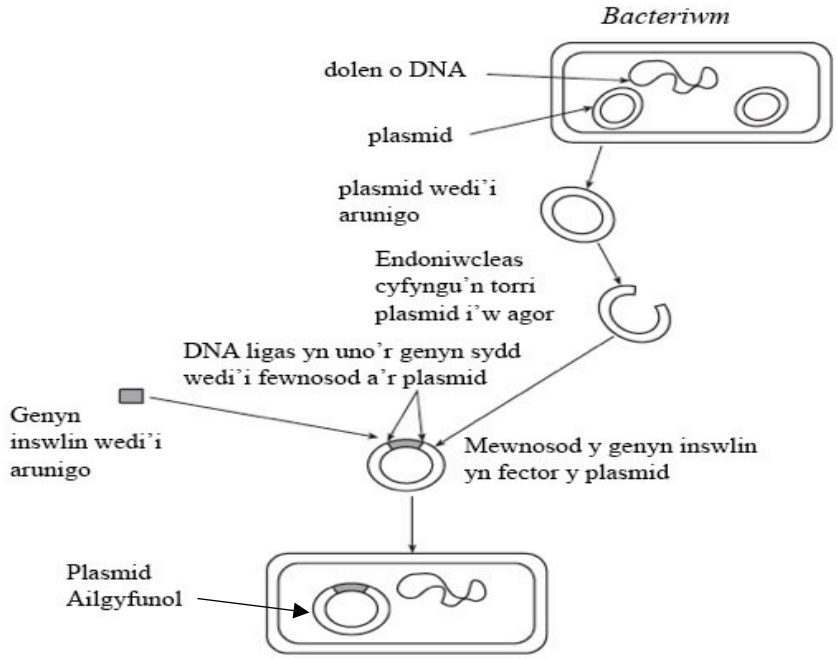
- Os yw'r safle adnabod yn digwydd o fewn y genyn dan sylw, caiff y genyn ei dorri'n ddarnau sydd heb swyddogaeth.
- Mae genynnau ewcaryotig yn cynnwys intronau, ond dydy genynnau procaryotig ddim. Pe bai genyn ewcaryotig yn cael ei drosglwyddo i mewn i facteriwm, fyddai ganddo mo'r ensymau priodol i brosesu'r rhag-mRNA. Fyddai'r intronau ddim yn cael eu tynnu ar ôl trawsgrifiad ac felly byddai unrhyw broteinau sy'n cael eu trosi'n cynnwys asidau amino ychwanegol wedi'u codio o ddilyniannau'r intronau. Fyddai'r proteinau hyn heb swyddogaeth.

2. Mewnosod y genyn mewn fector, gan gynhyrchu DNA ailgyfunol.

Mae celloedd yn annhebygol o dderbyn genyn yn ddigymell, felly mae angen **fector** i gludo'r genyn i mewn i'r gell.
Gallwn ni ddefnyddio firysau fel fectorau, yn ogystal â phlasmidau bacteria.
Mae plasmidau'n llawer llai na chromosom y bacteria, a dim ond rhai genynnau sydd ynddyn nhw.
Mae plasmidau'n gallu symud i mewn ac allan o gelloedd, sy'n eu gwneud nhw'n ddefnyddiol i gyflwyno genynnau i facteria.

Mae'r dull isod yn disgrifio sut rydyn ni'n cynhyrchu plasmidau ailgyfunol.

1. Trin bacteria i ansefydlogi'r cellfuriau a thorri'r gellbilen i lawr.
2. Gwahanu'r plasmidau oddi wrth weddillion y gell.
3. Torri'r plasmid crwn ar agor gan ddefnyddio'r un endoniwcleas cyfyngu gafodd ei ddefnyddio i arunigo'r genyn. Mae hyn yn golygu bod ganddo'r un dilyniant niwcleotidau ar ei bennau gludiog. (Os yw'r endoniwcleas cyfyngu'n cynhyrchu 'pennau heb fin', gallwn ni ychwanegu pennau gludiog.)
4. Yna, mae DNA ligas yn uno DNA y plasmid a'r genyn â'i gilydd drwy gatalyddu'r broses o ffurfio bondiau ffosffodeuester rhwng eu hesgyrn cefn siwgr-ffosffad.



