

Examen VWO

2019

tijdvak 1
maandag 13 mei
13.30 - 16.30 uur

biologie

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 39 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 71 punten te behalen.

Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

Als bij een open vraag een verklaring, uitleg of berekening vereist is, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg of berekening ontbreekt.

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

De eerste ademteug

De eerste ademteug na de geboorte is een spannend moment. Vooral bij een te vroeg geboren baby gaat ademen moeilijk en vaak moet dan worden beademd (afbeelding 1). Nieuwe behandelingen vergroten de overlevingskans van een te vroeg geboren baby.

afbeelding 1



Na de geboorte vindt er bij een baby een grote verandering in de manier van gaswisseling plaats. Vóór de geboorte werden zuurstof en koolstofdioxide via de placenta uitgewisseld. Meteen na de geboorte worden de longblaasjes voor het eerst volgezogen met lucht en gaat er meer bloed naar de longen.

Het duurt vaak even voordat een pasgeboren baby ademt. In die korte tijd neemt de adem prikkel steeds meer toe, waarna de ademhaling op gang komt.

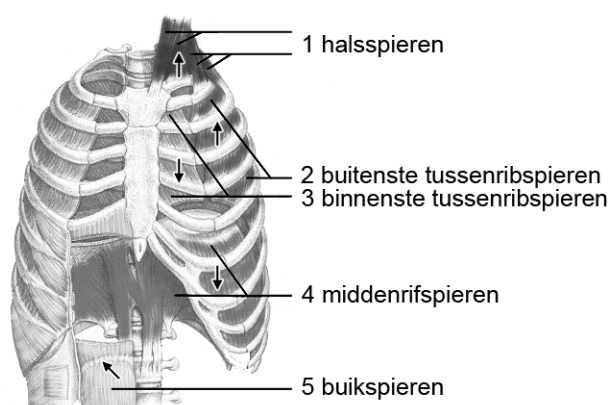
- 2p 1 Door welke veranderde bloedwaarde(n) wordt de adem prikkel sterker? Waar wordt deze verandering gemeten door de chemoreceptoren?

| veranderde bloedwaarde(n) | plaats chemoreceptoren |
|------------------------------------|------------------------|
| A alleen afname pO_2 | in de aorta |
| B alleen afname pO_2 | in de longaders |
| C toename pCO_2 en afname pO_2 | in de aorta |
| D toename pCO_2 en afname pO_2 | in de longaders |

Enkele spieren die betrokken zijn bij de longventilatie zijn in afbeelding 2 met een nummer aangeduid.

Met pijlen is aangegeven in welke richting de ribben bewegen als deze spiergroepen samentrekken. Ook de richting waarin het middenrif beweegt als de middenrifspieren samentrekken, is met een pijl aangegeven.

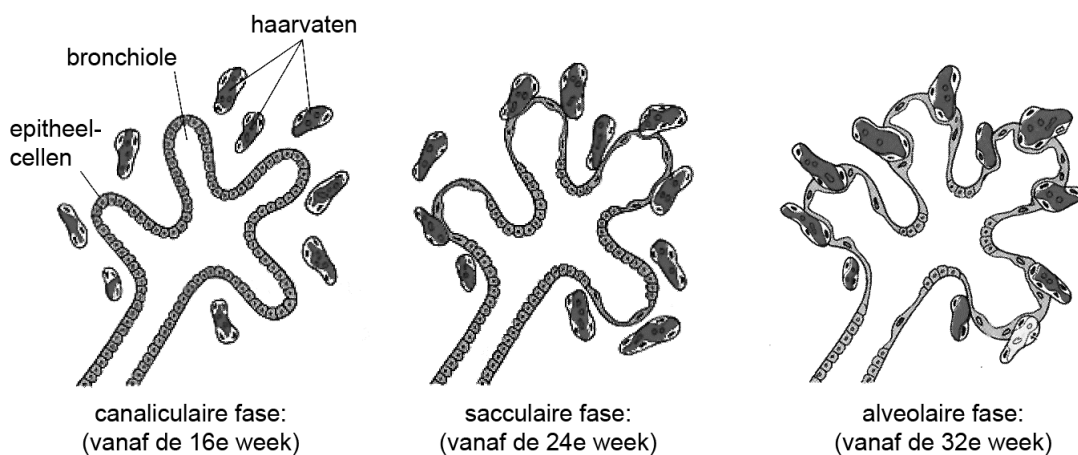
afbeelding 2



- 2p 2 Welke van deze ademhalingsspieren leveren een grote inspanning bij de eerste ademteug van een pasgeboren baby?
- A alleen 1 en 2
 - B alleen 3 en 4
 - C alleen 3 en 5
 - D alleen 1, 2 en 4
 - E alleen 1, 2 en 5
 - F alleen 3, 4 en 5

Hoe goed de gaswisseling verloopt na de geboorte is afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van de longen. In afbeelding 3 zijn de anatomische veranderingen van bronchioli (waaruit zich de longblaasjes ontwikkelen) in verschillende ontwikkelingsfasen weergegeven.

afbeelding 3



Vanaf de 26e week van de embryonale ontwikkeling wordt in de bronchioli een steeds grotere hoeveelheid surfactant geproduceerd. Surfactant is een mengsel van lipiden en eiwitten dat ervoor dient om de oppervlaktespanning in de longblaasjes te verlagen. Daardoor kunnen de longblaasjes makkelijker open blijven.

Bij een vroeggeboorte zijn de overlevingskansen voor een baby waarvan de longen in de sacculaire fase verkeren groter dan wanneer de longen nog in de canaliculaire fase zijn.

Een verklaring hiervoor is de verbeterde gaswisseling door veranderingen in de bouw van het longweefsel.

- 2p 3 Noteer twee veranderingen in de bouw van het longweefsel (afbeelding 3) die leiden tot een verbeterde gaswisseling in de sacculaire fase.

Een te vroeg geboren baby met ernstige ademhalingsproblemen wordt behandeld met behulp van een mechanisch beademingsapparaat. De klassieke manier van beademen is dat de longen worden volgepompt en weer leeggezogen. Bij het leegzuigen kunnen longblaasjes dichtklappen. Ook bij het volpompen kan er schade ontstaan aan de tere longblaasjes.

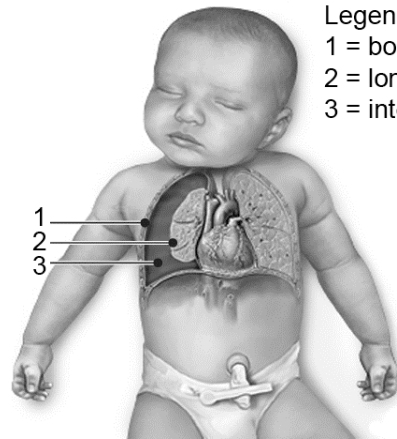
Mogelijke gevolgen van de klassieke mechanische beademing zijn dat longblaasjes knappen en het longvlies wordt geperforeerd. Hierdoor laat het longvlies los van het borstvlies. Er is dan een klaplong ontstaan (afbeelding 4).

