

65

ERFELIJKHEID EN SELECTIE BIJ VARKENS

Vlaamse overheid | Beleidsdomein Landbouw en Visserij

**ERFELIJKHEID EN SELECTIE
BIJ VARKENS**

Deze brochure wordt u aangeboden door:



Vlaamse overheid



Vlaamse overheid
Departement Landbouw en Visserij
Afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling

Auteurs

Steven Janssens
Norbert Vettenburg, Achiel Tylleman
Suzy Van Gansbeke, Tom Van den Bogaert

Verantwoordelijke Uitgever

Ir. Johan Verstrynghe, afdelingshoofd

Vlaamse overheid
Departement Landbouw en Visserij
Afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling
Ellipsgebouw
Koning Albert II-laan 35, bus 40
1030 BRUSSEL

Depotnummer: D/2011/3241/343

Website: www.vlaanderen.be/landbouw (rubriek "Documentatie / Publicaties")

Versie : Januari 2012

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze brochure werd door het Vlaams Gewest met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze brochure. De gebruiker van deze brochure ziet af van elke klacht tegen het Vlaams Gewest of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze brochure beschikbaar gestelde informatie.

In geen geval zal het Vlaams Gewest of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze brochure beschikbaar gestelde informatie.

De informatie uit deze uitgave mag worden overgenomen mits bronvermelding.

Contactpersonen van de Afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling die betrokken zijn bij voorlichtingsactiviteiten

(situatie op : 16 januari 2012)

VLAAMSE OVERHEID
Departement Landbouw en Visserij
Ellipsgebouw – 6^{de} verdieping – Koning Albert II-laan 35, bus 40 – 1030 BRUSSEL

	<u>E-mail</u>	<u>TELEFOON</u>	<u>FAX</u>
Jules VAN LIEFFERINGE Secretaris-generaal	jules.vanliefferinge@lv.vlaanderen.be	(02)552 77 03	(02)552 77 01

Afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling

HOOFDBESTUUR

ALGEMENE LEIDING

ir. Johan VERSTRYNGE Afdelingshoofd	johan.verstrynge@lv.vlaanderen.be	(02)552 78 73	(02)552 78 71
--	--	---------------	---------------

COÖRDINATOR DIERLIJKE SECTOR

ir. Stijn WINDEY	stijn.windey@lv.vlaanderen.be	(02)552 79 16	(02)552 78 71
------------------	--	---------------	---------------

COÖRDINATOR PLANTAARDIGE SECTOR EN GMO

ir. Els LAPAGE	els.lapage@lv.vlaanderen.be	(02)552 79 07	(02)552 78 71
----------------	--	---------------	---------------

COÖRDINATOR VOORLICHTING, LANDBOUW- EN PLATTELAND

Geert ROMBOUTS	geert.rombouts@lv.vlaanderen.be	(02)552 78 83	(02)552 78 71
----------------	--	---------------	---------------

BUITENDIENSTEN

VLEESVEE

ir. Laurence HUBRECHT Burg. Van Gansberghelaan 115 A – 9820 MERELBEKE	laurence.hubrecht@lv.vlaanderen.be	(09)272 23 08	(09)272 23 01
--	--	---------------	---------------

Walter WILLEMS VAC – Anna Bijns gebouw, 3 ^e verdieping – Lange Kievitstraat 111-113, bus 71 - 2018 ANTWERPEN	walter.willems@lv.vlaanderen.be	(03)224 92 76	(03)224 92 51
--	--	---------------	---------------

MELKVEE

ir. Ivan RYCKAERT VAC – Jacob van Maerlant, Koning Albert I-laan 1/2, bus 101 - 8200 BRUGGE (SINT-MICHIELS)	ivan.ryckaert@lv.vlaanderen.be	(050)24 77 12	(050)24 76 91
--	--	---------------	---------------

Alfons ANTHONISSEN VAC – Anna Bijns gebouw, 3 ^e verdieping – Lange Kievitstraat 111-113, bus 71 - 2018 ANTWERPEN	alfons.anthonissen@lv.vlaanderen.be	(03)224 92 75	(03)224 92 51
--	--	---------------	---------------

VARKENS - KLEINVEE - PAARDEN

ir. Norbert VETTENBURG VAC – Diestsepoort 6, bus 101 – 3000 LEUVEN	norbert.vettenburg@lv.vlaanderen.be	(016)66 61 22	(016)66 61 01
---	--	---------------	---------------

Achiel TYLLEMAN VAC – Jacob van Maerlant, Koning Albert I-laan 1/2, bus 101 - 8200 BRUGGE (SINT-MICHIELS)	achiel.tylleman@lv.vlaanderen.be	(050)24 77 13	(050)24 76 91
--	--	---------------	---------------

Jan ESKENS VAC - Koningin Astridlaan 50, bus 6, 2 ^e verdieping – 3500 HASSELT	jan.eskens@lv.vlaanderen.be	(011)74 26 97	(011)74 26 99
---	--	---------------	---------------

STALLENBOUW EN DIERENWELZIJN

ir. Suzy VAN GANSBEKE Burg. Van Gansberghelaan 115 A – 9820 MERELBEKE	suzy.vangansbeke@lv.vlaanderen.be	(09)272 23 07	(09)272 23 01
--	--	---------------	---------------

Tom VAN DEN BOGAERT Burg. Van Gansberghelaan 115 A – 9820 MERELBEKE	tom.vandenbogaert@lv.vlaanderen.be	(09)272 22 84	(09)272 23 01
--	--	---------------	---------------

	TELEFOON	FAX
VOEDERGEWASSEN		
Geert ROMBOUTS Ellipsgebouw - Koning Albert II-laan 35, bus 40 – 1030 BRUSSEL	geert.rombouts@lv.vlaanderen.be (02)552 78 83	(02)552 78 71
FRUIT		
ir. Hilde MORREN VAC - Koningin Astridlaan 50, bus 6, 2 ^e verdieping – 3500 HASSELT	koen.iespers@lv.vlaanderen.be (011)74 26 81	(011)74 26 99
Francis FLUSU VAC - Koningin Astridlaan 50, bus 6, 2 ^e verdieping – 3500 HASSELT	francis.flusu@lv.vlaanderen.be (011)74 26 92	(011)74 26 99
François MEURRENS VAC – Diestsepoort 6, bus 101 – 3000 LEUVEN	frans.meurrens@lv.vlaanderen.be (016)66 61 23	(016)66 61 01
INDUSTRIËLE GEWASSEN		
ir. Annie DEMEYERE VAC – Diestsepoort 6, bus 101 – 3000 LEUVEN	annie.demeyere@lv.vlaanderen.be (016)66 61 21	(016)66 61 01
Eugeen HOFMANS VAC – Diestsepoort 6, bus 101 – 3000 LEUVEN	eugeen.hofmans@lv.vlaanderen.be (016)66 61 24	(016)66 61 01
BOOMKWEKERIJ + GEWASBESCHERMING SIERTEELT		
ir. Frans GOOSSENS Burg. Van Gansberghelaan 115 A – 9820 MERELBEKE	frans.goossens@lv.vlaanderen.be (09)272 23 15	(09)272 23 01
Yvan CNUDDÉ Burg. Van Gansberghelaan 115 A – 9820 MERELBEKE	yvan.cnudde@lv.vlaanderen.be (09)272 23 16	(09)272 23 01
GRANEN, EIWIT EN OLIEHOUDENDE GEWASSEN + BIOLOGISCHE LANDBOUW		
ir. Jean-Luc LAMONT Burg. Van Gansberghelaan 115 A – 9820 MERELBEKE	jean-luc.lamont@lv.vlaanderen.be (09)272 23 03	(09)272 23 01
Yvan LAMBRECHTS VAC - Koningin Astridlaan 50, bus 6, 2 ^e verdieping – 3500 HASSELT	yvan.lambrechts@lv.vlaanderen.be (011)74 26 91	(011)74 26 99
SIERTEELT		
ir. Adrien SAVERWYNS Burg. Van Gansberghelaan 115 A – 9820 MERELBEKE	adrien.saverwyns@lv.vlaanderen.be (09)272 23 09	(09)272 23 01
GROENTEN ONDER GLAS EN GROENTEN IN OPEN LUCHT VOOR VERS GEBRUIK, WITLOOF EN CHAMPIGNONS		
ir. Marleen MERTENS Burg. Van Gansberghelaan 115 A – 9820 MERELBEKE	marleen.mertens@lv.vlaanderen.be (09)272 23 02	(09)272 23 01
GROENTEN IN OPEN LUCHT VOOR VERWERKING		
ir. Bart DEBUSSCHE VAC – Jacob van Maerlant, Koning Albert I-laan 1/2, bus 101 - 8200 BRUGGE (SINT-MICHIËLS)	bart.debussche@lv.vlaanderen.be (050)24 77 11	(050)24 76 91
ALGEMENE ONDERSTEUNING VOORLICHTING PLANTAARDIGE SECTOR		
Henkie RASSCHAERT Burg. Van Gansberghelaan 115 A – 9820 MERELBEKE	henkie.rasschaert@lv.vlaanderen.be (09)272 23 06	(09)272 23 01

Inhoud

Woord vooraf

1	Inleiding	1
2	Rassen en lijnen	5
2.1	Ontstaan van rassen	5
2.1.1	Algemeen	5
2.1.2	Ontstaan van de Belgische rassen in België	6
2.1.2.1	Ontstaan van het BL-ras	8
2.1.2.2	Ontstaan van het BN-ras	10
2.1.2.3	Ontstaan van het Piétrain-ras	11
2.2	Ontstaan van lijnen	12
3	Kruisingen	15
3.1	Waarom Kruisen	15
3.2	Heterosis	16
3.2.1	Iso-profit-lijnen en profit-heterosis	16
3.2.2	Biologische heterosis	17
3.2.3	Heterosis en verwantschap	18
3.2.4	Heterosis en erfelijkheidsgraad	19
3.2.5	Heterosis en selectie	19
3.3	Kruisen in de praktijk	19
3.3.1	F1-zeugen	19
3.3.2	Zeugen uit een rotatiekruising	21
3.3.3	Hybride-zeugen	22
3.3.4	Besluit	23
4	Selectie	25
4.1	Historiek	25
4.2	Selectie in de praktijk	26
4.2.1	Genetische variantie	26
4.2.2	Erfelijkheidsgraad	26
4.2.3	Genetische vooruitgang door selectie	28
4.2.4	Totale genetische vooruitgang	29

5	Selectie door middel van indexen en BLUP	31
5.1	Fokwaarde en selectie-index	31
5.1.1	Fokwaarden	31
5.1.2	Indexen	32
5.1.3	BLUP	33
	5.1.3.1 Individuele selectie	34
	5.1.3.2 Familie-selectie	35
5.2	BLUP voor productiekenmerken – Selectiemesterij-indes	35
5.3	BLUP voor reproductiekenmerken	38
5.4	Tegenkrachten bij selectie	41
	5.4.1 Afname van de genetische variatie – Bulmer-effect	41
	5.4.2 Inteelt	41
6	Merker ondersteunde selectie	47
6.1	Genen en chromosomen	47
6.2	Geslachtelijke voortplanting	49
6.3	Mutaties	49
6.4	Selectie met genetische merkers	51
6.5	Genomische selectie	52
7	Lijst van tabellen en figuren	57
8	Literatuurlijst	61

Woord vooraf

Deze brochure kwam tot stand naar aanleiding van een lessenreeks 'Fokkerij en Selectie in de varkenshouderij' die in de periode januari – februari 2011 werd georganiseerd door het 'Praktijkcentrum Varkens' en de Afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling. De lessenreeks omvatte twee namiddagen en ging door te Torhout, Sint-Niklaas en te Geel.

De inhoud van de lessenreeks zag er als volgt uit :

Dag 1: van 13 u tot 16 u 30

- Inleiding: Basisbegrippen en -principes aangaande fokkerij en selectie bij varkens. Door Steven Janssens of Nadine Buys, KULeuven.
- Zuivere varkensrassen en kruisingen. Door Norbert Vettenburg, Afdeling Duurzame landbouwontwikkeling.
- Slachtkwaliteit en genetica. Door Marc Vandebroeck, Covavee.

Dag 2: van 13 u tot 17 u 00

- Vruchtbaarheid, rendabiliteit en genetica. Door Herman Vets, Belgische Boerenbond.
- Ervaringen in de selectiemesterij met groeipiétrains. Door Jürgen Depuydt, Vlaams Varkensstamboek.
- Voorstelling aanbieders van genetica, gevolgd door bezoek aan hun demonstratiestanden.

Deze brochure is de weerslag van de bijdrage van Steven Janssens over basisbegrippen en –principes aangaande fokkerij en selectie bij varkens. Daarmee willen de auteurs geen afbreuk doen aan de bijdrage van de andere sprekers. Bijzondere dank gaat uit naar alle sprekers die bijdroegen tot het welslagen van de lessenreeks en in het bijzonder naar Steven Janssen voor zijn bijdrage aan deze tekst.

Deze brochure werd tot stand gebracht door Ir. Norbert Vettenburg en Achiel Tylleman, Ir. Suzy Van Gansbeke en Tom Van den Bogaert, experts voorlichters van de afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling. Ik wens hen zeer uitdrukkelijk te bedanken voor hun volgehouden inzet. Ook Carine Van Eeckhoudt wens ik te bedanken voor de eindafwerking en de layout van deze brochure.

Ir. Johan Verstrynghe
Afdelingshoofd
Afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling

Eerste druk : januari 2012

Erratum:

Pag 1: gebruikt i.p.v. gebruik

Pag 2: dankzij i.p.v. dank zij

Pag 5: lange hangende oren i.p.v. lang hangende oren; korte staande oren i.p.v. kort staande oren

Pag 7: startten i.p.v. starten; dat i.p.v. dan

Pag 10: terug te selecteren i.p.v. terug de selecteren, treedt i.p.v. treed

Pag 11: eigenprestatie-toetsen i.p.v. eigenprestatie-toetsten

Pag 12: men spreekt i.p.v. men spreek

Pag 15: wordt i.p.v. worden

Pag 16: minder vruchtbaar i.p.v. mindervruchtbare; bespiedt i.p.v. bespiede

Pag 17: onderscheidt i.p.v. onderscheid; de big i.p.v. het big

Pag 18: dat gekruiste zeugen i.p.v. dat bij gekruiste zeugen; ontstaan uit dezelfde populatie i.p.v. ontstaan uit eenzelfde uit dezelfde populatie

Pag 21: dat geen zuivere lijn moet worden aangehouden i.p.v. dat een geen zuivere lijn moet worden aangehouden

Pag 23: zoniet i.p.v. zo niet; prestaties i.p.v. prestatie; behoud i.p.v. behoudt

Pag 25: wordt i.p.v. worden

Pag 32: dit geldt hier i.p.v. dit geldt hier

Pag 34: is uitgebeeld hoe bij hogere i.p.v. is uitgebeeld hoe een bij hogere

Pag 37: ontbreekt: 26,2: genetische afwijking voor slachtkwaliteit

Pag 47: chromosomenparen i.p.v. chromosomen paren

Pag 49: teelballen i.p.v. teeltballen; slechts i.p.v. slecht; bevruchte eicel i.p.v. bevrucht eicel

Pag 51: kopieën i.p.v. copiën; kopie i.p.v. copie; hetzelfde i.p.v. het zelfde

Pag 52: kopieën i.p.v. copiën

1. Inleiding

De varkensselectie in Vlaanderen is eerder een laatbloeier wanneer men ze vergelijkt met die van de runderen. Toen in 1884 voor het eerst het ministerie van landbouw werd opgericht was de varkenssector zeker geen prioriteit.

De eerste selectieprogramma's en de gestructureerde fokkerij kwamen er tussen de twee wereldoorlogen. De aandacht ging eerst vooral naar de verbetering van het te velde aanwezige inlandse varken, door inkruisen van buitenlandse rassen, tot wat later het Belgisch Landvarken zou genoemd worden.

Het Piétrainras ontwikkelde zich ook in die periode zij het zonder tussenkomst van de overheid. Pas begin van de jaren vijftig zou dit ras officieel erkend worden en zou het deel gaan uitmaken van officiële selectieprogramma's.

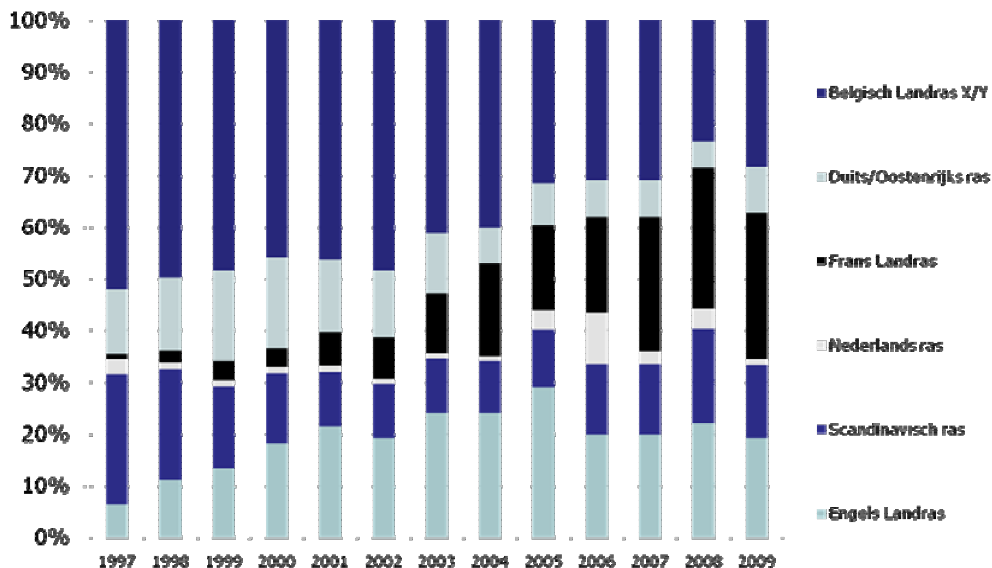
Dank zij aanhoudende selectie en steeds het gebruik van de meest moderne technieken zijn de twee Belgische rassen uitgroeid tot moderne en economische rassen.