3. Mewnosod y fector yn y gell letyol ac adnabod yr organeb drawsenynnol

Pan gaiff plasmidau eu cymysgu â chelloedd bacteria, mae cyn lleied ag 1% o'r bacteria yn derbyn y plasmid ac yn cael eu **trawsnewid**.

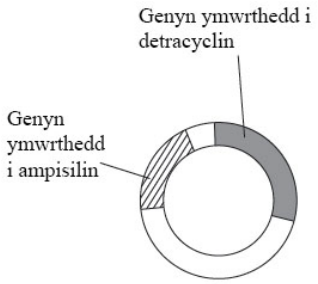
I gael bacteria trawsenynnol sy'n cynnwys plasmidau ailgyfunol:
1. rhaid i'r plasmid lwyddo i ymgorffori'r genyn (dod yn ailgyfunol)
2. rhaid i'r bacteria lwyddo i dderbyn y plasmidau ailgyfunol.

Gallwn ni ddefnyddio'r dulliau canlynol i gadarnhau trawsffurfiad llwyddiannus:
- Dilyniannu DNA
- Genynnau marcio – mae'r rhain yn amrywio gan ddibynnu ar y math o organeb drawsenynnol sy'n cael ei chynhyrchu.

Defnyddio genynnau ymwrthedd i wrthfiotigau wrth ddewis bacteria ailgyfunol

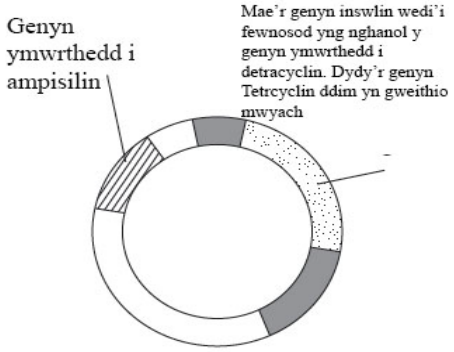
Mae'r dull isod yn disgrifio sut gallwn ni ddefnyddio genynnau ag ymwrthedd i wrthfiotigau wrth ddewis bacteria ailgyfunol (cofiwch fod llawer o amrywiadau ar y dull hwn):

Rydyn ni'n defnyddio plasmidau arbennig sydd eisoes â dau enyn wedi'u mewnosod, sef genyn ymwrthedd i ampisilin a genyn ymwrthedd i detracyclin. Byddwn ni'n defnyddio'r rhain i adnabod y gell drawsenynnol yn nes ymlaen.

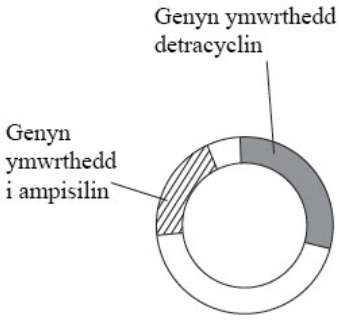


Pan mae plasmidau bacteria yn cael eu cymysgu â'r darnau o'r genynnau ym mhresenoldeb endoniwcleas cyfyngu a DNA ligas, mae dau ganlyniad posibl:

a) Mae'r genyn wedi'i gynnwys yn y plasmid, gan darfu ar y genyn ymwrthedd i detracyclin



b) Mae'r plasmid yn atffurfio heb gynnwys y genyn



Yna, rydyn ni'n cymysgu'r plasmidau â'r bacteria.

Mae tri chanlyniad posibl:

1. Bacteria sydd heb dderbyn y plasmidau
2. Bacteria sydd wedi derbyn plasmidau heb eu haddasu (ddim yn ailgyfunol)
3. Bacteria sydd wedi derbyn plasmidau ailgyfunol.

