



De beste koeien

Een boer met keuzestress



Doelgroep

havo 4/5



Vak

Biologie



Duur

2 lesuren



Vaardigheden

Onderzoeksvaardigheden
Pipetteren

Deze docentenhandleiding is een toelichting bij de les 'De beste koeien: Een boer met keuzestress'. Deze les is een onderdeel van WisMon's Schoollabs. De lessen in deze leerlijn sluiten aan bij de vakleerdoelen van het SLO en de syllabus van het CvTE.

In deze les adviseren leerlingen een boer over de aanschaf van melkvee. Ze bepalen van een aantal dieren het genotype voor kappa-caseïne. Dit is een melkeiwit dat belangrijk is voor het stremmen van melk tijdens de productie van kaas. Hierbij gebruiken ze hun kennis over DNA, voeren ze zelf een gelelektroforese uit en trekken ze conclusies uit hun resultaten.

Inhoudsopgave

Didactische verantwoording.....	blz 3
Lesopzet.....	blz 4
Vorbereiding practicum.....	blz 5
Begeleiding practicum.....	blz 7
Antwoordmodel.....	blz 8
Achtergrondinformatie.....	blz 10
Bijlage I: Gelelektroforese.....	blz 11

Didactische verantwoording



Leerdoelen

- » Leerlingen maken kennis met de genetica achter melkeiwitproductie bij melkvee.
- » Leerlingen kunnen hun kennis over DNA en erfelijkheid toepassen in een nieuwe context.
- » Leerlingen kunnen een experiment met gelelektroforese uitvoeren en begrijpen.
- » Leerlingen kunnen uit hun resultaten conclusies trekken en een advies uitbrengen.



Aansluiting syllabus

Deze les sluit aan bij de volgende subdomeinen en deelconcepten uit de syllabus biologie havo van het College voor Toetsen en Examens (CvTE):

- » A5. Onderzoeken
- » C1. Zelforganisatie van cellen: DNA
- » E4. Erfelijke eigenschap: gen, allel, genotype, fenotype, monohybride kruising

Benodigde voorkennis

Voorafgaand aan het practicum is het belangrijk dat leerlingen enige voorkennis hebben over de bouw van DNA, erfelijkheid, monohybride kruisingen en gelelektroforese. Mocht dit nog niet in de reguliere lessen aan bod zijn gekomen, dan raden wij aan dit voor het practicum te behandelen. Voor gelelektroforese kun je hierbij Bijlage I op blz. 11 gebruiken.

Inbedding curriculum

Deze les kan worden ingezet als vervanging van een (theorie)les over gelelektroforese, of als aanvulling hierop.

Moleculaire biologie

Moleculaire biologie is de afgelopen jaren een steeds belangrijker deel geworden van het biologiecursus. De bijbehorende DNA-technieken kunnen worden ervaren als abstracte, lastige onderwerpen als deze puur theoretisch worden behandeld. Als leerlingen de technieken echter zelf kunnen uitvoeren, zoals in dit practicum, zullen zij het gemakkelijker begrijpen en onthouden.

Organisatieniveaus

Cruciaal voor een goed begrip van moleculaire biologie is het leggen van de link tussen de verschillende organisatieniveaus van de biologie: welk effect hebben moleculaire processen op het organisme? Hier wordt in WisMon's Schoollabs continu naar gestreefd.

Concept-contextmethode

Elk practicum van WisMon's Schoollabs is gekoppeld aan een relevante context, waardoor het nut van de DNA-technieken meteen duidelijk wordt. De practica sluiten daarom naadloos aan bij de concept-contextmethode die de afgelopen jaren in het voortgezet biologietoelichting is geïmplementeerd. Deze methode houdt in dat concepten uit de lesstof gekoppeld worden aan een maatschappelijke context. Dit kan een context zijn uit de leefwereld van leerlingen, een beroepscontext of een wetenschappelijke context. Het doel hiervan is de samenhang en relevantie van de lesstof te vergroten. De concept-contextmethode draagt bij aan de motivatie en wetenschappelijke vaardigheden van leerlingen. In de practica van WisMon's Schoollabs worden concepten rondom DNA-technieken daarom gekoppeld aan uiteenlopende contexten uit het dagelijks leven, beroepen en de wetenschap.