Het hoogtepunt van het BL-ras situeerde zich in de jaren zestig en zeventig van de vorige eeuw. Toen waren er jaarlijks talrijke exporten naar nagenoeg alle landen van de wereld om daar gebruikt te worden als eindbeer of in kruisingsprogramma's voor meer bespiede zeugenlijnen. Bij het begin van de jaren tachtig werd vertrekkende van de BL en door middel van opslorplingskruisingen met buitenlandse landrassen, het Belgisch Negatief ras gecreëerd. Doel was een stress-ongevoelig zeugenlijnrassen te selecteren dat beter geschikt was op de groter wordende bedrijven en om de intrinsieke vleeskwaliteit van het Belgisch varken te verbeteren.

Op dit ogenblik is er nog slechts een zeer beperkte kern over van het stress-positieve BL-ras. Als eindbeer is de BL vervangen door de Piétrain en als zeugenlijnrassen werd het verdrongen door hybride-zeugen die talrijk op de markt zijn en door het BN-ras dat door de selectie en door zijn stress ongevoeligheid meer geschikt is voor de moderne bedrijfsvoering.

Tussen de talrijke, meestal buitenlandse, hybride zeugen onderscheidt het BN-ras zich als een meer bespiede zeug met goede moedereigenschappen. Ze wordt gebruikt als zeug van zuiver ras of vaak ook voor productie van F1-zeugjes of in rotatiekruisingen.

In de figuur 1 wordt een overzicht gegeven van het aantal doses sperma van landras-beren dat jaarlijks verkocht wordt in de erkende KI-centra. Dit geeft een beeld van de verdeling van de aanwezige zeugenrassen op de bedrijven die zelf hun zeugen opfokken. Hieruit blijkt dat het BN stilaan prijs moet geven aan andere buitenlandse landrassen. Hierbij moet opgemerkt worden dat er daarnaast nog een groot aantal bedrijven zijn die hun (hybride-)zeugen kopen.



Figuur 1 Spermaproductie van Landras beren 1997-2009
Bron: Vlaamse overheid ADLO - spermaproductie – Jaarrapport 2009

Het Piétrainras met zijn nergens geëvenaarde bespiering is de eindbeer bij uitstek en wordt wereldwijd als eindbeer ingezet of gebruikt in kruisingsprogramma's. Het Piétrain-ras was lange tijd een zeer lokaal ras in de streek van Geldenaken. Pas begin van de jaren vijftig kreeg het meer belangstelling dank zij de crisis die toen heerste op de markt en dank zij de sterk stijgende vraag naar meer be vleesde en magere karkassen. Een tweede opgang maakte de Piétrain in de jaren tachtig met de opkomst van de bedrijfs-KI (kunstmatige inseminatie) en het algemeen ingang vinden van het kruisen van een zeugenras met een eindbeer van een ander ras om vleesvarkens te produceren. Tot voordien kon de Piétrain moeilijk gebruikt worden op BL-zeugen gezien hij te klein was van gestalte voor natuurlijke dekking. Uit de tabel 1 blijkt dat in 2009 89,34 percent van alle doses sperma die in de erkende centra werden verkocht Piétrain-sperma was. Aangezien de overige 10,66 percent in hoofdzaak zeugen-lijnrasen betreft kunnen we stellen dat in Vlaanderen bijna alle vleesvarkens een Piétrainbeer als vader hebben.

Tabel 1 Aantal en % doses sperma verkocht in 2009 per ras
 Bron: Vlaamse overheid ADLO - spermaproductie –Jaarrapport 2009

Ras	Aantal doses	%
Piétrain	1 857 972	89,34
Belgisch Landras	857	0,04
Large White	16 049	0,77
Engels Landras	7 963	0,38
Duits/Oostenrijks landras	3 395	0,16
Scandinavisch Landras	6 080	0,29
BN (X / Y)	11 064	0,53
Nederlands Landras	520	0,03
Frans Landras	10 604	0,51
Hybriden	165 127	7,94
Totaal :	2 079 631	

gegevens 2009

Op dit ogenblik zijn er ongeveer 6000 varkenshouders die samen 12 miljoen dieren produceren. Hiermee staat België in voor 4 % van de productie in het Europa met de 27 lidstaten en is het de 6° grootste exporteur van varkensvlees ter wereld. De meeste bedrijven zijn gesloten en hebben gemiddeld 1045 varkens per bedrijf. Het economische belang van de varkenshouderij kan moeilijk overschat worden, als belangrijkste tak binnen de totale land- en tuinbouw is zij verantwoordelijk voor 25 % van de totale landbouwproductie, voor 50 % van de export en draagt zij voor 60 % bij tot de totale vleesproductie.

Ondanks meerdere beperkingen, zoals mestproblematiek en dure arbeid, waaraan de Vlaamse varkenshouderij onderhevig is, slagen onze varkenshouders erin om een product te maken waarmee de exporteurs concurrentieel kunnen zijn op de buitenlandse markten.

De selectie die gedurende decennia werd gevoerd heeft zeker haar bijdrage geleverd tot dit succes.

2. Rassen en Lijnen

2.1 Ontstaan van de rassen

2.1.1 Algemeen

Etnografisch stammen de huidige varkens af van het Europese wild varken en het Aziatische wild varken. Er is aangetoond dat ze in Azië en in Midden-Europa afzonderlijk gedomesticeerd werden.

Het Europese wild varken gaf oorsprong aan het later Keltische varken met lang hangende oren dat voorkwam in gans West-Europa en aan een varken met kort staande oren dat voorkwam in Rusland.

Het Aziatische varken lag aan de basis van het gedomesticeerde varken in Oost-Azië, het Romaanse varken dat voorkwam in het Middellandse Zeegebied, Het Hongaarse varken met kroeshaar (Mangalicza) en meerdere Britse rassen (Yorkshire, Berkshire, Tamworth).

De verschillende rassen zijn meestal ontstaan op welbepaalde locaties. De ontstaansgeschiedenis van deze verschillende (land-)rassen is zelden bekend. Aangenomen mag worden dat in welbepaalde streken varkens gekweekt werden die het best voldeden aan de lokale omstandigheden en aan de lokale voorkeuren. Uitwisseling van dieren over lange afstanden was eerder zeldzaam, waardoor lokaal rassen ontstonden met hun eigen specifieke kenmerken. Meestal ging het over laat rijpe vette dieren met witte huid en haren.

Op dezelfde wijze en soms niet zeer duidelijk hoe zijn er ook, op meerdere plaatsen, enkele andere van het gewone varken 'afwijkende' rassen ontstaan met een speciale kleur of andere opvallende eigenschappen.

Dit zijn onder andere in Frankrijk le porc de Bayeux, le porc Gascon, Le pie Noir du Pays Basque.

In Spanje zijn vooral het Ibéricovarkens bekend (Pata Negra). In Duitsland zien we het Bunte Bentheimer Schwein. In België is het Piétrainvarken ontstaan.

Vele van deze rassen zijn ondertussen verdwenen, wegens niet rendabel of bestaan nog dank zij door de overheden gesteunde kweekprogramma's. Toch zijn anderzijds ook enkele van deze rassen uitgegroeid en vormen zij de basis van de huidige moderne varkensselectie.

In België ontstaat tijdens de eerste helft van de twintigste eeuw het Piétrainras met een zéér uitbundige bespiering. Alhoewel dit ras oorspronkelijk met enig wantrouwen werd bekeken, is het momenteel uitgegroeid tot een wereldras als eindbeer voor vleesvarkensproductie.

Ook in Groot Britannië ontwikkelden zich tal van rassen waarvan enkele later op mondiaal vlak belangrijk zullen worden. De Large White ontwikkelde zich uit het Yorkshire varken en wordt momenteel over gans de wereld gebruikt voor zeugenproductie. De Duroc met zijn specifieke rode kleur wordt in de USA maar ook in Europa vaak gebruikt als eindbeer voor vleesproductie. Van Britse oorsprong en vaak gebruikt in selectieprogramma's of voor de opbouw van andere rassen zijn ook nog het Berkshire varken en de Hampshire.

De georganiseerde selectie en het begrip 'ras' is van vrij recente datum. Wellicht is de oudste bekende selectiewerking deze van de Berkshire en startte deze omstreeks 1800.

Later volgden initiatieven in zowat alle landen, waarbij men vertrekkende van de varkens die lokaal aanwezig waren, al of niet met inbreng van genetisch materiaal van vreemde dieren, zijn eigen ras selecteerde en verbeterde. De eigenschappen van deze rassen zijn licht verschillend en werden bepaald door de eigenschappen van de oorspronkelijk populatie en door het selectiedoel dat door de betrokken kwekers gekozen werd. Op deze wijze zijn de verschillende landrassen ontstaan.

2.1.2 Ontstaan van de rassen in België

In België is het varken gedurende lange tijd als onbelangrijk voor de landbouw aanzien geworden. Getuige hiervan een boek gepubliceerd in 1954 over de Dierenkweek in België door J. Vander Vaeren, ere-secretaris-generaal van de Minister van Landbouw, waarin zelfs geen sprake is van het varken.

Toch werd er reeds op het einde van de 19^{de} en in het begin van de 20^{ste} eeuw door sommigen nagedacht over de verbetering van de varkens. Zo werd reeds in 1898 door het Ministerie van Landbouw een commissie opgericht met als opdracht een studie die moest leiden naar een meer economisch varken met meer en betere vlees kwaliteiten (Commissie ter verbetering van varkensrassen in België).

Door deze commissie werd geadviseerd een 'midentype' van het witte ras Yorkshire te gebruiken voor het verbeteren van het inlandse varken en zij organiseerde prijskampen waarop de jury aan de beste dieren premies toekende.

Omstreeks 1900 werd een eerste syndicaat ter verbetering van de varkens opgericht te Kaaskerke.

In 1905 publiceerde Prof. J.-L. Frateur in 'De Boer' een artikel 'Enige beschouwingen over het uitkiezen van kweekvarkens' en in 1906 'De vergelijking van het Yorkshire en het Veredeld Landzwijn'.

In deze periode konden de in België aanwezige varkens ingedeeld worden in 4 groepen:

- Engelse varkens van zuiver ras;
- Niet-verbeterde inlandse varkens;
- Verbeterde inlandse varkens;
- Kruisingen tussen de drie voorgaande groepen.

In deze periode kan amper van selectie gesproken worden. Men kruiste wanordelijk de inlandse varkens met uit Engeland geïmporteerde rassen zoals de Middle-Yorkshire, de Tamworth en de Berkshire.

Pas na W.O. I werd de selectie grondiger ter hand genomen.

West- en Oost-Vlaanderen starten onmiddellijk na WO I met de ontwikkeling van een verbeterd varken. Dit varken werd ook in de zuidelijkste provincies van Nederland gekweekt en was daar bekend onder de naam 'Verbeterd Vlaams Varken' of 'Brugse Varken'.

Rond 1930 was er in feite in België een mengelmoes van varkens aanwezig die in drie groepen kunnen ondergebracht worden. Enerzijds het 'spekvarken' dat zeer vet was en op een gewicht van 150 kg geslacht werd, daarnaast het vleesvarken dat zeer mager was en geslacht werd op een gewicht van 90 à 100 kg en daartussen in een tussenvorm zowel voor slachtgewicht (120 kg) als voor mager vleespercentage.

Tussen 1930 en 1935 moeten de eerste vormen van georganiseerde selectie ontstaan zijn. Stilaan werd het weinig uniform varken door import van vooral VDL (Veredeld Duits Landras) en GY (Grand Yorkshire) omgebouwd tot een meer uniform en meer rendabel dier.

In deze periode is ook nog te vermelden de oprichting van de Nationale Maatschappij 'Het Groot Yorkshire Varken' in 1928.

In de loop van de daaropvolgende jaren stelde de gebruiker steeds meer eisen aan het varken vooral op het vlak van meer mager vlees. De fokkerij trachtte aan deze wens tegemoet te komen die gerichte selectie en soms ook door import van vreemde rassen (Wessex-Saddleback)

Later is uit officiële proeven gebleken dat deze importen niet geschikt waren om het toenmalig inlandse varken te verbeteren.

2.1.2.1 **Ontstaan van het BL-ras**

Terwijl de selectie van de Grand Yorkshire onmiddellijk nationaal georganiseerd werd, verliep deze van de Landvarkens vooral langs de plaatselijke of gewestelijke varkensbonden of varkenskweeksyndicaten die zich op provinciaal niveau verenigden in de provinciale verbonden van varkensbonden of varkenskweeksyndicaten. Deze verbonden hadden als opdracht het meest economische varken na te streven.

In de periode vóór 1930 werden reeds beren van het VDL-ras (Veredeld Duits Landras) uit Duitsland en van het NL-ras (Nederlands Landvarken) geïmporteerd.

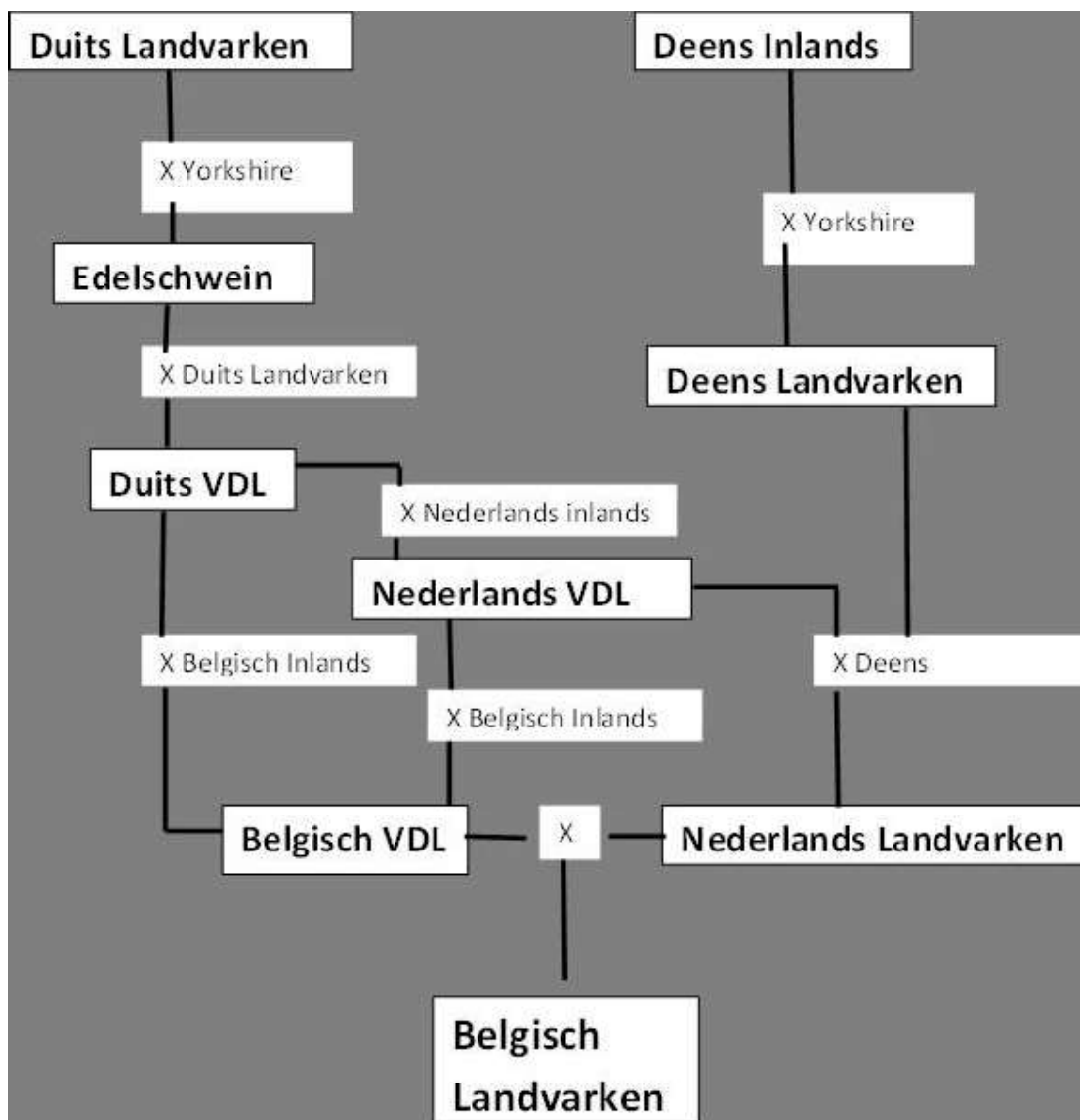
Het VDL was in de jaren voordien in Duitsland ontstaan uit lokale rassen en uit Groot-Brittannië geïmporteerde Grand Yorkshire- en Suffolk-beren. Door de aantrekkende industrie in Duitsland in die periode steeg de vraag naar varkens met meer vlees en was de selectie reeds in belangrijke mate in die richting geëvolueerd.