Enkele longwaarden zijn:

- 1 restvolume
- 2 totale longvolume
- 3 vitale capaciteit

- 2p 4 Welke waarde is of welke waarden zijn bij een klaplong verminderd?
- A alleen 1
 - B alleen 2
 - C alleen 3
 - D alleen 1 en 3
 - E alleen 2 en 3
 - F 1, 2 en 3

afbeelding 4



Legenda:

- 1 = borstvlies
- 2 = longvlies
- 3 = interpleurale ruimte

Om beschadiging van de nog niet goed ontwikkelde longen te voorkomen, wordt bij voorkeur CPAP (continuous positive airway pressure, afbeelding 1) toegepast: via een maskertje wordt continu lucht met een licht verhoogde luchtdruk naar de longen gevoerd. CPAP-beademing vergemakkelijkt het vullen van de longblaasjes. Het belangrijkste effect heeft het inblazen van de lucht echter tijdens de uitademing: er is minder risico op beschadiging aan de longblaasjes van vroeggeborenen dan bij klassieke beademing.

- 1p 5 Waardoor voorkomt CPAP-beademing met name tijdens de uitademing schade?

Bij alle behandelingen moet zo steriel mogelijk gewerkt worden, omdat ook het immuunsysteem van een vroeggeboren baby nog niet goed ontwikkeld is.

De vroeggeborene bezit minder monocytten (voorlopers van macrofagen) dan een voldragen baby.

- 2p 6 Leg uit dat als gevolg hiervan zowel de aspecifieke als de specifieke afweer minder goed is dan die van een voldragen baby.

Mambagif als pijnstiller

De zwarte mamba (*Dendroaspis polylepis*, afbeelding 1) is de giftigste slang van Afrika. Met een snelle beet injecteert zij een gifcocktail die een mens binnen 20 minuten kan doden.

afbeelding 1



Als je wordt gebeten door de zwarte mamba, moet je zo snel mogelijk een antiserum toegediend krijgen. Antiserum wordt verkregen uit dieren, vaak paarden, die geïmmuniseerd zijn door een injectie met het slangengif. Nadat je antiserum toegediend hebt gekregen, kan echter een allergische reactie ontstaan.

Een aantal processen van het afweersysteem zijn:

- 1 activatie van cytotoxische T-cellen
- 2 sensibilisatie van mestcellen
- 3 afgifte van mediators

2p 7 Welke van deze processen kan of welke kunnen betrokken zijn bij het ontstaan van een allergische reactie?

- A alleen 1
- B alleen 2
- C alleen 3
- D alleen 1 en 2
- E alleen 2 en 3
- F 1, 2 en 3

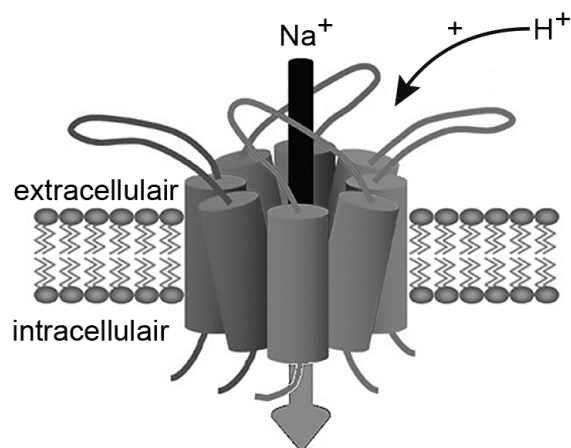
Onderzoekers van het Moleculair en Cellulair Farmacologisch Instituut in Valbonne (Frankrijk) vonden twee krachtige pijnstillende eiwitten in het gif van de mamba.

Pijn heeft een functie bij het beperken of vermijden van lichaamsschade en wordt veroorzaakt door stimulering van uiteinden van speciale sensorische neuronen. Deze pijnreceptoren kunnen reageren op thermische prikkels (hitte, kou), mechanische prikkels (aanraking, druk) en chemische prikkels. Wanneer pijnreceptoren worden gestimuleerd beschrijven mensen de pijn óf als een snelle, kortdurende scherpe pijn óf als een langdurige zeurende pijn. Scherpe pijn wordt ervaren bij stimulatie van $A\delta$ -receptoren. Dit type pijn is niet voelbaar in de meeste diepliggende weefsels en organen. De zeurende pijn wordt ervaren bij stimulering van C-receptoren, bijvoorbeeld als gevolg van een ontsteking. Deze pijnreceptoren komen zowel in de huid als in de dieper liggende organen voor.

- 2p 8 Leg uit, aan de hand van een voorbeeld, waarom het functioneel is dat aan de lichaamsoppervlakte vooral $A\delta$ -receptoren aanwezig zijn.

ASIC-kanalen (acid sensing ion channels, afbeelding 2) in het membraan van bepaalde neuronen zijn betrokken bij het genereren van pijnsignalen. Beschadigde cellen scheiden protonen (H^+) uit. Deze protonen kunnen pijn opwekken doordat ze ASIC-kanalen van pijnreceptoren openen.

afbeelding 2

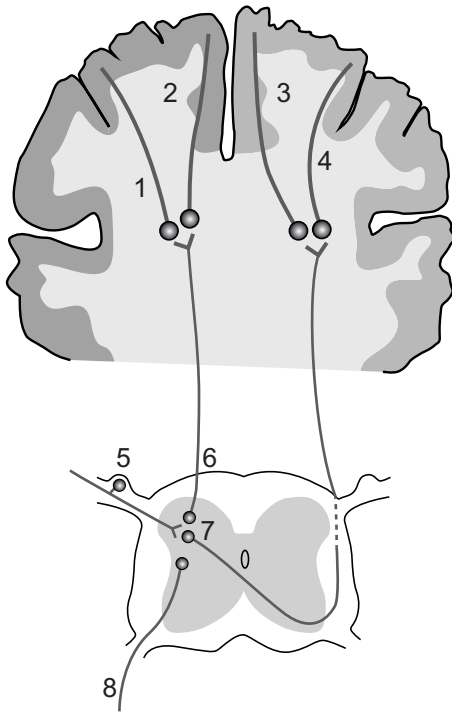


Als je door een slang in je hand gebeten wordt, doet dat pijn doordat in de pijnreceptoren impulsen ontstaan die via sensorische neuronen en schakelcellen naar de hersenen worden geleid.