Practicumonderwijs met WisMon

Bij WisMon zien we practica als essentieel onderdeel van het bètaonderwijs. We streven er daarom naar om practicumonderwijs makkelijk, modern en motiverend te maken. WisMon's Schoollabs past binnen deze visie door het aanbieden van moderne, eenvoudig te bedienen apparatuur en kant-en-klaar lesmateriaal, waarbij de contexten tot de verbeelding spreken en leerlingen lekker zelf aan de slag gaan.

Lesopzet

Hieronder vind je een indicatie van de tijdsduur van de verschillende onderdelen van de les. In het kader hiernaast is een voorbeeld gegeven van hoe dit verdeeld kan worden over verschillende lesuren. Dit kan natuurlijk ook anders worden ingedeeld.

Vorbereitung 60 min. ⌄

- Lees deze handleiding door.
- Lees de leerlingenhandleiding door.
- Zet het practicum klaar (zie 'Vorbereitung practicum', blz. 5).

Introductie 15-30 min. ⌄

Afhankelijk van de voorkennis van de leerlingen kan een theoretische uitleg nodig zijn voorafgaand aan het practicum (zie 'Didactische verantwoording', blz. 3). Bespreek in ieder geval de context van het practicum en de voorbereidende vragen. Indien dit de eerste keer is dat leerlingen gaan werken met een pipet, raden we aan ook het gebruik hiervan kort toe te lichten.

Practicum 50 min. ⌄

Leerlingen voeren in groepjes het practicum uit, leggen hun resultaten vast en ruimen alle materialen weer op na afloop. Let op: het practicum bevat een paar momenten waar leerlingen even moeten wachten. Je kunt hen waar mogelijk alvast wat laten opruimen of aan hun eigen biologieopdrachten laten werken.

Afsluiting 15 min. ⌄

Leerlingen maken met hun groepje de afsluitende vragen en reflectievragen, waarbij ze conclusies trekken op basis van hun resultaten en terugkijken naar het practicum. We raden aan het practicum klassikaal na te bespreken.

Suggestie lesindeling

Les 1:

- Introductie*

Les 2:

- Practicum
- Afsluitende vragen
- Reflectievragen
- Nabespreking

* Bij weinig tijd kun je ervoor kiezen de introductie tijdens een losse les voorafgaand aan het practicum te doen, zoals hier aangegeven. We raden dit met name aan als leerlingen nog geen voorkennis hebben over gelelektroforese en/of geen ervaring hebben met pipetteren, omdat de introductie dan meer tijd in beslag zal nemen. Ook is het mogelijk om de afsluiting in een losse les na het practicum te doen.

Vorbereiding practicum

Algemeen

- » Voorafgaand aan het practicum moet een aantal zaken worden voorbereid en klaargezet. De benodigdheden hiervoor zijn steeds per stap aangegeven.
- » De doos bevat genoeg materiaal om 7 experimenten uit te voeren.
- » Ons advies is om groepjes van maximaal 4 leerlingen te maken. In dat geval kunnen dus 28 leerlingen deelnemen.

TAE-buffer maken

Voor de gelelektroforese is een Tris/Acetaat/EDTA (TAE)-buffer nodig. Het TAE is geleverd in een flesje gelabeld 'TAE concentrate'. Hiervan moet een 1:20 verdunning gemaakt worden.

1 Bereken de benodigde hoeveelheden TAE-concentraat en water met behulp van de formules hiernaast. Het geleverde TAE-concentraat is 100 mL. Voor elk experiment is 135 mL TAE-buffer nodig.

2 Meet (bijvoorbeeld) 100 mL TAE-concentraat en 1900 mL demiwater of gedistilleerd water af in geschikte maatcilinders. Voeg dit bij elkaar in een bekglas om 2000 mL TAE-buffer te verkrijgen.

3 Als je het TAE-buffer alvast wilt klaarzetten voor de leerlingen, meet dan per groepje 135 mL buffer af in een geschikte maatcilinder en giet dit in bekglazen of erlenmeyers.