Het NL was kort voor 1930 in Nederland ontstaan uit importen van VDL en van Deens Landvarken.

Door deze importen evolueerden in België de verschillende lokale types van spekvarkens naar een magerder meer economisch varken. Regionale verschillen van type bleven echter zichtbaar tot begin van de jaren zestig van vorige eeuw.

In de periode 1930-1935 werden bij de belangstellende fokkers de beste (lees de grote, lange en vleesrijke) zeugen in het stamboek opgenomen. Biggen uit deze opgenomen zeugen en ingevoerde beren werden bij hun geboorte opgenomen in het geboortboek en op de leeftijd van 7 maand gekeurd. De types die leken op het VDL of NL werden ingeschreven in het stamboek. Deze die eerder overhielden naar het inlandse type werden geweerd. Op deze wijze werd binnen de stamboekpopulatie vrij vlug een zekere uniformiteit bereikt. Dit varkensras werd het VL (Veredeld Landras) genoemd en is dus ontstaan vanuit de inlandse varkens door opslorpingkruisingen met VDL en NL.

Figuur 2 geeft schematisch de opbouw weer van het uiteindelijke BL-ras.



Figuur 2 Schematische opbouw van het Belgisch Landras

In 1950 is er bij het VL nog sprake van drie verschillende types:

- Het Vlaanderse type is sterk ontwikkeld, lang, diep en breed.
- Het Ardeense type is minder ontwikkeld onder invloed van het Ardenner milieu en de fokkers vroegen om een eigen type, hetgeen door het stamboek zal geweigerd worden
- Het Kempense type kan qua ontwikkeling niet concurreren met het Vlaanderse type. Zij opteren voor een middelmatige gestalte.

Kort nadien echter zal de vraag zeer snel evolueren naar sterk bespierde karkassen. Gesteund door selectiemesterij- en versnijdingsresultaten ging de selectie zeer snel naar het middelgrote Kempische type met zijn ronde ham. Dit maakte dat men vanaf 1960 nagenoeg nog van 1 type kon spreken.

In 1961 werd de naam van het VL gewijzigd in BL (Belgisch Landvarken).

Dit type zal door het betaalsysteem, waarbij een hogere prijs betaald wordt voor meer bespierde karkassen, tot midden van de jaren tachtig verder ontwikkelen naar meer bespiering.

Tot in deze periode gebeurde de selectie aan de hand van exterieurbeoordeling op de bedrijven en op prijskampen en aan de hand van selectiemesterijresultaten.

De opkomst van kunstmatige inseminatie rond 1985 liet toe de toen zeer kleine Piétrain te gebruiken om maximaal bespierde vleesvarkens te krijgen. Dit en de komst van de grotere bedrijven liet toe het BL-ras terug te selecteren naar een minder bespierd, meer vruchtbaar zeugenras.

Onder druk van de markt die vroeg om een betere intrinsieke vleeskwaliteit werd in 1985 het BN-ras gesticht met stress-ongevoelige exemplaren van het BL-ras. De groei van het BN-ras en de vraag van de varkenshouders naar meer vruchtbare zeugen heeft er toe geleid dat het BL-ras het laatste decennium nog slechts sporadisch voorkomt.

2.1.2.2 Ontstaan van het BN-ras

In de jaren zestig en zeventig groeide in wetenschappelijke kringen de overtuiging dat selectie op meer bespiering leidt tot verminderde intrinsieke vleeskwaliteit. Vooral het PSE- verschijnsel (Pale , Soft en Exudative - bleek, zacht en weinig vochthoudend) treed meer op naarmate de karkassen vleesrijker waren.

Dit verschijnsel trad op in alle landen maar vooral in deze waar de selectie op mager vlees het sterkste was geweest met name België en Duitsland. Dit waren dan ook de landen die onder druk van hun vleesmarkt het sterkste op bespiering hadden geselecteerd.

Toen in de zeventiger jaren de Halothaan-test op punt gesteld werd voor het opsporen van het (halothaan-)gen dat zorgt voor de stressgevoeligheid, was het mogelijk de BL-varkens te selecteren op stressongevoeligheid.

Er werden eerst in de selectie-mesterijen en later op de bedrijven halothaan testen uitgevoerd en reeds na korte tijd was men gekomen tot een kleine stress-negatieve groep zeugen binnen de BL populatie. Meestal ging het nog om heterozygoot of fokonzuiver stressnegatieve dieren.

Mede omdat deze minder bespied waren dan de 'positieve' BL werden de stress-negatieve BL varkens vanaf 1/1/1985 in een apart stamboek ingeschreven met als rasnaam BN of Belgisch Negatief. Verdere selectie door middel van halothaantesten en later door middel van DNA-onderzoek leidde tot een zeugenlijn-ras dat homozygoot stress-negatief is, minder bespied is dan de BL maar toch nog meer bespied is dan de andere landrassen.

Om bij het BN-ras een grotere vruchtbaarheid te bekomen werden opslorplingskruisingen met meerdere stress-negatieve landrassen toegestaan. Vooral DL (Duits Landras) en Fins Landras werden daartoe gebruikt maar ook Nederlands, Engels en Frans Landras komen voor op de afstammingsbewijzen van het huidige BN-ras.

De verdere selectie binnen het BN-ras gebeurde aan de hand van exterieurkeuringen, prijskampen, het berekenen van selectiemesterij-indexen en vruchtbaarheids-indexen en eigenprestatie-toetsten.

Een en ander heeft er toe geleid dat het BN-ras een ras is dat zich in Belgische omstandigheden zeer goed leent als zeugenlijnras zowel als zuivere ras-zeug als in rotatiekruisingen of kruisingen voor F1-zeugenproductie.

2.1.2.3 Ontstaan van het Piétrain-ras

Tot voor 1941 zijn er weinig bronnen die informatie leveren over het ontstaan van het Piétrain-ras. Aan de hand van verhalen van getuigen kan slechts een poging gedaan worden om de herkomst van dit bijzondere ras te reconstrueren (zie brochure 38 , Het ontstaan en evolutie van het Piétrain-ras). Zeker is dat er reeds voor 1920 in de streek van Geldenaken zwart gevlekte varkens voorkwamen.

Deze zouden afkomstig zijn van kruisingen van lokale varkens met Engelse varkens die volgens sommigen rechtstreeks geïmporteerd werden en volgens anderen via de Landbouwbeurs van Parijs naar België werden gebracht.

Daarnaast zijn er nog andere bronnen die het hebben over invloeden van wilde everzwijnen of importen van het Varken van Bayeux (Frankrijk).

De werkelijke oorsprong zal wellicht niet meer te achterhalen zijn maar aangenomen kan worden dat de zwarte vlekken geleverd werden door het Engelse Berkshire-ras. Het eveneens Engelse Tamworth zou verantwoordelijk zijn voor de rode kleur die wij tot op vandaag nog zien in sommige dieren.

Een verklaring voor de extreme bespiering van de Piétrain is daarmee echter niet verklaard. Jaren lang werd er vanuit gegaan dat deze haar oorsprong vond in een nieuwe mutatie.

Uit het onderzoek naar de genetische structuur van de Piétrain, aangevat door Prof. R. Hanset van de Universiteit van Liège (Hanset 1991, Hanset en al. 1995 a, b, c) en verdergezet door zijn opvolger Prof. M. Georges (Nezer en al. 1999, 2001), blijkt echter dat een nieuwe, unieke en exclusieve mutatie (neo-mutatie) de oorsprong van de Piétrain niet kan verklaren, maar dat er daarentegen meer dan één gen in het spel is en dat deze genen kunnen ingebracht zijn door kruisingen. Deze genen zullen tezelfdertijd aanwezig geweest zijn, aanvankelijk in heterozygote vorm en later in homozygote vorm. Een gunstige economische context heeft tot de ontwikkeling van dit extreme vleesras bijgedragen, ook al was deze in de periode 1920-1950 slechts lokaal gesitueerd in de omgeving van het Waalse dorp Piétrain.

De eerste melding van het “porc de Piétrain” vinden wij terug in de publicatie van J. Marcq en J. Lahaye in 1941. Deze auteurs gaan er ook van uit dat het ras is ontstaan uit inlandse (Keltische) varkens, Berkshire varkens en Yorkshire varkens. Op 12 mei 1950 ging de eerste vergadering door van ‘Le Syndicat des éleveurs de porcs’. Deze ging door in het gemeentehuis van de gemeente Piétrain, vandaar de naam van het ras. Deze vereniging werd opgericht omdat er hoe langer hoe meer nood was aan een structuur voor de begeleiding van de selectie van het ras.

Van dan af zal het ras snel officieel erkend worden en deelnemen aan officiële selectie programma’s (prijskampen, keuringen, selectiemesterijwerking).

2.2 Ontstaan van lijnen

Naast het begrip ‘rassen’ wordt in de veeteelt vaak ook het woord ‘lijnen’ gebruikt om een groep dieren met eenzelfde genetische achtergrond aan te duiden.

Men spreekt van lijnen wanneer een bepaalde groep varkens doelbewust in een bepaalde richting wordt geselecteerd. Doel van de opbouw van lijnen is uiteindelijk het kruisen van 2 of meer lijnen voor de productie van een hybride-varken dat kan gecommmercialiseerd worden.

Meestal gebeurt deze selectie binnen een lijn op een zeer beperkt aantal kenmerken zodanig dat er grote genetische vooruitgang kan geboekt worden. Door het kruisen van twee lijnen die op verschillende kenmerken werden geselecteerd kan men een hybride varken bekomen dat alle gewenste kenmerken in zich draagt en bovendien nog ‘heterosis’ of kruisings-effect zal vertonen (zie verder).

Uitgangsmateriaal voor de opbouw van lijnen zijn meestal landrassen of Large-White varkens of kruisingen ervan.

Het opbouwen van lijnen, selecteren en commercialiseren van hybride-varkens gebeurt meestal door private bedrijven die in meerdere landen, zelfs werelddelen actief zijn.

Door meerdere lijnen voor verschillende kenmerken te selecteren en in stand te houden, kan men uiteindelijk de meest gewenste combinatie uitvoeren in functie van het bedrijf of de markt waar het hybride varken gaat ingezet worden.

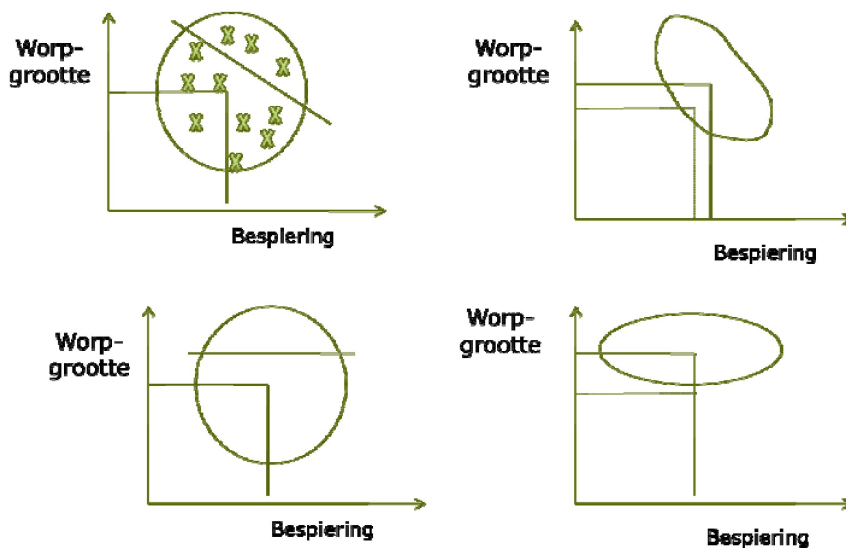
In België worden vooral hybride zeugen gebruikt. Hybride beren worden zelden ingezet.

3. Kruisingen

3.1 Waarom kruisen

Kruisen van verschillende rassen of lijnen worden uitgevoerd om de sterke punten van lijnen en rassen te combineren.

Selectie op één of een klein aantal kenmerken laat toe sneller vooruit te gaan. Door te kijken naar slechts één kenmerk vergroten immers de keuzemogelijkheden om ouders die goed zijn voor dat bepaalde kenmerk te kiezen voor de volgende generatie (figuur 3). In de twee bovenste grafieken van de figuur kan men zien dat bij selectie op worpgrootte én bespiering, de gemiddelde worpgrootte van deze selectie kleiner zal zijn dan wanneer men louter op worpgrootte selecteert (onderste twee grafieken). Door op deze wijze twee rassen of lijnen te selecteren, telkens voor een verschillend kenmerk kan men vlugger vooruitgaan. Een kruising tussen deze twee selecties zal dan ook betere resultaten opleveren dan een dier afkomstig uit een ras of lijn die gedurende eenzelfde aantal generaties geselecteerd werd voor de twee kenmerken.



Figuur 3 Selecteren op 1 kenmerk geeft snellere vooruitgang voor dat kenmerk

Meestal is er een fundamenteel biologische tegenstelling tussen reproductiekenmerken en aanzet van vlees. Door een zeugenras of -lijn op alleen reproductiekenmerken en een berenras of -lijn alleen op vleesaanzet te selecteren kan men deze tegenstelling ontwijken. Combinatie van deze twee rassen of lijnen leidt dan tot veel biggen met voldoende vleesaanzet en dus tot een beter economisch resultaat (profit heterosis).

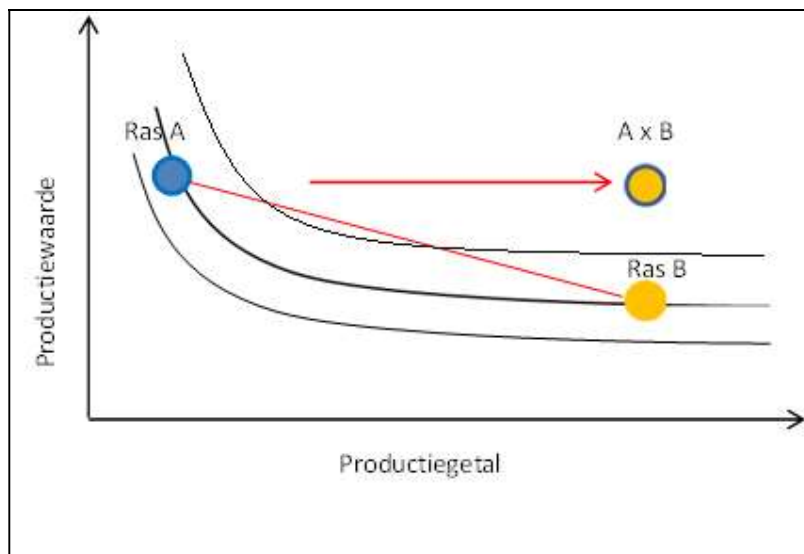
Wanneer men twee verschillende rassen of lijnen kruist zal de nakomeling niet presteren op het gemiddelde niveau van de beide ouders maar op een hoger niveau. Dit noemt men het kruisingseffect of 'heterosis'-effect.

3.2 Heterosis

3.2.1 Iso-profit-lijnen en profit-heterosis

Een bepaald economisch rendement kan bekomen worden door meerdere combinaties van productiegetal en productiewaarde (groei, voederomzet, bespieroing). Zo kan een minder vruchtbare, maar meer bespieroede zeug hetzelfde economisch rendement geven als een meer vruchtbare zeug met minder bespieroing. De curve die alle punten met een zelfde economisch rendement weergeeft noemt men de iso-profit-lijn (figuur 4).

Bij het gebruik van een vruchtbare zeugenras of -lijn in combinatie met een mindervruchtbare maar meer bespieroede berenras of -lijn zal men meer biggen krijgen met een betere bespieroing en dus een hogere productiewaarde. Het hoger rendement dat bekomen wordt door het gebruik van verschillende rassen of lijnen als vader-, resp. moederlijn noemt men 'profit-heterosis'.



Figuur 4 Iso-profit-lijnen en profit-heterosis

Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

3.2.2 Biologische heterosis

Het is bekend dat dieren die afstammen van ouders die tot een verschillend ras (of lijn) behoren beter zullen presteren dan het gemiddelde van hun ouders.

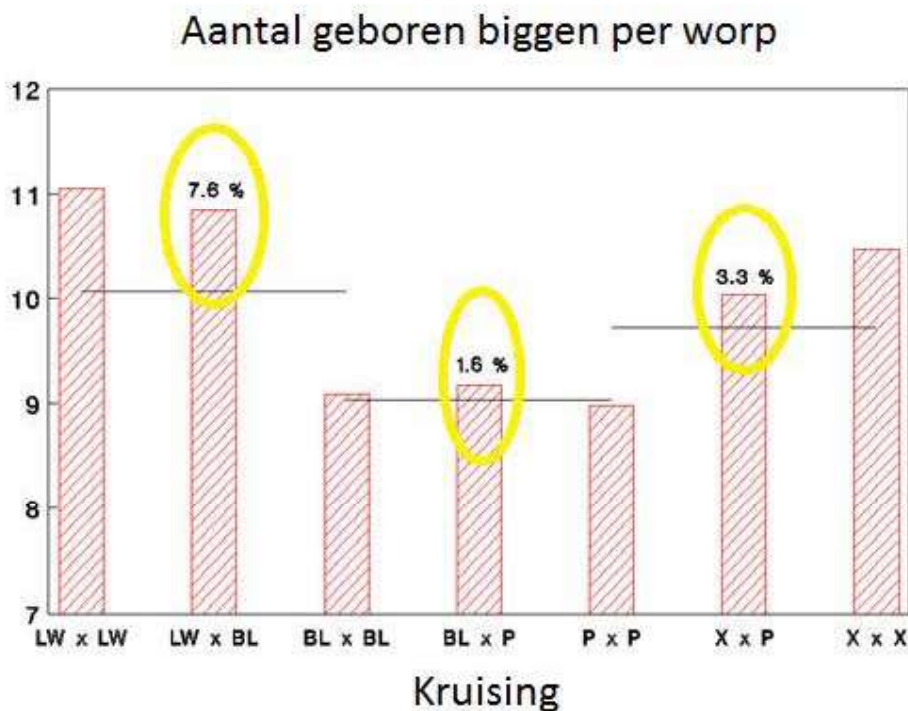
Bij varkensproductie onderscheid men:

- individuele heterosis : dit is wanneer het big zelf gekruist is
- maternele heterosis : dit is wanneer we gebruik maken van een gekruiste zeug
- paternele heterosis : dit is wanneer men gebruik maakt van een gekruiste beer als vader.

