



De beste koeien

Een boer met keuzestress



Doelgroep

havo 4/5



Vak

Biologie



Duur

2 lesuren



Vaardigheden

Onderzoeksvaardigheden
Pipetteren

Omschrijving van de les

In deze les help je een boer beslissen welke koeien hij moet aanschaffen voor de beste melk om kaas van te maken. Hij heeft al een paar dieren geselecteerd die misschien geschikt zijn. Jouw taak is om het DNA van deze dieren te analyseren met de techniek gelelektroforese. Hiermee bepaal je hun genotype voor een bepaald melkeiwit. Kun jij deze boer met keuzestress helpen en hem adviseren?

Weetje

Er zijn ongeveer 1,6 miljoen melkkoeien in Nederland. Samen produceren zij zo'n 14 miljard kg melk per jaar, waarvan bijna 900 miljoen kg kaas wordt gemaakt. Nederland staat daarmee in de top 5 van grootste zuivelexporteurs van de wereld.

Introductie



Leerdoelen

Je maakt kennis met de genetica achter melkeiwitproductie bij melkvee.
Je kunt jouw kennis over DNA en erfelijkheid toepassen in een nieuwe context.
Je kunt een experiment met gelelektroforese uitvoeren en begrijpen.
Je kunt uit jouw resultaten conclusies trekken en een advies uitbrengen.



Benodigde voorkennis

Bouw DNA, erfelijkheid, gen, allel, genotype, homozygoot, heterozygoot, kruisingschema



Aansluiting SLO/syllabus

DNA, genotype, fenotype, allel, gen, monohybride kruising, kunstmatige inseminatie

Kaas maken

De boer die jij gaat helpen wil de melk van zijn koeien graag verkopen aan de kaasindustrie. Bij het maken van kaas wordt er eerst zuursel en stremsel aan de melk toegevoegd. Hierdoor wordt de melk gestremd: de vaste stoffen, waaronder de melkeiwitten, gaan samenklonteren tot een massa die we wrongel noemen. De wrongel wordt samengeperst tot kaas, die daarna nog gepekeld en gerijpt wordt.

Melkeiwitten

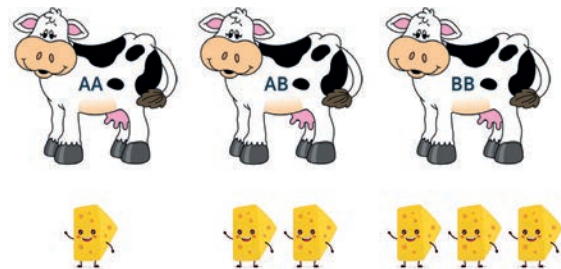
De eiwitten in melk zijn belangrijk bij het vormen van de wrongel. Er zitten verschillende soorten eiwitten in melk, waarvan caseïne-eiwitten de belangrijkste zijn. Hiervan bestaan vier soorten: alfa S1, alfa S2, bèta en kappa. Niet elk caseïne-eiwit is hetzelfde. Sommige caseïnes klonteren beter samen dan andere, waardoor de melkstroming beter gaat als deze in de melk aanwezig zijn. Uit onderzoek blijkt dat kappa-caseïne (K-caseïne) het grootste effect heeft op de kaasopbrengst en de kwaliteit ervan.



K-caseïne

Van het gen voor K-caseïne zijn drie allelen: A, B en E. De melk van koeien met het E-allel blijkt niet goed te stremmen. Hier heb je dus niets aan als je kaas wilt maken. Boeren die

hun melk willen verkopen voor kaasproductie zijn dus niet geïnteresseerd in deze koeien. De allelen die dan overblijven zijn A en B, die te combineren zijn tot drie genotypes: AA, BB en AB. Hierbij noemen we AA en BB homozygoot en AB heterozygoot. Het B-allel blijkt te zorgen voor een hoger gehalte van K-caseïne in de melk, wat zorgt voor betere kaas. Het is dus gunstig voor de boer als het B-allel voorkomt in het genotype van de koe. Zoals aangegeven in de afbeelding hieronder, zorgt het genotype BB voor de beste melk om kaas van te maken. Genotype AB zorgt voor wat minder K-caseïne in de melk en genotype AA nog wat minder.



