

Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP) Adolygiad o Dystiolaeth y Cynllun Ffermio Cynaliadwy Atodiad Technegol

Atodiad 1: Rheoli maethynnau pridd ar gyfer tir wedi'i wella

Williams J.R.¹, Newell Price, J.P.¹, Williams, A.P.², Gunn, I.D.M.³ &
Williams A.G.⁴

¹ ADAS, ² Prifysgol Bangor, ³ Y Ganolfan Ecoleg a Hydroleg, ⁴ Prifysgol Cranfield

Cyfeirnod Cleient: Llywodraeth Cymru / Contract C210/2016/2017

Fersiwn 1.1

Dyddiad 05/07/2019



Ariennir gan Lywodraeth Cymru
a Canolfan Ecoleg a Hydroleg



Cyfres Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion Gwledig (ERAMMP)
Adolygiad o Dystiolaeth y Cynllun Ffermio Cynaliadwy (WP11), Atodiadau
Technegol

Teitl Atodiad Technegol 1: Rheoli maethynnau pridd ar gyfer tir wedi'i wella

Cleient Llywodraeth Cymru

Cyfeirnod Cleient C210/2016/2017

Cyfrinachedd, hawlfraint a chopïo © Hawlfraint y Goron 2019.
Trwyddedir yr adroddiad yma o dan Drwydded Llywodraeth Agored 3.0

Manylion cysylltu CEH Bronwen Williams
Y Ganolfan Ecoleg a Hydroleg, Canolfan yr Amgylchedd Cymru, Ffordd
Deiniol, Bangor, Gwynedd, LL57 2UW
t: 01248 374500
e: erammp@ceh.ac.uk

Awdur Gohebu John Williams, ADAS

Sut i ddyfynnu (hir) Williams J.R., Newell Price, J.P., Williams, A.P., Gunn, I.D.M. & Williams
A.G. (2019). Atodiad Technegol 1: Rheoli maethynnau pridd ar gyfer tir
wedi'i wella. Yn *Rhaglen Monitro a Modelu'r Amgylchedd a Materion
Gwledig (ERAMMP): Adolygiad o Dystiolaeth y Cynllun Ffermio
Cynaliadwy*. Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract C210/2016/2017).
Prosiect NEC06297 y Ganolfan Ecoleg a Hydroleg

Sut i ddyfynnu (Byr) Williams J.R., et al. (2019). Atodiad 1: Rheoli maethynnau pridd ar gyfer tir
wedi'i wella. ERAMMP Adroddiad i Lywodraeth Cymru (Contract
C210/2016/2017) (CEH NEC06297)

Cymeradwywyd gan Chris Bowring
James Skates

Hanes y Fersiwn

Fersiwn	Diweddardwyd gan	Dyddiad	Newidiadau
0.1	JW	31/5/2019	Drafft cychwynnol.
0.2	LIC	18/06/2019	Ymatebion gan LIC.
0.3-0.4	JW	25/6/2019	Golygu sylwadau LIC
1.1	PMO	5/7/2019	I'w gyhoeddi

Cynnwys

1	Cyflwyniad a Chefndir.....	2
1.1	Maethynnau cnydau a pH pridd.....	2
1.2	Cynllunio Rheoli Maethynnau.....	3
1.2.1	Mesur gofynion maethol cnydau	3
1.2.2	Mesur cyflenwad maethynnau pridd	3
1.2.3	Mesur cyflenwad maethynnau o ddeunyddiau organig.....	4
1.2.4	Ystyried maethynnau tail wrth gynllunio i ddefnyddio gwrrtaith wedi'i weithgynhyrchu	5
2	Deilliannau.....	6
3	Perthnasedd polisi a Deilliannau Polisi.....	7
4	Ymyrraeth Gynnar	8
4.1	Cynllunio Rheoli Maethynnau Pridd.....	8
4.1.1	Achosiaeth	8
4.1.2	Buddion ar y cyd a chyfnewidiadau.....	11
4.1.3	Maint	12
4.1.4	Amserlen.....	12
4.1.5	Materion gofodol	13
4.1.6	Dadleoli.....	13
4.1.7	Rhyngweithiadau hinsawdd	13
4.1.8	Rhwystrau cymdeithasol ac economaidd.....	13
4.1.9	Metrigau a gwirio.....	14
5	Bylchau yn y Dystiolaeth	15
6	Crynodeb.....	16
7	Cyfeiriadau	17

1 Cyflwyniad a Chefndir

Y Brîff: Sefydlu rhesymeg ymyrraeth ar gyfer cynlluniau Rheoli Maethynnau Pridd (SNM) ar draws yr holl diroedd amaethyddol sydd wedi'u gwella. Sefydlu'r buddion amgylcheddol yn cynnwys lleihau allyriadau GHG, bioamrywiaeth, ansawdd dŵr ac ansawdd aer fydd yn cael eu sicrhau drwy ymgymryd â chynlluniau SNM yn gyffredinol. Nodi'r cyfraniad y bydd gwell SNM yn ei wneud i gydnerthedd economaidd a chynaliadwyedd amaethyddiaeth Cymru.

Amcangyfrifir bod colledion maethynnau blynyddol o ganlyniad i amaethyddiaeth yng Nghymru yn tua 37,000 tonnelli o nitrad-N a 700 tonnelli o ffosfforws i ddŵr, a 20,000 tonnelli o amonia a 8,000 tonnelli o ocsid nitraidd i'r aer (Anthony *et al.*, 2012; Anthony *et al.*, 2019). Mae defnydd a reolir yn wael a chyfraddau defnydd gwrtaith a weithgynhyrchwyd a deunyddiau organig yn golygu risg arwyddocaol i ansawdd dŵr ac aer yn ogystal ag effaith ar berfformiad busnes ffermydd.

Argymhellir bod y darllenwyr yn darllen hwn ynghyd ag adolygiad o dystiolaeth ansawdd aer ERAMMP oherwydd mae yna gysylltiadau amlwg a mwy o fanylion ar gael e.e. lliniaru amonia i'r aer.

1.1 Maethynnau cnydau a pH pridd

Yn ogystal â charbon, hydrogen ac ocsigen, mae tair ar ddeg o elfennau yn bwysig ar gyfer tyfiant planhigion. Mae'r maethynnau wedi eu dosbarthu'n nodweddiadol yn dibynnu ar faint sydd ei angen ar blanhigion. Mae'r macrofaethynnau sydd eu hangen mewn symiau cymharol fawr yn cynnwys nitrogen (N), ffosfforws (P), potasiwm (K), calsiwm (Ca), magnesiwm (Mg) a sylffwr (S). Mae microfaethynnau sydd eu hangen mewn symiau llai yn cynnwys haearn (Fe), copr (Cu), manganîs (Mn), sinc (Zn), boron (B), molybdenwm (Mo) a chlorin (Cl) (Archer 1984).

Mae prinder unrhyw un o'r elfennau yma yn debygol o gyfyngu ar dyfiant planhigion ac o leihau cnydau. Hefyd bydd cyflenwad is optimaidd o unrhyw un o'r maethynnau yma yn lleihau'r defnydd o faethynnau eraill, a gallai hynny gynyddu'r risg o golledion i'r amgylchedd. Nid yw elfennau megis cobalt, nicel a seleniwm yn hanfodol ar gyfer tyfiant planhigion, ond maent yn bwysig ar gyfer maeth anifeiliaid. Mae rheoli'r defnydd o faethynnau er mwyn optimeiddio cyflenwad nitrogen a ffosfforws yn bwysig er mwyn lleihau colledion i'r amgylchedd.

Mae pH pridd yn effeithio ar fioamrywiaeth maethynnau planhigion, a bydd hynny hefyd yn effeithio ar dyfiant planhigion. Mae argaeledd optimaidd y rhan fwyaf o faethynnau planhigion yn bodoli mewn ystod gyfyngedig o werthoedd pH pridd (Tabl 1.1.1) Nid yw'r ystod ar gyfer pob maethyn yr un fath, ond mae systemau argymell yn awgrymu gwerthoedd pH pridd targed sydd yn darparu cyfaddawd ar gyfer gwahanol systemau cnydau a mathau o bridd (Tabl 1.1.2) (AHDB, 2017).

