

# Caibidil 10

## Fótáisintéis

### Intinní Foghlama

Faoi dheireadh na caibidle seo, beidh tú ábalta:

- ▶ Breac-chuntas a thabhairt ar phríomhghníomhaíochtaí fótáisintéise.
- ▶ Foinse imoibreáin agus táirgí fótáisintéise a liostáil, agus míniú a thabhairt ar an tslí a mbaineann siad an clóraplast amach, agus ar an méid a tharlaíonn dóibh tar éis fótáisintéise.
- ▶ Luach a chur ar oiriúnaithe na duilleoige chun fótáisintéis a chur i gcrích.
- ▶ Tábhacht fótáisintéise chun bia a sholáthar d'éiceachórais a phlé.
- ▶ Tábhacht fótáisintéise mar linn charbóin a aithint, agus ról linnte carbóin in athchúrsáil cothaitheach a mhíniú.
- ▶ Tionchar teochta, déine an tsolais, agus tiúchan dé-ocsaíde carbóin a léiriú i dturgnamh.



#### Ardleibhéal amháin:

- ▶ Struchtúr an chlóraplaist a scrúdú, agus machnamh a dhéanamh ar oiriúint an chlóraplaist chun dhá chéim fótáisintéise a chur i gcrích.
- ▶ Próiseas dhá chéim fótáisintéise a shamhaltú.

### Eochairfocail

Ba cheart duit dul i dtaithí ar na focail a leanas a bheidh in úsáid sa chaibidil seo:

Ainmfocail fhirinsneacha	Aidiacht	Briathar
An clóraplast		
An fuinneamh	fuinnmhithe	fuinnmhigh
An prótón		
An slabhra		
An solas		
An stóma		
An stróma		
An tíleacóideach		
An tiúchan		
Fótalú		

Ainmfocail bhaininsneacha	Aidiacht	Briathar
An bhithmhais		
An chlóraifill		
An déine		
An duilleog		
Fótáisintéis	fótáisintéiseach	
An ghairneolaíocht		
An lí		
An linn charbóin		
An tsiontáis ATP		

cioglach

#### Impleacht na hInscne

##### Focal Firinsneach: Fótón

An fótón: Ní athraíonn an focal seo tar éis an ailt 'an'.

Fótón solais: Ní shéimhítear ainmfhocal ina dhiaidh.

Luas an fhótóin: Séimhítear ainmfhocal firinsneach sa ghinideach uatha.

#### Impleacht na hInscne

##### Focal Baininsneach: Duilleog

An duilleog: Toisc 'n' agus 'd' a bheith le chéile, ní shéimhítear 'd' i nduilleog, cé gur focal baininsneach í.

Duilleog ghlas: Séimhítear aidiacht a thagann ina dhiaidh.

Achar dromchla na duilleoige: Úsáidtear an t-alt 'na' sa tuiséal ginideach.



Sa tábla thíos, léirítear foinse na n-ábhar atá riachtanach le haghaidh fótáisintéise:

Imoibreán	Foinse
<b>Uisce</b>	lonsúitear uisce ó fhréamhacha an phlanda (osmóis). Iompraítear suas an phlanda é tríd an bhfíochán xiléim.
<b>Dé-ocsaíd charbóin</b>	lonsúitear dé-ocsaíd charbóin trí stómaí na nduilleog, nó, táirgtear sa phlanda féin í (riospráid).
<b>Solas</b>	Tagann solas ón ngrian, agus ionsúitear sa lí ghlas (clóraifill) é.
<b>Clóraifill</b>	Is lí í clóraifill, atá i láthair sa chlóroplast.

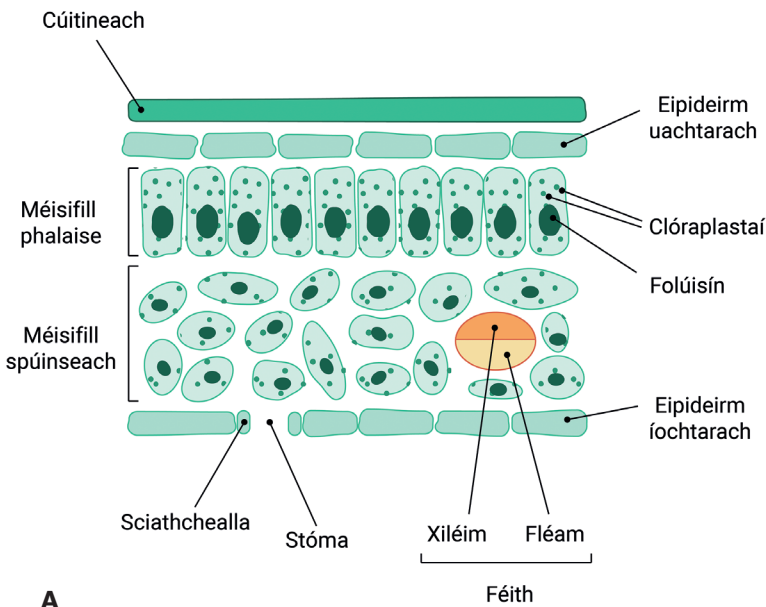
**Tábla 10.1** Imoibreáin riachtanacha le haghaidh fótáisintéise.

I dtábla 10.2 thíos, déantar cur síos ar an méid a tharlaíonn do na táirgí a tháirgtear le linn na fótáisintéise.

Táirgí	An méid a tharlaíonn dóibh
<b>Ocsaigin</b>	Scaoileann an planda ocsaigin trí stómaí na nduilleog, nó úsáideann an planda í i riospráid.
<b>Glúcós</b>	Tiontaíonn an planda glúcós go siúcros chun é a iompar timpeall an phlanda tríd an bhfíochán fléim. Ag ceann scríbe an tsiúcrais (mar shampla áit sa duilleog nó sa fhréamh), tiontaítear go stáirse é chun é a stóráil. Níos déanaí, bainfidh an planda úsáid as le haghaidh riospráide.

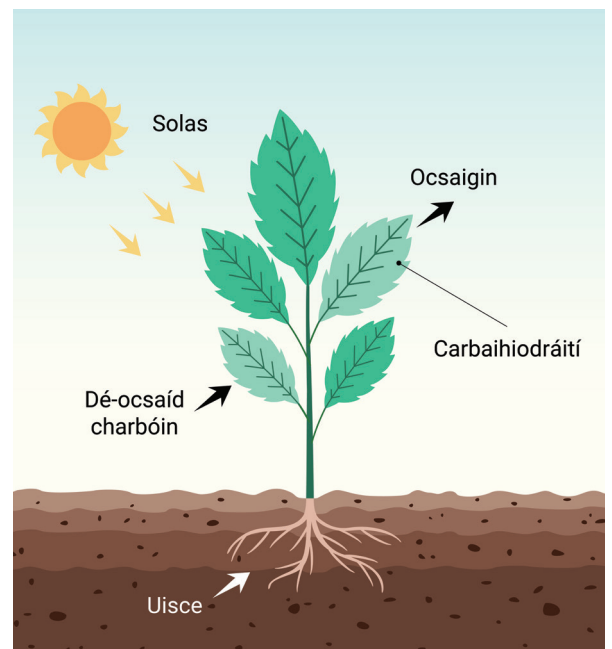
**Tábla 10.2** An méid a tharlaíonn do tháirgí fótáisintéise.

Tarlaíonn fótáisintéis i gclóroplast na cille plandaí, go príomhúil sna duilleoga. Tá ciseal ceall ar uachtar na nduilleog – an **mhéisifill phailise** – ar a bhfuil go leor clóroplastaí chun ionsú an tsolais a uasmhéadú. Tá **duilleoga** an phlanda in oiriúint d'fhótáisintéis: tá bealaí acu chun **amhábhair** (imoibreáin) fótáisintéise a iompar chuig na cealla, agus chun fáil réidh le fotháirgí.



**A**

**Fíor 10.2 A:** Ionsúnn an planda uisce agus dé-ocsaíd charbóin.



**B**

**Fíor 10.2 B:** Tá struchtúr na duilleoige in oiriúint d'fhótáisintéis.

## Oiriúnacht na nDuilleog le haghaidh Fótáisintéise

- ▶ **Líon na nDuilleog:** Bíonn líon ard duilleog ar phlandaí chun fótáisintéis a uasmhéadú.
- ▶ **Stómaí:** Is poill ar íochtar na nduilleog iad na stómaí; ligeann siad do dhé-ocsaíd charbóin dul isteach sa duilleog, agus d'ocsaigin (agus uisce) dul amach as an duilleog. Tugtar malartú gás ar ghluaiseacht dé-ocsaíde carbóin agus ocsaigine isteach is amach as na stómaí, tugtar trasghalú ar ghalú uisce ó na stómaí. Tugtar **sciathchealla** ar na cealla a rialaíonn oscailt na bpoill (na stómaí) ar an duilleog.
- ▶ **Caoile:** Tá an duilleog tanaí (caol) chun idirleathadh na ngás a éascú.
- ▶ **An Mhéisifill Spúinsiúil:** Tá go leor spáis aeir sa mhéisifill spúinsiúil sa duilleog, rud a éascaíonn idirleathadh na ngás tríd an duilleog.
- ▶ **An Mhéisifill Phailise:** Tá na cealla ar an méisifill phailise pacáilte go dlúth in aice a chéile, agus tá líon mór clóraplastaí acu (timpeall ar 30 in aghaidh na cille) chun go leor fótáisintéise a dhéanamh. Tá an mhéisifill phailise lonnaithe ar uachtar na duilleoige (i dtreo na gréine) chun ionsú an tsolais a uasmhéadú.
- ▶ **Fíochán Soithíoch:** Tá líonra mór féitheacha (i bhfoirm xiléim agus fléam) ar an duilleog chun ábhair a iompar isteach is amach as an duilleog.

