



FARMING
connect
cyswllt
FFERMIO

A All Ffermio Manwl Gywir Helpu i Liniaru Newid Hinsawdd?

David Cutress: IBERS, Prifysgol Aberystwyth.

- Amaethyddiaeth 4.0 neu Ffermio Manwl Gywir yw'r duedd amaethyddol gyfredol sy'n defnyddio technolegau i fonitro a gweithredu ar asedau unigol fferm mewn modd wedi ei dargedu
- Mae gan ffermio manwl gywir y potensial i leihau gwaith, rhyddhau amser ffermwyr, gwella elw a budd i'r amgylchedd os caiff ei ddefnyddio yn briodol
- Mae technolegau manwl gywir yn rhoi budd cadarnhaol i'r amgylchedd mewn astudiaethau, ond yn aml trwy ddehongliad yn unig y mae'r manteision. Yn y dyfodol mae angen ymchwil mwy penodol

Beth yw ffermio manwl gywir?

Mae Ffermio Manwl Gywir (PF) yn derm a ddefnyddir ar gyfer y duedd fawr nesaf yn y diwydiant amaethyddol, y cyfeirir ato yn aml fel 'Amaethyddiaeth 4.0'. Mae'r duedd hon yn dilyn y '[Chwyldro Gwyrdd](#)'/'[Trydydd Chwyldro Amaethyddol](#)' a ddigwyddodd yn yr 1950au/60au. Roedd y 'Chwyldro Gwyrdd' yn golygu dwysau systemau ffermio trwy gnydau ac anifeiliaid cynhyrchiol iawn (trwy well dealltwriaeth enynnol), a'r defnydd cynyddol o beiriannau a'u hargaeledd a dyfrhau. Trwy'r datblygiadau hyn [hwyluswyd cynhyrchu bwyd](#) ar gyfer poblogaeth fyd-eang oedd wedi mwy na dyblu, gan ddim ond cynyddu'r tir oedd yn cael ei drin o 30%. Mae '[Amaethyddiaeth 4.0](#)', ar y llaw arall, yn dychwelyd tuag at ffermio wedi ei dargedu yn fanwl ar ased unigol, mewn ffordd sy'n llai dwys o ran llafur ac yn fwy effeithlon, trwy integreiddio technolegau modern. Dylai'r dull wedi ei dargedu hwn ganiatáu i anifeiliaid a phlanhigion unigol gael eu monitro yn gyson, gan wella cynhyrchiant a lleihau mewnbynnau dros system fferm gyfan. Yn ei hanfod mae Ffermio Manwl Gywir yn hwyluso gwneud y peth iawn, yn y lle iawn ar yr adeg iawn.



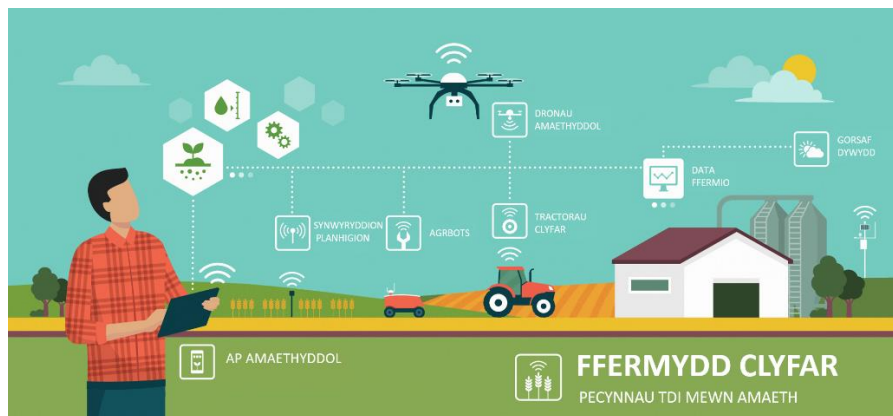
Cronfa Amaethyddol Ewrop ar
gyfer Datblygu Gwledig
Ewrop yn Boddodi mewn Ardaloedd Gwledig
European Agricultural Fund for
Rural Development
Europe Investing in Rural Areas