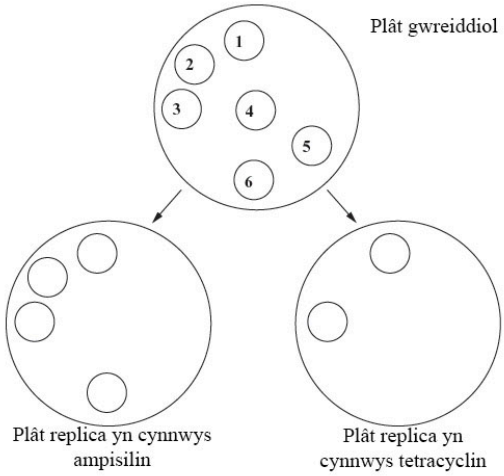
Gallwn ni adnabod y bacteria trawsenynnol drwy ddefnyddio techneg o'r enw **platio replicâu**.

Rydyn ni'n tyfu bacteria ar agar mewn dysgl Petri.

Rydyn ni'n defnyddio 'stamp' i drosglwyddo sampl o bob cytref o facteria i blât agar sy'n cynnwys naill ai tetracyclin neu ampisilin.

Canlyniadau

- Dydy bacteria **cytrefi 4 a 5** ddim wedi derbyn dim plasmidau ac felly does ganddyn nhw ddim ymwrthedd i wrthfiotig.
- mae bacteria **cytrefi 1 a 3** wedi derbyn plasmidau sydd ddim yn ailgyfunol oherwydd maen nhw'n gallu tyfu ym mhresenoldeb Tetracyclin.
- mae bacteria **cytrefi 2 a 6** yn drawsenynnol; mae ganddyn nhw blasmidau ailgyfunol oherwydd maen nhw'n gallu goroesi ym mhresenoldeb Ampisilin, ond yn methu goroesi ym mhresenoldeb Tetracyclin.



4. Y gell letyol yn cynhyrchu protein / gwahanu a phuro'r protein.

Rydyn ni'n meithrin symiau mawr o gelloedd bacteria sy'n cynnwys plasmidau ailgyfunol mewn eplesyddion. Mae'r bacteria'n rhannu dro ar ôl tro i ffurfio clonau, ac mae pob clôn yn cynnwys copïau o'r plasmid ailgyfunol.
Mae'r ensymau bacteriol yn trawsgrifio'r genyn sydd wedi'i fewnosod i mewn i'r plasmid ac yn trosi'r mRNA i gynhyrchu'r protein dan sylw.

Pryderon am Beirianneg Genetig gyda Bacteria

- Mae hi'n hawdd trosglwyddo plasmidau rhwng bacteria. Mae rhai pobl yn pryderu y gallai plasmidau sy'n cynnwys genynnau ymwrthedd i wrthfiotigau gael eu trosglwyddo i facteria eraill. Os caiff plasmidau â genynnau ymwrthedd i wrthfiotigau eu trosglwyddo i bathogenau, gallai hyn arwain at heintiau na fydden ni'n gallu eu trin â gwrthfiotigau.
- Mae rhai pobl yn pryderu y byddai defnyddio darnau o DNA dynol yn gallu achosi posibilrwydd o drosglwyddo oncogenynnau, neu eu hactifadu nhw.

Materion yn ymwneud â defnyddio technolegau genynnau i gynhyrchu cnydau a'u genynnau wedi'u haddasu

Mae llawer o fuddion posibl i ddatblygu cnydau GM. Fodd bynnag, mae llawer o bryderon hefyd. Dylid gwerthuso'r buddion posibl a'r pryderon wrth ffurfio barn am ddefnyddio cnydau GM.

Buddion

- Cadw'n well;
- Mwy o gynnyrch
- Defnyddio llawer llai o blaleiddiaid ar gnydau sydd wedi'u peiriannu i wrthsefyll pathogenau ffwngaidd ac ymosodiadau gan bryfed.