4 Als je het resterende buffer wilt bewaren, giet het dan in een laboratoriumfles en bewaar het op kamertemperatuur.

Benodigdheden

- » TAE-concentraat
- » Demiwater of gedistilleerd water
- » Maatcilinders
- » Bekerglazen of erlenmeyers (Laboratoriumfles)

$$V_{TAE} = V_{buffer} / 20$$

$$V_{water} = V_{buffer} - V_{TAE}$$

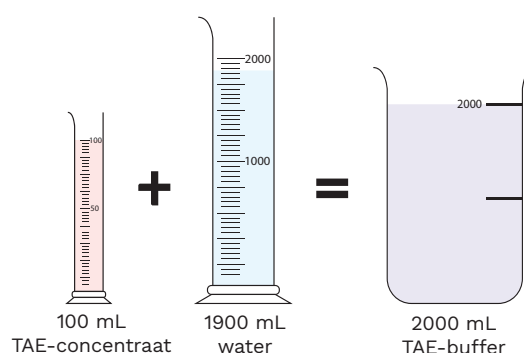
V_{TAE} = benodigd volume TAE-concentraat
 V_{buffer} = gewenst eindvolume buffer
 V_{water} = benodigd volume water

Voorbeeldberekening:

$$V_{buffer} = 2000 \text{ mL}$$

$$V_{TAE} = 2000 / 20 = 100 \text{ mL}$$

$$V_{water} = 2000 - 100 = 1900 \text{ mL}$$



DNA samples

Van elk van de 8 kleurstofsamples (de 'DNA'-samples) is 125 μL geleverd. Elk groepje heeft hiervan 12 μL nodig.

1 Label per groepje 8 microcentrifugebuisjes (kleine epjes) met de namen van de DNA samples (AA, AB, BB, M1, M2, F1, F2, F3).

2 Pipetteer voor elk groepje 12 μL van elk sample in de juiste microcentrifugebuisjes. Gebruik voor elk sample een nieuw pipetpuntje.

Benodigheden klaarzetten

1 Zet de benodigheden per groepje klaar met behulp van het lijstje hiernaast.

2 Elk groepje moet daarnaast zelf zorgen dat het een fototoestel of telefoon met camera heeft om de resultaten vast te leggen.

3 Zet de benodigheden per klas klaar met behulp van het lijstje hiernaast. Het demiwater of gedistilleerd water is alleen nodig bij het opruimen.

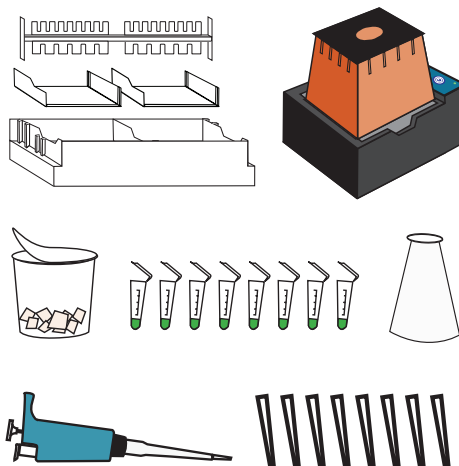
Benodigheden

- » 8 kleurstofsamples
- » 1 pipet (2-20 μL)
- » Pipetpuntjes
- » Microcentrifugebuisjes (epjes)
- » Stift



Benodigheden per groepje

- » 1 MiniOne® Casting System
- » 1 MiniOne® Elektroforese-systeem
- » 1 agarose GreenGel™ cup (1,5%)
- » 8 DNA samples (12 μL)
- » TAE-buffer (135 mL)
- » 1 pipet (2-20 μL)
- » 8 pipetpuntjes



Benodigheden per klas

- » Magnetron
- » Demiwater/gedistilleerd water

Begeleiding practicum

Denk om de veiligheid

- » Bij verwarmen of smelten van stoffen
- » Bij het werken met elektrische apparatuur
- » Gebruik handschoenen en een veiligheidsbril waar nodig, met name bij het werken met vloeistoffen (bijv. maken en laden van de agarosegel)
- » Was je handen na het practicum

Algemeen aandachtspunt

- » Zorg dat leerlingen alle informatie bij een stap lezen voordat ze het uitvoeren.

Een aantal aandachtspunten bij specifieke stappen van het practicum zijn hieronder verder toegelicht.