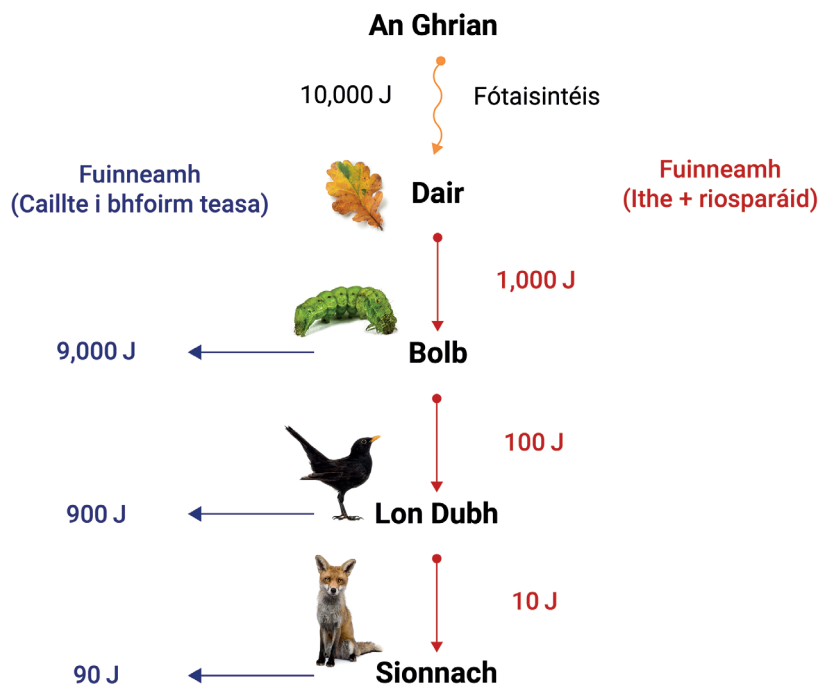
*Féach caibidil 26 agus 27 chun foghlaim faoi struchtúir agus feidhmiú comhpháirteanna an phlanda.*

## 10.3 Ról Fótáisintéise sa Dúlra

Idirghníomhaíonn fótáisintéis agus riospráid le chéile chun ábhair (substaintí) agus fuinneamh a thabhairt trí éiceachórais. **Déantar staidéar níos mine air sin in aonad 7: Éiceolaíocht**, ach is fiú achoimre a thabhairt ar an ról ag an bpointe seo.

### Fótáisintéis agus Sreabhadh Fuinnimh

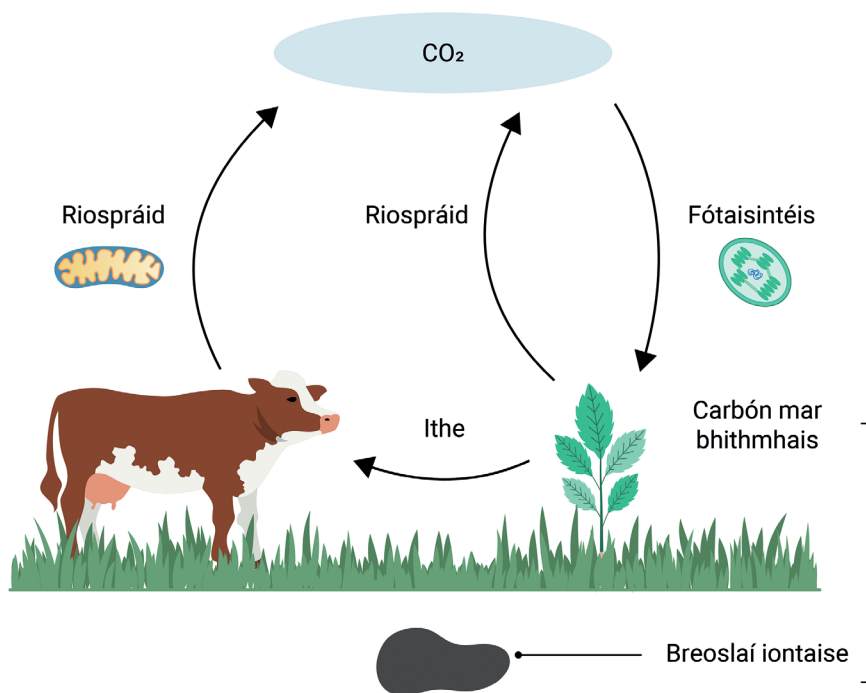
Mar a pléadh i gcaibidil 8, is í an ghrian bunfhoinsé an fhuinnimh do gach orgánach sa bhithsféar. Tá ról ag uatrófaigh fótáisintéiseacha an fuinneamh sin a sháinniú (a ghabháil) le cur ar fáil d'orgánaigh eile. Tiontaíonn plandaí an fuinneamh solais go fuinneamh ceimiceach i bhfoirm carbaihiodráití. Itheann ainmhithe na carbaihiodráití sin agus scaoileann siad an fuinneamh i riospráid. Cailleann an biashlabhra cuid mhaith den fhuinneamh i bhfoirm teasa, agus mar sin, is gá fuinneamh a chur leis an mbiashlabhra go leanúnach.



**Fíor 10.3** Ról fótáisintéise i mbiashlabhraí.

## Fótáisintéis agus Athchúrsáil Cothaitheach

Ní hamháin go gcuireann fótáisintéis fuinneamh in éiceachóras, ach tá ról tábhachtach aici i **linnte carbóin** freisin. Is é is linn charbóin ann ná aon rud a ionsúnn níos mó carbóin ná mar a scaoileann sé amach. Tá timpeall 50% de **bhithmhais** (mais ó gach rud beo, plandaí agus ainmhithe san áireamh) déanta de charbón agus is í dé-ocsaíd charbóin atmaisféarach a bunfhoinsé. Sa timthriall dé-ocsaíde carbóin, tiontaíonn plandaí dé-ocsaíd charbóin atmaisféarach go carbaihiodráití (bithmhais). Nuair a itheann ainmhithe na carbaihiodráití, scaoileann siad dé-ocsaíd charbóin i riospráid, ach asamhlaíonn (ionsúnn) siad cuid eile de, agus fanann an carbón sin i mbithmhais freisin. Is í fótáisintéis an phríomhshlí a mbaintear dé-ocsaíd charbóin ón atmaisféar.



Fíor 10.4 An timthriall carbóin (simplithe).

## Béim ar Inbhuanaitheacht: Linnte Carbóin

Ní haon rún é go bhfuil an tiúchan dé-ocsaíde carbóin san atmaisféar ag dul i méid. Nuair a dhéanann plandaí fótáisintéis, sáinníonn (gabhann) siad an dé-ocsaíd charbóin atmaisféarach mar bhithmhais. In imeacht na mílte bliain, dianscaoiltear (bristear síos) an bhithmhais, agus foirmítear breoslaí iontaise – is stór mór carbóin iad na breoslaí iontaise i bhfoirm neamh-atmaisféarach. Ní raibh bealach nádúrtha ann riamh chun na stóir mhóra charbóin sin a scaoileadh arís, ach sa lá atá inniu ann, tá breoslaí iontaise á ndó ag ráta an-ard, rud a scaoileann go leor dé-ocsaíde carbóin isteach san atmaisféar. Is gá dúinn (i) dóchán breoslaí iontaise a laghdú, (ii) cosaint a thabhairt do linnte carbóin, agus (iii) linnte nua carbóin a fhorbairt chun an méadú ar thiúchan na dé-ocsaíde carbóin san atmaisféar a mhoilliú. Seo thíos na linnte carbóin is suntasaí:

- 1. An tAigéan:** Toisc an líon ard algáí fótáisintéiseacha san aigéan, ionsúitear suas le 25% d'astaíochtaí carbóin an domhain ann (agus déantar tuaslagadh ar dhé-ocsaíd charbóin san uisce fosta).
- 2. Portaigh agus Ithir:** Nuair a fhaigheann orgánaigh bás, bristear síos iad agus téann siad isteach san ithir. San ithir, stóráiltear trí oiread an charbóin atá san atmaisféar, agus níos mó carbóin ná mar atá i bhforaoisí uilig an domhain.
- 3. Foraoisí:** Nuair a dhéantar fótáisintéis, tiontaítear glúcós go carbaihiodráití, ceallalós sa chillbhalla mar shampla. Stóráiltear cuid mhaith de charbón an domhain mar cheallalós i gcrainn, a mhaireann blianta fada, nó mar bhithmhais i bhforaoisí.

### An Cúinne Cruinnis

Is focal baininsneach í linn, agus séimhítear aidiacht nó ainmfhocal ina dhiaidh: linn **charbóin**. Ní séimhítear san iolra í: linn**te** carbóin.

## 10.4 Ardleibhéal: Fótaisintéis: Próiseas dhá chéim

### Struchtúr an Chlóraplaist

Tá dhá chéim i gceist i bhfótaisintéis, agus tarlaíonn an dá chéim in áiteanna difriúla sa chlóraplaist.

**Féach chaibidil 4 chun foghlaim arís faoi struchtúr an chlóraplaist.**

#### 1. An Chéim Sholas-spleách

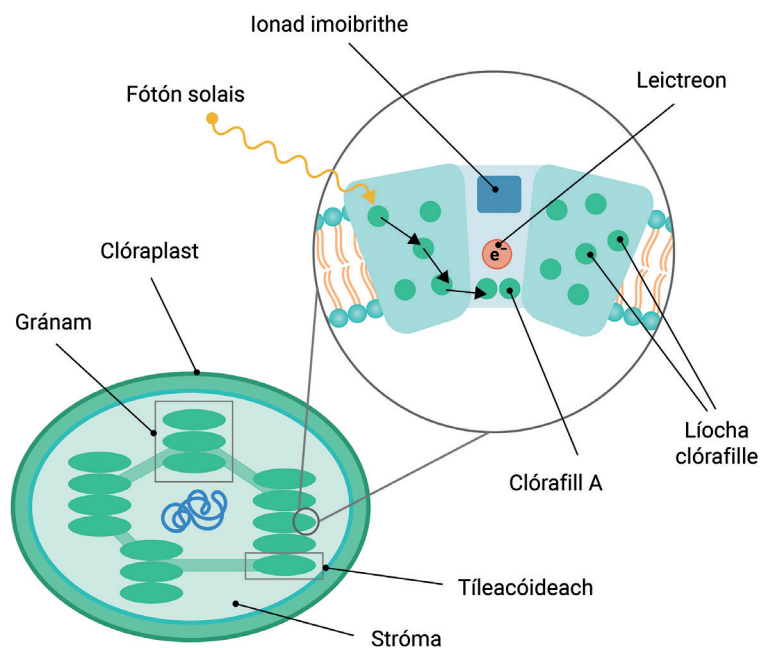
Tá an chéim sholas-spleách, mar a thuigfeá, spleách ar sholas .i. tá solas riachtanach ann. Tarlaíonn an chéim sholas-spleách sa **tíleacóideach** – diosca, a bhíonn le fáil i mbeartanna (gránaim) de ghnáth. Tá struchtúr scannánach ag an tíleacóideach, agus líocha **clóraifille** (lán le leictreoin) leabaithe sa scannán. Anuas air sin, tá tiúchan ard prótón ( $H^+$ ) laistigh den tíleacóideach, rud atá riachtanach le haghaidh sreabhadh prótón agus chun siontais ATP a chumhachtú.

Úsáideann an chéim sholas-spleách solas agus uisce chun ATP agus NADPH a tháirgeadh, móilíní a úsáidtear sa chéim sholas-neamhspleách.