Fokprogramma's

De frequentie van het B-allel voor K-caseïne is in melkveerassen redelijk laag (20%). Om dit te verhogen, zijn fokprogramma's gestart. Hierbij worden dieren met bekende, geschikte genotypes geselecteerd om voor nakomelingen te zorgen. Dit voorkomt dat melkveehouders veel dieren krijgen met het E-allel of het AA-genotype, waarvan de melk minder geschikt is voor kaasproductie.

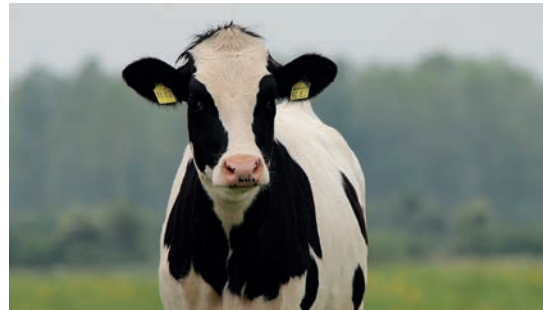
Help de boer kiezen

In deze les help jij een boer beslissen welke dieren hij moet aanschaffen, zodat hij de beste melk kan produceren voor het maken van kaas. De prijs voor vee met het B-allel is vrij hoog, omdat veel boeren dit willen. De boer wil

daarom zorgen dat zijn aangeschafte koeien melk produceren met veel K-caseïne, omdat hij daar meer geld voor kan krijgen. daarom zorgen dat zijn aangeschafte koeien melk produceren met veel K-caseïne, omdat hij daar meer geld voor kan krijgen. Zo kan hij zijn investering zo goed mogelijk terugverdienen. Daarnaast kan sperma van stieren met het AB- of BB-genotype gebruikt worden voor kunstmatige inseminatie van koeien, omdat deze stieren het B-allel kunnen doorgeven aan hun nakomelingen. Dit soort stieren zijn daarom ook erg waardevol voor de boer.

Genetische test

De boer heeft geld voor één stier en twee koeien. Hij heeft al een aantal dieren uitgezocht die misschien geschikt zijn. Dit zijn drie koeien uit verschillende kuddes die in het verleden melk hebben geproduceerd met veel K-caseïne en twee stieren wiens dochters ook melk produceren met veel van dit eiwit. De boer weet uit ervaring dat het lezen van een stamboom moeilijk is en vaak incomplete informatie geeft. Daarom kiest hij ervoor een genetische test te laten doen voor al deze dieren. Hiermee kan hij laten bepalen of zij het B-allel hebben.



Wat gaan we doen?

Het DNA van de vijf dieren is naar jouw groepje gestuurd voor de genetische test. Jullie gaan de DNA-samples analyseren met behulp van de techniek gelelektroforese. Hierbij vergelijk je het DNA met een aantal samples waarvan het genotype al bekend is, zodat je de genotypes van de vijf dieren kunt afleiden. Naar aanleiding van de resultaten adviseren jullie de boer over zijn aanschaf. Je mag hierbij aannemen dat de boer op dit moment nog geen dieren op zijn boerderij heeft met het B-allel. Verder zijn de vijf geteste dieren geen familie van elkaar.



Vorbereidende vragen

Voordat je aan het practicum begint, is het belangrijk dat je jouw kennis over DNA en DNA-technieken paraat hebt. Ook kijken we even terug naar wat je tot nu toe hebt geleerd in de introductie. Beantwoord de volgende vragen.

1 Waarom is het eiwit caseïne belangrijk voor melkveehouders die hun melk willen verkopen aan de kaasindustrie?

.....

