

MENDELS TOMATEN PLANTJES

DOCENTENHANDLEIDING



De **Praktijk**

natuurwetenschappelijk onderwijs & wetenschapscommunicatie

INHOUDSOPGAVE

<i>Inleiding</i>	<i>pagina 4</i>
<i>Aansluiting bij het onderwijs</i>	<i>pagina 5</i>
Doelgroep, niveau en vak	
Leerdoelen	
Voorkennis	
Plaats in het curriculum	
Eindtermen	
<i>Indeling en inhoud lessenserie</i>	<i>pagina 6</i>
<i>Tips</i>	<i>pagina 9</i>
<i>Bijlage 1 Examenprogramma's</i>	<i>pagina 10</i>
<i>Bijlage 2 Antwoorden</i>	<i>pagina 12</i>

NUNHEMS

Het groentezaadbedrijf van Bayer CropScience opereert onder de naam Nunhems. Nunhems is een wereldwijde specialist in groentezaden en concepten. Met internationaal geïntegreerde teams bouwt Nunhems unieke relaties op met haar klanten en deelt producten, diensten en kennis met de professionele tuinbouw en groenteketens. Het productenpakket omvat 28 gewassen en 2.500 rassen, waaronder leidende rassen in komkommer, meloen, paprika, prei, sla, tomaat, ui, watermeloen en wortel. Met meer dan 1.700 medewerkers is Nunhems in alle belangrijke productiegebieden in de wereld aanwezig.

WAGENINGEN UNIVERSITY

Zonder planten geen leven op aarde, geen eten, geen zuurstof. Planten werken elke dag heel hard voor ons. Maar hoe kunnen we planten nog slimmer inzetten? De uitdagingen waar we in Nederland en internationaal voor staan zijn groot. De wereldbevolking groeit explosief. Hoe kunnen we al deze mensen gezonde voeding geven en tegelijk werken aan vermindering van bijvoorbeeld broeikasgassen? Meer dan 6.500 medewerkers en 10.000 studenten uit ruim honderd landen werken in ons domein van gezonde voeding en leefomgeving overal ter wereld, zowel voor overheden als voor het bedrijfsleven. Creatieve, innovatieve studenten kunnen bij Wageningen University een opleiding volgen. Zie voor meer informatie www.wur.nl.

COLOFON

De lessenserie Mendels tomatenplantjes is ontwikkeld door De Praktijk, natuurwetenschappelijk onderwijs in opdracht van Nunhems en Wageningen University and Research op basis van bestaand lesmateriaal in het kader van EU-Sol Tomatoseeds.

Op alle lesmaterialen is de Creative Commons Naamsvermelding-Niet-commercieel-Gelijk delen 3.0 Nederland Licentie van toepassing (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/nl/>).

CC BY-NC-SA 2012 – De Praktijk i.o.v. Nunhems en WUR

INLEIDING

Voor u ligt de docentenhandleiding bij de lessenserie *Mendels tomatenplantjes*. Deze lessenserie is geschreven voor leerlingen in de bovenbouw havo en vwo voor het vak biologie. In de lessenserie wordt het onderwerp erfelijkheid behandeld met behulp van tomatenplantjes, die de leerlingen zelf planten, waarna ze aan de hand van de variatie in kenmerken bij de plantjes kennis opdoen over de wetten van Mendel.

De lessenserie bestaat uit een inleiding en tien dagen later twee opeenvolgende lessen voor havo en drie lessen voor vwo. Tijdens de inleiding kijken de leerlingen naar bestaande variaties in kenmerken bij tomaten en zaaien zij zelf tomatenzaadjes. De tweede les maken ze kennis met monohybride kruisingen en dihybride kruisingen, waarbij de dihybride kruisingen als verdieping kunnen worden gezien voor havoleerlingen. De derde les is geschikt voor vwo, waarbij leerlingen zich verdiepen in het verschil tussen gekoppelde en onafhankelijke overerving. Daarnaast oefenen de leerlingen tijdens deze les met een chi-kwadraat toets, waarmee ze kunnen aangeven hoe significant hun resultaten zijn. In alle drie de lessen werken leerlingen min of meer zelfstandig aan de opdrachten.

