

(Y) VOORWOORD

Dit is de samenvatting t.v.v. het alternatief examen biologie van module 4.

Module 4 is alternatieve evaluatie, dus pas ik mijn samenvatting hier ook op aan. Ik post elke samenvatting online voordat we de alternatieve evaluatie in de klas krijgen.

Voor erfelijkheidsleer krijgen we 3 opdrachtbladen over erfelijkheidsleer waarvoor we telkens 2 lesuren de tijd krijgen.

OPDRACHT 1: monohybride kruising /20

OPDRACHT 2: Dihybride kruising /20

OPDRACHT 3: Bijzondere gevallen /20

Ik maak dus aparte samenvattingen van mono- en dihybride kruising en bijzondere gevallen. De samenvattingenreeks voor erfelijkheidsleer ziet er dus als volgt uit:

SAMENVATTING 1: monohybride kruising

SAMENVATTING 2: dihybride kruising

SAMENVATTING 3: bijzondere gevallen

Voor erfelijkheidsonderzoek bij de mens en evolutieleer krijgen we nog andere alternatieve evaluatie voor (hebben we nog niet gekregen).

(X) FOUTJE?

Dat kan. Meld dat via Smartschool aan Abdellah.

(Z) INHOUDSTAFEL

Over twee pagina's

Alternatief examen biologie – erfelijkheidsleer – dihybride kruising

Inhoud

1) Soorten dihybride kruisingen	4
1.1) Definitie: dihybride kruising	4
1.2) Soorten kruisingen die we onderzoeken	4
1.3) Onderzoeksmethodiek	4
1.4) Herhaling: 1 ^{ste} en 2 ^{de} mendelwet	4
2) Dihybride kruising met twee dominante kenmerken bij dezelfde ouders	5
2.1) Experimenteren met erwtenplanten	5
2.2) Symbolische voorstelling experiment	5
2.3) Onafhankelijkheidswet van Mendel	6
2.4) Kansrekenen	7
3) Dihybride kruising met twee dominante kenmerken bij verschillende ouders	8
3.1) Het experiment Guinese biggetjes	8
3.2) Symbolische voorstelling kruising	8
4) Dihybride kruising met één dominant en één intermediair kenmerk	10
4.1) Het experiment katten	10
4.2) Symbolische voorstelling	10
5) Dihybride kruising met twee intermediaire kenmerken	11
5.1) Het experiment erwten	11
6) Overzicht Mendelwetten	12

1) Soorten dihybride kruisingen

1.1) Definitie: dihybride kruising

*Dihybride kruisingen zijn kruisingen tussen twee organismen waarbij men let op de overerving van twee erfelijke kenmerken tegelijk.

--> We letten dus op 2 allelen (= erfelijke kenmerken voorgesteld door een letter) tegelijk.

1.2) Soorten kruisingen die we onderzoeken

*We onderzoeken volgende kruisingen:

(1) Dihybride kruising met twee dominante kenmerken bij dezelfde ouder

→ Hierbij komen 2 dominante kenmerken dus van dezelfde ouder, één ouder heeft enkel recessieve kenmerken.

(2) Dihybride kruising met twee dominante kenmerken bij verschillende ouders

→ Hierbij heeft elke ouder 1 dominant en 1 recessief kenmerk.

(3) Dihybride kruising met één dominant kenmerk en één intermediair kenmerk.

→ Herinnering: een intermediair kenmerk was een tussenvorm tussen het fenotype van 2 allelen. Het genotype voor rood en wit gingen bijvoorbeeld de kleur roze maken in het fenotype (= mengvorm tussen rood en wit).

(4) Dihybride kruising met twee intermediaire kenmerken.

1.3) Onderzoeksmethodiek

De onderzoeksmethodiek blijft hetzelfde:

(1) Kruising P-generatie

(2) Zelfbestuiving F1-generatie

(3) Resultaten F2-generatie bekijken in diagram van Punett

--> Omdat het diagram van Punett teveel tijd inneemt bij de dihybride kruising leren we een makkelijkere manier om de getallenverhoudingen (= tweede mendelwet) te bepalen.