#### 2. An Chéim Sholas-neamhspleách

Murab ionann agus an chéim sholas-spleách, níl solas – ná clóraifill – ag teastáil sa chéim sholas-neamhspleách. Dá bharr sin, tarlaíonn an chéim sholas-neamhspleách sa **stróma**, áit nach bhfuil aon chlóraifill, agus áit a bhfuil go leor einsímí chun an t-imoibriú a chur i gcrích.

Úsáidtear ATP agus NADPH (ón gcéim sholas-spleách) sa chéim sholas neamhspleách chun  $CO_2$  a thiontú go glúcós. Filleann ADP agus  $NADP^+$  ar an gcéim sholas-neamhspleách.



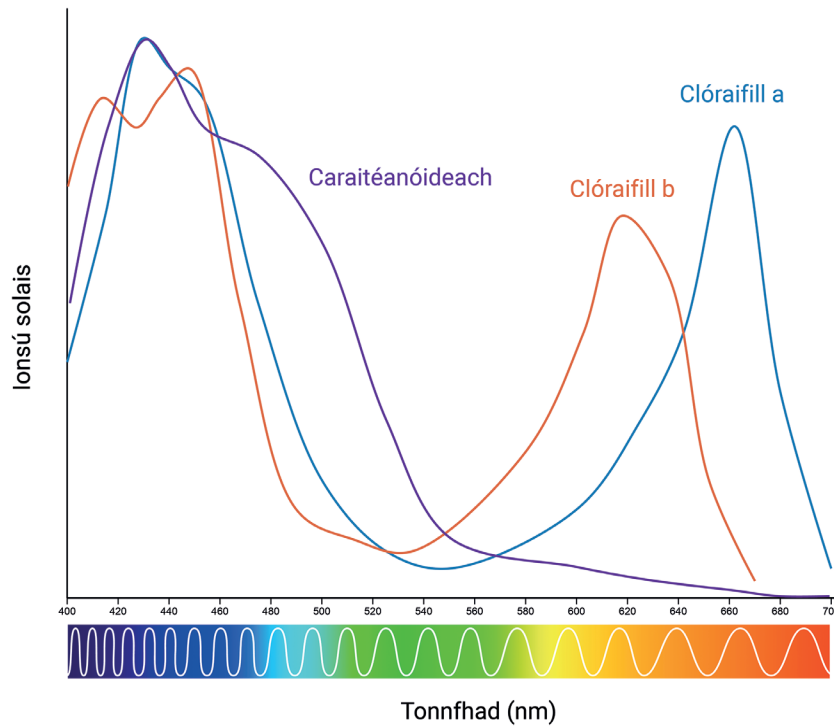
**Fíor 10.5** Léaráid de struchtúr inmheánach an chlóraplaist.

### Líocha Clóraifille

Mar a luadh thuas, bíonn clóraifill i láthair sa tíleacóideach. Ní ceimiceán aonair í clóraifill, ach grúpa de líocha éagsúla. Nuair a thiteann solas bán ar chlóraifill, ionsúnn gach ceann de na líocha sin dath difriúil solais (mar go bhfuil meascán de gach dath (nó tonnfhad) solais i solas bán). Níl clóraifill éifeachtach ag ionsú solas bán agus mar sin, frithchaitear solas glas, rud a chuireann cuma ghlas ar chlóraifill. Tugtar **fótachóras** ar na próitéiní sa scannán tíleacóideach, áit a bhfuil na líocha clóraifille leabaithe – tá dhá fhótachóras ann **I** agus **II**. Nuair a thiteann fótón solais ar an bhfótachóras, preabann sé ó lí go lí go dtí go mbaineann sé amach **clóraifill A** agus **ionad imoibríthe fótaisintéise**.



**Fíor 10.6 A:** Ionsúnn clóraifill go leor tonnfhad de sholas bán, ach frithchaitear solas glas.



Fíor 10.6 B: Graf a léiríonn na tonnfhaid is mó a ionsúitear ag clóraifill.

## An Chéim Sholas-spleách

Braitheann an ráta, ag a dtarlaíonn an chéim sholas-spleách, ar dhéine an tsolais. Nuair a tharlaíonn imoibríthe solas-spleách, tá dhá chonair mheitibileacha ó thaobh na leictreon de, a d'fhéadfadh tarlú: conair chloglach agus conair neamhchloglach.

### An Chonair Chloglach

#### Ag fótachóras I:

1. Titeann **fótón solais** (aonad fuinnimh solais) ar fhótachóras I, preabann an fótón idir líocha éagsúla clóraifille go dtí go mbaintear **clóraifill A** amach, áit a n-ionsúitear é agus áit a dtarlaíonn an t-imoibríú thíos.
  - ▶ Ag clóraifill A, éiríonn **leictreoin** fuinnmhithe (flosctha, nó leictreoin ardfhuinnimh), agus glacann glacadóir leictreon iad. Bogtar ar aghaidh chuig an **slabhra iompair leictreon** iad.

#### Slabhra Iompair Leictreon:

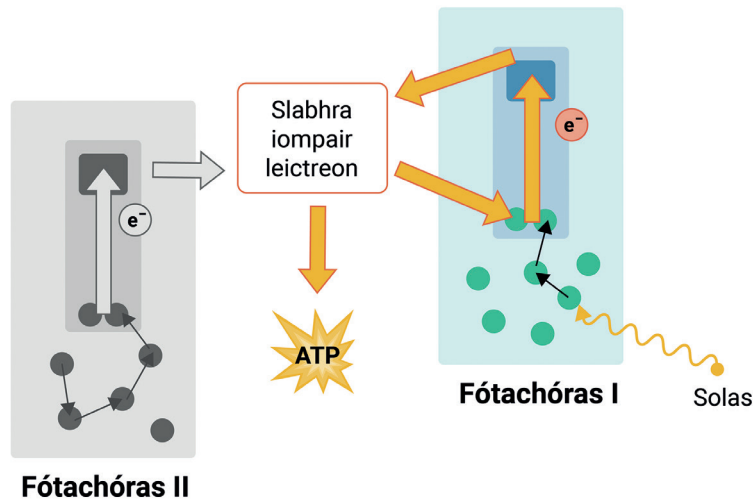
2. Taistealaíonn na leictreoin fuinnmhithe (leictreoin ardfhuinnimh) ón gclóraifill trí shraith móilíní glacadóra, (cosúil leis an slabhra iompair leictreon atá i riospráid). Fad is go dtéann siad trí na móilíní sin, scaoileann siad fuinneamh chun prótóin ( $H^+$ ) a chaidéalú (phumpáil) isteach sa spás tíleacóidigh. Toisc an tiúchan ard prótón sa spás tíleacóidigh, idirleathann prótóin amach chuig an stróma; cumhachtaíonn an sreabhadh sin an einsím **siontáis ATP** agus **táirgtear ATP** ó ADP agus P. Sroicheann na leictreoin fótachóras I.
3. Filleann na leictreoin ísealfhuinnimh ar an gclóraifill san fhótachóras. Leanann ATP ar aghaidh chuig an gcéim sholas-neamhspleách.

### An Cúinne Cruinnis

Is ionann brí an fhocail *cioglach* agus *timthriallach*.



Tugtar an chonair (cosán) chioglach (timthriallach) ar an gconair, toisc go bhfillleann na leictreoin chéanna ar an gclóraifill.



**Fíor 10.7** An chonair chioglach den chéim sholas-spleách

### An Chonair Neamhchioglach

#### Ag Fótachóras II:

1. Titeann **fótón solais** ar an bhfótachóras, preabann an fótón idir líocha éagsúla clóraifille go dtí go mbaintear **clóraifill A** amach, agus ionsúitear ann é.
  - ▶ Ag clóraifill A, éiríonn **leictreoin** fuinnmhithe (flosctha), agus glacann glacadóir leictreon iad. Bogann siad ar aghaidh chuig an **slabhra iompair leictreon**.
2. Cúisíonn an fuinneamh ón bhfótón solais **fótalú** uisce, nó briseadh síos uisce go hocsáigin, dhá phrótón, agus dhá leictreon.
  - ▶  $H_2O \xrightarrow{\text{Fótón solais}} 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$
  - ▶ Scaoiltear **ocsaigin** mar tháirge.
  - ▶ Scaoiltear na **prótóin** go dtí an spás tíleacóidigh, rud a chuireann leis an tiúchan ard prótón ann.
  - ▶ Filleann na **leictreoin** ar an gclóraifill, agus tógann siad ionad na leictreon a cailleadh.

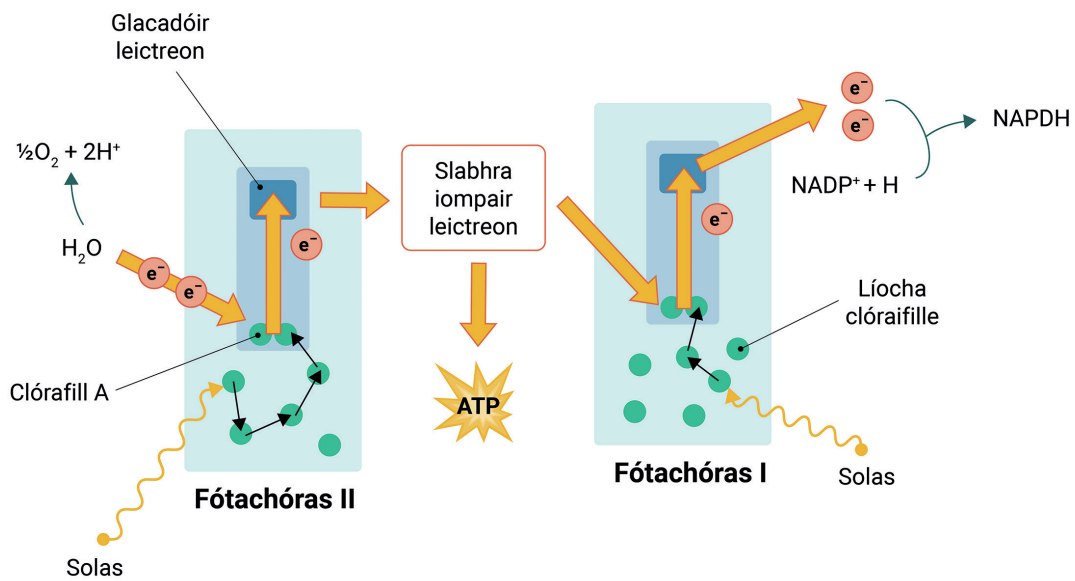
#### Slabhra Iompair Leictreon:

3. Dála an slabhra iompair leictreon thuas, bogann leictreoin idir glacadóirí éagsúla, ag scaoileadh fuinneamh chun prótóin a chaidéalú (phumpáil) isteach sa spás tíleacóidigh, rud a chruthaíonn tiúchan ard prótón inti. Idirleathann na prótóin, trí **shiontáis ATP**, amach as an tíleacóideach arís. Glacann an tsiontáis ATP leis an bhfuinneamh, agus úsáidtear é chun **ATP a tháirgeadh** as ADP agus P. Úsáidtear an fuinneamh a chailleann na leictreoin chun grúpa fosfáite a nascadh le ADP chun ATP a dhéanamh.