- 2p 9 Hoe leidt zo'n slangenbeet op celniveau tot het ontstaan van een impuls?
- A Instroom van H^+ -ionen leidt tot hyperpolarisatie van pijnreceptoren.
 - B Instroom van H^+ -ionen leidt tot depolarisatie van pijnreceptoren.
 - C Instroom van Na^+ -ionen leidt tot hyperpolarisatie van pijnreceptoren.
 - D Instroom van Na^+ -ionen leidt tot depolarisatie van pijnreceptoren.

Een dwarsdoorsnede door de grote hersenen en een dwarsdoorsnede door het ruggenmerg zijn schematisch weergegeven in afbeelding 3. Een aantal neuronen is aangegeven met de nummers 1 tot en met 8.

afbeelding 3



Na een slangenbeet in de rechterhand worden impulsen naar de hersenen geleid.

- 2p 10 Welke baan volgen de impulsen na opwekking in een pijnreceptor in de hand tot aan de pijngewaarwording? Schrijf de drie nummers die deze baan aangeven (in afbeelding 3) in de juiste volgorde op.

Welk type pijn ervaren wordt, kan het best worden onderzocht bij mensen, maar dat stuit op bezwaren. Daarom vindt in eerste instantie dierexperimenteel onderzoek plaats, met een beperkt bruikbaar resultaat.

- 1p 11 Waardoor is het resultaat van dierexperimenteel onderzoek naar pijnbeleving beperkt bruikbaar?

Om hevige pijn te onderdrukken wordt in het ziekenhuis soms morfine toegediend, maar morfine heeft een aantal vervelende bijwerkingen. In slangengif van de zwarte mamba vond de Franse onderzoeksgroep een alternatief voor morfine. Het slangengifewit mambalgine blijkt pijn bij muizen te onderdrukken, zonder zichtbare bijwerkingen.

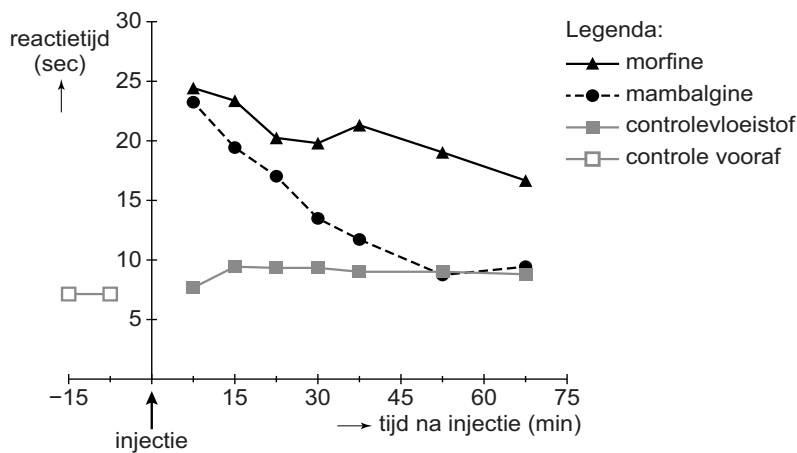
De onderzoekers bestudeerden de werking van dit mambalgine in een experiment met muizen. De muizen werden in drie groepen verdeeld die alle een injectie in de hersenvloeistof kregen:

- Groep 1 kreeg een oplossing met 31 nanomol morfine.
- Groep 2 kreeg een oplossing met 0,34 nanomol mambalgine.
- Groep 3 kreeg een controlevloeistof ingespoten.

Na de injectie werd op verschillende tijdstippen aan de staart van de muizen een pijnprikkel toegediend. Vervolgens werd genoteerd hoe snel de muizen daarop reageerden door hun staart terug te trekken.

De resultaten van deze proef zijn weergegeven in afbeelding 4.

afbeelding 4



Bij de muizen is op twee tijdstippen vóór het toedienen van een injectie de terugtrekreactie van de staart genoteerd.

Over deze twee extra metingen worden drie beweringen gedaan:

- 1 Daarmee kun je controleren of het injecteren zelf een verandering in de terugtrekreactie geeft.
- 2 Daarmee kun je controleren of de toegediende prikkel een meetbaar effect heeft.
- 3 Daarmee kun je bepalen wat de (gemiddelde) ‘basissnelheid’ is van de terugtrekreacties.

2p 12 Zet de drie nummers onder elkaar op je antwoordblad en noteer erachter of de bewering **wel** of **niet** een doel kan zijn van de extra metingen.

Twee beweringen naar aanleiding van het muizenexperiment zijn:

- 1 Morfine heeft een sterker pijnstillend effect dan eenzelfde dosering mambalgine.
- 2 De pijnstilling door morfine is van kortere duur dan de pijnstilling door mambalgine.

- 2p **13** Welke bewering wordt door het experiment ondersteund?
- A** geen van beide
 - B** alleen 1
 - C** alleen 2
 - D** zowel 1 als 2

Als mambalgine een nieuw medicijn bij pijnbestrijding wordt, is het nodig om het grootschalig te produceren. Dit kan door het mambalgine-gen in te brengen in het genoom van een bacterie. Vervolgens zou deze bacterie onder gecontroleerde omstandigheden mambalgine kunnen produceren. Het DNA dat daartoe moet worden ingebouwd is een genconstruct dat onder andere cDNA (copy-DNA) van het mambalgine-gen omvat.

Het cDNA wordt verkregen door van mambalgine-mRNA, met behulp van het enzym reverse transcriptase, mambalgine-cDNA te maken.

- 2p **14**
- Wordt hiervoor pre-mRNA of rijp mRNA (na splicing) gebruikt?
 - Verklaar je keuze.

Voor het maken van het recombinant-DNA zijn levende cellen uit de gifklier van een slang nodig.

- 1p **15** Waardoor zijn alleen cellen uit de gifklier bruikbaar?

Aziatische genen verbeteren het Europees vleesvarken

Veel gunstige eigenschappen van het Europees vleesvarken zijn afkomstig van Chinese zeugen. Deze eigenschappen werden ingekruist om het Europese varkensras te verbeteren.

Na het ontstaan van het wild zwijn (*Sus scrofa*), ongeveer 4 miljoen jaar geleden, heeft deze voorouder van onze vleesvarkens zich vanuit Zuidoost-Azië over Eurazië verspreid. Domesticatie van varkens heeft zo'n 10.000 jaar geleden zowel in Europa als in Azië plaatsgevonden. Het huidige Europees vleesvarken (*Sus scrofa domesticus*) is ongeveer 200 jaar geleden ontstaan in het Verenigd Koninkrijk. De Engelse varkenshouders haalden destijds zeugen uit China die vruchtbaarder en vetter waren en kruisten die met hun eigen varkens. Dankzij de Aziatische genen produceren onze vleesvarkens nu meer biggetjes en beter vlees. In afbeelding 1 is dit in een vereenvoudigd cladogram weergegeven.

afbeelding 1



- 2p 16 Welke term is van toepassing op het verkrijgen van nieuwe eigenschappen in het Europees vleesvarken, weergegeven door de pijl in afbeelding 1?
- A emergente eigenschap
 - B flessenhalseffect
 - C founder effect
 - D genetic drift
 - E gene flow
 - F mutatie

De gedomesticeerde Aziatische en Europese varkensrassen leefden geografisch gescheiden van elkaar tot de mens ze bij elkaar bracht.

