



# Farvegenetik og fjordhesten

Farvegenetik hos fjordheste er noget der interesserer mange, men kun få har sat sig rigtig ind i det, og derfor flyder, særligt de sociale medier, over med fejlagtig information i et forsøg på at give velmenende råd. Hos andre racer er farver noget man har gået meget op i og avlsforbund er bygget op omkring farveavl (i modsætning til andre, der typeavler, f.eks. DV og DSP og Fjordhesten Danmark, der renavler). Hos Fjordhesten var for mange år siden andre farver end gul ikke ønskeligt og historier går om, at hoppeejeren kunne få sine bedæknings penge retur, hvis der blev født et gråt føl. Sådant er det heldigvis ikke i dag, selv om de fleste opdrætteres viden om farvegenetik generelt er lille.

Jeg vil i denne artikel forsøge at aflive noget myter og erstatte disse med fakta, særligt med udgangspunkt i fjordhestens farvegenetik.

Farvegenetik kan ved første øjekast virke uoverskueligt, måske lidt kedeligt, og måske er du mere forvirret, når du har læst artiklen, end du var før. Men fortvivl ikke, måske skal du læse artiklen flere gange for at få det hele med. Tag evt. dine egne noter undervejs og læs gerne andre artikler om farvegenetik. Jo flere gange du læser det, jo nemmere sætter det sig fast – det er slet ikke så indviklet, som det ser ud.

## Basal genetik

For større forståelse for farve genetik er her en kort gennemgang af nogle af de vigtigste genetiske betegnelser.

## Locus og alleler

Locus betyder 'Sted' og henviser til det sted på DNA-strengen, hvor allelen (genet) bor. Der er to alleler (gener) på hvert locus (sted). Den ene allel har hesten fået fra sin far, den anden fra sin mor.

## Homozygot

Et individ har to alleler for hvert gen, et fra sin mor og et fra sin far. Hvis hesten har to **ens** alleler (gener) på et locus (sted), er den homozygot for det pågældende gen (homozygot = to ens). Hesten har derfor arvet to ens gener, et fra sin mor og et fra sin far.

## Heterozygot

Et individ har to alleler for hvert gen, et fra sin mor og et fra sin far. Hvis hesten har to **forskellige** alleler (gener) på et locus (sted), er den heterozygot for det pågældende locus (heterozygot = to forskellige). Hesten har derfor arvet to forskellige gener fra sin mor og far.

## Dominante, semidominante og recessive gener

Nogle alleler (gener) er dominerende over for andre alleler (gener). Det allel, der er dominerende, kaldes det dominante allel, og det allel, der undertrykkes, kaldes for det recessive allel.

Hvis hesten er homozygot for en dominant egenskab (altså har to **ens** alleler), vil den kun kunne vise den dominante egenskab

Hvis hesten er heterozygot for en dominant allel (altså har to **forskellige** alleler), betyder det, at den har et dominant allel og et recessivt allel på samme locus. I den situation vil den også kun kunne vise den dominante egenskab.

Hvis det recessive allel skal komme til udtryk i individet, skal det have to **ens** alleler for dette arveanlæg, altså være homozygot. Eller skrevet på en anden måde: der må ikke være en

dominerende allel tilstede på det pågældende locus.

Der er også gener, der er semidominante. Det kommer til udtryk ved, at de slår delvist igennem, hvis hesten er heterozygot for den pågældende egenskab, mens egenskaben slår fuldt igennem, hvis hesten er homozygot for egenskaben. Fx er creme-genet, som ulsblakke, gulblakke og lysegrå fjordheste har, semidominant. Hos en heterozygot hest vil hestens farve kun være lidt fortyndet. Hvis hesten er homozygot vil dens farve være maksimalt fortyndet af egenskaben. Hos fjordhesten anerkender vi kun heste, der er heterozygote på creme-genet. Se mere under afsnittet om creme-genet.

### **Fænotype**

Fænotype er den farve vi kan se på hesten. F.eks. kan vi se på en fjordhest, at den er gul, men vi kan ikke se, at den f.eks. bærer rødgul.