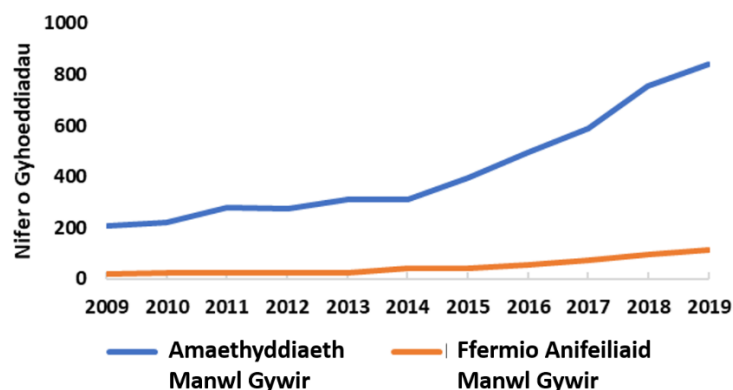
Llywodraeth Cymru
Welsh Government



FARMING
connect
cyswllt
FFERMIO



Mae'r diffiniadau o fewn PF yn datblygu yn gyson ochr yn ochr â'r technolegau y mae'n awyddus i'w defnyddio, ond, mae dau brif is-grŵp, sef amaethyddiaeth manwl gywir (PA) a ffermio anifeiliaid manwl gywir (PLF). Mae PA, er gwaethaf ei enw eang, yn canolbwyntio yn benodol ar agweddau cnydau tir â'r garddwriaethol o ffermio ac mae wedi gweld llawer mwy o fuddsoddi a gwaith ymchwil na PLF (Ffigur 1). Mae PLF yn canolbwyntio ar dechnolegau anifeiliaid, tuag at wella cynhyrchiant, lles ac arferion rheoli. Yn ystod y blynyddoedd diwethaf, oherwydd y datblygiadau technolegol cynyddol, o ran cost effeithiolrwydd, yn ogystal â chymheliant ariannol, mae technolegau Ffermio Manwl Gywir yn gynyddol amlwg, a rhagwelir y bydd amcangyfrifir o [75 miliwn](#) o ddyfeisiadau yn casglu data manwl gywir trwy'r byd erbyn 2020.



Ffigur 1. Cyhoeddiadau dros y 10 mlynedd diwethaf (Webofknowledge.com)



FARMING
connect
cyswllt
FFERMIO

A siarad yn fras mae [3 prif elfen](#) i raglenni technoleg Ffermio Manwl Gywir, sef (1) Caledwedd a synwryddion (sy'n ymwneud â gweithredu ar sail data neu ei gasglu) (2) Dadansoddi data a systemau i gynorthwyo i wneud penderfyniadau (y feddalwedd a'r/neu systemau yn y cwmwl ac algorithmau dysgu peirianyddol sy'n cymryd data a'i brosesu i greu rhywbeth ystyrion) (3) Pwyslais ar gynnyrch a fferm gyfan (y broses ar gyfer cynhyrchu systemau cefnogi llunio penderfyniadau a modelau yn fasnachol a'u defnyddio ar draws ffermydd cyfan, ac nid dim ond caeau unigol).

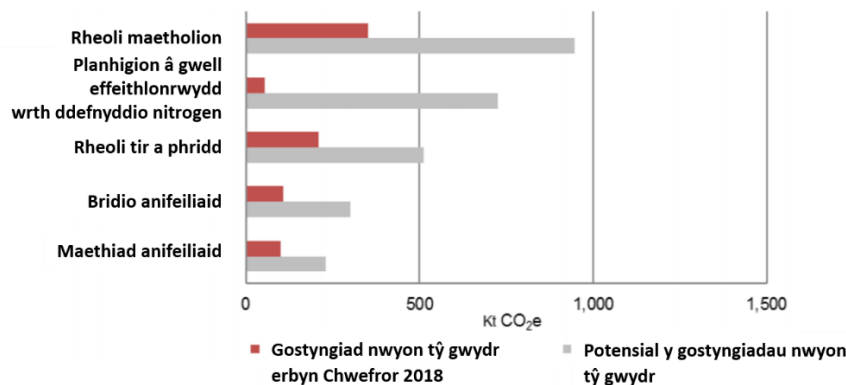
Ochr yn ochr â manteision economaidd Ffermio Manwl Gywir, mae trafodaeth gynyddol hefyd o ran ei rôl hanfodol mewn amaethyddiaeth gynaliadwy yn y dyfodol. [Mae sawl astudiaeth](#) yn nodi bod Ffermio Manwl Gywir yn galluogi cynhyrchiant/cynnyrch cyfatebol neu gynyddol gyda gostyngiad yn y mewnbwn cyffredinol (gan gynnwys tanwydd, porthiant, maetholion neu ddŵr ac ati). Fel y cyfryw, dylai gostyngiad mewn allyriadau nwy tŷ gwydr naill ai yn uniongyrchol neu yn anuniongyrchol fod yn digwydd. Er bod [peth tystiolaeth uniongyrchol](#) o ostyngiadau mewn allyriadau, cyfyngedig yw'r astudiaethau lliniaru nwyon tŷ gwydr uniongyrchol a gyflawnwyd o ran technolegau Ffermio Manwl Gywir hyd yn hyn.