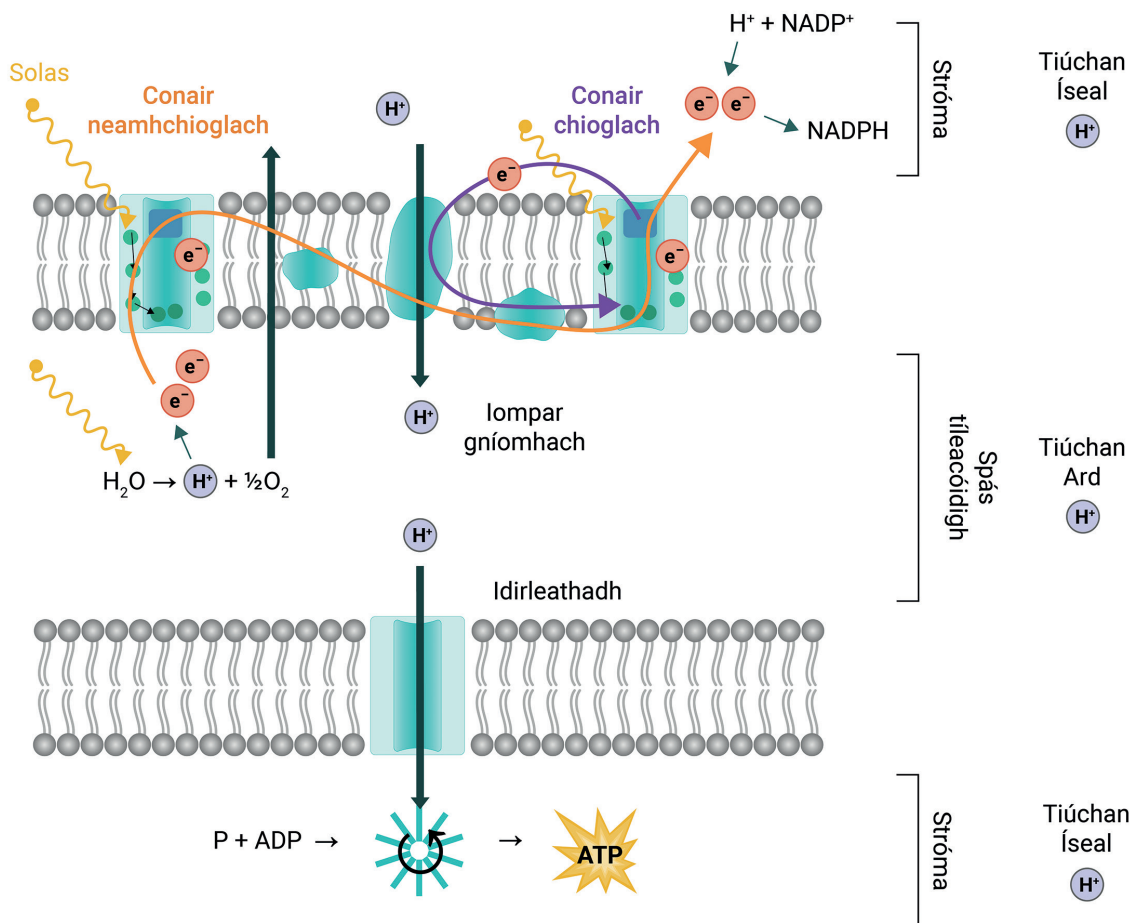
#### Ag Fótachóras I

4. Baineann na leictreoin fótachóras I amach. Ionsúitear fótón eile solais ag an gclóraifill, agus fuinnmhítear na leictreoin arís.
5. Cuingrítear (comhcheanglaítear, ceanglaítear le chéile) an dá leictreon ardfhuinnimh, prótón (ón spás tíleacóidigh), agus NADP<sup>+</sup> chun **NADPH** a tháirgeadh.
  - ▶  $NADP^+ + 2e^- + H^+ \rightarrow NADPH$

Deirtear go bhfuil an chonair sin neamhchioglach mar nuair a fhágann leictreoin an chlóraifill, téann leictreoin éagsúla (ó fhótalú uisce) isteach ina n-áit.



Fíor 10.8 An chonair neamhchioglach den chéim sholas-spleách.



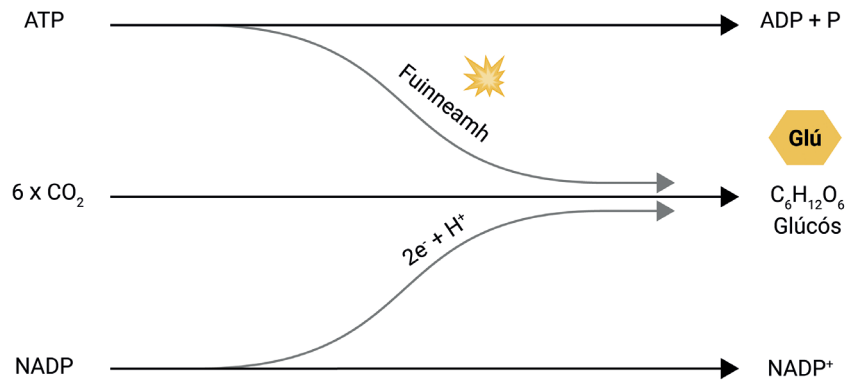
Fíor 10.9 An chéim sholas-spleách.

Táirgtear NADPH agus ATP, mar aon leis an ngás ocsaigin, sa chéim sholas-spleách. Leanann NADPH agus ATP ar aghaidh chuig an gcéim sholas-neamhspleách. Scaoiltear an ocsaigin mar fhuíollábhar amach as na stómaí, nó úsáidtear i riospráid í.



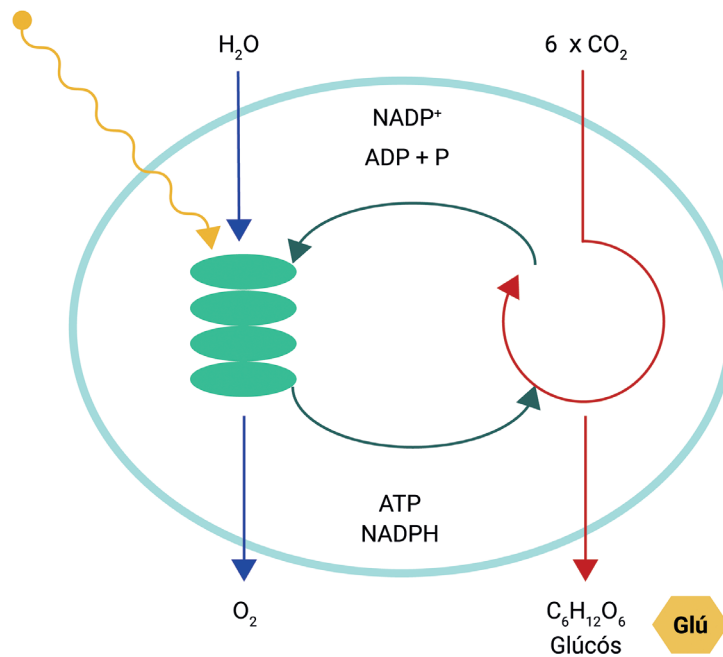
## An Chéim Sholas-neamhspleách

Úsáideann an chéim sholas-neamhspleách na táirgí ón gcéim sholas-spleách chun dé-ocsaíd charbóin a dhí-ocsaídiú (ocsaigin a bhaint de) go glúcós. Soláthraíonn ATP an fuinneamh, agus soláthraíonn NADPH prótóin agus leictreoin fuinnmhithe. Tarlaíonn sé sin sa stróma, ag úsáid einsímí. Mar sin, braitheann an chéim sholas-neamhspleách ar an tiúchan dé-ocsaíde carbóin, ar theocht (einsímí), agus ar tháirgí ón gcéim sholas-spleách.



Fíor 10.10 An chéim sholas-neamhspleách.

1. Bristear síos NADPH ina  $NADP^+$ , agus scaoiltear prótón agus leictreoin fuinnmhithe  $NADPH \rightarrow NADP^+ + 2e^- + H^+$
2. Bristear síos ATP ina ADP agus grúpa fosfáite (P), agus scaoiltear fuinneamh.  $ATP \rightarrow ADP + P + \text{Fuinneamh}$
3. Ag úsáid na bprótón, na leictreoin, agus fuinnimh ó na himoibrithe thuas, tarlaíonn sraith imoibrithe (timthriall Calvin), agus cuirtear 6 mhóilín dé-ocsaíde carbóin le chéile chun glúcós a táirgeadh.



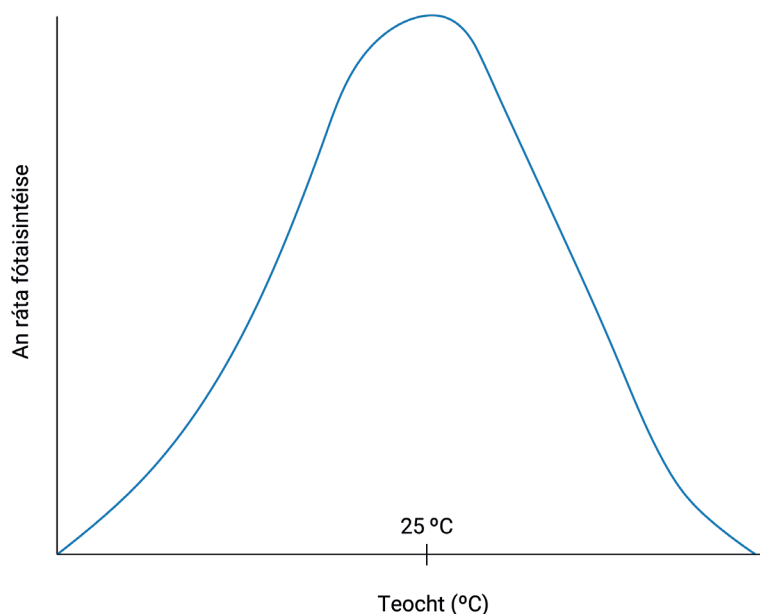
Fíor 10.11 Idirghníomhú idir an chéim sholas-spleách (ar chlé) agus an chéim sholas-neamhspleách (ar dheis).