### **Genotypen**

Genotypen består af det, vi kan se, og det vi ikke kan se. Fastsættelse af genotypen kan ske ved DNA-test, eller ved at studere forældre og afkom. Genotype er ikke relevant i forbindelse med identifikation af hesten, men i forbindelse med avl kan den være særlig nyttig.

### **Grundfarver**

Fjordheste har, som alle andre heste, en af de tre grundfarver. Uanset hvordan farven kommer til udtryk på hesten, så vil grundfarven altid være enten sort, brun eller rød. Hos nogle pattedyr findes en mutation af det sorte pigment, der gør det chokolade-brunt, men dette mener forskerne ikke at kunne påvise hos heste, og derfor findes der ikke ægte brune heste. De heste, vi kalder brune, er en kombination af rødt og sort pigment og hedder på fagsproget agouti. Agouti kommer til udtryk på forskellige måder alt efter art, en alm. sribet huskat har agouti mønster.

### **Pigmenttæthed**

Der kan optræde mange nuancer af kropsfarven og hos fjordheste, hvor farven er koncentreret i man og hale, ses nuanceforskellen især her. Særligt rødgule heste kan variere meget i pigmenttæthed og nogle rødgule fjordheste vil have næsten sorte hår i halen. Hårene har dog ikke sort pigment men skyldes det røde pigmentkorns tæthed. Forskellen kan være svær at se med det blotte øje. Det er endnu ikke opklaret, hvordan pigmenttæthed præcist nedarves. Det har vist sig, at lyse heste avler lysere heste og tilsvarende er tilfældet med mørke heste.

### **Dun-genet**

Ud over de ovennævnte grundfarver har alle fjordheste også et dun-gen. I vores del af verden kalder vi det blak-genet, den genetiske betegnelse er 'D' for dun. Dun fortynder grundfarven til en lysere nuance og tilføjer vildheste aftegn som ål og vildhestestriber. Tidligere var det ikke alle fjordheste, der var dun, og derfor findes der billeder af ægte ensfarvede fjordheste. I dag mener man, at alle fjordheste er homozygot dun.

### **Grundfarver +dun**

Brun (agouti) + dun = gul

Rød + dun = rødgul

Sort + dun = grå

Det locus, der styrer agouti (brun), hedder **A-locus**. De to alleler (gener), der bor på A-locus, hedder 'A' og 'a'.

A = hesten bliver agouti (brun), tilføjes dun-genet bliver hesten gul

a = hesten bliver non-agouti, dvs. hesten har kun sort pigment, tilføjes dun-genet bliver hesten grå

Som beskrevet har hesten to alleler (gener) for hvert locus (sted), og der er derfor følgende

kombinationsmuligheder på A-locus:

AA: hesten er agouti (brun), tilføjes dun-genet bliver fjordhesten gul

Aa: Det store 'A' dominerer over det lille 'a' og bestemmer derfor at hesten bliver agouti (brun) (+dun = gul) men det lille 'a' betyder at hesten bærer anlægget for grå skjult og derfor kan give grå videre til sit afkom.

aa: hesten er sort. Lægger vi dun-genet til, er fjordhesten grå og kan kun give grå videre til sit afkom

Man kan ikke se på en hest, om den er AA eller Aa.

**Huskeregul:**

To grå heste vil aldrig få gule afkom, da afkommet altid vil få et a fra sin mor og et a fra sin far = aa.

Det locus, der styrer, om hesten bliver rød eller sort, hedder **E-locus**, og de alleler (gener), der bor på E-locus, hedder 'E' og 'e'.

E: hesten har ikke noget rødt pigment, sammen med dungenet gør det, at hesten er enten grå eller gul

a: gør hesten ude af stand til at producere sort pigment, det betyder at hesten bliver rød + dun gen = rødgul.

Hesten har også to alleler på E-locus, og det giver følgende kombinationsmuligheder på E-locus.

EE: hesten har intet rødt pigment og A-locus bestemmer, om hesten bliver gul eller grå.