Technolegau amaethyddiaeth manwl gywir a lliniaru newid hinsawdd

Mae technolegau amaethyddiaeth manwl gywir yn ymwneud â thyfiant a rheolaeth ar gnydau, gyda nifer o dechnolegau allweddol eisoes yn cael eu defnyddio yn gyffredin yn y sector. Er bod llawer o'r drafodaeth o ran lliniaru newid hinsawdd mewn amaethyddiaeth yn canolbwyntio ar [allyriadau methan cysylltiedig ag anifeiliaid](#), mae adroddiadau diweddar gan lywodraeth y Deyrnas Unedig yn awgrymu bod gan well rheolaeth ar faetholion mewn cnydau botensial llawer mwy o ran lliniaru allyriadau nac arferion yn ymwneud ag anifeiliaid (Ffigur 2). Gall hyn fod oherwydd mai'r prif allyriant cysylltiedig â chnydau yw ocsid nitrus (N_2O) sydd yn cael bron i [10 gwaith yn fwy o effaith](#) ar newid hinsawdd i bob moleciwl na methan. Maes arall lle gall amaethyddiaeth manwl gywir chwarae rôl liniarol yw trwy leihau gofynion trosi tir yn y dyfodol trwy wella'r cynhyrchiant a geir ar diroedd. Un dechnoleg allweddol y gellir ei defnyddio i gyflawni'r nodau hyn yw technolegau chwalu cyfradd amrywiol (VRT).



FARMING
connect
cyswllt
FFERMIO



Ffigwr 2. Gostyngiadau mewn nwyon tŷ gwydr ar sail y defnydd o ddulliau lliniaru allweddol ar ffermydd (GOV.UK)

Technolegau cyfradd amrywiol (VRT)

Mae chwalu ar gyfraddau amrywiol yn golygu rhoi mewnbynnau, gan gynnwys; hadau, slyri, plaleiddiad, gwrtaitth ac unrhyw gemegolion eraill ar borfa/cnydau mewn ffyrdd manwl gywir ac ar sail gwybodaeth, yn hytrach nag yn unfurf. Dangosodd [ymchwil cynnar](#) nad oedd fawr o newidiadau mewn ardaloedd cynhyrchiol iawn oherwydd y newidiadau yn y maetholion a roddwyd, ond gellid gostwng y nitrogen a ddefnyddid ar ardaloedd llai eu cynhyrchiant gan gael yr un cynnyrch a chynhyrchu hyd at 34% yn llai o N₂O. Mae VRT yn golygu defnyddio naill ai systemau [GPS yn seiliedig ar fapiau](#) a/neu systemau yn seiliedig ar synwryddion. Mae'r ddwy system yn defnyddio data caeau i addasu'r mewnbynnau yn ôl y gofyn ar gyfer y cnwd, ac mae'r systemau yn rhoi'r mwyaf o wybodaeth ar gyfer rheolaeth well pan gânt eu cyfuno. Mae VRT wedi dangos potensial economaidd mawr, mae'r enghreifftiau yn cynnwys;

