

# Die voorkoms en effek van MSTN-mutasies in SA Stamboek-vleisbeesrasse

Miostatien (MSTN) is 'n proteïen wat die hoeveelheid spierselle in 'n embrio reguleer. Miostatien wat verander of 'gebreek' is as gevolg van mutasies (onwillekeurige veranderings in die kode van gene) kan dubbelbespieroing in diere veroorsaak. Sulke diere vertoon kenmerkend oorbepierd met min onderhuidse vet, 'n fyner beenstruktuur en min kapasiteit weens onderontwikkelde longe en rumen.

Drie soorte mutasies kom voor in die MSTN-geen wat die miostatienproteïen vervaardig (Figuur 1), naamlik:

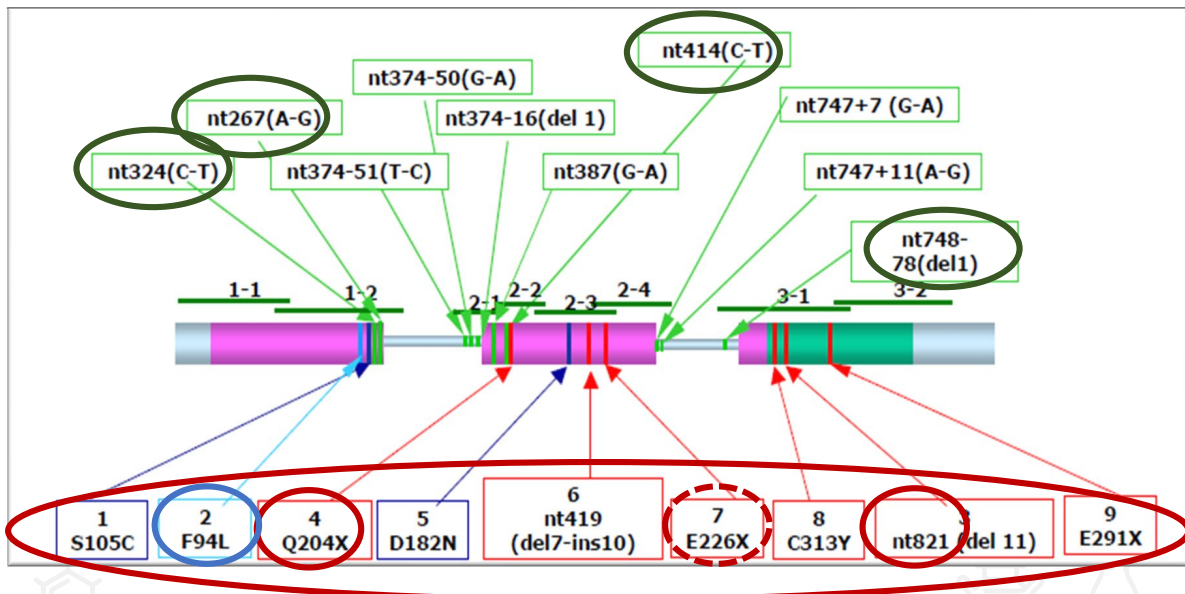
- **Stil (silent) mutasies**, waar die verandering geen verskil maak aan die miostatienproteïen nie. Voorbeelde is nt267, nt324, nt414 en nt748, ook bekend as die 'groen' gene.
- **Missense-mutasie**. Veroorsaak 'n verandering in die miostatienproteïen en

dit werk net gedeeltelik. 'n Voorbeeld is F94L, wat as minder nadelig beskou word (blou gene).

- **Nonsense-mutasie**. Die miostatienproteïen is stukkend en veroorsaak erge dubbelbespieroing. Voorbeelde is nt821, Q204X en E226X. Hierdie mutasies word as erg nadelig geklassifiseer (rooi gene).