2 Wat is een allel?

.....

3 In welk gen zijn melkveehouders geïnteresseerd? Waarom?

.....

4 Boeren willen het liefst dat hun melkvee bepaalde allelen heeft. Welke allelen zijn dit?

.....

5 Hoe worden genen overgedragen van de ene generatie naar de volgende?

.....

6 Waarom zou een boer een genetische test willen doen bij dieren die hij overweegt te kopen?

.....

7 Waarom zou een boer geïnteresseerd kunnen zijn in kunstmatige inseminatie?

.....

8 Beschrijf hoe een DNA-molecuul eruit ziet. Denk bijvoorbeeld aan de vorm en bouwstenen van een DNA-molecuul.

.....

9 Je gaat straks gelelektroforese gebruiken om DNA-fragmenten te scheiden. Deze techniek maakt gebruik van de lading van DNA. Is DNA positief of negatief geladen? Gebruik eventueel tabel 71C uit Binas.

.....



Practicum

Gelelektroforese

Benodigheden

- 1 MiniOne® Casting System (gelgietsysteem)
- 1 MiniOne® Elektroforesesysteem
- 1 agarose GreenGel™ cup (1,5%)
- 8 DNA samples
- Bekerglas met TAE-buffer (135 mL)
- 1 pipet (2-20 µL) en 8 pipetpuntjes
- Magnetron
- Fototoestel of telefoon met camera
- Demiwater of gedistilleerd water

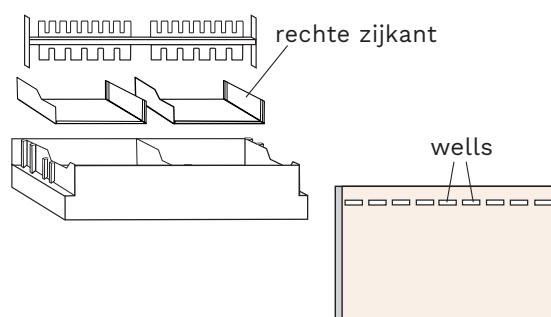
Denk om de veiligheid

Gebruik handschoenen en een veiligheidsbril als je werkt met vloeistoffen, bijvoorbeeld bij het maken en laden van de agarosegel.

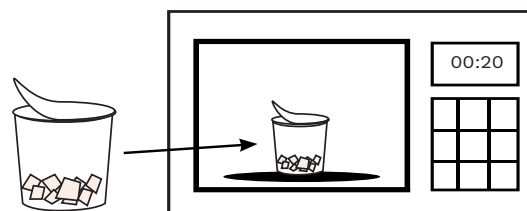
De gel maken

We beginnen met het maken van een agarosegel. Deze hebben we straks nodig om de DNA-fragmenten te scheiden.

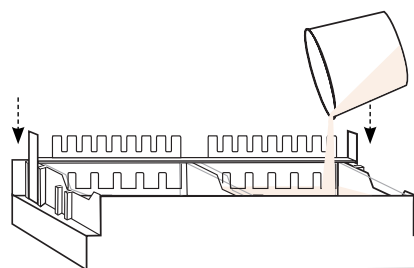
1 Zet het MiniOne® Casting systeem op een vlakke ondergrond en plaats de doorzichtige bakjes erin. Zorg dat de rechte zijkant rechts zit. Plaats de kam in de achterste gleufjes bovenaan het systeem. Zorg dat de kant met 9 tanden naar beneden wijst. Zo krijg je een gel met 9 putjes erin. Deze putjes noemen we wells.