- [8% o gynnydd](#) mewn caeau gwenith a 10% yn llai o nitrogen wedi ei ddefnyddio
- [>2.5 gwaith o gynnydd](#) mewn €/ha dros dair blynedd o chwalu nitrogen trwy VRT mewn ŷd
- Arbedion o [42 €/ha, 32 €/ha, 27 €/ha a 20 €/ha](#) ar gyfer India corn, gwenith gaeaf, barlys gaeaf a betys trwy chwalu chwynladdwr yn amrywiol
- [Cynnyrch yn cynyddu o 6.45%](#) dros 4 blynedd mewn gwenith gaeaf trwy hau ar gyfradd amrywiol
- [Cynnydd o 7% mewn incwm net](#) ar gaeau sy'n defnyddio hau ar gyfradd amrywiol a pharthau sy'n cael eu rheoli ar sail data (mae hyn yn golygu dynodi caeau sy'n perfformio yn wael a rhoi llai o hadau er enghraifft)



FARMING
connect
cyswllt
FFERMIO

Ochr yn ochr â'r enillion o ran cynnyrch ac elw awgrymodd un astudiaeth bod [gostyngiadau nwyon tŷ gwydr o 5-10%](#) trwy VRT. [Dangosodd data o 2018](#) fel rhan o'r 'Arolwg Arferion Fferm' yn y Deyrnas Unedig mai dim ond 21% oedd yn defnyddio VRT. Ar sail manteision posibl VRT, mae'n debygol y gallai cynyddu'r nifer sy'n ei ddefnyddio yn y Deyrnas Unedig arwain at ostyngiadau sylweddol mewn allyriadau nwyon tŷ gwydr uniongyrchol ac anuniongyrchol. Mae'r datblygiadau pellach yn cynnwys defnyddio [dronau ar gyfer VRT](#), er bod hyn, ar hyn o bryd, yn groes i bolisiâu yn y Deyrnas Unedig, gallai chwalu gyda dronau leihau'r defnydd o danwydd ffosil a chael llai o effeithiau negyddol ar gywasgu pridd na'r peiriannau presennol.

Arwain peiriannau/llywio awtomatig

Mae arwain peiriannau yn defnyddio systemau lleoli byd-eang (GPS) a systemau lleoli teithio lloeren byd-eang (GNSS) i gynorthwyo, neu i arwain cerbydau yn uniongyrchol. Mewn systemau cynydau mewn rhesi, mae arwain peiriannau yn cyfuno mapiau caeau manwl â synwryddion (synwryddion laser a dysgu peirianyddol) i deithio yn gywir o gwmpas cynydau. Prif fantais llywio gyda chymorth (heblaw gwell cywirdeb o ran llinellau syth a llwybrau effeithlon) a bod yn hollol awtomatig, yw gwell effeithlonrwydd ar bob taith, gan leihau'r gorgyffwrdd neu'r bylchau wrth gyflawni tasgau gan gynnwys chwalu gwrtaith neu drin y tir. Mae perthynas uniongyrchol rhwng cynnydd mewn effeithlonrwydd ac arbedion o ran y defnydd o danwydd a'r mewnbwn sy'n cael ei chwalu. Oherwydd natur yr arbedion yma, mae arwain peiriannau yn cyd-fynd yn gyflawn â VRT. Adroddodd astudiaethau o arwain peiriannau;

- [Tua \\$1,500](#) o arbedion tanwydd i bob fferm yn rhan uchaf canolbarth gorllewinol yr Unol Daleithiau
- [Hyd at 7.2% o arbedion ynni](#) trwy weithredu'r patrymau llwybrau gorau mewn caeau trwy systemau GPS.

System arall sy'n cael budd o arwain peiriannau yw ffermio sy'n rheoli traffig. Mae'r systemau hyn yn golygu creu'r gofod gorau i gnydau rhwng lonydd olwynion parhaol, gan gyfyngu'r cywasgu i'r llwybrau hynny. Gwyddys bod gweithredu'r system hon yn lleihau'r defnydd o danwydd o [hyd at 70%](#) a lleihau'r drafndiaeth ar arwyneb y pridd [o fwy na 60%](#) pan gaiff ei gyfuno ag arwain GPS. Mae lleihau'r gorgyffwrdd a gwell effeithlonrwydd o ran llwybrau yn lleihau'r [difrod a'r cywasgu ar y pridd](#). Gall cywasgu gynyddu costau ymhellach oherwydd y cynnydd mewn gwrtaith a mwy o angen trin y tir, gyda hyd at [30% o ynni'r tractor](#) yn cael ei wastraffu trwy'r cynnydd yn y grymoedd llusgo gofynnol. Er bod manteision clir i systemau dan arweiniad peiriannau, mae'r gwelliannau yn fwy ar ffermydd mawr yn gymesuro, yn arbennig o ystyried y costau sylweddol wrth eu prynu i gychwyn.