De zakjes tomatenzaden zijn gratis te bestellen via www.tomaatindeklas.nl. Ook vindt u hier het lesmateriaal om te downloaden. Het lesmateriaal kunt u tevens gratis downloaden bij De Praktijk www.praktijk.nu. Wij wensen u en uw leerlingen leuke en leerzame lessen toe!

Namens De Praktijk,

Miranda Jansen

Susanne Jansen

AANSLUITING BIJ HET ONDERWIJS

DOELGROEP, NIVEAU EN VAK

De lessenserie *Mendels tomatenplantjes* is geschreven voor leerlingen in de bovenbouw havo en vwo voor het vak biologie.

LEERDOELEN

Bij de lessenserie hoort een aantal leerdoelen. Deze leerdoelen zijn de volgende:

Leerlingen kunnen na afloop van de lessen

- uitleggen wat genetische variatie inhoudt (havo + vwo)
- beschrijven wat het verschil tussen dominante en recessieve allelen is (havo + vwo)
- verschillen in fenotype bij tomatenplantjes herkennen en beschrijven hoe deze verschillen door genetische variatie tot stand komen (havo + vwo)
- monohybride (havo + vwo) en dihybride (vwo) kruisingen in een kruisingsschema invullen
- beschrijven hoe de fenotype verhouding 3:1 bij monohybride kruisingen tot stand komt (havo + vwo)
- beschrijven hoe de genotype verhouding 9:3:3:1 bij dihybride kruisingen tot stand komt (vwo)
- aan de hand van een chi-kwadraat toets berekenen hoe significant de resultaten van een onderzoek zijn (vwo)
- uitleggen hoe 'gekoppelde overerving' werkt (vwo)
- beschrijven wat de verschillen en overeenkomsten zijn tussen gekoppelde overerving en dihybride en monohybride kruisingen (vwo)

VOORKENNIS

Voor de inleidende les is geen voorkennis vereist. Voor de lessen die tien dagen later plaatsvinden (als de plantjes zijn gegroeid) wordt verondersteld dat met de stof uit het lesboek is gestart, zodat er al enige kennis op het gebied van klassieke erfelijkheidsleer aanwezig is.

PLAATS IN HET CURRICULUM

De lessenserie als geheel sluit aan bij het thema genetica in het biologiecursusprogramma.

EINDTERMEN

De lessenserie *Mendels tomatenplantjes* sluit aan bij verschillende eindtermen uit de eindexamenprogramma's voor havo en vwo. Specifieke eindtermen voor havo en vwo die aansluiten, zijn opgenomen in bijlage 1. Algemeen luidt dit subdomein zowel op havo als vwo:

“De kandidaat kan erfelijkheid op organismeniveau verklaren door het beschrijven van erfelijkheidsprocessen op lagere organisatieniveaus en kan het ingrijpen van de mens in erfelijkheidsprocessen bediscussiëren.”

In bijlage 1 worden de huidige (sub-)domeinen en eindtermen aangehaald die in deze lessenserie aan de orde komen. Deze eindtermen blijven in ieder geval tot circa 2013 in gebruik. Daarna wordt een nieuw curriculum ingevoerd dat volgens de concept-contextbenadering is opgezet. Voor het nieuwe curriculum zijn door CEVO nieuwe eindtermen opgesteld. De lessenserie *Mendels tomatenplantjes* past tevens binnen het nieuwe curriculum.