1.4) Herhaling: 1^{ste} en 2^{de} mendelwet

1^{ste} mendelwet (= uniformiteitswet): Alle nakomelingen van de P-generatie zullen het fenotype van het dominant gen van één van beide ouders tot uiting brengen.

2^{de} mendelwet (= splitsingswet): Bij kruising van de F1-generatie zullen in de F2-generatie nakomelingen met verschillende fenotypen ontstaan. Tussen de aantallen van elk fenotype bestaat een vaste getallenverhouding.

→ Dominante monohybride overerving: 3/1 (dominant/recessief)

→ Intermediaire monohybride overerving: 1/2/1 (normale kleur/tussenkleur/normale kleur)

→ Codominante overerving: 1/2/1 (normale kleur 1/kleur 1 + kleur 2/normale kleur 2)

2) Dihybride kruising met twee dominante kenmerken bij dezelfde ouders

2.1) Experimenteren met erwtenplanten

*Mendel breidde zijn experimenten uit en ging dihybride kruisingen onderzoeken.

--> Kruising van erwtenplanten met: ronde, gele zaden x hoekige, groene zaden

--> F1-generatie: uitsluitend ronde, gele zaden (uniformiteitsregel!)

→ Besluit: rond én geel is dominant (2 dominante kenmerken in één ouder).

--> F2-generatie: 4 fenotypen: 1) rond, geel – kwam 9 x voor

2) hoekig, geel – kwam 3x voor

3) rond, groen – kwam 3x voor

4) hoekig groen – kwam 1x voor

→ 2^{de} mendelwet: vaste getallenverhouding – 9:3:3:1

Merk op dat we fenotype 2 en 3 noch in de parentale generatie noch in de F1-generatie hadden, hmmm...

2.2) Symbolische voorstelling experiment

*We kruisen een erwt homozygoot voor gele kleur en ronde vorm (GR --> herinnering: dominante allelen schrijven we met hoofdletter) en eentje voor groene kleur en hoekige vorm (gr --> herinnering: recessieve allelen schrijven we met kleine letter).

--> We moeten dezelfde letter hebben, daarom schrijven we i.p.v. gh (groen hoekig) gr omdat dit overeen moet komen met de dominante R in de eerste erwt.

P

Genotype	GGRR	x	ggrr
Fenotype	geel, rond	x	groen, hoekig
Gameten	GR	x	gr

→ Waarom hebben we nu 2 allelen in onze gameten? Omdat we dihybride kruisingen uitvoeren en nu dus letten op 2 kenmerken tegelijk.

F1

Genotype GgRr --> F1 erft van elk ouder de gameten!

Fenotype geel, rond

F1 x F1 (= zelfbestuiving F1-generatie)

Genotype	GgRr	x	GgRr
Fenotype	geel, rond	x	geel, rond
Gameten	GR, Gr, gR, gr		GR, Gr, gR, gr

→ De gameten zijn in dit geval alle mogelijke lettercombinaties die je hebt in GgRr, zo gaan we een grote variëteit krijgen in de F2-generatie.

F2

Genotype

	GR	Gr	gR	gr
GR	GGRR	GGRr	GgRR	GgRr
Gr	GGRr	GGrR	GgRr	GgrR
gR	GgRR	GgRr	ggRR	ggRr
gr	GgRr	GgrR	ggRr	ggrr

→ Je zet alle mogelijke gameten in ons combinatieschema en maakt ook alle mogelijke combinaties.

→ Als je GR x GR combineert schrijf je niet GRGR maar GGRR omdat dezelfde letters bij elkaar moeten blijven zodat je snel kan weten welk domineert en welke niet.

Fenotype

9x rond, geel (GR --> herinnering: vanaf één dominant gen in je genotype komt ze tot uiting in je fenotype)

3x rond, groen

3x hoekig, geel

1x hoekig, groen

→ Merk op dat de recessieve allelen samen het minst voorkomen in het fenotype.

In totaal komen er $9 + 3 + 3 + 1 = 16$ fenotypen voor.

2.3) Onafhankelijkheidswet van Mendel

Hierboven zie je de fenotype van de F2-generatie van het experiment van puntje (2.2).