Deze drie vormen van biologische heterosis kunnen samen voorkomen in één varken.

De figuur 5 geeft het heterosis effect voor het kenmerk 'aantal biggen per worp' weer bij gekruiste zeugen die als ouders respectievelijk Large White (LW) en Belgische Landras (BL), Belgisch landras en Piétrain (P) en tenslotte Piétrain en Belgisch Negatief (X homozygoot) hebben.

Wanneer zuivere LW zeugen gemiddeld 11,05 biggen geven per worp en zuiver BL zeugen gemiddeld 9 biggen geven zou men verwachten dat een gekruiste zeug met beide voormelde rassen als ouders gemiddeld 10,07 biggen geeft. De praktijk leert ons echter dat dergelijke gekruiste zeug gemiddeld 10,84 biggen geeft . Dit is 7,6 percent meer dan verwacht. Men zegt dat bij deze kruisingszeug het heterosis-effect 7,6 percent bedraagt.



Figuur 5 Het heterosiseffect op het aantal biggen per worp bij kruisingen van LW, BL, P en BN zeugen

Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

3.2.3 Heterosis en verwantschap

In de figuur 5 zien we ook dat bij gekruiste zeugen die als ouders Piétrain en Belgisch Landras hebben veel minder heterosis, slechts 1,6 percent, vertonen voor het kenmerk biggen per worp. Verklaring hiervoor is de kleine genetische afstand tussen beide rassen. Ze zijn immers ontstaan uit eenzelfde uit dezelfde populatie lokale inlandse varkens. En bovendien heeft volgens sommigen tijdens de jaren zestig het Piétrainras, weliswaar niet officieel, zijn bijdrage geleverd tot de verbeterde bespiegeling van het BL-ras. Ook dit kan de grote genetische overeenkomst verklaren.

Kruisingen tussen Piétrain en het BN-ras (X) geeft meer heterosis-effect dan de kruising met BL. Hier is de genetische afstand dan weer groter gezien het BN-ras de laatste decennia meer vruchtbaar gemaakt werd door opslorplingskruisingen met andere landrassen.

3.2.4 Heterosis en erfelijkheidsgraad

Er wordt in de praktijk vastgesteld dat het heterosiseffect het grootste is voor eigenschappen met een lage erfelijkheidsgraad (o.a. worpgrootte, fitness, ...). Vandaar dat we in België vooral werken met gekruiste zeugen en daarbij genieten van de maternele heterosis. Het heterosis-voordeel van gekruiste beren is veel lager en kan het verlies aan bespiering door kruisen met een minder bespierd ras dan de Piétrain niet compenseren.

3.2.5 Heterosis en selectie

Belangrijk is ook nog op te merken dat heterosis geen doel op zichzelf mag zijn. De uiteindelijke prestaties van een gekruist dier worden niet alleen door de heterosis bepaald. De productiecapaciteit van beide ouders blijft bepalend voor het niveau waarop de nakomeling zal presteren. Heterosis moet gezien worden als de kers op de taart. Dit betekent dat selectie binnen de zuivere rassen of lijnen altijd belangrijk blijft en zeker niet mag verwaarloosd worden.

3.3 Kruisen in de praktijk

3.3.1 F1-zeugen

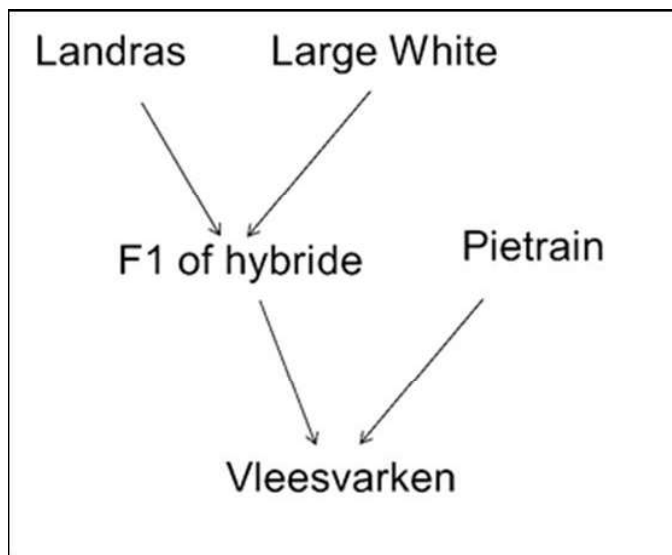
Veel bedrijven in België werken met een F1 –zeug . Deze zeug is het product van ouders die tot een verschillend ras behoren. In de figuur 6 is het voorbeeld voorgesteld van een kruising van een Landras-zeug met een Large White- beer. De F1 zeug hieruit wordt dan gekruist met een Piétrain beer om volvezige vleesvarkens te produceren.

Deze vorm van vleesvarkens productie is vrij eenvoudig. Bovendien geniet men op verschillende niveaus van heterosis. De F1-zeug geniet biologische heterosis daar zij het product is van twee verschillende rassen. Dit heterosiseffect zal vooral tot uiting komen in de reproductie-kenmerken wat juist bij de zeug zeer belangrijk is. Door de kruising met Piétrain krijgt men bovendien nog een extra profit-heterosis er boven op. Op deze wijze wordt het rendement gemaximaliseerd.

Deze werkwijze garandeert maximale heterosis zowel op het niveau van de zeug als op het niveau van het vleesvarken.

Het geeft aanleiding tot een uniforme zeug en uniforme vleesvarkens.

Doordat in principe nooit zeugen moeten worden aangekocht is deze werkwijze zeer veilig op sanitair vlak.



Figuur 6 Voorbeeld van vleesvarkensproductie met een F1-zeug
Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

Nadeel is echter dat er een zuiver moeder-ras (voorbeeld Landras) moet in stand gehouden worden op het bedrijf. Dit vraagt extra aandacht omdat ook hier een strenge selectie moet gevoerd worden met aandacht voor de juiste berenkeuze. Bovendien zal de productie van F1-zeugen onvermijdelijk ook beren of baren met zich mee brengen die minder geschikt zijn als vleesvarken en dus een negatieve invloed zullen hebben op het bedrijfsrendement.

3.3.2 Zeugen uit een rotatiekruising

Bij deze werkwijze wordt de zeug opgebouwd aan de hand van twee, drie of zelfs vier rassen die om de beurt ingezet worden om de volgende zeugen-generatie te vormen.

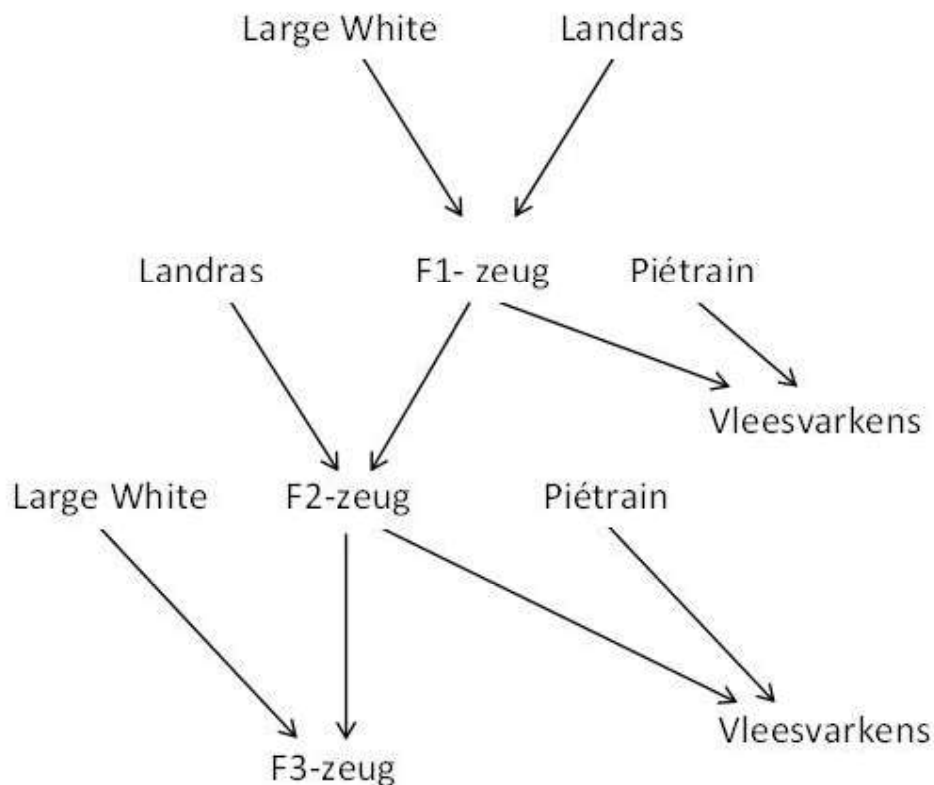
In figuur 7 is schematisch een rotatie kruising weergegeven met twee rassen.

Ten opzichte van het werken met F1-zeugen heeft het systeem met rotatiekruisingen het voordeel dat een geen zuivere lijn moet worden aangehouden. Bovendien kan men jonge zeugen voor een eerste en tweede dracht laten dekken door een Piétrain beer en pas wanneer blijkt dat ze voldoende vruchtbaar zijn ze inschakelen voor zeugenproductie. Op deze wijze is het mogelijk selectie te voeren binnen zijn zeugenstapel.

Door telkens na twee, drie of vier generaties terug het zelfde ras te gebruiken zal men niet maximaal kunnen genieten van heterosis. Bij het gebruik van twee rassen blijft nog slechts 66 % van de heterosis behouden tegenover een F1-zeug, bij gebruik van drie rassen is dit 86 %.

Om telkens een beer van het juiste ras te kiezen is in dit systeem een zeer nauwkeurige registratie noodzakelijk.

Zeker bij het gebruik van slechts twee rassen is inteelt mogelijk. Immers de beer die men nu kiest kan nog verwant zijn aan de grootvader van de zeug.



Figuur 7 Schema voor rotatiekruising met 2 rassen
 Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

Gezien op een bepaald moment op het bedrijf zeugen aanwezig zijn waarvan de vaders tot verschillende rassen behoren zal de zeugenstapel ietwat heterogener zijn dan bij F1-zeugen en dus ook de vleesvarkens.

3.3.3 Hybride-zeugen

Hybride-zeugen zijn het resultaat van een twee- of driewegs kruising tussen speciaal geselecteerde lijnen. Deze lijnen zijn meestal van Landras of Large White origine.

Gezien hun opbouw zijn ze zeer uniform en is er steeds een voldoende hoeveelheid voorradig.

De originele lijnen worden meestal geselecteerd en later gekruist door groeperingen die werken over meerdere landen. Vaak heeft men meerdere kruisingen die speciaal voor de specifieke situatie van een land of markt aangeraden worden.

De genetische basis van de lijnen is soms zeer smal gezien men vertrokken is van een klein aantal dieren. Dit maakt dat soms inbreng van vreemde dieren nodig is.

Alhoewel ze bekend zijn worden herkomst van de lijnen en de individuele fokwaarden van de zeugen om concurrentiële redenen niet prijs gegeven.

3.3.4 Besluit

Door gebruik te maken van kruisingen van rassen of lijnen kan men dank zij profit- of biologische heterosis zijn bedrijfsrendement gevoelig verhogen.

Maar dit kan slechts indien de zuivere rassen en lijnen behouden blijven. Bovendien moeten deze ouderpopulaties voldoende groot zijn om te kunnen blijven bestaan. Zo niet wordt het onmogelijk om inteelt te vermijden binnen de populatie en om voldoende streng te selecteren. Het in stand houden van dergelijke grote populatie vergt de nodige financiële inspanning die zal moeten gecupereerd worden door middel van verkoop van fokmateriaal.

De prestatie van een gekruist varken worden mede bepaald door de prestatiecapaciteit van de beide ouders. Dit houdt in dat selectie en verbeteren van de ouderpopulatie absoluut noodzakelijk is.

Het behoudt van en het continu verbeteren van de ouderlijnen is een kerntaak van stamboeken en fokkerijgroeperingen.

4. Selectie

4.1 Historiek

Tot circa 1980 werd de selectie gevoerd door middel van waarneembare kenmerken. Men beoordeelde de kwaliteit op basis van het fenotype. Daartoe werden exterieur keuringen uitgevoerd op prijskampen en berenkeuringen of op de bedrijven. Op deze wijze werden overal de verschillende rassen gevormd.

Het exterieur van een dier wordt echter niet alleen bepaald door de erfelijkheid maar ook door het milieu waarin het opgroeit. Daarom werden reeds vroeger nakomelingen van beren getest in de selectiemesterijen. Bedoeling was om de vleesvarkens zo veel mogelijk in eenzelfde milieu (stal, voeder, ziektedruk) te laten opgroeien zodanig dat waargenomen verschillen met grotere waarschijnlijkheid konden toegeschreven worden aan erfelijke verschillen. In de selectiemesterijen werden groei, voederomzet en karkaskwaliteit opgevolgd en vergeleken met het gemiddelde van de overeenkomstige periode.

Deze fenotypische selectie heeft goed gewerkt voor eigenschappen die een hoge erfelijkheidsgraad vertonen.

Mede door de opkomst van krachtigere computers konden sinds circa 1985 de gemeten kenmerken gewogen worden en omgerekend tot een economische index die een maat was voor het te verwachten rendement.

Nog later werden de waarnemingen gecorrigeerd voor milieu-invloeden en kon men een schatting berekenen van de fokwaarde aan de hand van de gecorrigeerde waarnemingen en de gekende fokwaardeschattingen van verwanten tot in de tweede graad. Deze berekeningen gebeuren aan de hand van de BLUP-methode (Best Linear Unbiased Prediction) gebaseerd op een diermodel, en resulteren in een economische index.

Dank zij deze methode is het mogelijk om efficiënt te selecteren, ook op kenmerken met een lage erfelijkheidsgraad.

In België worden momenteel een mesterij-index berekend op basis van de selectiemesterij- resultaten voor groei, voederomzet en karkaskwaliteit en wordt een vruchtbaarheidsindex berekend op basis van het aantal biggen geboren en gespeend en de tussenworttijd.

Recent wordt soms de selectie gevoerd aan de hand van 'merker ondersteunde' en 'genomische' selectie. Hierbij wordt het onderzoek rechtstreeks op DNA-niveau uitgevoerd.

Bij merker ondersteunde selectie wordt geselecteerd op basis van DNA-fragmenten (merkers) die gebonden zijn aan een bepaalde eigenschap.

Genomische selectie wordt aanzien als een van de meest belovende technieken voor de selectie in de toekomst. Hierbij wordt aan de hand van duizenden DNA-merkers op statistische wijze het verband gelegd tussen deze merkers en bepaalde eigenschappen. Op deze wijze kan men op zeer jonge leeftijd reeds een fokwaardeschatting bekomen bij het dier.

4.2 Selectie in de praktijk

4.2.1 Genetische variantie

De genetische variantie is een maat voor de genetische verschillen in een populatie. Variantie is een statistisch begrip dat een maat is voor de spreiding van een reeks waarden. De genetische variantie wordt voorgesteld door het symbool σ_g^2 .

Daarnaast zijn er binnen een populatie ook nog verschillen die veroorzaakt worden door het milieu deze worden voorgesteld door het symbool σ_e^2 .

Hoe een dier er werkelijk uitziet en hoe het presteert, m.a.w. het fenotype van het dier, wordt bepaald door genetica en omgeving. Dit geeft aanleiding tot verschillen tussen dieren zoals we ze waarnemen: de fenotypische variantie genoemd (of totale variantie). Deze wordt voorgesteld door σ_p^2 .

σ_p^2 is dus de som van de genetische variantie en de milieu-variantie.

$$\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2.$$

σ_p^2 , σ_g^2 en σ_e^2 worden geschat door middel van speciale rekentechnieken aan de hand van veldwaarnemingen.