Maethyn	N	P	K & S	Ca & Mg	Fe	Mn	B, Cu & Zn	Mo
Ystod pH optimaidd	6-8	6.5 - 7.5	>6	7-8.5	<6	5-6.5	5-7	>7

Tabl 1.1. 1. Gwerthoedd pH pridd optimaidd ar gyfer argaeledd y prif microfaethynnau a'r rhai pwysicaf (Goulding, 2015 a Foth, 1990)

System cnydau	pH optimaidd	
	Priddoedd mwynol	Priddoedd mawnaidd
Tir âr parhaus	6.5	5.8
Gwair gyda barlys achlysurol	6.2	5.5
Gwair gyda gwenith neu geirch achlysurol	6.0	5.3
Gwair parhaus neu lastir gwair/meillion	6.0	5.3

Tabl 1.1. 2. pH pridd optimaidd ar gyfer gwahanol systemau cnydau a mathau o bridd (AHDB, 2017)

1.2 Cynllunio Rheoli Maethynnau

Cydnabyddir mai Canllawiau Rheoli Maethynnau AHDB (RB209) yw'r system argymell gwrtaitth sydd yn safon yn y diwydiant ar gyfer cefnogi cynllunio rheoli maethynnau yng Nghymru. Cyhoeddwyd yr argymhellion gwrtaitth gyntaf yn y 1970au a chyhoeddwyd y fersiwn ddiweddaraf yn 2017 yn seiliedig ar adolygiad dan arweiniad ADAS yn 2016 (e.e. Newell Price *et al*, 2016b).

Mae'r Canllawiau Rheoli Maethynnau yn cynnwys adran ar ddeunyddiau organig sydd yn darparu gwybodaeth ar y cyflenwad o faethynnau cnydau sydd ar gael o ddeunyddiau organig yn seiliedig ar allbynnau system gefnogi penderfyniadau ynghylch tail MANNER-NPK (Nicholson *et al.*, 2013). Hefyd amlygir pwysigrwydd ffactorau sydd yn effeithio ar gynnwys maethynnau tail megis cynnwys deunydd sych tail da byw a ffynonellau porthiant ar gyfer gweddillion treuliad anaerobig. Hefyd defnyddir y dull o integreiddio maethynnau gwrtaitth a thail er mwyn darparu lefelau optimaidd o dyfiant planhigion mewn systemau rheoli maethynnau cyfrifiadurol megis PLANET (www.planet4farmers.co.uk) ac offerynnau meddalwedd eraill gan gwmnïau meddalwedd masnachol megis FarmPlan a Muddyboots.

Mae yna bedwar cam allweddol y dylid eu dilyn er mwyn gwneud y mwyaf o effeithlonrwydd defnyddio maethynnau a lleihau'r risg posibl o golli maethynnau i'r amgylchedd.

1.2.1 Mesur gofynion maethol cnydau

Mae systemau argymell gwrtaitth megis Canllawiau Rheoli Maethynnau AHDB (RB209) yn darparu canllawiau cynhwysfawr ar y maethynnau sydd eu hangen ar gyfer cynhyrchiant cnydau optimaidd. Bydd gofynion y cnydau yn amrywio o un rhywogaeth i'r llall (ac weithiau'r math o gnwd) ac yn adlewyrchu'r cyflenwad o faethynnau pridd, y math o bridd a glaw yn ystod y gaeaf.

1.2.2 Mesur cyflenwad maethynnau pridd

Yn y rhan fwyaf o sefyllfaoedd gellir asesu cyflenwad nitrogen pridd gan ddefnyddio gwybodaeth mewn perthynas â math o bridd, glaw nodweddiadol yn ystod y gaeaf (er mwyn asesu colledion trwytholchi), nitrogen gaiff ei ryddhau o waddod cnydau a defnydd blaenorol o N gwrtaitth a thail. Mewn amgylchiadau pan fo rheolaeth flaenorol wedi bod yn annodweddiadol, gall samplu pridd hyd at 90cm fod yn fwy effeithiol er mwyn mesur cyflenwad nitrogen pridd caeau âr.

Cydnabyddir mai dadansoddi pridd yw'r ffordd fwyaf effeithiol o fesur statws pH pridd a ffosfforws, potasiwm a magnesiwm y gellir ei echdynnu. Fel arfer mae pH pridd,

ffosffad, potash a magnesiwm yn cael ei reoli ar gyfer cylchdro yn hytrach na chnwd unigol, felly argymhellir dadansoddi bob 3-5 mlynedd.

Gellir asesu tebygolrwydd diffyg sylffwr yn seiliedig ar y math o bridd a glaw. Mae'r rhan fwyaf o microfaethynnau yn bresennol mewn symiau digonol ym mhriddoedd y DU er y gall diffyg digwydd, a hynny yn fwyaf cyffredin ar briddoedd â pH uchel. Mae'r diffygion microfaethynnau mwyaf cyffredin mewn cnydau caeau yn cynnwys manganîs, boron a chopr. Gall dadansoddi pridd fod yn effeithiol wrth asesu risg boron, a dadansoddi copr a dadansoddi dail sydd fwyaf dibynadwy ar gyfer asesu diffyg manganîs.

1.2.3 Mesur cyflenwad maethynnau o ddeunyddiau organig

Mae deall cynnwys maethynnau deunyddiau organig a mesur cyfraddau defnydd yn allweddol ar gyfer gwneud y defnydd gorau o faethynnau tail. Bydd cynnwys maethynnau deunyddiau organig yn dibynnu ar nifer o ffactorau. Yn achos tail da byw mae'r prif ffactorau dylanwadol yn cynnwys y math o dda byw, cyfundrefn fwydo, diet, faint o wanhau o ganlyniad i ddŵr glaw sydd yn digwydd yn ystod storio a faint o ddeunydd a ddefnyddir fel gwely anifeiliaid. Yn achos gweddillion treuliad anaerobig a chompostau, mae ffynhonnell y deunydd porthiant, ac yn achos biosolidau y prosesau trin, yn ffactorau pwysig.

Mae ffigyrau nodweddiadol ar gyfer cynnwys maethynnau deunyddiau organig ar gael yng Nghanllawiau Rheoli Maethynnau AHDB (2017). Ond gall dadansoddiad labordy roi asesiad cywirach o gynnwys maethynnau deunyddiau organig ar gyfer ffynhonnell unigol.

Mae maethynnau mewn deunyddiau yn bresennol mewn dwy ffurf: (i) ffurfiau sylweddol sydd ar gael, sydd ar gael yn syth i'r cnwd ac sydd yn wynebu'r risg mwyaf o'i golli i'r amgylchedd a (ii) ffurfiau organig, fydd ond ar gael dros gyfnod o amser ar ôl mwyneiddiad y deunydd organig yn y pridd. Mae'n bwysig rheoli'r defnydd er mwyn gwneud y mwyaf o'r cnwd sydd ar gael, y cyflenwad o faethynnau a'r defnydd dros amser.

Math o dail	Cyfradd defnyddio T FW*/ha	N cnwd sydd ar gael** (kg/ha)	Cyfanswm ffosffad (kg/ha)	Cyfanswm potash (kg/ha)
Llaca gwartheg	35	32	48	88
FYM gwartheg	40	24	128	376
Tail dofednod	8	67	136	168
Gweddillion treuliad anaerobig cyflawn	25	72	53	43

*Pwysau Ffres

**Tybir amseru defnyddio yn y gwanwyn

Tabl 1.2.3.1. Cyflenwad maethynnau sydd ar gael mewn cnydau o ddefnyddio deunydd organig nodweddiadol

1.2.3.1 Nitrogen

Yn achos tail sydd â chyfran uchel o gyfanswm nitrogen ar ffurf sydd ar gael yn syth (e.e. slyri, tail dofednod a gweddillion treuliad anaerobig) bydd defnyddio deunyddiau organig ar adeg pan fo cnydau wrthi'n tyfu yn cynyddu effeithlonrwydd defnyddio nitrogen drwy leihau'r risg o drwytholchi nitrad.

Gellir lleihau'r risg o allyrru amonia, niwsans arogl a llygru cnydau drwy daenu tail hylif (sydd yn cynnwys crynodiadau uchel o N sydd ar gael yn syth) gyda thechnegau defnyddio manwl megis taenwyr band a chwistrellwyr bas yn hytrach na chymwysyddion lledaenu ar yr wyneb. Mae technegau cymhwyso manwl yn caniatáu i'r tail hylif gael eu taenu'n gyson ar draws lledau bowtiau hysbys (Chambers *et al.*, 2001). Dylai'r defnydd o dail solet ar dir sydd wedi ei droi cael ei ymgorffori o fewn ychydig oriau o'i ddefnyddio er mwyn lleihau allyriadau amonia.