- 2p 17 Beschrijf twee manieren waarop de grote uiterlijke verschillen tussen deze twee varkensrassen kunnen zijn ontstaan.

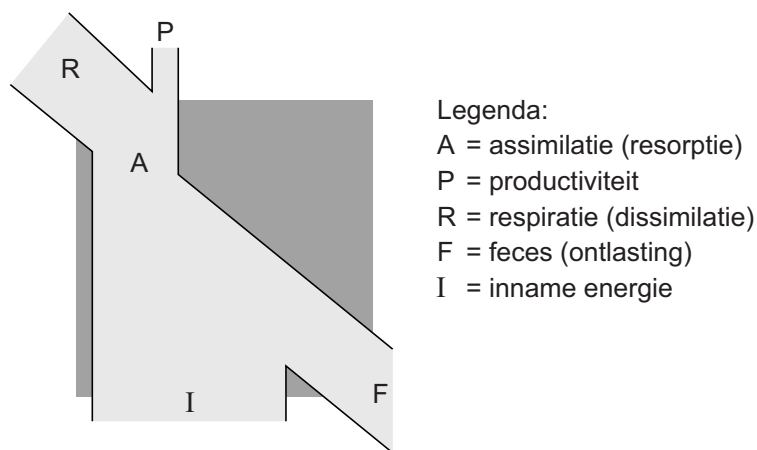
Gedomesticeerde dierenrassen hebben meestal een geringere genetische variatie dan populaties in het wild.

Uit onderzoek blijkt dat de genetische variatie bij het Europees vleesvarken juist groot is.

- 1p 18 Beschrijf aan de hand van een voorbeeld dat genetische variatie voordelig kan zijn voor de vleesvarkenproductie.

In afbeelding 2 is een energiestroomschema weergegeven dat voor vleesvarkens gebruikt kan worden. Hierin zijn vijf componenten met een letter aangegeven.

afbeelding 2



De voedsel-naar-vlees-conversiefactor geeft aan welk deel van de energie in het varkensvoer wordt omgezet in varkensvlees.

Door gericht fokken heeft het huidige vleesvarken een heel gunstige conversiefactor gekregen, onder andere doordat component R kleiner is geworden.

- 1p 19 Licht toe hoe door gericht fokken op een specifieke eigenschap component R kleiner kan worden.

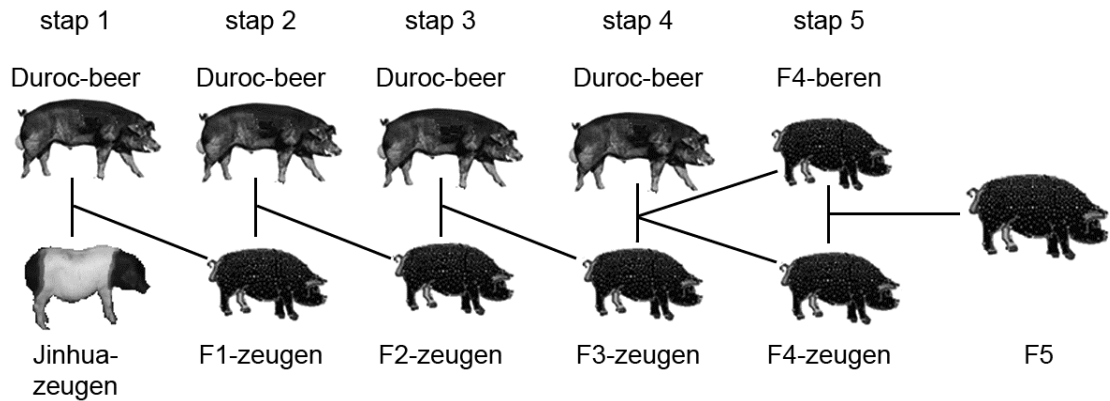
Als een varkenshouder streeft naar een bepaalde combinatie van eigenschappen kan dit bemoeilijkt worden door gekoppelde overerving. Tijdens de meiose kan de koppeling van genen verbroken worden.

- 1p 20 Door welk proces tijdens de meiose kan recombinatie van gekoppelde genen plaatsvinden?

In Japan is de vlees kwaliteit van het hoogproductieve varkensras Duroc verbeterd door genen van het Jinhua-varken in te kruisen. Jinhua-varkens hebben mals vlees, maar zijn weinig productief.

In afbeelding 3 is weergegeven hoe door kruising en terugkruising op de klassieke manier het varkensras veredeld kan worden.

afbeelding 3



- Stap 1: kruising tussen een Duroc-beer (mannelijke) en Jinhua-zeugen (vrouwelijke) om een 'hybride' F1-generatie te produceren.
- Stap 2: van deze F1 worden de zeugen gebruikt om terug te kruisen met een andere Duroc-beer. Uit deze kruising ontstaat een F2.
- Stap 3 en 4: het terugkruisen met een Duroc-beer wordt nog twee keer herhaald en levert een groep F4-beren en F4-zeugen op.
- Stap 5: de F4 wordt onderling gekruist.

In de uitwerkbijlage staat een vereenvoudigde versie van het kruisingsschema (afbeelding 3), waarin de gebruikte individuen en groepen varkens zijn weergegeven als rondjes.

Een zwart rondje betekent dat dit varken of deze groep varkens een 100% Jinhua-genoom heeft, een wit rondje betekent een 100% Duroc-genoom. In het schema is het genoom van de dieren bij stap 1 en stap 2 al ingevuld.

- 2p 21 Vul het schema aan zodat van elk varken en van elke groep varkens duidelijk wordt welk deel van het genoom (gemiddeld) afkomstig is van het ras Jinhua en welk deel (gemiddeld) afkomstig is van het ras Duroc. Ga ervan uit dat elk chromosoom evenveel kans heeft om aan de volgende generatie te worden doorgegeven.