De gel maken

2 Zet niet meer dan 5 gel cups tegelijk in de magnetron. Als leerlingen de stappen met de gel cups zelf uitvoeren, is toezicht van een volwassene aan te raden.

3 De gel cups zijn heet als ze uit de magnetron komen en er kan hete stoom uit komen. Laat na het gieten de gel met rust tot hij gestold is.

De gel laden

4 Als leerlingen niet eerder een pipet hebben gebruikt, laat ze dan eerst even oefenen met bijvoorbeeld water. Verdere aandachtspunten bij het laden van de gel zijn:

- » Voor elk DNA sample een nieuw pipetpuntje gebruiken.
- » Het puntje goed op de pipet drukken.
- » Met de pipet voelen of deze goed in de well zit, voordat je pipetteert.
- » Na het pipetteren de knop van de pipet ingedrukt houden totdat de punt weer volledig uit de vloeistof in de tank is gehaald.
- » De gel niet meer bewegen als deze eenmaal geladen is.

Opruimen

2 Dit practicum is zodanig aangepast dat alle stoffen ongevaarlijk zijn. Daarom mag de gel gewoon in de prullenbak en het TAE-buffer door de gootsteen.

Antwoordmodel

Vorbereidende vragen

1. Caseïne is een eiwit in melk dat belangrijk is voor het stremmen van melk. Dit is nodig om er kaas van te kunnen maken.
2. Een allel is een variant van een gen.
3. Het gen voor K-caseïne. Welke allelen de dieren hebben heeft invloed op hoe geschikt de melk is om kaas van te maken.
4. Voornamelijk het B-allel van het gen voor K-caseïne, of eventueel het A-allel. In ieder geval liever niet het E-allel.
5. Genen worden overgedragen van de ouders op de nakomelingen, doordat de ouders geslachtscellen vormen met daarin genetisch materiaal. De eicel wordt bevrucht door de zaadcel en de nakomeling heeft DNA van beide ouders.
6. Om er zeker van te zijn dat de dieren het juiste genotype hebben.
7. Hier kunnen meerdere redenen voor zijn. Misschien heeft hij niet genoeg geld om een stier te kopen, maar wel genoeg voor stierensperma. Hiermee kunnen zijn koeien bevrucht worden. Of misschien heeft hij een stier gekocht en kan hij die investering terugverdienen door het sperma te verkopen voor kunstmatige inseminatie.
8. Bijvoorbeeld: een DNA-molecuul heeft de vorm van een dubbele helix, het is dubbelstrengs, het is opgebouwd uit nucleotiden, etc.
9. DNA is negatief geladen.

Voorbeeld resultaat



Afsluitende vragen

1. M1 (stier 1): AB
M2 (stier 2): AA
F1 (koe 1): BB
F2 (koe 2): AB
F3 (koe 3): AA
2. M1, omdat dit de enige geteste stier is die het B-allel heeft.
3. F1, omdat deze homozygoot is voor het B-allel. Dit betekent dat elke nakomeling van deze koe in ieder geval één B-allel zal krijgen.
4. F2, omdat deze heterozygoot is voor het B-allel. Er is dan 50% kans dat deze koe het B-allel overdraagt aan haar nakomelingen.
5. Zie de schema's hieronder. We kunnen hieruit afleiden dat een paring tussen de stier en koe 1 altijd zal leiden tot nakomelingen met een B-allel. In 50% van de gevallen is het nageslacht zelfs homozygoot voor het B-allel. Bij een paring tussen de stier en koe 2 is er 75% kans dat het nageslacht minstens één B-allel krijgt. In 25% van de gevallen zijn ze zelfs homozygoot.

Koe: F1

		B	B
Stier: M1	A	AB	AB
	B	BB	BB

Koe: F2

		A	B
Stier: M1	A	AA	AB
	B	AB	BB

Reflectievragen

1. Omdat er geen DNA in de well is gepipetteerd, zou je dan geen bandjes zien in het laantje onder deze well. Je zou dan dus geen resultaat hebben voor één van de dieren.
2. DNA is negatief geladen en wordt dus aangetrokken tot de positieve elektrode. Om het DNA naar beneden te laten bewegen door de gel, moeten de wells dus aan de kant van de negatieve elektrode liggen.
3. Het DNA zou dan aan de bovenkant van de gel af gelopen zijn, omdat het richting de positieve elektrode beweegt. Je zou dan geen bandjes zien in de gel en dus geen resultaten hebben.
4. Het DNA zou dan aan de onderkant van de gel af gelopen zijn. Je zou dan geen bandjes zien in de gel en dus geen resultaten hebben.
5. (geen goed of fout antwoord)
6. (geen goed of fout antwoord)

Achtergrondinformatie

Verder lezen?