## 10.5 An Ráta Fótáisintéise

Is imoibriú í fótáisintéis, agus mar sin, dála gach imoibríthe eile, is féidir leis an ráta athrú go ráta níos tapa nó níos moille. Braitheann an ráta fótáisintéise ar thrí thoisic: **teocht**, **déine an tsolais**, agus **tiúchan dé-ocsaíde carbóin**.

### Teocht

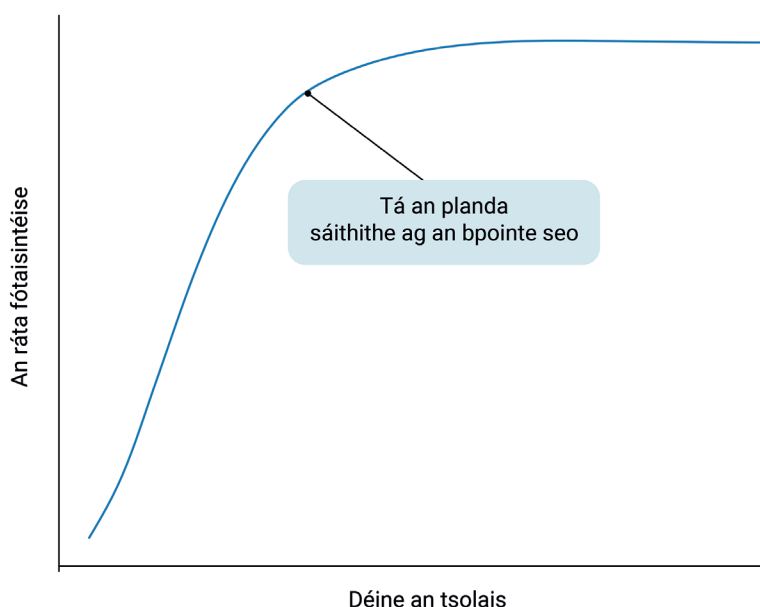
Mar a luadh thuas, catalaíonn einsímí cuid de na céimeanna i bhfótáisintéis. Mar sin, dála imoibríthe eile einsíme, cuirfidh an teocht isteach ar fhótáisintéis sa chaoi chéanna. Ag teochtaí ísle, bíonn an ráta fótáisintéise mall; ach de réir mar a théann an teocht in airde, ardaíonn an ráta fótáisintéise. Seasann an teocht optamach do phlandaí ag 20°C nó mar sin, agus laghdaíonn an ráta fótáisintéise ag teochtaí níos airde ná sin toisc go dtarlaíonn dínádúru do na heinsímí. Tá plandaí ann a bhfuil teocht optamach s'acu i bhfad ó 20°C, agus plandaí eile atá oiriúnaithe le haghaidh timpeallacht dhúshlánach.



Fíor 10.12 Tionchar teochta ar an ráta fótáisintéise.

### Déine an tSolais

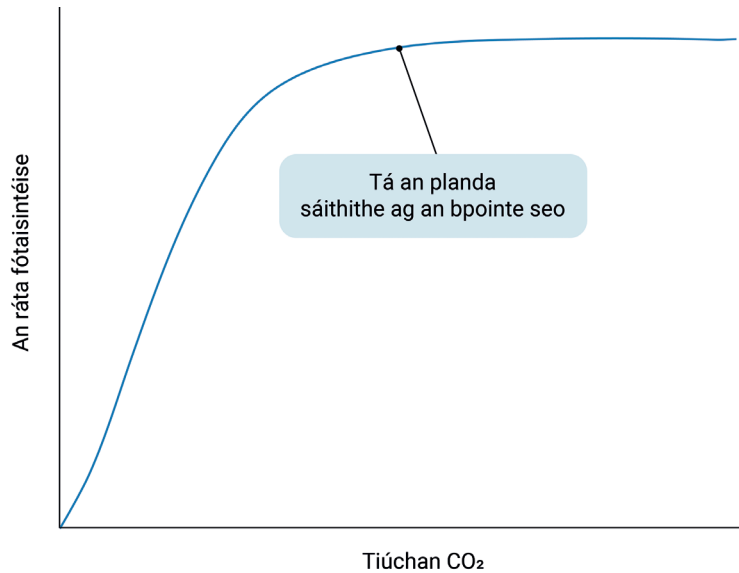
Braitheann an chéad chéim i bhfótáisintéis go hiomlán ar dhéine an tsolais – titeann fótóin solais ar chlóraifill sa chlórplast agus tarlaíonn imoibriú. Le déine níos airde solais, tagann méadú ar an ráta fótáisintéise (tarlaíonn sé níos tapa). Ag pointe áirithe, stadann an méadú agus deirtear go bhfuil an planda sáithithe. Bíonn plandaí oiriúnaithe le haghaidh déine éagsúla solais – tá níos mó clóraifille ag plandaí a fhásann faoi chúinsí dorcha chun gur féidir leo níos mó solais a ionsú.



Fíor 10.13 Tionchar dhéine an tsolais ar an ráta fótáisintéise.

### Tiúchan Dé-Ocsaíde Carbóin

Tá dhá imoibreán (substaint a ghlacann páirt in imoibriú ceimiceach) ag teastáil ó fhótáintéis: uisce agus dé-ocsaíd charbóin. Tá suas le 90% de mhais an phlanda déanta d'uisce, mar sin ní chuireann sé isteach ar an ráta fótáintéise. Is í dé-ocsaíd charbóin an t-aon imoibreán a d'fhéadfadh cur isteach ar an ráta. Nuair a mhéadaítear an tiúchan dé-ocsaíde carbóin sa phlanda, ardaítear an ráta fótáintéise, go pointe áirithe nuair a stopann an méadú. Ag an bpointe sin, tá an planda sáithithe, agus bheadh gá toisc eile a athrú (déine an tsolais) chun an ráta fótáintéise a mhéadú a thuilleadh.



**Fíor 10.14** Tionchar tiúchan dé-ocsaíde carbóin ar an ráta fótáintéise.

### An Cúinne Cruinnis

**Dé-ocsaíd charbóin:** Is focal baininscneach é *dé-ocsaíd*, agus séimhítear *carbóin* ina dhiaidh. Agus an t-iomlán sa tuiséal ginideach: tiúchan dé-ocsaíde carbóin.

### An Cúinne Cruinnis

#### Solas

	Uatha	Iolra
<b>Tuiséal Ainmneach</b>	An solas	Na soilse
<b>Tuiséal Ginideach</b>	Déine an tsolais	Líon na soilse

## Béim ar Inbhuanaitheacht: Táirgeacht Gairneoireachta

Is é is gairneoireacht ann ná fás plandaí – torthaí, glasraí, síolta, cnónna, bláthanna agus araile – ar mhaithe le húsáid a bhaint astu.

Is dúshlán domhanda é soláthar bia a chinntiú do dhaonra uile an domhain. Tá beagnach 30% de dhaonra an domhain ag maireachtáil gan shlándáil an tsoláthair bia, dar le WHO (an Eagraíocht Dhomhanda Sláinte, nó an EDS), rud a chiallaíonn nach bhfuil rochtain acu ar go leor bia chun na cothaithe riachtanacha go léir a fháil. Is cuid den réiteach é teicneolaíochtaí bitheolaíocha a úsáid chun táirgí fótáintéise a uasmhéadú agus is féidir é sin a dhéanamh trí dhíriú ar na tosca (i) teocht, (ii) déine an tsolais, agus (iii) tiúchan dé-ocsaíde carbóin.

### Teocht

Fásann plandaí níos fearr ag teochtaí níos airde, ar an meán. Úsáideann gairneolaithe timpeall an domhain tithe gloine chun teochtaí a ardú agus táirgeacht a uasmhéadú. Úsáidtear teas geoiteirmeach chun bananaí a fhás san Íoslann – ceann de na tíortha is fuaire san Eoraip!

### Déine an tSolais

Is féidir ráta fáis plandaí a mhéadú trí sholas fáis a chur os cionn na bplandaí. Is solas saorga é sin a chóipeálann solas na gréine. Dirítear ar sholas gorm agus dearg (ní glas) chun na plandaí a spreagadh chun fáis – bíonn cuma saghas corcra ar an solas a thagann uaidh uaireanta. Ceaptar gur réiteach é sin chun níos mó plandaí a fhás i gcathracha. Féach fíor 10.4B.

### Dé-Ocsaíd Charbóin

Uaireanta i dtithe gloine, úsáideann luibheolaithe táirgeoirí CO<sub>2</sub> nó táirgeoirí giosta. Coiptear siúcra dá bharr (i) chun CO<sub>2</sub> a scaoileadh agus (ii) chun an tiúchan CO<sub>2</sub> a ardú chun fótáintéise a uasmhéadú.



**Fíor 10.15** Teach gloine ina bhfuil solas saorga chun fótáintéise a uasmhéadú.



## Iniúchadh 10.1

### Chun tionchar teochta ar an ráta fótaisintéise a fhiosrú.

#### Hipitéis

Ag teochtaí ardaithe, beidh an ráta fótaisintéise níos tapa.

#### Trealamh

Eascra (mór), tonnadóir, promhadán, teirmiméadar, lampa, fáiscín páipéir, *Elodea* (nó planda eile uisciúil), hidrigincharbónáit sóidiam (sóid aráin), pláta te (nó dabhach uisce leictreach faoi riail teirmeastait).

#### Athróga

**Athróg Neamhspleách:** Déanfar an turgnamh ag teochtaí éagsúla.

**Athróg Spleách:** Déanfar tomhas ar an ráta fótaisintéise trí líon na mboilgeog ocsaigine a chomhaireamh in aghaidh nóiméid.

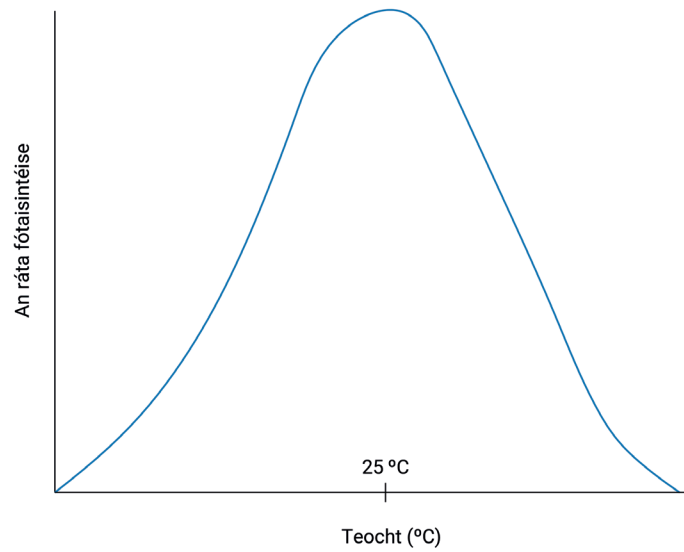
**Athróg Chóimheastóra:** Úsáidfear an planda céanna gach babhta. Beidh an iomarca dé-ocsaíde carbóin i láthair gach babhta mar gheall ar hidrigincharbónáit sóidiam a bheith curtha san uisce. Beidh an déine céanna solais ann gach babhta.