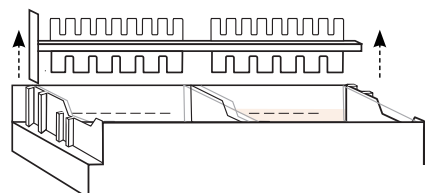
2 Haal het folie gedeeltelijk van de agarose GreenGel™ cup en zet deze 20 seconden in de magnetron. Laat de cup daarna 15 seconden afkoelen voordat je hem aanraakt. **Let op: zet niet meer dan 5 gel cups tegelijk in de magnetron!**



3 Let op: de gel cup kan heet zijn! Giet de hete agaroseoplossing langzaam in één van de bakjes. Eén gel cup is genoeg voor het maken van één agarosegel. Zorg dat er geen luchtbelletjes in de oplossing zitten. Laat de agarosegel stollen totdat deze ondoorzichtig is geworden. Dit duurt ongeveer 10 minuten. **Let op: laat de gel met rust tot de tijd voorbij is!**



4 Verwijder de kam voorzichtig uit de gel. Haal het bakje met de gel uit het MiniOne® Casting systeem. Als er nog agarose aan de onderkant van het bakje zit, veeg dit dan af.




De gel laden

We gaan het elektroforesesysteem nu klaarzetten voor het scheiden van het DNA. Het 'laden' van de gel betekent dat we de DNA samples in de wells pipetteren.

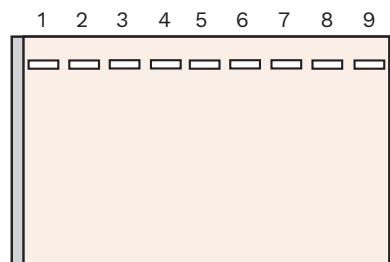
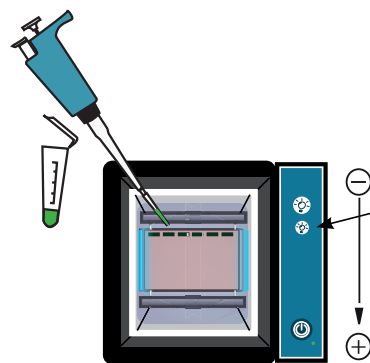
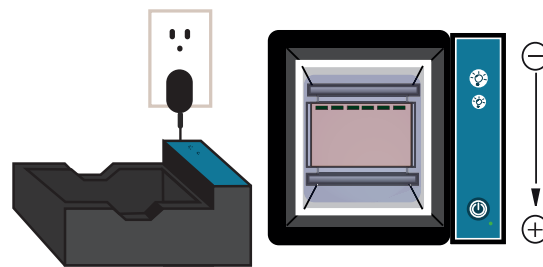
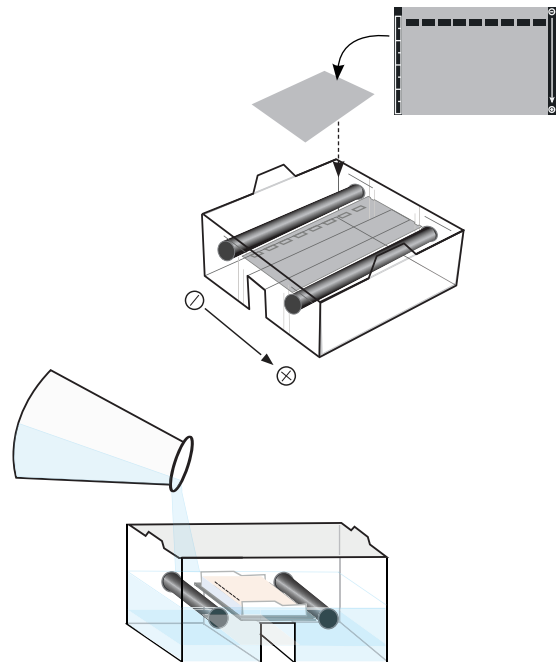
1 Pak het MiniOne® Elektroforese-systeem erbij. Leg de grijze ondergrond in de tank, met de ⊕ en ⊖ symbolen op de juiste plek. Zet de gel (nog in het bakje) hierbovenop. Zorg dat de wells van de gel overlappen met de vakjes bij het ⊖ symbool op de ondergrond.