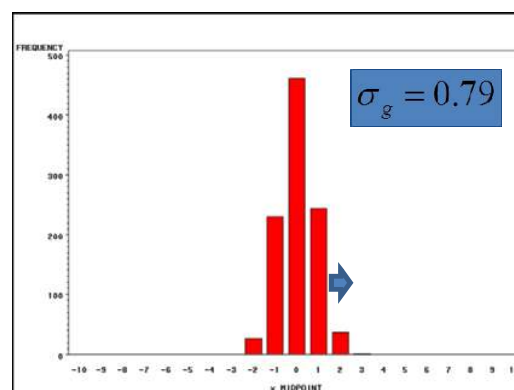
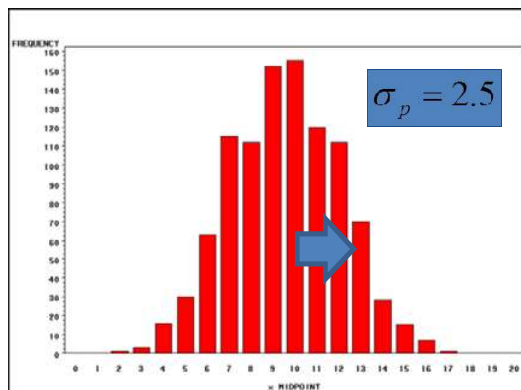
4.2.2 Erfelijkheidsgraad

De verhouding tussen de genetische variantie en de fenotypische variatie noemt men de erfelijkheidsgraad (h^2). Of $h^2 = \sigma_g^2 / \sigma_p^2$. Met andere woorden: de erfelijkheidsgraad is het aandeel van de genetische variantie in de totale variantie.

De erfelijkheidsgraad kan berekend worden uit veldgegevens en is een getal dat ligt tussen 0 en 1.

Voorbeeld: $h^2 = 0,3$ of $0,05$

Bij een hoge erfelijkheidsgraad van een bepaald kenmerk – dit betekent dat er veel genetische variatie is – zal men gemakkelijk kunnen selecteren op dit kenmerk. Bij een lage erfelijkheidsgraad zal de selectie maar weinig vooruitgang boeken.



Figuur 8 Waargenomen worpgroottes **Figuur 9 Spreiding op basis van erfelijke aanleg**

Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

De figuren 8 en 9 geven respectievelijk de waargenomen worpgroottes ($= \sigma_p$) weer en de spreiding van de genetische aanleg voor worpgrootte van diezelfde populatie. De genetische variantie (σ_g) is veel kleiner dan de waargenomen variantie.

Tabel 2 Erfelijkheidsgraad van enkele kenmerken bij varkens

Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

Kenmerk	Erfelijkheidsgraad
Aantal levend geboren (eerste worp)	0,11 - 0,19
Aantal levend geboren (tweede worp)	0,07 - 0,13
Aantal gespeend/worp	0,05 - 0,10
Aantal spenen	0,35-0,35
Groei (25 – 110 kg)	0,28-0,42
% mager vlees	0,54-0,59

In de tabel 2 zijn de erfelijkheidsgraden van enkele kenmerken bij varkens weergegeven. Het valt op dat de erfelijkheidsgraad van productiekenmerken (groei, mager vlees) beduidend hoger zijn dan deze van reproductiekenmerken (aantal geboren, gespeend). Bij reproductiekenmerken zijn de verschillen tussen dieren vooral het gevolg van omgevingseffecten en is het moeilijker om de genetisch betere dieren te herkennen. Dit betekent dat selectie voor reproductie-eigenschappen op basis van het “phenotype” moeilijker verloopt dan selectie op bespiegeling.

4.2.3 Genetische vooruitgang door selectie

$$\Delta G / \text{jaar} = \frac{i * h^2 * \sigma_p}{L}$$

De genetische vooruitgang voor een bepaald kenmerk per jaar ($\Delta G/\text{jaar}$) neemt toe bij een hogere selectie-intensiteit (i), een hogere erfelijkheidsgraad (h^2) en een hogere fenotypische variantie voor het kenmerk binnen de populatie (σ_p). σ_p wordt ook de 'standaard deviatie' van het kenmerk genoemd.

De genetische vooruitgang daalt bij een groter generatie-interval (L) uitgedrukt in jaren. Met generatie-interval wordt bedoeld de gemiddelde leeftijd van de dieren in jaren op het ogenblik van de geboorte van de nakomelingen.

De selectie-intensiteit (i) wordt uitgedrukt in een cijfer dat groter wordt naarmate de fractie dieren die men voor de productie van de volgende generatie uitkiest kleiner wordt. De selectie-intensiteit wordt kleiner bij een stijgende fenotypische variantie.

De tabel 4 geeft enkele waarden van selectie-intensiteit weer bij verschillende aandelen van dieren die men nodig heeft om de volgende generatie te produceren. Als men bijvoorbeeld om de volgende generatie in stand te houden de helft (0,5) van de geboren zeugjes nodig heeft dan is de selectie-intensiteit $i = 0,80$.

Tabel 3 Selectie-intensiteit bij verschillende aandelen van dieren die men neemt om de volgende generatie te vormen

Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

Aandeel dieren voor reproductie	Intensiteit (i)	Aandeel dieren voor reproductie	Intensiteit (i)
1	0,00	0,09	1,80
0,9	0,20	0,08	1,85
0,8	0,35	0,07	1,91
0,7	0,50	0,06	1,98
0,6	0,64	0,05	2,06
0,5	0,80	0,04	2,15
0,4	0,97	0,03	2,27
0,3	1,14	0,02	2,42
0,2	1,40	0,01	2,67
0,1	1,76		

In volgend voorbeeld wordt de mogelijke genetische vooruitgang berekend voor het kenmerk worpgrootte bij selectie via de zeugen (tabel 4) en bij selectie via de beren (vaders van de zeugen – tabel 5).

Tabel 4 Voorbeeld van berekening van genetische vooruitgang bij selectie via de zeugen

Intensiteit : 1 op 5 zeugjes (i)	1,4
Standaard deviatie worpgrootte (σ_p)	2,5
Erfelijkheidsgraad (h^2)	0,1
Generatie interval (L)	2,5

$$\Delta G/\text{jaar} = (1,4 * 0,1 * 2,5) / 2,5 = 0,14 \text{ biggen per worp en per jaar.}$$

Tabel 5 Voorbeeld van berekening van genetische vooruitgang bij selectie via de beren

Intensiteit : 2 op 100 beren (i)	2,42
Standaard deviatie worpgrootte (σ_p)	2,5
Erfelijkheidsgraad (h^2)	0,1
Generatie interval (L)	1

$$\Delta G/\text{jaar} = (2,42 * 0,1 * 2,5) / 1 = 0,605 \text{ biggen per worp en per jaar.}$$

Hieruit blijkt dus dat selectie langs de beren een veel grotere genetische vooruitgang per jaar kan opleveren dan selectie via de zeugen. Immers de selectie-intensiteit langs vaderskant kan daar veel hoger gekozen worden en het generatie interval bij de beren is veel korter.

4.2.4 Totale genetische vooruitgang

Vertrekkende van beide voorgaande voorbeelden kan men stellen dat door selectie zowel via de beren als via de zeugen men jaarlijks een totale genetische vooruitgang kan boeken van :

$$\Delta G/\text{jaar} = (0,140 + 0,605) / 2 = 0,373 \text{ biggen per jaar in een bepaalde populatie.}$$

In de praktijk zal echter blijken dat de werkelijke genetische vooruitgang lager ligt. Oorzaak hiervan is dat het reële generatie interval groter is, en vooral omdat men op meerdere kenmerken (beenwerk, moedergedrag, type...) terzelfder tijd gaat selecteren waardoor de selectie-intensiteit voor een bepaald kenmerk zal verlagen.

In de praktijk blijkt volgende vooruitgang per jaar mogelijk te zijn :

Aantal levend geboren biggen/worp : + 0,10 tot + 0,20 biggen per worp

Dagelijkse gewichtstoename van 0 tot 22 weken : + 6 g/dag (Frans Landras)
tot + 9 g/dag (Large White)

Spekdikte lenden : - 0,13mm per jaar

Vleespercentage : + 0,18 tot + 0,28 %

Aantal goede tepels : + 0,09 per jaar

5. Selectie door middel van indexen en BLUP

5.1 Fokwaarden en selectie-indexen

5.1.1 Fokwaarden

De fokwaardeschatting voor een kenmerk is een schatting van de erfelijke aanleg voor dat kenmerk. Een fokwaarde kan dus niet gemeten worden maar is wel geschat op basis van waarnemingen van het fenotype.

De fokwaarde schatting wordt vaak uitgevoerd aan de hand van fenotypische waarnemingen aan het dier zelf en zo mogelijk, of soms noodzakelijk, aan verwanten. Indien het kenmerk bijvoorbeeld niet bij beide geslachten kan worden waargenomen dan is de informatie van verwanten de enige mogelijke bron (denk bijvoorbeeld aan fokwaarden voor aantal biggen per jaar bij beren).

Hoe meer informatie er beschikbaar is hoe betrouwbaarder de fokwaarde schatting zal zijn.

De fenotypische informatie, maar ook de schattingen van fokwaarden hebben enige onbetrouwbaarheid. Er kunnen dus fouten gemaakt worden met de selectie van de dieren voor de fok door onnauwkeurigheid van de beschikbare informatie.

De vierkantswortel uit de erfelijkheidsgraad (h^2) is een maat voor de nauwkeurigheid van de fokwaardeschatting.

In zijn meest eenvoudige vorm kan een fokwaarde schatting als volgt in een formule worden weergegeven:

$$FW_i = h^2 * (P_i - P_{\text{gemiddelde}})$$

waarin:

FW_i = geschatte fokwaarde van een individu

h^2 = de erfelijkheidsgraad van het kenmerk

P_i = de fenotypische waarde van het kenmerk van het individu

$P_{\text{pop.gem.}}$ = het gemiddelde van het kenmerk in de populatie waartoe het individu behoort.

Deze populatie kan het bedrijf zijn waar het dier wordt gehouden. Ook alle dieren van de gehele populatie waar het dier toe behoort kunnen als referentie worden gebruikt.

De keuze van dieren voor de fokkerij kan in belangrijke mate worden ondersteund indien enig inzicht bestaat in de erfelijke aanleg, voor (de/een) kenmerk(en) van belang in het fokdoel, bij de dieren in een populatie.

Een belangrijk punt daarvan is de erfelijkheidsgraad (h^2) van het kenmerk welke in de selectie wordt betrokken. Bij de schatting van de genetische vooruitgang wordt de wortel uit de h^2 van het kenmerk gebruikt om de nauwkeurigheid van de schatting (dit geldt hier voor de eigen prestatie van het dier) aan te geven.

Hoe hoger de erfelijkheidsgraad van een kenmerk is, hoe geringer het aantal waarnemingen kan zijn om een redelijke betrouwbare fokwaarde te schatten.

5.1.2 Indexen

Wanneer er fokwaarden geschat zijn van meerdere kenmerken die van belang zijn voor de selectie dan kan er een index berekend worden waarin deze fokwaarden, gewogen volgens hun belang, in verwerkt worden. Men spreekt dan van een selectie-index.

Dikwijls is het belang dat men aan de verschillende kenmerken toekent niet voor alle kenmerken gelijk. Door een index samen te stellen waarin de informatiebronnen en/of kenmerken gewogen worden verwerkt, kan de selectie vereenvoudigen en verbeteren. De wegingen voor de kenmerken kunnen een economische motivatie hebben, maar ze kunnen ook op basis van bijvoorbeeld welzijnsriteria, een verschillend gewicht bekomen.

Zo'n index (I) kan in een eenvoudige formulevorm worden weergegeven als hierna:

$$I = w_1 \cdot h_1^2 \cdot P_1 + w_2 \cdot h_2^2 \cdot P_2 + \dots + w_n \cdot h_n^2 \cdot P_n$$

waarin:

w_1 tot w_n = de wegingsfactoren van de betreffende kenmerken of informatiebronnen

h^2 = erfelijkheidsgraden voor de kenmerken 1 t / m x

P_1 tot P_n = de fenotypische waarde van het betreffende kenmerken

Selectie op een kenmerk kan ook veranderingen opleveren voor een ander kenmerk. Er kunnen genen zijn die beide kenmerken beïnvloeden. Er is dan sprake van genetisch gecorreleerde kenmerken. De selectie op het ene kenmerk geeft een gecorreleerde respons voor het andere.

Deze kenmerken zijn positief gecorreleerd. Selectie op de melkhoeveelheid bij melkvee geeft verlaging van vet- en eiwitgehalten in de melk. Hier is sprake van een negatieve correlatie.

Bij de samenstelling van selectie-indexen moet rekening worden gehouden met de genetische correlaties tussen de kenmerken in de index.

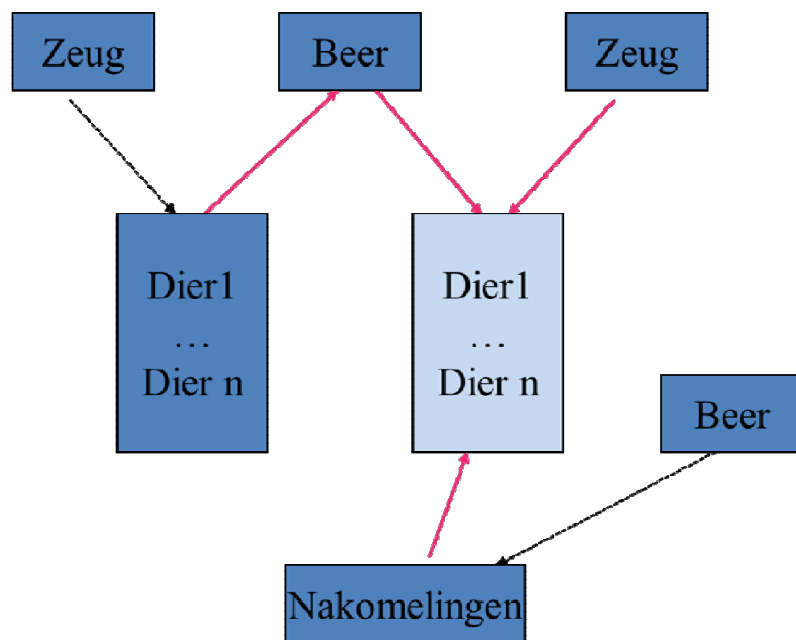
5.1.3 BLUP

Fokwaarde schattingen worden steeds geavanceerder. Zo worden correcties uitgevoerd van de fenotypische waarnemingen voor milieu-invloeden, voor verwantschaps- en selectie-effecten en terzelfdertijd kunnen de fokwaarden voor de kenmerken geschat worden.

De Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) is een veelgebruikte methodiek voor fokwaardeschatting bij verschillende diersoorten. Vrij vertaald staat BLUP voor 'best mogelijke lineaire niet-vertekende voorspelling'.

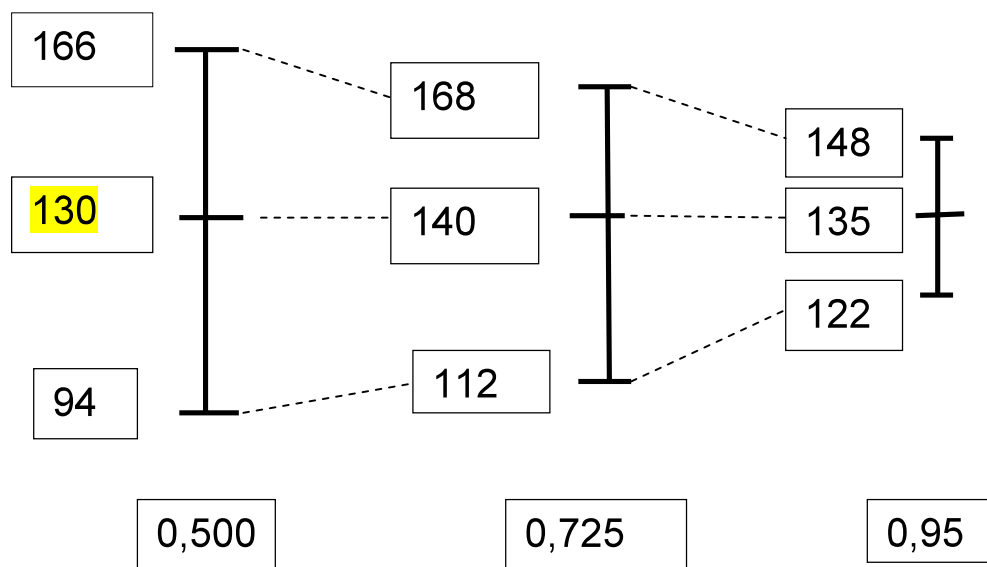
Wanneer voor alle dieren in een populatie fokwaarden geschat worden, dan wordt een diemodel gebruikt (figuur 10). In een diemodel wordt de fokwaarde van elk dier berekend op basis van prestaties van het dier zelf, prestaties van de ouders en prestaties van nakomelingen. Uitgangspunt voor alle BLUP-technieken is dat prestaties van dieren kunnen worden vergeleken met leeftijds- en tijdgenoten onder verschillende milieuomstandigheden.

Uitvoering van de BLUP-fokwaardeschatting vraagt bij grotere populaties een grote computercapaciteit. Ondanks dat deze methodiek reeds lang beschikbaar is, is hij slechts de twee laatste decennia toepasbaar omdat de nu beschikbare computers voldoende capaciteit hebben.



Figuur 10 BLUP- diemodel
Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

BLUP – methodieken leveren zuiverdere fokwaardeschattingen omdat er gecorrigeerd wordt voor factoren die niet erfelijk zijn. Dit zijn bijvoorbeeld het geslacht, begin- en eindgewicht, seizoen, bedrijf, ras of kruising



Figuur 11 Betrouwbaarheid van de fokwaardeschatting

Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

Bij iedere schatting van een fokwaarde hoort eveneens een bepaalde betrouwbaarheid. In de figuur 11 is uitgebeeld hoe een bij hogere betrouwbaarheid (bijvoorbeeld 0,950) de werkelijke fokwaarde van een dier in een nauwer interval gelegen is dan met een lage betrouwbaarheid (0,50). De gemaakte schatting (=135) ligt dus dichterbij de werkelijkheid.