Bekijk je alleen de zaadvorm (rond/hoekig), dan krijg je:

$$\text{--> ROND: } \frac{9}{16} + \frac{3}{16} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4}$$

→ Rond was een dominant kenmerk, bij monohybride kruisingen hebben we gezien dat het dominant kenmerk 3x meer voor kwam dan het recessief kenmerk.

$$\text{--> HOEKIG: } \frac{3}{16} + \frac{1}{16} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4}$$

→ Hoekig was recessief

→ De getallenverhouding dominant:recessief = 3:1, dat is hetzelfde wat we hebben geleerd bij monohybride kruisingen.

Let je alleen op zaadkleur, dan krijg je:

$$\text{--> GEEL: } \frac{9}{16} + \frac{3}{16} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4}$$

$$\text{--> GROEN: } \frac{3}{16} + \frac{1}{16} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4}$$

→ De getallenverhouding dominant:recessief komt hier ook overeen!

Hierbij komen we tot de onafhankelijkheidswet (3^{de} mendelwet):

De allelen van een allelenpaar gedragen zich bij overerving onafhankelijk van de allelen van een ander allelenpaar

→ Toegepast: Gg zal zich onafhankelijk gedragen (groen-geel)

Rr zal zich onafhankelijk gedragen (rond-hoekig)

Allelen op twee homologe chromosomen (zie laten) worden tijdens de meiose (= soort van celdeling) onafhankelijk van elkaar doorgegeven via de gameten (zaad- + eicellen); door bevruchting en zygotevorming worden nieuwe combinaties van chromosomen gevormd (in de F1-generatie).

2.4) Kansrekenen

Zoals al gezien bij het experiment in 2.2 is het diagram van Punnett (combinatieschema) een beetje te lang om te maken, dankzij de onafhankelijkheidswet hebben we een snellere methode om alle mogelijke genotypen op te tellen.

Je wilt bijvoorbeeld weten wat de kans is dat je in F2 ronde, groene zaden verkrijgt. Dan noteer je eerst het genotype van de gezochte erwtenplant en bereken je de kans voor elk kenmerk afzonderlijk (kan a.d.h.v. de onafhankelijkheidswet!).

GEZOCHT genotype: R.gg (waarbij . = R of r, 1 dominant gen komt altijd tot uiting).

--> Kans op R. = $Rr \times Rr = \frac{3}{4}$ (R = dominant!)

--> Kans op gg = $Gg \times Gg = \frac{1}{4}$ (g = recessief!)

--> Kans op R.gg is dan: $\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16}$

→ Dit kwamen we ook uit op het diagram van Punnett!

3) Dihybride kruising met twee dominante kenmerken bij verschillende ouders

3.1) Het experiment Guinese biggetjes

We kruisen twee soorten biggetjes, eentje met zwarte, gladde haren en andere met witte, gekroesde haren. In de F1-generatie hebben we uitsluitend zwarte, kroesharige dieren. De allelen zwart en gekroesd domineren dus. Beide allelen komen van verschillende ouders.

3.2) Symbolische voorstelling kruising

P

Genotype	ZZgg	x	zzGG
Fenotype	zwart, glad	x	wit, gekroesd
Gameten	Zg	x	zG
→ Je ziet duidelijk: 2 dominante kenmerken in verschillende ouders.			

F1

Genotype	ZzGg
Fenotype	zwart, gekroesd

F1 x F1

Genotype	ZzGg	x	ZzGg
Fenotype	zwart, gekroesd	x	zwart, gekroesd
Gameten	ZG, Zg, zG, zg	x	ZG, Zg, zG, zg

F2

Genotype

	ZG	Zg	zG	zg
ZG	ZZGG	ZZGg	ZzGG	ZZGg
Zg	ZZGg	ZZgg	ZzGg	Zzgg
zG	ZzGG	ZzGg	zzGG	zzGg
zg	ZZGg	Zzgg	zzGg	zzgg

Fenotype

9x zwart, gekroesd

3x zwart, glad

3x wit, gekroesd 1x wit, glad

Opmerkingen:

- 1) Het enige verschil met het experiment in deel 2 is dat elk ouder één dominant kenmerk heeft i.p.v. beide ouders 2 dominante kenmerken in één ouder.
- 2) Merk op bij de 9:3:3:1-verhouding
 - 9 = het fenotype met 2 dominante genotypen
 - 3 = fenotypen met 1 dominant genotype
 - 1 = het fenotype met 0 dominante genotypen (2 recessieve genotypen)

Je kan ook een beetje kanrekenen gebruiken om de frequenties van fenotypen te bepalen.