2 Meet 135 mL TAE-buffer af en giet dit in één helft van de tank tot de vloeistof de onderkant van de gel bereikt. Wacht even tot de lucht onder de gel is verdwenen, anders kun je straks het resultaat niet goed zien. Giet daarna het resterende buffer in de andere helft van de tank. De gel moet volledig bedekt worden met buffer.

3 Steek de stekker van het elektroforese-systeem in het stopcontact. Zet de tank op de juiste manier in de zwarte houder: de elektroden (zwarte staafjes) moeten contact maken met de gouden puntjes en de tank moet recht in de houder staan.


4 Druk op het tweede  knopje van boven op de houder. Hierdoor gaat het blauwe lampje aan op lage intensiteit, waardoor je de wells goed kunt zien. Gebruik de pipet om de gel te laden. Doe dit zoals in de tabel en afbeelding hieronder. Pipetteer dus 10 µL van DNA sample AA in well 1, 10 µL van DNA sample AB in well 2, etc. Gebruik voor elk sample een nieuw pipetpuntje. **Let op: beweeg de gel niet meer als deze eenmaal geladen is!**

Well	Sample naam	Volume
1	AA	10 µL
2	AB	10 µL
3	BB	10 µL
4	(leeg laten)	
5	M1 (stier 1)	10 µL
6	M2 (stier 2)	10 µL
7	F1 (koe 1)	10 µL
8	F2 (koe 2)	10 µL
9	F3 (koe 3)	10 µL



Het DNA scheiden

We gaan nu de DNA-fragmenten scheiden met het elektroforesesysteem, zodat we de bandenpatronen kunnen vergelijken.


1 Zet de oranje kap op de houder. Zet het elektroforesesysteem aan door op de  knop te drukken. Naast de knop gaat nu een groen lampje branden. De gelelektroforese is nu gestart.

Geen groen lampje? Check:

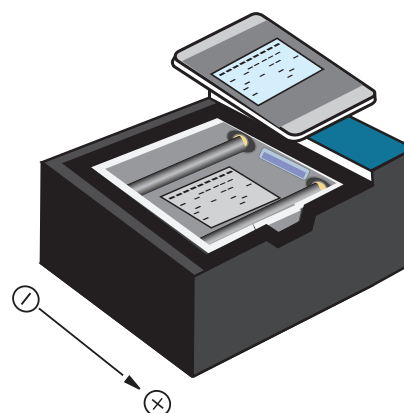
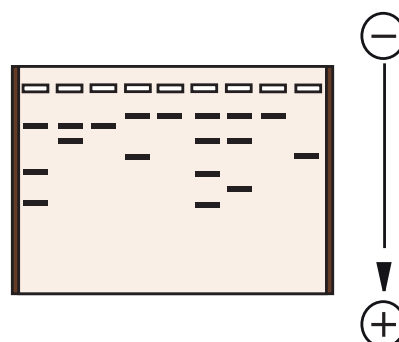
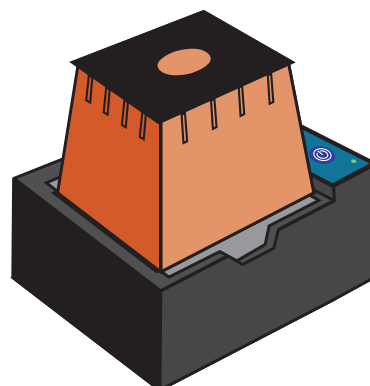
- Zit de tank goed in de houder?
- TAE-buffer in de tank?
- Teveel of te weinig buffer?
- Is de bufferconcentratie goed?
- Oranje kap op de houder?
- Stekker in het stopcontact?

2 Wacht tot het DNA voldoende is gescheiden. Je kunt dan losse bandjes van verschillende kleuren zien. Dit duurt ongeveer 20 minuten. Check af en toe het bewegen van de bandjes (ongeveer elke 5 minuten).

Het resultaat vastleggen

1 Als het klaar is, zet dan het elektroforesesysteem uit door op de  knop te drukken. Haal de kap van de houder en zorg dat het blauwe lampje uit is.