- 2p **22** Is het mitochondriaal DNA in de cellen van de varkens van de F5-generatie (afbeelding 3) afkomstig van het ras Duroc?
- A nee
 - B in sommige cellen wel en in andere cellen niet
 - C bij sommige individuen wel en bij andere individuen niet
 - D ja, in alle cellen van alle individuen

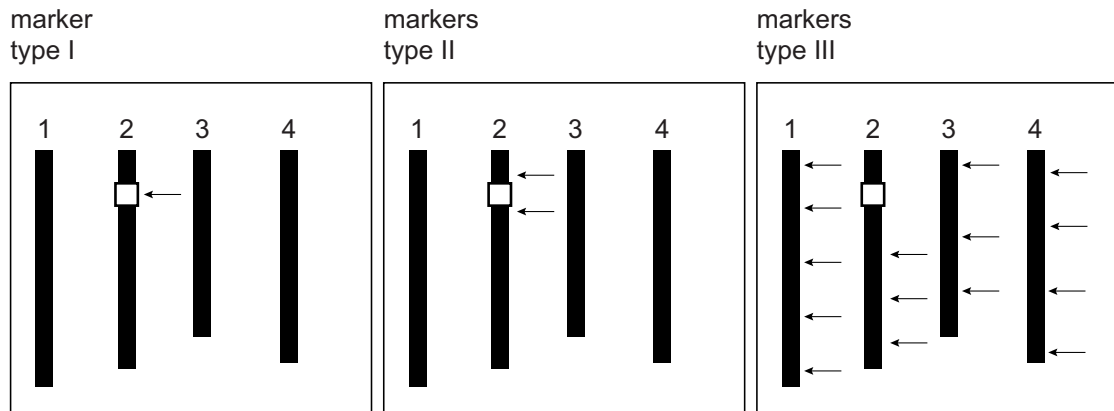
Tegenwoordig kunnen eigenschappen van een ander ras dankzij DNA-technieken efficiënter ingekruist worden dan voorheen. Een recent voorbeeld komt uit Japan. De malsheid van varkensvlees wordt bepaald door een complex van genen op chromosoom 2 van het varkensgenoom. De Japanse onderzoekers voerden een serie kruisingen uit waarbij ze de zeugen selecteerden op basis van een DNA-test. Met behulp van genetische markers (bepaalde stukjes DNA of genen) selecteerden ze zeugen die de gewenste 'malsheidgenen' van het Jinhua-ras hadden, maar waarin het Duroc-genoom maximaal behouden was.

Bij de beschreven Japanse veredelingsmethode om malsheid te verbeteren in een hoogproductief varkensras, werd voor de selectie gebruikgemaakt van een DNA-techniek met markers. Dit werd gedaan omdat het heel lastig is om op malsheid te veredelen als het genotype voor malsheid van de varkens niet bekend is.

- 1p **23** Verklaar waarom het lastig is deze veredeling uit te voeren op basis van fenotype.

Om alléén de malsheidgenen uit het Jinhua-genoom in het Duroc-genoom in te kruisen en voor de rest het Duroc-genoom zo veel mogelijk te behouden, zijn voor stap 3, 4 en 5 van het kruisings-programma (afbeelding 3) individuen geselecteerd op basis van genetische markers in het DNA. In afbeelding 4 zijn schematisch vier chromosomen van het varkens-genoom weergegeven. Met een wit blokje is de doelwitlocus op chromosoom 2 aangegeven: hier ligt het complex van genen dat de malsheid van het vlees bepaalt. Met pijltjes is de plaats van de verschillende markers aangegeven.

afbeelding 4



De drie typen markers (I, II, III), hebben elk een eigen selectiedoel. Dieren werden alleen gebruikt om mee verder te fokken als alle drie de typen markers aangetoond konden worden.

- 3p 24 – Zet de markers type I, type II en type III – met een tussenregel – onder elkaar op je antwoordblad en noteer erachter met welk doel het betreffende markertype wordt gebruikt.
- Noteer ook bij elk markertype of het wordt gebruikt om DNA van **Jinhua** of van **Duroc** aan te tonen.

De Japanse onderzoekers hadden de malsheidgenen uit het Jinhua-DNA ook met behulp van recombinant-DNA-techniek in het genoom van een Duroc-varken kunnen brengen.

- 2p 25 Is het malse vlees van zo'n Duroc-varken dan te beschouwen als genetisch gemodificeerd? En is het dier dan cisgeen, transgeen of geen van beide?

| | vlees genetisch gemodificeerd? | dier cisgeen of transgeen? |
|---|--------------------------------|----------------------------|
| A | nee | geen van beide |
| B | nee | cisgeen |
| C | nee | transgeen |
| D | ja | geen van beide |
| E | ja | cisgeen |
| F | ja | transgeen |

Diarreebacterie slaat toe door antibioticagebruik

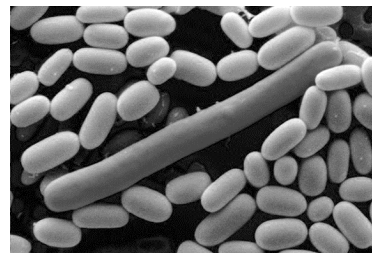
Veel gezonde mensen dragen de darmbacterie *Clostridium difficile* bij zich zonder er last van te hebben. Bij ziekenhuispatiënten kan deze bacterie echter een levensgevaarlijke diarree veroorzaken die lastig te genezen is. Ziekenhuizen treffen maatregelen om besmetting op te sporen en te voorkomen.

Clostridium difficile is een anaerobe bacteriesoort die ongunstige omstandigheden kan overleven in de vorm van sporen (afbeelding 1). Sommige *C. difficile*-stammen produceren toxische eiwitten.

Door deze toxines gaan epitheelcellen van het dikkedarmslijmvlies dood, wat leidt tot een hardnekkige diarree die CDAD (*Clostridium difficile* associated diarrhea) wordt genoemd.

De bacterie slaat vooral toe bij mensen die breed spectrum-antibiotica gebruiken. Deze antibiotica zijn werkzaam tegen verschillende bacteriën en worden veel toegepast in ziekenhuizen.

afbeelding 1



C. difficile met sporen

De bouw en werking van onderdelen van het spijsverteringsstelsel vormen bij een gezond mens een natuurlijke bescherming tegen ziekteverwekkende bacteriën zoals *C. difficile*.

- 2p 26 Beschrijf van deze bescherming:
- een werkingsmechanisme op moleculair niveau;
 - een ander werkingsmechanisme op orgaan- of orgaanstelselniveau.

In de dikke darm leven honderden verschillende soorten symbiotische bacteriën, de zogenaemde darmflora. Commensalisme, mutualisme en parasitisme zijn verschillende vormen van symbiose.

- 2p 27 Welke vormen van symbiose kunnen bestaan tussen darmbacteriën en de mens?
- A alleen commensalisme en mutualisme
 - B alleen commensalisme en parasitisme
 - C alleen mutualisme en parasitisme
 - D commensalisme, mutualisme en parasitisme

De darmbacteriën die deel uitmaken van een gezonde darmflora dragen bij aan de bescherming tegen ziekteverwekkende bacteriën.