Die SNP-skyfie wat SA Stamboek gebruik, toets vir 13 van die 21 bekende MSTN-mutasies. In Europa is dubbelbespieroing by heelwat rasse gewens en daarom verskyn al die mutasies wat dubbelbespieroing veroorsaak, en net vier van die stil mutasies, op die SNP-skyfie. Sover is slegs drie van die nadelige (rooi) mutasies, een van die drie minder nadelige (blou) mutasies en al vier van die stil (groen) mutasies wat op die SNP-skyfie is, in Stamboekrasse gevind.

Figuur 1: Die bekende mutasies in die miostatien-geen (Dunner, 2003)



## Die nadelige miostatienmutasies

Omdat telers selektief toets en selde die hele kudde of lukraak toets, kan geen afleidings gemaak word oor die frekwensie van dubbelbespieroing in die Stamboekrasse nie. Onder die SA Stamboek-vleisbeesrasse met minstens 100 genomiese toetse (Desember 2025), is die volgende gevind:

- 34 752 diere van 20 rasse is genomies getoets vir al die nadelige miostatienmutasies.
- 28 458 (82%) het skoon van die nadelige mutasies getoets.
- 3 050 diere in 12 rasse is draers van nt821 (9%).
- 2 711 diere in nege rasse is draers van Q204X (8%).
- 456 (1%) in 14 rasse is draers van F94L.
- Tien draers in een ras van E226X.

# Die RPO – vir produsente, deur produsente



☎ 012 349 1102

✉ corine@rpo.co.za

🌐 www.rpo.co.za

**RPO**  
Rooivleisprodusente  
Organisasie

Daar kan meer as een nadelige of minder nadelige mutasie in 'n ras voorkom:

- nt821 is die dominante nadelige mutasie in nege van die 12 rasse waarin dit voorkom.
- Q204X is die dominante nadelige mutasie in drie van die nege rasse waarin dit voorkom.
- F94L, wat wêreldwyd bemark word as die sogenaamde 'winsgeen' weens laer kalwingsprobleme en hoër vleisproduksie, is die dominante mutasie in net drie van die 14 rasse waarin dit voorkom. Hoewel F94L dus wydverspreid en in heelwat Suid-Afrikaanse vleisrasse voorkom, bied dit nie 'n seleksievoordeel nie.
- Vier rasse het sover heeltemal skoon getoets, waarvan een ras 'n geslote stamboom het (geen opgraderings word toegelaat nie) en twee is ekstensiewe rasse wat nie gespierde bulle selekteer nie.

Dit lyk asof veral opgradering of ingevoerde semen kan veroorsaak dat die nadelige MSTN-mutasies in 'n ras inkom. Die mutasies, nt821 en Q204X, het 'n groot impak indien hulle in 'n ras inkom, terwyl F94L, die sogenaamde 'winsgeen', in 14 rasse voorkom maar net in een van die rasse werklik belangrik is.

## Invloed van nadelige MSTN-mutasies

Die effek van nadelige MSTN-mutasies is bepaal deur te toets of daar statisties betekenisvolle verskille bestaan tussen die gemiddelde genomiese teelwaarde-indekse (GEBVi) van skoon en draerdier per eienskap. Teelwaardes word aangewend omdat dit net die genetiese komponent gebruik – daar is reeds gekorrigeer vir alle moontlike omgewingskomponente. Die standaardafwyking van die teelwaarde-indekse is 13 vir alle eienskappe.

*Tabel 1* bevat die resultate vir vier rasse. As gevolg van die gedeeltelike resessiewe aard van die nadelige mutasies, wat beteken draers mag eienskappe in verskillende grade of glad nie vertoon nie, is dit moeiliker om statistiese verskille te bereik indien getalle laag is, wat in meeste rasse die geval is. Die drie rasse in *Tabel 1* wat nt821 dra, wys dat daar moontlik rasverskille kan wees weens interaksie met unieke rasgene, maar dit kan ook weens laer getalle wees. Die ras met Q204X het hoër getalle en kan dus makliker statistiese verskille in geaffekteerde eienskappe aandui.

Die uitwerkings stem grootliks ooreen met mekaar en met wat in die literatuur gevind is, met 'n paar interessante verskille. Vir al vier rasse is geboortegewigte tussen drie en sewe indekspunte swaarder by draers as by skoon diere, wat hoogs betekenisvol is en wat die een enkele grootste nadeel van draers is.