Pryderon

- Paill yn gwasgaru o gnydau sydd wedi'u peiriannu i wrthsefyll chwynladdwr i berthnasau gwyllt;
- Effeithiau anhysbys bwyta protein newydd sy'n cael ei gynhyrchu yn y cnwd;
- Lleihau bioamrywiaeth.

Therapi Genynnol

Techneg yw therapi genynnol sy'n cymryd alel wedi'i glonio o unigolyn iach a'i ddefnyddio i gymryd lle alel diffygiol, i drin neu wella'r cyflwr.
Y brif her yw datblygu system o gyflenwi'r genyn, fel ei fod yn cael ei fewnosod yn gywir yn y genom ac yn gweithio'n iawn yno.

I gyflwyno'r DNA i'r celloedd targed, mae therapi genynnol yn defnyddio:

- Firws neu blasmid fel fector
- neu chwistrelliad o DNA plasmid noeth

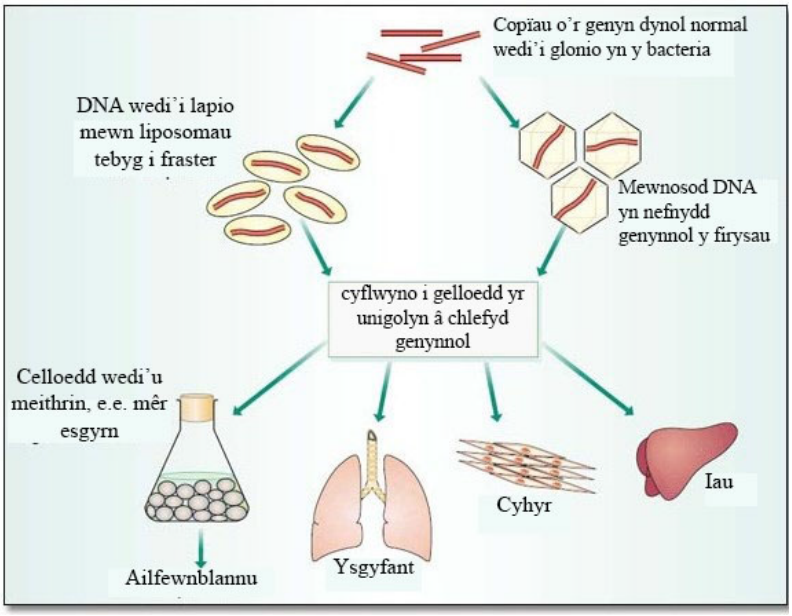
Hefyd, gallwn ni drin clefydau genynnol drwy ddefnyddio cyffuriau i ddyblygu gwaith genynnau.

Mae dau brif ddull therapi genynnol.

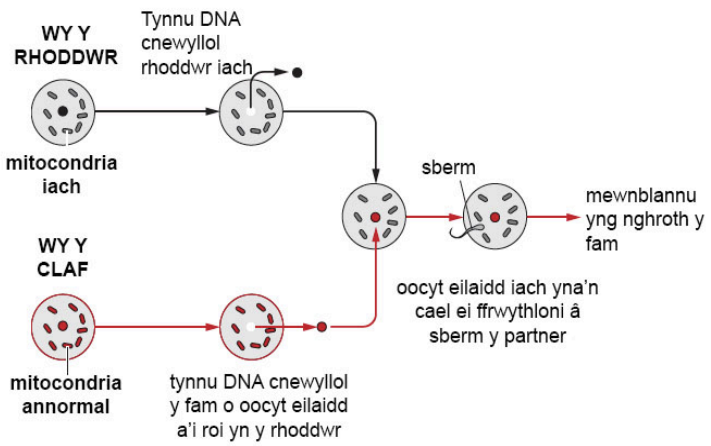
1. Therapi Celloedd Somatig

Gall y dull hwn fod yn therapiwtig, ond dydy'r newidiadau genetig ddim yn cael eu hetifeddu yn epilgelloedd y celloedd sy'n cael eu trin, felly dydyn nhw ddim yn ymddangos yng nghenedlaethau'r dyfodol.
Bydd rhaid ailadrodd y driniaeth yn rheolaidd oherwydd bydd y celloedd wedi'u trin yn mynd yn hen a bydd y corff yn creu celloedd newydd i gymryd eu lle sydd ddim yn cynnwys copi sy'n gweithio o'r genyn.