C. difficile is bij veel mensen aanwezig in de darmflora, zonder ziekteverschijnselen te veroorzaken.

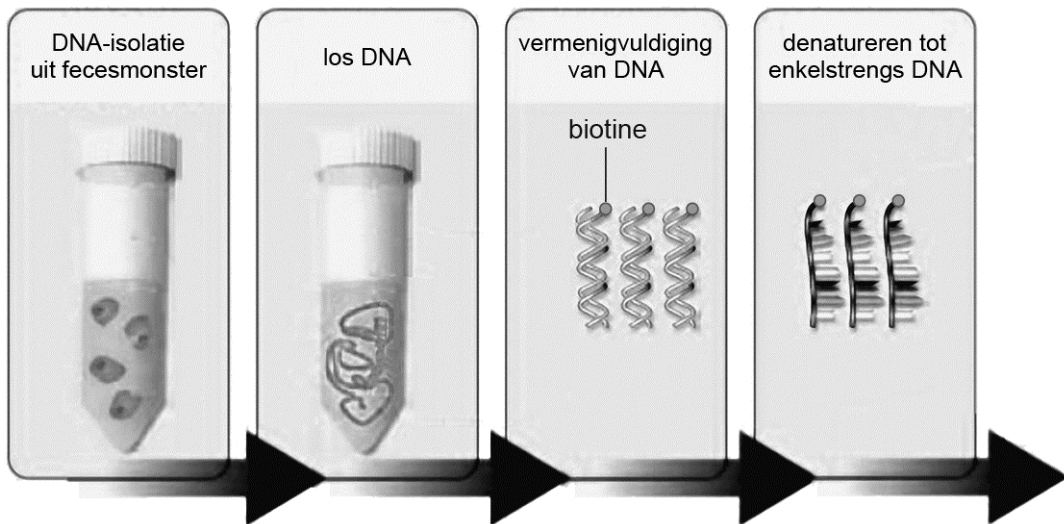
- 2p 28 Leg uit dat door een bepaalde eigenschap van *C. difficile* het gebruik van breed spectrum-antibiotica bij ziekenhuispatiënten een gevaarlijke vermeerdering van juist deze bacterie in hun darmen mogelijk maakt.

De toxinen van *C. difficile* beschadigen in darmepitheelcellen het buitenmembraan van de mitochondriën. Dit leidt tot apoptose van deze darmcellen en dus tot verlies van darmepitheel.

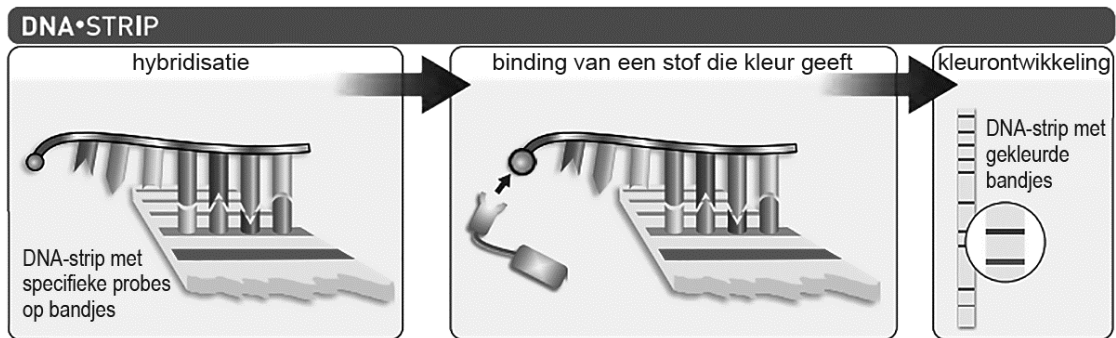
- 2p 29 Hoe leidt deze schade aan de mitochondriën tot apoptose?
- A Cytochroom-c komt in het cytoplasma terecht en activeert enzymen die het DNA afbreken.
 - B H^+ -ionen komen in het cytoplasma terecht, waardoor de cel verzuurt.
 - C NADH en $FADH_2$ komen in het cytoplasma terecht, waardoor geen ATP meer kan worden gevormd.

Bij het vermoeden van een *C. difficile*-infectie wordt de ontlasting (feces) van de patiënt onderzocht op aanwezigheid van de bacterie en/of de toxinen. Daarnaast is er een DNA-strip ontwikkeld waarmee specifieke genen van *C. difficile* in het fecesmonster opgespoord kunnen worden. Het gaat om de genen die coderen voor toxine A, toxine B en voor binair toxine, en verder om bepaalde regulatorgenen (die de hoeveelheid toxine reguleren) en het resistentie-gen tegen het antibioticum moxifloxacin. Voorafgaand aan deze test wordt het fecesmonster geprepareerd, zoals schematisch is weergegeven in afbeelding 2. Daarbij worden DNA-strengen geproduceerd waaraan een biotinmolecuul (aan de 5'-kant van de primer) is gebonden. Hierna vindt de eigenlijke test plaats met een DNA-strip, zoals weergegeven in afbeelding 3.