#### Modh

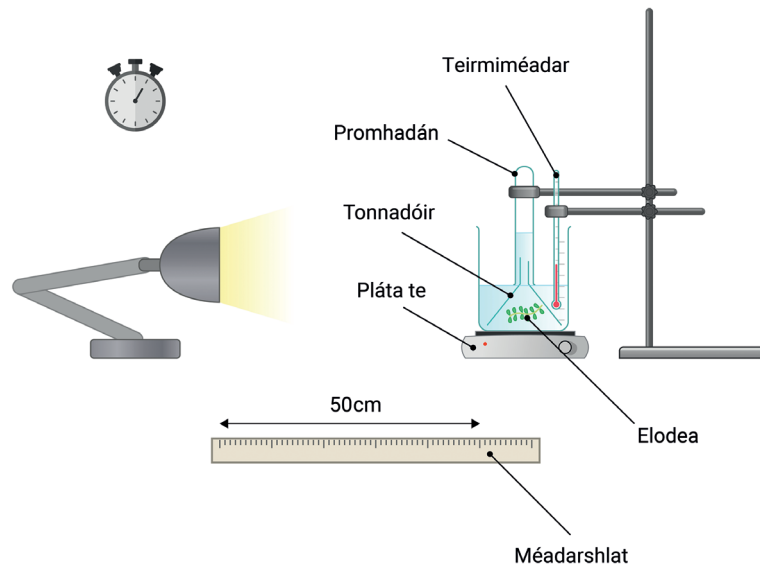
- Líon an t-eascra le huisce. Tuaslaig 1 g de hidrigincharbónáit sóidiam le haghaidh gach lítear uisce, chun tuaslagán 0.1% dé-ocsaíde carbóin a dhéanamh. Táirtgear dé-ocsaíd charbóin nuair a thuaslagtar hidrigincharbónáit sóidiam in uisce.
- Cuir an *Elodea* san uisce, agus bain úsáid as fáiscín páipéir chun é a choimeád síos ag bun an eascra.
- Agus siosúir nó biorán in úsáid, cuir poll i ngas an *Elodea* go dtí go dtagann boilgeoga (bolgáin) amach – b'fhéidir go mbeidh ort an gas a pholladh cúpla uair. Cuir lampa cóngarach don *Elodea* chun é sin a fhiosrú.
- Os cionn an phlanda, cuir tonnadóir bunoscionn, agus promhadán lán uisce os cionn an pháipéir. Beidh sé níos éasca mar sin boilgeoga ocsaigine a fheiceáil, agus a chomhaireamh.
- Tá an trealamh réidh anois. Tomhais teocht an uisce agus déan taifeadadh de i dtábla. Cuir stopuaireadóir ar siúl, agus déan comhaireamh ar an líon boilgeog ocsaigine in aghaidh an nóiméid; déan taifeadadh de. Athdhéan é cúpla uair agus faigh meán líon na mboilgeog in aghaidh an nóiméid.
- Athraigh teocht an uisce trí oighear a chur leis, nó tríd an uisce a théamh ar phláta te (nó i ndabhach uisce). Lig don phlanda dul i dtaithí ar an teocht nua ar feadh cúpla nóiméad. Déan céim 5 arís ag teochtaí éagsúla, agus déan taifeadadh den líon boilgeog gach uair.
- Taispeáin na torthaí ar ghraf den teocht (ais-x) i gcoinne an ráta fótaisintéise (líon na mboilgeog sa nóiméad ar ais-y).

#### Torthaí

Teocht (°C)	Líon na mboilgeog 1 (/nóm)	Líon na mboilgeog 2 (/nóm)	Líon na mboilgeog 3 (/nóm)	Líon na mboilgeog - meán (/nóm)
10				
20				
40				
60				



**Fíor 10.16** Tionchar teochta ar an ráta fótaisintéise.



**Fíor 10.17** Trealamh chun tionchar teochta ar an ráta fótaisintéise a fhiosrú.

## Conclúid

Agus an teocht ag méadú, méadaíonn an ráta fótaisintéise. Tar éis teocht áirithe (an teocht optamach nó an pointe sáithithe) laghdaíonn an ráta arís.



## Iniúchadh 10.2

### Chun tionchar dhéine an tsolais ar an ráta fótaisintéise a fhiosrú

#### Hipitéis

Agus déine níos láidre solais ann, beidh an ráta fótaisintéise níos tapa.

#### Trealamh

Eascra (mór), tonnadóir, promhadán, teirmiméadar, lampa, fáiscín páipéir, *Elodea*, hidrigincharbónáit sóidiam (sóid aráin), rialóir.

#### Athróga

**Athróg Neamhspleách:** Athrófar déine an tsolais tríd an lampa a bogadh níos cóngaraí don phlanda nó níos faide uaidh.

**Athróg Spleách:** Déanfar tomhas ar an ráta fótaisintéise trí líon na mboilgeog ocsaigine in aghaidh an nóiméid a chomhaireamh.

**Athróg Chóimheastóra:** Úsáidfear an planda céanna gach babhta. Beidh an iomarca dé-ocsaíde carbóin i láthair gach babhta trí hidrigincharbónáit sóidiam a chur san uisce. Beidh teocht an uisce mar an gcéanna gach babhta.

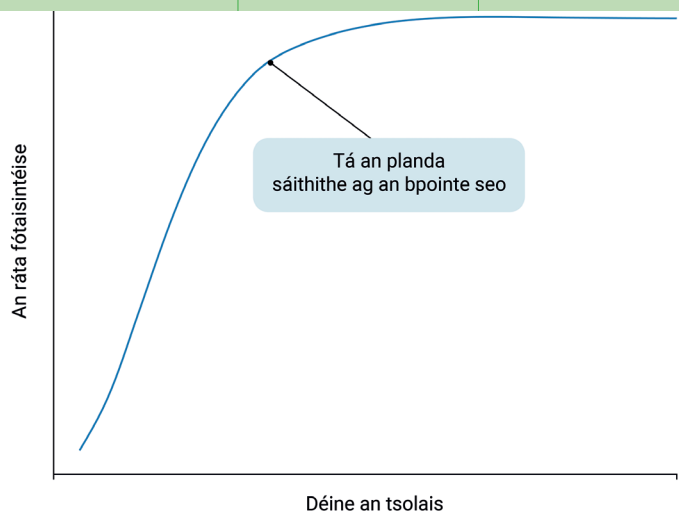
#### Modh

1. Líon an t-eascra le huisce. Tuaslaig 1 g de hidrigincharbónáit sóidiam le haghaidh gach lítear uisce, chun tuaslagán 0.1% dé-ocsaíde carbóin a dhéanamh. Táirtgear dé-ocsaíd charbóin nuair a thuaslagtar hidrigincharbónáit sóidiam in uisce.
2. Cuir an *Elodea* san uisce, agus bain úsáid as fáiscín páipéir chun é a choimeád síos ag bun an eascra.
3. Agus siosúir nó biorán in úsáid, déan poll i ngas an *Elodea* chun go dtiocfaidh boilgeoga amach – b'fhéidir go mbeidh ort é a pholladh cúpla uair. Cuir lampa cóngarach don *Elodea* chun na boilgeoga a fhiosrú.
4. Os cionn an phlanda, cuir tonnadóir bunoscionn, agus promhadán líonta le huisce os cionn an pháipéir. Beidh sé níos éasca mar sin boilgeoga ocsaigine a fheiceáil, agus a chomhaireamh.
5. Cuir an lampa chomh cóngarach don phlanda agus is féidir. Le rialóir, tomhais an fad idir an lampa agus an planda, déan taifeadadh de i dtábla. Fág mar sin é ar feadh cúpla nóiméad le ligean don phlanda dul i dtáthí ar na cúinsí nua.
6. Cuir amadóir ar siúl, agus déan comhaireamh ar an líon boilgeog ocsaigine in aghaidh an nóiméid; déan taifeadadh de. Déan arís é cúpla uair agus faigh an meán líon boilgeog in aghaidh an nóiméid.
7. Bog an lampa 10 cm níos faide ón bplanda chun déine an tsolais a lagú. Lig don phlanda dul i dtáthí ar an déine nua solais ar feadh cúpla nóiméad. Déan céim 6 arís. Lean ort go dtí go bhfuil roinnt faid dhifriúla tomhaiste agat.
8. Is féidir déine an tsolais a ríomh leis an bhfoirmle:  
Déine an tsolais =  $1/(Fad)^2$   
Déan graf de dhéine an tsolais (ais-x) i gcoinne an ráta fótaisintéise (ais-y).

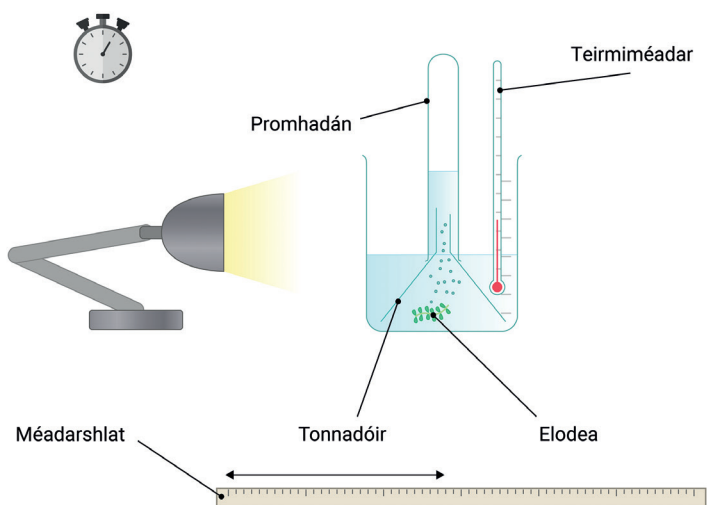
## Torthaí

F - Fad an lampla ón bplanda (cm)	(1/F <sup>2</sup> ) Déine an tsolais (cm <sup>-2</sup> )
10	0.0100
20	0.0025
30	
40	
50	

Déine an tsolais (cm <sup>-2</sup> )	Líon na mboilgeog 1 (/nóm)	Líon na mboilgeog 2 (/nóm)	Líon na mboilgeog 3 (/nóm)	Líon na mboilgeog - meán (/nóm)
0.0100				
0.0025				



**Fíor 10.18** Tionchar dhéine an tsolais ar an ráta fótaisintéise.



**Fíor 10.19** Trealamh chun tionchar dhéine an tsolais ar an ráta fótaisintéise a fhiosrú.

## Conclúid

Le déine níos airde solais, méadaíonn an ráta fótaisintéise. Ag déine áirithe (an pointe sáithithe), éiríonn an ráta seasmhach.