Ee: det store E dominerer over det lille e, men igen bestemmer A-locus, om hesten bliver gul eller grå. Det lille 'e' bestemmer dog, at hesten bærer anlægget for rødgul skjult, uanset hvad A-locus måtte mene, og derfor kan hesten få rødgule afkom.

ee: gør hesten ude af stand til at producere sort pigment og hesten bliver rødgul. Normalt ville A-locus bestemme over E-locus, men de to små ee sætter A-locus ud af spillet.

Man kan ikke se på en hest om den er EE eller Ee.

**Huskeregul:**

En rødgul hest vil altid give et 'e' videre til sit afkom. Derfor vil en gul hest efter en rødgul forældre altid have arvet anlægget for rødgul.

**Huskeregul**

To rødgule heste vil således altid få rødgule afkom, da afkommet altid vil få et e fra sin mor og et e fra sin far = ee.

A-locus og E-locus giver tilsammen følgende muligheder hos fjordhesten

A-locus	E-locus	Grundfarver	Fjordhestens farver
AA	EE	Brun	Gul
AA	Ee	Brun med anlæg for rød	Gul med anlæg for rødgul
AA	ee	Rød	Rødgul

Aa	EE	Brun med anlæg for sort	+Dun- gen=	Gul md anlæg for grå
Aa	Ee	Brun med anlæg for sort og rød		Gul med anlæg for grå og rødgul
Aa	ee	Rød med anlæg for sort		Rødgul med anlæg for grå
Aa	EE	Brun		Gul
Aa	Ee	Brun med anlæg for rød		Gul med anlæg for rødgul
Aa	ee	Rød med anlæg for sort		Rødgul med anlæg for sort

### Creme-gen

Nogle fjordheste har ud over deres grundfarve og dun-genet også et creme-gen. Creme-genet bleger, ligesom dun-genet, hestens kropsfarve. Rødgule heste bliver til gulblakke, gule bliver ulsblakke og grå bliver lysegrå. Hvis ikke fjordhesten havde dun-genet, ville creme-genet blege grundfarven til henholdsvis palomino, buckskin og smoky black, som vi kender fra andre racer. Creme-genet har ingen eller kun lidt indflydelse på sort grundfarve, og man kan derfor ikke se på en grå hest, om den er grå eller lysegrå. Det kan kun afgøres via hestens afkom eller naturligvis en DNA-test. I fjordheste-racen er lysegrå heste sjældne, da mindst en af forældrene skal have et creme-gen, og derudover have anlæg for grå, før hesten kan blive lysegrå. Heste med den genotype har vi kun få af.

Så vidt vides findes kun en lysegrå fjordhest i Danmark p.t., nemlig Bjella Halsnæs, som i 2006 fik et ulsblak føl efter en gul hingst. Bjella er efter ulsblakke Monolitt, der havde anlæg for grå, og Bjellas mor Silke Halsnæs var grå. Bjella har således arvet et 'a' fra hver af sine forældre, som gør at hun bliver grå, samt et creme-gen fra sin far, og det gør hende til lysegrå.

Det locus, der styrer creme-genet, hedder **C-locus**. De to alleler (gener), der bor på C-locus, hedder C og Ccr.

C = har ingen effekt på grundfarven (man kan sige at creme-genet er slukket)

Ccr= hesten bliver bleget og bliver, afhængigt af hestens grundfarve, enten ulsblak, gulblak eller lysegrå

Hesten har også to alleler på C-locus og det giver følgende kombinationsmuligheder på C-locus:

C+C: har ingen effekt på grundfarven (alle gule, rødgule og grå fjordhest er C+C på C-locus)

C+Ccr: hesten bliver bleget og bliver, afhængigt af grundfarven, ulsblak, gulblak eller lysegrå

Ccr+Ccr: hesten bliver bleget i dobbelt dosis. Denne farve er ikke anerkendt hos fjordhesten. Hos palominoavlen er den kendt som cremello, perlino og smoky black afhængig af grundfarven. Disse heste kaldes også "*Blue eyed creme*" = BEC.