1.2.3.2 Ffosffad a photash

Mae defnyddio tail solet fel arfer yn cymhwyso mwy o ffosffad (P_2O_5) a photash (K_2O) na thynir ymaith gan gnwd mewn un flwyddyn gynhaeaf (Tabl 1.2.3.1). Er enghraifft bydd 40t/ha o FYM gwartheg yn cyflenwi tua 130 kg/ha o P_2O_5 a 376 kg/ha o K_2O . O'i gymharu, bydd 40t/ha o wair sydd yn cynnwys 25% o ddeunydd sych (h.y. 10 t/ha o ddeunydd sych gwair) yn tynnu 68 kg/ha o P_2O_5 a 240 kg/ha o K_2O . O ganlyniad i hynny, mae'n bwysig targedu defnyddio tail solet ar gaeau sydd â P isel a statws K er mwyn gwneud y mwyaf o'u gwerth maethol a lleihau'r risg o lefelau P pridd gormodol, sydd yn cynyddu'r risg o golli P i ddŵr (Ffigur 4.1.1.2.1).

1.2.4 Ystyried maethynnau tail wrth gynllunio i ddefnyddio gwrtaith wedi'i weithgynhyrchu

Gellir cyfrifo cyflenwad maethynnau sydd ar gael i gnydau o amseru a dulliau defnyddio gwahanol dail drwy ddefnyddio offeryn cymorth penderfynu MANNER-NPK neu gyfeirio at Ganllawiau Rheoli Maethynnau AHDB, sydd hefyd ar gael drwy CrapApp (<https://www.swarmhub.co.uk/the-farm-crap-app-pro/>). Mae'n bwysig bod y maethynnau a gyflenwir gan y tail yn cael eu hystyried wrth gyfrifo cyfraddau defnyddio gwrtaith a weithgynhyrchir er mwyn sicrhau na ddefnyddir mwy na gofynion maethol cnydau, ac nad yw'r risgiau o golli maethynnau i'r amgylchedd yn cael eu cynyddu.

2 Deilliannau

Mae rheoli maethynnau yn effeithlon yn hanfodol i gefnogi systemau ffermio cynaliadwy drwy annog cynhyrchu bwyd effeithlon wrth leihau llygredd aer a dŵr gwasgareddig o systemau amaethyddol.

Mae gan gynllunio rheoli maethynnau'r potensial i wneud y mwyaf o effeithlonrwydd defnyddio maethynnau drwy sicrhau bod y cyflenwad o faethynnau sydd ar gael i gnydau yn ddigonol ar gyfer tyfiant cnydau optimaidd.

Pan fo gormod o faethynnau yn cael eu defnyddio ar hyn o bryd, mae gan gynllunio rheoli maethynnau'r potensial i leihau'r defnydd o wrtaith a weithgynhyrchwyd, gan arwain at arbedion cost a llai o risg o lygredd aer a dŵr.

Pan fo maethynnau annigonol wedi cael eu defnyddio er mwyn cefnogi cnydau optimaidd, gall defnyddio maethynnau o wrtaith a thail gynyddu gan arwain at fwy o gnydau. O dan y senario yma mae'n debygol y bydd effeithiau amgylcheddol am bob uned a gynhyrchir yn lleihau, ond gall cyfanswm y colledion (e.e. allyriadau ocsid nitraidd i'r aer ar ôl defnyddio mwy o wrtaith N) gynyddu.

Mae ystyried y maethynnau a gyflenwir gan ddeunyddiau organig yn allweddol er mwyn lleihau colledion maethynnau i ddŵr a'r aer o systemau amaethyddol. Gellir gwella effeithlonrwydd defnyddio maethynnau tail drwy sicrhau bod tail yn cael ei ddefnyddio yn ôl cyfraddau defnydd nad yw'n cyflenwi mwy o faethynnau na sydd ei angen ar y cnydau. Bydd targedu defnyddio tail ar briddoedd sydd angen ffosffad er mwyn cynnal ffrwythlondeb pridd yn lleihau'r risg o golli ffosffad i ddŵr, yn ogystal ag osgoi defnyddio tail ar briddoedd sydd eisoes â lefelau P digonol.

Ar nifer o ffermydd bydd angen buddsoddi mewn seilwaith fferm er mwyn gwneud y mwyaf o werth maeth tail. Mae'r buddsoddiadau yn cynnwys capasiti storio ar gyfer tail hylif (h.y. slyri a gweddillion treuliad anaerobig) fel y gellir eu defnyddio ar adegau o'r flwyddyn ac o dan amodau pridd/tywydd pan ellir lleihau faint o faethynnau a gollir. Hefyd, bydd gorchuddio storffeydd tail hylif ynghyd â defnyddio technolegau defnyddio manwl ar gyfer taenu tail hylif yn lleihau allyriadau amonia. Hefyd, mae taenu slyri manwl yn sicrhau taeniad cyson ar draws lledau bowtiau hysbys, yn lleihau llygriad cnydau ac yn lleihau allyriadau arogl ar ôl ei ddefnyddio.

3 Perthnasedd polisi a Deilliannau Polisi

Mae cynllunio rheoli maethynnau yn bwysig er mwyn cefnogi gweithredu polisiau er mwyn lliniaru llygredd gwasgaredig o systemau amaethyddol, ac mae hynny yn bwysig er mwyn cyflawni amcanion cynaliadwyedd y CU h.y.:

- Iechyd da a llesiant (e.e. gostyngiad mewn allyriadau amonia i'r aer)
- Dŵr glân (h.y. llai o golledion nitrad a ffosfforws i'r dŵr)
- Arloesi yn y diwydiant a seilwaith (e.e. gwelliannau mewn seilwaith rheoli tail)
- Defnydd a chynhyrchiant cyfrifol (e.e. lleihau mewnbynnau gwrtaitheidd a weithgynhyrchir a gwneud y mwyaf o effeithlonrwydd defnyddio maethynnau)
- Gweithredu mewn perthynas â'r Hinsawdd (e.e. bydd optimeiddio mewnbynnau o wrteithiau a weithgynhyrchwyd a'r defnydd o ddeunyddiau organig yn lleihau allyriadau GHG o gynhyrchiant gwrtaitheidd ac yn lleihau allyriadau ocsid nitraidd uniongyrchol ac anuniongyrchol o systemau amaethyddol).

4 Ymyrraeth Gynnar

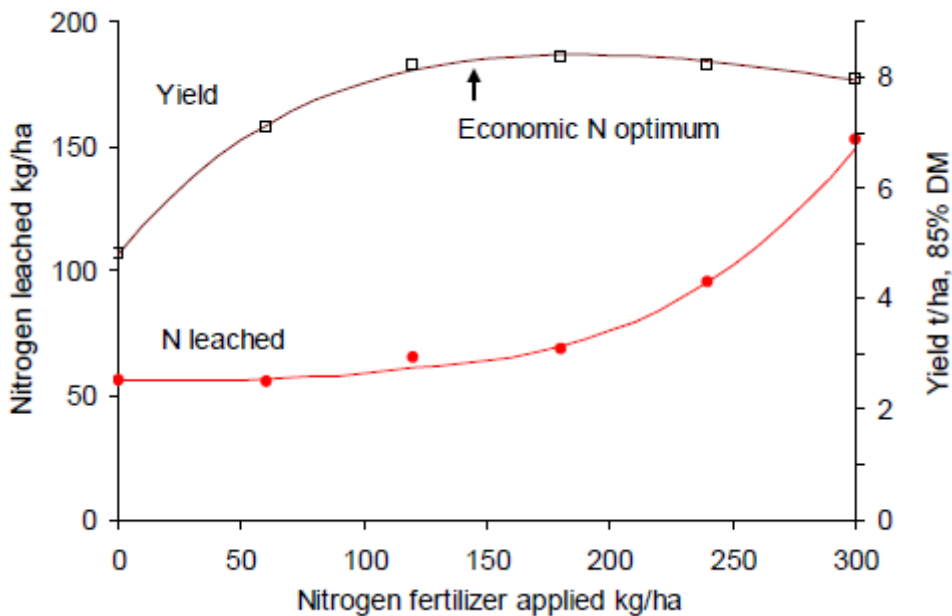
4.1 Cynllunio Rheoli Maethynnau Pridd

4.1.1 Achosiaeth

Mae cynlluniau rheoli maethynnau yn defnyddio systemau argymell gwrtaitth er mwyn sicrhau bod cyfanswm y cyflenwad o faethynnau o bob ffynhonnell yn bodoli, ond nid yn fwy na'r hyn sydd ei angen ar y cnydau. Hefyd, mae cynnal cydbwysedd priodol rhwng gwahanol faethynnau yn bwysig er mwyn gwneud y mwyaf o'r defnydd effeithlon o'r holl faethynnau a lleihau cymaint â phosibl ar gollodion amgylcheddol.