5.1.3.1 Individuele selectie

Wordt de selectie gebaseerd op fenotypische waarde van kenmerken bij het dier zelf dan spreekt men van individuele selectie.

Bij deze selectiemethode worden de kandidaat fokdieren geselecteerd op basis van fenotypische waarden van kenmerken aan het dier zelf gemeten. Dit wordt ook wel eens aangeduid als selectie op "eigen-prestatie". In Vlaanderen is de bedrijfsprestatietoets uitgevoerd door het varkensstamboek hiervan een voorbeeld. De kenmerken moeten in dit geval, om enig effect van de selectie te mogen verwachten, een voldoende hoge erfelijkheidsgraad hebben. De kenmerken die gemeten worden bij de bedrijfsprestatietoets zijn : groei vanaf de geboorte, spekdikte en rugspierdikte en op basis van deze metingen wordt een schatting gemaakt van het percentage mager vlees.

De dieren waaruit op individuele wijze geselecteerd wordt zouden ook onder gelijke milieuomstandigheden moeten worden gehouden, zodat de waargenomen verschillen voor de kenmerken grotendeels kunnen worden toegeschreven aan een additief genetische variantie. Door het gezamenlijk opkweken van jonge beren of vleesvarkens in de selectie-mesterijen poogt men op die wijze de milieu-invloeden kleiner te maken.

5.1.3.2 Familie-selectie

Wanneer men selecteert op basis van hetgeen bij familie (bijv. ouders en nakomelingen) van individuen waargenomen wordt dan spreekt men van familieselectie.

Bij selectie op kenmerken met lage erfelijkheidsgraden of kenmerken die slechts bij één geslacht tot expressie komen (denk aan melkproductiekenmerken) is men aangewezen op familieselectie.

Hoe nauwer de familierelatie, hoe groter de verwantschap en hoe groter de kans op genetische overeenkomst.

Familie-selectie leidt snel tot een toename van de inteelt.

Bij gebruik van een BLUP-diermodel wordt familieselectie overbodig gezien hierbij reeds rekening gehouden wordt met de prestaties van de verwanten.

5.2 BLUP voor productiekenmerken – Selectiemesterij-index

Een voorbeeld van BLUP-toepassing voor productiekenmerken is de selectiemesterijwerking van het Vlaamse Varkensstamboek. Ook fokkerijgroeperingen gebruiken deze rekentechniek om binnen hun lijnen te selecteren.

Doel ervan is een nauwkeurige fokwaarde te schatten aan de hand van de prestatie van de nakomelingen en aan de hand van gekende fokwaardeschattingen van verwanten.

Daartoe worden minstens 18 nakomelingen van een beer afkomstig van drie niet verwante zeugen afgemest in een centrale selectiemesterij. De biggen zijn afkomstig van eenzelfde vermeerderingsbedrijf. Er zijn in Vlaanderen drie vermeerderingsbedrijven die biggen leveren aan de twee selectiemesterijen (Scheldewindeke en Torhout).

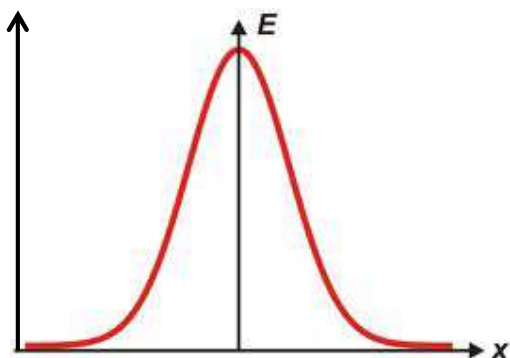
Doordat de biggen geboren zijn op eenzelfde bedrijf en doordat ze in dezelfde omstandigheden opgroeien en worden afgemest (voeder, klimaat, ziektedruk...) is de invloed van het milieu reeds gedeeltelijk gereduceerd. Een groter gedeelte van de fenotypische verschillen kan daardoor reeds verklaard worden door genetische verschillen.

Als economisch relevante kenmerken worden aanzien de dagelijkse groei, de voederomzet en de karkaskwaliteit.

Vertrekkende van gewichtstoename, voederverbruik en slachtgegevens worden deze kenmerken, door middel van de BLUP-methode, gecorrigeerd voor begin- en eindgewicht, voor geslacht, jaar en voor seizoen.

Rekening houdend met de fokwaardeschatting van verwanten tot in de tweede graad wordt een fokwaarde schatting berekend voor groei, voederomzet en karkaskwaliteit. Deze worden vervolgens vermenigvuldigd met hun respectievelijke economische gewicht en verwerkt tot een index. Deze berekening gebeurt tweemaandelijks.

De verdeling van de waarden van de indexen van alle dieren vertoont een zogenaamde normale verdeling waarvan het gemiddelde gelijk is aan 100 en de standaard deviatie gelijk is aan 20 (figuur 12). Dit betekent dat er veel indexen van beren in de buurt van het gemiddelde voorkomen en zeer weinig in de buurt van 0 en 200.



Figuur 12 Normale verdeling met gemiddelde 100 een standaarddeviatie 20

Voorbeeld van index:

Naam; 077BP75; KI 18 ; -16; 22; 26,2; 121,6; 0,874 ; Eigenaar

Te lezen als volgt :

Naam : naam van de beer

077BP75 : Stamboeknummer van de beer

KI : Type onderzoek, namelijk met zeugen van andere ras

-16 : genetische afwijking ten opzichte van het populatie gemiddelde voor groei

22 : genetische afwijking voor voederomzet (positief dus slechter)

121,6 : Index

0,874 : betrouwbaarheid. Dit is een cijfer dat gaat van 0 tot 1 en dat stijgt met het aantal waarnemingen.

De indexen worden tweemaandelijks gepubliceerd in de vakpers (zie figuur 13).

DE FOKWAARDESCHATTING VAN DE BEREN AFGETEST IN DE PERIODE SEPTEMBER - OKTOBER 2010 (2010.3)

BEER	STAMBNR.	VADER	TYPE	N	DG	VC	SLKW	INDEX	BETR.	TI	EIG.
Piétrain											
LUWE VAN DE JANSHOEK	077BP75	HOMIE VAN DE JANSHOEK	KI	17	47	-296	4.8	141	0.826	EB	C.V.
MAXI VAN DEN BOSRAND	08449242	LOTARD VAN DEN BOSRAND	KI	21	25	-128	19.2	134.6	0.848	EB	CLIN
MAT VAN HET LOONDERHOF	087YZ13	HES VAN HET LOONDERHOF	KI	21	15	-162	13.7	131.2	0.843	EB	K.I.
LAZO VAN T BERKENERF	073PG988	HECTOR VAN T BERKENERF	KI	18	48	-174	6.7	130.3	0.833	EB	C.V.
MARTINO VAN DE BLOMBERG	083PH209	HALLO HOF TEN THORRE	KI	21	60	-231	-7.3	124.2	0.863	EB	K.I.C
MOTOR	083581044	22JFZ	KI	21	149	-222	-22.2	122.3	0.841	EB	K.I.
NAFT VAN T VELPENHOF	092G479	LOFT VAN HET LOONDERHOF	KI	18	-16	22	26.1	121.7	0.817	EB	BAX
NESQUIK VAN WEELDE	091L020	LYON DE RIEGEL	KI	17	-14	12	20.2	117.1	0.825	SB	BAX
MOP VAN DEN BOSRAND	08448858	JUUP VAN DEN BOSRAND	KI	18	71	-116	-5.3	115.7	0.835	SB	KI.D.
MANOLITO VAN HET LOONDERHOF	087YP08	GELEX VAN DE BLOMBERG	KI	21	-22	37	21.2	114.9	0.851	SB	K.I.
MOKER	081V050	JOB	KI	18	19	-173	-5.9	113.6	0.83	SB	VER
MIXO DE ROZELAAR	083P1104	LOBKE DE ROZELAAR	KI	21	10	-88	3.5	113.3	0.838	SB	GCV
METTEL VAN HET LOONDERHOF	087YZ46	GELEX VAN DE BLOMBERG	KI	21	-7	12	14.8	112.6	0.858	SB	K.I.
MATTAR VAN DE JANSHOEK	087BX42	HATCHOEM VAN BACHTE	KI	21	-13	-7	9.5	108.5	0.85	SB	LEKI
MEKANO VAN T BERKENERF	083PGC93	LELCO VAN T BERKENERF	KI	21	-19	-5	10	108.1	0.841	SB	GCV
MOTIEF VAN T BERKENERF	083PG351	HECTOR VAN T BERKENERF	KI	21	41	-136	-13	106.1	0.851	SB	K.I.
MO VAN DEN BOSRAND	08450540	LAGER VAN DEN BOSRAND	KI	17	19	55	6.7	103.4	0.83	SB	VER
MOPPI VAN DE JANSHOEK	087BS98	INIESTA VAN DE STAPELHEIDE	KI	18	-59	92	18.5	103.3	0.831	SB	K.I.
MURAT VAN T BAGYN	084A050	LASSO VAN DEN BOSRAND	KI	17	40	-55	-13.5	97.1	0.824	TB	K.I.
MORENO VAN HET LOONDERHOF	087YF26	INKOOP VAN T VELPENHOF	KI	21	-21	-8	-12	86.4	0.854	TB	LEKI
MAAIK VAN T BERKENERF	083PG288	IRAN VAN T BERKENERF	KI	21	51	152	4.9	95.3	0.859	TB	K.I.

Figuur 13 Voorbeeld van publicatie van selectiemesterij indexen

Bron : VVS – Vlaams Varkensstamboek

Het economisch belang van een betere index blijkt uit navolgend voorbeeld.

Stel dat een beer een fokwaardeschatting heeft voor groei : 17,35 g. , voor voederomzet - 21 g/kg, en voor slachtkwaliteit 7,63 punten.

Men kan omrekenen dat deze fokwaarden elk afzonderlijk een voordeel opleveren van 2,15 , 0,76 en 1,69 € :dit maakt samen 4,6 € . Aangezien elk vleesvarken de helft van het genetisch materiaal van deze beer mee krijgt zal dit varken 2,3 € meer opbrengen dan het gemiddelde varken alleen door de keuze van deze vader (tabel 6).

Men kan berekenen dat op een bedrijf van 200 zeugen met een productiegetal van 25 dit een meeropbrengst betekent van 11.400 € per jaar.

Tabel 6 Berekening van het economisch voordeel bij een bepaalde berenkeuze
Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

	Groei	voederomzet	Slachtkwaliteit	Totaal
Fokwaarde	17,35	21	7,63	
Voordeel	2,15	0,76	1,69	4,6 €
Voordeel beer				4,6 €
Voordeel nakomeling				2,3 €

Het spreekt voor zich dat ook de fokwaarden van de moeder, die al of niet bekend zijn, een bijdrage zullen leveren tot dit economisch resultaat.

5.3 BLUP voor reproductiekenmerken

Net zoals voor de productiekenmerken kunnen er voor de reproductie eigenschappen eveneens fokwaarden en een vruchtbaarheidsindex berekend worden aan de hand van de BLUP methodiek. Daar de erfelijkheidsgraden voor deze kenmerken meestal kleiner zijn en dus de invloed van milieu veel groter is, is het vooral voor deze kenmerken nuttig om deze methodiek toe te passen.

Het Vlaams Varkensstamboek berekent sinds 1994 een vruchtbaarheidsindex.

Uit de zeugenboekhoudingen die door iedere stamboekweker wordt bijgehouden worden volgende waarden verzameld:

- totaal aantal geboren biggen per worp
- aantal levend geboren biggen
- aantal gespeende biggen
- tussenwortijd
- interval spenen dekken
- langleefbaarheid

Deze kenmerken worden vervolgens gecorrigeerd voor de niet-genetische invloeden.

Dit zijn:

- ras van de worp (dit kan ook een bepaalde kruising zijn)
- dekkende beer
- pariteit van de zeug (worpnummer 1, 2 of 3)
- bedrijf, jaar en seizoen

Na het corrigeren voor deze “storende” invloeden worden de fokwaarden geschat voor totaal geboren biggen, gespeende biggen en voor tussenworptijd en wordt er een vruchtbaarheidsindex berekend.

Ook deze index wordt zodanig berekend dat alle getallen liggen tussen 0 en 200. De verschillende berekende indexen verdelen zich ook hier in een standaard normale verdeling rond 100.

De vruchtbaarheidsindex wordt om de drie maanden berekend en weergegeven als volgt :

Naam, stamboeknummer, - 0,59 0,16 -2,88 109,4 0,873 (IFI)

Hierbij is : - 0,59 : fokwaarde voor het aantal geboren biggen / worp t.o.v. het ras gemiddelde.

- 0,16 : fokwaarde voor het aantal gespeende biggen / worp t.o.v. het ras gemiddelde

- - 2,88 : fokwaarde voor de tussenworptijd (in dagen) t.o.v. het ras gemiddelde

- 109,4 : de vruchtbaarheids index

- 0,873 : de betrouwbaarheid

- (IFI) : duidt aan dat het over de vruchtbaarheidsindex gaat

De figuur 14 geeft weer onder welke vorm de publicaties verspreid worden.

DE VRUCHTBAARHEIDSINDEX VAN ZEUGENLIJNRASSEN: BEREKENINGEN DERDE TRIMESTER 2010 (2010.3)

BEER	STAMB-NR.	RAS	BLT	T	GEBDAT	NB	NG	TWT	IFI	BETR.	MOEDER	Prod. MOEDEI
IFI top van de actieve LARGE WHITE beren:												
SALVADOR	071PD92	L		14	14/jun/07	2.45	2.05	-5.25	179.2	0.712	051PX86	10/2,32-27,63
PRUDENT	054E52282	L		14	12/jan/05	1.46	1.08	-8.15	152.2	0.782	TCE010841	n.b
STANLEY	071PL54	L		14	19/sep/07	1.24	0.99	-3.82	140.8	0.627	051P21U	7/2,41-25,8
RIK V'T VOGELTJE	063M0054	L		15	16/sep/06	1.10	1.11	-1.07	139.5	0.806	033L4366	6/2,25-26,95
SALTO	071PK78	L		14	3/sep/07	1.34	0.90	-4.67	139.2	0.753	051P20U	10/2,46-25,07
SANDER	083AU7402	L		14	17/dec/07	-0.18	-0.14	-4.16	103.4	0.460	WBAR6746	n.b
IFI top 10 van de actieve LANDRAS beren:												
FABIAN	X+6402P29	X	F	17	15/apr/06	1.23	1.00	-5.06	143.3	0.695	0240210J	12/2,37-26,71
GORAN	X+74E04Z	X	F	17	13/jan/07	0.79	0.68	-8.08	138.4	0.727	03483EK	10/2,49-24,15
GINO VAN 'T LINDENERF	07332100	X	F	15	27/jun/07	1.61	1.37	6.39	133.6	0.676	02332020	12/2,32-24,38
GELIX	X+740275P	X	X	15	22/jul/07	0.78	0.29	-12.08	133.2	0.816	0240210J	12/2,37-26,71
HUMAN-NN VAN DE JANSHOEK	X+87BT62	X	X	16	29/jun/08	1.55	0.99	2.93	127.6	0.608	047BX83	11/2,43-24,27
BON	037KW37	I	F	14	5/jul/03	2.32	1.89	-5.53	174.1	0.927	987KB24	13/2,02-20,17
GAST	071P96S	I	Y	16	8/nov/07	1.26	1.46	-0.67	150.5	0.689	051PF13	4/2,30-28,21
FILM	067KH08	I	F	15	7/okt/06	1.16	1.26	-1.65	145.4	0.613	037KX77	7/2,34-24,11

Figuur 14 Voorbeeld van publicatie van de vruchtbaarheidsindex
Bron : VVS – Vlaams Varkensstamboek

Dat selectie op vruchtbaarheid door middel van BLUP technieken succesvol is blijkt uit de tabel 7. Hierin staan de reproductieresultaten van 251 zeugen die opgesplitst werden in een groep met IFI lager dan 110 en een groep met IFI hoger dan 110.

Uit de tabel blijkt dat bij de groep met IFI hoger dan 110 er 0,71 biggen meer geboren werden, 0,64 meer gespeend en dat ze een tussenwortijd hebben die 2 dagen korter is.

Tabel 7 Verband tussen IFI en reproductieresultaten in de praktijk
Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

IFI van de zeug	Aantal zeugen	Totaal geboren biggen	Biggen gespeend	tussenwortijd
90 tot 110 (Gem 100)	128	10,27	9,09	155
110 tot 120 (Gem 108)	123	10,98	9,73	153
Verschil : 8		+ 0,71	+ 0,64	2

5.4 Tegenkrachten bij selectie

5.4.1 Afname van de genetische variatie –Bulmer-effect

Naarmate men verder vordert in een bepaalde selectie zullen onvermijdelijk bepaalde allelen uit de populatie verloren gaan gezien een deel van de dieren niet meer zal gebruikt worden voor reproductie.

Dit noemt men het Bulmer effect, naar de onderzoeker D.C. Bulmer die in 1971 stelde dat de genetische variantie door selectie gereduceerd wordt. Deze reductie is groter wanneer de fenotypische variantie in de ouderpopulatie groter is.

Door het Bulmer effect zullen de verschillen tussen de dieren kleiner worden en zal dus ook verder selecteren moeilijker worden. Men zal de (genetische) verschillen moeilijker kunnen waarnemen aan de hand van fenotypische kenmerken.

Door een bepaalde groep dieren te kiezen om de volgende generatie samen te stellen zal men automatisch meer familieverwantschap krijgen binnen de groep, wat leidt tot een hogere inteeltgraad. Meer inteelt heeft negatieve gevolgen op het vlak van de 'fitness' van de dieren en geeft meer kans op het verschijnen van erfelijke gebreken.