INDELING EN INHOUD LESSENSERIE

Bij het uitvoeren van de lessen wordt uitgegaan van een lesuur van 50 minuten. De indeling van de lessenserie ziet er als volgt uit:

LES 1: INLEIDING

voorbereiding

- tomatenzaden bestellen via www.tomaatindeklas.nl (gratis te bestellen)
- inkoop van verschillende soorten tomaten ter introductie van het begrip ‘variatie’
- filmpje ‘Genen een hoofdrol’ opzoeken en zorgen dat het vertoond kan worden in de klas <http://www.ntr.nl/player?id=4393296> . **Let op: laat de film zien tot en met minuut 2:30**
- kijk op www.tomaatindeklas.nl voor foto’s hoe in te zaaien
- kopieer **in kleur** de handleiding voor de leerlingen (dit is belangrijk om de verschillen tussen de kiemplantjes te kunnen zien in de afbeeldingen)
- materialen voor inzaaien klaarzetten:
 - een bak waarin de zaadjes kunnen groeien (kweekbak, Tupperware-bak)
 - tuinaarde
 - tomatenzaadjes
 - water

inhoud

activiteit	inhoud	tijdsduur	niveau
hoofdstuk 1: Tomaten in kleuren en soorten	vragen, opdrachten en filmpje ter introductie	15 minuten	havo en vwo
inzaaien tomatenplantjes	zelfstandig of in duo’s inzaaien van de tomatenzaden	25 minuten	havo en vwo

LES 2: MONO- EN DIHYBRIDE KRUISING

voorbereiding

- plan deze les 10 dagen na het inzaaien in; vanaf 12 dagen na zaaien worden de uiterlijke kenmerken moeilijker te onderscheiden.
- laat de plantjes niet in de volle zon kiemen (zet ze eerst een dag of 6 in het donker)
- zorg voor witte vellen papier om de kleurverschillen beter zichtbaar te maken
- kijk op www.tomaatindeklas.nl voor foto’s met de kleuren van kiemplantjes

inhoud

activiteit	inhoud	tijdsduur	niveau
hoofdstuk 2: Kijken naar een enkel gen	monohybride kruisingen: leerlingen vullen een kruisingsschema in en maken kennis met de bijbehorende fenotypeverhouding 3:1.	15 - 25 minuten (afh. van voorkennis)	havo en vwo
hoofdstuk 3: Kijken naar twee eigenschappen	dihybride kruisingen: leerlingen vullen een kruisingsschema in en maken kennis met de bijbehorende fenotypeverhouding 9:3:3:1.	15 - 25 minuten (afh. van voorkennis)	vwo verdieping voor havo

LES 3: CHI-KWADRAAT TOETS EN GEKOPPELDE OVERERFING

voorbereiding

Deze les behoeft geen specifieke voorbereiding.

inhoud

activiteit	inhoud	tijdsduur	niveau
hoofdstuk 4: Toeval of niet? De chi-kwadraat toets	leerlingen onderzoeken of de fenotypeverhouding die in les 2 bij de eigen tomatenplantjes zijn gevonden significant afwijkt van de standaardverhouding 9:3:3:1. De uitleg kan hierbij het beste klassikaal gegeven worden.	20 - 25 minuten	vwo
hoofdstuk 5: gekoppelde eigenschappen	leerlingen denken na over gekoppelde en niet-gekoppelde overerving en ontdekken het effect op genotypeverhoudingen in een kruisingsschema.	15 - 20 minuten	vwo

TIPS

INZAAIEN

- Bekijk de zaai-instructie op www.tomaatideklas.nl.
- Gebruik een plantenspuit om de grond te bevochtigen.
- Doe de zaadjes met de hand in de voren, dek daarna af door met een plaat of liniaal de grond af te vlakken.
- Span na het inzaaien plastic folie over de bakken, om uitdrogen te voorkomen.
- Zet de bakken eerst zes dagen op een donkere, warme plaats. Daarna kunnen ze in de vensterbank.

KRUISINGSSCHEMA'S

- Laat de leerlingen de afzonderlijke uitkomsten samenvoegen; komt het geheel dichterbij de verhouding 3:1 of 9:3:3:1?
- Op www.tomaatideklas.nl kunnen de resultaten worden ingevuld in een spreadsheet. Leerlingen kunnen de aanwezige data gebruiken om te vergelijken met hun uitkomsten.

MEER INFORMATIE

Op de website www.tomaatideklas.nl staan afbeeldingen van onder meer tomatenplantjes die zijn ingedeeld op fenotype, er zijn links naar filmpjes te vinden en staat er meer achtergrondinformatie over de zaden.