Fenotypen in F2	Berekeningen	Frequenties van de fenotypen
Zwart – kroesharig	$Z.G. = \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = 9/16$	9/16
Zwart – gladharig	$Z.gg = \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = 3/16$	3/16
Wit – kroesharig	$zzG. = \frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = 3/16$	3/16
Wit – gladharig	$zzgg = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = 1/16$	1/16

- Herinner je dat we bij onze berekeningen een punt achter het dominant kenmerk zetten omdat vanaf dat er één dominant kenmerk aanwezig is het toch tot uiting komt in het fenotype.
- We mogen deze berekeningen uitvoeren dankzij de onafhankelijkheidswet die zei dat elk allel zich onafhankelijk van elkaar gedraagt in di-/polyhybride kruisingen. Bij de eerste berekening is zwart dominant dus komt het $\frac{3}{4}$ keren voor (2^{de} mendelwet), idem voor kroes, als we dan willen weten hoeveel zwart-kroesharig voorkomt maken we het product van beide factoren.

4) Dihybride kruising met één dominant en één intermediair kenmerk

4.1) Het experiment katten

*Katten: tabbypatroon (= donkere tekening op lichte achtergrond) domineert.

--> Basic zwarte vacht = recessief.

Staartlengte: geen dominantie

--> Heterozygote katten (met 2 verschillende allelen: staartstomp)

--> Homozygote katten (met 2 dezelfde allelen: staartloos of normale staart)

➔ Een staartstomp is de tussenvorm van staartloos en normale staart

➔ Dit is dus intermediaire overerving

4.2) Symbolische voorstelling

Genen	Allelen	Genotypen	fenotypen
Vachtkleur	Tabby = A (dom!) Zwart = a (recc!)	AA	Tabby vacht
		Aa	Tabby vacht
		aa	Zwarte vacht
Staartlengte	Lange staart = L Staartloos = S	LL	Lange staart
		LS	Staartstomp
		SS	Staartloos

➔ Herinnering: bij intermediaire (en codominante) overerving was de afspraak dat we beide allelen afzonderlijke letters gaven en aanduiden met hoofdletters.

*Bij kruising van twee homozygote katten, eentje met tabbyvacht en lange start (AASS) en eentje met zwarte vacht en staartstomp (aaSS) verkrijgen we uitsluitend katten met een tabbyvacht en staartstomp (AaLS).

--> Waarbij . = A of a want nogmaals: éénmaal er één dominant gen aanwezig is komt ze al tot uiting.

Herinner jezelf dat de getallenverhouding (2^{de} mendelwet) bij de F2-generatie bij intermediaire overerving 1:2:1 was (2 = tussenvorm). De onafhankelijkheidswet zegt dat elk allel zich onafhankelijk van elkaar gedraagt, deze getallenverhouding geldt dus nog steeds bij dihybride kruising.

Fenotypen in F2	Berekeningen	Frequenties fenotypen in F2
Tabby – langstaart	$A.LL = \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = 3/16$	3/16
Tabby – staartstomp	$A.LS = \frac{3}{4} \times \frac{2}{4} = 6/16$	6/16
Tabby – staartloos	$A.SS = \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = 3/16$	3/16
Zwart – langstaart	$aaLL = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = 1/16$	1/16
Zwart – staartstomp	$aaLS = \frac{1}{4} \times \frac{2}{4} = 2/16$	2/16
Zwart – staartloos	$AaSS = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = 1/16$	1/16

Blauw = dominant kenmerk (3/4)

Geel = intermediair kenmerk (2/4)

Groen = ander kenmerk bij intermediair (1/4)

Wit = recessief kenmerk (1/4)

5) Dihybride kruising met twee intermediaire kenmerken

5.1) Het experiment erwten

Bij erwten is er géén dominantie voor zowel de lengte als de bloemsteel en het moment van de bloeitijd.