http://drrajivdesaimd.com/2014/08/31/gene-therapy/



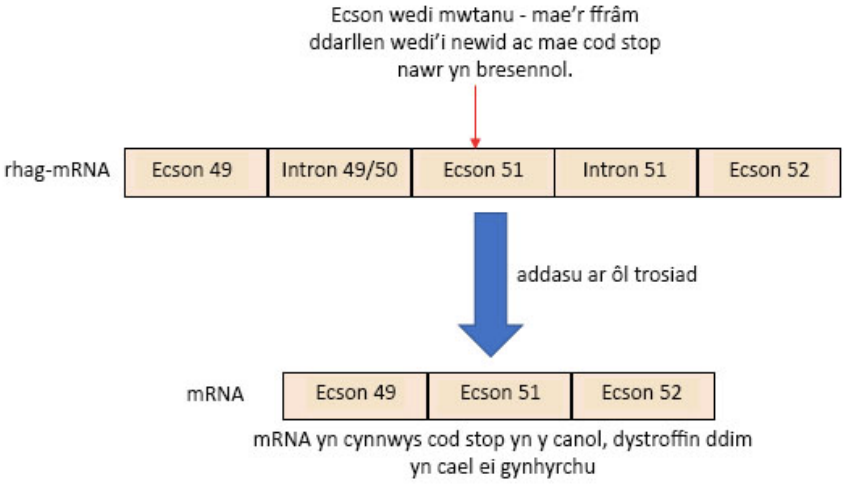
2. Therapi Celloedd Llinach



Mae **therapi celloedd llinach** yn cyflwyno'r genynnau cywiro i gelloedd llinach, sef yr oocyt yn yr achos hwn, fel bod y cywiriad genetig yn cael ei etifeddu. Fodd bynnag, mae therapi celloedd llinach yn dechneg ddadleuol. Mae genynnau'n rhyngweithio â'i gilydd, e.e. mae rhai'n switshis sy'n rheoli genynnau eraill. Gallai newid un genyn neu set o enynnau yn yr oocyt arwain at effeithiau annisgwyl mewn cenedlaethau yn y dyfodol.

Dystroffi Cyhyrol Duchenne (DCD)
Astudiaeth achos o ddefnyddio cyffuriau i drin clefydau genynnol.

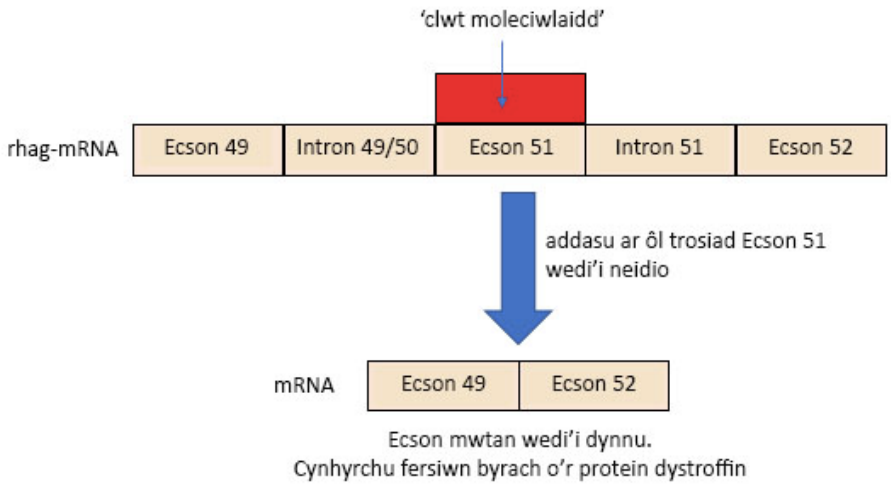
Mae dystroffi cyhyrol Duchenne (DCD) yn fath o Ddystroffi Cyhyrol sy'n **enciliol** ac yn **gysylltiedig â rhyw**, ac mae'n effeithio ar hyd at un o bob 3 500 o enedigaethau gwrywol byw.
Mae'n cael ei achosi gan un neu fwy o fwtaniadau yn y **genyn dystroffin**. Mae'r genyn yn cynnwys 79 o ecsonau, ac mae mwtaniadau yn unrhyw un o'r rhain yn newid y ffordd caiff y genyn ei drawsgrifio fel mRNA. Mae hyn yn golygu nad yw'r unigolyn yn gallu cynhyrchu dystroffin, sy'n gydran adeileddol bwysig mewn meinwe cyhyr. O ganlyniad i hyn, mae'r cyhyrau'n nychu'n ddifrifol ac mae dioddefwyr yn aml yn gorfod defnyddio cadair olwyn erbyn eu harddegau.



