

Docentenmateriaal bij opdracht 5.3: Dood edelhert: *tracking and tracing* koolstof en energie

Bij vraag 1

Wat aan de orde is in de vraag:

Processen: o.a fotosynthese, respiratie, ademhaling, biosynthese, vertering.

Vaardigheid: het spoor nagaan van koolstofatomen in een voedselketen/ nagaan hoe materie/koolstof zich door een voedselketen beweegt.

Schaal: op ecosysteem niveau

Door deze vraag wordt duidelijk hoe compleet/gedetailleerd het begrip van leerlingen is over de C-kringloop en of ze afwijkende denkbeelden hebben over processen als ademhaling/respiratie, biosynthese en fotosynthese en of ze begrip hebben op atoom-/moleculair niveau van de verschillende vormen van de verbindingen die koolstof aangaat wanneer het door een kringloop in een ecosysteem gaat. Er zijn ook voorbeelden van student-antwoorden.

Betekenis van leerlingen antwoorden

Er zijn verschillende manieren om deze vraag goed te beantwoorden.

Maar in alle goed uitgewerkte antwoorden moet blijken dat leerlingen de in staat zijn de koolstof te volgen

- in verschillende moleculen op verschillende plaatsen (bodem, lucht, water) en
- in de planten en dieren in een voedselketen of een kringloop (het edelhert, de dieren die van het kadaver eten, de micro-organismen in de bodem, de atmosfeer, de planten, de herbivoren, de carnivoren)
- in de verschillende processen die daarbij een rol spelen (fotosynthese, respiratie, biosynthese, vertering)

De vraag toetst

- hoe compleet/gedetailleerd het begrip van leerlingen is over de koolstofkringloop en
- de concepties die ze hebben over de processen in die kringloop en
- het begrip over de verschillende moleculen waarin een koolstofatoom terecht kan komen wanneer het door de koolstofkringloop heen gaat.

Voorbeelden van antwoorden van leerlingen:

Voorbeeld 1

"Het edelhert gaat dood, het blijft in het veld liggen, reducenten eten het op, zij nemen koolstof op en stoten het uit als CO₂ bij de ademhaling. De koolstof wordt dan door een plant opgenomen als CO₂ etc. Een klein konijn zit van de plant te eten wanneer de vos op hem springt en het konijn opeet. Door het metabolisme/stofwisseling komt de koolstof in het bloed van de vos en in de spier van de poot."

- De leerling noemt veel trofische verbanden tussen de koolstof in het edelhert en de vos. De leerling noemt geen moleculaire vormen van koolstof behalve koolstofdioxide. Dit kan betekenen dat de leerling geen volledig begrip heeft van de omzetting/verandering van koolstof in organische koolstofverbindingen bij het maken van biomoleculen. De leerling zegt dat C opgenomen **kan** worden als CO₂ etc. Dat kan betekenen dat de leerling niet weet dat koolstof alleen via fotosynthese en alleen in de vorm van koolstofdioxide de plant binnenkomt.

Voorbeeld 2

"Het lijf/kadaver/ lichaam zal afgebroken worden door reducenten en omgezet in zuurstof, die door de vos gebruikt wordt en dan in de spier van de vos terecht komt."

- Deze leerling is onduidelijk over wat koolstof en zuurstof met elkaar te maken hebben. Het kan zijn dat de leerling gelooft dat atomen omgezet kunnen worden in andere soorten atomen (koolstof kan zuurstof worden)

Voorbeeld 3

"wanneer het edelhert dood gaat zal het afgebroken worden door kleine bacteriën en schimmels. Wanneer dat gebeurt zal de koolstof vrijkomen en in de bodem terecht komen, waar het weer door planten opgenomen wordt als voedingsstoffen. De plant wordt op zijn beurt weer opgegeten door kleine herbivoren, die opgegeten wordt door de vos.

- Deze leerling neemt ten onrechte aan dat koolstof van de reducent via de bodem naar de plant gaat. De leerling heeft de misconceptie dat planten hun koolstof krijgen door het via hun wortels op te nemen.

Bij vraag 2

Wat aan de orde is in de vraag:

Processen: respiratie/celademhaling/verbranding, omzetting in diverse biomoleculen bij vertering en biosynthese.