BIJLAGE 1 EXAMENPROGRAMMA'S

Deze bijlage bevat een overzicht van relevante eindtermen op havo en vwo over erfelijkheid, die aansluiten bij het lesmateriaal.

HAVO

HUIDIG PROGRAMMA (TOT IN IEDER GEVAL 2013)

C1 Subdomein: Erfelijkheid

De kandidaat kan:

C1.1 de relatie leggen tussen DNA, allel, gen, genproduct, chromosoom, genotype en fenotype.

C1.4 uitleggen waarom en wanneer ongeslachtelijke voortplanting wordt toegepast in de landbouw.

C1.7 aangeven dat de mens met oude en nieuwe technieken ingrijpt in de erfelijke informatie met het doel de gewenste eigenschappen te verkrijgen, ook bij de mens:

- gebruik van mutatie;
- gebruik van recombinatie;
- selectie.

C1.8 uitleggen waardoor veredelen en fokken kunnen leiden tot verlies van erfelijke informatie.

C1.9 de uitkomst voorspellen van monohybride kruisingen, met behulp van kansrekeningen in het bijzonder:

- dominante en recessieve allelen

CONCEPT TOEKOMSTIG PROGRAMMA (VANAF 2015)

E3 Reproductie van het organisme

De kandidaat kan met behulp van de concepten voortplanting en erfelijke eigenschap ten minste in contexten op het gebied van veiligheid, energie, gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze eigenschappen worden overgedragen en benoemen op welke wijze de reproductie van eukaryoten en prokaryoten verloopt

E3.2 Erfelijke eigenschap

De kandidaat kan in een context:

1. uitleggen dat een fenotype tot stand komt door de combinatie van genotype en de invloed van milieufactoren
3. de kans berekenen op de genotypen en fenotypen van nakomelingen bij monohybride kruisingen, voor autosomale en X-chromosomale genen en letale en multiële allelen, al dan niet met gebruikmaking van stambomen
4. gevallen van overerving die anders verlopen dan volgens de wetten van Mendel verwacht wordt, herkennen

5. ethische en biologische argumenten onderscheiden met betrekking tot het ingrijpen van de mens in de erfelijkheid van mens, dier en plant om de kwaliteit van nakomelingen te bevorderen

Deelconcepten

genoom, autosomen, X- en Y-chromosoom, genotype, fenotype, allel, gen, monohybride kruising, dominant, intermediair, onvolledig dominant, recessief, letaal gen, multiële allelen, stamboom, gekoppelde genen, epigenetica

VWO

HUIDIG PROGRAMMA (TOT IN IEDER GEVAL 2013)

C1 Subdomein: Erfelijkheid

De kandidaat kan:

C1.1 de relatie leggen tussen DNA, allel, gen, genproduct, chromosoom en genotype.

C1.6 aangeven dat de mens met oude en nieuwe technieken ingrijpt in erfelijke informatie met het doel de gewenste eigenschappen te verbeteren, ook bij de mens zelf:

- gebruik van mutatie;
- gebruik van recombinatie;
- selectie, veredelen, fokken, genetische modificatie.

C1.7 de uitkomst voorspellen van mono- en dihybride kruisingen, onder andere met behulp van kansrekeningen, in het bijzonder:

- dominante en recessieve allelen, co-dominantie

CONCEPT TOEKOMSTIG PROGRAMMA (VANAF 2015)

E3.2 Erfelijke eigenschap

De kandidaat kan in een context:

1. uitleggen dat een fenotype tot stand komt door de combinatie van genotype en de invloed van milieufactoren, en hierbij de epigenetica betrekken
3. berekenen van de kans op de genotypen en fenotypen van nakomelingen bij monohybride en dihybride kruisingen, zowel voor onafhankelijke als gekoppelde overerving, voor autosomale en X-chromosomale genen en letale en multiële allelen, al dan niet met gebruikmaking van stambomen

BIJLAGE 2

ANTWOORDEN

ANTWOORDEN H1 | TOMATEN IN KLEUREN EN SOORTEN

1. Bijvoorbeeld: formaat, kleur, stevigheid, vorm
2. Bijvoorbeeld: hoeveelheid licht, water, voedingsstoffen, ziektes
3. Bijvoorbeeld: hoe groot een tomaat wordt, hoe goed een tomaat tegen een ziekte kan, hoe de binnenkant eruit ziet
- 4.