BEC heste har blå øjne og hudfarvet mule med hvid pels.

Ccr er et semi-dominant gen, dvs. det har altid en effekt både i dobbelt og enkelt dosis og kan i modsætning til grundfarverne ikke bæres skjult. Dvs. at en rødgul, grå, eller gul hest, der er efter en ulsblak, gulblak eller lysgrå forældre, ikke har arvet anlægget for creme-genet og derfor heller ikke kan give afkom med creme-gen.

#### Huskeregul

Creme-  
genet kan  
ikke bæres  
skjult

Tidligere prøvede man i Norge at avle kun med ulsblakke, men man vidste ikke nok om genetikken bag til at forudsige BEC-hest. Man mente, at de var svagelige og havde tendens til blindhed, og

derfor holdt man op med at krydse to ulsblakke individer. Den dag i dag er BEC-farven ikke anerkendt hos fjordhesten på trods af et langt større kendskab til farvegenetik. Således er creme-genet populært i enkelt dosis, og kan måske endda indbringe en bedre salgspris, men i dobbelt dosis er det ikke anerkendt.

Bl.a. i palomino avlen er BEC heste populære, da en BEC hest altid vil give sit ene creme-gen videre og 100% af føllene vil blive enten Palomino, Buckskin eller smoky creme. En BEC-fjordhest ville på samme måde garantere afkom med enten ulsblak, gulblak eller lysegrå farve, da den altid vil give et Ccr videre til sit afkom.

BEC heste kaldes også for pseudoalbinoer. Ægte Albinoer findes ikke hos heste,- man mener ikke, at genet er foreneligt i liv, og eventuelle albinoer vil derfor gå til tidligt i fostertilstanden.

Når man krydser en hest med creme-gen med f.eks. en alm. gul er der altid 50% sandsynlighed for, at afkommet får creme-genet, da afkommet vil få enten et C eller et Ccr fra den forældre, der har creme-genet. Om afkommet bliver ulsblak, gulblak eller lysegrå afhænger af både fars og mors genotype (se eksemplerne lidt længere nede).

### **Sandsynlighed for farve**

Ofte bliver der spurgt i forskellige fora, hvad sandsynligheden er for de enkelte farver på specifikke individer. Det er svært at svare på, hvis ikke man kender hingstens og hoppens genotype. I nogle tilfælde kan vi med sikkerhed sige, at en gul hingst har anlæg for rødgul, hvis den har en rødgul forældre, og derfor med sikkerhed har arvet et 'e', eller hvis hingsten har fået rødgyule afkom. Er ingen af delene tilfældet, er det umuligt at vide, om han har anlæg for rød.

I 2015 blev det vedtaget på generalforsamlingen, at ikke tidligere fremstillede hingste fremover skal testes for rødgul og grå anlæg, og derfor vil det i fremtiden være nemmere at 'spå' om afkommets farve. Hvis ikke man kender sin hoppers genotype, kan man vælge af få hende farvetestet. Dette gøres bl.a. hos [www.animal-genetic.us](http://www.animal-genetic.us)

Hvis man kender genotypen på både hoppe og hingst, kan man forudsige, hvor stor sandsynlighed der er for de enkelte farver. Som tidligere nævnt arver afkommet to alleler for hvert locus, et fra mor og et fra far. Nedenfor er et par eksempler på hvordan man kan forudsige sandsynligheden for afkommets farve og anlæg.

### **Eksempel 1a:**

Hingsten er gul med anlæg for rødgul, men uden anlæg for grå, så hans genotype er: AA /Ee

Hoppen er rødgul uden anlæg for grå, så hendes genotype er: AA /ee

På A-locus vil afkommet med 100% sikkerhed arve et 'A' fra hoppen og et 'A' fra hingsten.

dvs. at afkommet har sandsynlighed for følgende genotyper på A-locus:

100% sikkerhed for AA (gul uden anlæg for rødgul og grå)

På E-locus vil afkommet med 100% sikkerhed arve et 'e' fra hoppen.