Vaardigheid: de afkomst nagaan van de koolstof in een toppredator(*Tracing Carbon*)

Schaal: op organismaal niveau

(Vossen zijn carnivoren, wat wil zeggen dat zij hun koolstofatomen van andere dieren krijgen die hun prooi zijn. De koolstofmoleculen in de prooi worden verteerd, door het bloed getransporteerd en in de weefsels ingebouwd. Alle koolstofatomen in de vos zijn eens koolstofdioxide in de atmosfeer geweest. Koolstofdioxide wordt door planten gebruikt voor fotosynthese. Planten zijn gegeten door dieren in lagere trofische niveaus en die dieren zijn door de vos gegeten.)

Betekenis van leerlingen antwoorden

Deze vraag toetst of een leerling weet wat de bron van de materie is in het lichaam van een consument van de 2^{de} orde. Leerlingen moeten weten dat carnivoren vrijwel geen planten eten (soms wel fruit), dat ze veruit het grootste deel van hun gewicht verkrijgen doordat ze andere dieren eten, dat ze ingeademde koolstofdioxide niet assimileren, dat ze zuurstof inademen en water drinken, maar dat deze moleculen geen bijdrage leveren aan hun droge biomassa omdat ze het lichaam ook wel snel en volledig verlaten.

A % CO₂ dat gebruikt was door planten voor fotosynthese. Dit percentage moet (bijna) 100% zijn. Wanneer leerlingen een laag percentage invullen betekent het dat leerlingen niet begrijpen dat de bron van de organische koolstofverbindingen de planten zijn. Zij volgen de materie/koolstof dan niet ver genoeg terug in de voedselketen

B Het % van de koolstof die afkomstig is van dieren die de vos at moet ook (bijna) 100% zijn. Wanneer dat lager is begrijpen leerlingen niet dat de koolstofatomen die in de prooi zitten in de vos gebruikt worden voor de synthese van alle cellen/weefsels/organen.

C Wanneer leerlingen bij een percentage C afkomstig van O₂ meer dan 0/nul invullen hebben ze geen idee van behoud van materie. O₂ bevat geen C en O₂ kan geen C worden.

D Wanneer leerlingen hier een cijfer groter dan 0/nul invullen snappen ze niet dat de anorganische stoffen die planten uit de bodem opnemen bijna niets wegen en dat daar geen koolstofverbindingen bij zijn.

Bij vraag 3

Wat aan de orde is in de vraag:

Processen: respiratie / ademhaling / verbranding

Vaardigheid: het spoor nagaan van koolstof bij het schimmelen van brood

Schaal: op organismaal niveau

(De meeste studenten herkennen wel dat massa uit het brood omgezet wordt in massa van de schimmel. Maar enkele studenten geven zich er rekenschap van dat bij dat proces respiratie plaatsvindt waarbij de koolstofverbindingen uit het brood in gassen (koolstofdioxide) omgezet wordt.)

Betekenis van leerlingen antwoorden

De meeste leerlingen snappen dat dat er massa van het brood naar de groeiende schimmel gaat. Echter, maar enkele studenten geven zich rekenschap van het verlies van koolstof (als CO₂ in de atmosfeer wanneer de schimmel groeit) gedurende het proces waarbij in biomoleculen/organische C verbindingen uit het brood omgezet wordt in biomoleculen/organische C verbindingen in de schimmel.

Enkel leerlingen noemen onterecht het behoud van materie als de reden waarom het brood + de schimmel geen gewicht verliezen.

Voorbeeld leerling die A kiest

"Wanneer de schimmel het brood opeet, neemt het ook stoffen uit de lucht op en die worden ook onderdeel van de schimmel."

Deze leerling herkent dat de schimmel het brood als voedsel gebruikt en dat een deel van de massa van de schimmel uit het brood afkomstig is. Maar ze denken ook dat er stoffen uit de lucht opgenomen worden die bijdragen aan de groei.

Voorbeeld leerling die B kiest

"De schimmel gebruikte het brood voor energie om te groeien en het gewicht van de schimmel energie is gelijk aan het gewicht van het brood dat hij opgegeten heeft."

Deze leerling geeft zich mogelijk geen rekenschap van het feit dat energie vrij komt bij het proces van dissimilatie, waarbij koolstof in koolstofdioxide aan de atmosfeer wordt afgegeven. En dat assimilatie en dissimilatie tegelijkertijd plaatsvinden.

Voorbeeld van een leerling die C kiest.

Leerlingen die C kiezen denken dat materie energie kan worden of dat energie massa heeft.

Voorbeeld van een leerling die D kiest.

"Het gewicht neemt af want de schimmel gebruikt het brood als voedsel en zet het brood ook om in gasen."