5.4.2 Inteelt

Een dier is ingeteeld wanneer de ouders aan elkaar verwant zijn. M.a.w. een dier is ingeteeld wanneer de ouders gemeenschappelijke voorouders hebben.

De mate van verwantschap wordt uitgedrukt door de verwantschapsgraad. Dit is een cijfer dat berekend wordt als : $A = (1/2)^{nv + nm}$. Waarbij 'nv' en 'nm' het aantal generaties is van beide ouders tot de gemeenschappelijke voorouder. Wanneer er meerdere gemeenschappelijke voorouders zijn dan is de verwantschapsgraad gelijk aan de som van de afzonderlijke verwantschaps graden.

De nakomeling van twee verwante ouders noemt men 'ingeteeld'. De mate waarin een dier ingeteeld is wordt uitgedrukt door de inteelt coëfficiënt (F) . Deze is gelijk aan de helft van de verwantschapsgraad.

In de tabel 8 wordt de verwantschapsgraad en de inteeltcoëfficiënt van enkele familierelaties weergegeven.

Tabel 8 Verwantschapsgraad en inteeltcoëfficiënt van enkele familie relaties

Ouders	Verwantschapsgraad ouders	Inteeltcoëfficiënt nakomelingen
Vader - dochter	0,5	0,250
Grootvader - kleindochter	0,25	0,125
Broer - zus	0,5	0,250
Halfbroer - halfzus	0,25	0,125

Door inteelt zal de kans op identieke allelen in de nakomeling stijgen. Met andere woorden een ingeteeld dier zal in meer kenmerken fokzuiver (homozygoot) zijn.

Het is een veel gebruikte techniek om bepaalde kwaliteiten in een ras of een groep dieren te fixeren om aldus de zogenaamde homozygotie te verhogen. Dit kan door verwante dieren met elkaar te paren en bewust inteelt toe te passen.

Bij inteelt worden niet alleen de gewenste genetische eigenschappen gefixeerd maar kunnen ook de verborgen gebreken van de ouders aan de oppervlakte komen. Indien deze gebreken letaal zijn (de al dan niet geboren biggen zijn niet levensvatbaar, ze sterven), betekent dit een ernstig verlies voor de fokker, zowel financieel als inzake genetica want de andere genen, met een gunstige impact op bepaalde kenmerken, verdwijnen eveneens. Indien het echter om niet-letale erfelijke gebreken gaat, kan deze situatie langs twee kanten bekeken worden:

- Verliessituatie

Deze nakomelingen, bijvoorbeeld met doptepels of te weinig tepels, kunnen niet gebruikt worden in de fokkerij;

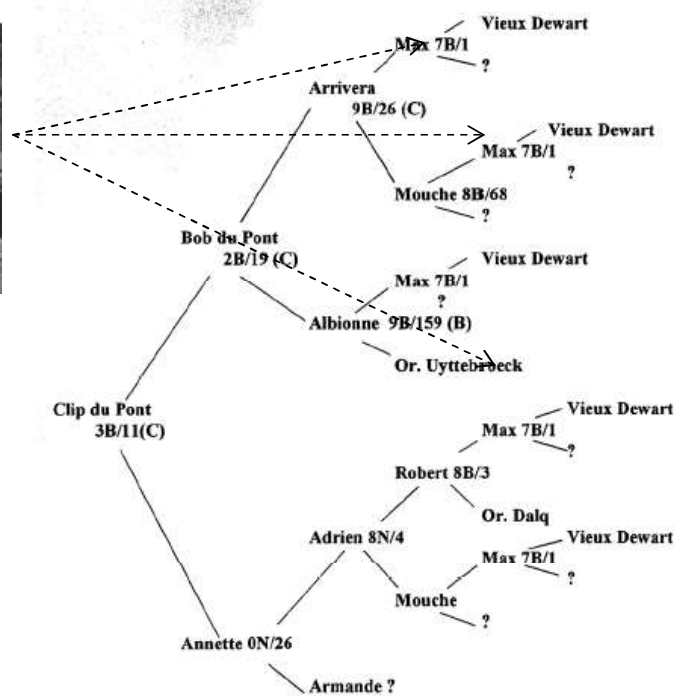
- Winsituatie

In een worp waarin zich enkele dieren met dit erfelijk gebrek bevinden, worden deze dieren via selectie uit de fokkerijkern verwijderd. Na enkele rondes van inteelt kunnen de aldus overgebleven biggen beschouwd worden als vrij van dit erfelijk gebrek. Inteelt is derhalve een methode om fokzuiverheid, homozygotie van een kenmerk te bekomen.

Deze techniek werd onwetend toegepast bij de opbouw van het Piétrainras. Gezien de beperkte vervoermiddelen destijds werden zeugen vaak gedekt door verwante beren. Dit zal zeker nadelige gevolgen gehad hebben voor de fokkers maar heeft ondertussen ook geleid tot een zeer hoge graad van homozygotie van dit ras. De figuur 15 geeft de afstamming weer van de beer Clip du Pont (53B11) geboren in 1953. In zijn afstamming vindt men 5 maal de beer Max (7B1) terug. Uit stamboomonderzoek van die periode blijkt trouwens dat Max (foto) de vader is van nagenoeg alle huidige Piétrainvarkens.

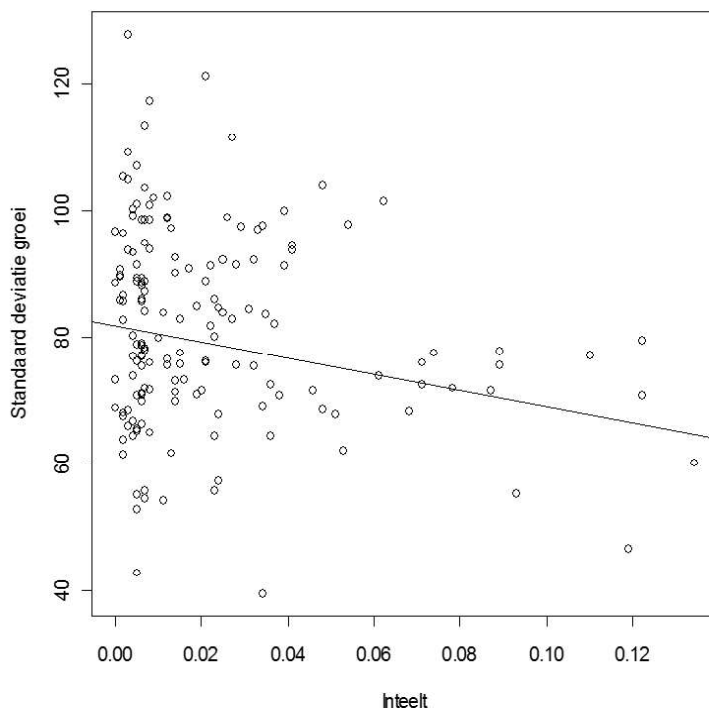


Max (7B1) geboren 1947



Figuur 15 Afstamming van Clip du Pont (3B11)

Ook in de huidige varkens kan men nog aantonen dat een hogere inteeltgraad leidt tot meer homogeniteit van de varkens. In figuur 16 wordt de standaardafwijking voor groei gegeven van loten varkens die afgemest werden in de selectiemesterij en dit in functie van de inteeltgraad. Men ziet dat bij een hogere inteeltgraad de standaardafwijking kleiner wordt. Dit geeft aan dat de loten meer uniform zijn bij hoge inteeltgraad van de vader.



Figuur 16 Standaard afwijking van groei in functie van de inteeltgraad
Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

Ondanks het feit dat inteelt nuttig kan zijn in fokprogramma's om bepaalde kenmerken te fixeren is het voor de individuele kweker toch af te raden om verwante dieren te kruisen. De nadelige effecten zoals verminderde groei, vitaliteit en erfelijke gebreken kunnen daarbij te groot zijn. Men spreekt hierbij van inteeltdepressie.

In de tabel 9 zijn enkele verschillen bij productiekenmerken weer gegeven bij een inteeltgraad van 5 % zoals deze in de literatuur terug te vinden zijn.

Tabel 9 Invloed van 5 % inteelt volgens literatuurgegevens
Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

Literatuur gegevens	Per 5 % inteelt
Totaal geboren biggen	- 1,89
Dagen tot 105 kg	+ 1,05

In de tabel 10 wordt de invloed van 5 % inteelt gegeven voor het totaal aantal geboren biggen en voor de tussenworptijd specifiek bij het BN-ras.

Tabel 10 **Invloed van 5 % inteelt op aantal geboren biggen en op tussenworptijd**
 Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

BN-ras	Per 5 % inteelt
Totaal geboren biggen	- 0,167
Tussenworptijd (dagen)	+ 2,56

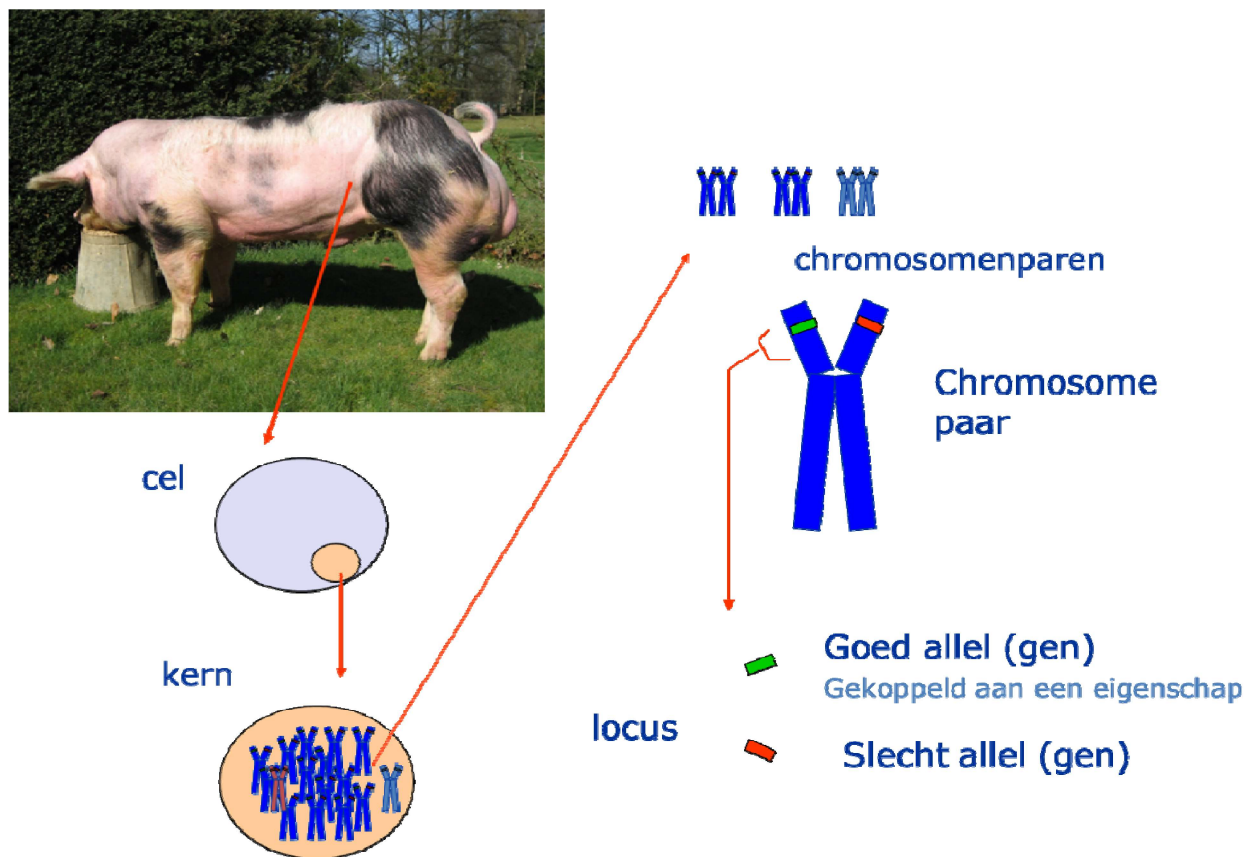
Globaal kan men stellen dat inteelt steeds een negatief effect heeft op de prestatie van varkens. Binnen een gesloten ras of lijn kan men echter nooit volledig inteelt vermijden.

Het is aan de stamboeken of de fokkerijgroeperingen om er over te waken dat de inteelt toename zo beperkt mogelijk blijft. Een inteelt toename van 0,005 per jaar wordt aanvaardbaar geacht. Binnen de gesloten populatie zou de inteeltgraad van individuele dieren moeten beperkt blijven tot 3 % of volgens sommige bronnen tot 5 %.

Buiten de selectiewerking kan inteelt gemakkelijk vermeden worden door het kruisen van dieren van twee verschillende rassen of lijnen. Hierbij is de inteeltgraad van de nakomelingen gelijk aan 0.

6 Merker ondersteunde selectie

6.1 Genen en chromosomen



Figuur 17 Schematische voorstelling van chromosomen en allelen
Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

Het lichaam van ieder levend wezen is opgebouwd uit cellen. Binnen een cel vindt men een celkern met daarin een bepaald aantal chromosomen paren (figuur 17). Het aantal chromosomenparen is steeds hetzelfde binnen een bepaalde diersoort (tabel 11). Elk varken draagt 19 chromosomenparen of 38 chromosomen in zijn cellen.

Tabel 11 Aantal chromosomenparen bij enkele diersoorten

Diersoort	Aantal chromosomen
Paard	32
Ezel	31
Mens	23
Varken	19

De chromosomen van verschillende chromosomenparen kunnen sterk verschillend zijn van lengte en van samenstelling. Ze worden aangeduid met een volgnummer (zie figuur 18).

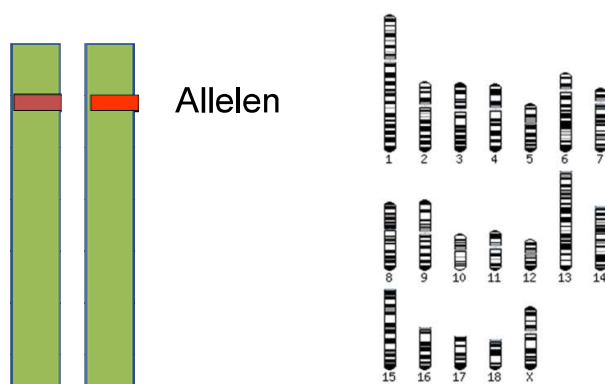
Een chromosoom is een drager van (een deel van) het erfelijk materiaal (DNA) van een organisme. Deze DNA – molecule bestaat uit twee lange spiraalvormige strengen die opgebouwd zijn uit meerdere nucleotiden.

Nucleotiden zijn de bouwstenen van het DNA. In het DNA van dieren zijn vier verschillende nucleotiden terug te vinden. Deze worden voorgesteld door de letters A, C, G en T. A staat voor Adenine, T voor Thymine, C voor Cytosine en G voor Guanine.

De aaneenschakeling van een bepaald aantal nucleotiden in een welbepaalde volgorde wordt een sequentie genoemd. Eén of enkele dergelijke DNA-sequenties samen zullen een gen vormen. Dergelijk gen is de drager van erfelijke eigenschappen.

Genen zullen uiteindelijk bij de vorming van zaadcellen en eicellen instaan voor de overdracht van erfelijke eigenschappen naar de volgende generatie.

Allelen noemt men de overeenkomstige genen op een chromosomenpaar. Deze zijn vaak licht verschillend van elkaar. Dit komt omdat per chromosomenpaar er één chromosoom afkomstig is van de vader en één van de moeder.



Figuur 18 Schematische voorstelling van chromosomen.
Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

6.2 Geslachtelijke voorplanting

Zoals alle zoogdieren planten varkens zich geslachtelijk voort.

Zaadcellen ontstaan in de testikels (teeltballen) en eicellen worden in de eierstokken geproduceerd. Het ontstaansproces van beide gebeurt op een andere wijze dan de gewone celdeling.

Bij de deling die aan het ontstaan van de zaadcellen en eicellen voorafgaan worden de chromosomen verdeeld over twee dochtercellen. Elke dochtercel krijgt slechts 1 chromosoom van ieder chromosomenpaar. Deze deling noemt men de reductiedeling of meiose. Men noemt de cellen met slechts 1 stel chromosomen haploïde cellen in tegenstelling tot de diploïde lichaamscellen. Zaadcellen en eicellen van het varken hebben dus slechts 19 chromosomen.

Bij de bevruchting zullen zaadcel en eicel samensmelten tot een bevrucht eicel. Deze zal dan terug het oorspronkelijke aantal chromosomenparen (38) hebben. Deze bevruchte eicel zal dan verder ontwikkelen tot een embryo, later tot een big. Op deze wijze heeft ieder varken de helft van zijn chromosomen gekregen van zijn vader en de helft van zijn moeder.

De beide chromosomen van eenzelfde paar dragen overeenkomende genen of allelen die niet altijd volledig identiek zijn. Soms ontstaan er in het genoom (alle chromosomen samen) van een dier spontaan kleine wijzigingen of gaat er een gen verloren. Dit leidt er toe dat er kleine verschillen kunnen zijn tussen de chromosomen van één paar.

Selectie bestaat erin in één dier zoveel mogelijk genen die bijdragen tot de gewenste eigenschappen te krijgen.