## Iniúchadh 10.3

### Chun tionchar tiúchan dé-ocsaíde carbóin ar an ráta fótaisintéise a fhiosrú

#### Hipitéis

Le tiúchan níos airde dé-ocsaíde carbóin, beidh an ráta fótaisintéise níos tapa.

#### Trealamh

Easca (mór), tonnadóir, promhadán, teirmiméadar, lampa, fáiscín páipéir, *Elodea*, hidrigincharbónáit sóidiam (sóid aráin).

#### Athróga

**Athróg Neamhspleách:** Athrófar an tiúchan dé-ocsaíde carbóin trí thiúchaintí éagsúla hidrigincharbónáit sóidiam a úsáid.

**Athróg Spleách:** Déanfar tomhas ar an ráta fótaisintéise trí líon na mboilgeog ocsaigine a tháirgtear in aghaidh an nóiméid a chomhaireamh.

**Athróg Chóimheastóra:** Úsáidfear an planda céanna, an teocht céanna san uisce agus déine céanna an tsolais gach babhta.

#### Modh

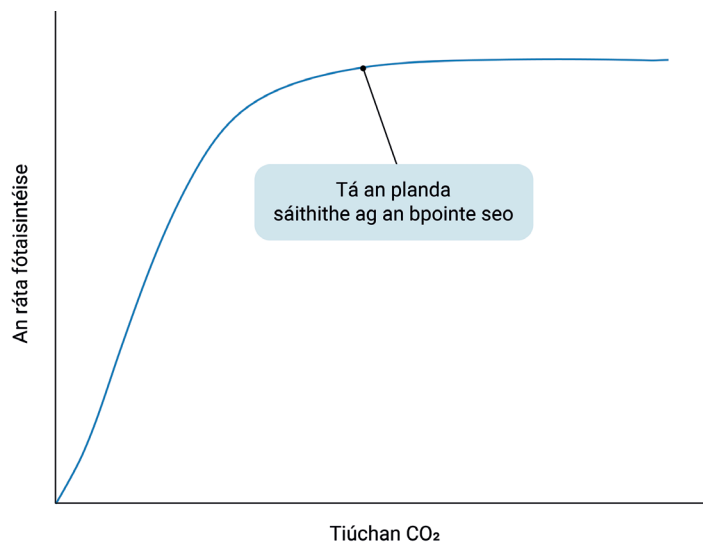
1. Líon an t-easca le huisce. Tuaslaig 2 g de hidrigincharbónáit sóidiam le haghaidh gach lítear d'uisce san easca, chun tuaslagán 0.1% dé-ocsaíde carbóin a dhéanamh. Táirgtear dé-ocsaíd charbóin nuair a thuaslagtar hidrigincharbónáit sóidiam in uisce.
2. Cuir an *Elodea* san uisce, agus bain úsáid as fáiscín páipéir chun é a choimeád ag bun an easca.
3. Agus siosúir nó biorán in úsáid, déan poll i ngas an *Elodea* chun go dtiocfaidh boilgeoga amach – b'fhéidir go mbeidh ort é a pholladh cúpla uair. Cuir lampa cóngarach don *Elodea* chun na boilgeoga a fhiosrú.
4. Os cionn an phlanda, cuir tonnadóir bunoscionn, agus promhadán líonta le huisce os cionn an pháipéir. Beidh sé níos éasca mar sin boilgeoga ocsaigine a fheiceáil, agus a chomhaireamh.
5. Cuir amadóir ar siúl, agus déan comhaireamh ar an líon boilgeog ocsaigine a tháirgtear in aghaidh an nóiméid; déan taifeadadh de. Déan arís é cúpla uair agus faigh an meán líon boilgeog in aghaidh an nóiméid.
6. Déan céim 1 go 6 arís ag úsáid tiúchaintí éagsúla hidrigincharbónáit sóidiam mar a thaispeántar sa tábla thíos.

Mais hidrigincharbónáit sóidiam in 1 L uisce (g)	Tiúchan (% w/v)
2	0.2
4	0.4
6	0.6
8	0.8
10	1.0

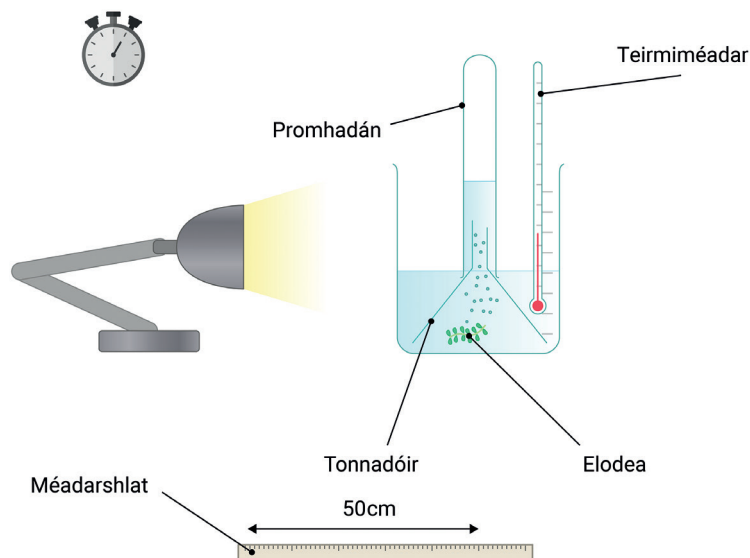
7. Déan graf den tiúchan dé-ocsaíde carbóin (ais-x) i gcoinne an ráta fótaisintéise (ais-y).

## Torthaí

Tiúchan CO <sub>2</sub> (% w/v)	Líon na mboilgeog 1 (/nóm)	Líon na mboilgeog 2 (/nóm)	Líon na mboilgeog 3 (/nóm)	Líon na mboilgeog - meán (/nóm)
0.2				
0.4				
0.6				
0.8				
1.0				



Fíor 10.20 Tionchar an tiúchan dé-ocsaíde carbóin ar an ráta fótáisintéise.



Fíor 10.21 Trealamh chun tionchar an tiúchan dé-ocsaíde carbóin ar an ráta fótáisintéise a fhiosrú.

## Conclúid

Le tiúchan níos airde dé-ocsaíde carbóin, méadaíonn an ráta fótáisintéise. Ag tiúchan airithe (an pointe sáithithe), éiríonn an ráta seasmhach.

## Achoimre

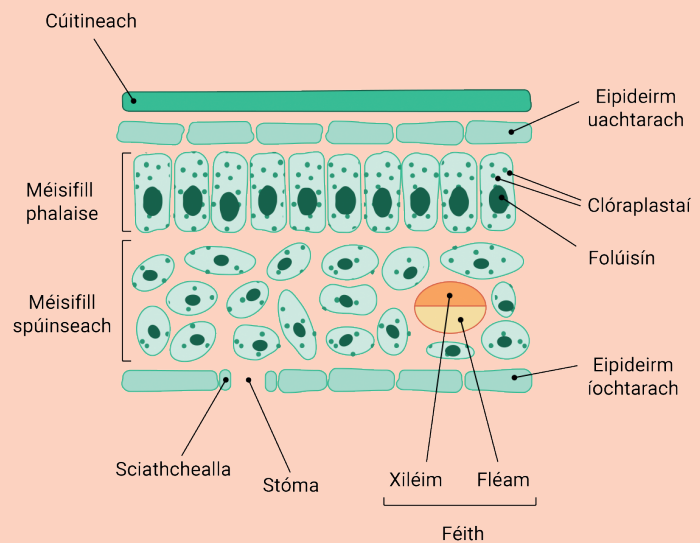
- ▶ Is imoibriú anabalach í fótáisintéis, ina dtiontaítear fuinneamh sholas na gréine go fuinneamh ceimiceach. Tarlaíonn an t-imoibriú sa chlórplast.
  - ▶ Is í an chothromóid fótáisintéise ná:
    1. 
$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{Solas + Clóraifill}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$
    2. Dé-Ocsaíd Charbóin + Uisce  $\xrightarrow{\text{Solas + Clóraifill}}$  Glúcós + Ocsaigin
  - ▶ Imoibreáin fótáisintéise:
    1. Uisce: ionsúite sna fréamhacha
    2. Dé-ocsaíd charbóin: tógtha isteach na stómaí
    3. Solas: ionsúite ag clóraifill
    4. Clóraifill: lí ghlas sa chlórplast.
  - ▶ Táirgí fótáisintéise:
    1. Ocsaigin: scaoileann an planda ocsaigin amach na stómaí, nó úsáidtear i riospráid í.
    2. Glúcós: tiontaíonn an planda an glúcós (i) go siúcros chun é a iompar, agus (ii) go stáirse chun é a stóráil.
  - ▶ Oiriúnacht na nduilleog le haghaidh fótáisintéise
    1. Líonmhar
    2. Stómaí i láthair
    3. Tanaí
    4. Méisifill spúinsiúil (idirleathadh éasca ann)
    5. Méisifill phailise (líon mór clóraplastaí)
    6. Fíochán soithíoch i láthair.
  - ▶ Is é an t-aon slí a dtógtar fuinneamh isteach sa bhíashlabhra ná í bhfótáisintéis. Mar sin, tá ról antábhachtach ag plandaí i dtús an bhíashlabhra.
- ▶ Tarlaíonn fótáisintéis ina dhá céim:
    1. An chéim sholas-spleách: braitheann an chéim sin ar dhéine an tsolais agus ar sholáthar uisce. Táirgtear ATP agus NADPH don chéim sholas-neamhspleách.
    2. An chéim sholas-neamhspleách: úsáidtear ATP, NADPH, agus dé-ocsaíd charbóin chun glúcós a tháirgeadh.
  - ▶ An chéim sholas-spleách: tá dhá chonair mheitibileach ann:
    1. An chonair chioglach: fuinnmhítear leictreoin amháin ag an gclóraifill (ó sholas na gréine). Scaoiltear an fuinneamh sa slabhra iompair leictreon chun móilín ATP a tháirgeadh, filleann an leictreon ar an gclóraifill.
    2. An chonair neamhchioglach: fuinnmhítear dhá leictreoin sa chlóraifill, scaoiltear cuid den fuinneamh sa slabhra iompar leictreoin chun ATP a tháirgeadh. Fuinnmhítear arís iad sa chlóraifill, agus ansin nascann siad le NADP<sup>+</sup> agus H<sup>+</sup> chun móilín NADPH a tháirgeadh. Ní fhilleann na leictreoin ar an gclóraifill. Úsáidtear fótón solais chun uisce a bhriseadh síos; táirgtear ocsaigin agus leictreoin, a fhilleann ar an gclóraifill.
- ▶ Braitheann an ráta fótáisintéise:
    1. Ar theocht optamach na n-einsímí
    2. Ar dhéine an tsolais chun an chéim sholas-spleách a chur i gcrích
    3. Ar an tiúchan dé-ocsaíde carbóin chun an chéim sholas-neamhspleách a chur i gcrích.
  - ▶ Is féidir tionchar na ngnéithe thuas ar an ráta fótáisintéise a thaispeáint i dturgnamh, agus úsáid á baint as planda uisciúil, mar shampla *Elodea*.
    1. Rialaítear an teocht le dabhach uisce.
    2. Rialaítear déine an tsolais tríd an bhfad idir an fhoinsé sholais (lampa) agus an planda a athrú.
    3. Rialaítear an tiúchan dé-ocsaíde carbóin trí hidrigincharbónáit sóidiam a thuaslagadh san uisce.