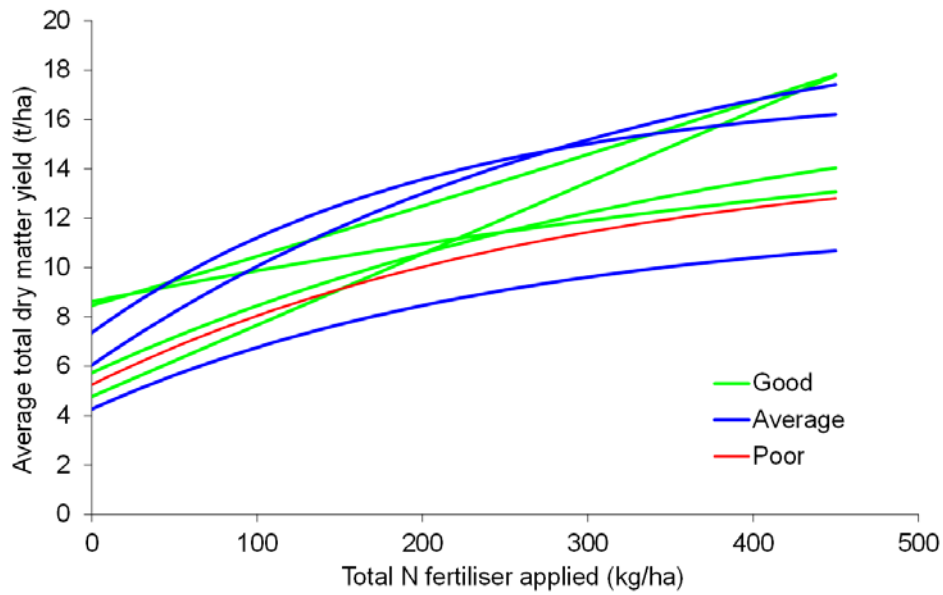
4.1.1.1 Nitrogen

Mae'r rhan fwyaf o briddoedd amaethyddol angen nitrogen o wrtaith a/neu ddeunyddiau organig yn flynyddol er mwyn sicrhau tyfiant cnydau optimaidd. Mae'r rhan fwyaf o'r nitrogen mwynaid yn y pridd yn bresennol ar ffurf nitrad, ac mae hynny yn symudol yn y pridd. Mae unrhyw nitrad sydd yn bresennol yn y pridd ar ddechrau'r gaeaf yn annhebygol o gael ei ddefnyddio gan gnydau wrth i dyfiant arafu o ganlyniad i dymheredd oer a llai o ddwyster golau. Pan fo'r gormodedd arferol o law yn digwydd yn ystod y gaeaf (o'i gymharu ag anwedd-drydarthiad), a dŵr yn draenio drwy'r pridd, mae'n berygl i'r pridd gollu'r nitrad drwy drwytholchi.

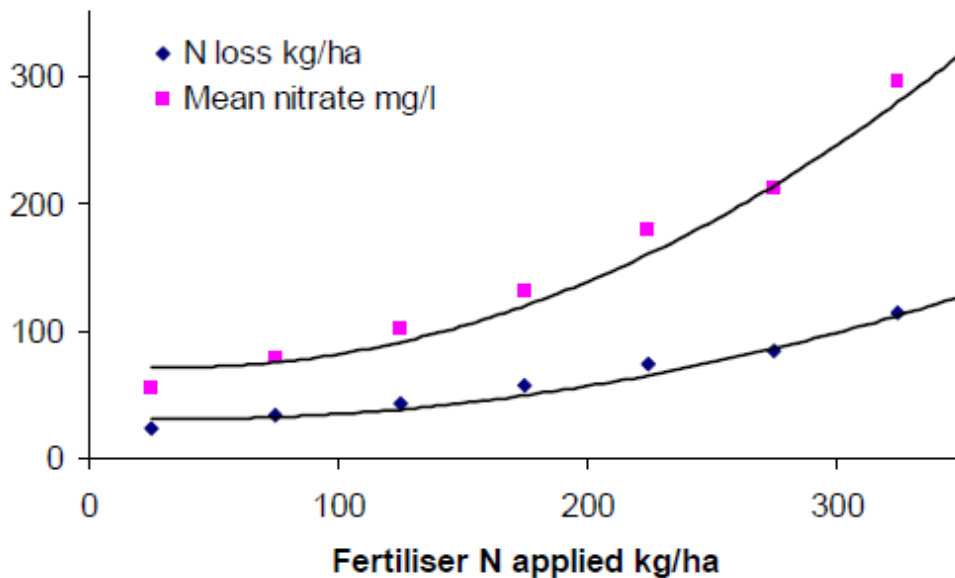


Ffigwr 4.1.1.1.1. Effaith defnyddio nitrogen gwrtaitth a weithgynhyrchwyd ar gnydau gwenith yn y gaeaf a cholledion nitrad o ganlyniad i drwytholchi (Lord a Mitchell, 1998)

Bydd defnyddio nitrogen ar gnydau â'r sydd yn cyflenwi llai na'r optimwm economaidd yn arwain at gynhyrchiant ac ansawdd cnydau is optimaidd, tra bydd defnydd sydd yn fwy na'r hyn sydd ei angen ar y cnydau yn cynyddu'r risg o drwytholchi nitrad (Ffigwr 4.1.1.1.1; Lord a Mitchell, 1998). Yn achos glaswelltir, mae defnyddio nitrogen yn bwysig ar gyfer cynyddu cynhyrchiant deunydd sych gwair (Ffigwr 4.1.1.1.2, Newell Price *et al.*, 2016a), ond mae'r risg o drwytholchi nitrad yn cynyddu wrth ddefnyddio mwy o nitrogen gwrtaitth (Ffigwr 4.1.1.1.3; Johnson *et al.*, 2011).

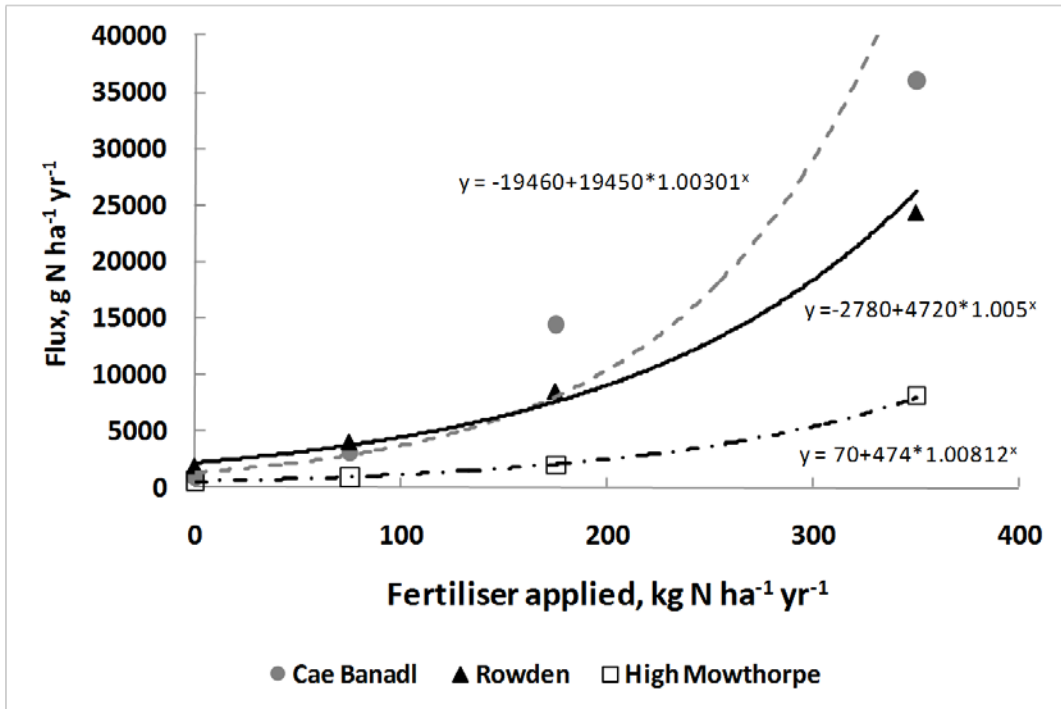


Ffigwr 4.1.1.1.2 Effaith defnyddio nitrogen gwartaith ar gynnyrch deunydd sych gwair ar safleoedd sydd â photensial tyfiant gwair cyferbyniol (Newell Price *et al.*, 2016a)



Ffigwr 4.1.1.1.3 Effeithiau defnyddio gwartaith nitrogen ar grynodiadau nitrad dŵr draenio a cholledion trwytholchi nitrad (Johnson *et al.*, 2011)

Mae allyriadau ocsid nitrad yn digwydd mewn priddoedd o ganlyniad i brosesau nitreiddio a dadnitreiddio a gymedrolir yn ficrobaidd. Mae'r ffactorau sydd yn effeithio ar allyriadau ocsid nitraidd yn cynnwys lleithder pridd, tymheredd a chynnwys nitrogen mwynol. Yn gyffredinol mae allyriadau ocsid nitraidd yn gysylltiedig â mewnbynnau nitrogen o dail a gwartaith ac allyriadau uwch pan fo cyflenwadau nitrogen yn fwy na'r hyn sydd ei angen ar y cnwd (Ffigwr 4.1.1.1.4; Cardenas *et al.*, 2010).