afbeelding 2



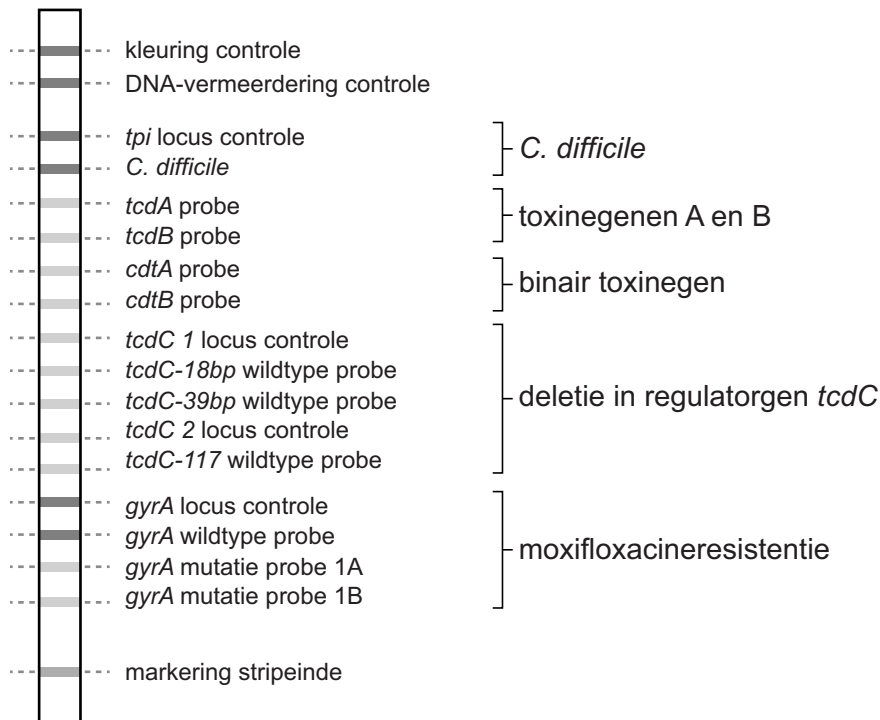
afbeelding 3



- 2p 30 – Noteer de naam van de methode (afbeelding 2) waarmee het DNA kunstmatig wordt vermenigvuldigd.
- Beschrijf de functie van de biotine in deze test (afbeelding 3).
- 2p 31 Welke bindingen worden gevormd tijdens de hybridisatie (stap 1 in afbeelding 3)?
- A deoxyribose-fosfaatbindingen
 - B peptidebindingen
 - C waterstofbruggen

Het resultaat van zo'n test met een DNA-strip is in afbeelding 4 als voorbeeld weergegeven, met daarbij aangegeven de plaats en betekenis van de verschillende bandjes.

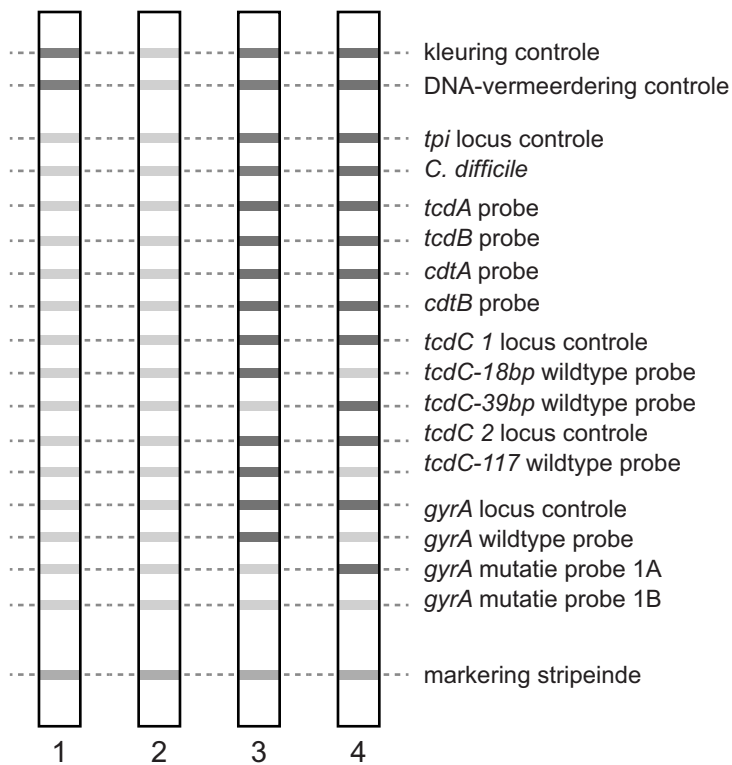
afbeelding 4



In dit voorbeeld zijn zes bandjes donker gekleurd. Daaruit blijkt dat in het fecesmonster van de patiënt een ongevaarlijke stam van *C. difficile* zit, die gevoelig is voor het antibioticum moxifloxacine.

Van vier patiënten met diarree wordt de ontlasting onderzocht met de DNA-striptest. De testuitslagen (bandjespatronen 1, 2, 3 en 4) van deze patiënten zijn in afbeelding 5 weergegeven.

afbeelding 5



De testuitslagen leiden tot vier diagnoses van de bijbehorende patiënten, die hieronder in willekeurige volgorde zijn weergegeven.

P: Bij deze patiënt wordt de diarree niet veroorzaakt door *C. difficile*.

Q: Deze patiënt is besmet met een pathogene stam van *C. difficile*, die bestreden kan worden met moxifloxacin.

R: Deze patiënt is besmet met een pathogene, moxifloxacin-resistente stam van *C. difficile*.

S: Van deze patiënt is de test onbetrouwbaar.

2p **32** Zet de letters van de patiënten (P, Q, R en S) onder elkaar op je antwoordblad en koppel elke patiënt aan een van de testuitslagen (nummer 1, 2, 3 of 4).

Het VU Medisch Centrum in Amsterdam treft extra maatregelen om een uitbraak van *C. difficile* te voorkomen. Daar 'werkt' de beagle Cliff (afbeelding 6), een speurhond die ruikt of een patiënt besmet is met *C. difficile*.

Cliff is getraind om naast (het bed van) een besmette patiënt te gaan zitten.

afbeelding 6



Testen met hond Cliff gaat veel sneller dan de test met de DNA-strip, waardoor de behandeling van de patiënt ook snel kan beginnen.

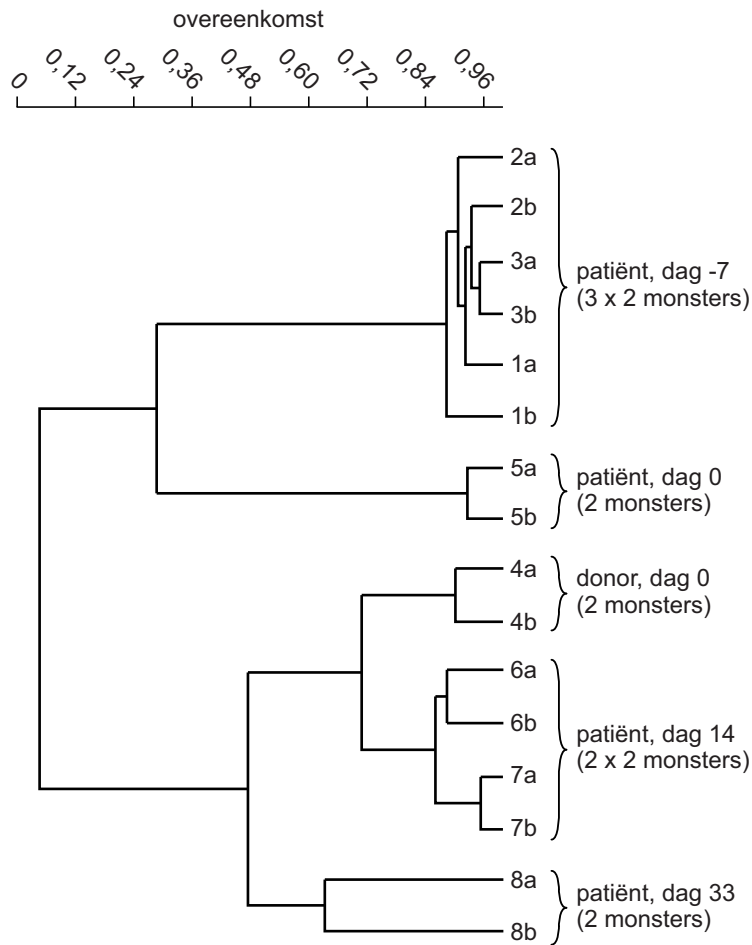
1p 33 Noteer nog een biomedisch voordeel van het gebruik van Cliff om *C. difficile* in het ziekenhuis op te sporen.