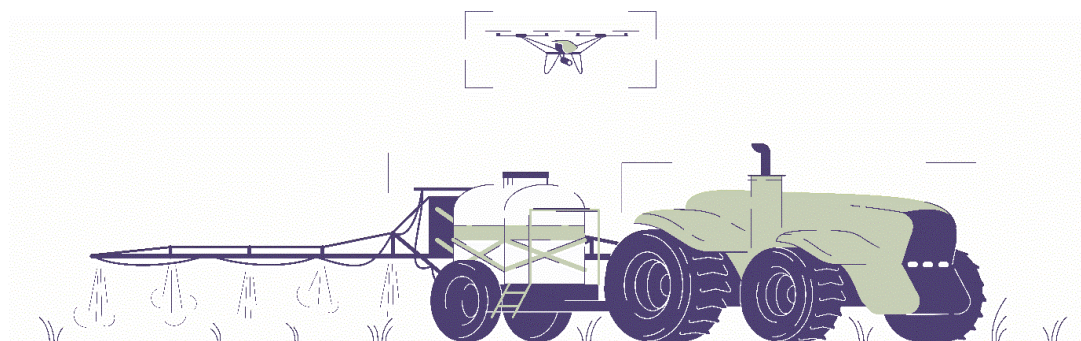


FARMING
connect
cyswllt
FFERMIO

Technolegau manwl gywir eraill

Er ei bod yn llai o broblem mewn gwledydd tymherus gyda glawiad uchel fel y Deyrnas Unedig, mae dyfrio yn faes arall lle mae technolegau manwl gywir yn cael eu datblygu. [Mae dyfrio ar gyfradd amrywiol](#) yn defnyddio synwryddion data, ac adborth, i ddyfrio yn fwy manwl gywir (trwy ddiferion, llifo'n araf neu chwistrellu micro), gan ddefnyddio llai o rym pwmpio, ac felly, llwyddo i gael [arbediadau o ran dŵr ac ynni](#).

Mae [Agbots](#), er yn dal i gael eu datblygu yn arbrofol i raddau helaeth, yn cynnig potensial anferth os cânt eu defnyddio yn dda. Gall y systemau awtonomaidd hyn fonitro a mapio cnydau yn ogystal â chyflawni gweithgareddau manwl gywir fel hadu, chwynnu a chwalu maetholion. Mae'r rhan fwyaf o agbots yn rhedeg ar drydan (neu ffynonellau pŵer hybrid), a thrwy hynny yn lleihau allyriadau uniongyrchol yn gysylltiedig â thanwydd ffosil, maen nhw hefyd yn dueddol o fod yn ysgafnach gan achosi llai o ddifrod yn gysylltiedig â chywasgu a gallent ryddhau gweithwyr fferm ar gyfer tasgau eraill. Dangosodd [un dyluniad ar sail tractor](#) ostyngiad o 50% mewn allyriadau nwyon tŷ gwydr wrth reoli chwyn a phlâu.



Yn ychwanegol, gall nifer o synwryddion, nad ydynt ar eu pen eu hunain yn cael effaith uniongyrchol ar allyriadau nwyon tŷ gwydr, gael eu hymgorffori mewn strategaethau rheoli cnydau. Gall y rhain wella cynhyrchiant a lleihau mewnbynnau, gan gynnwys gwrteithiau a chemegolion. Mae'r synwryddion yn cynnwys; [delweddau manwl gywir](#) (camerâu delweddau drôn neu loeren sy'n gallu pennu iechyd y cnwd/pridd), [synwryddion pridd](#) (dadansoddiadau byw a hanesyddol o briddoedd fferm penodol) a [synwryddion hinsawdd](#) (gorsafoedd tywydd yn rhoi data tywydd lleoliad, byw a hanesyddol ar ffermydd) i enwi dim ond rhai. Defnyddir systemau gwybodaeth daearyddol (GIS) hefyd yn bron bob system fanwl gywir gan integreiddio data gyda data gofodol/daearyddol ar gyfer mapio.