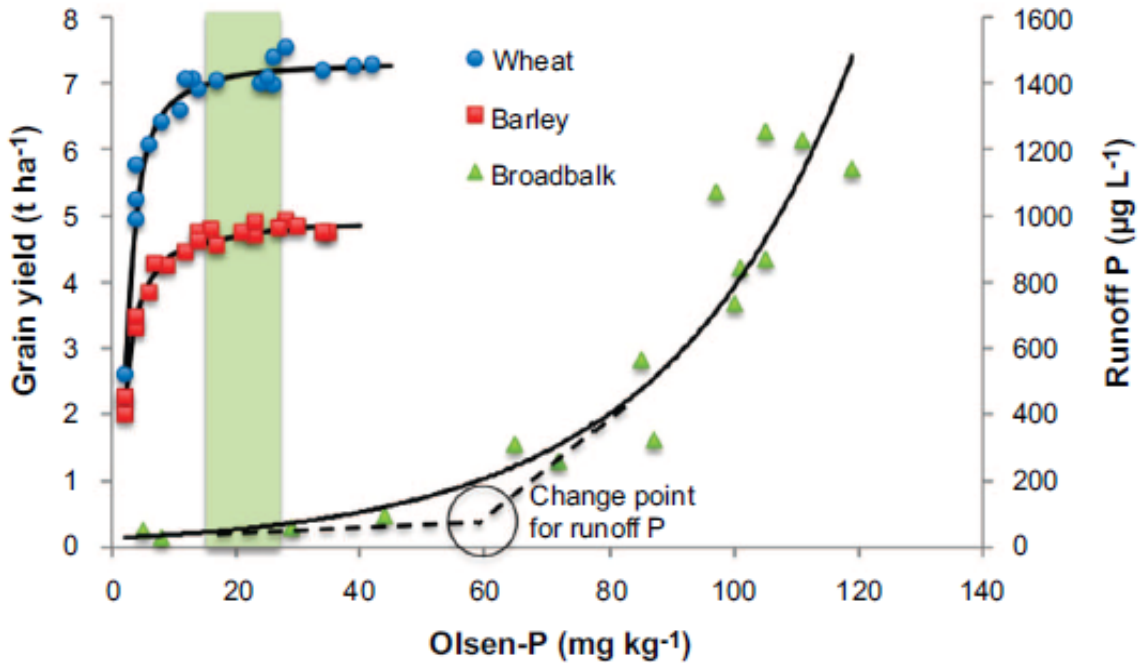


Ffigwr 4.1.1.1.4 Effaith cyfradd defnyddio nitrogen gwrtaith a weithgynhrychwyd ar allyriadau ocsid nitraidd ar 3 safle glaswelltir cyferbyniol (Cardenas *et al.*, 2010).

4.1.1.2 Ffosfforws

Mae cyfran sylweddol o ffosfforws (P) mewn priddoedd wedi ei rwymo mewn ffurfiau nad yw ar gael yn syth i'r planhigyn neu sydd yn wynebu risg o drwytholchi i ddŵr (h.y. P sefydlog neu weddilliol), oherwydd y berthynas agos sydd gan rai sylweddau pridd (clai, haearn-Fe/alwminiwm-Al/calsiwm-Ca) â P (Holford, 1997). O ganlyniad i hynny, mae rheoli cyflenwad P sydd ar gael i gnydau yn seiliedig ar gynnal symiau digonol yn y pridd ar gyfer anghenion cylchdroi cnydau yn hytrach na chnydau unigol.

Mae Canllawiau Rheoli Maethynnau AHDB (RB209) yn defnyddio system mynegai P pridd (yn seiliedig ar lefelau P Olsen mewn uwchbridd y gellir ei echdynnu) er mwyn darparu arweiniad ar gyflenwad P o wrtaith wedi ei weithgynhychu a deunyddiau organig. Ar gyfer glaswelltir a'r rhan fwyaf o gnydau â, y mynegai P pridd targed yw 2 (16-25 mg/l Olsen P – sydd wedi ei farcio gan far fertigol gwyrdd yn Ffigwr 4.1.1.2.1). Ar gyfer priddoedd sydd yn is na'r mynegai targed argymhellir defnyddio P ar lefelau sydd yn uwch nag a ddefnyddir gan y cnwd er mwyn sicrhau cynhyrchiant cnydau optimaidd a chynyddu maethynnau wrth gefn mewn pridd. Pan fo priddoedd yn cyfateb i'r mynegai targed, dylai cyfraddau gwrtaith gyfateb â defnydd y cnwd er mwyn cynnal ffrwythlondeb y pridd ar lefelau optimaidd a phan fo lefelau P pridd yn uwch na'r mynegai targed, ni argymhellir defnyddio gwrtaith P oherwydd eu bod yn cynrychioli cost ddiangen ac yn cynyddu'r risg o golli P i ddŵr (Ffigwr 4.1.1.2.1; Poulton *et al.*, 2013, Heckrath *et al.*, 1995 Withers *et al.*, 2017).



Figwr 4.1.1.2.1. Effaith lefelau P Olsen y gellir ei echdynnu ar gynhyrchiant cynydau a cholledion P tawdd i ddŵr (Poulton *et al.*, 2013, Heckrath *et al.*, 1995). Graff wedi ei gymryd o Withers *et al.*, (2017).

Bydd i ba raddau y bydd pridd yn cael ei ddirlenwi â P yn effeithio ar y risg o golli P i ddŵr. Mae'r capasiti dirlenwi pridd yn dibynnu ar gyfansymiau a ffurfiau Fe, Al a Ca sydd yn bresennol yn y pridd ac mae P wedi ei rwymo'n gryfach yn nhrefn Fe>Al>Ca (Withers, 2011). Adroddwyd bod y risgiau o golli P i ddŵr yn cynyddu'n sylweddol pan fo dirlenwad P yn uwch na throthwy o 20-30% (Heckrath *et al.*, 1999, Kleinman *et al.*, 2000; Nair *et al.*, 2004). Yn fras mae trothwy dirlenwi P yn cyfateb i fynegeion P pridd Olsen, sef 3, 4 a 5 ar gyfer priddoedd tywod, lom a chlai yn ôl eu trefn. O ganlyniad i hynny, mae priddoedd â mynegeion P sydd yn uwch na'r lefelau yma yn cynrychioli risg uwch o golli P i ddŵr.

4.1.2 Buddion ar y cyd a chyfnewidiadau

Bydd arbedion o ran defnyddio gwrtait, o ganlyniad i ganfod defnydd gormodol o faethynnau, yn gwella proffidioldeb ffermydd drwy leihau mewnbynna ac o bosibl drwy wella cynhyrchiant ac ansawdd cynydau. Pan fo maethynnau annigonol wedi cael eu defnyddio ar gyfer tyfiant cynydau optimaidd, bydd cynyddu'r defnydd o wrtaith yn cynyddu cynhyrchiant cynydau. Gall cynyddu'r cyflenwad o faethynnau er mwyn cefnogi cynhyrchiant optimaidd arwain at fwy o golledion cynyddraddol i'r amgylchedd e.e. mwy o allyriadau ocsid nitraidd, amonia a thrwytholchi nitrad, gydag effeithiau negyddol ar allyriadau nwyon tŷ gwydr, ansawdd aer ac ansawdd dŵr. Ond, mae cyflenwad ychwanegol o'r fath yn debygol o gynyddu effeithlonrwydd defnyddio nitrogen yn gyffredinol fel y bydd y colledion amgylcheddol am bob uned o gynhyrchiant yn cael eu lleihau.

Ar ffermydd da byw gall cyfateb cyflenwad maethynnau mewn porthiant anifeiliaid er mwyn cyflawni cynhyrchiant da byw optimaidd (h.y. dim gorfwydo protein, sydd yn cael ei ddiraddio'n gyfansoddion nitrogenaidd mewn carthion da byw), arwain at lai o gostau porthiant a llwytho maethynnau ar ffermydd.