Bij patiënten met hardnekkige CDAD is fecestransplantatie bijzonder effectief gebleken. Hierbij wordt na een darmspoeling een fecessuspensie van een gezonde donor via een katheter rechtstreeks in de dunne darm gebracht. In een vakblad wordt de succesvolle fecestransplantatie beschreven van een vrouw die al acht maanden leed aan zeer ernstige CDAD. Ze kreeg een eenmalige transplantatie met feces van haar echtgenoot.

Aan de hand van genetische vingerafdrukken van haar darmflora en die van het transplantaat kon het resultaat gevolgd worden. Daartoe zijn op verschillende momenten vóór en na de transplantatie in totaal acht fecesmonsters verzameld van haarzelf (de patiënt) en haar man (de donor). Elk monster, genummerd 1 tot en met 8, werd twee keer geanalyseerd (a en b).

De resultaten zijn weergegeven in het dendrogram van afbeelding 7. Het dendrogram toont de mate van genetische overeenkomst tussen de monsters.

afbeelding 7



De behandeling was succesvol, want twee dagen na de transplantatie had de vrouw weer vaste ontlasting. In het dendrogram is het effect van de behandeling op de darmflora terug te zien.

2p **34** Beschrijf hoe uit het dendrogram blijkt dat de behandeling succesvol was.

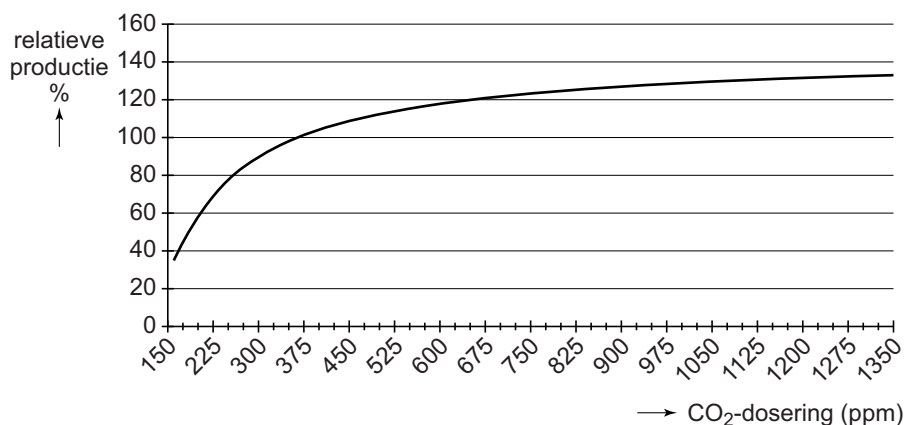
Kas vol koolstofdioxide

Moderne tomatenteeltbedrijven maken gebruik van complexe regelsystemen die alle factoren voor de plantengroei optimaal houden. Wat optimaal is, wordt bepaald door wetenschappelijk onderzoek en de praktijkervaring van telers.

Een teler probeert in zijn kassen de productie van tomaten zo hoog mogelijk te maken door onder meer de temperatuur en de CO₂-concentratie te reguleren. In een gesloten kas kan de CO₂-concentratie dalen en daarmee de productie. Door in de zomer te ventileren wordt het niet te warm en blijft het CO₂-gehalte op peil. In de winter wordt aardgas verstoekt voor verwarming en het daarbij gevormde CO₂ naar de kas geleid.

De invloed van de CO₂-concentratie op de productie van tomatenplanten in experimenteerkassen is weergegeven in afbeelding 1. De productie bij de CO₂-concentratie van de buitenlucht is op 100% gesteld.

afbeelding 1



In de experimenteerkassen blijkt een verhoging van de CO₂-dosering boven de 1000 ppm nauwelijks te leiden tot een verdere verhoging van de opbrengst aan tomaten.

- 3p 35
- Noteer twee andere abiotische factoren die dan beperkend kunnen zijn voor de opbrengst van de planten.
 - Beschrijf hoe een onderzoeker die beschikt over een aantal experimenteerkassen kan onderzoeken welke van de twee genoteerde factoren beperkend is.

In de tomatenteelt betekent 'productie' het aantal kilogram tomaten per oppervlakte in een bepaalde tijd. Dat is heel wat anders dan de in de ecologie gebruikte term netto primaire productie (NPP).

- 2p **36** Waarin verschilt de door de telers gebruikte term productie van tomaten in een kas van het begrip NPP in dezelfde kas? Noteer twee aspecten.

Twee sectoren in de tomatenteelt zijn:

- 1 de gangbare teelt, waarbij de planten op steenwol groeien in een oplossing met voedingszouten
- 2 de biologische teelt, waarbij de planten groeien in aarde die regelmatig met compost wordt bijgemest

Om een even hoog CO₂-gehalte in de kas te handhaven hoeft bij de biologische teelt minder CO₂ toegevoegd te worden dan bij de gangbare teelt.

- 1p **37** Geef hiervoor een verklaring.

Uitrolbare schermen kunnen warmteverlies in de kas verminderen als het buiten koud is. Deze schermen worden ook gebruikt om op zomerse dagen de felle zonnestraling te temperen.

Bij te veel zonnestraling op zomerse dagen is er kans op opbrengstverlies als gevolg van een beperkte CO₂-opname van de planten.

- 2p **38** Leg uit waardoor de CO₂-opname van de planten op een warme zomerse dag wordt beperkt.

Gewoonlijk doseren tomatentelers de CO₂-concentratie in de kas tussen 800 en 1000 ppm. Onderzoekers van Wageningen University & Research hebben in twee experimenteerkassen de CO₂-dosering in de loop van de teeltperiode gehalveerd en het effect op de productie van tomaten onderzocht. Tegen de verwachting in bleek de productie vrijwel gelijk te blijven.

Bij nader onderzoek bleek dat bij de gehalveerde CO₂-dosering het aantal huidmondjes per cm² bladoppervlak in de loop van het groeiseizoen groter was geworden.

- 2p **39** Leg uit hoe de plant hierdoor de lagere CO₂-dosering kan compenseren. Gebruik in je antwoord een van de factoren uit de wet van Fick die de diffusiesnelheid beïnvloeden.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.