FARMING
connect
cyswllt
FFERMIO

Technolegau anifeiliaid a lliniaru newid hinsawdd

Er bod rhai technolegau PLF ar gael ar hyn o bryd ar y farchnad, mae'r maes hwn, yn gyffredinol, heb ei ddatblygu'n llawn i ryw raddau (gyda'r rhan fwyaf o'r pwyslais ar wartheg), ac felly ychydig o wybodaeth uniongyrchol am liniaru allyriadau nwyon tŷ gwydr sydd ar gael. Daeth papur [a gyhoeddwyd yn 2019](#), i'r casgliad nad oedd y llenyddiaeth a gyhoeddwyd yn cynnwys unrhyw dechnoleg PLF gyda'r nod benodol o leihau effeithiau amgylcheddol. Ond, fe wnaeth yr erthygl hon ddod o hyd i dechnoleg yn ymwneud â system [coler/penffrwyn/masg](#) ar gyfer gwartheg a oedd, fe honnir, yn lleihau'r potensial cynhesu byd-eang (GWP) o fethan o 85 gwaith, er na ddaethpwyd o hyd i unrhyw lenyddiaeth i gadarnhau hyn. Ond, fe ellir gwneud casgliadau o ran sut y gall rhai technolegau gael effeithiau lliniarol buddiol. Mae unrhyw dechnoleg sy'n gwella iechyd anifeiliaid ac yn lleihau salwch a marwolaeth yn lleihau CH₄ a gynhyrchir yn enterig a'r [N₂O sy'n mynd i'r tail](#) ar sail pob anifail er enghraifft.

Mae [awyru manwl gywir](#) yn faes pwysig wrth ystyried cadw anifeiliaid dan do gan ei fod yn cael ei gysylltu ag allyriadau amonia (NH₃) uchel. Daeth ymchwil i awyru manwl gywir awtomatig i'r casgliad y gellir gostwng allyriadau NH₃ o 60 i 65%. Mae systemau o'r fath yn caniatáu [monitro](#) llawer mwy manwl a [meincnodi](#) i bennu strategaethau lleihau effeithiol.

Mae [porthi manwl gywir](#) yn ddull allweddol wrth wella cynhyrchiant ac iechyd anifeiliaid unigol a lleihau allyriadau. Mae hyn yn defnyddio data o synwryddion fel tafol awtomataidd a phorthwyr awtomataidd i gael y trosiant porthiant i bwysau corff gorau, gan leihau mewnbynnau a [lleihau allbynnau niweidiol](#) (nitrogen mewn tail ac ati). Gall integreiddio technolegau agos i is-goch fel [NIR-4-Farm](#) wella teilwrio cymysgedd o fwydydd, gan leihau'r mewnbynnau a wastraffwyd ymhellach. Mae cysylltiadau hefyd rhwng ansawdd y porthiant a chnoi cil â lleihau allyriadau CH₄, gyda nifer o dechnolegau yn rhoi'r gallu i ffermwyr [fonitro cnoi cil 24/7](#) ac addasu'r porthiant yn syth.

Dangosodd systemau PLF mewn lleoliadau laeth ostyngiadau mewn allyriadau sy'n cyfateb i garbon deuocsid, gyda [gostyngiadau o 69% ar draws y gadwyn fwyd gyfan](#) yn cael ei ddangos gan ddefnyddio system parlwr godro. Mae [systemau godro awtomataidd](#) yn caniatáu i fastitis gael ei ganfod yn gynnar yn y laethiad, gan helpu ffermwyr i osgoi'r gostyngiad yn y trosiant porthiant i laeth, sydd fel arall yn arwain at gynyddu'r nwyon tŷ gwydr a gynhyrchir i bob litr o laeth. Awgrymodd astudiaethau blaenorol ostyngiadau o [2.5% i 5.8% \(GWP\)](#) trwy leihau'r achosion mastitis clinigol ac is-glinigol. Yn yr un modd, mae gan gynnal y cyfraddau uchaf o ffrwythlondeb mewn gwartheg y potensial i leihau allyriadau nwyon tŷ gwydr [o >20% i bob buches](#). Mae



FARMING
connect
cyswllt
FFERMIO

technologau PLF yn ceisio gwella effeithlonrwydd atgenhedlu trwy reoli ffrwythlondeb a chanfod pa anifeiliaid sy'n [gofyn](#) mewn ffyrdd amrywiol. Yn aml mae'r technolegau hyn yn casglu data a all gysylltu ag iechyd anifeiliaid, gan gynnwys rhybuddion am gloffni. Dangoswyd bod cloffni gwartheg yn cynyddu effeithiau amgylcheddol fferm [o 7 – 9%](#), felly, byddai'r systemau canfod cloffni pwrpasol yma (dadansoddi cerddediad 3D, systemau plât pwysedd llawr neu fesurwyr cyflymder) yn cynnig manteision sylweddol. Gall [technologau bolws](#) clyfar hefyd chwarae rôl wrth ganfod afiechyd a ffrwythlondeb.