4.1.3 Maint

Bydd deall i ba raddau y mae cynllunio rheoli maethynnau yn cael ei gyflawni yn bwysig wrth asesu effaith debygol cyflwyno'r polisi ar gynhyrchiant ffermydd ac ansawdd aer a dŵr. Mae gwybodaeth o Arolwg Ymarfer Ffermydd Cymru 2012 yn awgrymu bod gan 43% o ffermwyr gynllun maethynnau pridd (Anthony *et al.*, 2012). Mae data arolwg arall a gynhaliwyd fel rhan o brosiect Defra IF01121 wedi awgrymu bod gan 30% o ffermwyr glaswelltir gynllun rheoli maethynnau ffurfiol. Roedd yr arolwg hefyd yn awgrymu nad oedd gan 30% o ffermwyr glaswelltir unrhyw gynllun neu nad oeddent heb ddefnyddio'r un faint o wrtaith bob blwyddyn (Newell Price *et al.*, 2016a).

Awgrymodd Newell Price *et al.*, (2011) bod gan ddefnyddio systemau argymell gwrtiaith) h.y. cyfateb cyflenwad maethynnau o dail organig a gwrtiaith wedi ei weithgynhyrchu yn unol â gofynion maeth y cnwd) y potensial i leihau colledion nitrogen a ffosfforws i ddŵr ac allyriadau amonia ac ocsid nitraidd i'r aer o hyd at tua 5%. Byddai'r effaith yn dibynnu ar y lefel defnydd presennol ac i ba raddau yr ystyriwyd maethynnau tail wth gynllunio defnyddio gwrtiaith wedi'i weithgynhyrchu. Mae gan opsiynau lleihau amonia eraill y potensial i leihau colledion amonia o'r llwybr colledion targed o hyd at 80% (e.e. gorchuddion cadarn ar storfeydd slyri - mae mwy o fanylion ar gael yn Atodiad Technegol 8: Gwella ansawdd aer a llesiant.)

Mae data o'r Arolwg Prydeinig o Ymarferion Gwrteithio (2018) yn dangos bod 88% o dir troi a 52% o laswelltir yng Nghymru a Lloegr wedi derbyn nitrogen gwrtiaith wedi ei weithgynhyrchu yn 2017. Cyfraddau cyfartalog caeau ar gyfer tir troi oedd N 159 kg/ha o'i gymharu â 98kg/ha ar wair. Defnyddiwyd ffosffad gwrtiaith ar 44% o dir troi a 30% o laswelltir yng Nghymru a Lloegr gyda chyfraddau cyfartalog caeau o 59 kg/ha P₂O₅ ar dir troi a 22 kg/ha P₂O₅ ar laswelltir yn ôl eu trefn. Amcangyfrifwyd bod 34% o laswelltir a 22% o dir troi yng Nghymru a Lloegr wedi derbyn tail organig yn 2017. Mae eraill wedi canfod bod y systemau taenu sydd yn nodweddiadol o'r ffermydd da byw mewnbwn is yng Nghymru yn tanddefnyddio maethynnau (Gibbons *et al.*, 2014). Mae'n anochel bod hynny yn cyfyngu ar botensial cynhyrchu, ac yn arwain at gostau economaidd uwch (ac amgylcheddol o bosibl) mewn perthynas â chynnydd mewn porthiant ategol sydd â chrynodiadau. Mae'r astudiaethau yma yn awgrymu y dylai'r potensial ar gyfer lleihau mewnbynnau maethynnau yng Nghymru ganolbwyntio ar y ffermydd hynny sydd â lefelau presennol uchel o ddefnydd gwrtiaith a thail.

4.1.4 Amserlen

Dylid cyflwyno rhaglen o gynllunio rheoli maethynnau ar draws Cymru o fewn 5 mlynedd. Mae'n debyg y bydd angen rhaglen addysg/arddangos er mwyn darparu digon o wybodaeth i ffermwyr nad ydynt wrthi'n rheoli mewnbynnau maethynnau fel y gallent weithredu cynlluniau rheoli maethynnau. Byddai angen rhaglen barhaus o gyfnewid gwybodaeth er mwyn diweddarau ffermwyr a chynnal ymarfer dda. Dylai rhaglen o'r fath adeiladu ar y rhaglen bresennol o ymweliadau cynghori a chymorth a ddarperir gan Gyswllt Ffermio¹.

¹ <https://businesswales.gov.wales/farmingconnect/advisory-service>

4.1.5 Materion gofodol

Bydd cynllunio rheoli maethynnau ar ei fwyaf effeithiol ar bob fferm pan fo gwrtaith a weithgynhyrchir a deunyddiau organig yn cael eu defnyddio ar dir yn rheolaidd er mwyn cefnogi cynhyrchiant cynydau. Mae'r ffermydd yma yn debygol o gynnwys cynnyrch llaeth, cig eidion arbenigol, defaid arbenigol, tir âr a systemau cynhyrchiant garddwriaeth sydd yn gorchuddio 750,000 ha - sydd yn cyfateb i tua 40% o dir amaethyddol Cymru. Mewn systemau allbwn uchel, mae rheoli maethynnau effeithiol yn hanfodol ar gyfer tanategu perfformiad economaidd. Yn y systemau yma mae amnewid maethynnau a ddefnyddir gan gnydau â gwrtaith wedi'i weithgynhyrchu neu ddefnyddio deunyddiau organig (e.e. tail da byw, biosolidau, compost, gweddillion treuliad anaerobig) yn hanfodol er mwyn cynnal cynhyrchiant ac ansawdd cynydau optimaidd, ond mae'n debyg y bydd yna dal le i leihau colledion a achosir gan ddefnydd gormodol neu annigonol o faethynnau.

Mewn systemau dwys (e.e. mentrau biff a defaid ucheldir) ac ar dir ble mae potensial cynhyrchiant yn gyfyngedig o ganlyniad i ffactorau megis hinsawdd, dyfnder pridd a thopograffi (e.e. grwpiau ALC 4 a 5), bydd cynllunio rheoli maethynnau manwl yn llai pwysig i gynhyrchiant ffermydd, oherwydd nad ydynt yn cael eu defnyddio gymaint ag ar dir o ansawdd gwell. Felly mae'n debyg y bydd colledion maethynnau presennol yn isel.

4.1.6 Dadleoli

Bydd gwella'r defnydd o faethynnau tail yn lleihau'r angen am fewnbynnau gwrtaith wedi'i weithgynhyrchu er mwyn optimeiddio'r cyflenwad o faethynnau sydd ar gael i gnydau. Bydd lleihau'r defnydd o N gwrtaith yn lleihau'r angen i gynhyrchu gwrtaith sydd yn ddwys o ran ynni, a bydd llai o ddefnydd o P gwrtaith yn lleihau'r angen am fewnforion o wrtaith ffosffad a gynhyrchir o adnoddau ffosffad craig y mae diwedd arnynt.

Mae optimeiddio cynhyrchiant yng Nghymru, yn cynnwys gwella effeithlonrwydd defnyddio maethynnau, yn lleihau'r angen i fewnforio bwyd o rannau eraill o'r byd ble gallai effeithiau amgylcheddol cynhyrchu bwyd fod yn fwy. Bydd hefyd yn helpu i arbed colli cynefinoedd mewn rhannau eraill o'r byd (e.e. Loos *et al.*, 2018).

4.1.7 Rhyngweithiadau hinsawdd

Gall newid yn yr hinsawdd arwain at newidiadau yn y tymhorau tyfu, potensial cynhyrchiant, patrymau pori a chnydau. Gall y rhain arwain at risg uwch neu is o golli maethynnau i'r amgylchedd, yn ddibynnol ar faint ac amseru tymhorol y newidiadau mewn tymheredd a glaw. Bydd yn bwysig diweddarau systemau argymell er mwyn addasu i amodau tyfu newidiol.

4.1.8 Rhwystrau cymdeithasol ac economaidd

Mae'n anochel y bydd cynllunio rheoli maethynnau angen mynediad at systemau cynorthwyo penderfyniadau sydd yn rhoi arweiniad ar ofynion maeth cynydau, cyfraddau defnyddio gwrtaith seiliedig ar ddadansoddiad pridd a gwybodaeth am y cyflenwad maethynnau sydd ar gael i gnydau o dail. Awgrymodd Lobley (2015) bod ffermwyr â chynlluniau rheoli maethynnau ffurfiol yn tueddu i feddu ar gymhwyster amaethyddol ac yn gweithio ar ffermydd mwy, a ffermydd llaeth yn benodol.

Mae nifer o adolygiadau wedi awgrymu nad yw systemau cymorth penderfynu yn aml yn cael eu defnyddio gan ffermwyr, gan adlewyrchu pryderon ynghylch cymhlethdod,

defnyddioldeb ac effeithlonrwydd cost (Rose *et al.*, 2016; Williams *et al.*, 2017). O ganlyniad i hynny, mae angen darparu cymorth ac arweiniad technegol i ffermwyr er mwyn cefnogi gweithredu cynlluniau rheoli maethynnau. Mae agronomegwyr ac ymgynghorwyr yn ffynonellau cyngor dibynadwy a chredadwy ar reoli maethynnau ar ffermydd (AIC, 2013) ac maent yn chwarae rôl bwysig wrth drosi canfyddiadau ymchwil yn negeseuon ymarferol y gellir eu cymhwyso'n hawdd gan ffermwyr.