Mae cyffur o'r enw **drisapersen** yn cael ei ddatblygu gyda'r bwriad o drin DCD drwy gyflwyno **'clwt moleciwlaidd' dros yr ecson(au)** lle mae'r mwtaniad, fel bod modd darllen y genyn unwaith eto. Mae math byrrach o ddystroffin yn cael ei gynhyrchu, ond rydyn ni'n meddwl bod hwn yn gweithio'n well na'r fersiwn heb ei drin. Neidio ecsonau yw'r math hwn o driniaeth.

Sut mae drisapersen yn gweithio

- Mae drisapersen yn ddilyniant o 50 niwcleotid sy'n gyflenwol i'r dilyniant sydd wedi mwtanu.
- Mae'n rhwymo wrth yr mRNA dros yr ecson lle mae'r dilead.
- Mae'r darn hwnnw o'r mRNA yn troi'n edefyn dwbl.
- Dydy'r ribosom ddim yn gallu trosi'r darn hwnnw o'r mRNA.
- Mae'r ribosom yn neidio'r mwtaniad gan gynhyrchu moleciwl protein dystroffin byrrach sy'n rhannol weithredol.



Genomeg a'i heffaith bosibl ar ofal iechyd yn y dyfodol

Genomeg yw astudiaeth adeiledd, swyddogaeth ac esblygiad genomau, a'u mapio nhw, er enghraifft y Project Genom Dynol a'r Project 100K.

Dylai hyn ein galluogi ni i wella gofal iechyd yn y ffyrdd canlynol;

- rhoi diagnosis cywirach,
- rhagfynegi effeithiau cyffuriau'n well
- dylunio cyffuriau'n well
- Cyflwyno triniaethau newydd a gwell ar gyfer clefydau.

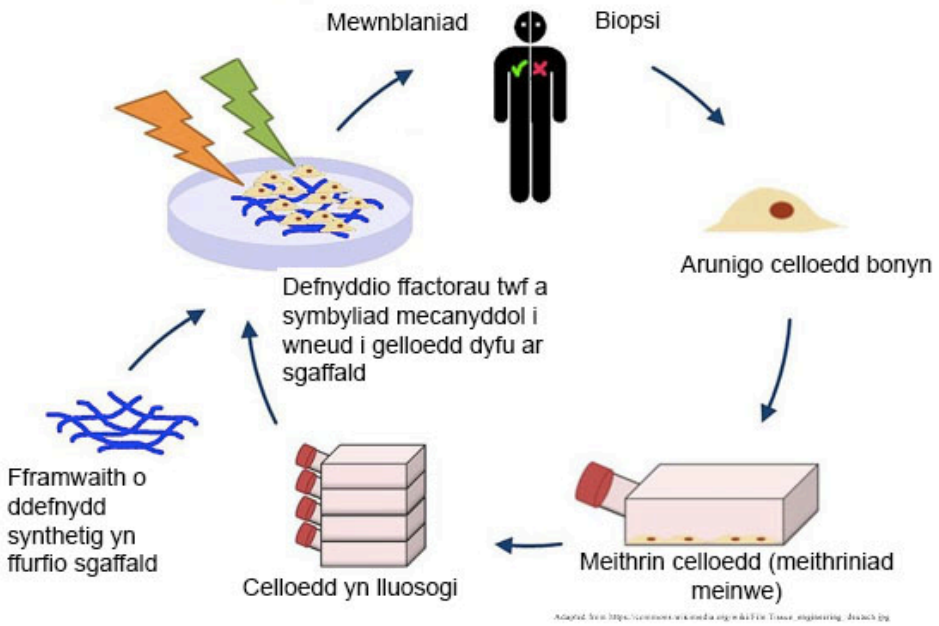
Ar ôl cyflwyno technoleg dilyniannu'r genhedlaeth nesaf, efallai y bydd hi'n bosibl edrych ar deilwra therapïau i gleifion unigol a rhoi triniaeth unigryw i unigolyn ar gyfer clefyd cyffredin.