Speengewigte is betekenisvol swaarder by drie van die vier rasse en melk is minder (laer) by almal. Die RTU-oogspier is

betekenisvol groter, maar vet en marmering is nie noodwendig betekenisvol minder by al die rasse nie. Versvrugbaarheid en langslwendheid is by al die rasse en koeivrugbaarheid is by drie van die rasse, betekenisvol benadeel.

Gemiddelde daaglikse toename (GDT) en skrotumomtrek is betekenisvol kleiner by draers van twee rasse. Daar is ook rasverskille vir volwasse gewig en hoogte.

**Tabel 1: Verskille en statistiese betekenisvolheid tussen gemiddelde GEBVi van skoon en draerdere vir nt821 en Q204X. (Rasse het meer as 300 draers en 1 000 skoon diere. Net statisties betekenisvolle resultate word getoon.)**

GEBVi-eienskap (genomies-getoetste diere)	nt821			Q204X	Oorwegende effekte
	Ras 1	Ras 2	Ras 3	Ras 4	
Geboorte direk	-4***	-3***	-7***	-7***	Swaarder geboortegewig (indeks gedraai)
Speen direk	2***		7***	3***	Meestal swaarder speengewig
Speen maternaal	-4***	-2**	-4***	-6***	Minder melk
Volwasse gewig	2***		6***	1**	Meestal swaarder koeie
GDT			6***	-1**	Wissel
Hoogte	-2**	-2*	3**	-2***	Meestal laer diere
RTU-oogspier	2***	3***	13***	10***	Groter oogspier
RTU-vet		-6***		-9***	Minder vet by twee rasse
RTU-marmering		-5***	-5***	-5***	Meestal minder marmering
Versvrugbaarheid	-3***	-2**	-2*	-6***	Kalf later (indeks is gedraai)
Koeivrugbaarheid	-4***	-4***	3***	-7***	Meestal langer TKPs (indeks is gedraai)
Skrotumomtrek			-3**	-8***	Kleiner skrotumomtrek by twee rasse
Langslwendheid	-1***	-3***	-2***	-5***	Word gouer uitgeskot

<sup>2</sup> \*\*\* Hoogs statistiese betekenisvolle verskil ( $P < 0.0001$ ) tussen die skoon en draergemiddeldes; \*\*  $P < 0.001$ ; \*  $P < 0.05$

Die ras met die hoogste frekwensie vir F94L het waarskynlik te min diere wat genomies getoets is om werklike statistiese verskille te kan bereken, maar het tog 'n klein betekenisvolle verhoging in speen direk en RTU-oogspier getoon en geen swaarder geboortegewig nie, wat met literatuur ooreenstem.

Die voordeel van dubbelbespiede rasse, naamlik beter groei en beweerde karkaseienskappe wat hoofsaaklik bulle bevoordeel, is dus nie noodwendig by al die Stamboek-rasse teenwoordig nie. Die nadele vir koeie, naamlik swaarder geboortegewigte en gevolglike moeiliker geboortes, minder melk en laer vrugbaarheid, is egter by meeste van die rasse teenwoordig.

Telers wat wel die voordele van draers van dubbelbespieding wil benut, sal waarskynlik beter doen in goeie omgewings en met goeie bestuur. Alle aanduidings is dus dat draers van dubbelbespieding nadelig is in die koeikudde, soos dit ook deur telers ervaar word.

### Die groen gene

In Europa word dubbelbespieding oor die algemeen as voordelig beskou, en heelwat rasse het daar ontstaan op grond van seleksie vir dubbelbespiede diere. Dubbelbespieding is reeds in die laat 1800's in Europa aangeteken en het moontlik in die Fries en Shorthorn ontstaan, en deur grootskaalse opgradering van ander rasse deur Europa versprei.