Mae'r angen am gyngor gwerthfawr a dibynadwy, yn cynnwys eglurhad clir o fuddion dangosadwy a rhyddineb gweithredu (Kuehne *et al.*, 2011; Defra 2013) yn arbennig o bwysig er mwyn annog newidiadau mewn ymarferion ffermydd allai gynnwys buddsoddi mewn seilwaith ffermydd (e.e. buddsoddi mewn offer cymhwyso a chyfleusterau storio slyri). Bydd y gofyniad i gadw cofnodion, cymryd samplau pridd a defnyddio offer cymorth penderfynu er mwyn drafftio cynlluniau rheoli maethynnau yn anochel yn ychwanegu costau uniongyrchol a chostau staff i fusnesau fferm.

Mae angen sicrhau bod ymgynghorwyr wedi cael eu hyfforddi'n dda ac yn gymwys i roi cyngor. Mae'r Cynllun Ardystio a Hyfforddi Ymgynghorwyr Gwrtaith (FACTS) yn pennu safonau ac yn darparu hyfforddiant ac achrediad i ymgynghorwyr rheoli maethynnau cnydau yn y DU.

Pan fo bioamrywiaeth fferm yn werthfawr, efallai y bydd angen i ymgynghorwyr deilwra eu cyngor er mwyn cynnal (a gwella) bioamrywiaeth, yn hytrach na theilwra cyngor ar gyfer twf cynhyrchiant.

Rhwyrstr economaidd posibl sylweddol yw gallu nifer o ffermwyr i weithredu ar y cyngor a roddir gan y cynllun rheoli maethynnau pridd. Er enghraifft, mae'n hysbys bod diffyg calch ar nifer o ffermydd da byw, ond yn ôl y sôn, er y byddent yn dymuno gweithredu ar y cyngor i ddefnyddio calch, nid oes ganddynt y cyfalaf gweithio i allu gwneud hynny. Gall hynny o leiaf egluro'n rhannol pam yr effeithir ar gynlluniau rheoli maethynnau pridd gan ffactorau eraill, er eu bod yn gymeradwy.

4.1.9 Metrigau a gwirio

Byddai'r metrigau canlynol yn helpu i fesur effeithlonrwydd defnyddio maethynnau.

- Ar lefel genedlaethol; ystadegau defnyddio gwrtaith a gweithgaredd cynhyrchiant amaethyddol (e.e. Arolwg Prydeinig o Ymarferion Gwrtaith, data cyfrifiad Mehefin etc.)
- Ar lefel ffermydd; meincnodi perfformiad ffermydd drwy asesu cynhyrchiant o'i gymharu â mewnbynnau maethynnau.
- Newidiadau mewn ansawdd dŵr a nodwyd gan raglenni monitro lleol, rhanbarthol a chenedlaethol dros gyfnod o amser.

Byddai gwybodaeth o arolygon ymarferion ffermydd mewn perthynas ag ymarferion rheoli maethynnau yn cynnwys capasiti storio slyri, dulliau ac amseru defnyddio tail, yn ddefnyddiol hefyd er mwyn hysbysu modelau a ddefnyddir i fesur effaith mesurau i wella effeithlonrwydd defnyddio maethynnau ar lygredd gwasgareddig ar lefelau ffermydd, dalgyllch, rhanbarthol a chenedlaethol.

5 Bylchau yn y Dystiolaeth

Mae angen casglu data ar weithgaredd ffermydd er mwyn hysbysu modelau er mwyn sefydlu gwaelodlin gydnerth o lygredd gwasgaredig o amaethyddiaeth yng Nghymru. Dylai'r wybodaeth a gesglir cynnwys i ba raddau y defnyddir cynlluniau rheoli maethynnau ar ffermydd, yn ogystal â gwybodaeth ar seilwaith allweddol ffermydd megis capasiti storio slyri a'r defnydd o dechnolegau defnyddio slyri manwl ac ymarferion lliniaru llygredd gwasgaredig eraill. Dylai'r arolygon gael eu hailadrodd yn gyfnodol er mwyn mesur effeithiau newidiadau mewn ymarferion rheoli maethynnau sydd yn deillio ar weithredu mesurau cefnogol a statudol ar effeithlonrwydd defnyddiom faethynnau a llygredd aer a dŵr gwasgaredig.

Mae angen sicrhau bod offer cymorth penderfynu yn cael eu cynnal a'u bod ar gael i ffermwyr mewn fformatau hygyrch a hawdd eu defnyddio.

Dylid pennu effeithiau pwysigrwydd cymharol iechyd ffisegol pridd da (e.e. lleihau cywasgiad pridd) ar effeithlonrwydd defnyddio maethynnau, a dylid cyfleu'r canfyddiadau i'r diwydiant a dylai ffactorau o'r fath gael eu hunioni cyn newid arferion defnyddio maethynnau. Yn yr un modd, mae angen i sut mae'r math o bridd a ffactorau daearyddol eraill (e.e. glaw, uchder) yn cael eu hystyried mewn cynlluniau rheoli maethynnau pridd.

Mae angen dangos sut mae gofynion maethol yn amrywio rhwng gwahanol gymysgeddau o rywogaethau. Er enghraifft, bydd llawer o'r cyngor ar ddefnyddio maethynnau ar gyfer glaswelltir yn seiliedig ar alwadau glastir gwair, sydd wedi ei ddominyddu gan rygwellt parhaol (*Lolium perenne*). Mae nifer o borfeydd parhaol yn wahanol iawn i lastir o'r fath ac yn llai adweithiol i gymwyseddau maethynnau, felly mae yna risg y bydd y cyngor a roddir yn wallus. Yn yr un modd, mae yna ddiddordeb cynyddol mewn tyfu gwndwn o rywogaethau cymysg (e.e. cynnwys rhywogaethau gwreiddiau dwfn megis sicori a llyriad). Mae angen ystyried gofynion maethol gwndwn o'r fath (gan ystyried er enghraifft, cyflenwad nitrogen drwy gynnwys meillion).

6 Crynodeb

Mae crynodeb lefel uchel o'n casgliadau yn cael ei gyflwyno yn Nhabl 6.1.

Hyder	Ymyrraeth Gynnar	Deilliannau Allweddol	Buddion Allweddol	Pryderon critigol
Glas	Defnyddio cynlluniau rheoli maethynnau ar dir amaethyddol wedi'i wella	Defnyddio maethynnau yn Gynaliadwy Gwell effeithlonrwydd defnyddio maethynnau tail Gostyngiad mewn llygredd aer a dŵr gwasgaredig	Mwy o broffidioldeb i ffermydd Llai o risg o: Golli nitrad a ffosforws i ddŵr Allyriadau ocsid nitraidd uniongyrchol ac anuniongyrchol Allyriadau amonia	Dim ond yn effeithiol ar laswelltir allbwn uchel, tir â'r a systemau garddwriaethol. Anodd mesur yr effaith heb gasglu data ar weithgaredd ymarfer ffermydd.

Tabl 6.1: Deilliannau, buddion a phryderon critigol allweddol sydd yn gysylltiedig â chefnogi defnyddio Cynlluniau Rheoli Maethynnau Pridd.

Allwedd Lliw:

- **Blue** = wedi ei brofi'n dda mewn nifer o safleoedd gyda deilliannau sydd yn gyson â'r gadwyn resymegol gydnabyddedig. Dim anfanteision rhesymol neu gyfyngiadau ymarferol mewn perthynas â gweithredu hyn yn llwyddiannus.
- **Ambr** = cytundeb yn y gymuned arbenigol bod yna gadwyn resymegol o ymyrraeth ellid ei chefnogi, ond mae naill ai'r dystiolaeth ar hyn o bryd yn gyfyngedig a/neu mae yna beth cyfnewidiadau neu anfanteision y mae angen i LIC eu hystyried.
- **Pinc** = naill ai nid yw barn arbenigwyr yn chefnogi'r gadwyn resymegol a/neu er bod y gadwyn resymegol yn awgrymu y dylai weithio, mae yna dystiolaeth o un neu ragor o'r canlynol:
 - mae ei botensial ymarferol yn gyfyngedig oherwydd ystod o faterion (e.e. y tu hwnt i ddisgwyliad rhesymol cymorth ymgynghorol ellir ei gynnig a/neu deilliant amrywiol iawn sydd y tu hwnt i ddealltwriaeth bresennol neu allu i dargedu).
 - mae'r deilliant/budd yn rhy fach, ac nid oes llawer o gyd-fuddion fel nad yw efallai yn werth y costau gweinyddu,
 - mae yna gyfnewidiadau arwyddocaol.