Peirianneg Meinweoedd

Yn ddamcaniaethol, mae pob cell yn gallu bodoli'n annibynnol ar y corff, cyn belled â bod y maetholion gofynnol yn cael eu cyflenwi. Mae'r rhan fwyaf o gelloedd, fodd bynnag, yn gwahaniaethu i gelloedd â swyddogaethau penodol, fel nerfgelloedd neu gelloedd cyhyr, a dydy'r rhan fwyaf o'r celloedd arbenigol hyn ddim yn rhannu eto fel rheol.

Enw techneg tyfu celloedd mewn labordy yw meithriniadau meinwe. Rhaid i'r cyfrwng lle mae'r celloedd yn tyfu gael ei reoli'n fanwl, a rhaid monitro amodau fel potensial dŵr a thymheredd yn ofalus.
Mae meithriniadau celloedd wedi cael eu defnyddio ers cryn amser at ddibenion meddygol ac at ddibenion ymchwil, e.e. wrth feithrin firysau i gynhyrchu brechlynnau ac wrth gynhyrchu gwrthgyrff monoclonaidd.

Bwriad peirianneg meinweoedd yw atgyweirio, gwella neu ddisodli swyddogaethau biolegol drwy ddisodli meinweoedd neu organau.
Mae peirianneg meinweoedd yn golygu gwneud i gelloedd byw dyfu ar fframwaith o ddefnydd synthetig i gynhyrchu meinwe fel croen.
Mae ffyrdd eraill o ddefnyddio peirianneg meinwe yn cynnwys gwneud pibellau gwaed newydd, atgyweirio esgyrn a chartilag, a thrin clefyd nerfol dirywiol.



Manteision ac Anfanteision Defnyddio Celloedd Bonyn

Mae defnyddio **celloedd bonyn** yn rhan ganolog o beirianneg meinweoedd.

Cell ddiwahaniaeth yw cell bonyn sy'n gallu rhannu i greu epilgelloedd sy'n gallu datblygu i fod yn wahanol fathau o gelloedd arbenigol.

Ffynonellau'r celloedd hyn yw:

- embryonau 3-5 diwrnod oed; celloedd bonyn embryonig (ESC). Rydyn ni'n dweud eu bod nhw'n llwyralluog.
- meinweoedd llawn dwf, fel mêr yr esgyrn, sy'n gallu cael eu 'hailraglennu' i fod yn gelloedd bonyn amlbotensial cymelledig (iPSC)

Mae celloedd **llwyralluog** yn gallu gwahaniaethu i ffurfio pob math posibl o gell yn yr organeb dan sylw.

Mae celloedd **amlbotensial** yn gallu gwahaniaethu i ffurfio llawer o wahanol fathau o gell yn yr organeb dan sylw. Dydyn nhw ddim mor amlbwrpas â chelloedd llwyralluog.

Manteision defnyddio celloedd bonyn yw ein bod ni'n gallu cynhyrchu symiau mawr o gelloedd genetig unfath yn gyflym.