## Tástáil Tuisceana

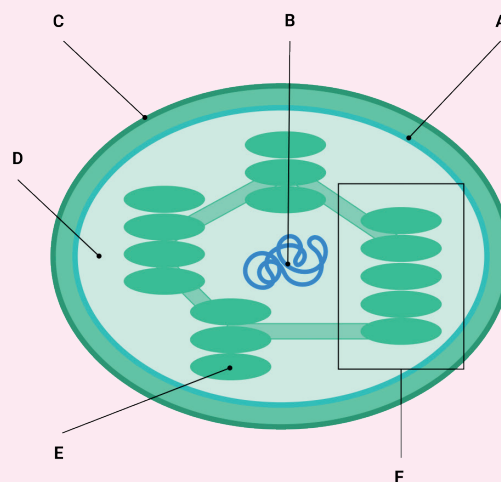
- Tabhair sainmhíniú ar an téarma fótáintéis.
  - An imoibriú catabalach nó anabalach í? Mínigh do fhreagra.
  - An dtarlaíonn fótáintéis in uatrófaigh nó in heitreatrófaigh? Tabhair cúis le do fhreagra.
  - An bhféadfadh fótáintéis tarlú in ainmhithe? Cén fáth?
- Tabhair cothromóid chothromaithe fótáintéise.
  - Déan comparáid idir an chothromóid sin agus chothromóid riospráide.
  - Seachas na himoibreáin, cén dá riachtanas eile atá ann chun fótáintéis a chur i gcrích?
- Liostaigh na substaintí go léir a bhaineann le fótáintéis faoi na teidil (i) imoibreáin agus (ii) táirgí.
  - Maidir leis na himoibreáin, déan cur síos ar an gcaoi a dtógann an planda isteach sa chlórplast iad.
  - Maidir leis na táirgí, déan cur síos ar an méid a tharlaíonn dóibh tar éis fótáintéise.

- Féach ar an léaráid seo de thrasghearradh duilleoige.
  - Ainmnigh trí shlí a bhfuil an duilleog in oiriúint chun dé-ocsaíd charbóin a iontógáil agus a thabhairt chuig an gclórplast.
  - Cén ghné den duilleog a chuidíonn le hiompar uisce chuig an gclórplast?
  - Cén chuid den duilleog ina dtarlaíonn an méid is mó fótáintéise? Cén fhianaise atá sa léaráid chun tacú le do fhreagra?



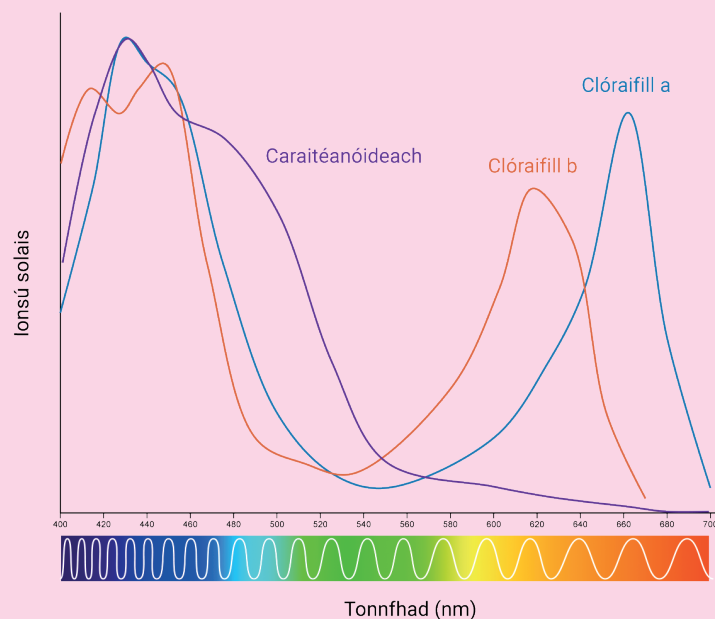
- Is í an ghrian bunfhoinsé an fhuinnimh don bheatha go léir ar domhan.
  - An aontaíonn tú leis an ráiteas thuas? Mínigh do fhreagra.
  - Cén fáth a ndeirtear gur foinsé fuinnimh í an ghrian d'ainmhithe, mura ndéanann siad fótáintéis?
- Cad é do thuiscint ar **linn charbóin**?
  - Liostaigh trí shampla de linn charbóin.
  - Cén ceangal atá idir fótáintéis agus linnte carbóin?
  - Cén ról atá ag linnte carbóin i dtéamh domhanda a íoslaghódú? Mínigh.

- Lipéadaigh an léaráid seo den chlórplast.
  - Luaigh an chuid den chlórplast ina bhfaightear clóraifill.
  - Cá háit sa chlórplast ina dtarlaíonn an chéim sholas-spleách d'fhótáintéis?
  - Cá háit sa chlórplast ina dtarlaíonn an chéim sholas-neamhspleách d'fhótáintéis?



8. Féach ar an ngraf a thaispeánann na tonnfhad solais is fearr a ionsúitear ó chlóraifill. Cén tonnfhad a ionsúnn an méid is mó solais? Cén dath solais é?

- Cén tonnfhad nach n-ionsúnn mórán solais? Cén dath é?
- Cén fáth nár cheart úsáid a bhaint as soilse glasa chun cabhrú le plandaí fás?
- Bunaithe ar an ngraf thuas, cén tonnfhad solais a chuirfeá i lampa fáis?



9. 

- Cén fáth a dtugtar an chéim sholas-spleách air?
- Cad ar a mbraitheann an chéim sholas-spleách?
- Déan idirdhealú idir an chonair chionglach agus an chonair neamhchionglach sa chéim sholas-spleách. Cad iad na táirgí a tháirgtear sa dá chonair?

10. 

- Le cabhair léaráide, déan cur síos ar an gconair neamhchionglach d'fhótáisintéis.
- Cad a tharlaíonn nuair a lonraíonn solas ar mhóilín uisce?
- Cad a tharlaíonn don mhóilín ocsaigine a tháirgtear?
- Cad a tharlaíonn do na leictreoin a tháirgtear?
- Cén tábhacht atá ag an ngradán tiúchana sa tíleachóideach? Conas a chabhraíonn an gradán le táirgeadh ATP?
- Conas a tháirgtear NADPH?

11. 

- Le cabhair léaráide, déan cur síos ar chonair chionglach fótáisintéise.
- Cén chlóraifill speisialta a ghlacann páirt san imoibriú?
- Cén fáth a dtugtar an chonair chionglach air?

12. 

- Cad is brí leis an gcéim sholas-neamhspleách?
- Cad iad na himoibreáin a ghlacann páirt sa chéim sholas-neamhspleách? Cad as a dtagann siad?
- Cén táirge a fhoirmítear ag an deireadh sa chéim sholas-spleách?

13. 

- Cén tionchar atá ag teocht ar an ráta fótáisintéise? Tarraing sceitseáil de ghráf chun an treocht a chur in iúl.
- Mínigh é.
- Cén tionchar atá ag déine an tsolais ar an ráta fótáisintéise? Tarraing sceitseáil de ghráf chun an treocht a chur in iúl.
- Mínigh é.
- Cén tionchar atá ag an tiúchan dé-ocsaíde carbóin ar an ráta fótáisintéise. Tarraing sceitseáil de ghráf chun an tionchar a chur in iúl.
- Mínigh é.

14. Mol slí a bhféadfadh gairneolaí fás plandaí a fheabhsú i dtithe gloine. Mínigh, le bunús bitheolaíoch, na moltaí atá agat.

15. a. Déan cur síos gaird ar thurgnamh a dhéanfaí chun tionchar teochta ar an ráta fótaisintéise a fhiosrú. D'fhéadfadh léaráid a bheith cabhrach i do fhreagra.
- b. Mol hipitéis oiriúnach don turgnamh.
- c. Cad í an athróg neamhspleách sa turgnamh? Conas a d'fhéadfá an athróg sin a athrú?
- d. Cad í an athróg spleách? Conas a dhéanfaí tomhas air?
- e. Cad iad na hathróga cóimheastóra? Conas a choimeadfá tairiseach (seasmhach) iad?
- f. Cén saghas torthaí lena mbeifeá ag súil?
16. a. Déan cur síos gaird ar thurgnamh a dhéanfaí chun tionchar dhéine an tsolais ar an ráta fótaisintéise a fhiosrú. D'fhéadfadh léaráid a bheith cabhrach i do fhreagra.
- b. Mol hipitéis oiriúnach don turgnamh.
- c. Cad í an athróg neamhspleách sa turgnamh? Conas a d'fhéadfá an athróg sin a athrú?
- d. Conas a dhéanfaí ríomh ar dhéine an tsolais?
- e. Cad í an athróg spleách? Conas a dhéanfaí tomhas air?
- f. Cad iad na hathróga cóimheastóra? Conas a choimeadfá tairiseach iad?
- g. Tarraing sceitseáil den ghraf a léiríonn torthaí an turgnaimh.
17. a. Déan cur síos gaird ar thurgnamh a dhéanfaí chun tionchar tiúchain dé-ocsaíde carbóin ar an ráta fótaisintéise a fhiosrú. D'fhéadfadh léaráid a bheith cabhrach i do fhreagra.
- b. Mol hipitéis oiriúnach don turgnamh.
- c. Cad í an athróg neamhspleách sa turgnamh? Conas a d'fhéadfá an athróg sin a athrú?
- d. Cad í an athróg spleách? Conas a dhéanfaí tomhas air?
- e. Cad iad na hathróga cóimheastóra? Conas a choimeadfá tairiseach iad?