Moeilike geboortes was egter 'n probleem, veral voordat keisersnitte moontlik was, en daarom is die minder-nadelige mutasies met beter karkasse maar minder kalfprobleme, soos F94L, ook gewild. Daar is reeds 21 MSTN-mutasies geïdentifiseer, maar die meeste is skaars en uniek in spesifieke rasse. Die gewildste mutasies wat dubbelbespiering veroorsaak, is nt821 en F94L. Q204X kom ook in verskillende rasse voor.

Saam met die seleksie vir mutasies wat dubbelbespiering veroorsaak, is daar ook onwetend en toevallig geselekteer vir verskeie ander mutasies wat ook in die MSTN-geen voorkom en wat nie dubbelbespiering veroorsaak nie, naamlik die 'stil' mutasies, ook bekend as die 'groen' gene. Die frekwensie van die groen MSTN-mutasies verskil tussen rasse, afhangend van wanneer die ras gevorm is, vir watter mutasies geselekteer is en watter kombinasies (haplotipes) toevallig in of nie in die basisdiere was nie, en uiteindelik vas- of uitgeteel is.

Die haplotipes kom ook voor in die rasse wat nie enige nadelige mutasies dra nie.

Die wilde tipe MSTN-geen het geen mutasies nie (0 vir alle mutasies), en die voorkoms wissel tussen 2 en 67% in die 20 Stamboekrasse.

Diere kan wel meer as een MSTN-mutasie in verskillende kombinasies dra. As 'n verdere eienaardigheid, is sommige mutasies as 'n kombinasie soms vas aanmekaar en word saam as 'n eenheid na die nageslag oorgedra. So 'n vaste kombinasie word 'n haplotipe genoem. Byvoorbeeld, nt748 is soms vas in haplotipe 4 met nt267 (nt748-nt267) of in haplotipe 2 met nt414 (nt748-nt414), of kom ook op sy eie in haplotipe 3 voor (nt748). In Tabel 2 kan gesien word dat haplotipes 1 en 2 in al die rasse voorkom, met haplotipes 3 en 4 wat ook redelik volop is, meestal in die Afrika en saamgestelde rasse.

Tabel 2 toon ook dat unieke haplotipes in die Afrika en saamgestelde rasse voorkom wat nie in die Europese rasse is nie. Sommige haplotipes is relatief skaars en uniek tot sekere rasse. Haplotipes 5, 6 en 7 is skaars en was waarskynlik van die oudste mutasies wat oor tyd weggeraak het.

**Tabel 2: Voorkoms van MSTN-haplotipes in SA Stamboek-rasse. Slegs haplotipes met 'n frekwensie van meer as 2% word aangedui.**

Haplotipe		Europese rasse							Afrika en ander rasse							Saamgestelde rasse					
Nr	Beskrywing	CHL	HFD	AAN	BSH	BBS	SSX	SDV	WGU	BOR	TUL	DRB	AFR	NGI	SEN	BON	BMA	DMA	SGT	CWB	HUG
1	Wilde tipe	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	nt748-nt414	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	nt748						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	nt748-nt267								x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		
5	nt324	x																			x
6	nt267					x														x	
7	nt414							x													

### Effek

Uit die wetenskaplike literatuur sowel as ons eie resultate, het ons wel gevind dat as nt821 of Q204X deel van die haplotipe is, is daar 'n groot en dikwels statisties-betekenisvolle effek op verskeie eienskappe, ten spyte van somtyds baie lae getalle. Uit hierdie data is daar egter geen konsekwente, hoogs-betekenisvolle effekte tussen die groen-geen haplotipes en produksie-eienskappe gevind nie.

Voorbeelde van die rasspesifieke en

nie-konsekwente laag-statisties-betekenisvolle effekte uit hierdie data is as volg:

- Haplotipe 2 (nt748-nt414) het by twee saamgestelde rasse die onderhuidse vet verhoog, maar by 'n ander ras is net langslendheid vir homo- en heterosigote negatief beïnvloed en by nog 'n ander ras het die homosigoot melk verhoog.
- Haplotipe 4 (nt748-nt267) het as heterosigoot of in kombinasie met Haplotipe 3 oogspieroppervlak in een ras verhoog.