2 Houd je telefoon of fototoestel ongeveer 10 cm boven de tank en maak een foto van de gel.





Afsluitende vragen

Bekijk de resultaten van je gelelektroforese en beantwoord de volgende vragen.

1 Wat zijn de genotypes van elk van de vijf geteste dieren?

Dier	Genotype
M1 (stier 1)	
M2 (stier 2)	
F1 (koe 1)	
F2 (koe 2)	
F3 (koe 3)	

2 Welke stier moet de boer kopen? Waarom?

3 Wat is de eerste koe die de boer moet kopen? Waarom?

4 Wat is de tweede koe die de boer moet kopen? Waarom?

5 Je hebt de boer nu een advies gegeven over welke stier en welke twee koeien hij moet kopen. Vul in de twee kruisingsschema's hieronder in welke genotypes kunnen voorkomen bij de nakomelingen die deze twee koeien kunnen krijgen met de gekozen stier.

	Koe	
Stier		

	Koe	
Stier		



Reflectievragen

Kijk even terug naar dit practicum en beantwoord de volgende vragen.

1 Bij het laden van de gel heb je het DNA in de wells van de gel gepipetteerd. Stel dat je een DNA sample per ongeluk naast de well zou pipetteren, hoe zou je dit dan terugzien in je resultaten?

.....
.....

2 Tijdens dit practicum lag de gel met de kant van de wells bij de negatieve elektrode. Waarom is het belangrijk dat de gel op deze manier in het elektroforesesysteem ligt?

.....
.....

3 Wat zou er gebeurd zijn als je de gel andersom in het elektroforesesysteem had gelegd? Hoe zou je dat terugzien in je resultaten?

.....
.....

4 Wat zou er gebeurd zijn als je het elektroforesesysteem veel langer dan 20 minuten aan had laten staan bij het scheiden van het DNA? Hoe zou je dat terugzien in je resultaten?

.....
.....

5 Wat ging bij jouw groepje goed bij het uitvoeren van dit practicum?

.....
.....

6 Zijn er dingen die je de volgende keer anders zou doen?

.....
.....

Begrippenlijst

Allel	Variant van een gen.
DNA	Desoxyribonucleïnezuur, de drager van erfelijke informatie in organismen.
Erfelijkheid	Het doorgeven van eigenschappen van een generatie naar de volgende.
Fenotype	De waarneembare eigenschappen van een individu.
Fokprogramma	Programma voor het fokken van dieren (in dit geval koeien). Dieren met een gewenste eigenschap worden geselecteerd voor voortplanting, zodat die eigenschap verbetert of blijft bestaan.
Gelelektroforese	Een techniek waarmee je DNA-fragmenten kunt scheiden op basis van hun lengte.
Gen	Gedeelte van het DNA dat codeert voor één eiwit.
Genotype	De genetische informatie die codeert voor een fenotype.
Heterozygoot	Een organisme heeft twee verschillende allelen van een gen.
Homozygoot	Een organisme heeft twee dezelfde allelen van een gen.
K-caseïne	Kappa-caseïne, een melkeiwit dat belangrijk is bij het stremmen van melk tijdens de productie van kaas.
Kruisingsschema	Hulpmiddel dat de mogelijke genotypes van nakomelingen laat zien bij een kruising van twee ouders met bekende genotypes.
Kunstmatige inseminatie	Techniek die zowel bij mensen als bij veedieren kan worden toegepast (in dit geval bij koeien). Sperma van de stier wordt met een injectiespuit in de baarmoeder van de koe gebracht om voor bevruchting te zorgen.
Melkvee	Vee dat wordt gehouden voor melkproductie.
Stremmen (melk)	Samenklonteren van vaste stoffen in melk bij kaasproductie.
Wrongel	Massa die ontstaat bij het stremmen van melk. Hieruit wordt kaas gemaakt.