Anfanteision defnyddio celloedd bonyn yw:

- ar gyfer mamolion, mae'r dechneg yn ddrud iawn ac yn annibynadwy;
- ar gyfer planhigion, mae clefyd neu bathogenau'n gallu achosi problemau;
- dethol alelau anfanteisiol yn anfwriadol;
- effeithiau hirdymor neu annisgwyl fel celloedd yn heneiddio'n gynnar

Moeseg defnyddio celloedd bonyn a chlonio meinweoedd ac organau dynol

Mae'r cyflenwad embryonau'n dod o'r embryonau dros ben sydd ddim wedi cael eu rhoi yng nghroth benyw yn ystod triniaeth ffrwythlondeb. Mae rhai pobl yn meddwl nad yw hyn yn ffynhonnell dderbyniol o gelloedd bonyn; maen nhw'n credu bod defnyddio embryo dynol yn golygu dinistrio bywyd dynol posibl.
Mae gwrthwynebwyr hefyd yn dadlau mai technolegau celloedd bonyn embryonig yw'r camau cyntaf tuag at glonio atgenhedlol, sef y posibilrwydd o glonio bodau dynol.
Mae ymchwil gyda chelloedd embryonig dynol wedi'i wahardd mewn rhai gwledydd.

Cydnabyddiaethau

Adran	Llun	Cydnabyddiaeth
Clawr	Bioleg	SCIEPRO/SCIENCE PHOTO LIBRARY / getty image
4.1	Tiwbynnau semen	Jose Luis Calvo / Shutterstock
4.1	Ffrwythloniad	Alila Medical Media / Shutterstock
4.1	Mewnblaniad	Alila Medical Media / Shutterstock
4.1	Blastocyst	Llun gan Seans Potato Business / CC BY 3.0
4.1	Y brych	Llun gan OpenStax College / CC BY 3.0
4.2	Datblygiad Paill	Claudio Divizia / Shutterstock
4.2	Ffurfio Paill	Catrin Meirion
4.2	Datblygiad Ofwl	Catrin Meirion
4.2	Briallu	Heb lwyddo i olrhain yr hawlfraint. A fyddech cystal â chysylltu â ni os chi yw deiliad yr hawlfraint.
4.2	Ffrwythloniad Dwbl	Catrin Meirion
4.2	Hedyn ffeuen	Catrin Meirion
4.2	Hedyn india-corn	Catrin Meirion
4.2	Eginiad hedyn ffeuen	Richard Griffin / Shutterstock
4.2	Eginiad mewn hedyn endosbermig	Catrin Meirion
4.3	Grwpiau gwaed bodau dynol	Llun gan Yassine Mrabet / Wikimedia Commons
4.3	Cysylltedd	Llun gan Twaanders17 / CC BY 4.0
4.3	Haemoffilia	Llun gan Yassine Mrabet / Wikimedia Commons
4.3	Mwtaniad cromosom	Llun gan Wpeisner / CC BY 3.0
4.3	Syndrom Down	Llun gan U.S. Department of Energy Human Genome Program / Wikimedia Commons
4.3	Addasiadau epigenetig	Llun gan CNX OpenStax / CC BY 4.0
4.4	Amrywiad Parhaus	Llun gan Alessio Damato, Mikhail Ryazanov / CC BY 3.0

4.4	Rhywogaethau alopatrig	Llun wedi'i ddiweddaru gan Andrew Z.Colvin / CC BY 4.0
4.5	Adwaith cadwynol polymeras (PCR)	Llun gan Ygonaar / CC BY 3.0
4.5	Electrofforesis gel	Llun gan yourgenome / CC BY 2.0
4.5	Endoniwcleas cyfyngu	Llun gan Jennifer0328 / CC BY 4.0
4.5	Therapi Celloedd Somatig	Heb lwyddo i olrhain yr hawlfraint. A fyddech cystal â chysylltu â ni os chi yw deiliad yr hawlfraint.
4.5	Peirianneg Meinweoedd	Llun gan HIA / CC BY 3.0