Die vermoede bestaan dat daar wel saam met hierdie haplotipes ook ander gene en kombinasies oorgedra word wat wel moontlike assosiasies met eienskappe kan veroorsaak. Daar mag in sommige rasse of kuddes wel onbekende verbintenisse wees met ander eienskappe, weens seleksie van vroeër jare of meer onlangs, wat haplotipes gevorm het, maar die effek is nie naastenby so groot soos met die nadelige mutasies nie. Die enigste afleiding is waarskynlik dat die groen gene nie dubbelbespierung veroorsaak nie. Die groen gene op 'n rasbasis is dus tans waarskynlik net vir interessantheid.

### **Gevolgtrekking**

Die erg nadelige MSTN-mutasies, nt821 en Q204x, is die volopste mutasies onder die SA Stamboek vleisbeersrasse, met nt821 wat in die meeste rasse voorkom. F94L kom ook teen baie lae frekwensies in heelwat rasse voor, maar het nie impak van nt821 en Q204X nie. E226X kom slegs in een ras voor en het met ingevoerde semen ingekom. Die groen gene het nie konsekwente assosiasies met produksie-eienskappe nie en veroorsaak nie dubbelbespierung nie.

– Dr Helena Theron, Jason Reding en Marike Hillocks



**SA CHAROLAIS**  
**SPEENKALKONING**



Webblad: [www.charolais.co.za](http://www.charolais.co.za)  
epos: [june@stemma.co.za](mailto:june@stemma.co.za)

Posbus 1225, Bloemfontein, 9300, tel: 051 410 0953

## **Klimaatlim veeboerdery: Waarheen is ons op pad?**

Iets opwindends gebeur tans op Suid-Afrikaanse plase: Beeste verander in 'genetiese eksperimente' vir navorsers, weivelde word in koolstofsekwestrasiestrasiepoele omskep, en navorsing toon toenemend hoe die landbousektor nie net kos produseer nie, maar ook daadwerklik help om die planeet se klimaat te balanseer. Hierdie vooruitgang was duidelik tydens 'n klimaatwerkwinkel in Maart wat onder die vaandel van die land se Vleisbeesgenomikaprogram (BGP) in Pretoria gehou is.

Verskeie sprekers was aan die woord en het die agtergrond en doel van die BGP bespreek. Prof Linde du Toit, 'n senior lektor verbonde aan die Departement Veekunde van die Universiteit van Pretoria, het gesels oor die Qinisa-streeksprogram vir landbounavorsing oor kweekhuisgasse en klimaatverandering in Suider-Afrika. Die navorsing fokus onder meer op die ontwikkeling van kweekhuisgasvrystellingsfaktore in Suid-Afrika, praktiese versagtingsmaatreëls vir produsente, asook veevoeding en klimaatbestande produksiestelsels.

Benewens die rol wat vee in voedselsekerheid speel, het prof Du Toit daarop gewys dat lewendehawe ook 'n belangrike kulturele rol op die kontinent vervul. Verder word sowat 80% van landbougrond in Suid-Afrika vir veeproduksie ingespan, wat die belangrike ekologiese rol van vee in die land onderstreep. Hy het bygevoeg dat metaan 'n natuurlike biologiese produk van herkouers se spysvertering is. Dit speel 'n belangrike rol in die stabiliteit van die rumen en kan daarom nie heeltemal uitgeskakel word nie.

Hoewel baie geskryf word oor metaan se negatiewe impak op aardverwarming, sê prof Du Toit dat mense perspektief moet behou: Die gas het 'n kort leeftyd en bly gewoonlik net sowat 12 jaar in die atmosfeer. Dit beteken dat 'n vermindering in metaanvrystellings relatief vinniger klimaatvoordele kan oplewer as die vermindering van koolstofdoksied (CO<sub>2</sub>). Laasgenoemde is steeds die grootste kweekhuisgas wat Suid-Afrikaanse bronne vrystel, terwyl metaan sowat 13% van die land se kweekhuisgasse uitmaak.