6.3 Mutaties

Vooraf tijdens de meiose of reductiedeling is de kans op wijzigingen in de DNA-sequentie reëel. Deze zijn het gevolg van het optreden een fout tijdens de deling. Meestal zal een wijziging van de sequentie een niet leefbare cel opleveren. Soms zal de wijziging geen waarneembare verandering van het dier betekenen. Maar uitzonderlijk kan een dergelijke wijziging wel degelijk de werking van een gen beïnvloeden en dus een waarneembare invloed hebben op het dier. Dit is het geval wanneer (bijvoorbeeld) door een mutatie het stopcodon (TAG) gevormd wordt. Hierdoor wordt het gen niet helemaal vertaald en is het vrijwel inactief.

ATG CAT TTA GGA TAT ACT AGG TAG wildtype
ATG CAT TTA GGA TAG ACT AGG TAG substitutie
ATG CAT TTA GGA TAC ACT AGG TAG
ATG CA-T TAG GAT ATA CTA GGT AG deletie
ATG CAT TTA -GAT ATA CTA GGT AG
ATG CAT TTA GGA TAT ACC TAG GTA G insertie
ATG CAT GTT AGG ATA TAC TAG GTA G

Figuur 19 Voorbeelden van mutaties waarbij het stopcodon TAG ontstaat
 Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

Een permanente wijziging in de DNA-sequentie noemt men een mutatie. Ze worden doorgegeven naar de volgende generatie. Afhankelijk van de aard van mutatie spreekt men van (figuur 19) :

Kleine mutaties :

- een puntmutatie waarbij 1 nucleotide vervangen wordt door een andere
- een deleties waarbij 1 of enkele nucleotiden uit de sequentie verwijderd worden
- een inserties waarbij 1 of enkele nucleotiden aan de sequentie toegevoegd worden
- een substitutie waarbij 1 of enkele nucleotiden worden uitgeknipt en ergens anders in het chromosoom ingeplakt.

Grotere mutaties (genetische recombinatie) :

- deleties, inserties of substituties waarbij grotere aantallen nucleotiden worden verwijderd, toegevoegd of verplaatst. In recent onderzoek worden ook gen-verdubbelingen (copy number variants), gen-inversies e.d. gevonden.

Mutaties die slechts een nucleotide betreffen noemt men 'Single Nucleotide polymorphism' of een SNP.

Doordat mutaties regelmatig optreden en doorgegeven worden aan de volgende generatie komt men, door de reeds lange evolutie, binnen elke soort tot een situatie waarbij er van elk gen meerdere varianten bestaan. Dit maakt dat sommige dieren een bepaalde eigenschap zullen hebben en anderen niet of dat sommige dieren een bepaalde eigenschap in grotere mate zullen hebben dan andere.

Men onderscheidt monogene kenmerken, deze worden veroorzaakt door 1 gen, en polygene kenmerken die te wijten zijn aan meerdere genen. Bij monogene kenmerken is een eigenschap aanwezig of afwezig. Polygene kenmerken vertonen gradatie (van zeer weinig tot zeer veel).

Voorbeeld: het stress-gen

Het al of niet gevoelig zijn aan stress wordt bij varkens bepaald door 1 gen (*RYR1*). Wanneer een dier 2 kopiën heeft van het gemuteerd gen dan zijn de varkens gevoelig voor stress. De wildvorm van het gen zorgt ervoor dat varkens stress-ongevoelig zijn. Als een varken 1 copie van de wild-vorm heeft en 1 copie van mutante vorm dan is het varken ongevoelig. De afwijking is dus recessief.

Men onderscheidt dus volgende drie vormen:

- homozygoot negatieve dieren (--) : wildvorm en dus stress-negatief
- heterozygote dieren (-+) : dragen de afwijking op 1 chromosoom, zijn stress-ongevoelig) maar kunnen de gevoeligheid doorgeven.
- homozygoot positieven dieren (++) : zijn stress gevoelig

Dit is de reden waarom de zeug homozygoot stressnegatief moet zijn om ze te combineren met de homozygoot stressgevoelige Pietrain.

Het kruisen van deze verschillende genotypen geeft volgende resultaat (tabel 12) :

Tabel 12 Kansen bij het kruisen van de verschillende genotypen. De gele vakjes markeren de stressgevoelige dieren

++ * ++	++ * +-	+ - * +-	+ - * --	-- * --
100 % ++	50 % ++	25 % ++		
	50 % +-	50 % +-	50 % +-	
		25 % --	50 % --	100 % --

6.4 Selectie met genetische merkers

Van de meeste eigenschappen of kenmerken van een varken is nog niet gekend door welk gen of welke genen zij veroorzaakt worden. Toch kan men door middel van DNA analyse soms vaststellen dat wanneer een bepaald stukje DNA (sequentie) aanwezig is, een bepaald kenmerk ook (of meer) aanwezig is en andersom.

Dergelijke sequentie wordt dan een genetische merker genoemd voor dat kenmerk. Waarschijnlijk is de merker niet het stukje DNA dat overeenkomt met het gen zelf maar ligt het wel in de buurt van het gen op het zelfde chromosoom.

Het gebruik van genetische merker kan toelaten om vlugger (vb . bij de geboorte) reeds een bepaald kenmerk te detecteren.

6.5 Genomische selectie

Bij genomische selectie wordt geselecteerd op basis van zeer veel gemuteerde nucleotiden of SNP's (Single Nucleotide Polymorphisms) die verspreid liggen over het ganze genoom.

Vooraleer dergelijke selectiemethode kan toegepast worden dient men eerst een referentie-populatie van 1000 tot 5000 dieren op te bouwen. Van deze referentiepopulatie moeten de prestaties of de fokwaardeschattingen bekend zijn. Met behulp van de statistische technieken wordt dan gezocht worden naar die SNP-combinaties die overeenkomen met de beste prestatie (of een ander kenmerk). In feite gaat men hier op zoek naar genetische merkers, in dit geval de SNP's, die overeenkomen met de genen voor de gewenste kenmerken.

Eens de sets van SNP's die het meest overeenkomen met gewenste prestaties of andere kenmerken gekend zijn, kan men reeds bij het pas geboren dier vaststellen of het over de gepaste SNP's beschikt en het al of niet uitkiezen voor de fokkerij.

Op dit ogenblik wordt genomische selectie succesvol toegepast in de rundveeverbetering en nog maar sporadisch in de varkensselectie. Verwacht mag worden dat deze binnen afzienbare tijd ook in deze sector ingang zal vinden.

Door toepassing van de genomische selectie zal men een topbeer reeds als dusdanig erkennen vanaf zijn geboorte. Deze beer zal dus vanaf zijn geslachtsrijpheid reeds kunnen ingezet worden. Op dit ogenblik, met het nakomelingenonderzoek is deze beer reeds meer dan twee jaar voordat men zijn prestatiecapaciteit kent.

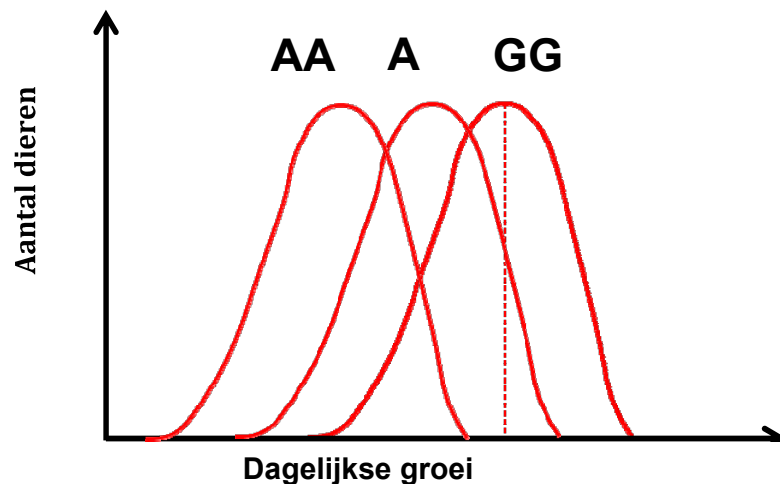
Voorbeeld

De figuur 20 stelt één SNP voor waarbij ofwel de nucleotide A voorkomt ofwel een G. Omdat een dier 2 kopiën heeft zijn er 3 mogelijkheden: een dier kan AA, AG of GG zijn. Als blijkt dat de groei van alle varkens die AA dragen duidelijk lager is dan de groei van varkens met GG (en AG ertussenin ligt) dan is deze SNP een goede merker voor de groei (figuur 21). We kunnen dan uit een DNAstaal van een big te weten komen of het dier GG is en dus bij de betere dieren hoort.

• **CTAGGCTC**G**CAGCGC**

CTAGGCTCA**CAGCGC**

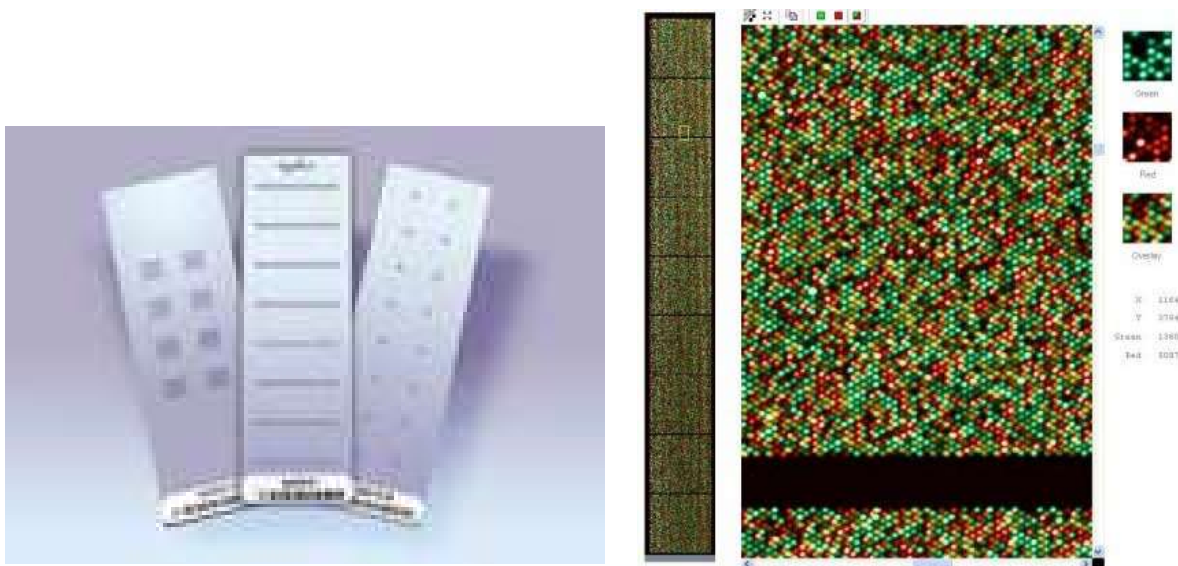
Figuur 20 Voorbeeld van single-nucleotide polymorfisme (SNP)



Figuur 21 Verdeling van de dagelijkse groei per genotype

Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

Het zoeken naar het verband tussen SNP's en de prestaties vereist het gebruik van statistische methoden en wordt uitgevoerd op een referentie-populatie (hiervan zijn alle prestaties of fokwaarde nauwkeurig gekend). De berekening gebeurt tegelijk voor 50 000 SNP's die verspreid voorkomen over alle chromosomen. Hiervoor werden zogenaamde 'chips' ontwikkeld waarop het resultaat (AA/AG of GG) afgelezen wordt voor alle 50000 SNP's tegelijk. Elk puntje (figuur 22) komt overeen met één SNP (polymorfisme). De kleur van elk puntje komt overeen met de drie mogelijkheden, nl. de twee homozygote vormen en de heterozygote vorm.



Figuur 22 Voorbeeld van SNPchips en het beeld na analyse (de 3 kleuren geven het genotype weer)

Bron: Steven Janssens – Onderzoeksgroep Huisdierengenetica, KU-Leuven

a. Epigenetica – nieuwe ontwikkeling

Met genetica wordt bedoeld het overerven van eigenschappen van de ouders naar de volgende generatie. En we hebben het dan over de informatie die vervat zit in de DNA-sequenties.

Daarnaast is er ook nog de epigenetica. En dan hebben we het over overervingsmechanismen waarvan de informatie niet vervat zit in de DNA-sequentie. De epigenetica is onderzoek van de invloed van het milieu op de fenotypische uiting van genen.

Hoewel het DNA in alle lichaamcellen hetzelfde is zullen deze cellen toch op verschillende wijze ontwikkelen. Een verklaring hiervoor is dat niet alle overgeërfde genen tot expressie komen. Er zijn epigenetische mechanismen van gencontrole tijdens de ontwikkeling.

Deze epigenetische mechanismen zorgen ervoor dat welbepaalde genen niet altijd tot uiting komen. Het gen wordt als het ware 'uit' geschakeld. Daardoor ziet men bijvoorbeeld differentiatie bij de verschillende lichaamcellen (levercel, huidcel, zenuwcel...).

Men weet dat het mechanisme is gesteund op "methylatie". Een methyl-molecule gaat een binding aan met het DNA, waardoor een gen geblokkeerd wordt. Een voorbeeld hiervan uit de varkensselectie is genomisch imprinting dat optreedt bij het *IGF2*-gen.

Met genomisch imprinting of genomische imprinting wordt bedoeld het verschijnsel waarbij een gen alleen actief is als het afkomstig is van ófwel de vader ófwel de moeder. Een voorbeeld hiervan is het *IGF2*-gen dat instaat voor meer bospiering en minder vet en dat slechts tot expressie komt wanneer het langs de vader overgeërfd wordt.

Het domein van de epigenetica is nog maar aan het begin van zijn ontwikkeling maar zal in de toekomst zeker een rol spelen bij de selectie van dieren.

Verklaring

Allelen : verschijningsvorm van een gen

additief genetische variantie: geeft weer hoe groot de “erfelijke” verschillen zijn tussen dieren

Gen / genen : drager van een stukje erfelijke informatie

Homozygotie :fokzuiverheid, aanwezigheid van dezelfde allelen van een gen

7. Lijst van tabellen en figuren

Lijst van tabellen

Tabel 1	Aantal en % doses sperma verkocht in 2009 per ras	3
Tabel 2	Erfelijkheidsgraad van enkele kenmerken bij varkens	27
Tabel 3	Selectie-intensiteit bij verschillende aandelen van dieren die men neemt om de volgende generatie te vormen	28
Tabel 4	Voorbeeld van berekening van genetische vooruitgang bij selectie via de zeugen	29
Tabel 5	Voorbeeld van berekening van genetische vooruitgang bij selectie via de beren	29
Tabel 6	Berekening van het economisch voordeel bij een bepaalde berenkeuze	38
Tabel 7	Verband tussen IFI en reproductieresultaten in de praktijk	40
Tabel 8	Verwantschapsgraad en inteeltcoëfficiënt van enkele familie relaties	42
Tabel 9	Invloed van 5 % inteelt volgens literatuurgegevens	44
Tabel 10	Invloed van 5 % inteelt op aantal geboren biggen en op tussenwortijd	45
Tabel 11	Aantal chromosomenparen bij enkele diersoorten	48
Tabel 12	Kansen bij het kruisen van de verschillende genotypen. De gele vakjes markeren de stressgevoelige dieren	51

Lijst van figuren

Figuur 1	Spermaproductie van Landras beren 1997-2009	2
Figuur 2	Schematische opbouw van het Belgisch Landras	9
Figuur 3	Selecteren op 1 kenmerk geeft snellere vooruitgang voor dat kenmerk	15
Figuur 4	Iso-profit-lijnen en profit-heterosis	16
Figuur 5	Het heterosiseffect op het aantal biggen per worp bij kruisingen van LW, BL, P en BN zeugen	18
Figuur 6	Voorbeeld van vleesvarkensproductie met een F1-zeug	20
Figuur 7	Schema voor rotatiekruising met 2 rassen	22
Figuur 8	Waargenomen worpgroottes	27
Figuur 9	Spreiding op basis van erfelijke aanleg	27
Figuur 10	BLUP- diermodel	33
Figuur 11	Betrouwbaarheid van de fokwaardeschatting	34
Figuur 12	Normale verdeling met gemiddelde 100 een standaarddeviatie 20	36
Figuur 13	Voorbeeld van publicatie van selectiemesterij indexen	37
Figuur 14	Voorbeeld van publicatie van de vruchtbaarheidsindex	40
Figuur 15	Afstamming van Clip du Pont (3B11)	43
Figuur 16	Standaard afwijking van groei in functie van de inteeltgraad	44
Figuur 17	Schematische voorstelling van chromosomen en allelen	47
Figuur 18	Schematische voorstelling van chromosomen	48

Figuur 19	voorbeelden van mutaties waarbij het stopcodon TAG ontstaat	50
Figuur 20	Voorbeeld van single-nucleotide polymorfisme (SNP)	52
Figuur 21	Verdeling van de dagelijkse groei per genotype	53
Figuur 22	Voorbeeld van SNPchips en het beeld na analyse (de 3 kleuren geven het genotype weer)	53

8. Literatuurlijst

Met uitzondering van de eerste zijn deze linkjes niet meer actief.

<http://www.szh.nl/index.php?id=83,0,0,1,0,0>

Wageningen UR Livestock Research ; rapport 450, Verbeteren van voerefficiëntie en verlagen van methaanemissie met genomische selectie

<http://www.gensignalen.nl/onderzoek-bij-asg.html>

www.fao.org/Biotech/docs/Meuwissen.pdf

<http://www.country-wide.co.nz/article/9482.html> (werking van chip)