7 Cyfeiriadau

Agricultural Industry Confederation AIC (2013). The value of advice report. Available from <https://www.agindustries.org.uk/latest-documents/value-of-advice-project-report/>

AHDB (2017). *Nutrient Management Guide (RB209)*. Agricultural & Horticultural Development Board. Available from: <https://ahdb.org.uk/nutrient-management-guide-rb209>

Anthony, S., Skirvin, D. and Williams, J.R. (2019). Abatement of Ammonia Emission from Agriculture in Wales. RSK ADAS Ltd, *Draft Report to Welsh Government, Land Management Reform Unit*, 17 pp.

Anthony, S., Jones, I., Naden, P., Newell Price, P., Jones, D., Taylor, R., Gooday, R., Hughes, G., Zhang, Y., Fawcett, L., Simpson, D., Turner, A., Fawcett, C., Turner, D., Murphy, J., Arnold, A., Blackburn, J., Duerdoth, C., Hawczak, A., Pretty, J., Scarlett, P., Laize, C., Douthwright, T., Lathwood, T., Jones, M., Peers, D., Kingston, H., Chauhan, M., Williams, D., Rollett, A., Roberts, J., Old, G., Roberts, C., Newman, J., Ingram, W., Harman, M., Wetherall, J. and Edwards-Jones, G. (2012). Contribution of the Welsh agri-environment schemes to the maintenance and improvement of soil and water quality, and to the mitigation of climate change. *Welsh Government, Agri-Environment Monitoring and Technical Services Contract Lot 3: Soil, Water and Climate Change (Ecosystems), No. 183/2007/08, Final Report*, 477 pp + Appendices.

Archer, J (1984). *Crop Nutrition and Fertiliser Use*. Farming Press, Ipswich Suffolk UK pp263

Cardenas L.M., Thorman, R. Ashlee, N., Butler, M., Chadwick, D.R., Chambers, B.J., Cuttle, S.P., Donavan, N., Kingston, H., Lane, S., Dhanoa, M.S., Scholefield, D. (2010). Quantifying annual N₂O emission fluxes from grazed grassland under a range of inorganic fertiliser nitrogen inputs. *Agriculture, Ecosystems & Environment Volume 136, Issues 3–4*, pp 218-226

Chambers, B.J. Nicholson, R.J., Smith, K.A., Pain, B, Cumby T and Scotford, I (2001). Spreading systems for slurries and solid manures. *Defra Managing Livestock Manures Booklet 3* ADAS Gleadthopre Meden Vale, Mansfield Notts. NG20 9PD

Gibbons, JM, Williamson, JC, Williams, AP, Withers, PJ, Hockley, N, Harris, IA, Hughes, JW, Taylor, RL, Jones, DL & Healey, JR 2014, 'Sustainable nutrient management at field, farm and regional level: Soil testing, nutrient budgets and the trade-off between lime application and greenhouse gas emissions', *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 188, pp. 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.02.016>

Defra (2013). Review of Environmental Advice, Incentives and Partnership Approaches for the Farming Sector in England. PB 13900. Available from https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/221046/pb13900-review-incentives-partnership-approaches.pdf

Goulding K.W.T. (2015). Factors affecting soil pH and the use of different liming materials Proceedings International Fertiliser Society 772pp31

Heckrath G, Brookes P C, Poulton P R and Goulding K W T. (1995). Phosphorus leaching from soils containing different phosphorus concentrations in the broadbalk experiment. *Journal of Environmental Quality*, 24, 904–910.

Holford, I.C.R. (1997). Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. *Australian Journal of Soil Research*, 35, 227-239.

Johnson, D., Hodgkinson, R.A., Lord, E., Silgram, M., Cottrill, B., Gooday, R., Morrow, K., Smith, S. and Hulin A. (2011). Nitrates Directive Consultation Document The evidence base for assessing the impacts of the NVZ Action Programme on water quality across England Wales. *Report for Defra project NIT18*

Jones, L., Bealey, B., Braban, C., Martineau, H., Williams, A. & Dragosits, U. (2019). Technical Annex 8: Improving air quality and well-being. In *Environment and Rural Affairs Monitoring & Modelling Programme (ERAMMP): Sustainable Farming Scheme Evidence Review*. Report to Welsh Government (Contract C210/2016/2017). Centre for Ecology & Hydrology Project NEC06297.

Kuehne, G., Llewellyn, R., Pannell, D., Wilkinson, R., Dolling, P. and Ewing, M. (2011). ADOPT: a tool for predicting adoption of agricultural innovations. *Paper Presented at the 55th Annual National Conference of the Australia Agricultural & Resources Economics Society*, Melbourne, Victoria (February 8-11, 2011).

Lobley M (2015). Evaluation of farmer views on the grassland recommendations in the "Fertiliser Manual (RB209)" Final project report Defra project IF01121

Lord, E. and Mitchell, R. (1998). Effect of nitrogen inputs to cereals on nitrate leaching from sandy soils. *Soil Use and Management*, 14, 78-83

Loos, J. & von Wehrden, H (2018). Beyond Biodiversity Conservation: Land Sharing Constitutes Sustainable Agriculture in European Cultural Landscapes. *Sustainability* 10 (5), 1395 DOI: 10.3390/su10051395.

Newell Price, J.P., Harris, D., Taylor, M., Williams, J.R., Anthony, S.G., Duethmann, D., Gooday, R.D., Lord, E.I. and Chambers, B.J. Chadwick, D.R. and Misselbrook, T.H. (2011). *An Inventory of Mitigation Methods and Guide to their Effects on Diffuse Water Pollution, Greenhouse Gas Emissions and Ammonia Emissions from Agriculture*. Defra Project WQ0106

Newell Price, J.P., Lobley, M. and Williams J.R. (2016a). Updating Grassland Fertiliser Recommendations: Principles and Practice. *Proceedings International Fertiliser Society*, 789. pp. 2-28.

Newell Price J.P, Smith, K. and Williams, J.R. (2016b). *Review of evidence on the principles of crop nutrient management and nutrition for grass and forage crops*. AHDB Research Review No. 3110149017 www.ahdb.org.uk

Nair, V.D., Portier, K.M., Graetz, D.A. and Walker, M.L. (2004). An environmental threshold for degree of phosphorus saturation in sandy soils. *Journal of Environmental Quality*, 33, 107-113.

Nicholson, F.A., Bhogal, A., Chadwick, D., Gill, E., Gooday, R.D., Lord, E., Misselbrook, T., Rollett, A.J., Sagoo, E., Smith, K.A., Thorman, R.E., Williams, J.R. and Chambers, B.J. (2013). An enhanced software tool to support better use of manure nutrients: MANNER-NPK. *Soil Use and Management* 29, 473-484.

Poulton P R, Johnston A E and White R P (2013). Plant-available soil phosphorus: part I: the response of winter wheat and spring barley to Olsen P on a silty clay loam *Soil Use and Management*. 29 4–11

Rose, D.C., Sutherland, W.J., Parker, C., Lobley, M., Winter, M., Morris, C., Twining, S., Ffoulkes, C., Tatsuya, A. and Dicks, L.V. (2016). Decision support tools for agriculture: Towards effective design and delivery. *Agricultural Systems* 149, 165–174.

Williams, J.R., Chadwick, D.R., Newell Price J.P and Sagoo, L. (2017). Science into Action – How do we get the message across? *Proceedings of the 17th International RAMIRAN conference* 4th-6th September 2017 Wexford Ireland.

Withers, P.J.A. (2011). *The Agronomic and Environmental Impacts of Phosphorus in Biosolids Applied to Agricultural Land: A Review of UK Research*. UKWIR Report 11/SL/02/10

Withers, P.J.A., Hodgkinson, R.A., Rollett, A., Dyer C., Dils, R., Collins, A.L., Bilsborrow, P.E., Bailey, G. and Sylvester-Bradley, R. (2017). Reducing Soil Phosphorus Fertility Bring Potential Long-term Environmental Gains: A UK Analysis. *Environmental Research Letters*, 12, 1-20

Ymholiadau i:

Swyddfa Prosiect ERAMMP

CEH Bangor

Canolfan Amgylchedd Cymru

Ffordd Deiniol

Bangor

Gwynedd

LL57 2UW

T: + 44 (0)1248 374528

E: erammp@ceh.ac.uk

www.erammp.cymru

www.erammp.wales