Fra hingsten vil afkommet have 50% sandsynlighed for at arve et 'E' og 50% for et 'e'.

Dvs. at afkommet vil have sandsynlighed for følgende genotyper på E-locus:

50% sandsynlighed for Ee (gul med anlæg for rødgul)

50% sandsynlighed for ee (rødgul)

Når vi så sammensætter A-locus og E-locus giver det afkommet følgende sandsynlighed for genotype:

50% for AA/Ee (gul med anlæg for rødgul og uden anlæg for grå)

50% for AA/ee (rødgul uden anlæg for grå)

### **Eksempel 2a:**

Hingsten er gul med anlæg for grå, så hans genotype er: Aa/EE

Hoppen er rødgul med anlæg for grå, så hendes genotype er: Aa/ee

På A-locus vil afkommet med 50% sandsynlighed arve et 'A' fra hingsten og et 'a'.

Det samme gør sig gældende for hoppen, dvs. at afkommet har sandsynlighed for følgende genotyper på A-locus:

25% for 'AA'.

50% for 'Aa'

25% for 'aa'

På E-locus kan afkommet med 100% sikkerhed arve 'E' fra hingsten, da han er homozygot for 'E'.  
Fra hoppen kan afkommet med 100% sikkerhed arve 'e', da hoppen er homozygot for 'e', det giver 100% for 'Ee'.

Når vi så sammensætter A-locus og E-locus giver det afkommet følgende sandsynlighed for genotype:

25% sandsynlighed for genotype AA/Ee (gul med anlæg for rødgul)

50% sandsynlighed for genotype Aa/Ee (gul med anlæg for rødgul og grå)

25% sandsynlighed for genotype aa/Ee (grå med anlæg for rødgul)

### Eksempel 1b:

Hingsten er ulsblak med anlæg for rødgul men uden anlæg for grå, så hans genotype er:

AA/Ee/CcrC

Hoppen er rødgul uden anlæg for grå, så hendes genotype er:

AA/ee

På A-locus vil afkommet med 100% sikkerhed arve et 'A' fra hoppen og et 'A' fra hingsten.

På E-locus vil afkommet med 100% sikkerhed arve et 'e' fra hoppen, da hun er homozygot for a.

Fra hingsten vil afkommet have 50% sandsynlighed for at arve et 'A' og 50% for et 'a'.

På C-locus vil afkommet med 50% sandsynlighed arve et "Ccr" og med 50% sandsynlighed arve et 'C' fra hingsten. Fra hoppen vil afkommet med 100% sandsynlighed arve et 'C'.

Dvs. at afkommet vil have sandsynlighed for følgende genotyper:

25% for AA/Ee/ CcrC (ulsblak med anlæg for rødgul og uden anlæg for grå)

25% for AA/Ee /CC (gul med anlæg for rødgul og uden anlæg for grå)

25% for AA/ee/ CcrC (gulblak uden anlæg for grå)

25% for AA/ee/ CC (rødgul uden anlæg for grå)

Jeg håber ikke, at forvirringen er total, efter at du har læst denne artikel, tværtimod håber jeg, at den har hjulpet dig igennem den mest basale viden med udgangspunkt i fjordhestens farver. Hos shetlændere og islændere er alle farver og tillægsfarver tilladt, og det kan anbefales at læse artikler om disse racer, ligesom artikler fra Palomino avl og P.R.E kan være nyttige.

Har du spørgsmål eller rettelser, er du velkommen til at skrive til mig på [stine@fjordhest.dk](mailto:stine@fjordhest.dk)

For at øge forståelsen for farvegenetik vil jeg anbefale at læse på følgende link om farvegenetik:

<http://www.edoras.dk/basal-genetik.html>

<http://www.edoras.dk/basisfarver-brun-roslashd-og-sort.html>

<http://www.edoras.dk/creme.html>

<http://horseconsult.com/articles/showarticle.asp?ArtID=1036>

<http://palomino-psa.dk/farvegenetik/>

16.09.2015

Stine Meyer