Genen	Allelen	Genotypen	Fenotypen
Lengte bloemsteel	Lang = L Kort = K	LL	Lange bloemsteel
		LK	Matige bloemsteel
		KK	Korte bloemsteel
Bloeitijd	Vroege tijd = V Korte tijd = B	VV	Vroege bloeitijd
		VB	Matig vroege bloeitijd
		BB	Late bloeitijd

Als je twee homozygote erwtenrassen, de ene met lange bloemsteel en vroege bloeitijd (LLVV) en de andere met korte bloemsteel en late bloeitijd (KKBB) vind je in F1 uitsluitend erwten met matig lange steel en matig vroege bloeitijd (LKVB).

→ In de F2-generatie krijgen we 9 verschillende mogelijkheden.

Fenotypen in F2	Berekeningen	Frequenties fenotypen in F2
Lange – vroeg	$LLVV = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$
Lang – matig vroeg	$LLVB = \frac{1}{4} \times \frac{2}{4} = \frac{2}{16}$	$\frac{2}{16}$
Lang – laat	$LLBB = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$
Matig lang – vroeg	$LKVV = \frac{2}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{2}{16}$	$\frac{2}{16}$
Matig lang – matig vroeg	$LKVB = \frac{2}{4} \times \frac{2}{4} = \frac{4}{16}$	$\frac{4}{16}$
Matig lang – laat	$LKBB = \frac{2}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{2}{16}$	$\frac{2}{16}$
Kort – vroeg	$KKVV = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$
Kort – matig vroeg	$KKVB = \frac{1}{4} \times \frac{2}{4} = \frac{2}{16}$	$\frac{2}{16}$
Kort – laat	$KKBB = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$

Merk op wat mvr. Smets in deze voorbeeldoefening heeft gedaan, ze is van lang naar matig lang naar kort gegaan en is in de 2^{de} fenotype telkens in chronologische herhalende volgorde alle mogelijkheden afgegaan. Op het alternatief examen werk je best ook zo ordelijk om geen tijd te verliezen en zeker en vast geen fouten te maken.

Merk ook op dat we enkel de 1:2:1-verhouding terugzien in onze berekeningen, we hebben ook geen dominante maar enkel intermediaire overerving hier.

6) Overzicht Mendelwetten

EERSTE MENDELWET (= uniformiteitswet): Als men twee homozygote individuen kruist die slechts in één kenmerk van elkaar verschillen, dan zijn alle nakomelingen gelijk aan elkaar.

- Dit betekent gewoon: alle individuen van de F1-generatie uiten het fenotype van het dominant gen (daarom lijken ze op elkaar). Dit is echter niet zo bij intermediaire/codominante overerving.
- > INTERMEDIAIR: een tussenvorm (tussenkleur) van beide genen wordt geuit (rood + wit = roze).
- > CODOMINANT: Beide genen oefenen hun invloed uit op het fenotype (zwart-wit bv.)

TWEEDE MENDELWET (= splitsingswet): Bij kruising van individuen uit de F1-generatie bekomen uit homozygote ouders die slechts in één kenmerk van elkaar verschillen, ontstaan in de F2-generatie nakomelingen met een verschillende fenotype. Tussen de aantallen van elk fenotype bestaat een vaste getallenverhouding.

- > DOMINANTE OVERERVING: getallenverhouding = 3:1 (dominant:recessief)
- > CODOMINANTE/INTERMEDIAIRE OVERERVING: getallenverhouding = 1:2:1

DERDE MENDELWET (= onafhankelijkheidswet): De allelen van een allelenpaar bij di-/polyhybride kruising gedragen zich bij overerving onafhankelijk van de allelen van een ander allelenpaar.

- Dankzij deze wet mag je de productregel (kansrekening) toepassen om de frequenties van fenotypen in F2 te berekenen.