Meer over de concept-contextmethode in het biologieonderwijs:

Boersma, K.Th., Kamp, M.J.A., Oever, L. van den, Schalk, H.H. (2010). *Naar actueel, relevant en samenhangend biologieonderwijs*. Utrecht: CVBO.

Meer over DNA-technieken, zoals gelelektroforese:

Zie hoofdstuk 8 van: Alberts, B., Johnson, A.D., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K. & Walter, P. (2014). *Molecular Biology of the Cell* (6th ed.). New York: Garland Science.


Meer over de genetica van melkeiwitten bij koeien:

Schopen, G. C. B., Visker, M. H. P. W., Bovenhuis, H., Heck, J., & van Arendonk, J. A. M. (2010). Fokken voor hogere kaasproductie: niet voer maar met name fokkerij beïnvloedt eiwitsamenstelling in melk. *Veeteelt*, 27(13), 10-12. <https://edepot.wur.nl/149076>

Hulp nodig?

Neem contact op met WisMon:

 support@wismon.nl

 030-737 0348

Meer van WisMon?

Kijk op www.wismon.nl voor meer informatie over WisMon's Schoollabs en voor het bestellen van materialen.

Andere lessen uit deze reeks:

- » Walvis-DNA: Wie is de vader van Luna?
- » Crime Scene Investigation: Wie is de dader?
- » Voedselinfectie: Een feestje met een bijsmaak.
- » Huntington: Een ziekte in de stamboom.
- » Proeven aan genetica: Onderzoek je eigen DNA!

Bijlage I

Gelelektroforese

Gelelektroforese is een techniek waarmee je de componenten van een mengsel kunt scheiden. Dit kunnen mengsels zijn van DNA, RNA, eiwitten of kleurstoffen. De componenten worden gescheiden op basis van de grootte, lading en vorm van de moleculen. Hierbij wordt een gel gebruikt, waar de moleculen doorheen bewegen onder invloed van een elektrisch veld.

Voor het scheiden van DNA, zoals in dit practicum, wordt vaak een agarosegel gebruikt. Deze wordt gemaakt door gesmolten agarose in een bakje te gieten en hier een kam in te plaatsen. Als de agarose is gestold, wordt de kam verwijderd en heb je een gel met aan één zijde een rij wells (putjes). In deze wells pipetteer je het DNA dat je wilt scheiden. In dit practicum gebruiken we GreenGel™ cups om de gel te maken. Naast agarose zit hierin ook een DNA-kleuring, om het DNA zichtbaar te maken.

De gel wordt tussen een positieve en een negatieve elektrode geplaatst, zodat een elektrisch veld kan worden aangebracht. Omdat DNA negatief geladen is, zullen de moleculen vanuit de well richting de positieve elektrode bewegen. Hierbij bewegen kleine DNA-fragmenten het gemakkelijkst door de poriën van de gel, waardoor zij een grotere afstand zullen afleggen dan lange DNA-fragmenten.

Het resultaat is een bandenpatroon op de gel. Elk bandje bestaat uit DNA-moleculen met dezelfde lengte. De kortste DNA-fragmenten vormen een bandje onderin, terwijl bandjes van lange DNA-fragmenten meer bovenin zichtbaar zijn. Soms wordt in één van de wells een DNA-ladder gepipetteerd. Dit is een mengsel van DNA-moleculen met verschillende, bekende lengtes. Met de DNA-ladder kun je dan aflezen hoe lang de DNA-fragmenten uit je samples ongeveer zijn.

Gelelektroforese wordt o.a. gebruikt voor DNA-fingerprinting. Hierbij wordt het DNA van individuen vergeleken door de bandenpatronen naast elkaar te leggen, bijvoorbeeld voor forensisch onderzoek, verwantschapsonderzoek, in de gezondheidszorg of voor wetenschappelijk onderzoek.