Studenten die D kiezen hebben gelijk. Een deel van de C uit het brood wordt gebruikt voor het groeiproces en een deel wordt verbrand/gebruikt voor respiratie tijdens de groei en het onderhoud van de cellen.

Bij vraag 4

Wat aan de orde is in de vraag:

Processen: fotosynthese, biosynthese

Vaardigheid: het spoor nagaan van koolstof in een plant

Schaal: op organismaal niveau

(Voor het beantwoorden van deze vraag moeten leerlingen heel nauwkeurig nagaan wat de bron is van het gewicht/massa van een boom. Zij moeten het verband begrijpen tussen gewichtstoename en fotosynthese. Studenten beschouwen gas/CO₂ in het algemeen niet als iets dat massa heeft. De meeste studenten denken dat het meeste gewicht uit de bodem afkomstig is. Sommige studenten denken dat energie omgezet kan worden in massa)

Betekenis van leerlingen antwoorden

Dit probleem vraagt van leerlingen om heel precies na te gaan wat de bron is van alle stoffen in een boom. Ze moeten de relatie kennen tussen gewichtstoename/toename biomassa en de fotosynthese. Vaak zien leerlingen CO₂ niet als een bron die bijdraagt aan het gewicht/als iets wat massa heeft. De meerderheid van studenten denkt dat de gewichtstoename van een plant grotendeels van stoffen komt die via de wortels uit de grond zijn opgenomen (zij die A, B of D kiezen.)

Sommige studenten denken dat energie omgezet kan worden in materie (antwoord E)

Bij vraag 5

Wat aan de orde is in de vraag:

Processen: fotosynthese, respiratie en omzettingen van en in diverse organische stoffen

Vaardigheid: het spoor nagaan van koolstof in een plant

Schaal: op organismaal niveau

- 5A *In planten vindt cellulaire ademhaling plaats, waardoor CO₂ in de atmosfeer afgegeven wordt.*
- 5B *Glucose wordt gebruikt in de hele plant om andere organische moleculen te produceren. Daaronder bevinden zich moleculen die structuren vormen of een rol spelen bij de genetica,*
- 5C *Alle delen van een plant bevatten koolstof. Een insect krijgt zijn koolstof door het eten van organismen op lagere trofische niveaus, waaronder planten. De koolstof- (of organische) verbindingen die het insect eet worden verteerd, door het lichaam getransporteerd en ingebouwd in verschillende andere organische verbindingen.*
- 5D *Materie en energie zijn gekoppeld, maar niet uitwisselbaar. De verbindingen tussen koolstofverbindingen in een plant of dier bevatten chemische energie, maar koolstofverbindingen kunnen niet omgezet worden in energie.*
- 5E *Plantendelen die in de grond terecht komen worden in het algemeen afgebroken door bodemorganismen. Een deel van de koolstof dat deel was van de plant komt in de atmosfeer terecht als koolstofdioxide gedurende de afbraak, maar sommige koolstofatomen blijven achter in organische moleculen in de bodem en worden niet onmiddellijk afgebroken.)*

Betekenis van leerlingen antwoorden

Deze vraag toetst of studenten de verschillende bestemmingen van koolstof in een plant zien en of ze nauwkeurig de weg van een koolstofatoom kunnen volgen. Goede antwoorden zullen verklaringen op grond van processen bevatten.

Keuze A, B en C vragen begrip van atomaire/moleculaire veranderingen die de koolstof ondergaat (bijvoorbeeld moleculen zijn gemaakt van atomen, een koolstofatoom kan geen ander atoom worden, er zijn verschillende soorten moleculen die koolstof bevatten. D kan onthullen dat leerlingen denken dat materie omgezet kan worden in energie.

Om over voor keuze E te kiezen moeten studenten weet hebben van organische stof in de bodem en de rol van afbraak door reducenten in de koolstofkringloop.

Bij vraag 6

Wat aan de orde is in de vraag:

Processen: respiratie, gebruik van zetmeel door reducenten

Vaardigheid: systematisch nadenken over de weg van koolstof bij respiratie

Schaal: op moleculair niveau

- 6A C-, O- en H- atomen kunnen niet in andere soorten atomen omgezet worden
- 6B organische stoffen worden door reducenten als voedsel gebruikt
- 6C bij respiratie kunnen de C-atomen uit de zetmeelmoleculen gebruikt worden bij de vorming van koolstofdioxide
- 6D atomen kunnen niet worden omgezet in energie
- 6E bij respiratie kunnen de H-atomen uit de zetmeelmoleculen gebruikt worden bij de vorming van water