Wetenschapper	Bijdrage
Charles Darwin	Bepaalde eigenschappen worden doorgegeven
Gregor Mendel	Erfelijke eigenschappen komen in tweetallen voor, en kunnen recessief of dominant zijn.
Alexander Fleming	Erfelijke eigenschappen liggen op chromosomen
Watson en Crick	Chromosomen zijn opgebouwd uit DNA, met de basen A, C, T en G.

5. Door seksuele voortplanting. Genetische eigenschappen van beide ouders worden op deze manier doorgegeven, waardoor een uniek individu ontstaat.
6. De ene tomatenplant kan beter tegen kou, de ander weer beter tegen warmte. Variatie in deze eigenschap binnen een soort geeft een grotere overlevingskans bij extreme temperaturen.

ANTWOORDEN H2 | KIJKEN NAAR EEN ENKEL GEN

1. Groen
2. Groen is GG en Gg, geel is gg
- 3.

Gg x Gg	G	g
G	GG	Gg
g	gG	gg

4. Afhankelijk van eigen uitkomsten
5. Je verwacht de verhouding 3:1 te zien: zowel de genotypen GG (een kwart) als Gg (de helft) geven het groene fenotype.

ANTWOORDEN H3 | KIJKEN NAAR TWEE EIGENSCHAPPEN

1. Geel (gg)
2. Paars (HH, Hh en hH)
3. GgHh
4. (G= blad, H = steeltje)

GgHh x GgHh	G H	G h	g H	g h
G H	GG HH	GG Hh	Gg HH	Gg Hh
G h	GG hH	GG hh	Gg hH	Gg hh
g H	gG HH	gG Hh	gg HH	Gg Hh
g h	gG hH	gG hh	gg hH	gg hh

- 5+6. Afhankelijk van eigen uitkomsten
7. Je verwacht de verhouding 9:3:3:1 op basis van het kruisingsschema.
8. Mogelijke antwoorden: toeval, te klein aantal planten, suboptimale groeiomstandigheden.
- Tip: laat leerlingen de verhouding nogmaals berekenen door elkaars uitkomsten erbij te nemen – komt de verhouding dichterbij de voorspelde verhouding?*

ANTWOORDEN H4 | TOEVAL OF NIET? DE CHI-KWADRAAT TOETS

1. Afhankelijk van eigen uitkomsten
2. Rij 3
- 3+4. Afhankelijk van eigen uitkomsten
5. Bij $p=0,01$. Er is in dat geval maar 1% kans dat de nulhypothese klopt.

ANTWOORDEN H5 | GEKOPPELDE EIGENSCHAPPEN

1. Ja, je verwacht een verschil. Omdat de eigenschappen gekoppeld overerven, zijn er nu nog maar twee fenotypen in plaats van vier.
2. Ja, je verwacht een verschil. Omdat de eigenschappen gekoppeld overerven zullen er minder genotypevariëaties zijn.
3. Fenotype 1: Groene zaadlobben en paars hypocotyl.
Fenotype 2: Gele zaadlobben en groen hypocotyl
4. GGHH, GgHh, gghh.

5.

GgHh X GgHh	GH	gh
GH	GGHH	GgHh
gh	GgHh	gghh

6. Verhouding: 1 : 3 : 1.

7. Monohybride kruising. Omdat eigenschappen gekoppeld zijn, zou je ze kunnen beschouwen als een enkele eigenschap. Gekoppelde overerving is daarmee gelijk aan een monohybride kruising.

8. De eigenschappen erven onafhankelijk over. Er zijn namelijk ook planten met bijvoorbeeld gele zaadlobben en paars hypocotyl.