Yn olaf, gallai dronau fonitro anifeiliaid yn ogystal â chnydau, gallai hyn leihau'r defnydd o danwydd ffosil mewn cymhariaeth â gwylio o gerbydau. Mae'n ddiddorol nodi y gall dronau gyda synwryddion [ganfod gollyngiadau methan mewn pibellau nwy](#), efallai bod potensial i addasu'r technolegau hyn i asesu a meincodi allyriadau amaethyddol ar ffermydd.

Rhwystrau sy'n atal eu defnyddio

Mae technolegau ffermio manwl gywir yn cynnig manteision, ond, mae rhwystrau yn bodoli a all gyfyngu ar y nifer sy'n eu defnyddio. Dangosodd casgliad o [nifer o gyfweiliadau ac arolygon](#) gyda'i gilydd o ran y defnydd o dechnoleg ffermio manwl gywir, bod y rhai sydd ddim yn ei ddefnyddio yn cyfeirio at ddiffyg sgiliau a gallu yn atal eu defnydd o'r offer yma, ynghyd â diffyg adnoddau ariannol. Roedd y pwyslais allweddol ar wella'r nifer sy'n eu defnyddio yn amlygu "Rhwyddineb Defnyddio" a "Defnyddioldeb" y technolegau, gyda ffermwyr yn werthfawrogol iawn o gyflwyniadau ymarferol, gwasanaethau cefnogi a threialon am ddim. Gwelwyd hefyd bod [mentrau addysgol](#) yn cynorthwyo i gael mwy i ddefnyddio offer ffermio manwl gywir, a gwelwyd ar yr un pryd bod maint a math y fferm, yn ogystal â pholisïau penodol y llywodraeth, tystiolaeth o broffidioldeb a daliadaeth tir yn cael effeithiau cadarnhaol neu negyddol ar y nifer sy'n mabwysiadu'r technolegau.

Crynodeb

Mae'n amlwg, er gwaethaf y ffaith bod nifer o adolygiadau o ffermio manwl gywir wedi nodi rôl y technolegau hyn wrth wella cynaliadwyedd a lleihau effeithiau amgylcheddol, dim ond ychydig, hyd yn hyn, o ymchwil uniongyrchol sydd ar gael. Ond, mae'r dehongliadau a'r ychydig o ddata uniongyrchol, i gyd yn awgrymu manteision amgylcheddol, ar draws nifer o dechnolegau, a hefyd manteision economaidd sy'n cyd-fynd â nhw ar draws systemau ffermio. Er bod llawer mwy o dystiolaeth o lai o fewnbynnau (yn gysylltiedig ag allyriadau nwyon tŷ gwydr) wedi eu gweld o ran PA, mae rôl gynyddol ar gyfer pecynnau tebyg mewn PLF. Wrth symud ymlaen rhaid cynnal treialon mwy penodol, nid yn unig i ddangos union effeithiau amgylcheddol y



FARMING
connect
cyswllt
FFERMIO

technologau hyn, ond hefyd wrth roi cymhelliant i ffermwyr i'w defnyddio trwy dystiolaeth o fanteision ariannol posibl. Gyda [mesur amaethyddiaeth newydd y Deyrnas Unedig](#) yn nodi argaeledd cymorth ariannol o ran lliniaru newid hinsawdd a lleihau effeithiau amgylcheddol ffermio, gall mabwysiadu technoleg ffermio manwl gywir fod ar gael i amrywiaeth lawer mwy o ffermwyr.



Cronfa Amaethyddol Ewrop ar
gyfer Datblygu Gwledig
Ewrop yn Buddsoddi mewn Ardaloedd Gwledig
European Agricultural Fund for
Rural Development
Europe Investing in Rural Areas



Llywodraeth Cymru
Welsh Government